



Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

Departament de Pedagogia

Tesi doctoral

**INFLUÈNCIA DE DOS PROGRAMES D'ENTRENAMENT AMB RELACIÓ A
LES MANIFESTACIONS DE LA FORÇA A LES EXTREMITATS INFERIORS
I LA QUALITAT DE VIDA D'UN COLLECTIU DE PERSONES GRANS**

Presentada per
Marta Solà i Serrabou

Dirigida per
José Luis López del Amo



Tesi doctoral

**INFLUÈNCIA DE DOS PROGRAMES D'ENTRENAMENT, AMB RELACIÓ A LES
MANIFESTACIONS DE LA FORÇA A LES EXTREMITATS INFERIORS I LA
QUALITAT DE VIDA D'UN COLLECTIU DE PERSONES GRANS**

Presentada per
Marta Solà i Serrabou

Dirigida per
José Luis López del Amo

Programa de doctorat Comprensivitat i Educació
(bienni 2001-2003)

2013

A la meva família

*En totes les coses és necessari començar.
El començament és més que la meitat del tot.*

Aristóteles

Agraïments

Aquesta tesi no hagués estat possible sense la col·laboració de diverses persones.

El meu primer agraïment el dedico al meu director de tesi, José Luis López, per la seva inestimable ajuda.

A les persones que van guiar-me dins del postgrau d'activitat física per a gent gran i que van contribuir a que jo agafés aquest camí, i especialment a l'Àngels Soler, que m'ha continuat ajudant tant a la tesina com en aquesta tesi.

A l'Institut d'Envel·liment de Catalunya, i especialment a l'Antoni Salvà i en Xavier Rojano.

Als companys i companyes de la facultat que tantes vegades m'han escoltat i animat en aquest llarg i solitari camí, i a les meves amigues, que quasi són expertes en el tema.

A la Universitat de Vic per donar-me suport tant a nivell d'espais com de material, i en aquesta última fase, per la concessió d'un permís d'acabament de tesi. I als treballadors de la biblioteca de la UVIC, especialment en Ramón, i els serveis lingüístics.

A tots els ancians que de manera voluntària han participat en els estudis que integren aquesta tesi, ja que sense la seva participació desinteressada, aquesta recerca no s'hagués pogut dur a terme.

ÍNDIX GENERAL

ÍNDIX DE TAULES

ÍNDIX DE FIGURES

ÍNDIX D'ABREVIATURES

1. INTRODUCCIÓ	25
2. ACTIVITAT FÍSICA I SALUT EN GENT GRAN	31
2.1. La gent gran.....	32
2.1.1. Definició de les edats: cronològica, social, psicològica, funcional i de jubilació.....	33
2.1.2. Dades estadístiques de l'evolució en nombre de la gent gran	36
2.1.3. Esperança de vida i esperança de vida sense incapacitat.....	38
2.2. Envel·liment	40
2.2.1. Envel·liment biològic	43
2.2.2. Envel·liment psicosocial.....	45
2.2.3. Envel·liment patològic.....	49
2.3. Envel·liment actiu.....	52
2.3.1. Promoció de la salut	54
2.3.2. Salut.....	55
2.3.3. Dimensió subjectiva de la salut	56
2.3.4. Capacitat funcional.....	57
2.3.5. Qualitat de vida	60
2.3.6. Comportament	62
2.4. Activitat física i gent gran.....	65
2.4.1. Terminologia	65
2.4.2. Nivells d'activitat física de la gent gran	68
2.4.3. Polítiques i actuacions amb relació a l'exercici físic, la salut i la gent gran.....	69
2.4.4. Objectius generals dels programes d'activitat física en gent gran.....	71
2.4.5. Recomanacions d'activitat física generals.....	73

2.5.	Relacions entre envelliment i activitat física	73
2.5.1.	Beneficis generals de l'activitat física	74
2.5.2.	Canvis neuromusculars a nivell de l'aparell locomotor.....	77
2.5.3.	Canvis a nivell de l'aparell locomotor: l'os.....	84
2.5.4.	Canvis a nivell de l'aparell locomotor: amplitud de moviment.....	85
2.5.5.	Canvis a nivell social.....	87
2.5.6.	Canvis a nivell psicològic.....	87
3.	LES MANIFESTACIONS DE LA FORÇA MUSCULAR I LA GENT GRAN	89
3.1.	La força, el sistema neuromuscular i l'envelliment.....	90
3.1.1.	Massa muscular	91
3.1.2.	Factors neuronals.....	93
3.1.3.	Alteracions hormonals.....	95
3.1.4.	Disminució de la intensitat i volum dels nivells d'activitat física	96
3.2.	La força muscular	98
3.2.1.	Conceptualització	98
3.2.2.	Tipus d'acció muscular	98
3.2.3.	Tipus de tensió muscular	100
3.2.4.	Manifestacions de la força.....	101
3.2.5.	Mitjans per a l'entrenament de la força	107
3.2.6.	Paràmetres per elaborar un entrenament de força.....	109
3.2.7.	Formes d'avaluar la força muscular en gent gran.....	113
3.3.	Protocols d'entrenament de força en gent gran.....	117
3.3.1.	Estudis d'entrenament de força i de potència per millorar les manifestacions de la força muscular	120
3.3.2.	Estudis de l'entrenament de les diferents manifestacions de la força per millorar la funcionalitat	127
3.3.3.	Risc de lesions en l'entrenament de força	139
3.4.	L'entrenament mitjançant vibracions mecàniques	140
3.4.1.	Història	140
3.4.2.	Definició.....	141
3.4.3.	Variables extrínseques i variables intrínseques	141
3.4.4.	Metodologia de l'entrenament.....	145
3.4.5.	Efectes de l'entrenament de vibracions mecàniques	146
3.4.6.	Protocols d'intervencions en gent gran per millorar la força.....	149
3.4.7.	Consells d'utilització	166

3.4.8.	Contraindicacions	167
4.	JUSTIFICACIÓ DE LA INTERVENCIÓ.....	168
4.1.	Justificació de l'objectiu d'entrenament «la força a les EEI».....	169
4.2.	Justificació del disseny del programa d'entrenament del grup gimnàs	171
4.2.1.	La durada.....	173
4.2.2.	La freqüència.....	174
4.2.3.	La intensitat	174
4.2.4.	El treball d'amplitud de moviment.....	176
4.2.5.	Programació de l'entrenament de força.....	177
4.2.6.	Recomanacions generals del programa als participants	184
4.3.	Justificació del disseny del programa d'entrenament del grup vibracions	185
4.3.1.	La durada.....	186
4.3.2.	La freqüència.....	186
4.3.3.	Protocol d'entrenament	186
4.3.4.	Exercicis realitzats.....	190
4.4.	Justificació de l'estudi d'altres variables	193
4.4.1.	Justificació de la variable risc de depressions	194
4.4.2.	Justificació de la variable de percepció subjectiva de salut.....	194
4.5.	Justificació de l'avaluació de les variables	194
4.5.1.	Avaluació de la força.....	194
4.5.2.	Avaluació de l'ADM	196
4.5.3.	Avaluació de la qualitat de vida relacionada amb la salut	196
4.5.4.	Relacions entre diferents variables	197
4.6.	Aspectes innovadors.....	198
5.	PART EXPERIMENTAL: OBJECTIUS I HIPÒTESIS	199
5.1.	Objectius	200
5.1.1.	Objectius principals.....	200
5.1.2.	Objectius secundaris.....	200
5.2.	Hipòtesis.....	201
5.2.1.	Hipòtesi principal	201
5.2.2.	Hipòtesis secundàries	201

6.	PART EXPERIMENTAL: METODOLOGIA DE LA RECERCA	203
6.1.	Introducció.....	204
6.2.	Població.....	206
6.3.	Mostra	206
6.3.1.	Criteris d'inclusió	206
6.3.2.	Criteris d'exclusió	207
6.3.3.	Procediment per al reclutament de la mostra.....	207
6.3.4.	Característiques de la mostra.....	215
6.4.	Disseny	216
6.5.	Variables	217
6.5.1.	Variables independents.....	217
6.5.2.	Variables dependents.....	218
6.5.3.	Variables generals	219
6.6.	Instruments d'avaluació	220
6.6.1.	Instruments de mesures generals: qüestionaris.....	220
6.6.2.	Tests físics. Instruments per mesurar la variable força.....	221
6.6.3.	Tests físics. Instruments de mesura de la variable ADM	224
6.6.4.	Instruments de mesura de la variable psicològicocial	224
6.7.	Material utilitzat	225
6.8.	Aspectes ètics	226
6.8.1.	Full d'informació, consentiment informat i confidencialitat de les dades.....	226
6.8.2.	Avaluació dels riscos – beneficis per als subjectes de la investigació.....	226
6.8.3.	Full del compromís dels investigadors	226
6.9.	Anàlisi estadística	227
6.9.1.	Anàlisi descriptiva i d'homogeneïtat	227
6.9.2.	Contrast d'hipòtesi	228
7.	RESULTATS	229
7.1.	Anàlisi descriptiva i d'homogeneïtat	230
7.1.1.	Variables generals	230
7.1.2.	Seguiment.....	235

7.1.3.	Variables antropomètriques.....	236
7.1.4.	Variable de condició física: força.....	238
7.1.5.	Variable de condició física: flexibilitat	239
7.1.6.	Caigudes	240
7.1.7.	Variables psicològiques: símptomes	241
7.1.8.	Variable de qualitat de vida relacionada amb la salut	241
7.2.	Contrast d'hipòtesis	245
7.2.1.	Variables antropomètriques.....	245
7.2.2.	Variables de força.....	248
7.2.3.	Variable de flexibilitat.....	270
7.2.4.	Caigudes	273
7.2.5.	Variables psicològiques.....	274
7.2.6.	Variable de qualitat de vida relacionada amb la salut	276
7.3.	Relació entre les 4 forces.....	287
7.4.	Relació entre força funcional i caigudes.....	288
7.5.	Relació entre força funcional i valoració general de salut	289
7.6.	Relació entre força funcional i els símptomes depressius	290
8.	DISCUSSIÓ	291
8.1.	Comparació dels resultats basals amb els d'altres estudis	293
8.2.	Comparació i interpretació dels resultats obtinguts	297
8.2.1.	Força.....	298
8.2.2.	Flexibilitat	310
8.2.3.	Caigudes	312
8.2.4.	Depressió.....	314
8.2.5.	Qualitat de vida relacionada amb la salut	315
8.3.	Limitacions	322
8.4.	Camins a seguir en properes recerques.....	324

9. CONCLUSIONS.....	327
9. Conclusions	328
10. BIBLIOGRAFIA.....	333

ANNEXOS

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Definicions de l'envelliment.	40
Taula 2. Factors de l'envelliment que poden modificar-se amb exercici físic.....	50
Taula 3. Concepte tradicional i actual de la paraula salut.	56
Taula 4. Beneficis de l'exercici físic.	75
Taula 5. Protocols de treball de força màxima.	102
Taula 6. Protocols de treball de força velocitat.	103
Taula 7. Protocols del treball de força resistència.	103
Taula 8. Protocols de treball i canvis obtinguts amb relació a la força, potència i funcionalitat.	138
Taula 9. Disseny de l'estudi utilitzat per Russo.....	152
Taula 10. Disseny de l'estudi utilitzat per Verschueren.	153
Taula 11. Disseny de l'estudi utilitzat per Roelans.	154
Taula 12. Característiques de l'entrenament VCS de Roelans.	155
Taula 13. Disseny de l'estudi utilitzat per Bogaerts.	157
Taula 14. Característiques de l'entrenament VCS de Bogaerts.	158
Taula 15. Disseny de l'estudi utilitzat per Kawanabe.	159
Taula 16. Disseny de l'estudi utilitzat per Rees.....	160
Taula 17. Característiques de l'entrenament VCS de Rees.	161
Taula 18. Disseny de l'estudi utilitzat per Martín.	162
Taula 19. Característiques de l'entrenament VCS de Martín.	163
Taula 20. Disseny de l'estudi utilitzat per Machado.	164
Taula 21. Característiques de l'entrenament VCS de Machado.	165
Taula 22. Diferents objectius finals de l'entrenament de les manifestacions de la força.	170

Taula 23. Descripció general del programa del grup gimnàs.	173
Taula 24. Escala de Borg: percepció individual de l'esforç.	176
Taula 25. Protocol de l'entrenament utilitzat.	189
Taula 26. Població d'entre 65 i 84 anys de la ciutat de Vic.	206
Taula 27. Distribució temporal de les accions portades a terme.	214
Taula 28. Descripció general de la mostra.	215
Taula 29. Subjectes participants i percentatge de la mostra en funció del gènere.	231
Taula 30. Nombre i percentatge de participants per grups d'estudi.	232
Taula 31. Repartició dels individus seguint el model de Rikli i Jones.	233
Taula 32. Nivell d'estudis dels participants per grups d'estudi.	234
Taula 33. Convivència de la mostra per grups d'estudi.	234
Taula 34. Compliment del seguiment de la mostra en l'estudi.	235
Taula 35. Compliment terapèutic del grup Gimnàs i Plataforma.	236
Taula 36. Talla dels participants per grups d'estudi.	237
Taula 37. Pes dels participants per grups d'estudi.	237
Taula 38. IMC dels participants per grups d'estudi.	237
Taula 39. Variable recodificada segons classificació de l'OMS.	237
Taula 40. Força funcional inicial per grups d'estudi.	238
Taula 41. Força - resistència inicial per grups d'estudi.	238
Taula 42. Força explosiva inicial per grups d'estudi.	238
Taula 43. Força elàstica explosiva inicial per grups d'estudi.	239
Taula 44. Isquiotibial dret inicial per grups d'estudi.	239
Taula 45. Isquiotibial esquerre inicial per grups d'estudi.	239

Taula 46. Percentatge dels participants que cauen i no cauen per grups d'estudi.	240
Taula 47. Nombre de caigudes per grups d'estudi.....	240
Taula 48. Síntomes depressius inicials per grups d'estudi.	241
Taula 49. Depressió inicial per grups d'estudi.	241
Taula 50. Respostes a la pregunta «Vostè diria que la seva salut és...».....	241
Taula 51. Respostes a les preguntes de la funció física.	242
Taula 52. Respostes a les preguntes del rol físic.	242
Taula 53. Respostes a les preguntes del rol emocional.....	242
Taula 54. Respostes a la pregunta del grau de dolor.	243
Taula 55. Respostes a les preguntes de la salut mental.	243
Taula 56. Respostes a la pregunta del nivell d'energia.....	243
Taula 57. Respostes a la pregunta de la interacció social/físic-emocional.	244
Taula 58. Valoracions inicials i finals del pes corporal de cadascun dels grups.	245
Taula 59. Valoracions inicials i finals de l'IMC de cadascun dels grups.	246
Taula 60. Valoracions inicials i finals de força funcional de cadascun dels grups.	248
Taula 61. Valoracions inicials i finals de força resistència de cadascun dels grups.	249
Taula 62. Valoracions inicials i finals del salt SJ de cadascun dels grups.	250
Taula 63. Valoracions inicials i finals del salt CMJ de cadascun dels grups.....	252
Taula 64: Valoracions inicials i finals de potència mitja de cadascun dels grups	254
Taula 65: Valoracions inicials i finals de força mitja de cadascun dels grups.....	255
Taula 66: Valoracions inicials i finals de velocitat mitja de cadascun dels grups.	256
Taula 67: Valoracions inicials i finals del pic de velocitat de cadascun dels grups.....	257
Taula 68. Valoracions inicials i finals del temps al pic de velocitat de cadascun dels grups.	258

Taula 69. Valoracions inicials i finals de l'acceleració de cadascun dels grups.....	259
Taula 70. Valoracions inicials i finals de potència mitja de cadascun dels grups.	260
Taula 71. Valoracions inicials i finals de força mitja de cadascun dels grups.....	261
Taula 72. Valoracions inicials i finals de velocitat mitja de cadascun dels grups.	262
Taula 73. Valoracions inicials i finals del pic de velocitat de cadascun dels grups.....	263
Taula 74. Valoracions inicials i finals del temps al pic de velocitat de cadascun dels grups.	264
Taula 75: Valoracions inicials i finals de l'acceleració de cadascun dels grups.....	265
Taula 76. Valoracions inicials i finals de la potencia mitja excèntrica de cadascun dels grups.	266
Taula 77. Valoracions inicials i finals de la força de cadascun dels grups.	267
Taula 78. Valoracions inicials i finals de la velocitat de cadascun dels grups.....	268
Taula 79. Valoracions inicials i finals de flexibilitat isquiotibial dreta de cadascun dels grups.....	270
Taula 80. Valoracions inicials i finals de flexibilitat isquiotibial esquerre de cadascun dels grups.	271
Taula 81. Valoracions inicials i finals dels participants que cauen de cadascun dels grups.....	273
Taula 82. Valoracions inicials i finals dels símptomes depressius de cadascun dels grups.	274
Taula 83. Participants amb depressió a l'inici.....	275
Taula 84. Participants amb depressió al final.....	276
Taula 85. Valoracions inicials i finals de l'estat de salut general de cadascun dels grups.	276
Taula 86. Valoracions inicials i finals de la «limitació d'esforços moderats» per grups.	277
Taula 87. Valoracions inicials i finals de «fer menys feina» de cadascun dels grups.	279
Taula 88. Valoracions inicials i finals de «fer menys feina per problemes emocionals» de cadascun dels grups.....	280
Taula 89: Valoracions inicials i finals del «dolor» de cadascun dels grups.	281
Taula 90. Valoracions inicials i finals d'«estar tranquil» i «animat» de cadascun dels grups.....	282

Taula 91. Valoracions inicials i finals de «tenir molta energia» de cadascun dels grups.	284
Taula 92. Valoracions inicials i finals de «disminució de les activitats socials» de cadascun dels grups.	285
Taula 93. Relació entre les quatre mesures de la força a l'inici.	287
Taula 94. Relació entre les quatre mesures de força al final	287
Taula 95. Relació entre les caigudes i la força funcional.	288
Taula 96. Relació entre la força funcional i l'autovaloració de la salut general.	289

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Canvis en la repartició del temps després de la jubilació.	36
Figura 2. Inversió de la tendència demogràfica, 1900-2060.....	37
Figura 3. Projeccions de l'evolució de la població espanyola.	37
Figura 4. Possibles alteracions en «cascada» derivades del sedentarisme.....	51
Figura 5. Determinants de l'envelliment actiu.	53
Figura 6. Manteniment de la capacitat funcional durant el cicle vital.	59
Figura 7. Quadre resum del que significa en l'actualitat la paraula salut.	64
Figura 9. Canvis que comporta la sarcopènia en l'envelliment.	77
Figura 10. Relacions en cascada entre la funcionalitat i l'activitat física.	82
Figura 11. Diferents tipus d'accions musculars en funció de la tensió i longitud.	99
Figura 12. Tipus d'accions musculars o contraccions pel que fa a la variació de la longitud.	100
Figura 13: Relació entre el llinard funcional i el nivell de força.	128
Figura 14. Dos tipus principals d'aplicació de les VCS.	144
Figura 15. Arc reflex que s'activa amb l'aparició del reflex tònic vibratori.....	147
Figura 16. Exercicis utilitzats.	165
Figura 17: Exercici esquat 140° i estàtic.....	190
Figura 18: Exercici de ½ esquat baix i estàtic.	191
Figura 19: Exercici de puntetes amb genolls estirats.....	192
Figura 20: Exercici <i>lunge</i>	192
Figura 21: Exercici monopodal estàtic.	193
Figura 22. Procediment de selecció de la mostra i implementació.	213
Figura 23. Disseny de la intervenció.	217

Figura 24. Realització de l' <i>Squat Jump</i>	222
Figura 25. Realització del <i>Counter Movement Jump</i>	223
Figura 26. Distribució per edats de la mostra.	231
Figura 27. Puntuacions abans i després del programa del pes corporal.....	246
Figura 28. Puntuacions IMC abans i després del tractament.....	247
Figura 29. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força funcional dels tres grups d'estudi.....	249
Figura 30. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força resistència dels tres grups d'estudi.	250
Figura 31. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força explosiva dels tres grups d'estudi.	251
Figura 32. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força elàstica explosiva dels tres grups d'estudi. ...	253
Figura 33: Puntuacions pre- i post- amb relació a la potència mitja dels tres grups d'estudi.	254
Figura 34: Puntuacions pre- i post- amb relació a la força mitja dels tres grups d'estudi.	255
Figura 35. Puntuacions pre- i post- amb relació a la velocitat mitja dels tres grups d'estudi.	256
Figura 36. Puntuacions pre- i post- amb relació al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.	257
Figura 37. Puntuacions pre- i post- amb relació al temps al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.	258
Figura 38. Puntuacions pre- i post- amb relació al temps al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.	259
Figura 39. Puntuacions pre- i post- amb relació a la potència mitja dels tres grups d'estudi.	260
Figura 40. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força mitja dels tres grups d'estudi.	261
Figura 41. Puntuacions pre- i post- amb relació a la velocitat mitja dels tres grups d'estudi.	262
Figura 42. Puntuacions pre- i post- amb relació al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.	263
Figura 43. Puntuacions pre- i post- amb relació al temps al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.	264
Figura 44. Puntuacions pre- i post- amb relació a l'acceleració dels tres grups d'estudi.	265
Figura 45. Puntuacions pre- i post- amb relació a la potència excèntrica dels tres grups d'estudi.	266
Figura 46. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força dels tres grups d'estudi.....	267

Figura 47. Puntuacions pre- i post- amb relació a la velocitat dels tres grups d'estudi.	268
Figura 48. Puntuacions pre- i post- amb relació a la flexibilitat isquiotibial dreta dels tres grups d'estudi.	271
Figura 49. Puntuacions pre- i post- de la flexibilitat isquiotibial esquerra dels tres grups d'estudi.	272
Figura 50. Puntuacions pre- i post- amb relació a les caigudes dels tres grups d'estudi.	273
Figura 51. Puntuacions pre- i post- amb relació als símptomes depressius dels tres grups d'estudi.	275
Figura 52. Puntuacions pre- i post- amb relació a l'estat de salut general dels tres grups d'estudi.	277
Figura 53. Puntuacions pre- i post- amb relació a la funció física dels tres grups d'estudi.	278
Figura 54. puntuacions pre- i post- amb relació al rol físic dels tres grups d'estudi.	279
Figura 55. Puntuacions pre- i post- amb relació al rol emocional dels tres grups d'estudi.	280
Figura 56. Puntuacions pre- i post- amb relació al dolor dels tres grups d'estudi.	282
Figura 57. Puntuacions pre- i post- amb relació a l'estat de salut mental dels tres grups d'estudi.	283
Figura 58. Puntuacions pre- i post- amb relació al nivell d'energia dels tres grups d'estudi.	284
Figura 59. Puntuacions pre- i post- amb relació a la disminució de les activitats socials dels tres grups d'estudi.	286
Figura 60. Relació entre les caigudes i la força funcional.	288
Figura 61. Relació entre la força funcional i l'autovaloració de l'estat de salut general.	289
Figura 62. Relació entre la força funcional i els símptomes depressius.	290

ABREVIATURES

ACSM. American College of Sports Medicine.

ADM. Amplitud de moviment.

AF. Activitat física.

AHA. Associació Americana del Cor

ANOVA. Anàlisi de la Varianza.

AVD. Activitats de la vida diària.

CMJ. Counter Movement Jump. Salt vertical amb contramoviment.

CS-PFP. *Continuous Scale Physical Functional Performance*

DS. Desviació típica o desviació estàndard.

EDV. Esperança de vida.

EEII. Extremitats inferiors.

EESS. Extremitats superiors.

ESCA. Enquesta de Salut de Catalunya.

EV. Entrenament mitjançant vibracions mecàniques.

EVLLI. Esperança de vida lliure d'incapacitat.

GC. Grup control.

GDS. Test de depressió geriàtrica Yesavage. *Geriatric Depression Scale*.

Hz. Hertz.

I.C. Interval de confiança (95%)

IMC. Índex de massa corporal.

IMERSO: Instituto Nacional de Servicios Sociales.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

mm. Mil·límetres

OMS. Organització Mundial de la Salut.

QDV. Qualitat de vida.

QVRS. Qualitat de Vida Relacionada amb la Salut.

RM. Repetició màxima.

RTV: Reflex tònic vibratori.

SF-12: Qüestionari de QVRS.

SFT. *Senior Fitness Test*.

SIA. Seure i aixecar-se de la cadira (test). *Chair stand*.

SJ. *Squat Jump* (test).

SPPB - *Short Physical Performance Battery*.

UAG. *Up and gou* (test). Caminar i seure.

VCS: Vibració de cos sencer, equivalent a WBV.

WBV: *Whole body vibration*.

1. INTRODUCCIÓ

*El camí cap al triomf es torna solitari
perquè la majoria dels homes
no estan disposats a enfrontar i vèncer
els obstacles que s'hi amaguen.*

*La capacitat de donar aquest darrer pas quan estàs esgotat
és la qualitat que separa
els guanyadors dels altres corredors.*

Roger Bannister

Evolució dels 10 anys d'estudi del doctorat

Vaig iniciar els cursos de doctorat l'any 2001 i quan vaig acabar-los, l'any 2003, no tenia clar cap a on havia d'enfocar la meua recerca. Paral·lelament als cursos de doctorat el meu interès per la gent gran va fer que l'any 2002 comences a impartir classes d'exercici físic en gent gran. Per aprofundir en el tema vaig decidir realitzar durant el curs 2004-05 un postgrau d'activitat física i gent gran. A l'acabar el postgrau ja havia decidit el tema d'estudi a investigar: confeccionar una intervenció en exercici físic per millorar la salut d'aquest col·lectiu, però el tema era molt ampli i s'havia de delimitar. El curs 2005-06 vaig participar en el programa PIP (Pla d'Implantació Progressiva de l'Activitat Física), del Consell Català de l'Esport, del qual vaig aprendre diferents qüestions de metodologia i implementació de tests avaluadors. El curs 2006-2007, i gràcies a una beca del col·legi de fisioterapeutes, vaig poder dur a terme una intervenció per millorar l'equilibri i altres aspectes de la qualitat de vida de les persones grans. A finals del 2007 vaig presentar la meua tesina. Després d'observar alguns errors i proposar millores en les dues intervencions anteriors, vaig començar a plantejar un tercer estudi, portat a terme durant el curs 2009-10, i que és el que presento en aquesta tesi doctoral, on he avaluat els canvis observats en gent gran després de participar en dos programes d'activitat física, basats en el treball de força i acompanyats d'un grup control.

Aquesta recerca significa per mi una trobada integradora entre les meves experiències personals, durant aquests 10 anys de treball amb gent gran, i les dades obtingudes en aquests tres treballs de recerca, que m'han conduït de la intuïció, a una sistematització ordenada d'idees que puguin arribar a ser part del mètode científic.

Justificació de la recerca

La *meua inquietud* en el coneixement de la salut de les persones grans m'ha portat a buscar vies d'incidència en la pràctica d'activitat física que aportin noves metodologies de treball més eficaces i d'intervenció en la realitat. Una motivació prèvia al inici d'una recerca és fonamental per treballar des del convenciment personal i fer amb il·lusió aquest llarg camí.

Apart d'aquest interès personal, podríem parlar d'un *interès socioeconòmic*. Les necessitats actuals de la salut de la gent gran, generen un impacte multidimensional a nivell físic, psicològic, social i econòmic, que comporta una disminució de la qualitat de vida relacionada amb la salut de l'afectat, i, moltes vegades del seu entorn. La identificació de les modalitats més adequades d'activitat física per assolir efectes positius sobre la fisiologia muscular dels vells, és actualment un important motiu d'investigació i diversos organismes oficials a nivell mundial (OMS, ACSM, IMSERSO...), avalen fomentar estratègies d'investigació i «actuació» damunt dels ancians pel creixement que està experimentant aquest col·lectiu i per les necessitats sanitàries, moltes de les quals, podrien minvar gràcies a l'activitat física.

Si ens centrem a Catalunya, aquest interès socioeconòmic queda reflectit dins del *Pla de Salut de Catalunya 2011-2015*, on el model d'atenció sanitària es proposa tres grans reptes: millorar l'envelliment, millorar els hàbits i estils de vida, i millorar la prevalença de malalties cròniques, i aquesta recerca, de forma més o menys directa, els treballa tots tres. Destaquem també que l'any 2012 és l'Any Europeu de l'Envelliment Actiu.

Per acabar, volem justificar *l'interès acadèmic* de la investigació. Es busca la sistematització dels programes d'activitat física deixant de banda la intuïció que moltes vegades guia aquestes activitats. Diferents autors destaquen que l'activitat física no és una panacea¹. Com diu Sánchez Bañuelos (1996) existeix una idea incorrecta sobre la pràctica d'exercici físic, que manifesta la creença que els efectes positius es produeixen simplement per la pràctica d'exercici, sense concretar continguts, volums i intensitats, en funció de les característiques i necessitats de l'individu. També l'ACSM (2009b), destaca que els beneficis de salut estan directament relacionats amb la càrrega d'activitat física (més freqüència, més intensitat, més volum) i, per tant, les persones d'edat avançada han de realitzar la màxima quantitat d'exercici físic que les seves condicions i capacitats els permetin, una vegada han estat avaluats prèviament. Per últim, Jiménez manifesta que els programes d'entrenament són «extraordinàriament

¹ Remei o solució per a qualsevol tipus de problema.

específics pels esportistes d'alt nivell, i altament genèrics i indiferenciats per la població general» (Jiménez, 2003:15), per la qual cosa ell aconsella canviar el terme prescripció d'exercici per sistematització de l'entrenament per la salut. Aquest entrenament implica la millora sistemàtica i progressiva de les capacitats del subjecte gràcies a una correcta planificació de totes les variables d'entrenament.

L'objectiu final d'aquesta tesi doctoral, és el de transferir els coneixements resultants en forma de continguts, que puguin ser utilitzats en altres programes d'activitat física en gent gran. Es busca un equilibri entre la investigació i l'aplicació, recolzada per les necessitats actuals de la població.

Estructura de la tesi doctoral

Aquesta tesi doctoral consta de 9 capítols.

Després de la introducció (primer capítol), el marc teòric és explicat en tres capítols. Els cinc restants són la part experimental integrada pels objectius i hipòtesis, metodologia, resultats, discussió i conclusions.

El primer capítol del marc teòric (segon capítol), analitza la gent gran en tres apartats, l'envelliment, l'envelliment actiu i l'activitat física. De l'envelliment destaquem l'augment de la població d'ancians, i l'objectiu de reduir el nombre d'anys que es viu amb certa discapacitat (superior en les dones, 8,1 anys, respecte als homes, 5 anys). De l'envelliment actiu ressaltem la manera d'envellir que depèn, entre d'altres factors, de la participació d'un mateix en la seva salut. Aquesta salut per la gent gran es mesura en termes de funcionalitat o capacitat funcional i un dels factors més rellevants per conservar o millorar-la és l'activitat física. L'últim apartat d'activitat física exposa quins són els objectius prioritaris que hauria de treballar un programa d'activitat física per gent gran i els principals beneficis de l'activitat física, posant especial èmfasi als beneficis a nivell de l'aparell locomotor. És en aquest anàlisi on destaquem la importància de la força de les extremitats inferiors per gaudir d'una vellesa independent i amb una bona capacitat funcional, esdevenint l'objectiu principal a treballar en el programa d'activitat física que es vol portar a terme.

El segon capítol del marc teòric (tercer capítol), està dividit en quatre apartats. El primer realitza una aproximació als canvis de la força muscular que comporta l'envelliment. El segon analitza terminològicament les manifestacions de la força muscular, els paràmetres per elaborar un programa de força en gent gran i la forma d'avaluar-la. El tercer apartat fa una descripció dels últims estudis amb relació a l'entrenament de les manifestacions de la força muscular en gent gran, destacant les intervencions on l'objectiu últim de l'entrenament no és el guany de força, sinó el guany de capacitat funcional que pot comportar l'entrenament de força. Aquests estudis ens suggereixen que l'entrenament de força explosiva (prioritzant la velocitat), és el que més millores comporta amb relació a la funcionalitat. És aquesta opció la que utilitzarem per confeccionar el programa de força que aplicarem en aquest estudi. I l'últim apartat fa una exposició dels estudis de força en gent gran a través de les plataformes vibratòries de cos sencer. Aquestes configuraran el segon programa d'entrenament de força que aplicarem.

El tercer capítol del marc teòric (quart capítol), intenta justificar cadascun dels components del disseny dels dos programes d'exercici físic que s'utilitzarà. Un programa basat en el treball de la força explosiva, on es prioritza la velocitat, i l'altre programa centrat en un treball de la força amb plataformes vibratòries.

El cinquè capítol està integrat pels objectius i hipòtesis d'estudi. L'objectiu principal és el possible efecte diferencial en el guany de força a les EEII, segons el tipus de programa utilitzat i les seves repercussions a nivell físic, mental i social. La hipòtesi principal és que el programa de vibracions comportarà guanys de força més elevats que el programa de força explosiva. Per saber el que passaria si els individus continuessin amb el seu estil de vida sedentari (sense cap tipus d'intervenció), participarà en l'estudi un grup control.

El sisè capítol descriu la metodologia: mostra, variables i instruments de mesura, utilitzant un disseny quasi experimental pre- post- amb tres grups d'estudi.

El setè capítol trobem els resultats obtinguts en l'implementació dels dos programes d'exercici físic durant sis mesos, els quals no avalen una diferència significativa dels

guanys de força entre els dos programes d'exercici físic, però sí, una millora significativa dels dos grups experimentals amb relació al grup control. En general la majoria de variables estudiades experimenten un augment dins dels grups experimentals i una disminució dins del grup control, raó suficient per fomentar la participació de la gent gran en aquests tipus d'activitat.

Al vuitè i novè capítol s'exposa la discussió i les conclusions, respectivament.

2. ACTIVITAT FÍSICA I SALUT EN GENT GRAN

*La salut no ho és tot,
però sense la salut
tot és res*

Schopenhauer

2. Marc teòric. Activitat física i salut en gent gran

Aquest capítol vol confeccionar les bases respecte a la terminologia, els diferents conceptes i el suport teòric necessari per delimitar i aprofundir en l'estudi de la nostra recerca.

El primer apartat fa referència al concepte teòric que representa la gent gran pel que fa a l'edat cronològica, fisiològica, psicosocial i funcional. També fa referència a l'evolució demogràfica.

El segon apartat parla de l'envelliment normal, dels canvis que comporta i de l'envelliment patològic.

El tercer apartat explica els conceptes teòrics que acompanyen l'envelliment actiu, els més importants dels quals són la salut, la qualitat de vida i l'estil de vida.

El quart apartat tracta la terminologia al voltant de l'activitat física, dels nivells d'activitat física de la població de Catalunya i de les polítiques d'actuació pel que fa a l'activitat física i la gent gran, i descriu els quatre objectius principals que ha de treballar un programa d'activitat física destinat a la gent gran.

L'últim apartat especifica els principals beneficis que comporta la pràctica d'activitat física i quins són més determinants per a la salut de la gent gran.

2.1. La gent gran

En primer lloc es definirà el concepte de gent gran analitzant-ne les diferents dimensions i l'evolució demogràfica.

Utilitzarem indistintament les expressions *gent gran*, *persona gran*, *ancià* i *vell* per referir-nos al procés d'envelliment sense les connotacions negatives dels dèficits propis de l'envelliment normal. Utilitzarem la paraula *fràgil* quan parlem de persones institucionalitzades i que requereixen una supervisió i/o tractament d'un equip assistencial socio sanitari (Aranguren, 1992).

Malgrat que tots els integrants d'aquest grup experimenten un mateix procés universal d'envelliment, l'expressió gent gran implica un grup de gent molt heterogeni. Aquest procés comporta canvis de forma graduals durant un llarg període de temps, i hi intervenen molts factors, que ens conduiran a subjectes d'edat avançada amb una sèrie de característiques molt diverses.

Conèixer les variables relacionades amb la salut existents, com influeixen segons l'edat, sexe, condició física, psíquica i social, ens pot ajudar a prevenir, tractar i millorar les situacions individuals de cada persona.

L'objectiu d'aquest capítol és determinar quines són les prioritats per elaborar un programa d'intervenció en activitat física que ajudi a millorar l'envelliment, des del punt de vista de la salut.

2.1.1. *Definició de les edats: cronològica, social, psicològica, funcional i de jubilació*

De totes les classificacions de la societat, la basada en l'edat és la més àmpliament acceptada. Estem parlant de *l'edat cronològica*. Si ens basem en l'últim informe de l'IMSERSO (2008), a Catalunya hi conviuen 7.210.508 milions de persones, de les quals un 16,4% són majors de 65 anys.

Els experts en gent gran no es posen d'acord a determinar l'edat exacta en què comença la vellesa ni tampoc en la seva delimitació. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) classifica la vellesa en tres trams: de 60 a 75 anys les anomena persones d'edat, de 75 a 90 anys les anomena persones velles i les de més de 90 anys, les anomena persones molt velles (Kenney, 1989).

L'any 1996 l'OMS, juntament amb el Grup Europeu per a la Investigació de l'Activitat Física en Persones Grans (EGREPA),² varen presentar la Carta Oberta per la Política de

² El Grup Europeu d'investigació en Activitat Física i Tercera Edat (EGREPA) va néixer durant la Tercera Conferència sobre l'Activitat Física, Envel·liment i l'Esport, celebrada a la Universitat de Jyväskylä, Finlàndia, el 1992.

Salut i Qualitat de Vida de la Gent Gran, en la qual s'establia l'edat de 50 anys com l'edat d'entrada a la tercera edat.

Shepard (1997) classifica la gent gran a través de criteris funcionals i descriu tres categories. La primera és la formada per la població «jove», de 65-75 anys, i està integrada per individus que s'acaben de jubilar. La segona és la formada per la població «gran», de 75-85 anys, i és on es comencen a perdre les capacitats per realitzar certes activitats de la vida diària però les persones continuen sent independents, i algunes poden tenir certes malalties. La tercera és la formada per la població «molt gran», a partir de 86 anys, on trobem individus amb moltes necessitats i amb més o menys dependència.

L'edat cronològica perd importància i sols tindrà una funció de referència, ja que no és la causa dels canvis, sinó un indicador del que pot succeir en un període cronològic determinat.

Segons Aragó (1985), a part de l'edat cronològica, existeixen tres edats que aniran lligades al desenvolupament individual de cada persona. Parlem de l'edat biològica, la social i la psicològica.

La primera, *l'edat biològica*, és l'estat de salut i de conservació dels diferents òrgans i sistemes del nostre cos. Aquí trobarem diferències molt grans entre uns individus i uns altres.

La segona, *l'edat social*, es basa en el rol i l'actitud que té l'individu respecte als altres i a la societat; considera l'individu membre del grup al qual pertany i de la societat a la qual està integrat. Depenent dels tipus de societat on està immers, tindrà un o altre valor i, per tant, serà difícil d'objectivar.

La tercera, *l'edat psicològica*, vindrà determinada pels canvis cognitius i afectius que van passant durant la vida. Segons Sáez Narro (1986), l'edat psicològica es refereix a

les capacitats adaptatives dels individus, és a dir, a la facilitat amb la qual s'adapten a les demandes canviants de l'ambient en comparació amb un terme mitjà.

Totes aquestes edats són complementàries, cap no pot prescindir de les altres. Qualsevol consideració que no les tracti totes corre el risc de donar una informació aïllada que té poca relació amb les necessitats globals de la persona. La primera, l'edat cronològica, és inalterable, objectivable i exacta. Les altres tres seran difícils de mesurar amb exactitud.

Altres autors parlen de l'*edat funcional* (Soler i Jimeno, 1998), com a sinònim de les possibilitats d'un individu per realitzar les necessitats diàries lligades a l'edat, que poden dependre tant de les consideracions socials i biològiques com de les personals, i que integra les tres edats anteriors.

Aquesta última etapa de la vida té un punt important de canvi, que és l'*edat de la jubilació*, els 65 anys. Segons Aragó (1985), es diferencien tres períodes després de la jubilació. El primer precedeix i segueix immediatament a la jubilació al voltant dels 65 anys, caracteritzat per una certa continuïtat respecte de l'última etapa de l'adult. El segon, entre els 70-80 anys, que es caracteritza per un canvi en l'orientació de les tasques, responsabilitats i rols socials. És a partir d'aquesta edat quan fisiològicament existirà un minvament d'algunes funcions. I el tercer a partir dels 80 anys, caracteritzat per les limitacions que poden ser molt diverses, i que condicionaran moltes vegades una variació de perspectiva de vida. Aquest canvi pot comportar un buit social que podria afavorir les depressions, estrès, soledat o disminució de les ganes de fer coses (Pont, 2003). Segons Moragas (1989), la jubilació com a nova experiència vital introdueix una modificació important que s'ha de resoldre de forma positiva, entre el que la societat espera del jubilat i el que el jubilat considera que ha de ser el seu comportament.

L'edat de jubilació es refereix a l'edat en què un deixa de ser productiu laboralment i que sol produir-se de forma brusca. El concepte de temps lliure pren una dimensió molt més gran i sol aparèixer de forma sobtada. És aquí on la persona gran ha d'adaptar-se a aquesta nova etapa, donar un sentit a les noves activitats que es realitzaran i afavorir la

motivació per a realitzar-les. L'adaptació a aquesta nova situació serà un concepte clau per a un envelliment favorable.³

A continuació es presenta un gràfic de Moragas (1991), que il·lustra la repartició del temps diari del treballador i del jubilat, on es pot observar la importància que adquireix la quantitat de temps lliure. S'observa que el temps lliure del jubilat, comparat amb el del treballador, passa a ser d'un 10% a un 50% (de 2,5 hores a 12 hores). Si l'ancià passa la major part del seu temps sense fer res augmentarà el risc a tenir una pitjor qualitat de vida (Jenkins, Pienta i Horgas, 2002).



Figura 1. Canvis en la repartició del temps després de la jubilació.

Font: Moragas (1991: 235).

2.1.2. Dades estadístiques de l'evolució en nombre de la gent gran

Les dimensions demogràfiques que està adquirint la vellesa condicionaran el desenvolupament d'una nova distribució de la societat. Estem davant d'un grup de població nombrós amb perspectives de ser-ho encara més i que, per tant, mereix ser investigat.

Observant l'evolució de la població de gent gran, veiem que l'any 1900 a Espanya la població de més de 65 anys era un 5,2%, l'any 2007 era d'un 16,7% i es preveu que l'any 2060 sigui d'un 29,9%. El gràfic i les figures que es presenten a continuació il·lustren aquest canvi.

³ L'envelliment favorable es caracteritza per un procés de pèrdua fisiològica mínima, posant un clar èmfasi en la millora de la qualitat de vida.

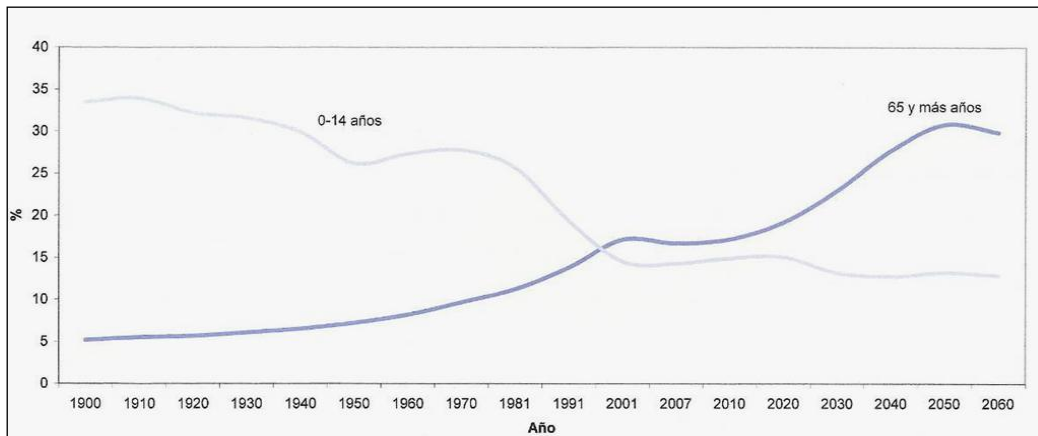


Figura 2. Inversió de la tendència demogràfica, 1900-2060.

De l'any 1900 al 2007 les dades són reals; del 2010 al 2060 es tracta de projeccions.

Font: IMSERSO 2008: *Las personas mayores en España*. Tomo 1: 45.

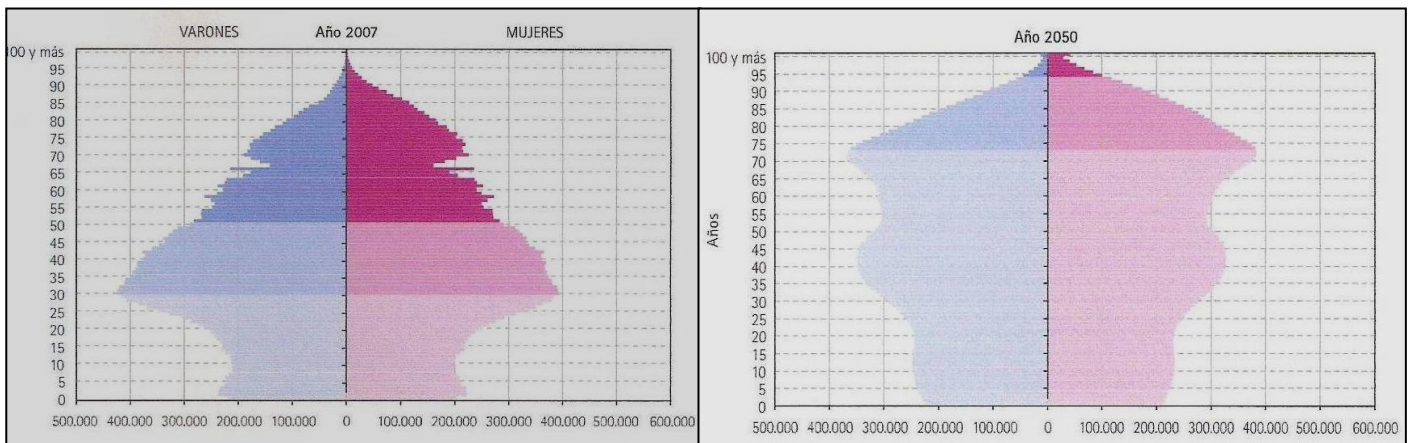


Figura 3. Projeccions de l'evolució de la població espanyola.

Font: IMSERSO 2008: *Las personas mayores en España*, Tomo 1: 64.

2.1.3. *Esperança de vida i esperança de vida sense incapacitat*

L'*esperança de vida*⁴ (EDV) és un dels indicadors principals que reflecteixen la salut de la població, però també és un indicador del nivell econòmic, sanitari o social d'un lloc determinat.

La longevitat⁵ a Espanya s'ha incrementat de forma espectacular en els últims anys paral·lelament a l'augment de població abans esmentat. L'esperança de vida l'any 1900 era de 34,8 anys i actualment és de 80,2 anys. Concretament a Espanya les dones tenen una esperança de vida de 83,5 anys i els homes de 77,0 anys, segons l'Institut Nacional de Estadística (INE).⁶

Segons el Pla de Salut de Catalunya 2011-15⁷, l'esperança de vida (EV) en néixer a Catalunya, l'any 2009, és de 81,9 anys (78,9 per als homes i 84,8 per a les dones). Aquesta longevitat és de les més elevades, tant a l'Estat espanyol com al conjunt de la Unió Europea.

La vellesa, des d'un punt de vista estadístic, esdevé un temps molt ampli. Als 65 anys a una persona encara li resta viure un 22,9% (20,9% si és un home i 24,5% si és una dona), que representaria quasi una quarta part del total de la vida.⁶

Fruit d'aquests canvis demogràfics, la incertesa més gran es troba en com es viuran pel que fa a la salut. Més quantitat però amb quina qualitat. Aquest allargament de la vida tindrà conseqüències rellevants sobre els tipus de malalties i les despeses sanitàries associades.

Per aquest motiu, s'ha de diferenciar entre esperança de vida i esperança de vida lliure d'incapacitat. EDV representen els anys que viu la gent. *L'esperança de vida lliure*

⁴ L'esperança de vida és la mitjana d'edat a què poden arribar els individus d'una població en una època determinada.

⁵ Longevitat és la característica que defineix les persones que viuen molts anys.

⁶ INE: dins IMSERSO, 2008.

⁷ www20.gencat.cat/docs/pla-salut/.../PlanSalud_Catalunya_2.pdf.

d'incapacitat (EVLLI) és el temps que la població pot esperar viure en condicions d'independència, sense discapacitat⁸ i/o malalties cròniques.⁹

Actualment ha minvat la importància de l'EDV com a mesura per avaluar la salut de la població, perquè els últims anys de vida poden anar acompanyats d'un estat de salut precari, que comporti una pèrdua de la qualitat de vida encara que no es produeixi la mort de forma immediata. Prolongar l'esperança de vida sense incapacitat és un objectiu prioritari dins la població de la gent gran ja que configurarà una població independent que viu amb una bona qualitat de vida.

L'expectativa d'incapacitat serien els anys que s'espera viure amb alguna limitació, i és la diferència entre EDV i l'EVLLI. L'any 2000 a Espanya l'EVLLI era de 69 anys els homes i 72,4 les dones, i es donaven importants diferències respecte a l'EDV. L'expectativa d'incapacitat era de 8,7 anys en homes i 10,4 anys en dones. Observem que les dones viuen més anys però a expenses de viure amb incapacitat (IMSERSO, 2008).

Cal considerar les repercussions que tindrà aquest fenomen en l'àmbit familiar, social i econòmic, i el fort impacte pel que fa a la demanda de serveis assistencials i en la *despesa sanitària*.

Després d'aquesta anàlisi, pensem que l'objectiu d'intentar que les persones grans tinguin el màxim nivell d'independència funcional és primordial i voldríem afavorir que l'esperança de vida sense incapacitat s'allargués en el temps, amb la qual cosa s'escurçaria el període de discapacitat. Aquest objectiu queda reflectit en el següent paràgraf.

El nostre objectiu és ajudar i despertar la seva voluntat perquè conservin fins al final una independència tant important [...] estem obligats a no permetre que circumstàncies concomitants de l'edat degenerin en desordres funcionals, que puguin amenaçar

⁸ Discapacitat és la dificultat o impossibilitat per a realitzar una activitat de la manera o dins dels nivells considerats normals de l'ésser humà.

⁹ La malaltia crònica és la que té una naturalesa duradora i la seva evolució generalment determina una patologia irreversible.

l'activitat i posar en perill la seguretat i la independència de l'ancià. Aquesta tasca és, sens dubte, l'aspecte central de la cura de la gent gran actualment (Scharll, 1994: 14).

I es troba referenciat com a objectiu dins del Pla de Salut de Catalunya, que representa l'instrument que aglutina totes les actuacions públiques en l'àmbit de salut i que estableix que «d'aquí a l'any 2010 s'haurà d'incrementar, almenys en un 10%, l'esperança de vida lliure d'incapacitat dels homes i les dones a l'edat de 65 anys» (Pla de Salut de Catalunya, 2002-2005: 162).

2.2. Envelliment

En aquest apartat es definirà el que és l'envelliment i les seves manifestacions des del punt de vista biològic, psicològic i social, i s'analitzaran les diferències entre l'envelliment normal i el patològic.

Es pot definir l'envelliment com un procés que comença cap als 25 anys, que comporta una degeneració orgànica dels òrgans i sistemes del nostre cos i que depèn de factors genètics i ambientals que forgen envelliments molt diversos. Carles Egea il·lustra molt bé aquesta heterogeneïtat expressant que s'assemblen més entre si els nens que no pas els vells. Per ell l'envelliment «és un procés de diferenciació divergent, on l'ancià és el resultat, en comptes el nen, és un plantejament» (Carles Egea. «El proyecto de vida en la tercera edad». Dins: Hayflick, Barcia i Miquel, 1990: 429).

Les definicions d'envelliment són nombroses. Timiras (1997) les classifica en tres grans grups (taula 1):

Taula 1. Definicions de l'envelliment.

Envelliment com una etapa de la vida	Suma de tots els canvis que es donen en un organisme amb el pas del temps
Envelliment com un procés de deteriorament	Suma de tots els canvis que condueixen a alteracions funcionals i la mort
Envelliment com a dany cel·lular i molecular	Canvis a les membranes, citoplasma i nucli

Com a exemples del primer grup, el model *d'envelliment com una etapa de la vida*, trobem Yela, que destaca la importància dels guanys respecte a les pèrdues dins del procés d'envelliment:

no tot són deficiències i pèrdues, encara que n'hi hagi i de molt destacables. L'home gran no és simplement igual a un adult però menys capaç, és la mateixa persona però amb nous defectes i mancances i amb noves perspectives i descobriments (Yela,1986: 8).

En aquesta mateixa línia, Orban descriu envellir com

un procés d'acumulació d'experiències i enriquiment personal, a través de l'adquisició de coneixements i habilitats físiques (Orban, Wagorn i Théberge, 1992: 17).

Seguint el model del segon grup, *envelliment com a procés de deteriorament*, trobem Fernández-Ballesteros (1992), que defineix la vellesa com un procés evolutiu constant que va des de la maduració i la reproducció a un progressiu minvament.

Segons Hernández Calvo envelliment s'entén

com una progressiva pèrdua de la capacitat d'adaptació fisiològica de l'individu a l'ambient, que acaba amb la mort (Broncklehurst: 29¹⁰).

I segons Kirkwood (1996), envelliment és un deteriorament funcional progressiu i generalitzat que comporta una pèrdua de la resposta d'adaptació a l'agressió i un augment del risc de malalties associades a l'edat.

Finalment, dins del tercer grup, *d'envelliment com a dany cel·lular i molecular*, Ballesteros (2007) destaca cinc teories que intenten explicar l'origen de l'envelliment:

1. Errors moleculars, errors de recombinació durant la divisió cel·lular i modificacions de proteïnes i lípids, com a origen del procés d'envelliment.

¹⁰ Mecanismos del envejecimiento celular, dins Hayflick, 1990.

-
2. Programació genètica, que com un rellotge, determina el temps vital de cada organisme.
 3. Errors en el desenvolupament hormonal i immunològic que produiran una disminució de la resistència individual i dificultats d'adaptació al medi, que condicionarà un desenvolupament precoç dels òrgans i sistemes.
 4. Alteració de les mitocòndries com a deteriorament metabòlic amb el pas del temps.
 5. Radicals lliures que són considerats causa del procés d'envelliment.

Tots els canvis que es donen en l'envelliment normal, dels quals no se'n sap exactament l'origen i el desenvolupament, configuren un procés multifactorial determinat per factors interns (genètics) i externs que interactuen de forma complexa per condicionar un patró *d'envelliment individual*. L'envelliment és, doncs, un procés multidimensional i multidireccional no vinculat directament a l'edat, i sí a les etapes anteriors i les perspectives futures (De Febrer i Soler, 1989).

Segons American College of Sports Medicine (ACSM) (1998a), l'envelliment és un procés complex que està determinat per moltes variables, però les tres més destacades són:

1. Els factors genètics,
2. L'estil de vida i
3. Les malalties cròniques.

Amb relació als factors genètics i estils de vida, alguns autors (Fernández Ballesteros, 1998; Timiras, 1997), destaquen un protagonisme decreixent, en fer-nos vells, dels factors genètics, enfront d'un increment de la importància de l'estil de vida.

Amb relació a les malalties cròniques, les més representatives són les malalties cardiovasculars, la hipertensió, els accidents cerebrovasculars, la diabetis, el càncer, les malalties musculoesquelètiques, les malalties obstructives cròniques, les malalties mentals com la depressió i la demència, i la ceguesa o alteracions visuals (OMS, 1998).

Com ja s'ha descrit en l'apartat de les edats (2.1.1.), existeixen les edats psicològica, biològica i social. L'estudi de l'envelliment també s'analitzarà seguint aquesta mateixa classificació i el dividirem en envelliment biològic i envelliment psicosocial.

2.2.1. *Envelliment biològic*

En general fem servir l'edat cronològica com a referència del lloc que ocupem dins de la línia que representa la nostra vida, però aquest paràmetre no descriu ni defineix realment la nostra edat biològica. El minvament biològic no segueix unes pautes concretes, cada funció té un horari concret i propi. Això ens permet explicar que un mateix individu pugui tenir dificultats a caminar i, contràriament, una visió excel·lent (Soler, 2009).

Es presenta a continuació alguns dels canvis més destacats que comporta l'envelliment amb relació als diferents nivells moleculars, cel·lulars, dels òrgans i de les seves funcions i establint algunes relacions amb la pràctica d'activitat física.

1. **Envelliment cel·lular:** comporta una acumulació de radicals lliures que poden alterar les respostes cel·lulars d'excitabilitat, transport i reconeixement. S'observa una disminució de les mitocòndries acompanyada d'un augment de les seves dimensions.
2. **Envelliment del sistema nerviós:** els canvis més freqüents a nivell del cervell són la disminució del pes, del volum i del nombre de neurones. Aquesta pèrdua neuronal s'ha relacionat amb diversos dèficits funcionals de les persones grans que afecten el son, la locomoció i l'homeòstasi¹¹ dels neurotransmissors. Aquests dos últims dèficits poden comportar pèrdues funcionals secundàries relacionades amb l'activitat física com una marxa característica del vell que consisteix en un caminar dubitatiu, de petites passes, longitud variable, menor velocitat de pas, postura flexionada, disminució del balanceig dels braços i disminució de la flexibilitat segmentària, que afavoreix els girs en bloc. També

¹¹ L'homeòstasi és la tendència al manteniment de l'equilibri i de l'estabilitat interna en els diferents sistemes biològics, des d'una cèl·lula o organisme fins a un ecosistema.

afectarà l'equilibri i la coordinació comportant un alentiment i/o alteracions de la velocitat de moviment. Aquestes modificacions de la marxa, equilibri i coordinació contribuiran a l'aparició de caigudes (Timiras, 1997).

3. Envelliment cardiovascular: a nivell de les artèries es produeix un augment del diàmetre i de la longitud. Les parets s'engruixeixen i perden elasticitat amb la qual cosa augmenta el contingut de col·lagen. Aquests canvis a nivell del cor comporten un augment de la pressió sanguínia que pot anar acompanyat d'una hipotensió ortostàtica.¹² Són relativament freqüents els ritmes cardíacs anormals o arítmies. En general, les capacitats d'adaptació del cor davant d'un estrès fisiològic són menors que els d'una persona jove (Timiras, 1997).
4. Envelliment pulmonar: a mesura que ens fem vells, els pulmons es tornen més voluminosos, els conductes alveolars i bronquíols es fan més grans, però els alvèols s'aplanen i perden gruix. El teixit elàstic dels pulmons perd força d'estirament i el teixit fibrós augmenta. Tots aquests canvis comporten una disminució de l'àrea de superfície alveolar. Com a conseqüència, durant l'activitat física els volums pulmonars s'alteren (augmenta el volum residual i disminueix la capacitat vital)¹³ i, per tant, davant d'un exercici de gran intensitat la ventilació no pot augmentar prou per satisfer les demandes metabòliques (Shephard, 1997).
5. Envelliment musculoesquelètic: els canvis més importants que es donen a nivell muscular són (Kamel, 2003):
 - Disminució de la massa i l'àrea de secció transversal del múscul.
 - Infiltració de greix i teixit connectiu.
 - Disminució de les dimensions de les fibres musculars tipus II i sense canvis en les tipus I.
 - Disminució del nombre de fibres tipus I i II.
 - Proliferació del reticle sarcoplasmàtic i del sistema tubular T.

¹² A la hipotensió ortostàtica la pressió sanguínia disminueix quan la persona canvia de posició, d'estirat o assegut a dret i pot produir mareig i desestabilitzacions.

¹³ La capacitat vital és la quantitat màxima d'aire que una persona pot espirar a través dels pulmons després de realitzar una inspiració màxima.

-
- Disminució del nombre d'unitats motrius.
 - Acumulació de nuclis interns i fibres «en anell».
 - Descol·locació dels miofilaments i línies Z.

Una de les característiques principals del procés d'envelliment és la sarcopènia, que es pot definir com la disminució gradual de la massa muscular que es produeix amb el pas del temps. Va acompanyada d'un increment de greix i teixit connectiu que podria indicar que la reducció del teixit contràctil és més gran que la reducció del volum muscular. Tots aquests canvis condueixen a una pèrdua més o menys significativa de força muscular.

En referència als canvis ossis, el procés de remodelació constant que sofreix l'os¹⁴ es troba alterat i provoca una pèrdua de matriu òssia que pot afavorir l'osteoporosi.

2.2.2. *Envelliment psicosocial*

A continuació es tractaran alguns dels aspectes més rellevants de l'envelliment psicosocial relacionats amb aquesta tesi: les diferents formes individuals de posicionar-se davant l'envelliment, els diferents tipus de personalitat, la soledat, l'aïllament i el sentiment d'autoestima.

Els valors pel que fa a l'envelliment de la societat occidental i industrialitzada actual influiran en més o menys grau en els comportaments de la gent gran. En general l'ancià està considerat com un ésser improductiu en molts aspectes. Econòmicament és una càrrega per a l'estat, ideològicament és més conservador, físicament és més lent i pot patir diferents patologies o carències, i intel·lectualment ha sofert una disminució de les seves possibilitats. Tot això fa que les persones grans es mantinguin al marge i mancades de suport per a tenir un paper actiu en la vida social, política i econòmica.

¹⁴ El procés ideal de remodelació de l'os té un equilibri entre la velocitat de formació òssia i la reabsorció: els osteoblasts, cèl·lules del teixit ossi que tenen com a funció fonamental la producció de substància òssia, i els osteoclasts, cèl·lules multinucleades gegants presents en el teixit ossi en procés de reabsorció.

Existeixen, segons Lehr (1980), dues opcions bàsiques amb relació a les *formes d'envellir en societat*:

1. *Teoria de l'activitat* (Tartler, 1961). Creuen que només és feliç la persona activa, que produeix un rendiment i és útil. Contràriament, la persona que no és útil, està descontenta, és infeliç. Segons aquesta teoria, els avis es troben en aquest segon grup. Aquesta pèrdua de funció es donarà a nivell de família i a nivell de separació espacial. El radi d'acció de la gent gran es redueix considerablement.
2. *Teoria de la desvinculació* (Cumming i Henry, 1961). Defensen que la gent gran busca un cert aïllament social, reduint els contactes socials, la qual cosa els provoca satisfacció. Segons aquest principi, els individus amb molts contactes socials tenen un nivell de benestar menor. Aquesta teoria ha anat evolucionant i han adquirit més importància els factors anomenats *components individuals*, la forma de ser i l'estructura de la personalitat, que determinen que les persones amb un comportament anterior més passiu i casolà estaran més satisfetes en poder retirar-se de la comunitat i així reduir els seus contactes socials. Contràriament, les persones que en el passat eren més actives s'adaptaran millor a l'envelliment si continuen amb un alt nivell d'activitat. Munnichs (1966) suggereix que aquesta desvinculació sol donar-se en individus que a l'edat adulta suportaven una sobrecàrrega i la jubilació representa deslligar-se de tot. Però una vegada superat aquest procés, existeix una nova i renovada vinculació social. També existeix un vincle entre les relacions socials i les familiars. Smith (1965) diu que la importància dels contactes extrafamiliars són inversament proporcionals als contactes dins l'àmbit familiar.

Lligat a aquestes dues teories, alguns estudis manifesten que com més gran és el suport social amb què compta la persona, més baixa és la probabilitat de malaltia i a la inversa (Schalock i Verdugo, 2002).

La *personalitat* fa referència als elements cognitius i no cognitius que delimiten les conductes i el propi pensament de cadascú respecte a si mateix, als altres i l'ajustament amb l'entorn.

Allport (1966) defineix la personalitat com l'organització dinàmica a l'interior de l'individu dels sistemes psicofísics que li determinen la conducta i el pensament. Aquesta organització dinàmica sofrirà canvis constants.

Podríem dir que la personalitat va canviant al llarg de la vida, però més importants que la personalitat en si són les actituds que es tenen davant dels esdeveniments quotidians. Es parla de dos tipus d'actituds per fer front als fets diaris, *l'actitud oberta* i *l'actitud tancada*. La primera, l'oberta, és la que estudia els fets, les situacions i els canvis de forma tranquil·la i amb interès. La segona, la tancada, és aquella que tracta les dificultats com a amenaces i es vol defensar.

En referència a la personalitat de l'individu, segons Thomae i Lehr (2003) el que compta i és decisiu és la manera com són percebuts els fets i aquesta manera depèn més dels interessos, preocupacions i expectatives de la persona que no pas de la pura objectivitat.

Segons Reichard, Livson i Peterson (1962), existeixen cinc tipus de personalitats que, seguint una escala de més a menys valoració, seria la següent:

1. La personalitat madura: és constructiva, està ben adaptada.
2. La personalitat acomodada: és dependent, és més passiva i fuig de les responsabilitats.
3. La personalitat blindada: és defensiva, bastant ben adaptada però rígida per manifestar la seva independència.
4. La personalitat descontenta: és hostil, mal adaptada i manifesta la seva actitud amb agressivitat.
5. La personalitat autofòbica: és agressiva, semblant a la personalitat anterior però l'autofòbic dirigeix l'agressivitat sobre si mateix.

Segons Lehr (1980), una de les opinions més extenses amb relació a les modificacions de la personalitat de la gent gran es refereix a la falta de capacitat d'adaptació i a l'augment de la rigidesa. Entenem com a *rigidesa* la capacitat limitada d'una persona de desprendre's de certes maneres de fer i de pensar habituals, davant del canvi de condicions objectives d'activitats, i adoptar-ne unes altres de més ben adaptades i, per tant, més adequades a cada nova situació.

Tres dels aspectes psicosocials més importants de la gent gran són la soledat, l'aïllament i l'autoestima.

Soledat es refereix al camp objectiu dels contactes socials i *aïllament* es refereix a les vivències subjectives de les interaccions socials. Podríem afirmar que el grau dels sentiments de solitud està més en funció de les expectatives de les relacions familiars i socials que no pas del nombre real de contactes. Segons Tunstall (1969), les dones es queixen més que els homes de la soledat, les persones de més de 75 anys més que les que van de 65 a 74, les persones que tenen pitjor salut més que les que es troben bé, les vídues més que les solteres i els que estan avorrits més que no pas els que tenen objectius i fan més activitats.

L'*autoestima* es pot definir com un conjunt de qualitats que un mateix s'atribueix, segons el coneixement que té de si mateix, l'avaluació que fa sobre si mateix i com actua. L'autoestima dependrà de com es veuen els grans ells mateixos i de com els veu la societat. Si no existeix coincidència entre la visió i les conductes alienes i pròpies, sorgeixen problemes en el rol individual. Malauradament, a la societat moderna occidental molts dels estereotips amb els quals es parla de la gent gran són negatius i això repercuteix sovint damunt de la pròpia imatge.

L'autoestima es troba sovint associada a la salut i és un bon predictor de la supervivència i del nivell d'adaptació a les circumstàncies difícils. Els baixos nivells d'autoestima es troben associats a l'augment del risc de depressions (Vega i Bueno, 1996).

2.2.3. *Envel·liment patològic*

Dins de l'envelliment es poden distingir quatre estadis:

1. *L'envelliment amb èxit* es refereix als individus que mostren amb el pas del temps dèficits funcionals mínims, i destaca la importància dels factors extrínsecs com la dieta, l'exercici físic, les drogues i els factors psicosocials per assolir aquest envelliment amb èxit (Rowe i Kahn, 1987).
2. *L'envelliment normal* (natural o fisiològic) es caracteritza pel procés d'aparició de patologies de caràcter crònic que no són invalidants.
3. *L'envelliment fràgil* s'utilitza per definir les persones que tenen un risc evident de perdre l'autonomia, amb algunes de les següents característiques: més de 80 anys, pluripatologia, polifarmàcia, viure sol, problemes cognitius, problemes de deambulació, ingressos freqüents en centres hospitalaris o patologia invalidant (Marín, 2000).
4. *L'envelliment patològic* s'utilitza per qualificar el procés degeneratiu propi de l'aparició de malalties greus i cròniques. La població de gent gran és especialment sensible a les malalties cròniques. Segons l'Enquesta de Salut de Catalunya, ESCA (2006)¹⁵, el 91,7% dels homes i el 96,2% de les dones de més de 65 anys presenten alguna d'aquestes malalties.

A la següent taula es presenten els factors de l'envelliment susceptibles de modificacions per l'acció del factor extrínsec «exercici físic».

¹⁵ Dins Generalitat de Catalunya, 2006.

Taula 2. Factors de l'envelliment que poden modificar-se amb exercici físic.

Font: Timiras (1997:382).

<i>Condicions</i>	<i>Causes</i>	<i>Control</i>
Força i resistència muscular reduïdes, pèrdua de massa corporal, augment de greix. Control neurològic pobre, coordinació reduïda, desequilibri. Mobilitat articular reduïda.	Inactivitat deguda a falta d'estimulació en l'ambient. Sortir poc de casa. Falta de coneixement de la importància de l'exercici. Dolors als ossos i articulacions. Malaltia cardiovascular. Malaltia respiratòria.	Educació per fer exercici. Millors contactes socials. Millor seguretat.

L'envelliment fisiològic i l'envelliment patològic no són sinònims però estan molt relacionats i, a vegades, és difícil separar-los sobretot per la convivència amb les malalties cròniques de la gent gran. La pèrdua de pes, per exemple, és un dels símptomes que tant pot ser conseqüència de la involució de l'organisme causat per un envelliment normal, com d'una malaltia; el cansament, sequedat de la pell, intolerància al fred, són símptomes de la vellesa fisiològica, però també d'hipotiroidisme. Es poden confondre els trets típics de la vellesa i els que correspondrien a una malaltia.

Segons Strehler (1977), un canvi, perquè sigui considerat part de l'envelliment natural o fisiològic, ha de tenir les següents característiques:

1. Universalitat: ha de passar en tots els individus i no pas en casos aïllats.
2. Naturalesa intrínseca: ha de tenir una causa intrínseca i no pas, per exemple, el medi ambient.
3. Caràcter progressiu: es tracta d'un procés i no pas d'un fenomen sobtat.
4. Efectes perjudicials: es manifesten en el progressiu descens del rendiment fisiològic i augment de la mortalitat.

Contràriament, l'envelliment patològic (Timiras, 1997) pot ser considerat un procés que és:

1. Selectiu: variable depenent de l'òrgan o teixit.

2. Intrínsec i extrínsec: pot dependre de factors genètics o mediambientals.
3. Discontínu: pot progressar, aturar-se o retrocedir.
4. A vegades supressor: sovint la lesió és variable i reversible.
5. Sovint tractable: coneixent-ne l'etiologia, la curació pot ser possible.

Algunes d'aquestes manifestacions s'agrupen i formen les anomenades *síndromes geriàtriques*, que són patologies comunes que estan condicionades per les característiques d'aquest col·lectiu i que comporten problemes «cascada» que van més enllà de la pròpia patologia (Guillen i Riupérez, 2002). Algunes de les principals síndromes geriàtriques són: la incontinència, la depressió, l'ansietat, el deteriorament cognitiu, la inestabilitat i les caigudes, l'atròfia muscular, la malnutrició, la deshidratació, l'insomni, l'estrenyiment i les escares per decúbit (Ballesteros, 2007). Aquestes característiques de l'envelliment poden desencadenar diferents problemes interrelacionats els uns amb els altres. A la figura 4 s'observa l'efecte cascada que es podria iniciar partint del sedentarisme.

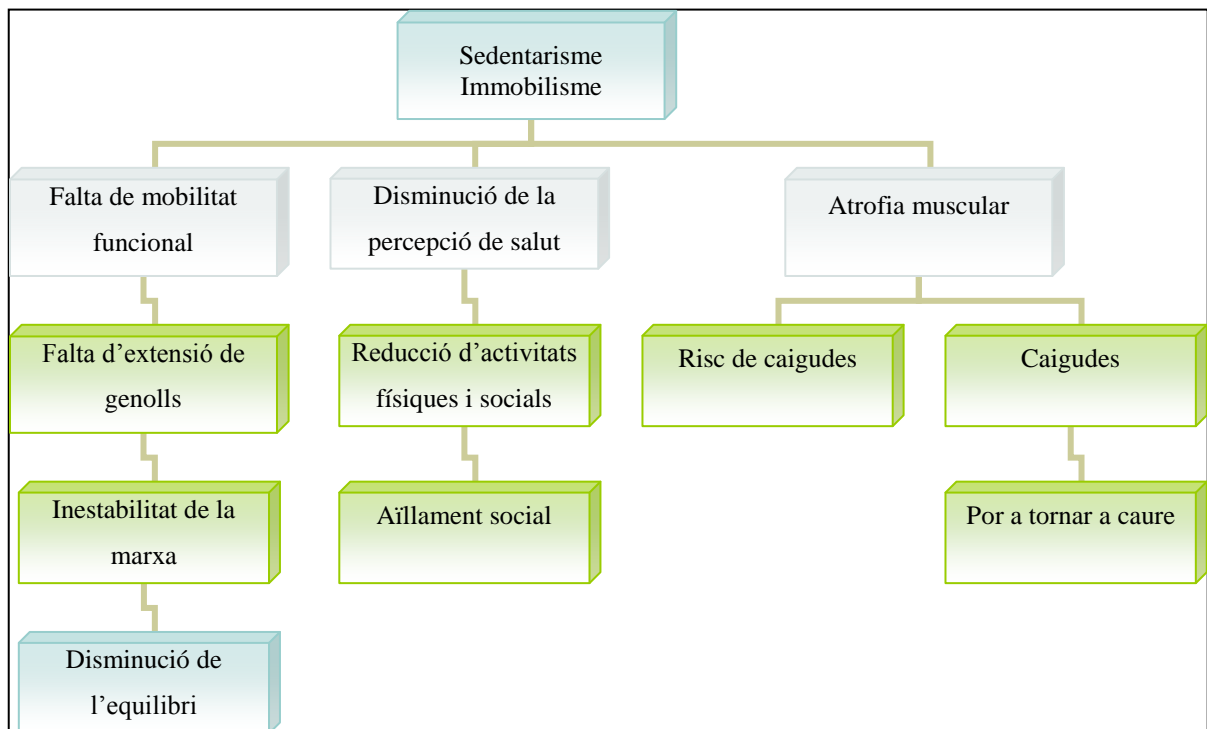


Figura 4. Possibles alteracions en «cascada» derivades del sedentarisme.

Analitzades les característiques de l'envelliment normal i patològic, Moragas (1991) introdueix una idea important: la *prevenció*. Per ell serà necessari un enfocament preventiu dins l'envelliment per evitar o minimitzar una possible agressió. Per això considera l'estil de vida un factor de salut determinant dins del qual subratlla dues àrees: l'àrea de l'exercici físic i l'àrea de la nutrició.

És important destacar, d'aquest apartat, la importància d'un envelliment amb èxit, i ressaltem l'activitat física dins de l'estil de vida per assolir una vellesa amb més independència funcional. L'activitat física ha de potenciar una bona condició física atès que una part de la població anciana té estils de vida sedentaris i cada vegada està més propera al nivell de capacitat màxima per realitzar activitats de la vida diària com pujar escales, aixecar-se d'una cadira o sortir de la dutxa. Una petita disminució d'aquestes capacitats pot provocar el pas d'un estat d'independència a un de dependència per a la realització d'alguna de les activitats habituals. El nostre objectiu és treballar preventivament perquè això es retardi o no arribi a passar afavorint estils de vida saludables, potenciant *l'envelliment amb èxit on la participació i l'actitud de la persona són determinants*.

2.3. Envelliment actiu

A continuació s'analitza el que significa envelliment actiu des del punt de vista de la salut i tots els conceptes que s'hi troben íntimament relacionats on destaquem la importància de la participació activa de l'individu per fomentar la seva salut.

El terme *envelliment actiu* va ser adoptat per l'OMS a finals dels anys 90 substituint *l'envelliment saludable*, amb la intenció de transmetre un missatge més complex i reconèixer els factors que juntament amb l'atenció sanitària afecten la manera d'envellir dels individus i de les poblacions.

L'envelliment actiu «és el procés d'optimització de les oportunitats de salut, participació i seguretat amb la finalitat de millorar la qualitat de vida (QDV) a mesura que les persones es fan grans» (OMS: *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 2002(II);37(S2): 99).

L'envelliment actiu es refereix al cicle vital¹⁶ de les persones respecte al benestar físic, social i mental, participant en la societat i rebent-ne la protecció i seguretat que necessiten.

A la següent figura es resumeixen els determinants més importants que afecten el nostre procés d'envelliment dins del cicle vital.

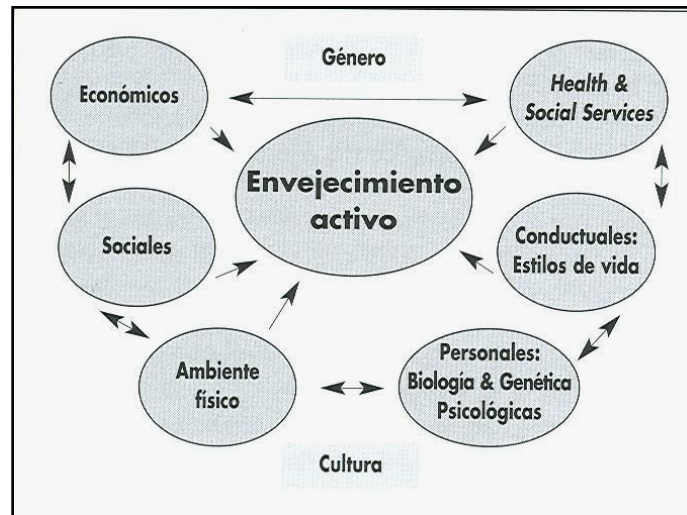


Figura 5. Determinants de l'envelliment actiu.
Font: OMS (2002(I)).

Com es pot observar a la figura 5, l'envelliment actiu depèn d'una sèrie de factors:

1. *Factors econòmics.* Estan formats principalment pels ingressos, el treball i la protecció social.
2. *Factors socials.* La salut, la participació i la seguretat en l'envelliment vindran determinades pel suport social, la pau i l'aprenentatge continuat.
3. *Factors físics ambientals.* Les persones grans que viuen en un entorn insegur, amb moltes barreres físiques, surten menys, la qual cosa afavoreix l'aïllament social, la depressió i el sedentarisme. Pot esdevenir un element important per conservar una millor independència funcional.

¹⁶ El cicle vital es refereix a la distribució de la vida en diferents fases o processos que obeeixen a una evolució.

-
4. *Factors personals i conductuals*. Són els estils de vida, que poden ser determinats per evitar la dependència i millorar la QDV. Estan determinats per l'activitat física, l'alimentació, els consum de substàncies nocives i d'altres.

També tenen un paper important els determinants transversals, que estarien formats per la cultura i el gènere. La *cultura* determinarà de forma important els nostres valors juntament amb la forma amb què la mateixa societat considera els vells. El *gènere* serà un determinant de com són considerats els homes i les dones dins de les societats, en moltes de les quals el paper de la dona pot trobar-se en inferioritat de condicions amb relació a l'home.

2.3.1. *Promoció de la salut*

El concepte de *promoció de la salut* i prevenció de la malaltia es va definir l'any 1986 a Ottawa (Canadà) dins la I Conferència Internacional sobre Promoció de la Salut (OMS, 1986) on fou creada la «Carta d'Ottawa», que és un instrument de referència bàsic i fonamental en el desenvolupament de la promoció de la salut a nivell mundial. La «Carta d'Ottawa» defineix la promoció de la salut com un procés per incrementar la capacitat de la comunitat per millorar la seva qualitat de vida i la seva salut, gràcies a una major participació dels individus en el control d'aquest procés i en el de canviar o adaptar-se a les noves situacions. En destaquem dues idees: la primera que *la salut no pertany exclusivament al sector sanitari* i cada individu és, en part, responsable de la seva salut. La segona és la importància de la *capacitat d'adaptació* als canvis. Díaz Plaja (1995) remarca que la societat actual reclama a les persones grans tenir una capacitat d'adaptació que moltes vegades no tenen. Adaptar-se d'una forma positiva als canvis vol dir acceptar els límits que comporta el progressiu i individual deteriorament, aprofitant al màxim totes les possibilitats restants i buscant alternatives a les limitacions que van apareixent perquè no siguin inutilitzadores. Envellir és viure i viure és canviar (Soler, 2009).

2.3.2. Salut

El concepte de *salut* ha sofert els últims temps una gran transformació. Durant els anys 50 del segle XX, el marc teòric de l'atenció sanitària va experimentar un canvi i es va passar del model biomèdic tradicional, on l'atenció prioritària era la malaltia i la seva etiologia orgànica, a una concepció més àmplia centrada en la prevenció, la promoció de la salut i les seqüeles personals i socials de la malaltia o discapacitat. Aquest canvi el va protagonitzar l'OMS l'any 1948 quan en la seva Carta Magna va definir salut com «l'estat complet de benestar¹⁷ físic, mental i social, i no pas la mera absència de malaltia».

Tot i que les dimensions física, psicològica i social són molt importants, Fortuño (2008) destaca la necessitat d'incloure la dimensió ambiental i emocional dins l'estudi de la salut. La dimensió *ambiental* és l'entorn de la persona i els agents estressants que poden condicionar i influenciar l'individu. La dimensió *emocional* destaca el paper de les emocions dins de la conducta humana com per exemple l'esperança o l'optimisme com a emocions positives.

La següent taula fa una comparació entre els dos conceptes de salut, el tradicional i l'actual.

¹⁷ Benestar és un concepte que engloba tot l'univers de dominis de la vida humana, que inclouen els aspectes físics, mentals o socials. Podem diferenciar entre el benestar objectiu i el subjectiu. El primer és definit per aspectes tangibles com la renda familiar disponible, les condicions d'habitabilitat i d'entorn, la disponibilitat de serveis, etc. El segon, el subjectiu, es correspon amb la qualitat de vida (OMS, 2003. Dins : Salvador-Carulla, Cano i Cabo-Soler, 2004: 10).

Taula 3. Concepte tradicional i actual de la paraula salut.

Font: Genereło, dins Martínez del Castillo (1998: 316).

Concepte Tradicional de Salut	Concepte Actual de Salut
Absència de malaltia	Nivell de benestar físic psicològic i social
Negatiu Estàtic Parcial Aliè a l'individu, passiu Exclusiu del sector sanitari	Positiu Dinàmic Integral El subjecte participa, actiu Competència multiprofessional

En aquesta concepció no és l'edat l'element decisiu en l'adveniment de la malaltia o la disminució de la salut. La salut així entesa està íntimament relacionada amb el comportament de les persones, depèn del propi individu. Aquest concepte de salut s'hauria de relacionar amb l'ambient o ecosistema (clima, urbanisme) en el qual viu l'individu (Soler, 2009).

Probablement les persones de més de 65 anys entenen la salut des de la dimensió tradicional. És el metge (sistema sanitari) el que pot solucionar els seus problemes.

2.3.3. Dimensió subjectiva de la salut

La *dimensió subjectiva de la salut* és l'opinió que té l'individu del seu estat de salut. És una forma senzilla de conèixer l'estat de salut d'una persona.

És important tenir-la en compte, ja que no sempre és directament proporcional a l'estat objectiu de salut que s'analitza amb diferents tests i instruments. Segons Lehr (2004), si una persona es troba objectivament malalta però subjectivament bé, està més activa i afronta millor les situacions quotidianes. En canvi, si una persona es troba subjectivament malalta i objectivament bé, està més passiva i amb menys capacitat de fer front als esdeveniments del dia a dia.

La idea subjectiva de la nostra salut relativitza i treu importància als paràmetres de salut que només valoren aspectes fisiològics.

N'és un clar exemple l'anomenada *paradoxa de la discapacitat*, on la població amb uns dèficits greus de salut i funcionalitat dona valors de QDV alts que no es corresponen amb el seu estat objectiu de salut (Carr, Gibson i Robinson, 2001; Márquez [et al.], 2004). Concretament dins dels estudis on es treballa la força, flexibilitat o resistència aeròbica, s'ha observat que la satisfacció dels participants no està directament relacionada amb els canvis físics observats (Stewart, King i William, 1993).

La percepció de la salut ha demostrat ser un dels millors indicadors de mortalitat i morbiditat. La simple resposta a «com diria que és la seva salut» té un gran poder de predicció (Zunzunegui, 1995¹⁸).

Per tots aquests motius aquesta és una dimensió que s'hauria de tenir present en les intervencions i estudis que vulguin valorar la salut de la gent gran.

2.3.4. *Capacitat funcional*

Rodríguez Marín defineix salut introduint una paraula clau dins l'envelliment, la capacitat funcional

la salut és el nivell més alt possible de benestar físic, psicològic i social i de capacitat funcional que permeten els factors socials en què viuen immersos l'individu i la col·lectivitat (Rodríguez Marín, 1995: 15).

Destaquem el concepte de *capacitat funcional* com a sinònim d'independència respecte a les necessitats individuals del dia a dia i de contacte amb els altres.

Seguint una evolució paral·lela al concepte de salut, el concepte de capacitat funcional cada vegada té més rellevància. Va ser al voltant dels anys 50 del segle XX, quan es va reconèixer per primera vegada la transcendència de la funcionalitat amb relació a la salut i a la malaltia (Katz i Stround, 1989), la qual fou ratificada per l'OMS i la «Comissió d'Estats Units sobre Malalties Cròniques», que va afavorir el desenvolupament d'una base científica per mesurar l'estat funcional. Posteriorment van

¹⁸ Zunzunegui, M. «La epidemiología del envejecimiento». Dins: Marcos Becerro, Frontera i Santoja (1995).

sorgir conceptes cabdals de la salut funcional com les activitats de la vida diària, o les activitats instrumentals de la vida diària i altres variables psicològiques i socials.

La salut i la capacitat funcional són importants per a la qualitat de vida de les persones, perquè integren els camps biològic, psicològic (cognitiu i afectiu) i social, i representen en quina mesura les persones poden manejar-se amb autonomia dins d'una comunitat participant en diversos esdeveniments (OMS, 1998).

Existeix una relació entre la capacitat funcional i la pràctica d'activitat física. Diversos autors suggereixen l'activitat física com a predictora de l'estat funcional de la gent gran en comparar un grup de gent gran sedentària amb un grup de gent activa, i obtenir un nivell d'independència funcional superior en els individus actius (Landi [*et al.*], 2007; Morey [*et al.*], 2008). Keysor i Jette (2001) en una revisió d'estudis d'activitat física i gent gran, varen observar que participar en programes d'activitat física és un mètode eficaç per reduir i prevenir la discapacitat.

També Kalache i Kickbusch¹⁹, dins dels estudis de la promoció de la salut, afirmen que es pot apreciar una evolució diferent de la capacitat funcional depenent de la participació dels individus en la seva salut. Com veiem a la figura 6, la diferència a la mateixa edat entre el nivell de funcionalitat d'un individu actiu i el d'un de passiu és significativa.

¹⁹ Dins OMS (2002II).

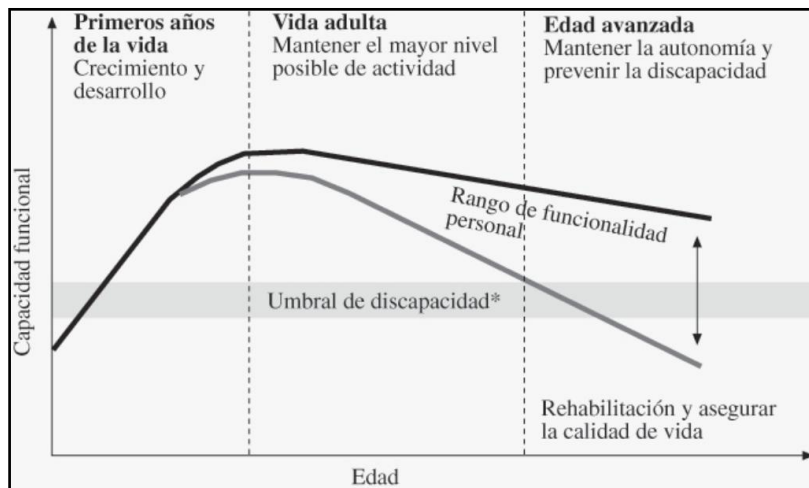


Figura 6. Manteniment de la capacitat funcional durant el cicle vital.

Font: Kalache i Kickbusch (1997).¹⁹

Els mateixos autors remarquen que per intentar evitar la disminució de la capacitat funcional, la prevenció és l'eina fonamental. La prevenció de la dependència tindrà més rellevància a partir dels 40 anys. És quan s'ha d'apostar per comportaments saludables amb estils de vida amb activitat física regular i adequada, dieta equilibrada, vida intel·lectual i socialment activa, repòs nocturn adequat, avaluació periòdica dels marcadors de malalties i una major participació en el teixit social, econòmic i polític dins de la societat.

Si ens centrem en l'activitat física, l'edat d'inici de la pràctica regular d'exercici físic es relaciona amb la major quantitat de força que es manté amb el pas del temps. Algunes investigacions demostren que els homes que han realitzat entrenament de força a partir dels 50 anys o abans, quan arriben als 70 anys són capaços de desenvolupar un grau de força i manteniment de la secció transversal del múscul amb un nivell molt similar al dels joves sedentaris de 28 anys (Klitgaard [*et al.*], 1990), i la força de les extremitats inferiors dels esportistes d'halterofília de 85 anys és comparable a la de subjectes sans de 65 anys, el que representa un guany de força equivalent a 20 anys (Pearson, [*et al.*], 2002). Començar abans que s'iniciï el minvament més accentuat de força que acompanya l'envelliment aportarà beneficis per mantenir un bon nivell de funcionalitat, i serà una prevenció de bona part de les discapacitats i malalties cròniques (Aoyagi i Katsuta, 1990).

2.3.5. *Qualitat de vida*

El concepte *qualitat de vida* és un concepte holístic i multidimensional, la qual cosa dificulta l'anàlisi del seu significat. Està format per elements com la salut física, l'estat psicològic, la funció social, la percepció de l'estat de salut, el dolor, el benestar o el grau de satisfacció amb la vida (Prieto i Badia, 2001).

Segons l'OMS, la QDV és

la percepció que té l'individu de la seva posició a la vida, dins del context de la cultura i del sistema de valors en els quals es troba immers i amb relació als seus objectius, expectatives, normes i preocupacions. És un ampli concepte que engloba la salut física de la persona, el seu estat psicològic i social, el seu nivell d'independència, les seves creences i les principals característiques del seu entorn (OMS. Revista Española de Gerontología y Geriatria, 2002: 76)

Segons Casas (1999), la qualitat de vida es pot considerar el conjunt d'aspiracions individuals i col·lectives sobre aspectes tan difícilment valuables com estar bé, estar satisfet, ser feliç i tenir salut.

Dins de la QDV, podem distingir la *Qualitat de Vida Relacionada amb la Salut* (QVRS), com un concepte que vol mesurar l'opinió subjectiva de l'individu amb relació a la seva salut en les diferents dimensions, física, psicològica i social (Guyatt, Feeny i Partick, 1993).

Existeix una relació positiva entre l'activitat física i la QVRS tot i que, en referir-se a àmbits tant diferents, el resultat són complexos (Rejeski i Mihalko, 2001).

A mesura que l'individu envellaix, la qualitat de vida es relaciona més amb la capacitat de mantenir autonomia i independència. L'*autonomia* es defineix com la capacitat percebuda per controlar, afrontar i prendre decisions personals sobre la manera de viure la vida quotidiana, d'acord amb les pròpies normes i preferències. La *independència* s'entén com la capacitat de realitzar funcions dins la vida diària (OMS, 2002 III).

Els aspectes més destacats del concepte de QDV en referència a la gent gran són:

- El retard de la dependència en augmentar el nivell d'autonomia de forma global.

- La prevenció del sedentarisme amb la finalitat d’evitar els aspectes negatius que comporta la inactivitat física.
- El retard del deteriorament de les funcions, el manteniment d’aquestes i la prevenció de patologies.
- La millora de l’equilibri emocional, que pot augmentar l’autoestima.
- La potenciació de la sociabilitat.

Per analitzar el concepte de QDV l’hem dividit en quatre àmbits:

1. L'estil de vida i els hàbits personals.
2. L'activitat social.
3. La situació familiar.
4. La seguretat econòmica i l'ocupació.

D’aquests analitzem amb més profunditat l’estil de vida i els hàbits personals. *L'estil de vida és*

el conjunt de patrons de conducta que caracteritzen la manera de viure d’un individu o grup. [...]. Dins d’una determinada societat no existeix un únic estil de vida saludable, sinó molts, sigui quina sigui la definició de salut que s’adopti. Un únic estil de vida saludable no existeix, afortunadament, perquè implicaria que només una certa manera d’afrontar diàriament la realitat en què es viu és saludable. A més, qualsevol estil de vida qualificat globalment com a saludable pot contenir elements no saludables, o saludables en un sentit però no en un altre (Mendoza, Sagrera i Batista, 1994: 17).

Els cinc elements més destacats de l’estil de vida segons Shephard (1994) són:

1. L'alimentació.
2. L'exercici físic.
3. El consum de substàncies nocives.
4. La higiene.
5. L'ocupació del temps.

Els hàbits personals van molt lligats a l’estil de vida. Segons Henderson, Hall, i Lipton (1980), són el conjunt de pautes i comportaments quotidians d’una persona.

Segons Sánchez Bañuelos

un dels hàbits més importants considerats positius pel que fa a l'estil de vida és la pràctica d'activitat física; una activitat física que pugui complir una funció compensadora sempre que estigui realitzada d'acord amb una prescripció específica, ja que no existeix un únic tipus d'exercici físic que resulti adequat a totes les circumstàncies [...] La inclusió d'una activitat física adequada dins de l'estil de vida apareix com un element necessari, tant activament, beneficis que es poden assolir, com passivament, deterioraments o perjudicis que es poden evitar o pal·liar (Sánchez Bañuelos, 2004: 25-26).

Sánchez Bañuelos ens acaba de descriure el camí que ens porta de l'estil de vida als hàbits positius i com a exemple d'hàbit positiu, l'activitat física.

2.3.6. *Comportament*

El *comportament* s'ha d'entendre com l'activitat d'un individu en el seu context i les diverses manifestacions de l'organisme per adaptar-se a l'entorn canviant. L'èxit d'aquesta adaptació es pot mesurar en termes de salut. D'aquí naixeran comportaments saludables i no saludables (Engel, 1977; Santacreu, Zaccagnini i Máquez, 1992; Schwartz, 1982).

Matarazzo (1982) amplia aquest concepte i el defineix com a salut conductual. Un camp interdisciplinari que té com a finalitat la promoció de la salut, que estimula la responsabilitat individual d'aplicació dels coneixements i tècniques derivades de les ciències mèdiques i conductuals per a la prevenció de malalties i disfuncions, i el manteniment de la salut a través de la iniciativa personal i de les activitats socials. Per tant, la responsabilitat de l'individu respecte als seus hàbits personals i estil de vida pot accentuar o disminuir els factors de risc vinculats a l'organisme. La millora quantitativa i qualitativa de la salut humana no té com a nucli central la lluita contra la naturalesa, sinó la modificació de la conducta i altres variables socioculturals.

En conseqüència, la *forma d'afrontar la vida* es considera un important predictor del bon envellir (Lehr, 2004), perquè s'observa que les persones que viuen més anys són més actives i tenen una millor capacitat d'adaptació (Lehr, 1988).

Per tancar aquest apartat mostrem el següent mapa conceptual dels aspectes més importants que hem destacat fins ara relacionats amb la salut i que ens van encaminant envers els camins que ha de seguir la nostra recerca: volem millorar la QDV a través dels estils de vida, els quals han de crear hàbits positius que ens ajudin a treballar comportaments saludables a través d'una pràctica grupal d'activitat física per aconseguir una millor independència funcional. Aquesta independència funcional l'entendem com a capacitat funcional que l'activitat física ha de millorar o mantenir i adaptar a les possibles noves situacions corporals de l'ancià.

Abans SALUT = ABSÈNCIA DE MALALTIA

Actualment SALUT = ESTAT DE BENESTAR BIO-PSICO-SOCIAL

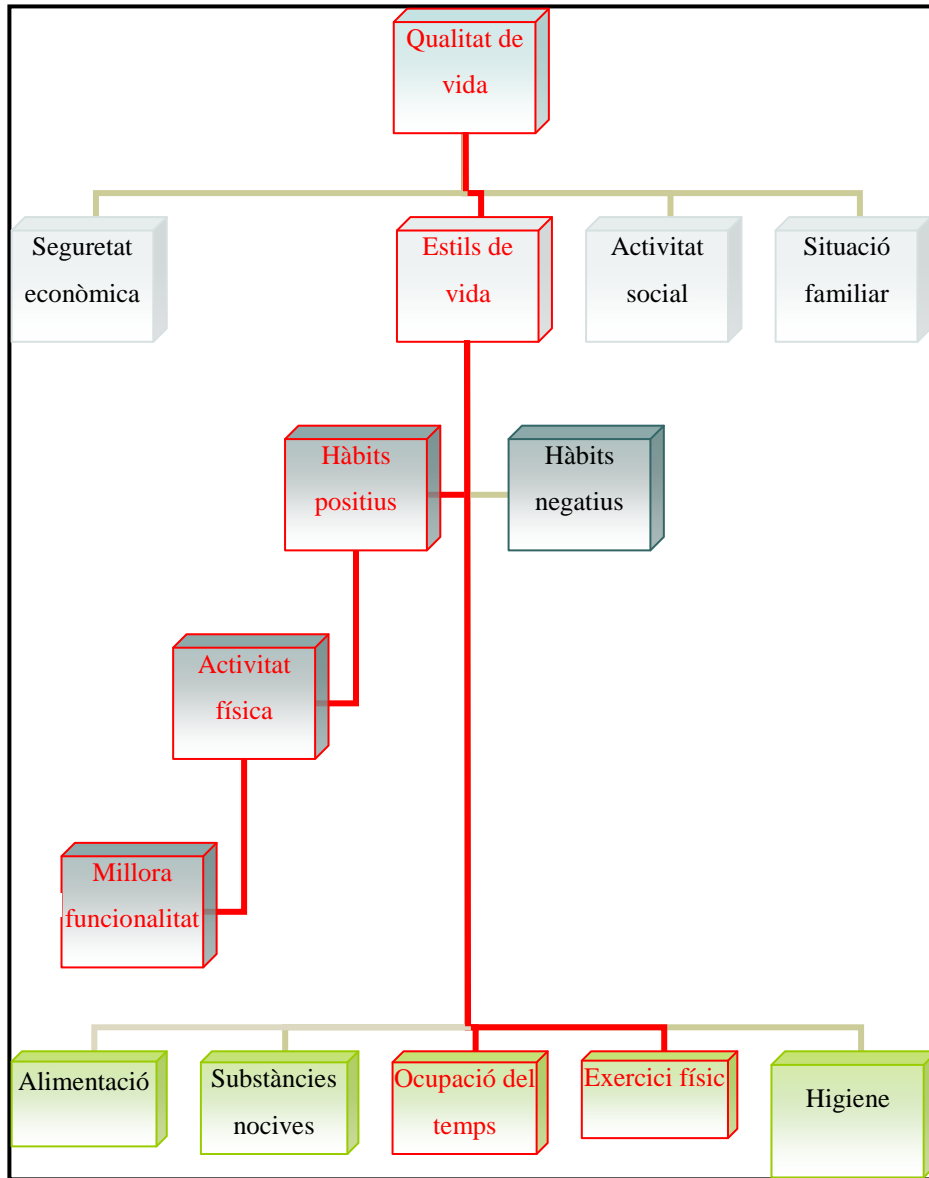


Figura 7. Quadre resum del que significa en l'actualitat la paraula salut.
En vermell el camí que volem seguir a la nostra recerca

2.4. Activitat física i gent gran

En aquest apartat volem situar i definir els conceptes entorn de l'activitat física i analitzar les principals línies d'actuació amb relació a l'activitat física i la gent gran.

2.4.1. Terminologia

Definim *activitat física* (AF) segons Sánchez- Bañuelos:

l'activitat física pot ser contemplada com el moviment corporal de qualsevol tipus produïda per la contracció muscular i que condueix a un increment substancial de la despesa energètica de la persona (Sánchez- Bañuelos, 2004: 26).

I segons Caspersen:

qualsevol moviment corporal produït pels músculs esquelètics i que produeix una despesa energètica (Caspersen, Powel i Christenson, 1985: 129).

Definim *exercici físic* segons Caspersen:

una activitat física planejada, estructurada i repetitiva que té com a objectiu adquirir o millorar un o més components de la forma o condició física (Caspersen, Powel i Christenson, 1985: 129).

L'exercici físic s'entén com una subcategoria de l'activitat física, on l'objectiu que es pretén assolir està relacionat amb la millora de la condició física i no només amb la despesa energètica.

Definim *condició física* segons Caspersen:

la capacitat per portar a terme les tasques quotidianes de forma adequada, sense cansar-se i disposant d'energia suficient per gaudir de les activitats d'oci i poder resoldre situacions imprevisibles que requereixen un esforç suplementari (Caspersen, Powel i Christenson, 1985: 128).

Un concepte molt relacionat amb la condició física i cada vegada més utilitzat, és la paraula *fitness*. Segons Pate (1988), *fitness* és la capacitat de realitzar activitats diàries amb vigor minimitzant el desenvolupament de malalties hipocinètiques.

Definim *condició física funcional* segons Rikli i Jones:

la capacitat física per desenvolupar les activitats normals de la vida diària de forma segura i independent i sense excessiu cansament (Rikli i Jones, 2001: 2).

La condició física funcional és molt important per a la qualitat de vida de les persones grans, perquè determina en quin grau es poden moure amb autonomia dins de la societat. Una petita disminució del nivell d'activitat física podria provocar el pas d'un estat d'independència a un estat de dependència. Els components de la condició física funcional són: la composició corporal, la força muscular, la flexibilitat, la resistència cardiorespiratòria i l'equilibri (Rikli i Jones, 2001).

Un concepte molt similar al de condició física funcional és el de *condició física saludable*, entesa com un estat dinàmic d'energia i vitalitat, que permet portar a terme les activitats diàries, sense cansar-se excessivament i ajudant a evitar les malalties hipocinètiques derivades de la falta d'activitat física (Bouchard, Shepard i Stephens, 1994).

Definim *esport* com

un joc organitzat que comporta la realització d'esforç físic, se segueix una estructura formalment establerta, està organitzada dins d'un context de regles formals i explícites pel que fa a conductes i procediments, i que és observada per espectadors (Diccionari d'Esport i Exercici Americà, 1991: 143).²⁰

²⁰ Ansel [*et al.*] (1991).

I segons García Ferrando:

és una activitat física i intel·lectual humana, de naturalesa competitiva i governada per regles institucionalitzades (García Ferrando, 1990: 23).

En el nostre estudi utilitzarem indistintament els termes activitat física i exercici físic, però hem de remarcar que existeixen estudis que aconsellen utilitzar de forma preferent el terme d'activitat física per a la promoció de la salut en ancians, ja que les persones grans perceben negativament el terme exercici físic en relacionar-lo amb l'esforç, les tires i l'entrenament. En canvi, activitat física la perceben d'una forma més positiva (U.S. Department of Health and Human Services, 1999). Aquest seria un aspecte a tenir en compte a l'hora de realitzar una planificació d'un programa d'activitat física per a la gent gran.

Utilitzarem el terme *programa d'activitat física o d'exercici físic* també de forma indistinta, per referir-nos al treball físic planificat, estructurat i amb uns objectius de millora de certes capacitats funcionals.

Relacionat amb aquestes definicions i sobretot amb l'enfocament del nostre estudi, hauríem de definir què entenem per *rehabilitació*. Segons Parreño,²¹ és la restauració de les habilitats perdudes. La rehabilitació de la persona gran mitjançant l'exercici físic seria aquella activitat física planificada, ordenada i repetitiva, realitzada de forma deliberada amb finalitats terapèutiques per arribar a la màxima capacitat física i emocional.

Parreño destaca que l'exercici físic en la vessant rehabilitadora es pot utilitzar com a prevenció de l'aparició de lesions per inactivitat, o com a tractament de determinades patologies que ja han aparegut.

Volem destacar la dificultat que existeix de separar els dos camps. On comença el món de l'exercici físic per a gent gran sana i on comença l'exercici físic com a rehabilitació

²¹ Dins Marcos Becerro Frontera i Santoja (1995).

en el vessant de prevenció. Aquesta disjuntiva encara és més complexa si tenim en compte un dels tres factors que caracteritzen l'envelliment, explicats a l'apartat 2.2., que són les malalties cròniques, i que qualsevol programa d'activitat física hauria de tenir en compte.

2.4.2. Nivells d'activitat física de la gent gran

Segons l'Institut Nacional de Estadística (2009),²² a Espanya els ancians realitzen els següents nivells d'activitat física: de 65 a 74 anys, realitzen AF intensa un 9,6%, moderada un 37,9%, lleugera un 39,7% i no en realitzen un 12,9%. Aquest percentatge disminueix a partir dels 75 anys, quan un 3,3% practica AF intensa, un 24,6% AF moderada, un 40,7% AF lleugera i un 31,3% no en realitza.

Amb relació al sexe, les dades més significatives és el major percentatge de dones que no fan AF, i que la relació que s'estableix entre AF intensa i moderada entre homes i dones és diferent: els homes fan més AF lleugera i les dones fan més AF moderada.

Segons l'Enquesta de Salut de Catalunya (ESCA) 2006 pel que fa a l'activitat física que realitza la gent gran a nivell de Catalunya, n'hem extret les següents dades

- A la pregunta de si estan asseguts la major part de la jornada,
 - Responen afirmativament un 28,2% dels homes de 65-75 anys i un 48,8% dels de més de 75 anys.
 - Responen afirmativament un 31,8% de les dones de 65-75 anys i un 52,2% de les de més de 75 anys.

És important destacar el major sedentarisme de les dones i l'augment de l'estar assegut amb l'increment de l'edat.

²²<http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t15/p420/a2009/p06/10/&file=02001.px&type=pcaxis&L=0>

- A la pregunta de si es desplacen a peu freqüentment,
Responen afirmativament un 58,5% dels homes de 65-75 anys i un 42,6% dels de més de 75 anys.

Responen afirmativament un 50,1% de les dones de 65-75 anys i un 36,8% de les de més de 75 anys.

Coincidint amb la pregunta anterior, les dones caminen menys tot i que la disminució que es dona amb el pas dels anys és similar en homes i dones.

- A la pregunta dels dies de la setmana que es desplacen a peu, la majoria diu que són set,

Un 70,8% dels homes de 65-75 anys i un 58,1% dels de més de 75 anys.

Un 65,5% de les dones de 65-75 anys i un 51,7% de les de més de 75 anys.

S'observa en aquesta pregunta que les dones caminen menys, i es dona una disminució de caminar comuna als dos sexes amb l'augment d'edat.

- A la pregunta que fa referència als minuts que camina diàriament,

Hi ha molta diversitat, però tant els homes com les dones, la franja de 40 a 60 minuts és la que més utilitzen, amb un lleuger descens amb el pas dels anys.

2.4.3. Polítiques i actuacions amb relació a l'exercici físic, la salut i la gent gran

Dins de les polítiques d'envelliment iniciades per l'OMS, l'autonomia i la independència són un objectiu primordial. L'OMS ja destaca dins del preàmbul de la seva constitució (OMS, 1948) que els governs tenen responsabilitat en la salut dels seus pobles, i han d'adoptar mesures sanitàries i socials adequades i aplicables a tota la població.

Des del punt de vista de l'envelliment actiu pel que fa a les polítiques dels països desenvolupats s'ha de treballar per:

-
- Afavorir la responsabilitat personal en la cura de la pròpia salut.
 - Afavorir els entorns necessaris que ajudin a realitzar actuacions adequades.

Una raó important d'aquest plantejament és la disminució de les despeses sanitàries. Són diversos els estudis que avalen que sovint és més barat prevenir que curar (Cutler, 2001; Singer i Manton, 1998).

L'OMS l'any 2001 va destacar que amb l'envelliment es produeix un augment de les malalties cròniques, les quals no s'han de tractar amb el model «troba'l i cura'l» sinó amb el model d'assistència continuada, coordinada i global. Aquest nou plantejament requeriria una nova organització de la salut diferent de l'actual, enfocat a malalties greus i episòdiques.

Concretament a Catalunya, el govern de la Generalitat ha impulsat dins del Pla de Salut de Catalunya a l'horitzó 2010²³ cinc eixos estratègics que articulen polítiques de salut. Dins del tercer d'aquests cinc eixos, trobem l'atenció sanitària orientada a les necessitats de salut, on proposen com a objectiu a treballar dins l'envelliment saludable, l'increment d'un 10% o més de l'esperança de vida lliure d'incapacitat d'homes i dones.

Aquest objectiu serà molt difícil d'assolir si es manté la tendència actual, ja que entre el 2000 i el 2005, l'esperança de vida lliure d'incapacitat a partir dels 65 anys va disminuir i va passar de 10,8 a 9,6 en els homes i d'11,1 a 8,2 en les dones.

El nou Pla de Salut de Catalunya 2011-15²⁴, publicat al febrer del 2012, destaca com a objectiu general de salut «D'aquí a l'any 2020, augmentar en un 5% la proporció d'esperança de vida lliure d'incapacitat».

²³<http://www20.gencat.cat/portal/site/pla-salut>.

²⁴El Pla de Salut de Catalunya a l'horitzó 2010 és el que s'ha utilitzat en aquesta recerca, però l'aparició del nou pla, el febrer del 2012, no canvia els objectius amb relació a l'envelliment i la gent gran, sinó que augmenta la seva importància.

En referència a les malalties cròniques, són 10 les que vol prioritzar: insuficiència cardíaca, malalties obstructives cròniques/asma, diabetis, trastorns mentals greus, depressió, demències, càncer, nefropatia, dolor crònic i malalties de l'aparell locomotor.

Atès que, segons dades del mateix Pla de Salut, un 62,2% de persones de més de 65 anys tenen problemes crònics, la població anciana és la més afectada.

En concret el projecte 2.2., vol potenciar els programes de promoció de la salut i prevenció de les malalties cròniques amb criteris de cost-efectivitat i el projecte 2.3. vol potenciar l'autoresponsabilització dels pacients (l'anomenen «pacient expert») i posa com exemples l'exercici físic i l'alimentació saludable.

L'objectiu de la nostra recerca està plenament integrat dins del Pla de Salut de Catalunya i respon als plantejaments de l'OMS d'afavorir la independència dins l'envelliment d'una forma activa i responsable. L'ACSM ens reafirma amb el següent paràgraf el nostre objectiu de millorar la salut a través de l'activitat física

Els beneficis d'una activitat física regular contribueixen a millorar la salut assolint una vida independent per a la gent gran, millorant considerablement la seva capacitat funcional i la seva qualitat de vida (ACSM,1998a: 1008).

2.4.4. *Objectius generals dels programes d'activitat física en gent gran*

Per l'agost del 2007, l'ACSM i l'Associació Americana del Cor (AHA) van actualitzar les indicacions per a la pràctica d'activitat física diferenciant si la practicava gent adulta o gent gran (ACSM, 2007). Les recomanacions que exposem a continuació en són un resum i fan referència a les persones de més de 65 anys que generalment tenen problemes mèdics crònics, baixos nivells de condició física i/o limitacions funcionals. Les següents indicacions tenen un objectiu preventiu per reduir el risc de malaltia crònica, la mort prematura, les limitacions funcionals²⁵ i la incapacitat.²⁶

²⁵Limitacions funcionals són dèficits en les habilitats de la vida quotidiana.

²⁶Incapacitat és una limitació funcional expressada en un context social.

Els principals objectius a treballar en gent gran són quatre: la resistència aeròbica, la flexibilitat, la força muscular i l'equilibri. Els protocols per treballar-los són:

2.4.4.1. Activitat aeròbica

Es recomana una activitat física aeròbica de 30 minuts durant 5 dies a la setmana de forma moderada²⁷ o bé de 20 minuts d'alta intensitat²⁸ tres dies a la setmana.

2.4.4.2. Força muscular

S'ha de realitzar un entrenament mínim de 2 dies per setmana i realitzar uns 8-10 exercicis efectuant unes 10-15 repeticions de cadascun. Pel que fa a la intensitat, ha de ser de moderada a alta, que equival dins l'escala de Borg a 5-6 i 7-8 sobre 10 respectivament, treballant primordialment els principals músculs que s'utilitzen en les activitats de la vida diària (ACSM, 1998a).

2.4.4.3. Flexibilitat

Per augmentar o mantenir la flexibilitat necessària per a les activitats de la vida diària (AVD), s'han de fer 10 minuts d'exercicis de flexibilitat un mínim de dos dies per setmana. L'estirament es mantindrà uns 10-20 segons i es realitzaran 3-4 repeticions.

2.4.4.4. Equilibri

Per reduir el risc de caigudes, s'hauran de realitzar exercicis per mantenir o millorar l'equilibri juntament amb recomanacions preventives i terapèutiques. Es recomana realitzar-los 2 o 3 dies per setmana.

Els quatre objectius esmentats s'integrarien dins d'un pla d'activitat per a cada individu. Un *Pla d'activitat* el definim com les recomanacions d'activitat física per a una persona que s'ha avaluat prèviament. Aquest Pla pot ser només preventiu, per a gent sense limitacions, o preventiu i terapèutic, per a gent amb condicions cròniques. També volem destacar que en cas de persones sanes, l'ACSM recomana realitzar quantitats més

²⁷ Moderada indica en l'escala de Borg 5-6 punts sobre 10.

²⁸ Alta indica en l'escala de Borg 7-8 punts sobre 10.

elevades de l'activitat física prescrita, pels beneficis addicionals que proporcionen uns nivells de condicionament físic més bons.

2.4.5. Recomanacions d'activitat física generals

Presentem a continuació un resum de les principals recomanacions per a gent de més de 65 anys pel que fa a la pràctica d'activitat física (ACSM, 2007):

- La gent gran s'ha de mantenir físicament activa.
- Ha de fer una activitat aeròbica de 30 minuts cinc dies a la setmana a intensitat moderada (també de forma intermitent tres vegades 10 minuts), o 20 minuts tres dies a la setmana a intensitats altes.
- Les activitats quotidianes, s'han de combinar de forma alterna les més moderades i les més vigoroses.
- Realitzar com a mínim dos dies per setmana exercicis d'enfortiment dels principals músculs del cos. Realitzar un entrenament amb 8-10 exercicis de 10-15 repeticions.
- Les persones amb un nivell alt de salut han de superar les quantitats d'activitat física mínimes recomanades.
- Mantenir la flexibilitat realitzant com a mínim dos dies a la setmana 10 minuts d'estiraments.
- Realitzar exercicis que mantenen o milloren l'equilibri.
- Integrar dins l'activitat física preventiva una activitat física amb objectius terapèutics, quan sigui necessari.
- La gent gran hauria de tenir un Pla d'activitat física personalitzat que busqués el màxim nivell d'activitat física dins de les possibilitats individuals de cadascú.

2.5. Relacions entre envelliment i activitat física

Per finalitzar aquest primer capítol, explicarem en primer lloc els principals beneficis de l'activitat física i, a continuació, realitzarem una síntesi dels canvis més importants que comporta l'envelliment a nivell neuromuscular, social i psicològic, i les repercussions que pot tenir en ells la pràctica d'activitat física.

2.5.1. *Beneficis generals de l'activitat física*

Existeixen moltes raons que justifiquen el fet de realitzar exercici físic de forma regular a partir dels 50 anys, com poden ser la disminució del risc de malalties cròniques i la mortalitat (Oguma [*et al.*], 2002; Varo, Martínez i Martínez, 2003), la disminució de la discapacitat i dependència augmentant la qualitat de vida (ACSM, 1998a; Booth, Weeden i Tseng, 1994; Spirduso i Cronin, 2001), els efectes positius en la regulació de la pressió arterial (ACSM, 2004), del metabolisme (Geliebter [*et al.*], 1997), de l'obesitat (ACSM, 2007), de l'osteoporosi (Going [*et al.*], 2003), de la diabetis (Sigal [*et al.*], 2004) o la disminució dels problemes cardiovasculars (OMS, 1998).

Dins d'un marc tan ampli de possibles millores presentem a continuació un resum dels beneficis de fer activitat física a nivell general per centrar-nos a continuació en una anàlisi més profunda a nivell musculoesquelètic, social i psicològic.

Per l'agost de 1996 l'European Group for Research into Elderly and Physical Activity (EGREPA), va presentar dins el 4t. Congrés Internacional sobre Envel·liment Sa, Activitat i Esport, a Heidelberg (Alemanya) un resum dels beneficis de l'activitat física que exposem a la taula 4:

Taula 4. Beneficis de l'exercici físic.

Font: OMS (1996).

Beneficis a nivell general

- Incrementa el benestar.
- Millora la salut física i psíquica.
- Redueix el risc d'aparició de malalties.
- Ajuda a conservar la independència i la funcionalitat.
- Minimitza el dolor.
- Ajuda a controlar el pes, l'estrès i les malalties metabòliques com la diabetis, la hipercolesterolemia i la hipertensió.
- Ajuda a canviar l'estereotip de la persona gran cap a una imatge social més positiva.

Beneficis fisiològics**A curt termini**

- Ajuda a regular els nivells de glucosa.
- Ajuda a regular els nivells de catecolamines.
- Produeix endorfines.
- Millora el son.

A llarg termini

- Millora la resistència aeròbica cardiovascular.
- Enforteix la musculatura millorant la independència i l'autonomia.
- Millora la flexibilitat, conserva i restaura la mobilitat corporal.
- Millora l'equilibri i la coordinació.
- Millora la rapidesa dels moviments.

Beneficis psicològics**A curt termini**

- Redueix l'estrès i l'ansietat.
- Millora l'estat anímic.
- Relaxa.

A llarg termini

- Comporta benestar general.
- Millora la salut mental.
- Millora el funcionament cognitiu.
- Millora psicomotriu.
- Facilita l'aprenentatge de noves habilitats motrius.

Beneficis psicosocials

A curt termini

- Millora l'autoimatge.
- Facilita la integració social.

A llarg termini

- Millora la integració.
- Afavoreix la creació de noves amistats.
- Amplia la xarxa de suport.
- Manté i desenvolupa rols actius.
- Millora relacions intergeneracionals.

Beneficis per a la societat

- Reducció de les despeses socials i de salut.
- Millora de la productivitat de persones grans.
- Promou una imatge positiva de les persones grans.

De totes maneres, cada vegada més estudis avalen que els beneficis de salut estan directament relacionats amb la *càrrega d'activitat física* (més freqüència, més intensitat, més volum) i, per tant, les persones d'edat avançada han de realitzar la *màxima quantitat d'exercici físic que les seves condicions i capacitats els permetin* (ACSM, 2009b).

2.5.2. Canvis neuromusculars a nivell de l'aparell locomotor

Dels canvis que acompanyen l'envelliment a nivell neuromuscular, comentarem la sarcopènia, la debilitat muscular i caigudes, les diferències de la força entre homes i dones, entre els diferents segments corporals i els diferents tipus de força.

2.5.2.1. Sarcopènia

La sarcopènia és una manifestació dins del procés d'envelliment que comporta una pèrdua de massa muscular i els seus alts nivells són signe de fragilitat. Janssen [et al.] (2000) suggereixen que la sarcopènia s'inicia al final de la cinquena dècada de la vida a un ritme aproximat d'1-2% per any (Marcell, 2003) que es correspondria amb l'inici de la disminució de la força (Katsiaras [et al.] 2005) i de potència, i especialment en dones postmenopàusiques a causa del declivi hormonal (Kallinen i Markku, 1995). Tot i que és innegable que amb l'edat es perd massa muscular, és difícil distingir el que és pèrdua fisiològica del que és atròfia per inactivitat.

La figura 8 descriu les conseqüències funcionals dels canvis que comporta l'envelliment relacionats amb la sarcopènia.

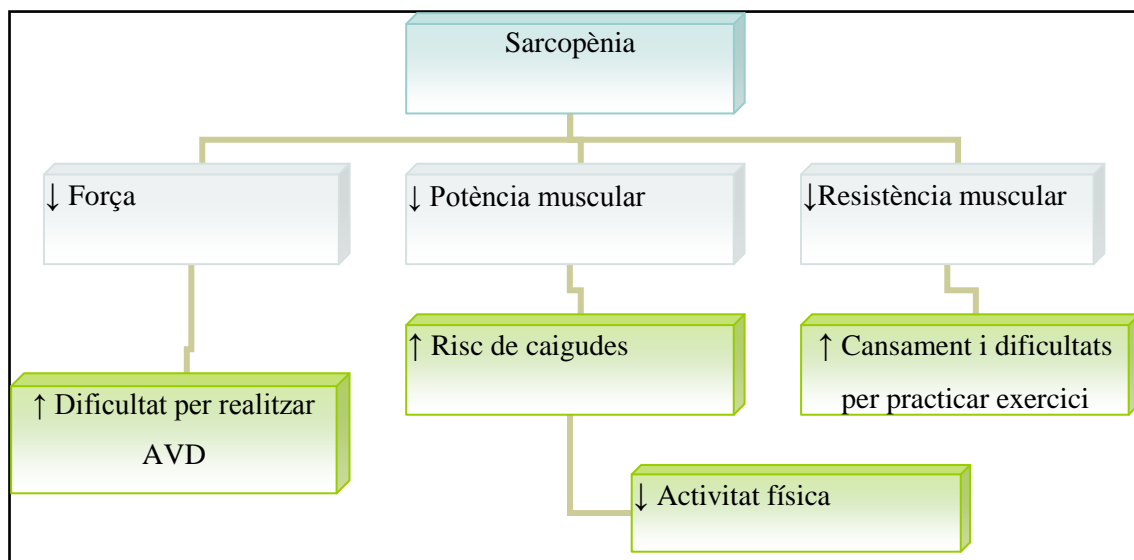


Figura 8. Canvis que comporta la sarcopènia en l'envelliment.

Font: Hughes [et al.], (2001).

2.5.2.2. Debilitat muscular i risc de caigudes

La disminució de la força dins d'un envelliment normal contribuirà a una baixada del rendiment muscular, debilitat i pèrdua de la independència (Deschenes, 2004; Fiaratone, 1990), i la debilitat muscular esdevé un factor de risc que augmenta la mortalitat de la gent gran (Newman [et al.], 2006). També s'han observat correlacions positives entre la disminució de la força muscular de les cames i la velocitat de la marxa, que comporten conseqüències negatives amb relació a la capacitat funcional, l'equilibri postural i l'augment del risc de caigudes (Aagard [et al.], 2007; Lord [et al.], 1995; Roubenoff, 2000; Tinetti, Speechley i Ginter, 1988). L'equilibri disminueix amb l'edat pel deteriorament de la visió, del sistema vestibular i somatosensorial, la qual cosa afavoreix una marxa lenta acompanyada d'un augment del temps de recolzament d'ambdós peus (Spiriduso, 2005). Himann [et al.], (1988) suggereixen que les deficiències de velocitat a les extremitats inferiors poden tenir una influència en les caigudes, i varen observar que a partir dels 63 anys es dona un increment de la disminució de la velocitat al caminar d'un 12,9% les dones, i un 16,1% els homes (10 anys).

Segons Fiaratone i Evans (1993), la debilitat muscular dels vells és freqüent i està causada per una multitud de factors: els canvis biològics de l'envelliment, l'acumulació de malalties agudes i cròniques, un estil de vida sedentari i les deficiències nutricionals.

Izquierdo (1997) van observar una disminució de la capacitat del sistema neuromuscular de realitzar accions musculars ràpides i van suggerir una relació directa amb la disminució de la capacitat de resposta ràpida. En la mateixa línia Suetta [et al.] (2007) indiquen que l'activació neuromuscular i de desenvolupament de la força ràpida (RFD²⁹) es veu més afectada que la pèrdua de força màxima per l'envelliment i el sedentarisme, cosa que fa augmentar el risc de caigudes.

Caserotti [et al.] (2008) van realitzar un estudi que pretén relacionar la disminució de la força, el risc de caigudes i la disminució de la capacitat funcional amb l'entrenament de

²⁹ *Rate of force development.*

força de les cames en gent gran, i observen que l'entrenament de força actua positivament sobretot amb relació a les caigudes i, contràriament, l'activitat física reduïda afavoreix la possibilitat de caure (Salvà [et al.], 2004).

2.5.2.3. Homes/dones

Amb relació al gènere, els homes tenen més musculatura que les dones. Bassey [et al.] (1992) suggereixen que les dones tenen aproximadament un 56% de la força dels homes. Valors semblants els observen Janssen [et al.] (2000), que destaquen que la diferència de gènere és més gran en el tren superior (40%) que en el tren inferior (33%). No obstant això, altres estudis longitudinals han observat que la disminució de la força amb el pas del temps de les extremitats inferiors és més lenta en les dones que en els homes (Hughes [et al.], 2001; Rantanen, Era i Heikkinen, 1997; Schroll, Avlund i Davidsen, 1997).

2.5.2.4. Extremitats inferiors/extremitats superiors

La pèrdua de força deguda a l'envelliment és més accentuada en uns grups musculars que en d'altres. Les extremitats superiors (EESS) conserven millor els nivells de força que les extremitats inferiors (EEII) (Buchner [et al.], 1992; Janssen [et al.], 2000; Landers [et al.], 2001; Larsson, Grimby i Karlsson, 1979; Lynch [et al.], 1999). La pèrdua de la funció física de les extremitats inferiors en tasques com aixecar-se d'una cadira és un bon indicador de la discapacitat (Guralnik [et al.], 1994; 1995), i ha estat associada al risc de caigudes (Nevitt [et al.], 1989) i també a possibles fractures de maluc (Gross [et al.], 1998).

Rantanen [et al.] (1999) suggereixen que la força a les EEII té un paper primordial en l'espiral de decadència que pot portar a estats de dependència, i la dificultat per a realitzar la marxa és un dels aspectes que influeix de forma important en la qualitat de vida de les persones grans (Hausdorff [et al.], 2001). En concret, l'augment de la força d'extensió del genoll s'associa directament amb la capacitat d'evitar una caiguda (Briel, 1994; Caserotti [et al.], 2008; Pijnappels [et al.], 2008), i la força ràpida dels flexo extensors del turmell s'associa a evitar pèrdues d'equilibri en caminar o dins d'activitats de la vida diària (Thelen [et al.], 1996; Whipple, Wolfson i Amerman, 1987).

Suzuki, Bean i Fielding (2001) en un estudi descriptiu transversal de dones amb limitacions funcionals van observar que la potència muscular del turmell es relaciona amb el rendiment físic de pujar escales, asseure's en una cadira i la velocitat de la marxa.

Forrest, Zmuda i Cauley (2005) varen realitzar un estudi transversal i longitudinal durant 7 anys de la força de premsió manual d'homes de 51 a 84 anys i varen trobar que la població de 75 anys tenia un 27,6% menys de força que els menors de 60 anys. L'estudi longitudinal va xifrar la mitjana de pèrdues en un descens de 2,8% l'any i en concret un 2% els menors de 60 anys i un 3,4% els majors de 75 anys. Els mateixos investigadors en un estudi semblant realitzat amb dones (Forrest, Zmuda i Cauley, 2007) varen observar que de 75 a 79 anys les dones presentaven un 10% menys de força de premsió manual que les de 65 a 69 anys i que les de més de 80 anys presentaven un 14% menys de força que les de 70 a 74 anys. Els resultats de l'estudi longitudinal mostraren que el nivell mitjà de pèrdues era d'un 2,4% a l'any, major a mesura que augmentava l'edat.

A nivell de les extremitats inferiors, Goodpaster [*et al.*] (2006) varen analitzar en un estudi longitudinal durant tres anys la força màxima extensora de les cames d'homes i dones de 70 a 79 anys i varen observar que el descens anual de la força en homes blancs era de 3,4%, i de 4,1% en homes negres, i d'un 2,6% en dones blanques, i d'un 3% en dones negres.

Algunes intervencions que han estudiat alhora els canvis de força a les extremitats inferiors i de premsió manual han observat que existeix una relació directa entre el guany de força d'aquests dos segments corporals (Pijnappels [*et al.*], 2008; Skelton [*et al.*], 1994).

També s'ha observat que en les persones grans fràgils, la pèrdua de força a les EEII suposa un problema més important que la pèrdua de força a les EESS (Jette, Branch i Berlin, 1990).

Pel que fa als músculs extensors, sembla que es veuen més afectats per la pèrdua de força que els flexors, tant de les extremitats superiors (colzes) com inferiors (genolls) (Frontera [et al.], 1988).

En un estudi realitzat amb 6.000 persones de diferents races amb edats superiors als 70 anys, es va trobar que un 26% no podien pujar un tram d'escaleres sense descansar, el 31% tenia dificultats per portar una bossa de 5Kg, i el 36% tenia problemes per caminar, i es reafirmava el paper predominant de la discapacitat de les EEII en les activitats quotidianes de la gent gran, així com també en la percepció subjectiva de la salut i estats depressius (Stump [et al.], 1997).

2.5.2.5. Manifestacions de la força

Dins de l'entrenament de la força hem de distingir les diferents modalitats o manifestacions de la força i les seves variacions amb l'envelliment i l'entrenament.

La força màxima i la força explosiva o potència es redueixen notablement amb l'edat, però és la força explosiva la que té més minvament. Segons Bosco i Komi (1980), la gent de 70 anys conserva un 50% de la força màxima i només un 25% de la potència comparat amb els joves. Segons Petrella [et al.] (2005), a partir dels 60 anys s'observen unes pèrdues anuals de força màxima al voltant de 1,5-2%, mentre que les pèrdues de potència són d'un 3-4%. En termes semblants Rogers i Evans (1993) suggereixen que la força màxima es manté fins als 50 anys i després disminueix un 15% per dècada i s'accelera a partir dels 70 anys (Aniansson, Grimby i Hedberg, 1992); en canvi la potència comença a declinar a partir dels 30-40 anys (Metter [et al.], 1997). Concretament Skelton [et al.] (1994) xifren les pèrdues de força dels extensors de genoll en l'1,5% anual i les de potència en el 3,5% anual.

Izquierdo [et al.] (1999) varen realitzar un estudi comparant tres grups d'edats diferents de 20, 40 i 70 anys, per observar l'evolució pel que fa a la força màxima, explosiva i l'equilibri. Els resultats pel que fa a la gent de 70 anys, ens mostren una disminució més gran de la força explosiva comparada amb la força màxima. L'envelliment també va comportar una disminució de l'equilibri juntament amb l'augment de la dificultat de

detectar canvis posturals i la velocitat d'ajustament. Aquests canvis en la velocitat semblen directament relacionats amb la disminució de la força explosiva.

Alguns autors (Foldvari [*et al.*], 2000) defensen que la força explosiva pot ser més important que la força màxima per desenvolupar tasques com pujar escales o aixecar-se d'una cadira, i la potència de les cames esdevé un potent predictor de l'estat funcional de les dones d'edat avançada. També Kostka (2005) considera la potència del múscul quàdriceps predictiva de la discapacitat de les persones grans. Rantanen, Era i Heikkinen (1997) varen estudiar les relacions entre la potència d'extensió del genoll i la velocitat de caminar de 131 ancians amb relació a la independència funcional i van arribar a la conclusió que la potència dels extensors pot ser un factor determinant dels problemes de caminar en gent gran. Seguint la mateixa línia, Cléménçon [*et al.*] (2008) varen realitzar un estudi descriptiu de la força explosiva de les extremitats inferiors de les persones grans i la seva relació amb el desenvolupament de tasques funcionals (caminar, pujar escales i seure en una cadira). Varen observar que la potència és un predictor del rendiment físic en el desenvolupament de tasques funcionals, les quals depenen més de la velocitat de contracció que de la força muscular.

Defensant aquest posicionament Rice, Justin i Keogh (2009) van realitzar una revisió dels treballs de potència i la seva incidència en la funcionalitat de la gent gran, i destaquen l'estret vincle que existeix entre la capacitat funcional i l'activitat física. La figura 9 expressa aquestes relacions on es pot apreciar un efecte «cascada» en què els canvis d'un element influeixen en tots els altre.

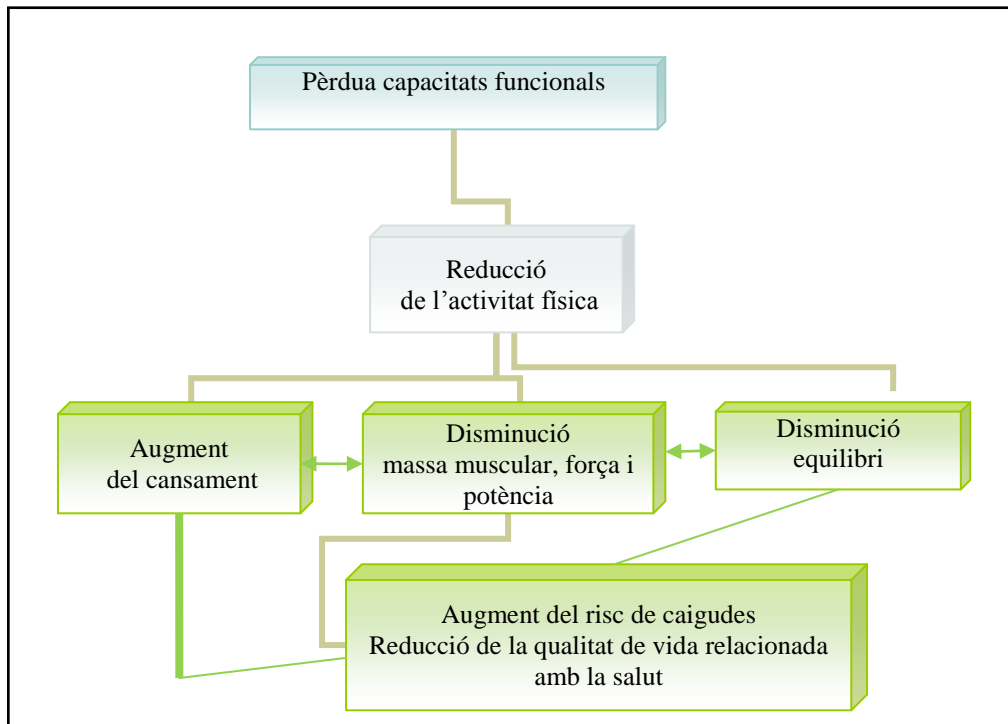


Figura 9. Relacions en cascada entre la funcionalitat i l'activitat física.

Font: Rice (2009).

Atès que l'envelliment comporta una pèrdua preferencial de fibres tipus II, que són capaces de produir quatre vegades més potència que les fibres tipus I, la incorporació de moviments explosius pot ser beneficiosa per a l'entrenament de força en les persones grans (Evans, 2000; Lexell i Taylor, 1991).

2.5.2.6. Accions musculars concèntriques/excèntriques

Pel que fa al tipus d'accions musculars concèntriques o excèntriques, la disminució de la força associada al procés d'envelliment és menor en les excèntriques (Lynch [*et al.*], 1999). En individus de 20 a 70 anys la disminució de la força excèntrica se situa entre el 15 i el 34% i el de la força concèntrica entre el 21 i el 53% (Poulin [*et al.*], 1992). Algunes de les raons que justifiquen aquesta diferència es troben en el fet que l'activitat neuromuscular d'una acció excèntrica és menor que l'activitat d'una acció concèntrica, i les persones d'edat avançada tenen disminuïda l'activitat neuromuscular, la qual cosa afavoreix que aquest minvament afecti menys les accions excèntriques.

Un altre motiu que pot afavorir les contraccions excèntriques és que amb l'envelliment s'incrementa la quantitat de teixit no contràctil intramuscular (teixit connectiu o elàstic), el qual és més abundant en les accions de força excèntriques que en les concèntriques, beneficiant la realització d'accions excèntriques (Kent-Braun, Alexander i Young, 2002).

Ressaltem d'aquest apartat els efectes de la sarcopènia que provoquen una disminució de la força preferentment de les EEII, que pot anar associada a una disminució de la velocitat de la marxa, disminució de l'equilibri i augment del risc de caigudes, i que poden conduir a una pèrdua de la independència. Per tots aquests motius concretem que *el programa d'AF que volem implementar treballi de forma preferent la força de les EEII.*

També destaquem la importància cada vegada més rellevant del treball de potència de les extremitats inferiors, i el millor manteniment de les contraccions excèntriques que de les concèntriques, cosa que haurem de tenir present a l'hora de confeccionar el programa d'exercici físic.

2.5.3. *Canvis a nivell de l'aparell locomotor: l'os*

És probable que l'os sigui el teixit més beneficiat en les persones grans per l'entrenament de la força, especialment en les dones, perquè el processos osteoporòtics³⁰ hi són més rellevants. L'osteoporosi apareix en els homes sedentaris a partir dels 50 anys i progressa un 0,4% cada any. En les dones sedentàries apareix a partir dels 30 anys i va evolucionant a un ritme de 1,1% anual. Aquest valor s'incrementa entre un 2 o 3% durant i després de la menopausa. Conseqüentment, una dona de 70 anys pot haver perdut un 70% de la seva massa òssia (Weineck, 2005).

³⁰ L'osteoporosi és una disminució de la massa òssia i de la seva resistència mecànica que comporta un increment del risc de patir fractures.

Les contraccions musculars causades per l'entrenament de força produeixen forces de cisallament, de torsió i de compressió capaces d'influir en el remodelament ossi incrementant la densitat de l'os. Diversos estudis destaquen les millores del contingut mineral dels ossos i la disminució del risc de caigudes amb un entrenament de força (Smith, 1982), tot i que uns en destaquen millores més (Vicent i Braith, 2002) o menys (Stewart *et al.*, 2005) significatives.

Es donen moltes coincidències entre la forma en què responen els músculs i els ossos dins l'entrenament de la força. A la inversa, l'absència d'activitat física és la causant de l'atròfia de la musculatura i la disminució de la massa òssia (Cohn *et al.*, 1976; Pesch, 1990).

2.5.4. *Canvis a nivell de l'aparell locomotor: amplitud de moviment*

La *flexibilitat* és la capacitat de moure una articulació o una sèrie d'articulacions amb fluïdesa a través de l'amplitud de moviment (ADM). La flexibilitat estàtica és una mesura de l'amplitud total de moviment d'una articulació, i està limitada per l'extensibilitat de la unitat musculotendinosa.

La flexibilitat és específica de cada múscul o grup muscular i experimenta una reducció progressiva però no lineal amb l'envelliment, més accentuada a partir dels 55-60 anys (ACSM, 1998a).

La importància de l'ADM dins de la condició física funcional de la gent gran augmenta amb l'edat. Una pèrdua d'ADM perjudica moviments tan necessaris com aixecar-se d'una cadira, ajupir-se o estirar-se (Konczak, Meeuwssen i Cress, 1992; Wood *et al.*, 1999).

Concretament la disminució de l'ADM del tren superior pot perjudicar funcions tan necessàries com pentinar-se o agafar un objecte de la butxaca del darrere dels pantalons. Fins i tot un arc de moviment reduït a les espatlles pot provocar dolor i inestabilitat postural (Magee, 1992) i ser la causa de discapacitat en un 30% de la població de més de 65 anys (Chakravarty i Webley, 1993). L'arc articular de l'espatlla disminueix un 25% amb relació a la flexió i un 10% en l'abducció (Doriot i Wang, 2006).

Pel que fa a l'ADM del tren inferior, el de l'articulació del genoll té tendència a disminuir amb l'edat (Grimston [*et al.*], 1993).

La majoria d'autors destaquen els músculs isquiotibials com a principals causants de diverses patologies per culpa de la seva falta de flexibilitat. Uns isquiotibials escurçats poden ser responsables de dolor lumbar, hipercifosi dorsal, inversions del raquis lumbar i hèrnies discals (Alonso [*et al.*], 2003; Bado, 1977; Ferrer, 1998). Una altra funció que pot estar afectada per uns isquiotibials escurçats és l'extensió del genoll. Això influirà en la marxa en disminuir la longitud del pas i portar moltes vegades associada una disminució de l'equilibri, de la coordinació i un augment del risc de caigudes (McGill, 2002).

Pel que fa als canvis fisiològics de la flexibilitat muscular amb l'envelliment, s'ha observat que la longitud dels músculs i fascicles tendeix a disminuir (Narici [*et al.*], 2003) juntament amb l'allargament dels tendons (Karamanidis i Arampatzis, 2005).

Diversos autors (Alonso [*et al.*], (2003); Heyward, 2008) destaquen la inactivitat física com una de les causes de pèrdua de flexibilitat, atès que les persones sedentàries són menys flexibles a conseqüència de l'augment de la síntesi de col·lagen, l'escurçament de les fibres musculars i l'atròfia muscular.

La falta de flexibilitat comportarà una reducció de la percepció subjectiva de salut i una reducció de la funció física i social i reforçarà la idea que la disminució d'un element important dins la vellesa provoca una reacció en cadena que afecta molts altres elements i, per tant, les conseqüències es magnifiquen (Alonso [*et al.*], 2003). Contràriament, la millora de la flexibilitat està relacionada amb la millora de la qualitat de vida (King [*et al.*], 2000).

Destaquem després de fer aquesta anàlisi que la musculatura isquiotibial i la mobilitat de les espatlles són fonamentals per mantenir un cert grau d'independència funcional. També observem la relació directa entre el treball de força i el de flexibilitat tant des del punt de vista d'un entrenament, on s'han de compensar exercicis de força amb els de flexibilitat, com des del punt de vista de les pèrdues de l'ADM que sol comportar

l'envelliment i que estan relacionades amb la pèrdua de la capacitat funcional. És important tenir present aquest contingut dins d'un programa d'entrenament de la força muscular i també com un possible contingut a avaluar.

2.5.5. *Canvis a nivell social*

Cal destacar que l'activitat física facilita un paper més actiu dins la societat i afavoreix la *integració social* i cultural mantenint allunyada la *soledat* (Ticó, 1992). Com ja s'ha apuntat a l'apartat 2.1.1., el moment de la jubilació pot afavorir situacions d'abandonament i depressió que poden millorar amb la participació en programes d'activitat física, ja que la gent ha de sortir de casa per realitzar l'activitat i si aquesta es realitza en grup, poden augmentar els contactes socials. Segons Bowling (1994), la freqüència de contactes afavoreix tenir una xarxa social més àmplia i augmentar el benestar i la satisfacció personal.

Existeix un ampli consens que relaciona la participació en programes d'activitat física i el creixement personal, la millora de la integració social, del suport social o del benestar comunitari (Fortuño, 2008).

És important tenir en compte aquestes possibles repercussions a l'hora de dissenyar un programa d'entrenament, individualitzat o col·lectiu, i també per arribar a fer una valoració dels possibles efectes i/o beneficis.

2.5.6. *Canvis a nivell psicològic*

La participació regular en activitats físiques contribueix a reduir l'ansietat, millorar l'humor i l'habilitat per a desenvolupar les tasques de la vida diària (Fortuño, 2008; Taylor [et al.], 2004).

Existeix una associació entre la inactivitat física, l'edat i l'augment dels símptomes depressius (Lampinen, Heikkinen i Ruoppila, 2000), la qual disminueix al realitzar activitat física (Farmer [et al.], 1988; Seraganian, 1993; Singh [et al.], 2001; Weinderg i Gould, 1999), tot i que aquesta relació es dona amb més intensitat en persones que prèviament ja tenien un cert nivell de depressió.

Diferents autors destaquen el paper de la pràctica motriu com a mitjà per afavorir el sentiment de benestar i salut mental de la gent gran (García Arroyo, 2003; Gázquez [et al.], 1992; Torrado, Aparicio i Sanz, 1994), i la relació directa entre l'exercici físic i la millora de la qualitat de vida de la gent gran (Miller [et al.], 2000; Rejeski i Mihalko, 2001; Russkanen i Ruoppila, 1995). Pel que fa a la funció cognoscitiva, existeixen relacions entre l'activitat física, sobretot aeròbica, i la seva millora (Chodzko-Zajko i Moore, 1994).

Moragas (1989) justifica la millora del benestar per la relació que es dona entre la pràctica d'exercici físic i una sensació accentuada d'autoeficàcia percebuda,³¹ la qual cosa provoca una millor percepció de l'estat de benestar general. Ismail i Trachtman, (1973) destaquen que l'adaptació fisiològica i metabòlica a l'exercici va associada a la *sensació de benestar* (well-being). Aquest fenomen ha estat associat fonamentalment a l'alliberament d'endorfines³² que produeix l'exercici físic, (Stein i Belluzi, 1978), i altres autors l'associen a la reducció del potencial muscular en repòs que es produeix després de l'exercici (De Vries, 1987).

De tots aquests estudis destaquem que la participació de la gent gran en programes ben estructurats d'activitat física té uns efectes beneficiosos no solament en l'estat fisiològic, sinó també en la salut mental i el benestar subjectiu, sobretot a nivell de l'autoestima³³ (Mc Auley [et al.], 2006; Spirduso, 1995), i és interessant valorar-los en realitzar activitat física dirigida, independentment de si són un objectiu principal, perquè són inherents a la mateixa realització de l'activitat física.

³¹ L'autoeficàcia percebuda fa referència a les creences de les persones referents a les seves capacitats per assolir uns determinats resultats. És un judici de capacitat (Bandura, 1999).

³² Les endorfines són neurotransmissors del sistema nerviós central. Un dels seus efectes és la disminució del dolor.

³³ L'autoestima és un judici d'autovaloració.

3. LES MANIFESTACIONS DE LA FORÇA MUSCULAR I LA GENT GRAN

*L'home no està totalment condicionat i determinat;
ell és qui determina si ha de lliurar-se a les situacions o ha d'enfrontar-s'hi.*

*Dit d'una altra manera:
l'home no es limita a existir,
sinó que sempre decideix quina serà la seva existència
i allò que serà d'aquí a un minut.*

Viktor Frankl

3.Marc teòric. Les manifestacions de la força muscular i la gent gran

Per comprendre tots els processos al voltant de la força muscular de la gent gran i els elements que determinen el seu entrenament, són necessaris tot un seguit de coneixements fisiològics, terminològics i d'entrenament que descriurem i analitzarem a continuació.

Aquest tercer capítol l'hem dividit en quatre apartats. Dins del primer apartat s'exposen les característiques més destacables dels canvis de força muscular dins del procés d'envelliment, destacant el fenomen de la sarcopènia.

El segon apartat realitza una aproximació terminològica i conceptual a les manifestacions de la força muscular i les seves formes d'entrenament.

El tercer apartat fa una descripció de les intervencions més destacades dels últims anys amb relació a la força muscular, emfatitzant la importància de la velocitat en l'execució dels exercicis per millorar alguns gests quotidians de la vida diària.

L'últim apartat realitza una descripció dels diferents protocols d'entrenament amb vibracions mecàniques utilitzats per treballar en gent gran.

3.1. La força, el sistema neuromuscular i l'envelliment

Centrem a partir d'ara el nostre estudi en la recerca bibliogràfica de les manifestacions de la força muscular que hem escollit com a objectiu principal a treballar dins d'un programa d'activitat física per a gent gran.

El sistema neuromuscular arriba a la màxima evolució cap als 20-30 anys, que és quan desenvolupa els màxims nivells de força muscular. Dels 30 fins als 50 la força es manté o té pèrdues poc significatives. És a partir dels 60 anys quan comença una disminució més significativa d'aproximadament un 15% per dècada entre els 60 i 80 anys, i una reducció molt més accentuada, al voltant del 30% per dècada, a partir dels 80 anys (Doherty [*et al.*], 1993; Frontera, [*et al.*], 1991; Izquierdo, 2008).

La capacitat de realitzar força dependrà principalment de tres factors intrínsecs: la massa muscular, la innervació o funció neuromuscular i els canvis hormonals (Izquierdo, 2008). A part d'aquests factors intrínsecs, s'observa un factor extrínsec: la disminució de l'activitat física que sol acompanyar l'envelliment. A continuació analitzem aquests quatre factors.

3.1.1. *Massa muscular*

3.1.1.1. Pèrdua progressiva de la massa muscular o sarcopènia

La disminució de la força amb el pas del temps es produeix primordialment per una pèrdua progressiva de la *massa muscular* (Frontera [et al.], 1991; Kamel, 2003; Vandervoort i McComas, 1986). A partir dels 50 anys es perd entre 1-2% de massa muscular per any, cosa que ocasiona pèrdues de força màxima i potència muscular (Grimby i Saltin, 1983; Marcell, 2003). A les extremitats aquesta pèrdua de massa muscular disminueix al voltant d'un 25% dels 20 als 70 anys (Janssen [et al.], 2000), i la disminució de la massa muscular als 80 anys és del voltant d'un 60% (Lexel, 1995). Les pèrdues de massa muscular a les extremitats inferiors són superiors a les que s'observen a les extremitats superiors (Janssen [et al.], 2000).

Pel que fa a la proporció del nombre de *fibres musculars tipus I i II*, la majoria d'autors afirmen que la pèrdua de fibres tipus II o ràpides és major que la pèrdua de fibres tipus I o lentes (Häkkinen [et al.], 1998b; Izquierdo [et al.], 1999; Orlander [et al.], 1978), sobretot de les tipus IIa (Morley [et al.], 2001), i això comporta una disminució de la capacitat per a generar força ràpida (Izquierdo, 1997; De Vito [et al.], 1998). En canvi en una mostra de persones de 20 a 70 anys, no es van trobar canvis en la proporció de les fibres, però si en la reducció de la seva grandària (Essen-Gustavsson i Borges, 1986), sobretot de les fibres tipus II (Lexel, Taylor i Sjöström, 1988).

Malgrat aquesta involució, amb l'entrenament de la força es pot lluitar per disminuir aquests canvis. Amb relació a la pèrdua progressiva de la massa muscular, amb l'entrenament orientat a la hipertrofia es produeix un augment de la secció transversal del múscul, encara que aquest augment no és uniforme al llarg de tot el múscul

(Frontera [*et al.*], 1988; Häkkinen i Häkkinen, 1995), la qual cosa s'haurà de tenir en compte en els estudis que n'avaluen la secció transversal (Häkkinen [*et al.*], 2000).

Pel que fa a la influència que pot tenir la proporció de fibres ràpides i lentes en els increments de força deguts a l'entrenament, alguns estudis observen que les persones que tenen un major percentatge de fibres ràpides (tipus II), tenen increments de força més significatius que els que tenen, proporcionalment, més fibres lentes (tipus I) (Häkkinen [*et al.*], 2000).

Els guanys de força muscular observats durant les primeres setmanes d'entrenament de força en gent gran són deguts a una adaptació del sistema nerviós, o bé per un augment en l'activació de la musculatura agonista o bé per canvis en els patrons d'activació de la musculatura antagonista (Gabriel, Kamen i Frost, 2006). A partir de la sisena o setena setmana la causa principal del guany de força és la hipertròfia.³⁴

3.1.1.2. Canvis qualitius del teixit muscular

La sarcopènia no implica només una disminució de la massa muscular, sinó també canvis en l'arquitectura muscular. Amb l'envelliment es produeix, a més d'una pèrdua de sarcòmers en paral·lel,³⁵ una pèrdua de sarcòmers en sèrie,³⁶ que disminueix la longitud de les fibres musculars (Narici [*et al.*], 2003). Aquestes variacions juguen un paper important en la pèrdua de la funció muscular perquè afecten la longitud dels tendons, la rigidesa, la resistència, la velocitat de la força i l'angle de peneiació³⁷ (Reeves, Narici i Maganaris, 2006).

L'envelliment també comporta un augment del teixit gras i del teixit connectiu³⁸ o elàstic a l'interior de la cèl·lula muscular (Goodpaster [*et al.*], 2001; Trappe, Lindquist i Carrithers, 2001) que es tradueix en una disminució de la capacitat de produir força

³⁴ La hipertròfia és un augment de la grandària de les fibres musculars.

³⁵ Els sarcòmers en paral·lel provoquen un increment de la secció transversal del múscul (augment de la massa muscular).

³⁶ Els sarcòmers en sèrie provoquen un augment de la longitud del múscul.

³⁷ L'angle de peneiació respon a la disposició de les fibres musculars a nivell del múscul tendó. Les fibres musculars acaben als tendons formant un determinat angle amb relació a la línia d'acció. Com més gran sigui aquest angle més fibres en paral·lel s'hi podran inserir.

³⁸ El teixit connectiu és un teixit no contràctil intramuscular.

(Williams, Higgins i Lewek, 2002). A causa de l'increment del teixit no contràctil, els protocols que avaluen el guany de força a través de l'augment de la secció transversal del múscul podrien no reflectir un augment real de la força muscular (Morley [et al.], 2001).

L'augment del teixit conjuntiu afavorirà més les accions excèntriques que les concèntriques, ja que les primeres necessiten més el teixit connectiu. Segons diferents autors (Porter, Vandervoort i Lexel, 1995; Poulin [et al.], 1992), la força muscular determinada en accions musculars excèntriques disminueix dels 20 fins els 70 anys entre un 15 i un 34%, mentre que la disminució de la força en accions concèntriques és més accentuada i es troba entre un 21 i un 53%.

Tots aquests canvis comporten una disminució de la qualitat del múscul relacionada amb la pèrdua de força i massa muscular (Goodpaster [et al.], 2006).

3.1.2. *Factors neuronals*

3.1.2.1. Disminució dels mecanismes involuntaris dins del procés de contracció muscular

El teixit muscular es torna menys excitable i necessita més temps per recuperar-se abans de ser sensible a l'excitabilitat d'un altre estímul. També es dona una disminució de l'excitabilitat de les alfa-motoneurons que dificulta l'activació del múscul (Barry i Carson, 2004; Morse [et al.], 2006).

La velocitat que llisca l'actina i la miosina es redueix, la qual cosa alenteix la velocitat de contracció muscular fins a un 25% (Hook, Sriramoju i Larsson, 2001).

L'augment d'edat va acompanyat d'una reducció d'unitats motores funcionals i d'un increment de la grandària de les altres unitats motores, i això afecta la pèrdua de força muscular (Doherty [et al.], 1993). Aquests dos fenòmens causen la pèrdua de connexió entre el sistema nerviós i algunes fibres musculars, procés conegut com a «denervació». Aquestes fibres musculars denervades indueixen el desenvolupament de noves ramificacions dels axons motors que innerven unitats motrius adjacents. Les noves

ramificacions creixen fins a contactar amb fibres musculars que havien quedat denervades (orfes), les quals passaran a integrar-se en la unitat motora veïna. Aquests canvis preferentment es produeixen quan es denerven fibres tipus II, que es reconverteixen en fibres tipus I (Williams, Higgins i Lewek, 2002). Aquest fenomen (conegut com a «sprouting») afavoreix el manteniment del sistema neuromuscular. La disminució de les unitats motores afectarà menys les accions excèntriques perquè l'activació neural és menor que en les accions concèntriques (Izquierdo, 2008).

3.1.2.2. Disminució de l'activitat voluntària de la musculatura agonista i augment de la coactivació de la musculatura antagonista

La contracció dels músculs responsables d'una acció, o agonistes, està relacionada amb el treball de l'antagonista, o múscul que fa l'acció oposada. La coactivació antagonista és present en accions que requereixen força màxima o quan la persona no està familiaritzada amb la realització d'un gest amb l'objectiu de protegir el sistema musculoesquelètic d'una lesió i afavorir una correcta coordinació. La quantitat de coactivació per a realitzar eficientment un gest ha de ser mínima. Amb l'envelliment el grau de coactivació augmenta i limita el potencial de producció de força dels músculs agonistes (Barry i Carson, 2004; Izquierdo, 2008; Macaluso [et al.], 2002), i això va acompanyat d'una disminució de l'activació voluntària de la musculatura agonista, preferentment en moviments de tipus explosiu (Hakkinen [et al.], 1998b; Seidler, Alberts i Stelmach, 2002). Un entrenament de força muscular pot provocar una millor adaptació del sistema nerviós, ja sigui per l'augment d'activació voluntària de la musculatura agonista (Häkkinen [et al.], 1998a), ja sigui per una reducció de la coactivació dels músculs antagonistes (Carolan i Cafarelli, 1992), que, units a la millor activació dels músculs sinergistes,³⁹ permeten explicar els grans guanys de força observats a les primeres setmanes d'entrenament (Keen, Yue i Enoka, 1994).

De Boer [et al.] (2007) van avaluar els canvis neuromusculars dels músculs flexors i extensors del turmell amb un entrenament de força, i després d'un any d'entrenament

³⁹ Els músculs sinergistes són els ajudants dels agonistes en una contracció muscular.

els resultats mostraren una millora significativa en la coactivació dels músculs antagonistes que comportava una major estabilització del turmell.

3.1.3. *Alteracions hormonals*

Les alteracions hormonals i immunològiques són importants en l'envelliment. Diferents estudis han observat que les concentracions d'hormones anabòliques disminueixen (hormona de creixement, IGF-1 i testosterona) i augmenta l'activitat catabòlica (miostatina IL-1, TNF, IL-6,). L'anabolisme es pot definir com el mecanisme de formació de teixit mentre que el catabolisme en seria la degradació (Netter, Forsham i Monteys, 1993).

Les tres hormones anabòliques més significatives que disminueixen són l'hormona de creixement, que estimula el creixement de teixits i òrgans. La IGF-1, (insulin-like growth factor-1) o factor de creixement insulínic tipus 1, que forma part del grup de factors de creixement similars a la insulina. I la testosterona, hormona relacionada amb la massa muscular i més abundant en el gènere masculí (les dones en produeixen una quantitat molt menor), que permet desenvolupar els músculs.

L'activitat catabòlica més important la porten a terme quatre factors. La miostatina, coneguda com a factor 8 de creixement i diferenciació, que és un factor de creixement que limita l'augment del teixit muscular, i provoca en elevades concentracions una disminució del desenvolupament normal de la musculatura. La interleucina-1 (o interleuquina 1), que té una funció immune important juntament amb altres de metabòliques, fisiològiques i hematopoiètiques. El factor de necrosi tumoral (TNF, «tumor necrosis factor»), que té una funció immune i de destrucció articular secundària a artritis reumàtica i altres patologies. I la IL-6 (Interleucina-6), que té una funció antiinflamatòria i participa en la síntesi de proteïnes.

Existeixen estudis contradictoris pel que fa a l'edat en què comença la disminució hormonal de la testosterona. La majoria, però, estan d'acord que a partir dels 70 anys es dona una clara disminució (Häkkinen i Pakarinen, 1993). També són contradictoris els estudis referents a l'evolució de la concentració de cortisol en l'envelliment, tot i que la

majoria afirmen que es manté relativament estable en persones sanes fins a la setena dècada (Hakkinen i Pakarinen, 1993).

A part d'aquestes alteracions, l'envelliment pot anar lligat a la desnutrició per la progressiva pèrdua de la gana, la reducció de la ingesta d'aliments, la poca varietat i la deficiència de vitamina D, relacionada amb els processos osteoporòtics (Narici i Maffulli, 2010).

3.1.4. *Disminució de la intensitat i volum dels nivells d'activitat física*

A mesura que envellim, el grau d'activitat física disminueix, i existeix una relació directa entre el sedentarisme i l'augment de les pèrdues funcionals, sobretot a nivell fisiològic (ACSM, 1998a; Culter i Hendricks, 1990; Smith i Gilligan, 1983;).

Per contra, s'han trobat relacions directes entre la gent gran activa físicament i quantitats de força superiors, amb una relació directa i positiva entre el tipus, la quantitat d'activitat física i el procés d'envelliment (Frontera [*et al.*], 1988). Diversos autors han observat que en els canvis relacionats amb l'edat pel que fa a la força ràpida i la força màxima, els individus entrenats poden compensar les pèrdues d'uns 20 anys (Aagaard [*et al.*], 2010; Hakkinen [*et al.*], 1998c; Izquierdo [*et al.*], 2001).

Rantanen [*et al.*] (1999), en un estudi amb l'objectiu d'estudiar les associacions entre la discapacitat, l'activitat física i la força muscular, sobretot de les dones, van trobar associacions inverses entre la discapacitat i l'activitat física. L'estudi parla de l'espiral de decadència que comporten els baixos nivells de força muscular, i els baixos nivells d'activitat física i de força muscular (sobretot dels extensors de genoll) esdevenen predictors de la gravetat de les discapacitats.

Altres estudis han observat que les persones d'edat avançada que han realitzat entrenament de força de forma regular no tenen canvis significatius en la distribució del tipus de fibres. Podríem afirmar, doncs, que és més important el tipus i la constància d'aquest entrenament que l'edat en l'evolució dels tipus de fibres (Trappe, 2001).

Pel que fa a les possibles parades en la realització d'exercici i la seva repercussió en la pèrdua de força, Harris [et al.] (2007) van analitzar els efectes de tres tipus d'entrenament de força i la seva evolució al deixar de fer entrenament de força en gent gran (*detraining*). Els resultats obtinguts ens indiquen que la força es va reduir un 4,5% al cap de 6 setmanes i un 13,5% al cap de 20 setmanes. Tot i això part de la força guanyada, es conservava al final dels 5 mesos, raó que podria plantejar interrupcions en l'exercici de força de fins a 20 setmanes. En un estudi de característiques similars d'entrenament de força durant 9 setmanes, Lemmer [et al.] (2000) observen que les pèrdues de força (*detraining*), es donen preferentment a partir de les 12 setmanes, i que a la setmana 31, els valors de referència encara es troben per sobre dels basals.

En una línia semblant, encara que els resultats no coincideixen del tot, Kalapotharakos [et al.] (2007), després de realitzar una intervenció de força durant 10 setmanes i un descans de 6 setmanes, van obtenir una disminució de la força i la potència, però la funció neuromuscular no va retornar als nivells previs a la intervenció. Per tant, la funció neuromuscular es conservava millor.

De Vreede [et al.] (2005) varen realitzar un estudi per comparar dos tipus d'entrenament de força, un amb tasques funcionals i l'altre seguint les indicacions de l'ACSM (1998a). Tot i que els resultats en el guany de força van ser similars, amb relació als valors obtinguts després de 6 mesos de *detraining*, el grup de tasques funcionals va disminuir menys els seus nivells de força. Els autors ho atribueixen a que les tasques funcionals segurament varen ser mantingudes dins de les AVD en el *detraining*, i els exercicis d'entrenament de força convencional, no.

Amb relació a l'atrofia muscular provocada per una immobilització, Suetta [et al.] (2009) han observat que després d'un període d'immobilització les persones d'edat tenen més afectada la funció motora neuronal mentre que els joves es veuen més afectats a nivell muscular. També les persones grans tenen una resposta més disminuïda que la gent jove en la readaptació als nivells de força previs.

També s'observa que, quan la freqüència d'entrenament de força es redueix de dos a un dia setmanals, les persones grans conserven més fàcilment la força que les joves,

sempre i quan realitzin algun tipus d'activitat física compensatòria (Narici [*et al.*], 1989).

3.2. La força muscular

Presentem a continuació una anàlisi de les diferents manifestacions de la força, les seves característiques i la seva terminologia. La indefinició del concepte de força en alguns dels estudis ens ha dificultat la descripció del marc teòric i d'algunes variables.

3.2.1. *Conceptualització*

Segons Siff i Verjoshansky (2000), força és la capacitat d'un múscul o grup muscular de generar una tensió muscular sota condicions específiques. Aquestes condicions específiques inclouen el treball muscular, la contracció muscular o les diferents modalitats de força.

3.2.2. *Tipus d'acció muscular*

Els músculs presenten la capacitat de contraure's⁴⁰ de diverses formes. Tot i que existeixen diferents teories, nosaltres descriurem la proposada per Zatsiorski (1989) i descrita per Tous (1999).

3.2.2.1. Acció isomètrica⁴¹

L'acció isomètrica o estàtica és aquella en què la magnitud de la tensió del múscul és igual a la resistència externa i la longitud del múscul no varia, tot i que es produeix un moviment intramuscular a causa de l'allargament dels tendons i l'escurçament de les fibres musculars del ventre muscular (Ito [*et al.*], 1998).

3.2.2.2. Acció anisomètrica

L'acció anisomètrica o dinàmica (isotònica) és aquella en què la magnitud de la tensió del múscul no és igual a la resistència externa, la qual cosa provoca que la longitud del

⁴⁰ Alguns autors substitueixen el terme contracció pel terme d'acció o activació muscular.

⁴¹ iso=mateixa; mètrica=mesura.

múscul variï en produir-se una aproximació o separació de les insercions musculars. Pot ser concèntrica o excèntrica.

1. *Concèntrica o miomètrica*⁴² quan la tensió del múscul és més gran que la resistència externa i es produeix un escurçament. La força exercida supera la resistència externa i es produeix un treball positiu.
2. *Excèntrica o pliomètrica*⁴³ quan la tensió que genera el múscul és menor que la resistència externa que s'aplica i el múscul s'allarga. La força exercida és superada per la resistència externa i es produeix un treball negatiu. El seu treball permet assolir valors de força màxima superiors als d'entrenament isomètric i concèntric. Fucci, Fornasari, i Benigni, (2003) exposa que amb una contracció excèntrica el múscul pot augmentar la pròpia força un 30% respecte a la força màxima isomètrica.

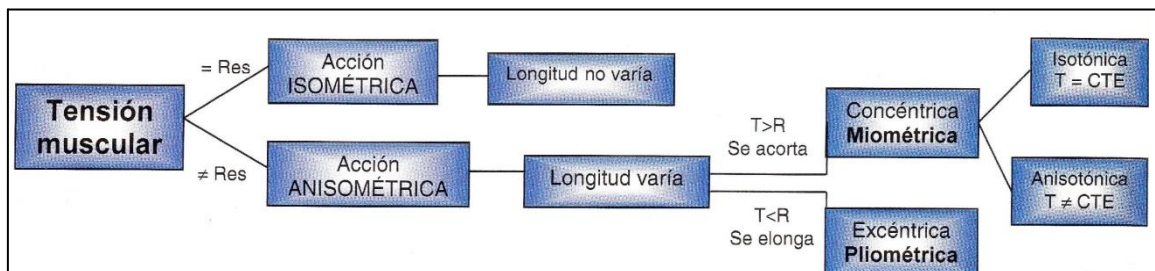


Figura 10. Diferents tipus d'accions musculars en funció de la tensió i longitud.

Proposta de Zatsiorsky (Res: resistència. T: tensió. R: resistència).

Font: Tous (1999: 20)

⁴² mio=menor.

⁴³ plio=major.

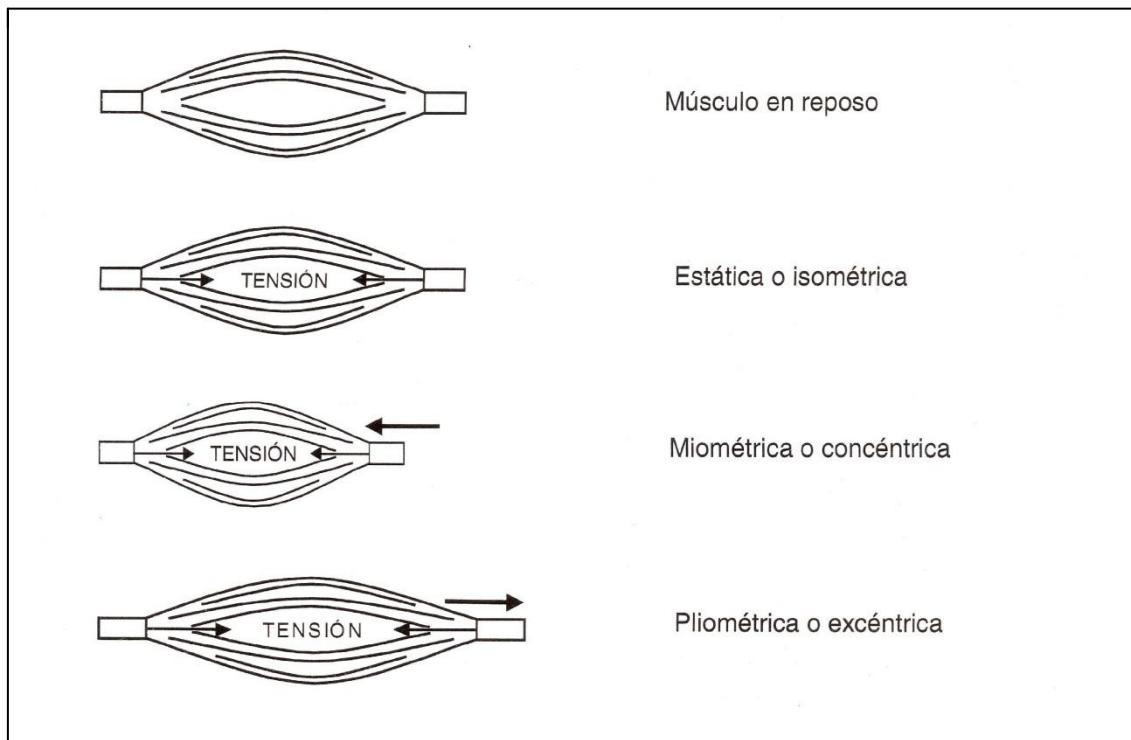


Figura 11. Tipus d'accions musculars o contraccions pel que fa a la variació de la longitud.

Proposta de Knutgen y Komi.

Font: Tous (1999: 20)

3.2.3. Tipus de tensió muscular

La forma en què un múscul genera tensió pot ser diversa. Segons González Badillo i Gorostiaga (1995), tensió és la capacitat dels ponts creuats per a produir força.

Segons Verjoshansky (1986), existeixen diferents tipus de tensió muscular.

1. Tònica:

La tònica és una tensió molt forta, continuada i relativament llarga. La velocitat d'execució és lenta o inexistent. Es dona quan s'ha de vèncer una gran resistència a través d'una acció isomètrica. Es correspon amb la força absoluta.

2. Fàsica:

La fàsica es produeix quan el treball muscular requereix un ús diferenciat i alternat de la força i és dinàmic. Es correspon amb la força resistència.

3. Fàsica-tònica:

La fàsica-tònica produeix un encadenament de les dues tensions anteriors dins d'una acció muscular. Es correspon amb la força resistència.

Quan el component de força disminueix i augmenta la velocitat, les accions musculars són de tipus explosiu i es poden manifestar de tres formes:

1. *Explosiva-tònica:*

És una tensió semblant a la tònica però la resistència a vèncer és inferior. L'acció muscular és concèntrica, però amb un component inicial isomètric. Es correspon amb la força explosiva.

2. *Explosiva-balística:*

És una tensió molt ràpida amb un màxim ús de força per vèncer una petita resistència externa, La fase concèntrica del moviment ve precedida d'un estirament previ. Es correspon amb la força elàstica.

3. *Explosiva-reactiva-balística:*

És una tensió que té les mateixes característiques que l'explosiva balística, però l'estirament previ és curt i tan intens que activa el reflex d'estirament. Es correspon amb la força explosiva i la capacitat de reacció.

Quan el component de velocitat és encara més gran, ens trobem amb dos tipus més de tensió:

1. *Veloç-acíclica:*

- a. Es poden considerar variants de les tensions explosives, però en aquest cas amb càrregues molt lleugeres o sense càrregues addicionals. El múscul es contrau de forma ràpida, variable i atemporal contra petites resistències. Es correspon amb la força veloç.

2. *Veloç-ciclíca:*

- a. És similar a l'acíclica, però l'acció muscular es repeteix de forma rítmica. Es correspon amb la força veloç resistent.

3.2.4. *Manifestacions de la força*

S'anomenen manifestacions de la força les diferents formes d'ús i aplicació de la força. Explicarem a continuació dos tipus de terminologies.

3.2.4.1. Terminologia tradicional

Tradicionalment es parlava de força en funció de la magnitud, de la velocitat d'execució i del temps de manteniment i es dividia en tres tipus de força, la força màxima, la força explosiva i la força resistència (Harre i Lotz, 1988).

1. La *força màxima* és la part de la força absoluta que es pot activar voluntàriament. És l'expressió màxima de força, quan la càrrega es pot desplaçar entre dos i tres vegades (90-100% intensitat). Entre els 17 i els 25 anys és quan es donen les millors condicions per al seu desenvolupament.

Alguns dels principals protocols d'entrenament, els mostrem a la següent taula:

Taula 5. Protocols de treball de força màxima.

AUTOR	CÀRREGA %	SÈRIES	REPETICIONS	PAUSA	VELOCITAT EXECUCIÓ
Anselmi 2007	90 - 110	4 - 6	3 - 1	2 - 3'	Màxima
Weineck 2005	70 - 100	4 - 7	7 - 1	2 - 3'	Mitjana
Bompa 2002	85 - 100	6 - 10	4 - 1	3 - 6'	
González Badillo 1995 i Harre 1988	85 - 100	4 - 8	5 - 1	3 - 5'	Màx. possible
Grosser 1992	75 - 95	5 - 8	5 - 1	1 - 2'	
Bosco 2000	70 - 100	No determinat	No determinat	No determinat	Optima
Zatsiorki 1989	85 - 100	4 - 7	1 - 3	7'	

2. La *força velocitat o força ràpida* és la capacitat que té el sistema neuromuscular de superar càrregues externes amb una gran rapidesa de contracció. La major manifestació de força per unitat de temps.

La força velocitat comporta dos aspectes més de la força:

- Força inicial és la capacitat del sistema neuromuscular de produir tensions relativament altes a l'inici d'una contracció.
- Força explosiva és la capacitat que té el sistema neuromuscular de seguir produint el creixement de la tensió ja induïda.

Alguns dels principals protocols d'entrenament, els mostrem en la següent taula:

Taula 6. Protocols de treball de força velocitat.

AUTOR	CÀRREGA %	SÈRIES	REPETICIONS	PAUSA	VELOCITAT EXECUCIÓ
Platonov 1993	70 - 90		6 - 1	1 --3'	Màxima
Grosser 1992		6 - 10	10 --6	2'	Màxima
Bompa 2002	30 - 50	3 - 6	10 --4	2 - 6'	Màxima
Badillo 1995/ Harre 1988	30 - 70	6 - 10	6 - 10	3 - 5'	Màxima
Bosco 2000	20 - 70	No determinat	No determinat	No determinat	Màxima

3. *La força resistència* és la capacitat d'un múscul d'oposar-se a la fatiga pels exercicis de força repetitius durant un temps més o menys llarg.

Es pot dividir en:

- La força resistència dinàmica, pròpia d'exercicis amb tensions musculars significatives i repetides a velocitat lenta.
- La força resistència estàtica, pròpia d'activitats relacionades amb el manteniment de les tensions màximes o submàximes o amb tensions moderades necessàries per mantenir una postura concreta.

La relació entre la capacitat de resistència i la capacitat de força s'anomena *resistència muscular*.

Alguns dels principals protocols d'entrenament, els mostrem en la següent taula:

Taula 7. Protocols del treball de força resistència.

AUTOR	CÀRREGA %	SÈRIES	REPETICIONS	PAUSA	VELOCITAT EXECUCIÓ
Grosser 1992	20 - 25	4 - 10	Més de 10	1'	
Platonov 1993 i Harre 1988	40 - 60		15 - 20	30''-90''	Competitiva
Bompa 2002	30 - 85	2 - 6	60 - 15	10''-4'	Relativa
Bosco 2000	20 - 70	No determinat	Fins a 50	No determinat	Òptima

Amb relació a la importància que té la força en les accions de la vida quotidiana, la força màxima és determinant en moltes accions esportives o activitats laborals que requereixen un gran esforç físic. Amb relació a la força resistència, està relacionada

amb la capacitat de realitzar un treball muscular de mitjana o llarga durada com estar davant d'un ordinador, planxar, passar l'aspiradora, rentar plats... els quals són treballs que sovint no són percebuts com a exercicis de força de forma conscient (Einsegbach i Wessinghage, 1998). La força explosiva és present en moltes tècniques esportives com els salts, els llançaments, els cops... però també és present en molts gests quotidians relacionats amb la capacitat de reacció, amb un paper important dins les AVD. Així, quan una persona rellisca, la capacitat de reaccionar ràpidament, posar les mans o reequilibrar-se forma part de la velocitat de reacció, molt important per evitar caigudes, un dels síndromes geriàtrics determinants per conservar la qualitat de vida de la gent gran.

3.2.4.2. Terminologia actual

La terminologia que hem descrit és la més utilitzada, però actualment, i sobretot en l'entrenament de força a nivells competitiu, es fa servir una nova terminologia que mostrem a continuació. Aquesta terminologia distingeix les manifestacions de força en funció de les característiques del cicle muscular i les classifica en estàtiques, actives i reactives (Tous, 1999).

1. *Manifestacions estàtiques de la força.*

Dins de les manifestacions estàtiques de la força no hi ha cicle de treball muscular i la velocitat de l'articulació és igual a zero. Es diferencia entre:

- Estàtica màxima, o força isomètrica màxima, que es produeix quan el subjecte realitza una contracció voluntària màxima contra una resistència insalvable.
- Estàtica submàxima, o força isomètrica submàxima, que es produeix quan el subjecte realitza una contracció voluntària submàxima contra una resistència superable.
- En treballar aquestes manifestacions de força, s'han de tenir en compte els següents aspectes:
 - Existeix una força estàtica o isomètrica per a cada angulació de les articulacions, per tant s'han de treballar els diferents angles.

S'ha observat que l'acció d'un entrenament en un angle concret només produeix guanys de força dins dels 15° superiors i inferiors a l'angle treballat. Thepault-Mathieu [*et al.*] (1988) han observat que dins d'aquest tipus d'entrenament, si en realitzar la contracció muscular el múscul es troba en una posició d'allargament, s'obtenen millores més elevades (15°) que quan es troba en posició d'escurçament.

- La massa muscular desenvolupada és menor que la que es produeix amb la força concèntrica. Es produeix menys hipertròfia.
 - Ha d'anar acompanyada d'exercicis de força dinàmica.
 - És útil per a la recuperació de lesions musculars.
- Un desavantatge d'aquest tipus d'entrenament és que la coordinació no és entrenada simultàniament amb la força i la fatiga apareix ràpidament, a causa de l'estímul màxim.

2. Manifestacions actives de la força

Es dona un cicle simple de treball muscular que s'ha produït des d'una posició d'immobilitat total. Correspon a la tensió que és capaç de generar un múscul a través d'una contracció voluntària. Es diferencia entre:

- Estàtica màxima dinàmica: és la que es dona en moure, sense límit de temps, la major càrrega possible en un sol moviment (1 repetició màxima: 1RM) Es pot diferenciar d'una força màxima dinàmica relativa, expressada davant de resistències inferiors a la força màxima dinàmica i que representa un percentatge de la força màxima dinàmica. Aquesta vindrà expressada per un % d'1RM. A mesura que el percentatge sigui menor, es podran realitzar més repeticions d'un mateix exercici.
- Explosiva: és el resultat de la relació entre la força produïda i el temps necessari per produir-la. Ve determinada pel sistema neuromuscular i depèn

de la força màxima dinàmica pel que fa a l'aspecte neural corresponent al reclutament i sincronització de les unitats motores. Es classifica en:

- Força explosiva inicial: capacitat de manifestar la major força possible a l'inici d'una acció muscular.
- Força d'acceleració: capacitat dels músculs de manifestar tensió muscular al més ràpidament possible un cop l'acció muscular ha començat.
- Força explosiva màxima: capacitat d'exercir la major quantitat de força possible en el mínim temps, partint d'una posició d'immobilitat dels segments propulsors.

3. *Manifestacions reactives de la força*

Es produeix un doble cicle de treball muscular. Un cicle estirament-escurçament (CEE). Representa la tensió que és capaç de desenvolupar un múscul per deformació de les seves estructures. Es classifica en:

- Elàstica explosiva (el CEE està al voltant de 240 mseg, Vélez, 1991), en aquesta manifestació entra en joc el component elàstic i té lloc quan la fase excèntrica no es realitza a alta velocitat, com a conseqüència de llargs desplaçaments angulars de les articulacions implicades. Un exemple seria el salt CMJ.
- Reflex-elàstica-explosiva (el CEE està al voltant de 160 mseg, Vélez, 1991), aquesta manifestació té lloc com a conseqüència d'una acció de les extremitats propulsores amb una amplitud limitada de l'allargament previ a l'acció concèntrica muscular i una velocitat d'execució molt elevada. L'estirament previ es produeix d'una forma molt brusca i curta i afegeix un component de facilitació neural, ja que són accions que afavoreixen el reclutament, per estimulació del reflex miotàtic o d'estirament, d'una major quantitat d'unitats motores, fet que permet de desenvolupar una gran tensió en un curt període de temps. Un exemple seria el salt Drop Jump.

En aquesta classificació la *força resistència* s'entén com la capacitat de resistència a aquestes manifestacions. Parlaríem de *resistència a la força* com una derivació específica de la força que un subjecte pot exercir en activitats motores que requereixen una tensió muscular relativament prolongada sense que en disminueixi l'efectivitat (González Badillo i Gorostiaga, 1995).

Després de definir les manifestacions de la força i abans de començar a presentar diferents intervencions, volem concretar la terminologia que utilitzarem en l'estudi i que serà la tradicional perquè és la que utilitzen la majoria d'estudis que hem consultat. És important definir bé aquestes paraules i els seus diferents usos per no provocar confusions.

3.2.5. *Mitjans per a l'entrenament de la força*

Les formes més utilitzades per treballar la força són el pes corporal, els pesos lliures i el treball amb màquines.

3.2.5.1. El pes corporal

El pes corporal com a resistència pot estar augmentat pel pes o contraposició d'un company, o disminuït quan ens recolzem descarregant part del nostre pes a la paret o en un company. També podem utilitzar com a resistències les pujades, baixades i escales de diferent alçada. Amb les superfícies inestables com la sorra es pot treballar la resistència corporal de diferents formes.

3.2.5.2. Els pesos lliures

En general els pesos més utilitzats en gent gran són els pesos de 0,5 a 4Kg, les canelleres i turmelleres i les bandes elàstiques. Aquestes últimes, tot i que és una forma fàcil de treballar, requereixen un control de la intensitat pel caràcter progressiu de la resistència. També és interessant la utilització de «fit balls» sobretot pel treball propioceptiu.

3.2.5.3. Les màquines

1. *Màquines de resistència fixa, variable, inercial, pneumàtiques, hidràuliques, isocinètiques, de càrregues facilitades, etc.*

Actualment les trobem a la sala de fitness de la majoria de gimnasos.

Presenten els següents avantatges:

- Permeten treballar grups concrets.
- Disminueixen el risc de lesions, en ser moviments concrets.
- Son fàcils d'utilitzar i permeten una regulació precisa de la càrrega.
- Poden ser utilitzades com a treball preventiu, de rehabilitació o manteniment.

Com a desavantatges:

- S'allunyen dels gests funcionals.
- Tenen menys implicació dels músculs sinergistes i menys treball propioceptiu.
- Són cares.

De tots aquests mitjans i amb relació a les nostres possibilitats econòmiques i materials, centrarem les resistències que utilitzarem dins del grup exercici físic amb el pes corporal (autocàrrega), petits pesos i bandes elàstiques.

2. *Aparells d'electroestimulació*

El sistema d'electroestimulació s'utilitza des del segle XVIII com a eina de rehabilitació, però no ha estat fins als anys 70 del segle XX, que s'ha utilitzat en atletes com a complement a l'entrenament convencional.

L'estimulació neuromuscular consisteix en l'activació de les fibres musculars com a conseqüència de l'estimulació de les motoneurons que les innerven. És un sistema que, mitjançant la col·locació directa d'elèctrodes a sobre la pell, pretén substituir l'impuls nerviós natural per un de generat per un corrent elèctric, que produeix contraccions estàtiques i involuntàries (Wazny, 1975).

Existeixen nombrosos protocols d'estimulació elèctrica que activen preferentment un tipus o altre d'unitats motores.

La seva utilitat dins del camp de la rehabilitació i la recuperació muscular, així com també el fet de ser un complement dins de l'entrenament de força, han quedat demostrats durant anys (Dellito, 1989; Siff, 1990). De totes maneres, la utilitat com a única mitja d'entrenament de persones sanes és dubtós. Segons alguns estudis, les millores que s'obtenen mitjançant l'electroestimulació són, pel que fa a la força isomètrica, no superiors a les que s'obtidrien amb un entrenament clàssic (Romero [et al.], 1982; Wolf [et al.], 1986). També altres autors han observat que un entrenament dinàmic realitzat simultàniament amb l'electroestimulació pot ser més eficaç que si s'utilitzen els dos mètodes per separat (Willoughby i Simpson, 1998).

3. Màquines d'estimulació vibratòria

Recentment dins la literatura científica s'ha popularitzat un nou mètode d'entrenament per mitjà de vibracions mecàniques, utilitzat des dels anys 60 pels soviètics, que es pot fer servir tant per millorar el rendiment físic en persones sanes, com en rehabilitació. En general, s'aplica a tot el cos, però sobretot en el camp esportiu es pot aplicar de forma més localitzada mitjançant cables vibratoris o barres per a l'estimulació de les extremitats superiors. La seva aplicació a tot el cos s'anomena *vibració de cos sencer* com a traducció del terme anglosaxó *whole body vibration*. El funcionament i aplicació d'aquestes màquines vibratòries a nivell de tot el cos s'analitzarà amb més precisió en l'apartat 3.4.

3.2.6. Paràmetres per elaborar un entrenament de força

Descriurem a continuació diferents formes d'organització i d'avaluació de la força i dels principis més importants pel que fa a l'activitat física de la gent gran.

3.2.6.1. Formes d'organització de l'entrenament de força

Per entrenar la força, s'utilitzen principalment dues formes d'organització, les repeticions i el circuit.

Dins l'entrenament per repeticions es realitzen sèries d'exercicis en un ordre determinat, i abans de passar a un nou exercici s'ha d'haver completat l'anterior i es realitza una pausa més gran (macropausa).

Dins l'entrenament en circuit es realitza un exercici en un temps determinat (també poden ser unes repeticions determinades) i es passa al següent exercici amb una petita pausa (micropausa) de 30 segons-1 minut. Normalment es realitzen entre 5 i 10 exercicis. Es pot repetir tot el circuit després d'haver realitzat una macropausa.

3.2.6.2. Principis i aspectes a tenir en compte en l'entrenament de força en gent gran

L'ACSM (1998b) va fer un informe sobre «the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults».⁴⁴ No obstant això, aquestes recomanacions inicials estaven sobretot enfocades als subjectes desentrenats. El 2002 el mateix ACSM va fer un nou informe on recollia les principals indicacions per progressar en l'entrenament a nivell principiant, intermedi i avançat. Es tracta de l'informe «ACSM Position Stand on Progresión Models in Resistance Training for Healthy Adults» desenvolupat per un grup d'experts. El 2009a el mateix ACSM⁴⁵ el va actualitzar i ampliar, mantenint el mateix títol. A continuació presentem un resum d'alguns dels aspectes més rellevants amb relació amb l'entrenament de força.

⁴⁴ La quantitat i qualitat d'exercici recomanat per desenvolupar i mantenir el fitness cardiorespiratori, muscular i cardiovascular dels adults sans.

⁴⁵ ACSM. «Position stand. Progression models in resistance training for healthy adults». 2009a.

1. *Principi de sobrecàrrega*

Els exercicis utilitzats han de produir un estímul suficient, superior a l'utilitzat dins les activitats regulars de la vida diària, per a produir respostes d'adaptació sense arribar a produir un esgotament.

2. *Principi de progressió (ACSM, 2009a)*

Pel que fa al principi de progressió, les demandes que necessita el cos per millorar en el temps s'assoliran a través dels canvis en algunes d'aquestes variables:

- L'augment de la resistència a vèncer.
- L'augment del nombre de repeticions.
- Variant la velocitat d'execució del moviment.
- Reduint els temps de recuperació.
- L'augment del treball total (producte del nombre de repeticions per la resistència).

Recomanen el treball de sobrecàrrega progressiva, que és l'increment gradual de l'estrès produït sobre l'organisme durant l'entrenament.

3. *Principis d'ordenament dels exercicis*

En una sessió d'exercici físic s'ha de realitzar en primer lloc el treball dels grans grups musculars i, seguint un ordre decreixent, arribar als músculs més petits. La raó és que aquests últims es fatiguen més i podrien impedir el treball dels més grans (Kraemer i Ratamess, 2004). Segons ACSM (2002), l'ordre d'execució dels exercicis, depenent de la grandària dels grups musculars, seria: cames, tronc (pectoral i dorsals), espatlles, tríceps, bíceps, bessons i abdominals.

També recomanen realitzar primer exercicis de diverses articulacions abans dels d'una articulació (Kraemer i Ratamess, 2004).

Si es treballa en una mateixa sessió tot el cos, millor realitzar exercicis de la part superior alternats amb exercicis de la part inferior (relació tren superior-tren

inferior), que no pas utilitzar la relació agonista-antagonista (Kraemer i Ratamess, 2004).

4. *Principi d'especificitat (ACSM, 2009a)*

Pel que fa al principi d'especificitat, recomana introduir dins d'un entrenament general exercicis que inclouen:

- Accions musculars implicades en les activitats diàries de la persona.
- Velocitat del moviment.
- Amplitud del moviment.
- Entrenament per grups musculars.
- Intensitat i volum d'entrenament.

Tots aquests elements han d'estar relacionats amb els gests quotidians i habituals perquè les adaptacions que realitza l'organisme amb relació a l'entrenament estan relacionades amb el gest específic treballat.

5. *Principi de variació*

Pel que fa al principi de variació, com que el cos humà s'adapta ràpidament a un programa d'entrenament, hem de variar els estímuls per evitar l'adaptació o acomodació. Això ho evitarem a través de canvis centrats en el volum, la intensitat, el tipus d'exercici, els mitjans, els mètodes, etc. (ACSM, 2009a).

El volum representa la part quantitativa del treball i la intensitat la part qualitativa, que està relacionada amb el llindar màxim del treball (100%).

6. *Principi de periodització*

Definim periodització com la variació sistemàtica de les diferents variables de l'entrenament de la força per optimitzar el rendiment i la recuperació (Matveyev, 1981). Tot i que en els seus inicis l'utilitzaven els entrenadors d'elit, actualment s'utilitza en els diferents nivells de preparació física, fins i tot en rehabilitació (Fees [et al.], 1998). La periodització de la força són els programes per entrenar la força estructurats en períodes amb l'objectiu d'aconseguir el màxim rendiment. Aquest principi és interessant en gent gran quan es volen fer

entrenaments de força llargs (més d'un any) i evitar l'acomodació i el desgast (ACSM, 2009a).

7. *Impacte del nivell inicial d'entrenament (ACSM, 2002)*

El nivell inicial d'entrenament té importància atès que els subjectes no entrenats responen favorablement a la majoria de protocols d'exercici; en canvi els individus entrenats presenten una progressió més lenta. En concret, en una revisió de la literatura amb relació a l'augment de la força muscular es va observar que els no entrenats augmentaven la força un 40%, els moderadament entrenats un 20%, els entrenats un 10%, i els d'elit un 2%, en períodes d'entrenament que van de 4 setmanes a 2 anys.

3.2.7. *Formes d'avaluar la força muscular en gent gran*

La força és específica del múscul o grup muscular, del tipus d'acció muscular (excèntrica o concèntrica), de la velocitat de la contracció muscular (lenta o ràpida) i de l'angle de l'articulació (acció isomètrica o anisomètrica).

Actualment existeixen diverses formes d'avaluar la força depenent de l'objectiu a assolir i dels mitjans disponibles. Realitzarem un breu repàs dels mètodes que es poden utilitzar per arribar a decidir i justificar els que utilitzarem en aquesta tesi doctoral.

El tipus de proves per mesurar la força més utilitzades són les que mesuren la força isomètrica o estàtica, la força dinàmica, la força isocinètica i la força explosiva o potència, tot i que en persones grans, cada vegada s'utilitzen més les proves de valoració funcional.

1. *La força estàtica o isomètrica màxima* («Isometric strength tests») es pot mesurar amb un dinamòmetre manual, o amb un tensiòmetre de cable (*strain gauge*) on es demana a la persona que realitzi una força voluntària màxima. La valoració d'aquesta força sol ser d'un múscul o grup muscular i, per tant, no és representativa de l'organisme en la seva totalitat. Solen ser moviments no representatius de les activitats de la vida diària. Aquest esforç d'intensitat màxima no és gaire aconsellable d'utilitzar en gent gran.

-
2. *La força màxima dinàmica* (moviment) es pot mesurar amb el test d'aixecar el màxim pes possible una vegada 1RM⁴⁶ («one-repetition maximum»). Les millores o canvis observats es poden examinar a través del pes màxim aixecat (valors absoluts) o del pes màxim aixecat relacionat amb el pes corporal de la persona (valors relatius). El més utilitzat per a l'extremitat superior és el de pectoral «bench press», i el d'extremitats inferiors el d'extensió de genoll «leg extension» i flexió de genoll «leg curl». Aquesta prova, com l'anterior, és massa intensa i arriscada per fer amb gent gran (intensitat màxima).

 3. Per evitar el treball amb màximes intensitats es pot calcular la força màxima a través de diversos tests que treballen a *intensitats submàximes*. Per calcular la força màxima, s'utilitzen equacions de predicció que van de poques (<3) a moltes repeticions (>12). L'objectiu és fer una estimació d'aquesta força màxima aplicant diverses fórmules matemàtiques, com ara la de Brzycki, (1993).
No obstant això, en gent gran o amb patologia és aconsellable utilitzar una prova menys intensa (ACSM, 2006).

 4. Una altra forma molt precisa i segura de valorar la força màxima dinàmica són els *tests isocinètics* que, mitjançant un dinamòmetre isocinètic, avaluen la força generada pel múscul contra una resistència durant tot el recorregut articular a una velocitat constant. D'aquesta manera el múscul pot realitzar el màxim esforç al llarg de tot el recorregut i mesurar de forma contínua les manifestacions de força en tots els angles. Dins de l'aparell hi ha un transductor que permet monitoritzar la força muscular que la persona realitza a cada moment, perquè

⁴⁶ RM és la màxima quantitat de pes que una persona pot aixecar un nombre determinat de vegades en un exercici concret, és a dir «n» però no «n + 1».

envia la informació a un ordinador que calcula la força generada a cada instant i dins de cada angle de moviment. Aquest aparell sí que s'utilitza en molts estudis de força en gent gran (ACSM, 2009b). Un inconvenient d'aquest instrument és l'elevat cost econòmic, i no el tenim al laboratori de biomecànica de la Universitat de Vic.

5. Pel que fa a l'avaluació de la *força explosiva*, un dels mètodes més utilitzats són els salts verticals mesurats a través de la plataforma de força o la plataforma de contactes. La plataforma de forces o dinamomètrica ens donarà informació de la força exercida contra el terra i la de contacte mesura el temps de vol i de contacte. Els moviments de potència muscular són presents en moltes de les activitats de la vida diària i és interessant poder-los avaluar amb tests que no comportin un alt risc ni una gran dificultat de coordinació. Aquests mètode és bastant utilitzat en entrenament esportiu.

Si considerem que la capacitat funcional de les persones grans és molt important per portar una vida independent i realitzar amb èxit les activitats de la vida diària (OMS, 1998), a l'hora d'avaluar la força de les persones grans hauríem de tenir en compte la força des de la perspectiva de la condició física funcional⁴⁷ («Physical Function Tests»). Parlariem d'avaluar la força funcional.

6. Per valorar la *força funcional* de les extremitats inferiors un dels tests més utilitzats és la prova d'aixecar-se i asseure's d'una cadira que està relacionada amb la velocitat de caminar, la capacitat de pujar escales, l'equilibri i el risc de caigudes (Bohannon, 1995; Csuka i McArty, 1985; Tinetti, Speechley i Ginter, 1988). Aquesta prova pot fer-se de tres formes: avaluar el temps que necessita una persona per aixecar-se i asseure's 5 vegades (Csuka i McCarty, 1985), o 10

⁴⁷ Capacitat física per desenvolupar les activitats normals de la vida diària de forma segura, independent i sense excessiu cansament (Rikli i Jones, 2001).

vegades (Guralnick [et al.], 1994), o comptar el nombre de vegades que fa l'exercici durant 30 segons (Rikli i Jones, 2001). També s'utilitzen altres proves com la de pujar escales o la de caminar 4, 6 o 10 metres.

7. Per valorar la *funcionalitat a nivell de tot el cos*, algunes de les bateries més utilitzades en l'avaluació de la capacitat funcional de la gent gran són:
- La «Short Physical Performance Battery» (SPPB o Guralnik Test, 1994) que valora la funcionalitat de les extremitats inferiors i que consta de les següents proves: equilibri; capacitat de mantenir els peus 10 segons en tres posicions concretes; temps utilitzat per caminar 8 metres; temps requerit per aixecar-se i asseure's d'una cadira 5 vegades; l'equilibri monopodal i la longitud recorreguda en 6 minuts.
 - La bateria de Rikli i Jones (2001), anomenada «Senior Fitness Test» (SFT) fou creada per avaluar la funcionalitat general d'una persona gran. Consta de sis proves: «chair sit and reach test» (seure i aixecar-se de la cadira (SIA)), «arm curl» (fer bíceps), «6-minute walk» (caminar durant 6 minuts) o «2 minute step» (caminar al lloc durant 2 minuts), «chair sit-and-reach» (flexibilitat isquiotibial), «8-foot up-and-go» (caminar i seure (UAG)) i el «back scratch test» (flexibilitat d'espatlles) que és una modificació del «test Apley scratch» (Gross, Fetto i Rosen, 2009; Magee, 1992).
 - La bateria «Continuous Scale Physical Functional Performance» (CS-PFP) fou creada per avaluar la capacitat funcional i avalua cinc dimensions: la força a la part superior del cos, la força a la part inferior del cos, la flexibilitat a la part superior del cos, l'equilibri i coordinació i la resistència, a través de diverses proves com posar-se i treure una jaqueta, treure la roba de la rentadora, baixar escales... on s'obté una puntuació per a cadascun dels 5 dominis o una puntuació general de funcionalitat.

3.3. Protocols d'entrenament de força en gent gran

En aquest apartat volem analitzar les intervencions més representatives del treball de força de les EEII en gent gran amb l'objectiu de poder posicionar-nos i decidir quin tipus d'intervenció serà més adequada per al nostre estudi.

Per realitzar un entrenament de força en gent gran s'han de tenir en compte el nivell de salut de la persona, les capacitats físiques inicials i els objectius individuals. Pel que fa al nivell de salut, s'ha de fer especial atenció a respectar les patologies cròniques que tenen la majoria de persones d'edat avançada. Pel que fa a les capacitats físiques inicials, el programa d'entrenament les ha d'avaluar (pre- i post-) i treballar. Pel que fa a l'objectiu, després de l'anàlisi efectuada dels estudis de l'activitat física dins del primer capítol, creiem que la millora de la força muscular de les extremitats inferiors és fonamental per millorar o mantenir la capacitat funcional de la gent gran i és per això que volem que esdevingui l'objectiu principal de la nostra recerca.

Un dels primers estudis científics d'entrenament de força els va dur a terme Delorme (1945), amb l'objectiu de rehabilitar el personal militar. Des d'aquests primers estudis fins els anys 1980 es pensava que l'entrenament de força en gent gran només era beneficiós per les adaptacions neurals però el múscul no es podia hipertrofiar (Porter, 2006).

Anianson [*et al.*], (1980) van ser dels primers en utilitzar les resistències progressives en l'entrenament per guanyar força muscular. Però els autors més representatius d'aquest canvi van ser Frontera [*et al.*] (1988) i Fiaratone [*et al.*] (1990), que varen iniciar investigacions més sofisticades en tècniques d'imatge, amb la participació d'ancians d'edats molt avançades i comprovant que la hipertrofia muscular era possible. A partir d'aquest moment van començar a sorgir molts estudis amb l'objectiu d'investigar la força en gent gran i actualment és considerada una qualitat física indispensable per mantenir la independència física dins la vellesa i, per tant, s'ha d'exercitar.

Malgrat que diversos autors han demostrat que la força muscular de les persones grans augmenta sempre i quan es compleixin uns requisits bàsics de volum i intensitat (Charette [*et al.*], 1991; Evans, 1999; Fiaratone i Evans, 1993; Frontera [*et al.*], 1991;

Häkkinen [*et al.*], 1998a; Häkkinen [*et al.*], 1998b; Macaluso i de Vito, 2004; Pedersen i Saltin, 2006), existeix una manca d'evidència de quina dosi, quina intensitat i quins exercicis concrets comportaran un canvi més efectiu.

Amb relació a la terminologia, malgrat que al principi d'aquest capítol hem fet una descripció i/o definició dels principals conceptes terminològics referents a les manifestacions de la força, els termes utilitzats per la majoria d'estudis en llengua anglesa l'utilitzen de forma diferent. Els definim a continuació primer en anglès i a continuació en català per evitar confusions.

- «Strength: the ability of the muscle to exert force».
- Força: la capacitat d'un múscul per realitzar força.
- «Power: refers to the product of force and velocity (power = force x velocity)».
- Potència: es refereix al producte de la força per la velocitat (potència = força x velocitat).
- «Muscle strength. The amount of strength (expressed in Newton) performed by a muscle (Howley & Franks, 1995). The capacity to perform muscle strength depends on muscle mass and innervations (neuromuscular function)».
- Força muscular: la quantitat de força (Newton) realitzada per un múscul (Howley i Franks, 1995). La capacitat per fer força depèn de la massa muscular i la innervació (funció neuromuscular).
- «Muscle power: muscle's ability to forcefully contract in a very short time».
- Potència muscular: la capacitat del múscul de contraure's ràpidament.
- «Resistance training: training designed tho increase strength».
- Entrenament de força: entrenament dissenyat per augmentar la força amb resistències.
- «Power training: training strength prioritizing the speed».
- Entrenament de potència: entrenament de força on es prioritza la velocitat.

En aquest estudi utilitzarem indistintament els termes força explosiva i potència per referir-nos a un treball de força amb velocitats moderades-altes.

Amb relació als conceptes que s'utilitzen per anomenar les AVD com caminar, pujar escales o asseure's i aixecar-se d'una cadira, farem servir indistintament les paraules AVD, capacitat funcional, rendiment funcional, funcionalitat, mobilitat o activitats quotidianes. Algunes de les paraules que en anglès es refereixen a aquests conceptes són «daily function», «functional capacity», «functional performance» i «mobility».

- «Functional capacity. Reflects an older adult's ability to perform physical activities of daily life with relative ease (Rikli & Jones, 1999)».
- La capacitat funcional. Reflecteix la capacitat d'un adult per realitzar activitats físiques de la vida diària amb relativa facilitat (Rikli i Jones, 1999).
- «Mobility. The ability to move independently and safely from one place to another».
- Mobilitat. La capacitat de moure's de manera independent i segura d'un lloc a un altre.

Analitzem a continuació els estudis més representatius dels últims anys amb relació a l'entrenament de la força a les extremitats inferiors de la gent gran. Tot i que puntualment podem referir-nos a gent fràgil, la majoria d'estudis se centren en gent independent i sedentària o poc activa.

Dins de l'entrenament de força, una de les estratègies més emprades és l'entrenament progressiu de força⁴⁸, que podríem definir com un programa d'entrenament de força en el qual els participants treballen la musculatura amb una força específica per a cada individu i que s'ajusta al llarg del programa (Liu i Latham, 2009). Aquest treball es pot fer a diferents intensitats (alta, moderada o baixa), a diferents freqüències (una sessió o més), i a diferents velocitats amb l'objectiu d'exercitar els diferents tipus de força.

⁴⁸ «Progressive resistance training: PRT».

Però independentment de les manifestacions de força que es vulguin treballar, els estudis en gent gran busquen majoritàriament quatre objectius finals relacionats amb la nostra recerca: millorar la força màxima, millorar la força resistència, millorar la força explosiva i millorar la funcionalitat. La relació directa entre entrenament de força i guany de qualsevol tipus de força és evident (Latham [*et al.*], 2004), però la relació entre el guany de força i la funcionalitat no és tan clara. Recordem, com ja s'ha definit a l'apartat 2.3.4., que considerem la funcionalitat com sinònim d'independència respecte a les necessitats individuals del dia a dia de la gent gran.

En els estudis revisats hem observat molta variabilitat d'objectius i protocols i és difícil classificar-los ordenadament. Per això hem optat per agrupar-los depenent de

- Si l'objectiu principal que es busca en l'entrenament de les manifestacions de la força és la millora de qualsevol tipus de força;
- Si l'objectiu principal que es busca en l'entrenament de les manifestacions de la força és la millora de la funcionalitat.

De totes maneres, les intervencions consultades no tenen un objectiu únic i, per tant, algunes podrien situar-se en qualsevol dels dos grups.

3.3.1. *Estudis d'entrenament de força⁴⁹ i de potència⁵⁰ per millorar les manifestacions de la força muscular⁵¹*

Fa poc més de 25 anys que alguns autors (Aniansson [*et al.*], 1980; Moriatini i DeVries, 1980) van iniciar l'entrenament de força en gent gran amb l'objectiu de disminuir la pèrdua de massa muscular i força (Sayers, 2007). Aquestes primeres investigacions van utilitzar l'enfocament tradicional de l'entrenament de força⁵² on l'objectiu és incrementar la força muscular i la massa muscular per millorar la sarcopènia. Podríem dir que aquests investigadors partien de la hipòtesi que *la gent gran, a pesar de la involució a nivell neuromuscular, podia incrementar la seva força muscular amb un*

⁴⁹ Entrenament de força: «resistance training».

⁵⁰ Potència: «power».

⁵¹ Força muscular: «muscular strength».

⁵² «Tradicional resistance training».

entrenament adequat. L'entrenament de força normalment consistia en intensitats relativament altes, > 60% d'1 RM (Evans, 1999), amb un ritme lent de velocitat (2-4 segons de contracció concèntrica), 8-10 repeticions, 2 o 3 cops per setmana, durant 8-16 setmanes, i que s'han traduït en la majoria d'intervencions en un augment significatiu de força màxima (200%, Barry i Carson, 2004), hipertròfia fibres musculars tipus I (59%, Charette [et al.], 1991), tipus II (66%, De Vos [et al.], 2005), tipus IIa (34%, Hikida [et al.], 2000), tipus IIb (52%, Hikida [et al.], 2000) i altres millores a nivell neuromuscular. En aquests estudis es discutia quins eren el tipus i els protocols d'entrenament més adequats per guanyar força muscular. Alguns dels més representatius són:

Frontera [et al.] (1988). Van portar a terme un entrenament de força en persones grans durant 3 mesos amb l'objectiu d'enfortir la musculatura del genoll. La intensitat dels exercicis va ser del 80% d'1RM. Es varen obtenir guanys diaris del 5%. Al final de la intervenció els augments de força màxima dels extensors van ser del 100% i dels flexors del 200%, acompanyats d'un increment de la secció transversal dels músculs de l'11%. Amb relació al tipus de fibres, les tipus I o lentes varen augmentar un 34% i les tipus II o ràpides un 28%.

Fiaratone [et al.] (1990). Van realitzar un estudi de vuit setmanes d'entrenament de força a alta intensitat en individus de més de 90 anys. L'objectiu principal era investigar el guany de la força i de la velocitat de caminar. El protocol d'entrenament fou treballar durant la primera setmana al 50% d'1RM i a partir de la segona setmana al 80%. Les sessions es realitzaven 3 vegades per setmana i s'efectuaven 3 sèries de 8 repeticions. Els resultats de l'estudi, en què només van participar 9 persones, foren un guany de força al voltant del 174% i de la velocitat de pas en tàndem⁵³ una millora del 48%. La seva conclusió fou que una part de la debilitat muscular atribuïda a l'envelliment pot ser modificada positivament a través de l'exercici.

⁵³ un peu davant de l'altre.

Més endavant, l'any 1994 la Dra. Fiaratone i altres varen realitzar una intervenció en gent gran institucionalitzada amb un nivell de condició física dèbil. L'objectiu era investigar si l'entrenament de força sol, o associat a suplementos nutricionals, era capaç de millorar la força muscular dels extensors de maluc i genoll. Varen participar-hi 100 persones de 72 a 98 anys i els varen dividir en quatre grups. El primer grup va realitzar durant 10 setmanes un entrenament de força que consistia a realitzar 3 sessions setmanals de 3 sèries i 8 repeticions, amb una intensitat del 80% d'1RM dels músculs extensors del maluc i del genoll. El segon grup va realitzar el mateix entrenament, però a la seva dieta habitual s'hi va afegir un suplement nutricional de 360 calories. El tercer grup només va prendre el suplement nutricional i el quart grup fou control. Els resultats obtinguts demostren que la millora més significativa va produir-se dins el grup que va fer exercici físic i suplementos nutricionals, que va millorar la força un 113%, la velocitat de la marxa un 11,8%, la capacitat de pujar escales un 28,4% i la secció transversal del múscul un 2,7%, però seguit molt de prop pel grup que només va realitzar exercici.

Sipila [*et al.*] (1996). Van realitzar un entrenament de força dels extensors de genoll de 18 setmanes i els resultats van ser una millora de la secció transversal del quàdriceps i un major desenvolupament de les fibres tipus I. També van obtenir millores en la contracció isomètrica dels extensors de genoll i una menor quantitat de greix a la musculatura de la cuixa.

Häkkinen [*et al.*] (1998a). Varen analitzar els efectes de 6 mesos d'entrenament de força i potència d'extensors de genoll amb relació als canvis neuromusculars. Hi participaren dos grups de diferent edat, un al voltant dels 40 anys i l'altre al voltant dels 70 anys. Van realitzar 2 sessions setmanals. La força explosiva es va treballar els dos primes mesos amb càrregues del 50-70% d'1RM, 3 o 4 sèries i 10-15 repeticions. El tercer mes s'utilitzaren càrregues de 50-60% i 60-70%, i el quart mes càrregues del 50-60% i 70-80%, i es varen realitzar de 3 a 6 sèries i 8-12 repeticions. Els dos últims mesos varen realitzar 3-6 repeticions al 70-80% i 8-12 repeticions al 50-60%, i varen efectuar entre 4 i 6 sèries. Els resultats obtinguts mostren millores de la força màxima isomètrica, la força dinàmica i la força explosiva. Segons els autors, aquests augments de força podrien ser explicats només en part per l'augment de la secció transversal del múscul o

l'hiperplàsia de fibres musculars, l'altre part del guany s'explicaria per la millora de l'estimulació neural dels músculs agonistes i les reduccions en la coactivació dels músculs antagonistes.

Hunter [*et al.*] (2001). Aquest estudi té el propòsit de comparar els efectes de sis mesos d'entrenament de força d'intensitats altes (80%1RM) amb intensitats variables (80%, 65%, 50% d'1RM), realitzats en 3 sessions setmanals. També hi va participar un grup control. Els resultats demostren guanys de força màxima similars dins dels dos grups experimentals.

Izquierdo (2001). Volia comparar l'efecte de 16 setmanes d'entrenament combinat de força màxima i potència de les extremitats superiors i inferiors, en dos grups de gent al voltant dels 46 i 64 anys. L'entrenament es realitzava dos dies per setmana. Durant les 8 primeres setmanes s'utilitzaren càrregues del 50-70% d'1RM, 3 o 4 sèries de 10-15 repeticions. Les 8 últimes setmanes s'utilitzaren càrregues de 50-60% i 60-70%, 3 o 5 sèries i es varen realitzar 8-12 repeticions. Els resultats obtinguts ens indiquen guanys significatius de la força màxima i potència, tot i que l'augment de força màxima és més gran dins del grup de 46 anys, sobretot durant les vuit primeres setmanes. Pel que fa a l'habilitat de moure ràpidament diferents pesos, les diferències foren mínimes o inexistents. Això pot ser degut al fet que les diferències entre els dos grups d'edat pel que fa als patrons d'activació neural en accions submàximes són mínimes o nul·les. L'estudi suggereix que existeixen diferències entre joves i vells pel que fa a la resposta muscular en funció del tipus de contracció muscular, la complexitat del moviment i les característiques de temps i velocitat.

Newton [*et al.*] (2002). Van comparar els efectes de 10 setmanes d'entrenament de força a les extremitats inferiors en joves i vells. Van arribar a la conclusió que la capacitat de guany de força dels dos grups era similar sempre i quan es realitzés una periodització de l'entrenament de força amb exercicis mixtos de potència i força.

Fielding [*et al.*] (2002). L'objectiu d'aquest estudi fou comparar un entrenament de força a altes velocitats (a) amb un de baixes velocitats (b) per veure quin dels dos mètodes incrementava més la força i la potència. Els participants eren 30 dones fràgils

d'una mitjana de 73 anys. Es van realitzar 3 sessions setmanals durant 16 setmanes, 3 sèries de 8-10 repeticions al 70% d'1RM, de premsa de cames i d'extensió de genolls. La diferència entre els dos entrenaments era la velocitat de contracció concèntrica, d'1 segon a (a) i de dos segons a (b). Els resultats varen mostrar millores similars en els guanys de força i poder dels extensors de genoll.

De Vos [*et al.*] (2005). En aquest estudi hi varen participar 4 grups, que realitzaven un entrenament de força d'intensitats diferents: altes (80%), moderades (50%) i baixes (20%), acompanyats d'un grup control. El seu propòsit era investigar quin tipus d'intensitat comportava una millora més gran de potència, força resistència i força màxima de les cames. Varen realitzar dos entrenaments setmanals amb màquines de resistència (keiser), en els quals feien 5 exercicis, 3 sèries i 8 repeticions durant 12 setmanes. Els resultats obtinguts demostren una millora significativa de la potència del múscul de forma similar en els tres tipus d'intensitat en comparació amb el grup control. Amb relació a la força resistència i màxima, s'observa una relació directa entre dosi (intensitat d'entrenament) / resposta (força muscular), i s'apunta que les altes intensitats (80%) en l'entrenament de força poden ser més eficaçes per millorar simultàniament la força màxima, la potència i la força resistència.

Galvao i Taaffe, (2005). Van realitzar una intervenció en gent gran (32 participants al voltant dels 69 anys), per determinar si la variació del volum (3 sèries enfront d'1 sèrie) en l'entrenament de força, es relacionava amb la força muscular i el rendiment físic en les activitats de la vida diària (SIA), caminar ràpidament 6 metres endavant i enrere, caminar 400 metres i pujar escales). Van realitzar durant 20 setmanes un entrenament de dues sessions setmanals de 7 exercicis de la part superior i inferior del cos i 8RM. Els resultats demostren que tots dos grups obtingueren guanys de força i funcionalitat, però aquests guanys varen ser superiors en el grup de 3 sèries (més volum).

Beneka [*et al.*] (2005). L'objectiu d'aquest estudi va ser investigar quina intensitat, alta (90%), moderada (70%), o baixa (50%), seria més eficaç per millorar el rendiment muscular dels extensors de genoll, acompanyats d'un grup control. Hi varen participar 64 persones amb una mitjana de 68 anys. L'entrenament va tenir una durada de 16

setmanes amb 3 sessions setmanals. Els resultats obtinguts suggereixen que l'entrenament a altes intensitats comporta més guany de força màxima.

DeBeliso [*et al.*] (2005). El propòsit d'aquest estudi va ser determinar si un programa de periodització d'entrenament (PE) de força era superior a un protocol de repeticions fixes (RF) per augmentar la força muscular. Varen participar-hi 60 persones repartides en tres grups, PE, RF i grup control amb una mitjana de 71 anys. L'entrenament consistia en 2 sessions setmanals durant 18 setmanes. El grup RF va realitzar 3 sèries de 9RM. El grup PE va realitzar 2 sèries de 15RM les primeres 6 setmanes, i 3 sèries de 9RM les setmanes 7-12, i finalment 4 sèries de 6RM les últimes 6 setmanes. Els resultats obtinguts demostren millores similars dels dos grups experimentals.

Fatouros [*et al.*] (2005). El propòsit d'aquest estudi va consistir a comparar dues intensitats d'entrenament diferents (alta, 82% 1RM i baixa, 55% 1RM) amb relació al guany de força, potència anaeròbica i mobilitat, i a continuació valorar els efectes del desentrenament. La intervenció va durar 24 setmanes i varen participar-hi 52 ancians. Els tests utilitzats van ser per la força dels extensors, la premsa de cames (1RM), per la potència anaeròbica, prova *Wingate*,⁵⁴ i per la mobilitat, el UAG, pujar escales, SIA i la velocitat de caminar. Els resultats amb relació a la força muscular demostren que, tot i que els dos entrenaments varen comportar guanys de les tres variables observades, s'obtingueren guanys superiors en l'entrenament de força a altes intensitats en les tres variables: força (42-66% versus 63-91%), en l'entrenament de la mobilitat (5-7% versus, 9-14%), i de la potència anaeròbica (10% versus 17-25%). Després d'un període de desentrenament es manteniem millor els nivells de força en les persones que varen fer un entrenament d'alta intensitat excepte en la potència anaeròbica, que va tornar als nivells basals previs a la intervenció en els dos grups d'entrenament.

Harris [*et al.*] (2007). Varen estudiar la influència de diferents intensitats d'entrenament amb relació al guany de força i la seva retenció després d'un període de desentrenament. Hi varen participar tres grups exercici i un grup control. Els grups exercici entrenaven 2

⁵⁴ Cicloergòmetre.

dies a la setmana durant 18 setmanes a una intensitat de 2 X 15RM, 3 X 9RM, i 4 X 6RM. Els resultats obtinguts amb relació al guany de força van ser similars en els tres grups d'exercici. Respecte al desentrenament, com ja s'ha comentat en l'apartat 3.1.4., s'observa que després de 20 setmanes els nivells de força trobats són superiors als inicials (pre-entrenament). Els autors suggereixen que parades fins a 5 mesos en l'entrenament no comportaran la pèrdua total dels guanys de força obtinguts.

Kalapocharakos [*et al.*] (2007). L'objectiu d'aquest estudi fou avaluar els efectes de 10 setmanes d'entrenament de força a intensitats moderades (60% 1RM), i els efectes de 6 setmanes de desentrenament, amb relació a la força dels extensors i flexors de genoll i dels salts SJ i CMJ. Hi varen participar dos grups, un d'experimental i un de control. Els resultats demostren millores significatives del grup experimental en l'extensió de genoll (32%), la flexió de genoll (28%), el salt SJ (39%) i el salt CMJ (31%). Després de 6 setmanes de desentrenament, es varen observar reduccions de tots quatre paràmetres al voltant del 15%.

Peterson [*et al.*] (2010). L'objectiu d'aquesta revisió és comprovar l'efectivitat de l'entrenament de força muscular a diferents intensitats per millorar la pèrdua de força deguda a l'envelliment. S'analitzaren 47 estudis que representen 1.079 participants. Els resultats obtinguts determinen que l'entrenament de força incrementa els nivells de força muscular de la gent gran, especialment si s'utilitzen intensitats altes que comporten guanys de força màxima més grans, al voltant del 29% a la premsa de cames i del 33% a l'extensió del genoll. Els autors suggereixen que es pot considerar una estratègia adequada per prevenir la debilitat muscular associada a l'envelliment.

Dins de la complexitat descriptiva dels estudis analitzats amb relació a les intensitats, durada, avaluació dels resultats i d'altres, podríem destacar:

- Que a pesar de la sarcopènia i de l'edat (més de 90 anys), qualsevol entrenament de força ben planificat i estructurat en gent gran, pot comportar guanys.

- Els guanys de força màxima són més grans si es treballa amb resistències altes. Els guanys de potència són més grans si es treballa amb resistències baixes/moderades i a més velocitat.
- La majoria realitzen una intervenció de dues o tres sessions setmanals i de dues a quatre sèries.
- Destaquem la diferència entre el desentrenament en joves i vells; en els vells els efectes del desentrenament són menors i es mantenen certs nivells de força, a pesar de les parades, després de 6-20 setmanes.
- El guany de força més elevat s'assoleix al voltant de les 8 setmanes.

3.3.2. *Estudis de l'entrenament de les diferents manifestacions de la força per millorar la funcionalitat*

Sens dubte l'entrenament de força en gent gran comporta millores neuromusculars, però últimament algunes investigacions donen més importància a la relació entre l'entrenament de força i guany funcional obtingut, que no pas a la relació entre tipus d'entrenament de força i guany de força. Aquests estudis ens suggereixen que l'enfortiment de la musculatura no equival necessàriament a un augment directe i proporcional del rendiment funcional. Aquesta aparent contradicció pot ser explicada per la relació no lineal entre la força i la funció. Segons Buchner [*et al.*] (1996), la relació entre la força i la funcionalitat no és lineal, sinó curvilínia. L'autor manifesta que per entendre aquesta relació s'han de distingir dos conceptes:

- El llindar funcional
- La transferència positiva de la força cap a la realització de tasques

El llindar funcional per realitzar una tasca es troba en un nivell de força concret. Si la persona sobrepasa aquest nivell de força, no comportarà cap millora en la realització d'aquesta acció concreta. Això suggereix que les persones que posseeixen nivells de força elevats o més propers als requerits per desenvolupar una acció concreta, poden no millorar en l'avaluació de la funció, tot i que els seus nivells de força hagin augmentat. A la següent figura es mostra aquesta relació.

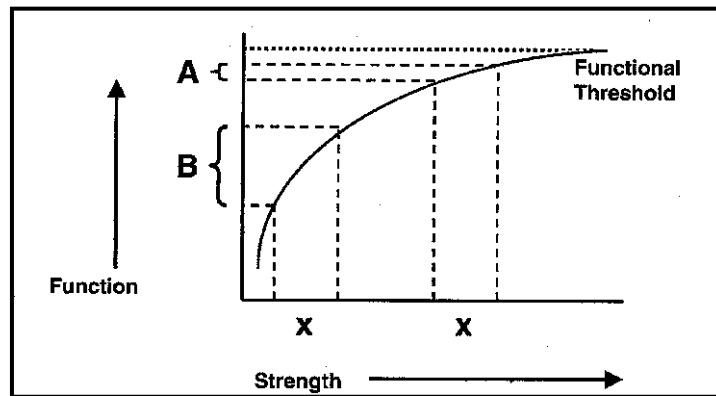


Figura 12: Relació entre el lliar funcional i el nivell de força

A = nivell base de força elevat. B = nivell base de força baix. X = idèntic guany de força

Font: Buchner [et al.] (1996)

Defensant aquest posicionament han sorgit tota una sèrie d'intervencions que prioritzen les millores de funcionalitat a través de l'entrenament de la força explosiva o potència. Per Porter (2006), existeix una relació més forta entre la potència i la funció («power and function») que no pas entre la força i la funció («strength and function»). Per Kraemer i Newton (2000), els canvis més importants pel que fa a la força explosiva o potència s'obtenen a velocitats altes i intensitats baixes. En l'entrenament amb moviments explosius generalment s'apliquen intensitats del 40-50% que permeten treballar a velocitats altes-moderades i comporten un increment de la força, de la potència, de les fibres tipus I i II i de l'activació neural (Häkkinen [et al.], 2000; Häkkinen [et al.], 1998a; Häkkinen [et al.], 2001; Häkkinen [et al.], 1998b; Izquierdo [et al.], 2001; Newton [et al.] 2002). La hipòtesi d'aquests treballs d'investigació en gent gran és *si la potència muscular de les extremitats inferiors pot ser determinant amb relació al rendiment funcional* de moviments com pujar i baixar escales, aixecar-se i seure d'una cadira, agafar un objecte o caminar a diferents ritmes i amb canvis de sentit i direcció.

Alguns dels estudis més representatius són:

Earles, Judge i Gunnarsson (2001). Earles i els seus col·legues varen ser els primers en realitzar un entrenament de potència, per examinar els canvis de fitness i funcionalitat en un grup de gent gran. Van comparar els efectes d'un entrenament de potència a les cames (amb màquines de resistència fixa) amb un entrenament de caminar, i els seus efectes pel que fa a la força dels extensors i funcionalitat (SPPB i 6 «minute walk test»).

L'entrenament de potència va consistir a fer tres sessions setmanals de 45 minuts, amb 3 sèries de 10 repeticions. La velocitat de les repeticions va ser «normal» la primera sèrie i, «el més ràpidament possible» les altres dues. El grup de caminar va fer-ho 30 minuts sis dies a la setmana. Els resultats pel que fa a la potència van ser d'una millora significativa del 22% el grup de potència i el grup de caminar no va experimentar millores. Pel que fa a la força de les cames, va millorar significativament un 22% en el grup potència i un 12% no significatiu en el grup de caminar. Pel que fa a les mesures funcionals, es varen obtenir millores però no significatives. La bona forma física dels participants podria ser un motiu que ho justificués.

Cavani [*et al.*] (2002). El propòsit d'aquest estudi va consistir a determinar els efectes de 6 setmanes d'entrenament de flexibilitat i de força (màquines de resistència fixa) a intensitat moderada, i avaluar els possibles efectes en la funcionalitat (bateria de Rikli i Jones). Hi varen participar 22 ancians al grup entrenament i 15 ancians al grup control, de 69 anys de mitjana. L'entrenament va consistir a realitzar 3 sessions setmanals de 45 minuts, de 3 exercicis de les EEII, 1 sèrie i 12-15 repeticions. Els resultats demostren millores significatives en cinc de les sis proves de funcionalitat. La prova de caminar 6 minuts no va obtenir millores.

Vincent [*et al.*] (2002). L'objectiu d'aquesta investigació va ser examinar l'efecte de sis mesos d'entrenament de força (màquines de resistència fixa) a intensitat baixa (b) (50% d'1RM i 13 repeticions) i a intensitat alta (a) (80% d'1RM i 8 repeticions), efectuant 3 sessions setmanals, i 1 sèrie, amb relació a la força dels extensors de genoll i la capacitat de pujar escales. La força de les cames es va avaluar amb la premsa de cames i la de pujar escales amb la capacitat de pujar un tram d'escales⁵⁵ al més ràpidament possible. Hi varen participar tres grups, dos d'experimentals i un de control. Els resultats obtinguts demostren millores significatives de la premsa de cames del 79,2% el grup (b), del 105,0% el grup (a) i millores significatives al test de pujar escales. Les millores

⁵⁵ 23 graons: 14 de pujada, mitja volta i 9 de baixada.

obtingudes són similars en l'entrenament de resistències altes i baixes. Destaquem, però, la utilització de només una sèrie.

Miszko [et al.] (2003). L'objectiu del seu estudi va residir a determinar si l'entrenament de potència (amb màquines de resistència fixa) era més eficaç que l'entrenament de força (amb màquines de resistència acomodada) per millorar la funcionalitat (SPPB) de la gent gran. L'entrenament de potència va consistir en tres sèries de 6-8 repeticions al 40%, realitzant el més ràpidament possible la fase concèntrica (1 segon) i la fase excèntrica de 2 segons. A l'entrenament de força va treballar al 50-70%, amb una durada de 4 segons de l'acció concèntrica. Es van mesurar la funcionalitat, la força i la potència anaeròbica. Després de 16 setmanes de treball amb tres sessions setmanals, els autors van arribar a la conclusió que era més eficaç l'entrenament de potència que el de força per millorar la funcionalitat. Amb relació a la força, els millors resultats els va obtenir el grup d'entrenament de força. Pel que fa a la potència anaeròbica, no es varen observar diferències.

Hruda, Hicks i McCartney (2003). El propòsit d'aquest estudi va consistir a determinar la influència de l'entrenament de força explosiva (propí pes i bandes elàstiques) i la millora de la funcionalitat en ancians de més de 75 anys. Van realitzar un entrenament de les extremitats inferiors, tres vegades per setmana durant 10 setmanes. Es varen observar augments significatius de la potència excèntrica (44%) i concèntrica (60%) dels flexoextensors del genoll, i també a les proves funcionals UAG 31%, SIA 66%, i caminar sis metres 33%.

Sayers [et al.] (2003). Van realitzar un estudi en dones fràgils en què l'objectiu era comparar els efectes d'un entrenament de força amb velocitats altes i baixes, utilitzant les mateixes resistències (70% i màquines de resistència fixa), amb relació als canvis de força i funcionalitat. L'entrenament dels extensors de genoll va durar 16 setmanes amb tres sessions setmanals. Es va avaluar la potència i la funcionalitat mitjançant l'equilibri dinàmic, pujar escales, SIA i la velocitat de la marxa. Els resultats indiquen millores similars en les proves de funcionalitat dins dels dos grups experimentals i millores superiors de potència en el grup de velocitats altes.

Bean [et al.] (2004). Van realitzar un estudi de 12 setmanes d'entrenament de dos tipus: força i potència de les cames per avaluar-ne la influència en el rendiment físic (SPPB) en una població de gent gran i de mobilitat limitada. L'entrenament de potència (armilla amb pes) va consistir en realitzar 4 exercicis, 3 sèries i 10 repeticions (1-2 minuts de descans entre sèrie). L'exercici concèntric es demanava «el més ràpidament possible». El tipus d'exercici es basava en gests funcionals. Els resultats demostren que amb relació a les proves funcionals, els resultats obtinguts amb l'entrenament de la potència són millors.

Seynnes [et al.] 2004. El propòsit d'aquest estudi era avaluar l'eficàcia de dues intensitats (alta i baixa) d'entrenament de força (turmelleres), enfront d'un grup control, amb relació a la força dels extensors de genoll i la funcionalitat. Hi varen participar 22 ancians fràgils d'una mitjana d'edat de 82 anys. Les intensitats del grup alt eren del 80% d'1RM i del grup baix del 40% d'1RM, i tots dos grups varen realitzar 3 sèries de 8 repeticions, 3 vegades per setmana durant 10 setmanes. S'obtingueren millores significatives dels dos grups experimentals de força màxima, força resistència, pujar escales i SIA. La prova funcional de caminar 6 minuts només va millorar significativament dins del grup alt. Els resultats demostren que l'entrenament a intensitats altes en persones fràgils comporta més millores que l'entrenament amb resistències baixes, tant de força com funcionalitat.

Cuoco [et al.] (2004). En un estudi amb persones fràgils es va avaluar la influència de diferents resistències (40% i 70% d'1RM) en l'entrenament de força (amb màquines de resistència fixa) i la seva relació amb la potència muscular i el desenvolupament de tasques funcionals (caminar a certa velocitat, SIA i pujar escales). Els resultats indiquen que, tot i que després de la intervenció van millorar els tres paràmetres funcionals en els dos tipus d'entrenament, a la prova de la velocitat de caminar varen obtenir millors resultats en l'entrenament del 40% d'1RM, i a les proves de SIA i les escales, els millors resultats varen produir-se en l'entrenament del 70%. Els autors destaquen que, atesa la importància de caminar per la independència funcional de les persones grans, s'hauria de recomanar treballar al voltant del 40% d'1RM i a velocitats altes.

Henwood i Taaffe (2005). Volien investigar els efectes a curt termini de l'entrenament de força a velocitats altes. Hi varen participar un grup exercici i un grup control. Van realitzar un entrenament de 8 setmanes amb 7 exercicis, 2 sessions setmanals de 3 sèries i 8 repeticions al 35%, 55% i 75% d'1RM. Van arribar a la conclusió que l'entrenament de força progressiu que incorpora una velocitat alta pot augmentar significativament la força muscular, la potència i el rendiment físic, allargant la independència funcional i millorant la qualitat de vida de les persones grans.

Kalapotharakos [*et al.*] (2005a). El propòsit d'aquest estudi era determinar els efectes d'un entrenament de força al 80% d'1RM, 3 dies a la setmana durant 12 setmanes amb relació a la força, el salt vertical i la funcionalitat (SIA) en dones inactives. L'entrenament va consistir en realitzar 2 exercicis (amb màquines de resistència fixa), 3 sèries de 12 repeticions les primeres 6 setmanes, i 3 sèries de 20 repeticions les últimes 6 setmanes. Després del període d'entrenament va millorar significativament ($p < 0,001$) la força màxima de l'extremitat inferior 68,9%, del salt SJ 24,5%, del salt CMJ 21,7% i un 13% la funcionalitat.

Kalapotharakos [*et al.*] (2005b). L'objectiu d'aquest estudi era determinar l'efecte de 12 setmanes d'entrenament de força d'intensitat alta (80% 1RM) i intensitat moderada (60% 1RM), amb relació al rendiment funcional en persones grans inactives. Hi varen participar dos grups experimentals, que entrenaren 3 sessions setmanals, i un grup control. L'entrenament va consistir en realitzar 2 exercicis (amb màquines de resistència fixa), 3 sèries de 12 repeticions les primeres 6 setmanes, i 3 sèries de 20 repeticions les últimes 6 setmanes. Es va avaluar la força màxima de les extremitats inferiors i quatre proves de funcionalitat (la velocitat de caminar 6 metres, SIA, pujar escales i «chair sit and reach test»). Els resultats obtinguts demostren diferències significatives en els guanys de força dels dos grups experimentals amb relació al grup control i del grup d'intensitat alta amb relació al d'intensitat moderada. Les proves de funcionalitat varen obtenir guanys similars en els dos grups experimentals i significatives amb relació al grup control.

Capodaglio [*et al.*] (2007). Van estudiar els efectes de l'entrenament de força amb relació a la millora de la força explosiva dels extensors de genoll i flexors plantars de

turmell, la capacitat funcional (SIA, caminar 6 minuts, UPG, recolzament monopodal i pujar escales) i l'estil de vida. Varen participar 38 ancians d'uns 76 anys. Es va dur a terme una intervenció durant un any i l'entrenament consistia en tres sessions setmanals, dues de dirigides (amb màquines de resistència fixa) realitzades al 60% d'1RM, i una realitzada a casa amb cintes elàstiques. L'entrenament dirigit inicialment utilitzava una intensitat del 40% que va augmentar fins el 60% el primer mes, i es va mantenir al 60% fins al final de la intervenció. Es realitzaven 2 exercicis de les EEII, 1 sèrie i 12 repeticions. L'exercici es realitzava en 2 segons el treball concèntric i 3 segons l'excèntric. S'observaren guanys significatius de la potència i de la capacitat funcional, els quals eren més grans en dones que en homes.

Sayers (2007). Va elaborar un entrenament de força amb intensitats altes i baixes per comparar els efectes amb relació al guany de força i la funcionalitat. Varen participar-hi 38 ancians: 13 al 80% d'1RM (a = alt), 13 al 40% d'1RM (b = baixes) i 12 al grup control, i es van efectuar tres sessions setmanals durant 12 setmanes. El primer grup (a) va realitzar 3 sèries de 8-10 repeticions lentes, (2 o més segons el concèntric, 1 segon de parada i 2 o més segons la excèntrica). El segon grup (b) va realitzar 3 sèries de 12-14 repeticions ràpides (1 segon la fase concèntrica, 1 segon de parada i 2 o més segons l'excèntrica). Els resultats obtinguts amb relació als guanys de força van ser superiors en el grup d'intensitats altes (21% alt i 14% baix). Pel que fa a les millores funcionals, es mostren petites millores però no significatives. El que sí és significatiu és el grau d'esforç percebut, menor en les resistències baixes, la qual cosa podria afavorir l'adherència a aquests tipus de programes.

Bottaro [*et al.*] (2007). Van investigar l'efecte d'un treball de força (amb màquines de resistència fixa) a velocitats baixes⁵⁶ (3 sèries, 8-10 repeticions amb 2-3 contraccions al 80% d'1RM a velocitat baixa) i un de força a velocitats altes⁵⁷ (3 sèries, 8-10 repeticions al 60% d'1RM a la màxima velocitat) amb relació a la força i la funcionalitat (test de Rikli i Jones). Tots dos grups van realitzar dues sessions setmanals durant 12 setmanes.

⁵⁶ «Tradicional resistance training».

⁵⁷ «Power training».

Tot i que no va donar-se una diferència significativa de la força màxima entre els dos grups, sí que va millorar més pel que fa a la potència muscular i funcionalitat, el grup de força a velocitats altes (potència).

Henwood, Riek i Taaffe (2008a). Va avaluar l'efecte de dos tipus d'entrenament (velocitats baixes i altes) en gent gran pel que fa a la força muscular, potència i rendiment funcional (pujar escales, SIA, caminar ràpidament 6 metres, caminar 400m). La durada de la intervenció va ser de 24 setmanes amb 2 sessions setmanals d'una hora de durada. Un programa de força constant (FC) i un altre de velocitat alta i força variable (FV). El protocol utilitzat en l'entrenament de FC era de tres sèries de vuit repeticions al 75% d'1RM, i la velocitat de moviment de 3 segons. El protocol de FV era del 40-60% i 50-75% d'1RM a la màxima velocitat. Concretament es demanava als participants que a la fase concèntrica es realitzés al més ràpidament possible i l'excèntrica d'una forma més lenta i controlada (3 segons). En comparació al grup FC, varen realitzar aproximadament un 20% menys de treball per exercici. Per assegurar que el programa fos progressiu per als dos grups, la resistència s'incrementava cada vegada que el nombre de repeticions era de més de 8 en l'última sèrie. Concretament si el participant podia fer 10 o 11 repeticions, s'incrementava un 5% i si en podia fer més de 12, s'incrementava un 10%. Aquests ajustaments es realitzaven al final de cada setmana. Al final de la intervenció s'obtingueren guanys similars de força i potència en els dos grups, però el grup FV va obtenir guanys similars amb menys treball a cada sessió. No s'observaren canvis significatius en el rendiment funcional.

Revisions:

Latham [*et al.*] (2004) varen realitzar una metanàlisi del guany de força utilitzant l'entrenament de resistències progressives, mitjançant el qual les persones realitzaven exercicis musculars amb una resistència que s'anava incrementant a mesura que l'individu guanyava força, i van relacionar-ho amb els possibles guanys d'independència funcional de la gent gran. Dels 186 assaigs consultats, només 62 complien els requisits necessaris per a ser avaluats. 35 d'aquests estudis avaluaven gent independent i 27 gent fràgil. Van observar efectes significatius de guany de força en persones independents i petites millores en la realització de les AVD, però no està clar

aquest increment en persones grans amb limitacions funcionals i per això suggereixen que seria interessant combinar l'entrenament de força amb exercicis d'equilibri. Els autors també destaquen que l'augment de força més important es produeix en les primeres 12 setmanes. La majoria d'intervencions es realitzaven de dos a tres dies per setmana i existia molta variabilitat amb relació als exercicis i durada de la intervenció.

En una revisió dels programes d'entrenament de força progressiva realitzats per Liu i Latham (2009), que inclou 121 estudis aleatoritzats i la participació de 6.700 ancians, varen observar que els entrenaments tenien una freqüència de 2-3 dies setmanals i que s'observaven millores de funcionalitat, sobretot amb relació a la velocitat de la marxa i l'aixecar-se d'una cadira, i un gran efecte positiu amb relació a la força muscular. Respecte als efectes adversos, van comprovar que eren pocs, quasi tots dolors musculoesquelètics i pràcticament mai es donaven efectes adversos greus.

En una metanàlisi de 29 intervencions i amb un volum de 1.313 persones de més de 65 anys, amb l'objectiu de determinar la relació dosi-resposta de l'entrenament de força amb relació a la funcionalitat, es va observar que la força màxima obté els millors guanys amb intensitats altes, però la realització d'activitats funcionals milloren especialment amb un entrenament de potència (Steib, Schoene i Pfeifer, 2010).

Presentem a continuació una taula dels estudis més representatius que comparen treball de potència i/o de força i la seva relació amb els canvis de força, potència i funcionalitat.

Estudi	Gènere Participants Edat Assistència	Tipus Entrenament Participants	Dies Setmanes	Càrrega	Sèries i Repeticions	Canvis Força (%)	Canvis Potència (%)	Canvis AVD (%)	Avaluació
Bean (2004) Aleatoritzat	Dones N=21 Edat 77 SR 90%	11 Potència 10 Força	3 dies 12 set	>2% pes cos Pes del cos	3 x 10 3 x 10	No No	+12-36* +4-14	+16-44* +9-29*	1RM peak power SPPB
Bottaro (2007) Aleatoritzat	Homes N=20 Edat 66 SR No	11 Potència 9 Força	2 dies 12 set	60% 1RM 60% 1RM	3 x 8-10 3 x 8-10	+27-28* +25-27*	+31-37* +7-13*	+15-43* +1-6	1RM peak power Arm curl, chair stand, 8-ft up and go
Capodaglio (2007) No Aleatoritzat	Homes i dones N=38 Edat 77 SR 65%	23 potència 12 D i 11 H 15 Control 7 D i 8 H	2 dies 1 any	40-60% 1RM Gomes elàstiques	1 x 12	+12D + 4H -2D -5H	+22D× + 4H× -9D× -8H×	+28D× +20H× -8D× -7H× Chair rise	1RM, peak power Chair rise, stair climbing, 6min of walking, Get up and go
Earles (2001) Aleatoritzat	Homes i dones N=40 Edat 77 SR 90%	18 Potència 22 Caminar	3 dies 12 set 6 dies/ 12 set	4-12% pes cos i >50% 1RM Pes del cos	3 x 10 30 minuts	+22* +12	+22-150* - 9	+ 10 - 10	1RM peak power SPPB 6-minute walk
Henwood (2008a) Aleatoritzat	Homes i dones N=53 Edat 70 SR No	19 Potència 19 Força 15 Control	2 dies 24 set	45-75% 1RM 75% 1RM	3 x 8 3 x 8	+51* +48* +1	+51* +34* -3	+4-13* +4-11 -6 a +3	1RM peak power 6-m walk, chair rise, stair climbing
Henwood i Taflae (2005) Aleatoritzat	Homes i dones N=25 Edat 71 SR No	15 Potència 10 Control	2 dies 8 set	35-75% 1RM	3 x 8	+30-43* +5-8	+17-30* +2	+7-10* -9 a -3	1RM peak power 6-m walk, chair rise, stair climbing

Estudi	Gènere Participants Edat Assistència	Tipus Entrenament Participants	Dies Setmanes	Càrrega	Sèries i repeticions	Canvis Força (%)	Canvis Potència (%)	Canvis AVD (%)	Avaluació
Henwood Taflae (2006) Aleatoritzat	Homes dones N=83 Edat 70 SR No	i 23 Potència 23 Força 15 Mixta 22 Control	2 dies 8 set	45-75% 1RM 75% 1RM 45-75% 1RM	3 x 8-10 3 x 8 3 x 8-10	+22* +22* +26* -2	+8 +4 +2 -2	+3-12* +1-20* +3-16* -5 a + 8	1RM peak power 6-m walk, chair rise, stair climbing
Henwood (2008b) Aleatoritzat	Homes dones N=27 Edat 70 SR No	i 15 Potència 12 Força	2 dies 12 set	45-75% 1RM 75% 1RM	3 x 8 3 x 8	+21* +21*	+26* +25*	+0-8 -9 a +10	1RM peak power Bateria proves funcionals
Hruda (2003) Aleatoritzat	Homes dones n=25 Fràgils Edat 85 SR 71%	i 18 Potència 7 Control	3 dies 10 set	Propi pes Bandes elàstiques	>1 x 4-8	+25* -18	+60* -4	+31-66* -3 a +1	1RM peak power Get up and go, 30-s chair stand test, 6-m walk timed test
Kalapocharakos (2005) Aleatoritzat	Homes dones N=35 Edat 65 SR 98%	i 12 Potència 12 Força 11 Control	3 dies 12 set	60% 1RM 80% 1RM	3 x 15 3 x 8	45* 77* 0	No No No	31* 29* 0 Chair rise	1RM Chair rise, stair climbing, 6min of walking
Marsh (2009) Aleatoritzat	Homes dones N=36 Fràgils Edat 75 SR 74% P SR 68% F	i 12 Potència 11 Força 13 Control	3 dies 12 set	70% 1RM 70% 1RM	3 x 8-10 3 x 8-10	+20-22* +19-25* +2-9	+34-41* +19-22* -1 a +14	+27* +5 +2	1RM, Peak power SPPB

Estudi	Gènere Participants Edat Assistència	Tipus Entrenament Participants	Dies Setmanes	Càrrega	Sèries i repeticions	Canvis Força (%)	Canvis Potència(%)	Canvis AVD (%)	Avaluació
Misko (2003) Aleatoritzat	Homes i dones N=39 Edat 72 SR No	11 Potència 13 Força 15 Control	3 dies 16 set	40% 1RM 50-80% 1RM	3 x 6-8 3 x 6-8	+ 13-16* +14-23* -1 a +5	+8 +12 -6	+21* 0 0	1RM, anaerobic power ADL
Sayers (2003) No Aleatoritzat	Dones N=30 Fràgils Edat 73 SR No	15 Potència 15 Força	3 dies 16 set	70% 1RM 70% 1RM	3 x 8 3 x 8	NO NO	+97%* +45%*	0-13* 0-10*	Stair-climb time, chair-rise time, gait velocity, dynamic balance
Seynnes (2004) Aleatoritzat	Homes i dones Fràgils N=22 Edat 82 SR 99%	6 Potència 8 Força 8 Control	3 dies 10 set	40% 1RM 80% 1RM	3 x 8 3 x 8	+37* +57* 0	+11* +19* -13	+8-23* +27-28* -5 a +3	1RM, muscle endurance Chair rise, stair climbing, 6min of walking
Vincent (2002) Aleatoritzat	Homes i dones N=84 Edat 67 Exclusos els que no completen el 85%	24 Potència 22 Força 16 Control	3 dies 24 set	50% 1RM 80% 1RM	1 x 13 1 x 8	79* 105* -5	+ 4- 18* +3- 27* -3-13	+ 7.5* + 5.5* + 0.5	1RM, Stair climbing, muscle endurance

Taula 8. Protocols de treball i canvis obtinguts amb relació a la força, potència i funcionalitat.

H: homes. **D:** dones. **N:** nombre de participants. **Fre.:** freqüència setmanal. **Set.:** setmanes. **P:** potència. **F:** força. **Mixta:** entrenament de potència i força. **1 RM:** una repetició màxima. **SR:** sessions realitzades. **No:** no avaluat *****: millora significativa pre-post ($p < 0.05$) **×**: millora significativa pre-post ($p < 0.001$).

3.3.3. Risc de lesions en l'entrenament de força

En general l'entrenament de força en gent gran ha potenciat el treball de força lent i controlat per evitar el risc de lesions, sobretot musculoesquelètiques. Aquest patró de moviment és contrari als protocols del treball de potència, almenys des del punt de vista de la velocitat de moviment.

Segons una revisió dels entrenaments de força de Latham [*et al.*] (2004), la majoria de lesions associades a un entrenament de força són musculoesquelètics i no cardiovasculars. Els autors observen que molts estudis no parlen dels efectes adversos, excepte Earles, Judge i Gunnarsson (2001), que van observar una hèrnia discal i dolor d'esquena; De Vos [*et al.*] (2005), que van observar una hèrnia inguinal i tendinitis; i De Vos [*et al.*] (2005), Fielding [*et al.*] (2002) i Henwood i Taaffe (2005) van manifestar un augment dels dolors osteoarticulars, que els ancians tenien prèviament.

De Vos [*et al.*] (2005) van realitzar una avaluació sistemàtica i setmanal dels efectes adversos, observant que la majoria de problemes, un 80%, es donaven durant la realització dels tests avaluadors, i el 20% restant, durant les últimes setmanes d'entrenament, quan s'utilitzaven les resistències més elevades (80% d'1 RM). D'aquest estudi se'n desprèn que una menor càrrega d'entrenament, que és la que s'utilitza en l'entrenament de potència, podria reduir el risc de lesions.

3.4. L'entrenament mitjançant vibracions mecàniques

Les plataformes vibratòries poden ser un mitjà alternatiu a l'entrenament progressiu amb resistències, descrit al capítol anterior, per millorar el sistema neuromuscular de les persones grans.

L'objectiu d'aquest capítol és revisar els documents de vibracions relatius a la força de les EEII amb gent gran per, posteriorment, poder justificar i dissenyar el protocol del programa de vibracions que utilitzarem.

3.4.1. Història

Ja fa uns quants anys que s'estudien els efectes que tenen les vibracions damunt l'organisme. En un principi s'avaluaven aquests efectes respecte a les patologies produïdes per l'exposició prolongada de tipus ocupacional. A finals del segle XIX les vibracions de cos sencer van ser utilitzades pel doctor John Harvey Kellogg, que dirigia una clínica que utilitzava mètodes holítics⁵⁸ i on emprava les vibracions mecàniques per tractar els pacients conjuntament amb l'exercici físic i la nutrició.

La primera descripció del funcionament del mètode d'estimulació neuromuscular rítmica (tècnica en la qual es basen les plataformes vibratòries) va ser feta el 1960, quan el professor W. Biermann, de l'Alemanya Oriental, el va utilitzar com a mètode per millorar les condicions de les articulacions.

Amb la construcció del mur de Berlín l'any 1961, aquests coneixements van passar a la Unió Soviètica. Fou un rus anomenat Nazarov qui va demostrar científicament els efectes de les vibracions sobre el cos. Nazarov i Spivak (1985) van ser els primers d'aplicar la vibració com una modalitat d'entrenament per als atletes. Nazarov fou entrenador d'atletes d'elit a la Unió Soviètica i va assolir resultats significatius pel que fa a l'augment de la força explosiva, flexibilitat i capacitat de recuperació. També va col·laborar l'any 1970 amb el científic Issurin en un mètode de vibracions mecàniques

⁵⁸ L'enfocament holístic a un pacient es dona quan es tenen en consideració en l'elecció del tractament l'estil de vida de l'individu, el seu funcionament social i les seves característiques psicològiques.

per evitar els efectes negatius que es produïen en l'organisme per culpa de la falta de gravetat a l'espai (Cardinale i Bosco, 2003).

Cap a finals dels anys 90 es va començar a utilitzar a Alemanya, Itàlia, Noruega, Estats Units i Espanya, primer com a mètode d'entrenament d'esportistes i, posteriorment, com a mètode d'entrenament per a tot tipus de població. Els primers foren dispositius que permetien transmetre les vibracions mecàniques a diferents parts del cos, al tendó, o a algun segment corporal i, més endavant, els dispositius transmetien la vibració a tot el cos. Aquest últim mètode, que transmet les vibracions a tot el cos, és el més utilitzat i s'anomena vibració de cos sense (VCS) o «Whole Body Vibration» (WBV) o «vibración de cuerpo entero» (VCE).

3.4.2. *Definició*

L'estimulació vibratòria és un mètode basat en la transferència de vibracions mecàniques al sistema musculotendinos: el practicant realitza exercici físic estàtic o dinàmic sobre la plataforma, per assolir millores en el rendiment esportiu i rehabilitació. Amb l'aplicació de la vibració, el teixit muscular es veu sotmès a una modificació de la seva longitud en un curt període de temps i així s'afavoreix l'aparició de reflexos neuromusculars. Entre aquests, el més rellevant és el reflex tònic vibratori, que provoca l'estimulació muscular per via reflexa. La realització d'un entrenament amb vibracions comporta uns efectes aguts d'augment de l'activitat electromiogràfica i de les respostes hormonals i, a llarg termini, canvis estructurals de músculs, tendons i ossos (Da Silva, Vaamonde i Padullés, 2006).

3.4.3. *Variables extrínseques i variables intrínseques*

Segons Tous i Moras (2004), les variables que poden afectar els moviments vibratoris es poden dividir en dues categories: variables extrínseques i variables intrínseques. Depenent de com s'utilitzin dins l'entrenament de vibracions, s'obtidran diferents efectes i repercussions.

3.4.3.1. Variables extrínseques

La vibració produïda per les plataformes és una oscil·lació mecànica que pot ser definida mitjançant cinc variables extrínseques d'oscil·lació o vibració: l'amplitud, la freqüència, la magnitud o acceleració del moviment, el temps de treball i descans i la direcció de les vibracions. Aquestes variables són independents del cos humà.

1. *L'amplitud de vibració* es defineix com la distància existent entre els extrems del moviment (desplaçament). S'expressa en mil·límetres (mm). Les amplituds més utilitzades es troben entre els 2 i 10 mm, tot i que el valor més utilitzat és el de 4mm (Tous i Moras, 2004; Marín [*et al.*], 2009).
2. La *freqüència* es defineix com el nombre de cicles per unitat de temps i generalment s'expressa en hertzs (Hz) o cicles per segon. Amb relació a les freqüències més utilitzades, en una revisió Luo, McNamara i Moran (2005) destaquen els valors entre 25 i 40 Hz com els més emprats. Segons Tous i Moras (2004), les freqüències més utilitzades oscil·len entre 23 i 44 Hz. Rubin [*et al.*] (2003) exposen que actualment les freqüències més utilitzades es troben entre 15-60 Hz, tot i que les de 15-35 Hz sembla que transmeten més bé els estímuls produïts per les vibracions. Altres autors parlen de 30 Hz com la freqüència que produeix millors efectes positius (Cardinale i Lim, 2003; Marin [*et al.*], 2009; Padullés, 2001).

Pel que fa a la utilització de freqüències baixes, diversos autors (Goel, Park i Kong, 1994; Mester, Spitzenpfeil i Yue, 2002) suggereixen que freqüències per sota dels 20 Hz no s'han d'utilitzar per evitar la ressonància que provoquen al cos i que podrien generar efectes negatius. La ressonància «constitueix el fenomen que presenta un sistema físic influït per una força d'excitació periòdica externa (vibracions), i l'amplitud resultant de l'oscil·lació del sistema és gran, quan la freqüència de la força d'excitació és pròxima a una freqüència lliure natural del sistema (les estructures de l'organisme)» (Marín i Jiménez,

2007:15)⁵⁹. El risc de ressonància es troba a freqüències per sota dels 10 Hz excepte als ulls, on la freqüència de ressonància es troba entre 20 i 25 Hz (Yue i Mester, 2004). La disminució del nivell de vibració a la part superior del cos disminuirà el risc de ressonància que podria representar un perill per a la salut. Contràriament, altres autors han utilitzat freqüències de 10 a 15 Hz per permetre una adaptació a les poblacions fràgils com les persones grans o dins d'un programa de rehabilitació (Bruyere [*et al.*], 2005; Cardinale i Rittwegger, 2006). Una postura adequada és important per minimitzar els possibles riscos. De totes maneres, no hi ha consens sobre els efectes de les baixes freqüències (avalades per estudis longitudinals que analitzin els seus efectes) per evitar els efectes de les vibracions al cap (Rittwegger, 2010).

3. La *magnitud de la vibració* depèn de l'acceleració. Sol expressar-se en unitats d'acceleració (a) (m/s²). Alguns aparells no ofereixen informació sobre aquest paràmetre, però es pot obtenir a través de la freqüència (f) i el desplaçament (d): $a=(2f)^2d$ (Griffin, 1997).
4. La *durada* es pot dividir en temps de treball i de descans. El temps de treball se sol mesurar per períodes d'esforç, els quals s'han de sumar. La durada total del temps d'exposició a la vibració mecànica en el transcurs d'una sessió es troba entre un mínim de 4 minuts i un màxim de 20 minuts (Tous i Moras, 2004). El temps de descans intermedi és el transcorregut entre cada període de treball dins de cada sessió (Luo, McNamara i Moran, 2005).
5. La *direcció de les vibracions* es pot dividir en tres direccions lineals i tres eixos rotacionals. Els eixos lineals són l'eix *x* (longitudinal), l'eix *y* (lateral) i l'eix *z* (vertical). Les rotacions al voltant dels eixos *x*, *y*, *z* s'anomenen RX (balanceig), RY (caboteig) i RZ (deriva) (Griffin, 1997). Comercialment existeixen plataformes vibratòries en què predomina la direcció vertical i altres en què predomina un component lateral. Les plataformes verticals poden utilitzar una amplitud que va d'1 a 8 mm i una freqüència de 30 a 50 Hz. D'altra banda, les

⁵⁹ dins Jiménez, 2007.

plataformes laterals, o oscil·latòries o rotacionals poden arribar a amplituds més elevades que van d'1 a 14 mm, i freqüències més baixes, entre 16 i 26 Hz (Rittweger, 2010).

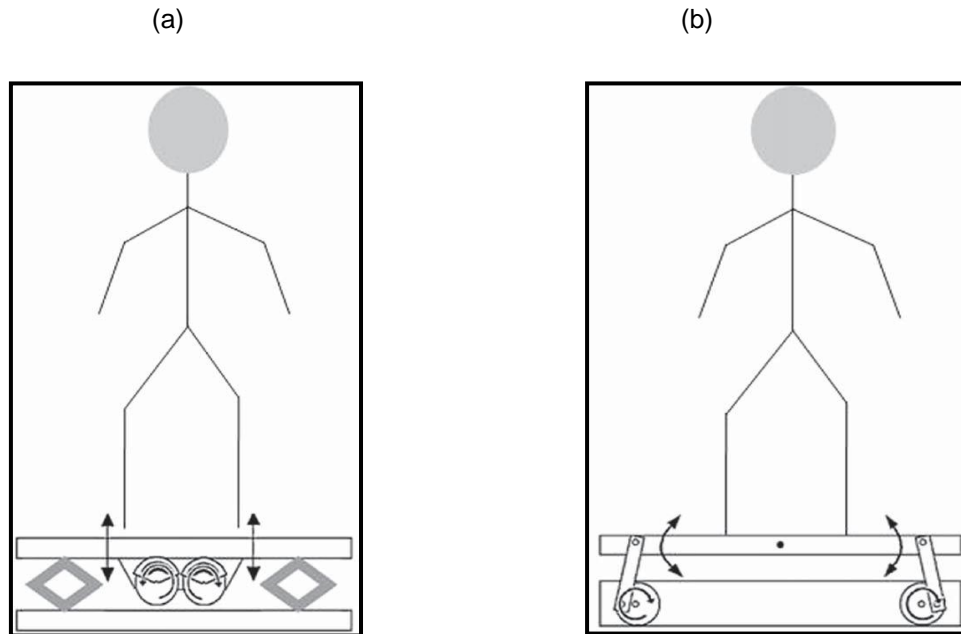


Figura 13. Dos tipus principals d'aplicació de les VCS.
 Moviment sincrònic a dalt i a baix de les plataformes verticals (a). Moviment alternatiu d'un costat a l'altre de les plataformes rotacionals (b). Font: Cochrane (2011: 76).

Últimament al mercat ha sortit una nova plataforma vibratòria, que és inestable, i que pretén associar els efectes de l'estímul vibratori i el treball en inestabilitat, amb l'objectiu tant d'acondicionament físic com rehabilitador. La freqüència pot variar de 20 a 45 Hz i l'amplitud d'1 a 2 mm. Tot i ser triaxial, es dona un predomini de l'eix vertical.

3.4.3.2. Variables intrínseques

Les variables intrínseques són aquelles que depenen del cos humà. Com a variable intrínseca trobem la posició del cos.

La *posició del cos* és un altre factor que influirà en la transmissió de les vibracions als diferents segments corporals. Si ens centrem en la posició de bipedestació, l'estímul mecànic s'aplica als peus de la persona que està situada a sobre la plataforma vibratòria.

Les oscil·lacions produïdes es transmeten per tot el cos i són esmorteïdes per la flexió de les articulacions. Els sistemes de cada articulació provoquen una disminució del senyal mecànic a mesura que ens allunyem del focus generador o plataforma. Així, la part més allunyada dels peus, el cap, és la que percep el senyal més dèbilment, ja que s'ha esmorteït primer als turmells i després al genolls, malucs i columna vertebral. Per això és important l'angle de flexió de les articulacions. Aquest angle és una variable que influeix en el nivell d'activació neuromuscular i en la transmissió de l'estímul vibratori a tota la cadena muscular. Alguns estudis assenyalen que, a més flexió dels genolls, menys estímul de vibració o impacte mecànic (Rubin [et al.], 2003), però en canvi, l'activitat muscular es troba augmentada (Gusi, Raimundo i Leal, 2006; Rubin [et al.], 2003).

Roelans [et al.] (2006), en un estudi on comparen tres posicions isomètriques d'esquat, amb i sense plataforma de vibracions, van arribar a la conclusió que realitzar exercicis d'esquat a 35 Hz i 2'5 mm d'amplitud amb plataforma, augmenta significativament la força respecte als exercicis sense vibracions, i que dels esquats⁶⁰ (alt, 125° de flexió de genoll, baix, 90° de flexió de genoll, i monopodal, 125° de flexió de genoll), el que millora més els nivells de força és el monopodal.

Altres variables intrínseques són el *pes*, la *talla*, el *sexe*, el *nivell de condició física* i l'*edat*.

3.4.4. *Metodologia de l'entrenament*

La metodologia de l'entrenament vibratori inclou dos paràmetres, el tipus de vibració i el protocol de l'exercici.

⁶⁰ La posició del genoll dels esquats es defineix per l'angle que formen la cuixa i la cama per la part posterior.

1. El *tipus de vibració* vindrà definit pel mètode d'aplicació de la vibració, l'amplitud i la freqüència de vibració. L'amplitud i la freqüència ens determinaran la intensitat de l'estímul (Mester, Spitzenpfeil i Yue, 2002).
2. Pel que fa al *protocol de l'exercici*, està determinat pel tipus d'exercici, la intensitat, el volum, el nombre i la durada dels períodes de descans i la freqüència de l'entrenament (Luo, McNamara i Moran, 2005).

3.4.5. *Efectes de l'entrenament de vibracions mecàniques*

Les respostes de l'organisme davant les VCS es divideixen segons el moment de la seva aparició (agudes i cròniques) i segons el sistema biològic afectat. Descriurem a continuació els efectes aguts i crònics amb relació al sistema neuromuscular objectiu fisiològic principal de la nostra investigació.

3.4.5.1. Efectes aguts

Els efectes aguts amb relació al sistema biològic neuromuscular són principalment tres:

1. El reflex tònic vibratori, que és una contracció activa del múscul que es troba sotmès a vibració i que depèn de quatre factors:
 - La longitud inicial de la musculatura implicada: a més longitud més intensa és la resposta.
 - La localització amb relació al cos, de la màquina que genera les vibracions.
 - Els paràmetres de l'estímul vibratori (en especial la freqüència i l'amplitud).
 - L'estat d'excitabilitat del sistema nerviós central (Johnston, Bishop i Coffey, 1970).

El funcionament neuromuscular del reflex tònic vibratori s'inicia als acabaments nerviosos del fus muscular, que, a causa dels canvis de longitud, inicien la contracció reflexa. Des del fus muscular l'impuls es transmet mitjançant les fibres aferents cap a la medulla espinal on realitza la sinapsi amb les alfa motoneurons, i aquestes transmeten el senyal de tornada a través de les vies

eferents, a les mateixes fibres extrafusals, cosa que provoca la contracció muscular.

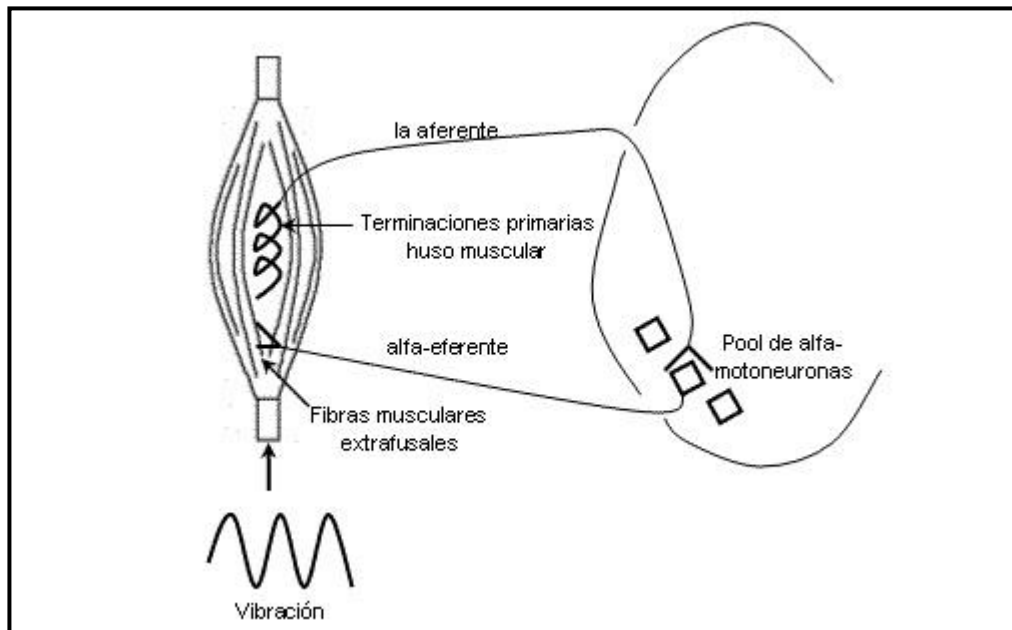


Figura 14. Arc reflex que s'activa amb l'aparició del reflex tònic vibratori.
 Font: Johnston, Bishop i Coffey (1970: 500).

2. Una major activació de la inhibició dels músculs antagonistes (De Gail, Lance i Neilson, 1966), tot i que estudis posteriors confirmen que la vibració produeix una major coactivació agonista-antagonista que podria col·laborar en l'estabilització de les articulacions (Gabriel, Basford i An, 2002).
3. Alguns reflexos monosinàptics dels músculs desapareixen durant l'aplicació de l'estímul vibratori, com per exemple el del tendó d'Aquil·les (De Gail, Lance i Neilson, 1966).

De totes maneres, els estudis dels efectes aguts neuromusculars són molt heterogenis tant amb relació als paràmetres de l'exercici com en el moment de l'avaluació (Rittweger, 2010).

3.4.5.2. Efectes crònics

Les diferents intervencions realitzades amb VCS destaquen efectes positius a nivell fisiològic com poden ser la millora de la força (Bautmans *[et al.]*, 2005; Bosco, Cardinale i Tsarpela 1999; Bosco i Komi 1980; Delecluse, Roelants i Verschueren, 2003; Issurin i Tenenbum, 1999; Roelans, Delecluse i Verschueren, 2004; Russo *[et al.]*, 2003;), millora de la densitat òssia (Cardinale i Pope 2003; Iwamoto *[et al.]*, 2005; Torvinen *[et al.]*, 2003; Verschueren *[et al.]*, 2004), millora de la flexibilitat (Fagnani *[et al.]*, 2006; Issurin, Liebermann i Tenenbaum, 1994), millora de la capacitat de salt vertical (Bosco *[et al.]*, 1998; Cochrane, Legg i Hooker, 2004; Delecluse, Roelants i Verschueren, 2003; Issurin i Tenenbum, 1999), millora de l'equilibri (Bautmans *[et al.]*, 2005; Bruyere *[et al.]*, 2005; Miyamoto *[et al.]*, 2003; Orr, Raymond i Fiatarone, 2008; Van Nes *[et al.]*, 2006), millora del dolor (Rittweger *[et al.]*, 2002), millora del control postural (Bogaerts *[et al.]*, 2007b), millora de la qualitat de vida (Bruyere *[et al.]*, 2005), canvis en les respostes hormonals (Bosco *[et al.]*, 2000; Di Loreto *[et al.]*, 2004), i reducció del dolor i el cansament en dones afectades de fibromialgia (Alentorn-Geli *[et al.]*, 2008).

Contràriament, hem consultat estudis que mostren que les vibracions mecàniques no obtenen millores significatives amb relació a les manifestacions de la força muscular (De Rutier *[et al.]*, 2003; Delecluse *[et al.]*, 2005). Aquests resultats es podrien explicar per l'alt grau de condició física previ dels participants (Delecluse, 2009), i també pels paràmetres utilitzats en les intervencions tant a nivell de característiques de la vibració (amplitud, freqüència, mètode) com del protocol d'exercicis utilitzats (intensitat, volum i tipus d'exercicis). També en un estudi amb poblacions fràgils a les quals es va administrar durant sis mesos dues dosis diferents de suplementes de vitamina D amb o sense VCS, es van observar canvis similars dins dels diferents grups de la força i de la densitat mineral òssia, per tant les VCS no van aportar una millora addicional (Verchuesen *[et al.]*, 2011). Els mateixos autors suggereixen que potser els protocols utilitzats, d'una amplitud més baixa que l'habitual (1,6-2,2 mm), poden haver influït en els resultats.

En general les VCS poden tenir efectes positius en l'envelliment dins de les estructures múscul esquelètiques, tot i que els mecanismes neurofisiològics implicats no estan clars, com tampoc la freqüència i amplitud més efectives (Cardinale i Wakeling, 2005)

3.4.6. *Protocols d'intervencions en gent gran per millorar la força*

Cada vegada són més els estudis en gent gran que utilitzen aquest tipus d'entrenament tot i no estar ben definits els mecanismes fisiològics involucrats, ni els paràmetres d'utilització més adequats per provocar efectes sobre les manifestacions de la força muscular, sarcopènia, flexibilitat, osteoporosi i d'altres.

El sistema de les VCS en gent gran ha generat interès per diversos motius:

- És un aparell de fàcil utilització.
- Els exercicis són senzills de realitzar (esquat, puntetes, monopodal...).
- Es pot aplicar amb un baix impacte en les persones de mobilitat reduïda o poca força muscular.
- Té una demanda aeròbica baixa i efectes lleus damunt de la pressió arterial (Rittweger, Beller, i Felsenberg, 2000).
- Pot ser un exercici alternatiu per a la gent a qui no agrada fer exercici físic de forma tradicional.
- S'assoleixen millores de força en un curt període de temps (Cardinale i Bosco, 2003).

Centrant-nos només en els estudis de VCS en gent gran i els canvis en la força a les EEII, hem revisat les següents intervencions.

Runge, Rehfeld i Resnicek (2000)⁶¹ van realitzar un estudi de 2 mesos amb gent gran amb l'objectiu d'observar els canvis amb relació a l'equilibri i la força de les EEII a través d'un test de funcionalitat (SIA). Varen participar-hi 34 ancians, 11 dones i 23 homes distribuïts en dos grups, vibracions i control. L'entrenament amb VCS va

⁶¹ Van utilitzar la plataforma oscil·lant Galileo 2000.

consistir en 3 sessions setmanals de 3 sèries de 2 minuts a 27 Hz i 7-14 mm. Els resultats demostren millores significatives del 18% amb relació a la funcionalitat dins del grup VCS.

Raimundo (2006)⁶² va realitzar un estudi durant 32 setmanes per comparar l'efecte de l'exercici vibratori amb un programa de caminar sobre la massa òssia,⁶³ la condició física funcional (test monopodal, SIA, caminar 4 metres) i la força muscular (CMJ i dinamòmetre isocinètic) en dones grans postmenopàusiques. Van participar-hi 36 dones, 18 al grup VCS i 18 al grup caminar. L'entrenament de VCS de 3 sessions setmanals va consistir les dues primeres setmanes a realitzar 3 sèries d'1 minut a una intensitat de 12,6 Hz amb una amplitud de 3 mm i amb 1 minut de pausa entre cadascuna. La càrrega d'entrenament va augmentar paulatinament al ritme d'1 sèrie cada dues setmanes fins arribar a les 6 sèries. L'amplitud utilitzada fou de 3 mm. La durada de cada entrenament era de 30 minuts que incloïa 10 minuts d'escalfament (5 minuts de bicicleta i 5 minuts d'estiraments). El grup caminar realitzava 3 sessions setmanals de caminar a un ritme moderat durant 1 hora. Els resultats obtinguts demostren guanys en l'equilibri (28,7%) i el salt vertical (7,1%) dins del grup VCS i de caminar 4 m (16,1%) i SIA (16,9%) dins del grup caminar. Les altres variables no van obtenir millores significatives.

Furness [*et al.*] (2010)⁶⁴ van realitzar una intervenció de 6 setmanes amb l'objectiu d'investigar l'eficàcia de les VCS amb relació a la funcionalitat (UAG, SIA) de la gent gran. Varen participar-hi 37 ancians (21 dones i 16 homes) en un grup de VCS i un grup control. L'entrenament de vibracions va consistir en 3 sessions setmanals de cinc exercicis, d'1 minut de durada a 15-25 Hz i 1 mm. Els resultats demostren millores significatives dins del grup vibracions (UAG: 7,6% i SIA: 11,9%); en canvi, el grup control pràcticament no va obtenir canvis.

⁶² Van utilitzar la plataforma oscil·lant Galileo 2000.

⁶³ Densitometria òssia.

⁶⁴ Plataforma no especificada.

Pel que fa als articles de revisions:

Nordlund i Thorstensson (2007) van realitzar una revisió sobre els efectes de les VCS fins a l'agost del 2005. En total van incloure 12 estudis de diferents edats dels quals tres fan referència a la gent gran, Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004), Russo [*et al.*] (2003) i Verschueren [*et al.*] (2004), i on es poden observar millores de la força després d'un període d'intervenció similars a les trobades realitzant exercicis físics de força sense plataforma vibratòria.

Rehn [*et al.*] (2007) van realitzat una revisió de l'efecte de les vibracions sobre la força muscular de les extremitats inferiors. Els autors conclouen que existeixen proves que a llarg termini els efectes de les vibracions són positius per millorar la força, però no estan clars els efectes de les intervencions a curt termini. També es desprèn dels estudis que les persones que no tenen una bona condició física es beneficien més de les VCS que els esportistes i persones físicament actives. Tot i que la revisió és de persones de diferent edat, pel que fa a les persones grans inclouen Bautmans [*et al.*] (2005), Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004), Russo [*et al.*] (2003) i Verschueren [*et al.*] (2004). Aquest últim estudi avalua gent gran institucionalitzada amb un nivell de condició física més precari.

Presentem a continuació vuit dels estudis d'intervenció en gent gran on s'especifiquen àmpliament els protocols d'intervenció.

Russo [et al.] (2003). Dos grups: VCS⁶⁵ i control.

Aquest estudi té com a objectiu analitzar els efectes de 6 mesos d'entrenament de VCS en dones postmenopàusiques respecte a un grup de dones de similars característiques incloses en un grup control (GC), amb relació a la potència muscular i la osteoporosi. Varen participar-hi 33 dones, 17 al grup VCS i 16 al GC. El protocol de l'entrenament de VCS està especificat a la taula inferior. Els resultats obtinguts demostren una millora significativa de la potència (5%) dins el grup intervenció i una disminució dels nivells inicials dins el GC. Pel que fa a la osteoporosi i la força muscular, no es varen observar canvis. Adherència al programa del 77,3%.

Taula 9. Disseny de l'estudi utilitzat per Russo.

Mostra	
-	29 dones post menopàusiques. 61 anys de mitjana
Durada de la intervenció	
-	6 mesos
-	2 sessions a la setmana
-	1 minut de vibració, 1 minut de descans les 4 primeres setmanes i a partir de la cinquena 2 minuts de vibració i 1 de descans (tres sèries)
Freqüència i amplitud	
-	Les primeres 4 setmanes pujada progressiva de 12 a 28 Hz
-	A partir de la cinquena setmana 28 Hz
-	Amplitud: 2,5 mm a l'inici, 5 mm al final
Exercicis utilitzats	
-	Bipedestació i genolls lleugerament flexionats
Avaluació	
-	Salt vertical CMJ
-	Densitat de l'os cortical

⁶⁵ Van utilitzar la plataforma oscil·lant Galileo 2000.

Verschueren [et al.] (2004). Tres grups: VCS⁶⁶, exercici (EF) i control (GC).

Aquest estudi pretén avaluar els canvis de densitat òssia i de força muscular de la musculatura del genoll en dones postmenopàusiques. Varen participar-hi tres grups, un d'entrenament de força (22), un de VCS (25) i un de control (23). L'entrenament del grup EF va consistir, les primeres 14 setmanes, en exercicis de flexió i extensió de genoll incrementant la intensitat de 2 sèries de 20-22 RM, a 15 RM, a 12 RM, a 10 RM i a 8 RM. Les últimes 10 setmanes va variar de 3 sèries de 12 RM a una sèrie de 8 RM. Els resultats demostren unes millores significatives i similars dins dels dos grups experimentals: el grup VCS pel que fa a la força isomètrica va millorar 15,1% i a la dinàmica 16,4%, i el grup EF de la força isomètrica 16,4% i de la dinàmica 13,9%. El grup control va disminuir un -2,5% la força isomètrica i va augmentar en 2,2% la força dinàmica. També va millorar la densitat òssia del maluc del grup VCS.

Taula 10. Disseny de l'estudi utilitzat per Verschueren.

Mostra
- 70 dones post menopàusiques. 64 anys de mitjana
Durada de la intervenció
- La intervenció va durar 6 mesos
- 3 sessions a la setmana
- Sessió màxim 30 minuts
Freqüència de la vibració i amplitud
- Pujada progressiva de 35-40 Hz a 1,7-2,5mm
Exercicis utilitzats
- Bipedestació estàtica amb càrrega i exercicis dinàmics
- Esquat estàtic de 120-140 ^{o67}
- Esquat estàtic de 100 ^{o68}
- Esquat estàtic ampli (separació de peus) de 100°.
- Monopodal estàtic de 120-140°
- <i>Lunge</i> ⁶⁹
Avaluació
- test isomètric i anisomètric d'extensió de genolls amb dinamòmetre

⁶⁶ Van utilitzar la plataforma Power Plate.⁶⁷ «High squat».⁶⁸ «Deep o low squat».⁶⁹ Pas llarg.

Roelans, Delecluse i Verschueren (2004). Tres grups: VCS⁷⁰, exercici (EF) i control (GC).

El propòsit d'aquest estudi és investigar l'efecte de 24 setmanes de VCS i d'entrenament de força (EF) amb relació a la força dels extensors de genoll, la velocitat de moviment i el salt vertical. Hi varen participar tres grups de dones postmenopàusiques: 30 dins del grup VCS, 30 dins del grup EF i 29 dins del grup control. L'EF va consistir, les 2 primeres setmanes, en 2 sèries de 20 RM, les 12 setmanes següents 2 sèries de 10-15 RM i les últimes 10 setmanes 3 sèries de 12 RM. L'entrenament de VCS està especificat a la taula inferior. Als participants del grup control se'ls va demanar que continuessin amb el seu estil de vida. Els resultats demostren millores significatives i similars dels dos grups experimentals amb relació a la força dinàmica dels extensors (13,9% VCS i 16,1% EF), la velocitat de moviment (7,4% VCS i 4,6% EF), i del salt CMJ (16% VCS i 12,1% EF). Les millores es varen produir fonamentalment dins les 12 primeres setmanes.

Taula 11. Disseny de l'estudi utilitzat per Roelans.

Mostra
- 89 dones postmenopàusiques. 64 anys de mitjana
Durada de la intervenció
- 24 setmanes
- 3 sessions a la setmana
- de 20 a 30 minuts
Freqüència de la vibració i amplitud
- 35-40 Hz a 2,5-5 mm
Exercicis utilitzats
- Esquat estàtic de 120°-140°
- Esquat estàtic de 100°
- Esquat dinàmic (flexo extensió)
- <i>Lunge</i>
Avaluació
- Canvis en el percentatge de la composició corporal
- Força extensors de genoll amb dinamòmetre isocinètic
- Salt vertical CMJ

⁷⁰ Van utilitzar la plataforma Power Plate.

Taula 12. Característiques de l'entrenament VCS de Roelans.

Paràmetres	Inici	Setmana 12	Setmana 24
<i>Volum</i>			
Durada total de la vibració en una sessió (min)	3	20	30
Sèries per exercici	1	3	3
Exercicis diferents per extensors de genoll	2	6	9
Major durada de la vibració sense descans (s)	30	60	60
<i>Intensitat</i>			
Interval de descans entre exercicis (s)	60	5	5
Amplitud de la vibració (mm)	2.5	5	5
Freqüència de la vibració (Hz)	35	40	40

s=segons; min=minuts; mm=mil·límetres

Bogaerts [et al.] (2007a). Tres grups: VCS⁷¹, exercici (FIT) i control (GC).

Aquest estudi té com a objectiu comparar els efectes sobre la força i massa muscular de tres grups de gent gran després d'un any d'entrenament. El primer grup va entrenar amb VCS, el segon grup va realitzar un treball de fitness i el tercer grup va ser control. Varen participar-hi 203 ancians (homes: 31 al grup VCS, 30 al grup FIT i 36 al grup GC, i dones: 46 al grup VCS, 30 al grup FIT i 30 al grup GC). Els dos grups experimentals varen realitzar tres sessions setmanals d'uns 40 minuts les VCS i una hora i mitja el grup FIT. L'entrenament del grup FIT fou d'exercicis cardiovasculars, d'equilibri, flexibilitat i força (1-2 sèries de 8-15 repeticions). L'entrenament de VCS està especificat a la taula 13.

Els resultats demostren una millora significativa i similars de la força isomètrica, la força explosiva i l'augment de massa muscular, tant del grup fitness com del grup vibració. En concret la força dels extensors del grup VCS va millorar 9,8% i el grup FIT un 13,1%. Amb relació al CMJ, el grup VCS va millorar un 10,9% i el grup FIT un 9,8%. El GC va obtenir canvis no significatius de força i CMJ de 0,6% i 1,8% respectivament. Adherència al programa del grup VCS 87,6%, i del grup FIT 87,1%.

⁷¹ Van utilitzar la plataforma Power Plate.

Taula 13. Disseny de l'estudi utilitzat per Bogaerts.

Mostra	
-	203 ancians. 67 anys de mitjana
Durada de la intervenció	
-	La intervenció va durar 1 any
-	3 sessions a la setmana (màxim 40 minuts)
Freqüència de la vibració i amplitud	
-	35-40 Hz a 2,5-5 mm
Exercicis utilitzats	
-	Esquat estàtic 120°-140°
-	Esquat estàtic 100°
-	Esquat dinàmic (flexoextensió)
-	Monopodal estàtic 140°
-	Puntetes genolls estirats ⁷² i estàtic
-	Puntetes genolls flexionats ⁷² 110-120° i estàtic
-	<i>Lunge</i>
Avaluació	
-	Força isomètrica extensors amb dinamòmetre isocinètic
-	Salt vertical CMJ
-	Tomografia computeritzada

⁷² «Calves».

El disseny que es va realitzar va ser:

Taula 14. Característiques de l'entrenament VCS de Bogaerts.

Setmanes	Durada exercici (s)	Freqüència (Hz)	Amplitud (mm)	Descans (s)	Exercicis	a	b	c	d	e	f	g	h
1-4	30	35	2.5	60	* Estàtic	3	1						
5-9	45	40	5	60	×Dinàmic+estàtic	3	1	1			1	1	
10-14	60	40	5	45	‡Dinàmic	3	3	3	1		1	1	
15-19	60	40	5	45	≡8s principal	3	3	3	1		1	1	
20-24	60	30	5	30	8s principal	3	3	3	1		1	1	
25-29	30-45	35	5	30	Dinàmic	3	3	3	1		1	1	
30-34	45-60	35	5	15	Dinàmic	3	3	3	2		1	1	1
35-39	60	35	5	15	8s principal	3	3	3	2	1	1	1	1
40-44	60	35	5	15	8s +dinàmic	3	3	3	2	1	1	1	1
45-47	60	35-40	5	15	8s +dinàmic	2	2	2	1	1	1	1	1

Exercicis: (a) esquat 140°; (b) esquat profund 110-120°; (c) esquat amb base àmplia 110°; (d) monopodal 140°; (e) «lunge»; (f) puntetes genolls estirats; (g) puntetes genolls flexionats 120°; (h) flexo-extensió dinàmica de turmell.

Descripció exercicis: * *Estàtic*= exercicis isomètrics; × *Dinàmic + estàtic*= les dues primeres sèries es realitzen d'una forma dinàmica i l'última sèrie d'una forma estàtica; ‡ *Dinàmic*= pujant en 2 segons i baixant en 2 segons; ≡ *8 s principal*= 4 repeticions realitzades d'una manera dinàmica, 4 segons estàtica, 4 repeticions d'una manera dinàmica, estàtica fins al final de l'exercici.

Els mateixos autors, en un estudi posterior (Bogaerts, 2009), van estudiar els efectes a llarg termini (1 any) amb un entrenament de VCS amb relació als efectes cardiovasculars i la força muscular. Hi van participar tres grups: un grup VCS, un grup exercici físic i un grup control. En el programa de vibracions realitzaven sessions en grup situats en cercle amb una durada total de la sessió d'uns 40 minuts, 15 minuts amb VCS i la resta que es completava amb un escalfament i una tornada a la calma. El programa d'exercici físic va consistir en treball de resistència cardiovascular, exercicis d'equilibri i flexibilitat que va durar 60 minuts al principi i 90 minuts al final de la intervenció. Per avaluar la força, van utilitzar un dinamòmetre isocinètic. Els resultats obtinguts indiquen un increment del VO² en el grup VCS tot i que fou inferior a les millores del grup exercici físic. Amb relació a la força isomètrica, els guanys foren similars en els dos grups, VCS (+9,4%) i grup exercici (+12,5%) i es va mantenir sense canvis el grup control. Els protocols d'entrenament utilitzats foren els mateixos que a la intervenció anterior (any 2007).

Kawanabe [et al.] (2007). Dos grups: VCS⁷³ i exercici.

Aquest estudi té com a objectiu avaluar els efectes de les vibracions juntament amb certs exercicis físics, comparats amb l'efecte de només realitzar els exercicis, amb relació a la força dels músculs, l'equilibri i el caminar de la gent gran. Varen participar-hi 67 ancians (63 dones i 4 homes), 40 al grup VCS + rutina d'exercicis i 27 al grup rutina d'exercicis. La rutina d'exercicis la varen realitzar els dos grups i consistia en exercicis d'equilibri, de força dels músculs de les EEII i caminar uns 30 minuts. El protocol seguit a la VCS està indicat a la taula inferior. Els resultats obtinguts mostren millores significatives en el grup VCS en els tres paràmetres avaluats (caminar ràpid 14,9%, longitud de pas 6,5% i monopodal dret 65,0% i esquerre 88,4%) i no mostren millores en el grup només exercici.

Taula 15. Disseny de l'estudi utilitzat per Kawanabe.

Mostra
- 67 ancians (4 homes i 63 dones post menopàusiques). 70 anys de mitjana
Durada de la intervenció
- La intervenció va durar 8 setmanes
- 1 sessió a la setmana durant 4 minuts
Freqüència de la vibració
- Pujada progressiva de 12-20 Hz
Exercicis utilitzats
- Esquat estàtic 140°
- Esquat dinàmic (flexo-extensió)
Avaluació
- Test de caminar a màxima velocitat 10 metres
- Test monopodal (aguantar-se amb un peu)
- Longitud del pas

⁷³ Van utilitzar la plataforma oscil·lant Galileo.

Rees, Murphy i Watsford (2007). Tres grups: VCS⁷⁴, exercici i control.

Varen realitzar un estudi amb el propòsit d'investigar els efectes de les vibracions en el rendiment muscular i la mobilitat en gent gran. Varen participar-hi 23 homes i 20 dones repartits en tres grups, un de vibracions (15), un d'exercici (13) i un de control (15), que varen realitzar tres sessions setmanals durant dos mesos. Els exercicis utilitzats foren els mateixos per als dos grups, però el grup exercici els realitzava sense la plataforma vibratòria. Els resultats obtinguts demostren millores similars en els dos grups experimentals en els tests de funcionalitat i de força. Concretament en el test SIA, varen obtenir millores significatives els grup VCS de 12,3% i el grup exercici de 10,3% i millores no significatives al test de pujar escales. La força del tríceps sural (flexió plantar) va millorar significativament en el grup vibracions (18,5%) amb relació al grup exercici (5,2%). Adhesió al programa 99%.

Taula 16. Disseny de l'estudi utilitzat per Rees.

Mostra	- 43 ancians (23 homes i 20 dones postmenopàusiques). 73 anys de mitjana
Durada de la intervenció	- La intervenció va durar 2 mesos - 3 sessions a la setmana
Freqüència de la vibració i amplitud	- 26 Hz a 5-8 mm
Exercicis utilitzats	- Esquat estàtic de 140° - Esquat dinàmic (flexoextensió) - Puntetes genolls estirats i estàtic
Avaluació	- SIA - Pujar escales - Test de caminar a màxima velocitat 10 metres - UAG - Força dinàmica amb dinamòmetre isocinètic

⁷⁴ Va utilitzar la plataforma oscil·lant Galileo.

Taula 17. Característiques de l'entrenament VCS de Rees.

	VCS Durada segons	Sèries descans	Amplitud mm	Freqüència Hz	Tipus Exercici	Durada total exercici
1a setmana	6 x 45	5 x 45	5	26	Estàtic	4,5
2a setmana	6 x 50	5 x 50	5	26	Estàtic	5
3a setmana	6 x 55	5 x 55	6	26	Estàtic	5,5
4a setmana	6 x 60	5 x 60	6	26	Estàtic	6
5a setmana	6 x 65	5 x 65	7	26	Dinàmic	6,5
6a setmana	6 x 70	5 x 70	7	26	Dinàmic	7
7a setmana	6 x 75	5 x 75	8	26	Dinàmic	7,5
8a setmana	6 x 80	5 x 80	8	26	Dinàmic	8

El mateix autor, en un estudi posterior (Rees, Murphy i Watsford, 2008), va comparar els possibles canvis de força i potència al turmell, genoll i maluc. Hi varen participar 30 ancians (16 homes i 14 dones) repartits en dos grups, 15 realitzaven exercicis amb vibracions i 15 els mateixos exercicis a sobre de la plataforma vibratòria però sense vibracions, i van fer durant 8 setmanes tres sessions setmanals. Es varen avaluar els canvis a través d'un aparell isocinètic. L'entrenament vibratori utilitzava una freqüència de 26 Hz i una amplitud que va augmentar progressivament de 2,5 a 4 mm. Els resultats obtinguts indiquen guanys similars de força i potència en els dos grups a nivell del genoll i maluc, però a nivell dels extensors de turmell els guanys foren més grans en el grup vibracions. Segons els autors, això pot ser degut a l'increment de l'efecte de les vibracions per la proximitat de la musculatura del turmell a la plataforma.

Martín [et al.] (2009). Dos grups: VCS⁷⁵ i control (GC).

Aquest estudi té com a objectiu principal valorar els canvis a la Parathormona (PTH) en realitzar exercicis vibratoris en gent gran. Com a objectiu secundari, s'avalua la força dels extensors. Van participar-hi 16 dones, 8 al grup VCS i 8 al grup control (GC). L'entrenament del GC va ser el mateix que l'utilitzat pel grup VCS però la freqüència de vibració fou de 10Hz. El protocol seguit està descrit a la taula inferior. Els resultats amb relació a la força dels extensors van mostrar canvis significatius dins dels dos grups (32,7% VCS i 15,4% GC). També va augmentar significativament la PTH.

Taula 18. Disseny de l'estudi utilitzat per Martín.

Mostra
- 16 dones postmenopàusiques. 70 anys de mitjana
Durada de la intervenció
- 8 setmanes
- 3 sessions a la setmana
Freqüència i amplitud de la vibració
- Pujada progressiva de 20 Hz a 32 Hz (10 Hz el GC) a 4 mm
Exercicis utilitzats
- Esquat estàtic 110°
- Esquat dinàmic: durada de l'exercici 4 segons
- Esquat estàtic 140°
Avaluació
- SIA (Rikli i Jones)

⁷⁵ Van utilitzar la plataforma NEMES, Bosco System.

Taula 19. Característiques de l'entrenament VCS de Martín.

Sessions	Freqüència (Hz)	Durada exercici (s)	Temps de recuperació (s)
1-2-3	20	30	75
4-5-6	22	30	75
7-8-9	22	35	75
10-11-12	22	40	90
13-14-15	24	45	90
16-17-18	27	50	90
19-20-21	30	55	90
22-23-24	32	60	90

Machado [et al.] (2010). Dos grups VCS⁷⁶ i control (GC).

L'objectiu d'aquest estudi és avaluar els canvis de la massa muscular, força muscular, potència i mobilitat després de 10 setmanes de VCS en dones grans.

Hi varen participar dos grups, un de vibracions (13) i un grup control (13). El protocol del grup vibracions està descrit a la taula. Els resultats obtinguts demostren un augment de la força muscular del grup VCS del 38,8% acompanyat d'una lleugera disminució de la força del GC, i un augment de la mobilitat del 9% del grup VCS i de la massa muscular. Sense canvis amb relació a la potència muscular del grup VCS, tot i que el grup control va experimentar una reducció.

Taula 20. Disseny de l'estudi utilitzat per Machado.

Mostra
- 26 dones postmenopàusiques. 77 anys de mitjana
Durada de la intervenció
- 10 setmanes
- 3 sessions a la setmana
Freqüència i amplitud de la vibració
- Pujada progressiva de 20 Hz a 40 Hz, a 2 mm
Exercicis utilitzats
- Esquat estàtic 120-140°
- Esquat estàtic 90-100°
- Esquat alt amb una base àmplia ⁷⁷ i estàtic 90-100°
- Puntetes genolls flexionats 120° i estàtic
Avaluació
- Força màxima
- Activitat electromiogràfica
- Potència muscular
- UAG

⁷⁶ Van utilitzar la plataforma Fitvibe.

⁷⁷ «wide stance squat».

Taula 21. Característiques de l'entrenament VCS de Machado.

set	Volum					Intensitat					
	Ses x set	Nombre a	sèries b	per c	exercici d	Durada	Durada total(m:s)	A	Freq	Des	Mo
1	3	1	1	1		30 s	7:30	2	20	180	E
2	3	1	1	1	1	30 s	11:00	2	25	180	E
3	3	2	2	1	1	30 s	18:00	2	30	180	E
4	3	1	1	2	2	30 s	18:00	2	30	180	D
5	4	2	2	1	1	45 s	17:00	2	35	150	D
6	4	1	1	2	2	45 s	17:00	2	35	150	D
7	4	2	1	2	2	45 s	20:15	4	35	150	D
8	4	1	2	2	2	45 s	20:15	4	35	150	D
9	5	2	2	2	2	60 s	22:00	2	40	120	D
10	5	2	2	2	2	60 s	22:00	2	40	120	D

Set= setmanes; Ses x set= sessions per setmana; s= segons;m= minuts; A= amplitud; Freq= freqüència;

Des= descans; Mo= Modalitat: E= estàtic; D= dinàmic.

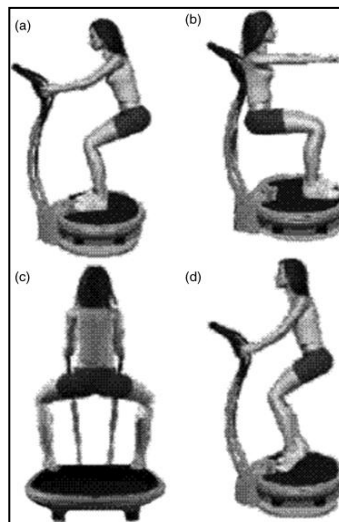


Figura 15. Exercicis utilitzats.

(a) esquat 110-120°, (b) esquat 90°, (c) esquat 110° amb una base àmplia,⁷⁸ (d) puntetes genolls flexionats 110-120°.

Font: Machado (2010: 202).

⁷⁸ «wide stance squat».

A continuació destaquem les *característiques similars* dels estudis descrits de vibracions en gent gran:

- La freqüència oscil·la entre 20 i 40 Hz.
- L'amplitud oscil·la entre 2 i 5 mm.
- Els exercicis solen tenir una durada entre 20 i 60 segons.
- Solen realitzar tres sessions setmanals.
- Utilitzen diferents exercicis estàtics i dinàmics, la majoria en forma d'esquats.

3.4.7. *Consells d'utilització*

Per evitar possibles problemes relacionats amb l'impacte de les vibracions, com poden ser els mals d'esquena o problemes musculars, s'aconsella:

- El manteniment d'una posició corporal amb els genolls flexionats per reduir la transmissió de les vibracions al cap. L'angle de flexió del genoll es troba al voltant dels 110° (Cardinales i Rittweger, 2006).
- S'ha de tenir cura en l'aparició de ressonàncies i, per tant, s'ha de treballar amb freqüències que no siguin inferiors a 20Hz.
- Les amplituds baixes (1-2 mm) s'utilitzaran preferentment com a familiarització.
- La durada dels exercicis ha de ser de 20 a 60 segons.
- Durant la utilització de les vibracions mecàniques els pacients han d'anar descalços.
- A part del temps d'utilització de les VCS, s'aconsella fer un petit escalfament abans i alguns estiraments després de la sessió (Mester, Kleinöder i Yue, 2006).

3.4.8. *Contraindicacions*

Les contraindicacions més importants són (Cardinale i Rittweger, 2006):

- Alteracions de retina.
- Pròtesis de genoll, maluc o altres implants metàl·lics.
- Lesions discals i hèrnies agudes.
- Alteracions greus de columna.
- Cirurgies recents.
- Osteoporosi severa (DMO <70 mg/ml).
- Trombosi aguda.
- Embaràs.
- Litiasi de vies renals i biliars.
- Marcapassos.

4. JUSTIFICACIÓ DE LA INTERVENCIÓ

*No és que un no es mou
perquè és vell.
Un és vell
perquè no es mou.*

Böhmer

4.Marc teòric. Justificació de la intervenció

En aquest quart capítol el nostre propòsit és justificar la part experimental que portarem a terme recolzada per la informació donada als dos capítols anteriors. Començarem per la justificació de l'objectiu principal d'estudi, a continuació justificarem i descriurem els dos programes d'exercici físic que implementarem i, finalment, justificarem com avaluarem l'objectiu principal i per què hem de valorar altres objectius.

3.5. Justificació de l'objectiu d'entrenament «la força a les EEII»

L'esperança de vida sense incapacitat és un objectiu prioritari de les polítiques sanitàries de la gent gran per assolir una població independent. Segons l'OMS (1998), per assolir-ho s'ha de prioritzar el manteniment de la capacitat funcional, i l'AF és una eina que pot millorar-la (Morey [*et al.*], 2008; OMS, 2002 I).

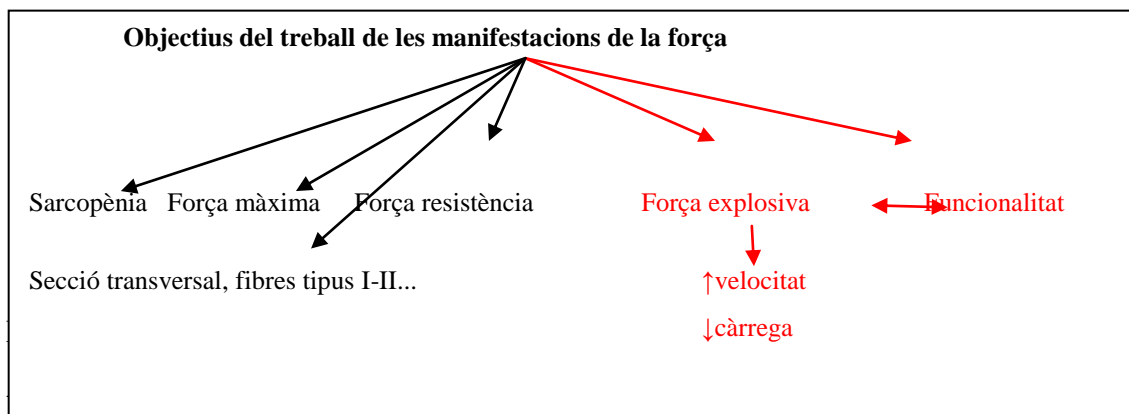
Dins de l'activitat física molts estudis de recerca coincideixen a assenyalar l'entrenament de força, especialment de les extremitats inferiors, com un mètode eficaç per lluitar contra moltes afeccions que es presenten en l'envelliment, intentant evitar, prevenir o tractar l'espiral descendent dels ancians a causa d'una disminució de la força i l'equilibri (Guralnik [*et al.*], 1995; Martínez i Padilla, 2005; McGill [*et al.*], 2002). La pèrdua de la funció física de les extremitats inferiors en tasques com aixecar-se d'una cadira, és un bon indicador de la discapacitat (Guralnik [*et al.*], 1994; 1995; Reid [*et al.*], 2008). La millora de la força a les EEII pot tenir accions directes en la inestabilitat de la marxa, caigudes i disminució de l'equilibri i secundàries en la reducció de les activitats físiques, socials, la por a caure i en la percepció subjectiva de la salut (Guralnik [*et al.*], 1995).

L'entrenament de força està fortament associat amb la millora de les diferents manifestacions de la força muscular però sembla ser, que existeix una relació més intensa entre la força explosiva i la funcionalitat (Buchner [*et al.*], 1996), esdevenint la força explosiva de les EEII un important predictor de la funcionalitat de l'ancià (Bassey [*et al.*], 1992; Bean [*et al.*], 2002; Buchner [*et al.*], 1992; Cuoco [*et al.*], 2004; Foldvari [*et al.*], 2000; Sayers [*et al.*], 2005; Suzuki, Bean i Fielding, 2001).

Les diferents intervencions de força de les EEII revisades tenen com a objectiu final l'augment d'alguna de les manifestacions de la força, i/o la millora de la funcionalitat, i/o els canvis amb relació a la sarcopènia. Si el marc teòric analitzat emfatitza la condició física funcional i la capacitat funcional com a fonamental per al bon envellir (Aoyagi i Katsuta, 1990; Morey [et al.], 2008), nosaltres hem optat per *prioritzar la funcionalitat*. Com defensa Buchner [et al.] (1996), busquem la transferència de la força entrenada cap a la realització de tasques de la vida quotidiana.

Tot i que no hi ha unanimitat del sistema d'entrenament més efectiu, diverses intervencions suggereixen el treball de la força explosiva amb intensitats baixes (40%) i velocitats moderades/altas, com el que podria tenir una incidència més rellevant en la capacitat funcional de les persones grans (Bean [et al.], 2004; Bottaro [et al.], 2007; Henwod, Riek i Taaffe, 2008a; Hruda, Hicks i McCartney, 2003; Marsh [et al.], 2009; Misko [et al.], 2003). Aquesta és la nostra opció de treball, realitzar un *entrenament de força on es prioritza la velocitat d'execució*. Al quadre inferior representem amb una figura el camí que volem seguir a la part experimental.

Taula 22. Diferents objectius finals de l'entrenament de les manifestacions de la força.



Per tots aquests motius creiem que les estratègies destinades a mantenir o millorar la força de les EEII a través d'un entrenament de força explosiva estan plenament justificades.

En aquesta investigació per treballar la força explosiva utilitzarem dos programes diferents. El primer és un entrenament que es realitzarà en grup i utilitzarà com a

resistències el propi cos i les cintes elàstiques. El seu disseny és fruit de la revisió portada a terme al tercer capítol i que descriu com treballen els diferents estudiosos de les manifestacions de la força en gent gran. El segon és un entrenament amb vibracions mecàniques, el protocol del qual segueix les indicacions dels estudis consultats que treballen en gent gran. Aquestes tècniques de treball constitueixen dues de les formes d'entrenar més innovadores i el nostre objectiu és observar l'efecte diferencial entre les dues metodologies d'entrenament. També hi participarà un grup control per observar l'evolució de les variables quan no es realitza cap intervenció.

Una vegada justificat l'objectiu prioritari a treballar hem de raonar el perquè del disseny dels dos programes d'exercici físics que implementarem. Primer, explicarem el programa de força que es portarà a terme al casal dels avis i, posteriorment, el programa de vibracions mecàniques que es realitzarà a la Universitat de Vic.

Per distingir els tres grups que participaran a la intervenció, utilitzarem la següent classificació.

- Les persones que participen realitzant el programa d'exercici físic dirigit al Casal d'avis l'anomenarem grup gimnàs.
- Les persones que participen realitzant el programa d'exercici físic amb vibracions a la Universitat de Vic l'anomenarem grup plataforma.
- Les persones que no realitzen cap programa d'activitat física l'anomenarem grup control.

3.6. Justificació del disseny del programa d'entrenament del grup gimnàs

El disseny del programa d'activitat física que utilitzarem en l'entrenament de força sense aparells parteix de la guia general del Col·legi Americà de Medicina de l'Esport. L'ACSM és un organisme oficial que ha dissenyat una guia d'exercicis on es concreten específicament cadascuna de les variables que determinen l'exercici i que estan relacionades amb la salut. Els resultats els aconsegueix després de fer un gran nombre

d'anàlisis de publicacions científiques, contrastant resultats de diferents estudis empírics. El disseny del nostre programa parteix de quatre de les guies ACSM. La destinada a la gent gran (ACSM, 1998a) on es recomana el treball de quatre objectius, la resistència aeròbica, la força, l'equilibri i la flexibilitat, i tres guies que treballen la força muscular. En concret, aquestes tres últimes són la guia del 1998 (ACSM, 1998b) «Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults», que està enfocada principalment als subjectes desentrenats, la guia del 2002 (ACSM, 2002) «Position Stand on Progresión Models in Resistance Training for Healthy Adults», que amplia l'anterior amb indicacions per a la progressió de l'entrenament de força a nivell principiant, intermedi i avançat, i la guia del 2009 (ACSM, 2009a), amb el mateix nom que la del 2002, i que n'amplia alguns aspectes.

Per al disseny més específic, hem realitzat una adaptació personal de la informació donada al capítol 2 i 3 dels estudiosos de la força i les seves intervencions.

Especifiquem a la taula inferior els diferents paràmetres que conformen la programació i els expliquem a continuació. Aquest primer tipus d'entrenament l'anomenem «gimnàs».

Taula 23. Descripció general del programa del grup gimnàs.

Programa: força explosiva o potència.

Durada: 24 setmanes.

Freqüència: dues sessions setmanals.

Durada de la sessió: 1 hora (20 minuts de força aproximadament).

Volum: 5 exercicis, de 8 a 15 repeticions amb 1, 2 i 3 sèries.

Descans: 30 segons de repòs entre repeticions i 1 minut entre sèries.

Ritme d'execució: moderat-alt, prioritzant la fase concèntrica.

Percepció subjectiva de l'esforç: escala de Borg. Es recomana no superar el nivell 5-6 sobre 10.

Progressió: la progressió primer augmenta en repeticions i sèries i posteriorment en pes.

Parts de la sessió:

-Escalfament: a la part inicial els participants realitzaran un escalfament integrat per jocs socials, jocs aeròbics i moviments suaus de la majoria d'articulacions on l'objectiu serà posar totes les articulacions en funcionament i augmentar el ritme cardíac. Amb una durada aproximada de 15 minuts.

-Part principal: es treballaran a totes les sessions durant uns 20 minuts els 5 exercicis de força. Els 15 minuts restants realitzaran exercicis de coordinació, equilibri, postura i d'altres. Amb una durada aproximada de 35 minuts.

-Tornada a la calma: on es realitzaran estiraments, relaxació, respiracions i massatges. Amb una durada aproximada de 10 minuts.

3.6.1. *La durada*

La durada del programa serà de **24 setmanes** (desembre 2009 a juny 2010), amb un total de 46 sessions, tot i que l'augment de força muscular s'aconsegueix en un període de temps menor (Hakkinen [*et al.*], 1998b).

El motiu d'allargar el període d'intervenció és per assemblar-se a un curs habitual dels que es realitzen en diferents centres cívics, ajuntaments... afavorint l'adopció de l'activitat física dins de l'estil de vida i que va més enllà d'aquesta intervenció. De totes maneres L'ACSM (1998b) recomana de 15 a 20 setmanes d'exercici físic regular per assolir «beneficis globals» de la persona.

Aquestes 24 setmanes estaran interrompudes dues vegades per motius del calendari laboral, una setmana i mitja per les vacances de Nadal i una setmana per les vacances de Setmana Santa.

3.6.2. *La freqüència*

La freqüència d'entrenament serà de **dues sessions setmanals** amb un dia de descans entremig. La literatura consultada parlava de dues o tres sessions setmanals i hem optat per la primera opció sobretot per criteris de temps. No obstant això, recordem que en les persones que tenen uns nivells baixos de condició física, el possible guany de força entre dues i tres sessions setmanals és molt similar (Hass, Feigenbaum i Franklin, 2001).

3.6.3. *La intensitat*

La variable intensitat és l'aspecte qualitatiu de l'entrenament i correspon al llindar límit que no es pot sobrepassar. Quan parlem de la intensitat de treball de la força muscular, no s'hauria de relacionar només amb el pes mobilitzat sinó amb els valors de potència produïda a cada repetició, relacionats amb l'acceleració i la velocitat de moviment de l'acció realitzada (González Badillo i Ribas Serna, 2002). Nosaltres centrarem el treball de la intensitat en la **velocitat d'execució dels diferents exercicis**.

Després de revisar diferents protocols d'entrenament de força amb gent gran, creiem que la millor opció és prioritzar l'entrenament de potència controlant el possible risc de lesions per culpa de la velocitat del moviment per obtenir els màxims guanys de funcionalitat (Bottaro [*et al.*], 2007; Henwood i Taaffe, 2005; Hruda, Hicks i McCartney, 2003; Kalapotharakos [*et al.*], 2005; Miszko [*et al.*], 2003; Sayers, 2007).

Per controlar la velocitat dels exercicis, utilitzarem un **metrònom**,⁷⁹ que ens guiarà el ritme d'execució. El programarem a un ritme d'1 segon i realitzarem diferents combinacions depenent de la dificultat de l'exercici, però sempre afavorint el treball amb velocitat.

Com hem descrit dins de l'apartat 3.2.5. el treball de força es pot realitzar amb el propi pes com a resistència, amb pesos lliures i amb màquines. Nosaltres utilitzarem com a resistència el propi pes i com a pesos lliures les gomes elàstiques.

La dificultat de fer exercicis amb aquest tipus de resistència és que no pots saber exactament quina és la càrrega exacta amb la qual treballa la persona. S'ha fet d'aquesta manera en primer lloc, perquè no tenim un gimnàs amb màquines de resistència acomodada per treballar amb 18 persones de forma simultània. En segon lloc, perquè una de les finalitats a assolir en aquesta recerca és elaborar una bateria d'exercicis per poder aplicar a la població de gent gran en general, i la realitat actual respon al fet que la majoria de persones grans no treballen amb màquines de resistència. En concret a la ciutat de Vic durant el curs 2009-2010, el nombre de persones grans que estaven inscrites a les classes d'activitat física organitzades per l'Ajuntament i els Casals eren d'unes 315,⁸⁰ mentre que el nombre de les inscrites als gimnasos de Vic era molt menor, d'unes 72⁸¹ persones. Aquesta clara diferència justificaria realitzar un programa d'entrenament de força sense màquines de resistència per apropar-nos al que és la realitat actual de la majoria de persones grans de la ciutat de Vic.

Aquesta decisió també està recolzada per l'article de Seynes [*et al.*] (2004), que defensa la utilització de pesos lliures i el propi pes en gent gran, per l'elevat cost econòmic que comporta la utilització de màquines en l'entrenament de la força. I també per estudis que han comparat el treball de màquines amb el de pesos lliures i han arribant a la conclusió que els guanys observats són similars (Ivey [*et al.*], 2000; Pyka [*et al.*], 1994).

⁷⁹ El metrònom és un aparell que produeix unes pulsacions regulars.

⁸⁰ Informació obtinguda a l'Ajuntament (Serveis socials), al Patronat d'esports i a diferents casals.

⁸¹ Informació obtinguda directament als gimnasos.

Totes aquestes raons avalen el tipus de treball que volem implementar.

3.6.3.1. La percepció subjectiva de l'esforç

També creiem que s'ha de tenir present la percepció subjectiva de la intensitat de l'exercici. A menys intensitat l'activitat física és percebuda d'una forma més agradable i pot afavorir el seguiment dels programes. Per mesurar-la, utilitzarem l'escala de Borg d'1 a 10 (Borg, Hassmen i Langerstrom, 1985), essent 1 la mínima sensació de cansament i 10 la màxima sensació de cansament. És el mateix individu qui s'autocontrola. Per al treball de força demanarem un nivell 5-6.

Taula 24. Escala de Borg: percepció individual de l'esforç.

1	Nul
2	Molt fàcil
3	Fàcil
4	Còmode
5	Una mica dificultós
6	Difícil
7	Dur
8	Molt dur
9	Exageradament dur
10	Màxim. Inaguantable

El grau d'esforç percebut és important per augmentar la motivació dels participants. Sayers (2007) va comprovar que aquesta percepció és significativament inferior en resistències del 40% comparades amb resistències del 80%. Cox [*et al.*] (2003) també van obtenir resultats similars.

3.6.4. El treball d'amplitud de moviment

El treball de l'ADM està justificat principalment per quatre motius. El primer és que segons la guia ACSM (1998a), s'aconsella associar a cada grup muscular que fa un entrenament de força l'estirament corresponent, o bé per escalfar o bé per mantenir i millorar la flexibilitat.

En segon lloc, destaquem la falta de flexibilitat dels músculs isquiotibials com a possibles responsables de diferents problemes de la columna, del genoll (Alonso [*et al.*], 2003; Bado, 1977; Ferrer, 1998), de la marxa i l'equilibri (McGill, 2002), factors molt

determinants per a la gent gran. Aquests dos motius justifiquen el treball de flexibilitat de les extremitats inferiors.

El tercer és que la falta d'ADM al tren superior pot perjudicar accions quotidianes, afavorint els desequilibris i augmentant la discapacitat (Chakravarty i Webley, 1993), i és per això que hem afegit als estiraments del tren inferior uns estiraments de les extremitats superiors.

Per últim, deixant de banda la reducció de la funció física, la falta de flexibilitat pot comportar una reducció de la funció social i de la percepció subjectiva de la salut (Alonso [*et al.*], 2003). Contràriament, la millora de la flexibilitat està relacionada amb la millora de la qualitat de vida (King [*et al.*], 2000).

Per tots aquests motius el treball de l'ADM tant a les EEII com a les EESS està plenament justificat.

3.6.5. Programació de l'entrenament de força

Analitzem a continuació la periodització que utilitzarem, dividida en tres fases, els cinc exercicis de força, el volum de treball i els estiraments.

3.6.5.1. Periodització

La periodització està formada per un macrocicle (6 mesos) que inclou 6 mesocicles (1 mes cadascun), amb 4 microcicles (d'una setmana cadascun).

Dividirem el programa en tres etapes, la inicial de 4 setmanes, la de millora de 12 setmanes i la de manteniment de 8 setmanes.

Per treballar la intensitat amb la màxima objectivitat, hem ideat una bateria de 5 exercicis que s'utilitzaran a totes les sessions i que treballaran la força de les extremitats inferiors a un ritme predeterminat a través del metrònom, i que comportarà una velocitat d'execució que anirà variant al llarg de les sessions.

3.6.5.2. Exercicis utilitzats

La bateria d'exercicis que utilitzarem a totes les sessions es descriurà a continuació, però en general la progressió del programa d'entrenament amb relació al ritme de treball prioritzarà és el més ràpid. Amb relació als exercicis i les seves variants prioritzarà progressar cap a més dificultat. Amb relació al tipus de contracció muscular, prioritzarem les accions dinàmiques concèntriques a un ritme més elevat que les dinàmiques excèntriques, que realitzarem a una velocitat més reduïda. Les accions isomètriques han de respectar el ritme respiratori i evitar apnees. I amb relació al tipus de tensió muscular, treballarem els exercicis disminuint el component de la força i augmentant la velocitat.

Amb relació al tipus d'exercici, Barry [et al.] (2004) observen que els exercicis han *d'assemblar-se als gests quotidians* per la transferència positiva que implicar fer-ho d'aquesta manera. Això fa referència tant al tipus de moviment (per millorar que una persona s'aixequi d'una cadira es treballa aixecant-se de la cadira), com a la velocitat habitual de les AVD, que solen necessitar un componen de velocitat més o menys important. En aqueta mateixa línia, de Vreede [et al.], (2007) observen que l'aprenentatge que es produeix durant l'entrenament és fruit de la consolidació dels patrons de coordinació inter i intramuscular, que són específics als moviments particulars de les AVD i que s'han de treballar de forma repetitiva. Els exercicis descrits a continuació són una adaptació peronal d'alguns dels exercicis utilitzats per de Vreede, [et al.], (2005).

Utilitzant la terminologia tradicional, parlem de treballar majoritàriament la força velocitat, ràpida o explosiva i, utilitzant la terminologia actual, parlem de manifestació reactiva elàstica explosiva.

Els exercicis utilitzats són 5:

1. Esquat estàtic de 120-°140°

La persona en bipedestació flexiona els dos genolls fins formar un angle d'uns 120-140°, aguanta la posició i torna a pujar. El ritme de l'exercici el porta un metrònom. El metrònom va a 60 pulsacions per minut i ens permetrà que tothom realitzi el

mateix ritme de treball. La persona que no pot realitzar l'exercici perquè és massa intens⁸² el podrà fer recolzada a la paret per transferir-hi part del seu pes o realitzant menys flexió del genoll.

Aquest exercici es realitzarà a diferents velocitats:

- 1 segon baixar i un 1 segon pujar.
- 1 segon baixar, 1 segon mantenir la posició i 1 segon pujar.
- 2 segons baixar, 3 mantenir la posició i 2 segons pujar.
- 3 segons baixar, 3 segons mantenir la posició i 2 pujar.

2. Flexoextensions de genoll

Asseguts en una cadira i amb una cinta elàstica lligada al turmell i a la cadira, es realitzen flexoextensions de genoll amb resistència. La resistència de la cinta elàstica anirà variant, començarem amb una resistència més baixa (color vermell) i acabarem amb una resistència més alta (color verd). També s'alternen els diferents ritmes guiats pel metrònom.

Aquest exercici es realitzarà a diferents velocitats:

- 1 segon pujar i un 1 segon baixar.
- 1 segon pujar, 1 segon mantenir la posició i 1 segon baixar.
- 1 segon pujar, 2 mantenir la posició i 2 segons baixar.

3. Seure i aixecar-se d'una cadira

Exercici de seure i aixecar-se d'una cadira a diferents ritmes. La persona a qui li costa molt l'exercici, pot ajudar-se amb el braç de la cadira (transferència de part del seu pes) o utilitzant una cadira més alta.

Aquest exercici es realitzarà a diferents velocitats:

- 2 segons de pujada i 2 de baixada.
- 2 segons de pujada, 1 segon de repòs i 2 segons de baixada.

⁸² La intensitat de l'exercici està relacionada amb el pes de la persona i algunes tenien sobrepès i, per tant, l'exercici era més intens. També està relacionada amb la flexió del genoll, a més flexió més intensitat.

-
- 2 segons de pujada, 3 segons de repòs i 3 segons de baixada.

4. Esquat a la paret

En aquest exercici el participant, recolzat d'esquena a la paret i amb els genolls flexionats formant un angle d'uns 120°, aguanta uns segons la posició. L'objectiu dels primers dies és aguantar uns 3-5 segons.

Més endavant es realitza el mateix exercici, però amb una pilota («fit ball») a l'esquena que ens separa de la paret.

Per últim, es treballa la forma ràpida que consisteix a recolzar-se a la paret durant uns segons i ràpidament fer tres passos endavant.

Aquest exercici es realitzarà a diferents velocitats:

- 1 segon de baixada i 1 de pujada.
- 2 segons de baixada, 1 segon de repòs i 1 segon de pujada.
- 3 segons de baixada, 2 segons de repòs i 1 segon de pujada.
- Afegir tres passos endavant.

5. Aguantar-se sobre un peu.

El participant des d'una posició inicial en bipedestació s'aguanta sobre un peu (monopodal). Al principi de forma estàtica i més endavant de forma dinàmica, ja que el genoll de recolzament realitza flexoextensions (15-20°). Si aquest exercici és massa intens, el participant es recolza a la paret. En aquest exercici no es manté la flexió de forma estàtica, només és pujar i baixar.

Aquest exercici es realitzarà a diferents velocitats:

- 1 segon de baixada i 1 de pujada.
- 2 segons de baixada i 1 de pujada.

3.6.5.3. Volum

S'explicarà als participants que han d'intentar mantenir el ritme de treball assenyalat pel metrònom i que, si no el poden seguir, han de descansar una o dues repeticions i tornar-se a enganxar a l'exercici. Tot aquest plantejament intentarà respectar el principi *d'individualitat*, ja que les persones tenen diferents nivells de força i diferents possibilitats articulars (dolors de genoll, d'espatlla, d'esquena...).

El volum és la quantitat de treball realitzat. Es calcula multiplicant les sèries realitzades pel nombre de repeticions i pel nombre d'exercicis. Calculem a continuació el volum de treball dels tres períodes d'entrenament.

1. **El període inicial tindrà una durada de 4 setmanes**, es realitzarà durant les primeres dues setmanes una sèrie i durant la tercera i quarta setmana dues sèries. El volum augmenta progressivament i d'una forma moderada.

1^a i 2^a setmana:

$$\begin{aligned} \text{Volum} &= 1 \text{ sèrie} \times 5 \text{ exercicis} \times 8 \text{ repeticions} = 40 \text{ repeticions per sessió} \\ &40 \times 4 \text{ sessions} = 160 \text{ repeticions} \end{aligned}$$

3^a i 4^a setmana:

$$\begin{aligned} \text{Volum} &= 2 \text{ sèries} \times 5 \text{ exercicis} \times 8 \text{ repeticions} = 80 \text{ repeticions per sessió} \\ &80 \times 4 \text{ sessions} = 320 \text{ repeticions} \end{aligned}$$

Les dues primeres setmanes es treballarà a un ritme més lent i a partir de la tercera setmana ja s'iniciarà el treball a més velocitat.

Abans d'iniciar el segon període, es realitza una parada d'una setmana i mitja.

2. **El període de millora tindrà una durada de 12 setmanes** on es realitzaran dues sèries les primeres vuit setmanes i tres sèries les quatre últimes. El volum augmenta de forma suau. S'insisteix en el treball a més velocitat.

1^a i 2^a setmana:

Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 8 repeticions = 80 repeticions per sessió
80 x 2 sessions = 160 repeticions per setmana

3^a i 4^a setmana:

Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 10 repeticions = 100 repeticions per sessió
100 x 2 sessions = 200 repeticions per setmana

5^a i 6^a setmana:

Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 12 repeticions = 120 repeticions per sessió
120 x 2 sessions = 240 repeticions per setmana

7^a i 8^a setmana:

Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 15 repeticions = 150 repeticions per sessió
150 x 2 = 300 repeticions per setmana

9^a, 10^a i 11^a setmana:

Volum = 1 sèrie x 5 exercicis x 15 repeticions = 75 repeticions
Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 8 repeticions = 80 repeticions
80 + 75 = 155 repeticions per sessió
155 x 2 = 310 repeticions per setmana

12^a setmana

Volum = 1 sèrie x 5 exercicis x 15 repeticions = 75 repeticions
Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 10 repeticions = 100 repeticions
100 + 75 = 175 repeticions per sessió
175 x 2 = 350 repeticions per setmana

Abans de començar l'últim període, es realitza una setmana de descans.

3. **El període de manteniment tindrà una durada de 8 setmanes** on es realitzaran 3 sèries de 5 exercicis. El volum de treball es manté constant i es prioritza el treball de velocitat.

Volum = 1 sèrie x 5 exercicis x 15 repeticions = 75 repeticions

Volum = 2 sèries x 5 exercicis x 10 repeticions = 100 repeticions

$100 + 75 = 175$ repeticions per sessió

$175 \times 2 = 350$ repeticions per setmana

3.6.5.4. Estiraments

Amb relació als estiraments, es seguirà un protocol que també s'utilitzarà a la part final del programa de vibracions que consisteix en sis estiraments estàtics, aguantant la posició 30 segons i realitzant dues o tres repeticions de cadascun.

Es realitzaran a la part final durant uns 10 minuts i s'acompanyaran d'exercicis de respiració, de relaxació, de memòria... i es donaran *consignes* que reforcin algun dels continguts treballats a la sessió.

- 1- **Trapezi superior:** realitzant una inclinació contralateral acompanyada d'un descens de l'espatlla homolateral.
- 2- **Pectorals:** realitzant una abducció d'espatlla de 70 graus, recolzant la mà a la paret i realitzant amb el tronc una rotació en sentit oposat al braç que s'estira.
- 3- **Espatlles:** agafant un pal per darrere l'esquena amb les dues mans. La mà cranial està situada al darrere del clatell o del cap i la mà caudal està situada al darrere de les lumbar o últimes dorsals. A partir d'aquesta posició, la mà cranial es dirigeix cap al sostre i arrossega la mà caudal en direcció al cap. El mateix es realitza intercanviant la posició de les mans.
- 4- **Tríceps sural:** En bipedestació un peu se situa al final d'un graó (a partir del pont) i es deixa caure el taló en direcció caudal. Abans de tornar a la posició inicial es flexiona uns 10° el genoll per estirar més analíticament el soli.

-
- 5- **Isquiotibials:** asseguts en una cadira s'estira un genoll (el de l'isquiotibial que es vol estirar) i es realitza una flexió de tronc amb l'esquena recta intentant apropar la panxa a la cuixa. La pelvis ha d'estar en posició neutra o en avantversió.
 - 6- **Quàdriceps:** asseguts a l'extrem de la cadira i que quedi l'extremitat inferior que es vol estirar per fora. Es porta aquesta extremitat cap a la part posterior de la cadira realitzant una extensió de maluc acompanyada d'una flexió de genoll.

3.6.6. *Recomanacions generals del programa als participants*

- S'explicarà detingudament als participants que les ajudes que puguin utilitzar les han de fer servir al mínim possible (per exemple la transferència de part del pes del cos a la paret o a la cadira). És important que cada participant autocontrolï les seves potencialitats físiques i que a mesura que passen les sessions en vagi adquirint consciència i domini.
- Les repeticions s'han de fer al ritme del metrònom. En cas que el ritme del participant s'alenteixi amb relació al ritme marcat pel metrònom, el participant ha de deixar de fer l'exercici, descansar una o dues repeticions i intentar tornar a l'exercici.
- La hipotensió ortostàtica que afavoreix l'envelliment ens condicionarà la velocitat dels canvis de posició dels participants. Hem de tenir cura dels possibles desequilibris o marejos (Timiras, 1997).
- La respiració ha de portar un ritme constant i evitar apnees. Als exercicis de força treballarem una inspiració a la fase concèntrica i una espiració a la fase excèntrica. També hem d'evitar la respiració alta o clavicular i prioritzar la toràcica i abdominal.
- Pel que fa a la postura del participant, durant els exercicis de força s'incidirà en la postura correcta del cos. La postura serà un contingut que es treballarà al llarg de les sessions per millorar la conscienciació postural i els mals hàbits posicionals. Com ja s'ha descrit al marc teòric, la persona gran tendeix a adoptar una marxa característica amb una postura flexionada, passes petites, disminució del balanceig dels braços i menor velocitat de pas, i per

això és important reeducar aquests aspectes per millorar-los i/o prevenir-ne la progressió.

- S'intentarà evitar les compensacions o treballs afegits. Com a exemple de compensació, podríem anomenar l'augment de la hiperlordosi o hipercifosi en l'execució de certs moviments. Com a exemple de treballs afegits, fer força amb la mandíbula o les mans en realitzar els exercicis.
- S'ha d'insistir a tenir molta cura en l'alineació dels genolls. La projecció del genoll en flexió ha de caure a sobre de la punta dels dits. Evitant fer un var⁸³ o valg⁸⁴ de genoll. Les persones que facin un valg o var es col·locaran una pilota entremig dels genolls, que serà més o menys gran depenent del grau de l'alteració.
- S'explicarà la diferència entre el dolor articular i el dolor muscular fruit de les repeticions, per evitar parades no justificades i treballs per sobre de la intensitat individual.

3.7. Justificació del disseny del programa d'entrenament del grup vibracions

En els últims temps les VCS s'han convertit en una *intervenció alternativa* d'entrenament de la força muscular que ha demostrat efectes positius sobre l'activitat neuromuscular (Rittweger, Beller i Felsenberg, 2000) i el sistema ossi (Rubin [*et al.*], 2003).

L'efectivitat de l'estímul de vibració en bipedestació va disminuint en sentit distal a proximal i per la seva localització els extensors de genoll poden ser uns *bons candidats* per al treball de força (Tylee [*et al.*], 2003). L'eficàcia de les VCS en l'augment de la força dels extensors de genoll en gent gran està demostrada en diversos estudis (Roelants, Delecluse i Verschueren, 2004; Verschueren [*et al.*], 2004), malgrat que els paràmetres no estan ben definits.

⁸³ Var o genuvar quan les cames tenen forma d'O perquè els genolls es separen i els peus s'apropen.

⁸⁴ Valg o genuvalg quan les cames tenen forma d'X perquè els genolls s'aproximen i els peus es separen.

Alguns autors han demostrat que l'aplicació de vibracions augmenta l'activitat neuromuscular en un grau superior al mateix exercici realitzat sense vibracions (Cardinale i Lim, 2003; Roelants, [et al.], 2006; Runge, Rehfeld i Resnicek, 2000), malgrat que d'altres observen guanys similars (Bogaerts [et al.], 2007a; Roelans [et al.], 2004; Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004); Verchueren [et al.], 2004) o fins i tot menors (Delecluse [et al.], 2005).

També s'ha destacat al marc teòric que les VCS en gent gran utilitzen generalment exercicis senzills, amb un baix impacte i l'aparell és de fàcil utilització.

Per totes aquestes raons hem optat per dissenyar un programa de vibracions i analitzar-ne els possibles efectes com a alternativa a l'entrenament anomenat gimnàs.

3.7.1. *La durada*

La durada total de la intervenció serà de **20 setmanes** (gener a juny) amb un total de 56 sessions (descans durant la Setmana Santa). La durada en mesos és inferior al programa «gimnàs», però el nombre total de sessions és superior.

3.7.2. *La freqüència*

La freqüència d'entrenament serà de **tres sessions setmanals** amb una durada d'uns 30-45 minuts que es realitzaran els dilluns, dimecres i divendres de 9 a 12. Un grup de 4-5 persones vindrà a les 9h., un grup de 4-5 persones vindrà a les 10h. i un grup de 4-5 persones vindrà a les 11h.

La majoria d'intervencions consultades realitzen tres sessions setmanals (Bautmans [et al.], 2005; Bogaerts [et al.], 2007a, 2009; Roelans, Delecluse i Verschueren, 2004; Verschueren [et al.], 2004) i per això hem optat per aquesta freqüència.

3.7.3. *Protocol d'entrenament*

L'entrenament consistirà en exercicis estàtics i dinàmics realitzats al voltant d'uns 30 segons, progressant de 2 a 3 sèries, progressant de 3 a 6 exercicis, progressant d'una

freqüència de 20 a 30 Hz, progressant d'una pausa de 40 a 20 segons i d'un temps total de treball de 3 minuts a un temps total de treball de 14 minuts i mig.

Concretem i justifiquem amb més detall el disseny de l'entrenament amb relació al tipus de vibració i protocol d'exercicis:

- Amb relació a l'amplitud, s'utilitzarà la de **4 mm** ja que ve determinada per la plataforma utilitzada. Malgrat aquesta predeterminació, diversos autors consultats utilitzen amplituds al voltant de 4 mm: Bogaerts [et al.] (2007aib) 5mm, Russo [et al.] (2003) entre 2,5 i 5 mm, Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004) entre 1,5 i 5 mm i Machado [et al.] (2010) entre 2 i 4 mm.
- Amb relació a la freqüència de vibració, utilitzarem la de **30 Hz** que, segons alguns autors, és la que més efectes positius produeix (Cardinale i Lim, 2003; Marin [et al.], 2009). De totes maneres, les primeres sessions per familiarització, utilitzarem la freqüència de 20 Hz. A la taula 25 podem veure detalladament el protocol que es durà a terme.
- Amb relació al protocol de l'exercici, utilitzarem **sis exercicis** que descriurem al següent apartat:
 1. Esquat estàtic de 120-140°.
 2. Esquat estàtic de 100-110°.
 3. Esquat dinàmic.
 4. Exercici de puntetes.
 5. *Lunge* estàtic: genoll anterior a 90° i genoll posterior a 120-130°.
 6. Monopodal estàtic.

Escollir aquests exercicis ha estat fàcil atès que la majoria d'autors revisats i descrits a l'apartat 3.4.6., utilitzen els mateixos amb petites variacions: estàtic, dinàmic, més o menys flexió de genolls i més o menys separació dels peus.

- L'exercici vibratori, l'aplicarem als subjectes en posició de bipedestació amb els peus a sobre la plataforma i sense sabates per evitar l'efecte esmorteïdor (Mester, Kleinöder i Yue, 2006).

- Amb relació al volum d'entrenament i períodes de descans i treball, hem configurat un entrenament similar a la majoria dels consultats. A la següent taula podem observar el protocol per dies que aplicarem a la intervenció.

Taula 25. Protocol de l'entrenament utilitzat.

Setmana	Exercicis	Sèries	Temps (s)	Pausa (s)	Freqüència (Hz)	Temps total (min)
15-18 G	3 (a,b,c)	2	30	40	20	3'
20-22- G 25-27-29 G	4 (a,b,c,d)	2	30	40	20	4'
1-3-5 F	4 (a,b,c,d)	3 (a-b) 2 (c-d)	30	40	25	5'
8-10-12 F	4 (a,b,c,d)	3	30	35	25	6'
15-17-19 F	4 (a,b,c,d)	3	30	35	30	6'
22-24-26 F	5 (a,b,c,d,e)	3 (a,b,c,d) 1 (e)	30 1 (30)	35	30	7'
1-3-5 M	5 (a,b,c,d,e)	3 (a,b,c,d) 2 (e)	30 1 (30)	35	30	8'
8-10-12 M	5 (a,b,c,d,e)	3	30	30	30	9'
15-17-19 M	6 (a,b,c,d,e,f)	3 (a,b,c,d,e) 1 (f)	30	30	30	10'
22-24-25 M 7-9-A	6 (a,b,c,d,e,f)	3 (a,b,c,d,e) 2 (f)	30	30	30	11'
12-14-16 A 19-21 A	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30	25	30	12'
26-28-30 A	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30	25	30	12'
3-5-7 M	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30 40 (b)	25	30	12' 30''
10-12-14 M	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30 40 (b,f)	25	30	13' 30''
17-19-21 M	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30 40 (b,f)	20	30	13' 30''
24-26-28 M	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30 40 (a,b,f)	20	30	14' 30''
31-2-4 J	6 (a,b,c,d,e,f)	3	30 40 (a,b,f)	20	30	14' 30''

G= gener, F= febrer, M= març, A= abril, M= maig, J= juny. L'amplitud utilitzada serà de 4mm.

s=segons; min=minuts

3.7.4. Exercicis realitzats

Els participants arribaran de forma continuada dins d'un horari preestablert. Quatre participants a les 9 del matí, 5 participants a les 10 del matí i 5 participants a les 11 del matí.

La dinàmica de les sessions consistirà a fer un breu escalfament en grup, fer els exercicis individualment a la plataforma vibratòria i, per acabar, realitzar estiraments on es seguirà un protocol idèntic a totes les sessions i que serà el mateix que s'utilitzarà dins del grup gimnàs: estirament dels trapezis, pectorals, espatlles, isquiotibials, tríceps sural i quàdriceps explicat a l'apartat 4.2.5.4.

1. Exercici esquat a 120-140° i estàtic

En bipedestació, els peus separats com l'amplada de les espatlles i flexió d'uns 30° dels genolls. Esquena recta. La persona es troba agafada a la barra de davant sense recolzar-se, només per evitar desequilibris. Es manté la posició.

Es pot situar una pilota entremig dels genolls si la persona realitza un valg de genolls.



Figura 16: Exercici esquat 140° i estàtic

2. Exercici esquat dinàmic

En bipedestació, els peus separats com l'amplada de les espatlles la persona s'agafa a la barra de davant sense recolzar-se, només per evitar desequilibris. Es realitza una flexió i extensió dels genolls d'uns 50-70°. En flexionar els genolls, el tronc s'inclina una mica cap a davant.

Es situa una pilota entremig dels genolls per evitar desalineacions dels genolls.

3. Exercici esquat a 100-110° i estàtic

En bipedestació, els peus separats a una amplada superior a la de les espatlles la persona s'agafa a la barra de davant sense recolzar-se, només per evitar desequilibris. Evitar penjar-se a la barra. Es manté una flexió d'uns 50-70° de genolls, amb el tronc una mica inclinat cap a davant.



Figura 17: Exercici de 1/2 esquat baix i estàtic

4. Exercici de puntetes amb els genolls estirats

En bipedestació, els peus separats a una amplada igual o inferior a la de les espatlles. La persona s'agafa a la barra de davant sense recolzar-se, només per evitar desequilibris. Aixequem els talons de la plataforma i es manté la posició.



Figura 18: Exercici de puntetes amb genolls estirats

5. Exercici *lunge*

Se situa un peu a sobre la plataforma amb el genoll flexionat uns 80-90° i l'altre peu a terra amb el genoll flexionat uns 120-130°. Es manté la posició. El tronc recte i ens recolzem a la plataforma per evitar desequilibris.



Figura 19: Exercici *lunge*

6. Exercici monopodal estàtic

Se situa un peu a sobre la plataforma amb el genoll flexionat uns 30° i l'altre peu a l'aire amb el genoll flexionat. Es manté la posició. El tronc recte i ens recolzem a la plataforma per evitar desequilibris.



Figura 20: Exercici monopodal estàtic

3.8. Justificació de l'estudi d'altres variables

Considerant la persona un ésser global, s'ha de veure l'activitat física com una eina que comporta beneficis que van més enllà dels purament fisiològics, com són el benestar psicològic, social, l'estrès i la depressió, que poden conduir a una millora de la QDV. És per aquest motiu que, tot i que l'objectiu principal de l'estudi són els canvis amb relació a la força muscular de les EEII, hem considerat oportú avaluar altres elements que tenen relació amb la qualitat de vida relacionada amb la salut i que no comporten un treball addicional i específic dins de les sessions, sinó que com hem vist a la literatura consultada, són inherents a la mateixa pràctica d'activitat física. L'objectiu final és observar si els possibles canvis de les manifestacions de la força influeixen en diferents paràmetres de la QDV.

3.8.1. *Justificació de la variable risc de depressions*

Tant els exercicis aeròbics com els de força manifesten efectes de reducció significativa dels símptomes depressius (Dunn, Trivedi i O'Neal, 2001). Com que les depressions formen part dels síndromes geriàtrics, hem trobat oportú valorar-les.

3.8.2. *Justificació de la variable de percepció subjectiva de salut*

La percepció de la salut ha demostrat ser un dels millors indicadors de mortalitat i morbiditat. La simple resposta a «com diria que és la seva salut» té un gran poder de predicció (Zunzunegui, 1995¹⁸). Dins del treball de força muscular, flexibilitat i resistència aeròbica, les millores físiques observades no estan sempre directament relacionades amb la percepció subjectiva de la salut de la persona (Stewart, King i William, 1993). Per aquestes raons creiem justificat valorar aquest paràmetre.

3.9. Justificació de l'avaluació de les variables

Avaluar els possibles efectes dels programes d'entrenament aplicats amb relació a la condició física no és fàcil. Tot i que la valoració de la condició física a la població general està molt desenvolupada, no passa el mateix amb la població de gent gran perquè la majoria de tests que existeixen estan dirigits als ancians amb limitacions i/o fràgils, i tenen com a objectiu la valoració de les seves necessitats (Spirduso, 1995). Justificarem a continuació l'avaluació de les variables de força, flexibilitat i qualitat de vida relacionada amb la salut.

3.9.1. *Avaluació de la força*

Amb relació als mètodes utilitzats per avaluar la força els podríem aplegar en dos grups, els mètodes de laboratori i els clínics. Els dos tenen validesa i moltes vegades es complementen. Els tests clínics però, són més econòmics, fàcils d'aplicar i s'apropen més a les activitats habituals de la vida quotidiana.

En primer lloc, hem de decidir si utilitzem instruments que valorin les manifestacions de la força des del punt de vista del rendiment o que valorin les manifestacions de la força amb relació a la funcionalitat. La funcionalitat fou un concepte ratificat per la Comissió d'Estats Units sobre Malalties Cròniques i l'OMS per mesurar l'estat funcional. L'estat

funcional de les persones grans és primordial per portar a terme moltes de les activitats quotidianes i, per tant, la seva pèrdua pot afectar la qualitat de vida. L'any 1959 l'OMS va afirmar que «la salut de l'ancià com millor es mesura és en termes de funcionalitat, Regato, 2001: 10», i la capacitat funcional esdevé un indicador de salut millor que l'estudi de la prevalença de les malalties. Nosaltres volem prioritzar l'avaluació de la funcionalitat.

- En concret, per avaluar la força hem decidit utilitzar dos test de funcionalitat de la bateria SFT: el de seure i aixecar-se d'una cadira (SIA)(«chair stand») i el de caminar al lloc («2 minute step»), que avaluen la força funcional (força necessària per dur a terme amb comoditat les activitats quotidianes) i la força resistència (mixta).
- També hem decidit, per avaluar la força, utilitzar dos salts verticals de la bateria de Bosco que, malgrat que inicialment fou dissenyada per avaluar el rendiment d'atletes, hem observat que s'utilitza en diferents intervencions de gent gran similars al nostre estudi (Bosco i Komi, 1980; De Vito [et al.], 1998; Izquierdo [et al.], 1999; Newton [et al.], 2002). I també és utilitzada en intervencions que avaluen la salut (Márquez Rosa [et al.], 2000; Ruiz [et al.], 2011). Aquests salts avaluen la força explosiva (test SJ) i l'elàstica explosiva (CMJ), que és considerada la manifestació de la força més determinanat per evitar caigudes, conservar la marxa i la independència funcional (Foldvari [et al.], 2000; Kostka, 2005; Rantanen, Era i Heikkinen, 1997).
- Per últim hem decidit emprar el $\frac{1}{2}$ *esquat a puntes* des de flexió de genolls de 60° en la seva fase concèntrica, i l'exercici de $\frac{1}{2}$ *esquat a puntes* (doble cicle de treball muscular: concèntric i excèntric), que consisteix en posar-se de puntetes amb o sense flexió prèvia de genolls (Tous, 1999). La utilització d'aquest test permetrà avaluar les variables de la potència mitja, la força mitja, la velocitat mitja, el pic de velocitat, el temps al pic de velocitat i l'acceleració de les EEII. El voler controlar el que passa en un recorregut de moviment concret on hi participen el genoll i el turmell, com també, la importància cada vegada més gran dels valors relacionats amb la potència amb proves de laboratori, justifiquen aquesta valoració. No obstant, aquestes

dues proves no han estat analitzades prèviament a cap altre investigació amb gent gran, o bé no l'hem aconseguit localitzar, i per tant els valors obtinguts no podran ser corroborats o desmentits.

3.9.2. *Avaluació de l'ADM*

- Avaluarem la flexibilitat dels isquiotibials considerada determinant per evitar la «marxa del vell» i l'augment del risc de caigudes (McGill, 2002).

Per avaluar la flexibilitat, també utilitzarem un test de *funcionalitat* del SFT:

- El test que mesura la flexibilitat funcional dels isquiotibials i la columna lumbar «chair sit and reach test».

3.9.3. *Avaluació de la qualitat de vida relacionada amb la salut*

Tot i que els treballs d'acondicionament físic en gent gran proposen millorar o mantenir la flexibilitat, la força i la resistència cardiovascular, cada vegada pren més força un plantejament més globalitzador que comprèn aspectes que afecten la salut integral de la persona i que no estan directament relacionats amb l'activitat física i sí amb el benestar general. És per això que creiem necessari incorporar mesures avaluatives més globals que permetin mesurar la salut des d'una perspectiva integral i determinada per les malalties cròniques i els grans síndromes de l'envelliment.

Avaluar la QVRS és complex, tant per la subjectivitat que comporta com per la complexitat de les diferents dimensions que pot abastar: la física, la psicològica, la funcional, la social, l'emocional i l'espiritual (Prieto i Badia, 2001). El seu interès, sobretot dins la pràctica clínica, és el grau de complementarietat qualitativa que aporten aquestes dimensions amb relació a la persona d'una forma global i integrada dins de la societat.

Com s'ha comentat als primers capítols, la QDV és multidimensional i seguint l'anàlisi de Fortuño (2008), de la QVRS hem decidit avaluar de cada dimensió⁸⁵ els següents components:

- De la dimensió física, les dificultats en les activitats de la vida diària i la percepció relacionada amb la salut, avaluades amb el test SF-12.
- De la funció emocional, la depressió i l'humor, avaluades amb els tests SF-12 i Yesavage.
- De la funció social, la família i l'entreteniment en el temps de lleure, avaluades amb els tests SF-12 i Yesavage.
- De la funció cognitiva, la presa de decisions i la memòria, avaluats amb el test Yesavage.
- Dels símptomes, el dolor i l'energia, avaluats amb els test SF-12 i Yesavage.

Els tests escollits estan validats i són àmpliament utilitzats en molts estudis de gent gran.

3.9.4. *Relacions entre diferents variables*

Finalment, volem realitzar algunes relacions estadístiques entre variables.

Per començar, volem establir si existeix similitud entre les quatre variables de força. El propòsit d'aquesta correlació és relacionar posteriorment una o més variables de força amb tres dels aspectes determinants de l'envelliment satisfactori que descriu el marc teòric:

1. La possible relació que existeix entre el guany de força i la disminució de la síndrome geriàtrica de les caigudes.
2. La possible relació que existeix entre el guany de força i la millora de la percepció general de la salut.

⁸⁵ Existeixen cinc dimensions: la funció física, emocional, social, cognitiva i els símptomes.

-
3. I per últim, la possible relació que existeix entre el guany de força i la disminució dels símptomes depressius considerant la depressió una síndrome geriàtrica.

La rellevància d'aquests tres aspectes justifica les relacions que es volen analitzar.

3.10. Aspectes innovadors.

El plantejament d'aquest estudi vol aportar coneixement dels efectes de dos programes d'entrenament que són relativament nous, i que tot i que ja s'han comparat prèviament, els estudis no són gaire nombrosos.

- No hem trobat estudis que comparin el treball amb vibracions i el treball de força on es prioritza la velocitat, tot i que probablement n'existeixen. Volem destacar que alguns estudis tampoc descriuen molt clarament els paràmetres d'entrenament.
- La utilització d'un metrònom com a guia del ritme de moviment també ha estat una aposta personal, per donar una guia fàcil al participant per seguir els exercicis, i adonar-se i ser conscient de si pot seguir. Això dona un alt grau de responsabilitat al participant en la seva progressió. Es busca en tot moment el màxim treball del participant i és ell el qui millor pot apreciar en cada moment les seves possibilitats.
- Tot aquest plantejament de guany de força busca fonamentalment un guany en la funcionalitat a través de la velocitat i els exercicis funcionals.
- L'entrenament a la plataforma vibratòria busca treballar l'aspecte social, al fer arribar els participants de 5 en 5. Tot i que el treball és individual, estan junts en un mateix espai i alguns exercicis d'escalfament o estirament el realitzen plegats.
- L'utilització de l'avaluació de variables de la força relacionades amb la potència, a través del ½ esquat a puntes d'únic i doble cicle.

4. PART EXPERIMENTAL: OBJECTIUS I HIPÒTESIS

*Són les teves decisions i no l'atzar
el que determini el destí.*

Jean Nidetch

4.1. Objectius

L'objectiu d'aquesta tesi doctoral és dissenyar dos programes diferents d'activitat física centrats en el guany de les manifestacions de la força muscular a les EEII, per avaluar quin dels dos és més efectiu.

4.1.1. Objectius principals

- 1- Avaluar els canvis en les manifestacions de la de força de les extremitats inferiors associada al procés d'envelliment, segons si es participa o no en un programa d'entrenament específic de força.
- 2- Avaluar si existeix un efecte diferencial dels beneficis obtinguts depenent del tipus de programa: programa de força amb VCS o programa de força prioritzant la velocitat del moviment.

4.1.2. Objectius secundaris

- 1- Avaluar l'eficàcia d'uns estiraments musculats estàtics amb relació a la flexibilitat dels isquiotibials i columna lumbar.
- 2- Avaluar l'eficàcia d'uns programes d'entrenament de força a les EEII, amb relació al risc de depressions (síntomes) i percepció de l'estat de salut.

4.2. Hipòtesis

Els objectius anteriors es tradueixen en les següents hipòtesis:

4.2.1. *Hipòtesi principal*

Hipòtesi 1:

Els participants del grup plataforma augmentaran més les diferents manifestacions de la força a les extremitats inferiors en comparació als participants del grup gimnàs. El grup control disminuirà els nivells de força.

4.2.2. *Hipòtesis secundàries*

Hipòtesi 2:

Al final del programa els participants dels grups experimentals obtindran millores de flexibilitat dels isquiotibials i el grup control no obtindrà millores.

Hipòtesi 3:

Els participants dels dos grups experimentals milloraran en el nombre de caigudes i el grup control no millorarà.

Hipòtesi 4:

Al final del programa el nombre de símptomes depressius dels grups experimentals hauran millorat i els del grup control no milloraran.

Hipòtesi 5:

Al final del programa els participants dels grups experimentals milloraran la percepció de la seva qualitat de vida i els del grup control no obtindran millores.

5. PART EXPERIMENTAL: METODOLOGIA DE LA RECERCA

*La comprensió de tot el que hi ha als llibres és fàcil,
sobretot per als intel·ligents;
No obstant això, la seva aplicació a un home en particular
resulta molt difícil,
fins i tot per al savi que ha aprofundit en la seva lectura*

Maimónides. El regimen de salud.

6: Part experimental: metodologia de la recerca

Aquest capítol fa una descripció i anàlisi dels possibles riscos de la validesa interna i externa de la intervenció. A continuació s'analitza la mostra, el procés de selecció utilitzat, el disseny de l'estudi, les variables analitzades, els instruments utilitzats, els aspectes ètics i el tractament estadístic de les dades en funció de les hipòtesis plantejades.

5.1. Introducció

Segons Campbell i Stanley (1963)⁸⁶, els possibles defectes metodològics que poden afectar la validesa interna o externa són:

1. *Història*: s'entén com a successos que passen durant la intervenció i que podrien modificar els resultats. L'hem intentat evitar preguntant a la gent l'activitat física que realitzava i demanant que no variessin el seu estil de vida durant el període d'intervenció. Al final de la intervenció es tornava a demanar l'activitat física que realitzaven per comprovar que no havien canviat els hàbits.
2. *La maduració*: s'entén com els canvis de la variable dependent deguts a l'edat. En l'envelliment es produeix un procés d'involució de la força. Com s'ha descrit al marc teòric, es preveu una disminució que varia segons els autors. Capodaglio [et al.] (2007) parlen de pèrdues anuals del 3,5% de la potència i d'un 1,5% de la força màxima dels extensors del genoll, Goodpaster [et al.] (2001) observen descens anuals de la força màxima extensora dels genolls d'un 3,4% en homes i d'un 2,6% en dones i Skelton [et al.] (1994) van observar que la pèrdua anual de força isomètrica era d'un 1-2% i la pèrdua de la potència dels extensors de genoll era d'un 3,5%. Si les avaluacions pre- i post- de les manifestacions de la força estan separades per uns sis mesos, els resultats esperats són disminucions entre l'1 i el 3%.

⁸⁶ Dins Thomas y Nelson (2007).

-
3. *L'efecte prova*: s'entén que la segona vegada que es realitza una prova es fa més bé perquè s'ha après la tècnica (és una repetició). En el nostre cas, com que hi ha sis mesos de diferència entre la realització de les proves, no creiem que pugui tenir un efecte amenaçador de cara a la validesa interna.
 4. *Els instruments avaluadors*: podrien ser un problema si no estiguessin en les mateixes condicions. Per això s'han revisat acuradament.
 5. *El biaix de selecció*: s'entén quan els grups es formen seguint criteris diferents dels de l'assignació aleatòria. En el nostre cas, cada persona tria el seu rol.
 6. *Mortalitat experimental*: fa referència a la pèrdua dels participants per diferents motius: mort, malalties, falta d'interès. En el nostre cas hi ha hagut 6 casos de malaltia i 2 de desinterès.
 7. *Esperança*: fa referència al fet que els investigadors poden preveure els millors participants i puntuar-los millor. No creiem que això ens afecti ja que les proves es mesuren amb paràmetres objectius (metres, plataforma de contacte...), que no es poden manipular sense haver-hi intencionalitat.

I, segons els mateixos autors, algunes de les amenaces de la *validesa externa* són:

1. Si s'ha fet una prova pilot amb els mateixos individus i aquests poden estar més motivats. No és el nostre cas.
2. Si els participants tenen unes característiques determinades que fan difícil generalitzar els resultats. En el nostre cas ens hauríem de preguntar si la gent gran que està adscrita a un casal d'avis és representativa de la població general o té unes característiques determinades que no ens permet fer generalitzacions. I també si les persones voluntàries a participar són representatives de les no voluntàries.

5.2. Població

La població està formada per 5.245 persones que tenen de 65 a 87 anys de la ciutat de Vic. A la següent taula es pot veure com estan repartides per sexe i edat (Indecat, 2001).⁸⁷

Taula 26. Població d'entre 65 i 84 anys de la ciutat de Vic.

Edat	homes	dones	total
De 65 a 69 anys	714	908	1.622
De 70 a 74 anys	652	908	1.560
De 75 a 79 anys	510	732	1.242
De 80 a 84 anys	283	538	821

5.3. Mostra

En aquest estudi hi han participat 49 persones grans (un 0,9% de la població de Vic i un 10,9% de la població adscrita al casal d'avis), d'edats compreses entre 65 i 87 anys. Presentem a continuació els criteris d'inclusió i exclusió a l'estudi.

5.3.1. Criteris d'inclusió

- Persones d'ambdós sexes.
- Persones d'edats compreses entre 65 i 87 anys.
- Adscrits al casal d'avis de la Rambla de la ciutat de Vic (actualment en aquest casal hi estan adscrites 450 persones).
- Obtenir la màxima puntuació al test d'independència de les activitats de la vida diària.

⁸⁷<http://www.idescat.cat/territ/BasicTerr?TC=5&V0=1&V1=08298&V3=867&V4=539&ALLINFO=TRUE&PARENT=1&CTX=B>

5.3.2. *Criteris d'exclusió*

- Exclusió del programa per un nivell d'activitat física alt: caminen més d'una hora diària, fan exercici dirigit en un altre centre, fan exercici no dirigit dos o més dies a la setmana de forma intensa.
- Persones amb dèficits cognitius.
- Persones que pateixin malalties agudes.
- Persones que pateixin malalties cròniques que no permeten la realització d'exercici físic.
- Persones amb obesitat mòrbida (IMC superior al 40%).

Per a les persones que participen en el programa de vibracions, s'hi afegeixen els següents criteris d'exclusió:

- Que portin una pròtesi.
- Que pateixin glaucoma.
- Que portin marcapassos.
- Que pateixin hèrnies agudes.
- Epilèpsia.
- Alteracions greus de columna.
- Cirurgies recents.
- Osteoporosi severa (DMO88 <70 mg/ml).
- Trombosi.

5.3.3. *Procediment per al reclutament de la mostra*

El disseny del procés de selecció i implementació l'hem dividit en quatre fases.

⁸⁸ DMO: densitat mineral òssia.

1. Fase de preparació

Ens vàrem posar en contacte amb el departament de Benestar Social de l'Ajuntament de Vic, perquè ens fes d'enllaç amb els diferents casals d'avis de la ciutat.

Es va determinar que atès el gran nombre d'inscrits al casal d'avis de la Rambla, s'intentaria que tots els participants fossin del mateix casal.

Es van penjar diferents cartells dins del casal anunciant que es necessitaven voluntaris per mesurar la força de les «comes». Els cartells ja especificaven els dies que es realitzarien les sessions ja que la participació o no al programa, a part de l'interès personal, estava limitada per l'horari de l'activitat. Un cartell anunciava: «es necessiten voluntaris per mesurar la força de les comes, participant en un programa d'exercici físic que es realitzarà dimarts i dijous de 10 a 11». El mateix cartell especificava que l'activitat s'efectuaria a les instal·lacions del casal. L'altre cartell anunciava: «es necessiten voluntaris per mesurar la força de les comes, participant en un programa d'exercici físic en una plataforma vibratòria els dilluns, dimecres i divendres de 9 a 12». El mateix cartell especificava que l'activitat s'efectuaria a les instal·lacions de la Universitat de Vic i que duraria uns 45 minuts. L'últim cartell només indicava que es necessitaven voluntaris per mesurar la força de les comes.

La gent interessada s'apuntava a la recepció del casal i deixava el seu número de telèfon.

En el moment que es va arribar al nombre de persones predeterminat (60-70), es varen fer tres reunions al casal per explicar el projecte (una per a cadascun dels grups) i on es va donar un full informatiu (annex 1). En aquestes reunions també se'ls va assabentar dels aspectes ètics remarcant que per participar en el projecte era necessari el seu consentiment informat. Les reunions, les portava a terme la doctoranda.

Una vegada presentat el projecte a les 68 persones interessades, en varen quedar 49. Dels abandonaments, 5 foren del grup plataforma vibratòria perquè portaven pròtesis de maluc, 8 del grup control als quals no els va interessar el projecte i 6 del grup gimnàs per poc interès o per problemes d'horaris. La mostra finalment va quedar amb 49 participants, 18 del grup gimnàs, 14 del grup vibracions i 17 del grup control, i cada persona prèviament i *de forma voluntària havia escollit el grup al qual volia participar* segons la seva disponibilitat.

2. Fase d'administració de tests i qüestionaris (pre-)

Després de les reunions, es va repartir a tots els interessats el *full de consentiment informat* (annex 2) i es va determinar dia i hora per passar de forma individualitzada els diferents qüestionaris, informant als interessats de les proves que es realitzarien. Els participants dels grups gimnàs i control van fer-ho al casal dels avis i els participants del grup plataforma a la Universitat de Vic.

En aquesta trobada individualitzada el participant tornava a l'entrevistador el full de consentiment informat i es passaven els següents qüestionaris:

- *Qüestionari d'aptitud per a l'activitat física* que ens determinava possibles riscos de fer activitat física. En el cas de no trobar cap risc, les persones passaven directament al grup corresponent. En el cas que hi hagués algun risc, la persona era derivada al metge de capçalera perquè determinés si podia o no podia fer exercici físic.
- *Independència en les activitats de la vida diària* i que és considerat un criteri d'inclusió per determinar homogeneïtat en la condició física prèvia i on s'havia de treure la màxima puntuació.
- *Qüestionari de «preguntes tancades»*⁸⁹ on es realitza un registre de dades personals com l'estat civil, els estudis, la convivència, historial previ de caigudes durant els 6 últims mesos i l'explicació d'un dia tipus. Aquest últim

⁸⁹ Categoria de pregunta que es troba a qüestionaris o entrevistes i que requereix una resposta específica i sovint en forma de classificacions.

registre té l'objectiu d'informar de l'estil de vida del participant per comprovar si l'ancià ha seguit els consells donats al principi de l'estudi, i on es recomanava no variar l'estil de vida, sobretot amb relació a l'activitat física realitzada.

- *Yesavage*
- *SF-12*

El temps necessari per entrevistar cada pacient era aproximadament d'una hora.

Tot i que la majoria de qüestionaris es podrien haver realitzar mitjançant el mètode d'autoadministració, hem volgut evitar possibles errors de comprensió i respostes no contestades d'aquests tipus d'aplicació (Thomas i Nelson, 2007). Conseqüentment, aquests tests van ser administrats per la mateixa doctoranda i dos estudiants de la Universitat de Vic prèviament entrenats en la seva realització per adquirir l'habilitat necessària i fer les proves de forma adequada.

Paral·lelament es va citar els participants per passar els altres tests físics que es realitzaven en grups de 5-6 persones al laboratori de biomecànica de la Universitat de Vic i on es van habilitar dues zones, una per fer les proves dels tests de Bosco (salts) i l'altre per fer les proves físiques restants. El temps necessari per a dur a terme les proves físiques era aproximadament d'una hora i eren:

- Pes, alçada
- *Chair stand*
- Test d'step de 2 minuts
- Test de Bosco: SJ i CMJ
- ½ esquat a puntes: únic i de doble cicle.
- *Chair sit and reach test*

Abans de realitzar els tests, els participants efectuaven un escalfament dirigit.

L'ordre d'execució de les proves era primer els dos tests de Bosco, amb petits descansos entre salt i salt. A continuació els tests de flexibilitat i, finalment, els

dos test de força (*chair i step*) amb un descans entre ells que s'aprofitava per fer els mesuraments del pes i talla, i els participants tenien temps per recuperar-se.

Els investigadors participants foren els mateixos de les enquestes, dos estudiants de la Universitat i la doctoranda. Aquests tests s'explicaven de forma teòrica i pràctica per evitar dubtes i errors en l'execució.

Les valoracions realitzades es van dur a terme entre dues i tres setmanes abans de començar les sessions d'activitat física.

3. Fase de realització del programa d'activitat física

La mostra estava dividida en tres grups, el grup gimnàs, el grup plataforma i el grup control. Els expliquem a continuació.

– Grup gimnàs

El mes de desembre del 2009 es va iniciar el programa d'exercici físic dirigit al casal d'avis de la Rambla, els dimarts i dijous de 10 a 11 del matí. El programa va finalitzar la primera setmana de juny. En total va durar 24 setmanes i es varen realitzar 46 sessions. El nombre de participants fou de 18. Cap d'ells va abandonar el programa però dues participants no van poder assistir a les classes durant dos mesos per problemes mèdics (operació d'un galindó i bronquitis). Varen finalitzar el programa 18 persones.

– Grup plataforma

El mes de gener del 2010 es va iniciar el programa d'exercici físic amb una plataforma vibratòria NEMES a la Universitat de Vic, els dilluns, dimecres i divendres. El programa va finalitzar la primera setmana de juny. En total va durar 20 setmanes i es varen realitzar 56 sessions de 30-45 minuts. El nombre de participants fou de 14, dels quals 3 no varen completar el programa. Els motius dels abandonaments foren: una participant va ser atropellada per un cotxe el mes de febrer. Una segona participant, que era diabètica, a principis del mes de maig va agafar anèmia i no va poder continuar l'activitat. Una altra participant va iniciar el programa amb problemes d'artrosi de genolls i símptomes dolorosos,

els quals van empitjorar amb les vibracions i no va voler continuar l'activitat. Varen finalitzar el programa 11 persones.

– Grup control.

Un total de 17 persones varen integrar aquest grup que no va fer cap activitat física dirigida. En total, 5 d'aquestes persones no varen assistir a l'avaluació realitzada al finalitzar la intervenció. Dues varen mostrar desinterès. Una participant va patir un càncer i ni ella ni el seu marit, que també hi participava, van poder assistir a les valoracions. Per últim, una participant fou operada del genoll i no estava recuperada. Varen finalitzar el programa 12 persones.

Presentem a la figura 21 el procés temporal seguit.

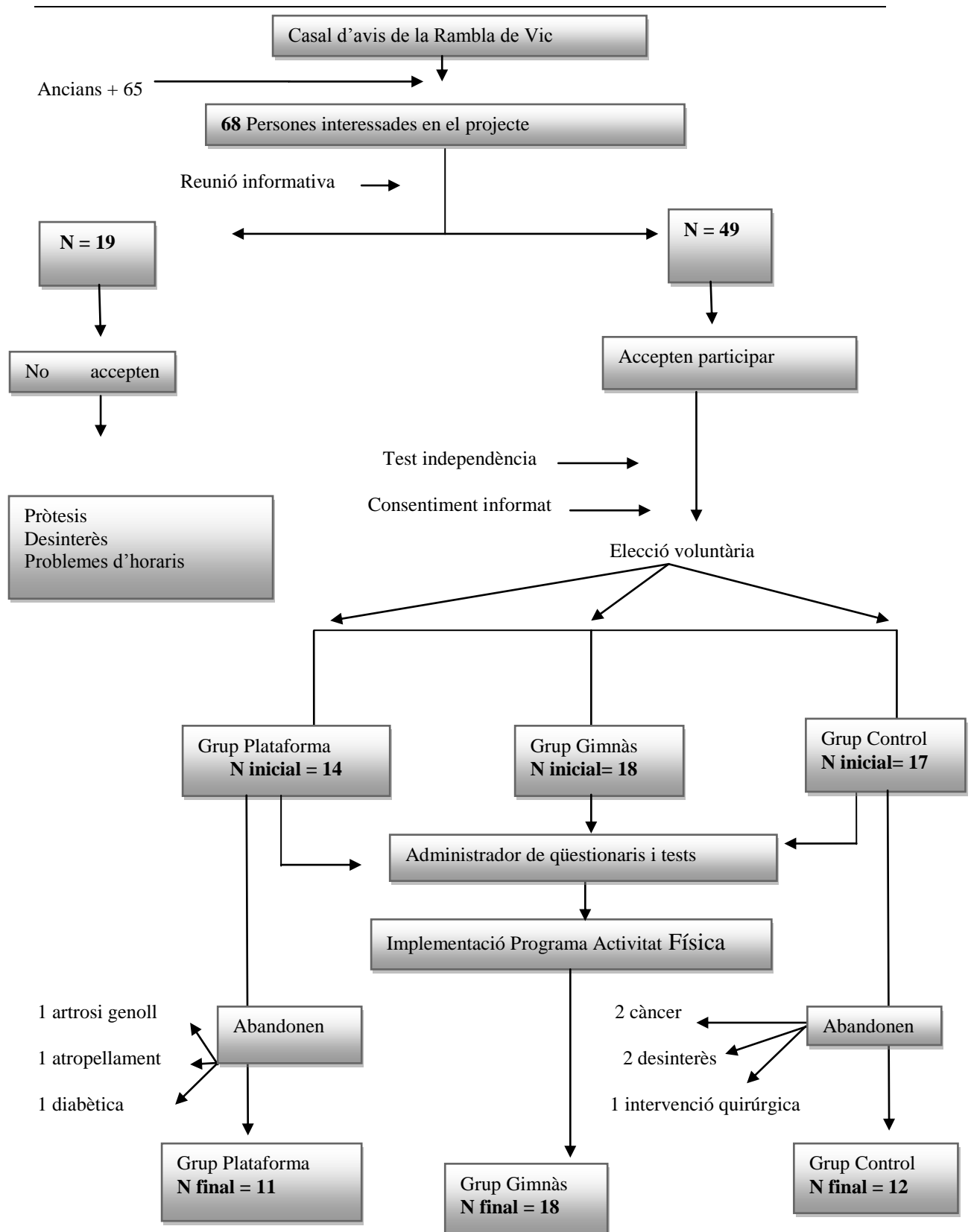


Figura 21. Procediment de selecció de la mostra i implementació.

4. Fase d'administració de tests i qüestionaris (post-)

El mateix procediment utilitzat a les preavaluacions es va seguir després d'acabar la implementació dels programes d'activitat física, durant el mes de juny.

La diferència més rellevant entre les avaluacions pre- i post- és amb relació al qüestionari de les dades personals, al pre- es varen passar totes les preguntes i al post només dues:

- Es va repetir la pregunta amb relació a les caigudes
- Es va repetir un apartat anomenat dia tipus, on el participant explica el que sol realitzar en un dia habitual i que dóna una idea del seu estil de vida per poder valorar si havia variat amb relació als nivells d'activitat física previs a l'estudi.

Taula 27. Distribució temporal de les accions portades a terme.

Setembre Octubre Novembre	Novembre 2009	Desembre 09–maig 10	Juny 2010
Cerca de la mostra	<ul style="list-style-type: none"> - Qüestionari d'aptitud per a l'activitat física - Independència en les activitats de la vida diària - Qüestionari dades personals - IMC - <i>chair stand</i> - test d'<i>step</i> de 2 minuts - Test de Bosco SJ i CMJ - ½ esquat a puntes - <i>Chair sit and reach test</i> - <i>Yesavage</i> - Qüestionari de Salut SF-12 	<ul style="list-style-type: none"> Programa «gimnàs» Programa «plataforma» Programa «sense exercici físic» 	<ul style="list-style-type: none"> - Qüestionari: dia tipus i caigudes - IMC - <i>chair stand</i> - test d'<i>step</i> de 2 minuts - Test de Bosco SJ i CMJ - ½ esquat a puntes - <i>Chair sit and reach test</i> - <i>Yesavage</i> - Qüestionari de salut SF-12

Les valoracions finals es van dur a terme entre dues i tres setmanes després d'acabar les sessions d'activitat física.

5.3.4. Característiques de la mostra

Després d'aconseguir durant els mesos d'octubre i novembre del 2009 la mostra definitiva per participar en l'estudi a través del Casal d'avis de la Gent Gran de la Rambla de Vic, es va iniciar el programa d'entrenament.

En l'estudi varen participar-hi 49 persones, 34 (69,4%) dones i 15 (30,6%) homes, d'edats compreses entre 65 i 87 anys ($\bar{x} = 73,6$). A la següent taula n'exposem la distribució total i per grups.

Taula 28. Descripció general de la mostra.

	N	Edat	Talla (m)	IMC	Aband.	Sessions realitzades
Grup control						
Homes	4	77,8	1,70	26,0	25%	
Dones	13	73,9	1,54	27,2	31%	
Total	17	74,8	1,58	26,9	29%	
Grup gimnàs						
Homes	4	73,3	1,73	27,8	0%	91%
Dones	14	71,5	1,55	27,5	0%	89%
Total	18	71,9	1,59	27,6	0%	90%
Grup plataforma						
Homes	7	71,9	1,68	26,7	0%	92%
Dones	7	76,7	1,54	28,8	43%	72%
Total	14	74,3	1,61	27,8	21%	82%
Global						
Homes	15	73,8	1,70	26,8	7%	92%
Dones	34	73,5	1,55	27,7	21%	83%
Total	49	73,6	1,59	27,4	16%	86%

IMC: Índex massa corporal, Aband: % abandonaments.

5.4. Disseny

Segons Argimon i Jiménez (2004), les característiques més importants d'un estudi amb relació al disseny són

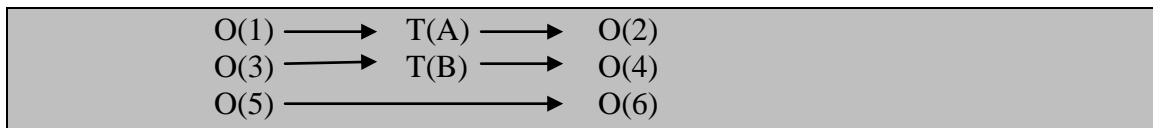
- *La finalitat*: descriptiu o analític. Busquem una relació causa-efecte. Per tant, ens situaríem dins d'un estudi analític.
- *La seqüència temporal*: transversal o longitudinal. En la nostra intervenció existeix un temps de sis mesos entre l'aplicació dels diferents instruments de mesura, pre-post-. Parlem d'estudi longitudinal.
- *Control d'assignació dels factors d'estudi*: experimental o observacional. El nostre estudi serà experimental, centrat en una possible relació causa-efecte.
- *Inici de l'estudi amb relació a la cronologia dels fets*: Prospectiu o retrospectiu. L'avaluació que farem serà prospectiva on l'inici és anterior als fets estudiats.
- *La manipulació activa de l'investigador sobre les variables*: experimental o quasi experimental. Els participants trien voluntàriament el seu grup i per tant parlem d'estudi quasi experimental.

A l'hora d'analitzar les dades, i un cop comprovada l'homogeneïtat prèvia dels tres grups, voldrem valorar els canvis que es produeixen dins de cada grup entre el principi i el final de la intervenció (intragrup) i els canvis que es produeixen entre els grups al final de la intervenció (intergrups). La combinació d'aquestes dues categories configurarà un disseny mixt.

Conseqüentment, el disseny de l'estudi serà quasi experimental pre-post-⁹⁰ on hi participaran tres grups d'estudi (plataforma, gimnàs i control).

⁹⁰ Disseny pre-post-: es prenen dues mesures, una abans del programa i una altra després del programa.

Figura 22. Disseny de la intervenció.



O1 i O2=grup d'exercici físic principi i final, O3 i O4=grup plataforma vibratòria principi i final, O5 i O6=grup control principi i final, TA = programa d'entrenament sense aparells, TB = programa d'entrenament amb vibracions.

5.5. Variables

A continuació exposem les variables que s'examinaran.

5.5.1. Variables independents

Les variables independents són els dos programes d'exercici físic i el grup control.

5.5.1.1. Programa d'entrenament de força «gimnàs»

Programa d'entrenament de força «gimnàs»: Les sessions d'entrenament estaran constituïdes per tres blocs. El primer, l'escalfament amb un treball fonamentalment aeròbic i de jocs socials. El segon bloc, la part principal on es realitzaran exercicis de força acompanyats de treballs de flexibilitat. El tercer bloc, la tornada a la calma amb treball d'estiraments, de memòria i de relaxació. De forma menys important es treballarà l'equilibri, la postura, la coordinació i altres. El programa es troba explicat detalladament a l'apartat 4.2.5.

5.5.1.2. Programa d'entrenament de força «plataforma»

Programa d'entrenament de força «plataforma»: Les sessions estaran constituïdes per tres blocs. Primer es realitzarà un escalfament previ de les principals articulacions del cos, a continuació l'entrenament a la plataforma vibratòria seguint la progressió explicada a l'apartat 4.3.3, i, finalment, uns estiraments que seran els mateixos que es realitzaran al grup gimnàs.

5.5.1.3. Programa «sense exercici físic»

Programa «sense exercici físic»: Aquest grup de gent continuarà amb la seva vida quotidiana i no participarà en cap activitat dirigida d'exercici físic. Es controlarà que no

variï de forma significativa el seu grau d'activitat física diària i estil de vida a través del dia tipus inclòs dins de l'entrevista.

5.5.2. *Variables dependents*

Es mesuraran a través dels resultats dels diferents tests i ens permetran avaluar els possibles canvis.

5.5.2.1. Variable de la força a les extremitats inferiors

1. Variable de la manifestació de la força funcional a través del test d'aixecar-se i seure a la cadira durant 30 segons: *chair stand* (Rikli i Jones, 2001). Ens aportarà el nombre de vegades que s'aixeca de la cadira.
2. Variable de la manifestació de la força resistència (mixta) a través del test de caminar al lloc durant dos minuts: *step 2 minutes* (Rikli i Jones, 2001). Ens aportarà el nombre de passos que realitza.
3. Variable de la manifestació de la força explosiva sense estirament previ. La mesurarem a través del salt vertical sense contramoviment de Bosco anomenat *Squat Jump* (SJ) (Bosco, 1994). Ens aportarà els cm que salta.
4. Variable de la manifestació de la força elàstica-explosiva amb estirament previ. La mesurarem a través del salt vertical amb contramoviment de Bosco anomenat *Counter Movement Jump* (CMJ) (Bosco, 1994). Ens aportarà els cm que salta.
5. Variable de la manifestació activa de la força: força explosiva. La mesurarem a través de la fase concèntrica del $\frac{1}{2}$ *esquat a puntes des de flexió de genolls d'uns 60°* i prèvia immobilització de tres segons (Carmona i González-Haro, 2012; Tous, 1999). D'aquest exercici s'avaluaran 6 variables de la fase concèntrica: potència mitja, força mitja, velocitat mitja, pic de velocitat, temps al pic de velocitat i l'acceleració.
6. Variable de la manifestació reactiva de la força: força elàstica explosiva. La mesurarem a través del $\frac{1}{2}$ *esquat a puntes (doble cicle de treball muscular: excèntric i concèntric)* (Carmona i González-Haro, 2012; Tous, 1999). D'aquest exercici s'avaluaran 6 variables de la fase concèntrica (potència mitja, força

mitja, velocitat mitja, pic de velocitat, temps al pic de velocitat i l'acceleració) i 3 de la fase excèntrica (potència mitja, força mitja i velocitat mitja).

5.5.2.2. Variable de l'ADM: la flexibilitat dels isquiotibials i columna lumbar

La mesurarem a través del test de flexibilitat de tocar-se el peu amb les mans des de la posició d'assegut *chair sit and reach test* (Rikli i Jones, 2001).

5.5.2.3. Historial de caigudes

La mesurarem a través de la pregunta de quantes vegades ha caigut durant els últims sis mesos.

5.5.2.4. Variable de qualitat de vida relacionada amb la salut

1. Variable del risc de depressions, que mesurarem a través del test Yesavage (Yesavage, Brink i Rose, 1983).
2. Variable de percepció subjectiva de la salut on avaluarem les diferents dimensions a través del qüestionari SF-12 (Alonso [et al.], 1996).

5.5.3. *Variables generals*

5.5.3.1. Edat

5.5.3.2. Sexe

5.5.3.3. Índex de massa corporal.

L'índex de massa corporal (IMC) s'utilitza per calcular la normalitat del pes corporal, és un indicador de sobrepès i es refereix com un avaluador indirecta del greix corporal. Es calcula dividint el pes pel quadrat de la talla: $IMC = \text{Pes (Kg)} / (\text{Talla (m)})^2$. Vegeu annex 3.

5.5.3.4. Assistència

Hem de fer un registre sistemàtic de la participació de cada membre del grup i dels motius de la no -assistència (desmotivació, malaltia, viatges...).

5.6. Instruments d'avaluació

Explicuem a continuació els instruments que hem utilitzat i que es traduiran en l'anàlisi de les diferents variables.

5.6.1. *Instruments de mesures generals: qüestionaris*

5.6.1.1. Qüestionari d'aptitud per a l'activitat física

Qüestionari d'aptitud per a l'activitat física (Rodríguez, 1995⁹¹). Aquest qüestionari fou creat per descobrir aquelles persones per a les quals l'activitat física pot ser inapropiada o que necessiten un consell mèdic amb relació al tipus d'activitat més apropiada per a les seves característiques. L'objectiu de la seva aplicació és identificar possibles riscos (*screening*)⁹² en la participació al programa d'activitat física. Consta de set preguntes, si contesta afirmativament a totes pot passar directament a realitzar l'activitat, si contesta no a una o més preguntes, ha de demanar hora al metge de capçalera perquè valori els possibles riscos de realitzar el programa d'activitat física. Vegeu annex 4.

5.6.1.2. Independència en les activitats de la vida diària

Independència en les activitats de la vida diària (Pincus [*et al.*], 1983). Consta de 9 preguntes que es contesten amb un sí o no i mostren aquelles persones que presenten alguna incapacitat o dependència per a la realització de certes activitats quotidianes. L'objectiu de la seva aplicació és mesurar l'autonomia del participant i el prenem com a criteri d'inclusió per obtenir una mostra més homogènia. Les persones per participar al programa han de contestar positivament a totes les preguntes. Vegeu annex 5.

5.6.1.3. Qüestionari per conèixer les principals dades personals i d'estil de vida

Es recullen les principals característiques dels participants amb relació a l'edat, sexe, estudis, activitat física, malalties, com és un «dia tipus», dolors musculars i nombre de caigudes produïdes durant els últims 6 mesos. Vegeu annex 6.

⁹¹ Dins ACSM, 1995.

⁹² *Screening*: filtre.

5.6.2. Tests físics. Instruments per mesurar la variable força

5.6.2.1. Chair stand

Per valorar la força de les EEII en persones grans una de les proves més utilitzada és la de seure i aixecar-se d'una cadira. Consisteix a aixecar-se i asseure's en una cadira de 43 cm d'alçada el màxim nombre de vegades durant 30 segons amb els braços creuats davant del pit, i és una prova que forma part de la bateria *Sènior Fitness Test* (Rikli i Jones, 2001). Dos variants d'aquest test són la de mesurar el temps que es tarda en seure i aixecar-se 5 vegades (Csuka i McArty, 1985), o 10 vegades (Guralnick [et al.], 1994). Alguns estudis mostren que els resultats d'aquest test es correlacionen bastant bé amb les mesures de laboratori de la força de les EEII, com també amb la velocitat de caminar, la capacitat de pujar escales i l'equilibri (Bohannon, 1995; Csuka i McArty, 1985), el risc de caigudes (Tinetti, Speechley i Ginter, 1988), i per discriminar les persones grans que cauen de les que no cauen (Mc Rae [et al.], 1992). La SFT és una bateria de set proves adaptada a les persones grans que fou creada per Rikly i Jones el 2001, i avalua la condició física funcional, que els autors entenen com la capacitat física per desenvolupar activitats normals de la vida diària de forma segura i sense un excessiu cansament. Actualment és molt utilitzada en gent gran.

Es realitza dues vegades i es mesura el millor de dos intents. Vegeu annex 7.

5.6.2.2. Test d'step de 2 minuts

Aquest test pertany a la bateria de Rikli i Jones, explicada a l'apartat anterior i valora la resistència mixta (transició anaeròbica-aeròbica), relacionada amb la força resistència de les extremitats inferiors. El test consisteix a comptar el nombre de vegades que el participant aixeca els genolls durant dos minuts sense moure's del lloc. S'han d'aixecar els genolls fins al punt mitjà entre la ròtula i el maluc, que estarà marcat a la paret. Aixecar el genoll dret i esquerre compta com a un aixecament.

Es realitza dues vegades i es mesura el millor de dos intents. Vegeu annex 8.

5.6.2.3. Tests de Bosco: SJ i CMJ

El professor Carmelo Bosco va dissenyar una bateria de cinc salts dels quals n'utilitzarem dos, SJ i CMJ, que tenen com a objectiu avaluar la força explosiva i elàsticoexplosiva de les extremitats inferiors. Per realitzar els salts seguirem els protocols descrits per Bosco (1994).

L'instrument utilitzat per a la recollida de dades fou la plataforma de contacte conecteda al Muscledab (Ergotest Noruega), que mesura el salt vertical gràcies a una estora que detecta els canvis de pressió quan el subjecte està a sobre i quan abandona l'estora a l'iniciar el vol (temps de vol i temps de contacte). A partir d'aquí es poden mesurar altres variables. Nosaltres utilitzarem com a variable *l'alçada del vol dels dos salts* per a realitzar una valoració indirecta de la força explosiva (SJ) i elàsticoexplosiva (CMJ). Es descriu a continuació la forma d'execució dels dos salts:

- SJ (*Squat Jump*): salt vertical amb les mans a la cintura partint d'una posició de ½ esquat. Valora la força explosiva (sense estirament previ) dels membres inferiors així com el reclutament de les unitats motores (Bosco, 1994).

Es realitza dues vegades i es mesura el millor de dos intents (cm). Vegeu annex 9.

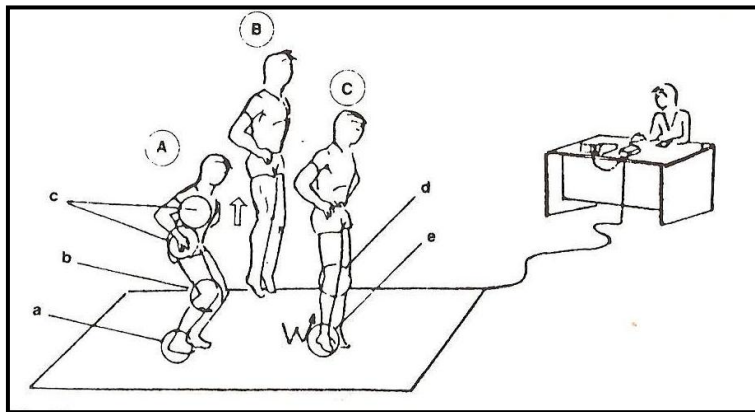


Figura 23. Realització de l'Squat Jump.

Font: Bosco (1994: 40).

- CMJ (*Counter Movement Jump*): salt vertical amb contramoviment partint de la posició de bipedestació, realització sincronitzada de ½ esquat i salt amb les mans a la cintura. A la sortida i l'arribada els genolls han d'estar

estirats. Valora la força explosiva (amb estirament previ) amb la reutilització de l'energia elàstica i aprofitament del reflex miotàtic, així com la capacitat de reclutament nerviós i la coordinació intra- i intermuscular (Bosco, 1994).

Es realitza dues vegades i es mesura el millor de dos intents. Vegeu annex 9.

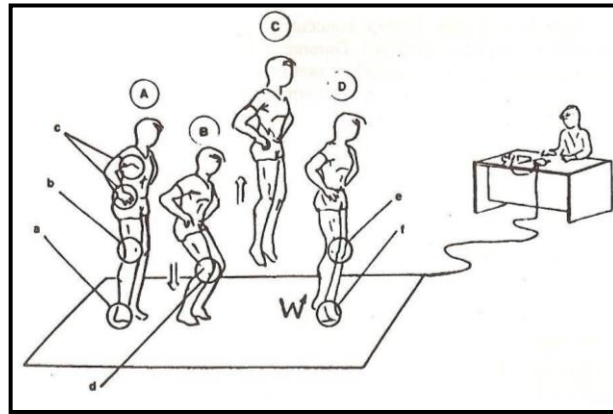


Figura 24. Realització del Counter Movement Jump.

Font: Bosco (1994: 89).

5.6.2.4. ½ esquat a puntes: simple i doble cicle de treball muscular

- Simple (únic) cicle de treball muscular: la posició inicial d'aquest exercici és la mateixa que la del salt SJ. Partint d'una posició estàtica prèvia de tres segons, de ½ esquat amb les mans a la cintura, per evitar impulsar-te amb els braços, l'exercici consisteix en posar-se de puntetes a la màxima velocitat possible. Es col·loca un cinturó lligat a un encoder lineal⁹³, que és un dispositiu accessori del MuscleLab, i que ens donarà la informació de les variables del moviment d'extensió de genolls i turmell, en la seva fase concèntrica: la potència mitja (força x velocitat al llarg de tot el moviment que s'expressa en watts), la força mitja (massa x acceleració al llarg de tot el moviment que s'expressa en newtons), la velocitat mitja (que s'expressa en metres/segons), el pic de velocitat (la velocitat del recorregut en el seu punt màxim), el temps al pic de velocitat (el temps que es triga a assolir al pic de

⁹³ Un encoder lineal és un sensor que genera senyals digitals en resposta al moviment.

velocitat), i l'acceleració (canvis de velocitat amb relació al temps) (Carmona i González-Haro, 2012; Tous, 1999)

- Doble cicle de treball muscular: la posició inicial d'aquest exercici és la mateixa que el salt CMJ. Partint de la posició de bipedestació i genolls estirats amb les mans a la cintura, per evitar impulsar-te amb els braços, l'exercici consisteix en flexionar els genolls uns 60° i a continuació posar-se de puntetes el més ràpidament possible. L'exercici també es realitza amb l'encoder lineal. La primera fase de l'exercici és excèntrica, on s'avalua la potència mitja, la força mitja i la velocitat mitja, i la segona fase de l'exercici és concèntrica, on s'avalua la potència mitja, la força mitja, la velocitat mitja, el pic de velocitat, el temps al pic de velocitat i l'acceleració.

5.6.3. *Tests físics. Instruments de mesura de la variable ADM*

5.6.3.1. Chair sit and reach test

Valora la flexibilitat de la cadena posterior. Assegut en una cadira, es tracta d'intentar tocar amb els dits de les mans els dits dels peus. Valora la flexibilitat dels isquiotibials considerat el múscul més important de la flexibilitat de la cadena posterior. Forma part de la bateria de Rikli- Jones.

Es realitza dues vegades i es comptabilitza el millor dels dos intents. Vegeu annex 10.

5.6.4. *Instruments de mesura de la variable psicològicocial*

Valorem la variable risc de depressions i l'estat de salut subjectiu.

5.6.4.1. Yesavage (GDS)

Valoració de la funció afectiva. La GDS és l'única escala de depressió construïda específicament per a gent gran (Yesavage [et al.], 1983). El seu objectiu és detectar símptomes de depressió. Ens diferenciarà gent gran deprimida de la no deprimida. Consta de 30 ítems on es valoren símptomes de depressió de les últimes setmanes. Les

respostes són sí/no. La puntuació màxima és de 30 punts. Nosaltres utilitzarem la versió reduïda de 15 preguntes (Martínez [et al.], 2002). Vegeu annex 11.

5.6.4.2. Qüestionari de Salut SF-12

És la versió reduïda de l'SF-36 que va ser desenvolupat als Estats Units pel Medical Outcomes Study (MOS) per a mesurar conceptes genèrics de salut.

La versió espanyola del Qüestionari de Salut SF-12 (Ware, Kosinski i Keller, 1996) adaptada per Alonso [et al.] (1996), consta de 12 ítems provinents de les 8 dimensions de l'SF-36: Funció Física (2), Funció Social (1), Rol físic (2), Rol Emocional (2), Salut mental (2), Vitalitat (1), Dolor corporal (1), Salut General (1). Aquest instrument permet calcular dos components mitjançant la combinació de les puntuacions dels diferents factors: el *component físic* de la salut que està integrat per la funció física, el rol físic i el dolor corporal, i el *component mental o psicosocial* està format per la funció social, el rol emocional i la salut mental. Les escales de la vitalitat i la salut general estan associades tant als aspectes físics com mentals. Valora la percepció subjectiva de la qualitat de vida relacionada amb la salut. Vegeu annex 12.

5.7. Material utilitzat

Per mesurar el salt del test de Bosco a les proves de *Squat Jump* i *Counter Moviment Jump*, hem utilitat una *plataforma de contacte* d'1,5 metres constituïda per diverses varetes metàl·liques paral·leles i equidistants separades per uns 5 cm. La plataforma de contacte es tracta d'un instrument que mesura l'alçada del vol del salt vertical, gràcies a una estora de contacte que detecta els canvis de pressió quan el subjecte hi és a sobre i quan l'abandona a l'inici del vol. Aquests canvis són un estímul que activen el sistema enviant un senyal elèctric que s'introdueix a l'ordinador i que es connecta amb un rellotge intern que ens permet mesurar el temps de vol.

El MuscleLab és 4000e (ERGOTEST, Noruega) és un dels aparells de valoració neuromuscular més complert i fàcil d'utilitzar que existeix al mercat. És un equip portàtil i lleuger que tant pot ser utilitzat en condicions de laboratori com en el terreny de joc. Inicialment fou creat per valorar i controlar la força dels astronautes de la

NASA, i la pèrdua de massa muscular i òssia després d'estar un temps a l'espai (Romero i Tous, 2011). Mitjançant aquest laboratori es poden realitzar diversos tests musculars, tant en condicions estàtiques, com dinàmiques.

L'encoder lineal és un sensor que es connecta al muscleLab i ens dona informació de diferents variables relacionades amb la potència.

Per realitzar l'entrenament de vibracions, hem utilitzat *l'aparell de vibracions N.E.M.E.S.* (Bosco System, Itàlia). Aquest aparell treballa amb vibracions verticals de 4mm d'amplitud i ha estat utilitzat en diversos estudis (Bosco, Cardinale i Tsarpela, 1999; Bosco [et al.], 1998; Martín [et al.], 2009).

5.8. Aspectes ètics

L'estudi presentat ha respectat els principis ètics de la declaració d'Hèlsinki per a la investigació biomèdica.

5.8.1. Full d'informació, consentiment informat i confidencialitat de les dades.

Abans d'incloure el pacient a l'estudi se'l va informar dels objectius i característiques de l'estudi. També va firmar un full de consentiment informat i voluntari on se l'informava de certs aspectes de la intervenció i entre ells el seu consentiment perquè les dades extretes de l'estudi es poguessin utilitzar respectant la confidencialitat.

5.8.2. Avaluació dels riscos – beneficis per als subjectes de la investigació.

Atès el control de les possibles contraindicacions abans de començar el programa, són molt pocs els riscos i/o molèsties (dolor en algunes articulacions, cansament, tiretes...), que hem trobat en estudis semblants. Contràriament, els possibles beneficis trobats a la recerca bibliogràfica superen en escreix els possibles riscos.

5.8.3. Full del compromís dels investigadors

Els participants en el programa com a investigadors o ajudants es comprometen a respectar els aspectes ètics i la confidencialitat de les dades. Vegeu annex 13.

5.9. Anàlisi estadística

L'anàlisi estadística ha estat realitzada amb el programari: SAS v9.2, SAS (Institute Inc., Cary, NC, USA). Les decisions estadístiques s'han realitzat prenent com a nivell de significació el valor 0,05.

L'anàlisi estadística consistirà en una descripció de les característiques dels participants, una valoració de l'homogeneïtat entre els tres grups i, finalment, l'anàlisi dels canvis entre la valoració inicial i final intergrups i els canvis finals entregrups.

5.9.1. Anàlisi descriptiva i d'homogeneïtat

En l'anàlisi descriptiva s'han obtingut taules resum per a totes les variables seguint el procediment detallat a continuació:

- Variables categòriques: Taula de freqüències amb les freqüències relatives i absolutes per a cadascun dels grups.
- Variables quantitatives: Taula amb els estadístics de resum per a cadascun dels grups: recompte (N), dades faltants (N miss), mitjana, mediana, desviació estàndard, i valors mínim i màxim.

Per tal d'assegurar que els grups de la variable explicativa principal són homogenis en funció dels valors inicials de les variables resposta o d'altres variables que puguin influir en la resposta, s'han realitzat anàlisis d'homogeneïtat basal bivariants utilitzant la variable explicativa principal (grup) com a variable independent seguint el procediment detallat a continuació:

- Variables categòriques: S'ha utilitzat la prova d'homogeneïtat de distribucions discretes adequada (test Khi-Quadrat, exacte de Fisher o raó de versemblança) en funció del compliment dels criteris d'aplicació.
- Variables quantitatives: S'han analitzat les condicions d'aplicació de les diferents proves (proves de normalitat de Shapiro-Wilk i proves d'homogeneïtat de variàncies de Levene). S'ha aplicat el model lineal o no paramètric adequat en funció del compliment dels criteris d'aplicació (anàlisi de la variància o test de Kruskal-Wallis).

5.9.2. *Contrast d'hipòtesi*

Per a cadascuna de les variables amb valoració inicial-final, s'han analitzat les valoracions inicials i finals de cadascun dels grups per separat i les diferències entre els tres grups (entre les valoracions inicials i finals).

Les anàlisis s'han realitzat mitjançant models lineals generalitzats amb mesures repetides (per considerar les valoracions inicials-finals de cada pacient conjuntament). Segons la naturalesa de les variables, s'han considerat les següents distribucions:

- Distribució normal per a les variables quantitatives i per a les variables categòriques ordinals amb més de 3 categories.
- Distribució binària per a les variables dicotòmiques.

Com a variables explicatives, s'han considerat el grup, el temps (inicial-final) i la interacció entre les dues variables (per analitzar les diferències al llarg del temps segons el grup).

En cas d'obtenir un resultat significatiu entregrups, s'han realitzat els contrastos 2 a 2 *a posteriori*. Per tal de corregir l'error de tipus I als contrastos múltiples, els p-valors obtinguts s'han corregit mitjançant la correcció de Tukey.

S'han calculat els coeficients de correlació de Pearson entre les quatre forces (per a les valoracions inicials i les valoracions finals).

S'ha analitzat la relació entre la força funcional i les caigudes, entre la força funcional i la valoració de la salut i entre la força funcional i els símptomes depressius mitjançant models lineals generalitzats amb mesures repetides.

6. RESULTATS

*Dubta i aprendràs.
El dubte és la maleta més valuosa de l'equipatge dels genis
i la que més manca en el dels fanàtics.*

Edmond H. Fischer

7. Resultats

En aquest capítol exposarem els resultats obtinguts a partir de les dades recollides en aquest estudi. La presa de dades s'ha realitzat dues vegades, en el pretest que ens serveix per analitzar d'on partim i si els tres grups són homogenis i en el posttest que ens serveix per avaluar l'efecte de la intervenció amb relació a les diferents variables estudiades.

De les 68 persones interessades en l'estudi, 49 van estar seleccionades per a la investigació i cadascuna va escollir voluntàriament un dels tres grups d'estudi. Tres participants del grup vibracions i cinc del grup control varen abandonar. Varen completar el programa 41 persones.

6.1. Anàlisi descriptiva i d'homogeneïtat

Presentem a continuació les variables que es consideren d'interès realitzant una anàlisi descriptiva i d'homogeneïtat. Les variables estan agrupades en variables generals, antropomètriques, de força, de flexibilitat, les caigudes, el risc de depressions, socials i de qualitat de vida.

6.1.1. *Variables generals*

A continuació descriurem les variables de sexe, edat, estudis i convivència.

6.1.1.1. Gènere

Després d'aconseguir durant els mesos d'octubre i novembre del 2009 la mostra definitiva per participar en l'estudi a través del Casal de la Gent Gran de Vic, s'observa que existeix una major participació de població femenina (69,4%) que de masculina (30,6%). La distribució amb relació al gènere es mostra a la següent taula.

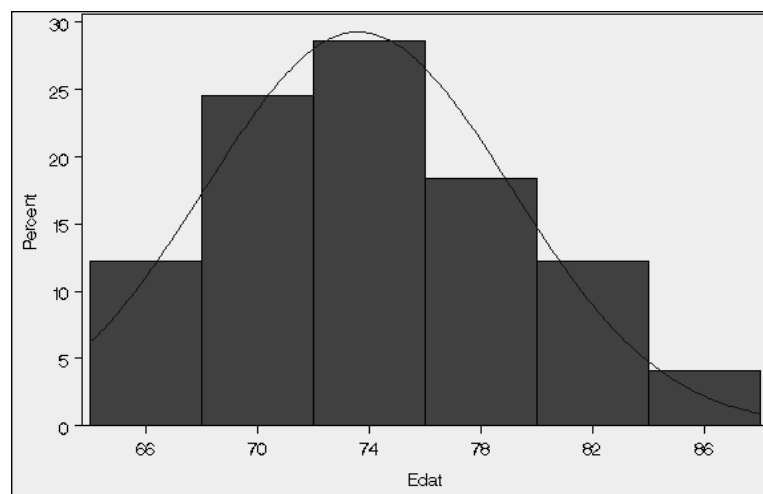
Taula 29. Subjectes participants i percentatge de la mostra en funció del gènere.

Gènere	Grup estudi			
	Freqüència	Control	Gimnàs	Plataforma
Home	4 23,53	4 22,22	7 50,00	15 30,61
Dona	13 76,47	14 77,78	7 50,00	34 69,39
Total	17	18	14	49

La distribució de gènere és homogènia en els grups d'estudi (p-valor = 0,1759).

6.1.1.2. Edat

49 persones d'edats compreses entre 65 i 87 anys i una mitjana de 73,6 anys varen participar en l'estudi. Al següent gràfic es mostra la distribució de tota la mostra i, posteriorment, presentem una taula amb les característiques dels tres grups d'estudi.

**Figura 25. Distribució per edats de la mostra.**

Taula 30. Nombre i percentatge de participants per grups d'estudi.

Grup estudi	Edat					
	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	74,8	6,1	65,0	87,0
Gimnàs	18	0	71,9	5,0	65,0	80,0
Plataforma	14	0	74,3	4,9	68,0	84,0
Total	49	0	73,6	5,5	65,0	87,0

No s'han detectat diferències significatives d'edat entre els grups d'estudi (p-valor = 0,2449).

Encara que la nostra intenció era replicar l'estudi de Rikli i Jones (2001) que utilitzen grups d'edats agrupats de 5 en 5 anys (65-69, 70-74, 75-79, 80-84, 85-89), el nombre d'individus a cada divisió és molt baix o fins i tot nul, i manca el nombre suficient de subjectes per realitzar l'anàlisi pertinent. Per això no hem fet una divisió per edats i hem considerat la mostra un únic conjunt. El mateix ens ha passat respecte al sexe, sobretot pel reduït nombre de participants del sexe masculí dins dels diferents grups, i per això hem optat per fer una anàlisi de les dades agrupant els diferents participants en un sol grup. A la següent taula podem observar la repartició per sexes i per edat de la mostra, segons la classificació de Rikli i Jones (2001), que justifica la nostra decisió.

Taula 31. Repartició dels individus seguint el model de Rikli i Jones.

Nombre de persones			Grup estudi			Total
Gènere			Control	Gimnàs	Plataforma	
Homes	Grup d'edat (quinquennis)	65-69	0	1	2	3
		70-74	1	1	3	5
		75-79	2	2	2	6
		80-85	1	0	0	1
		Total	4	4	7	15
Dones	Grup d'edat (quinquennis)	65-69	3	6	1	10
		70-74	6	3	2	11
		75-79	1	4	1	6
		80-85	2	1	3	6
		85-89	1	0	0	1
Total	13	14	7	34		
Total	Grup d'edat (quinquennis)	65-69	3	7	3	13
		70-74	7	4	5	16
		75-79	3	6	3	12
		80-85	3	1	3	7
		85-89	1	0	0	1
Total	17	18	14	49		

6.1.1.3. Estudis

Amb relació al nivell d'estudis dels participants, el més nombrós és el grup d'educació primària (57,1%), seguit del grup d'educació secundària (32,7%), del grup d'educació no formal (6,1%) i, finalment, del grup d'estudis universitaris (4,1%). Observem per grups d'estudi aquests percentatges a la següent taula.

Taula 32. Nivell d'estudis dels participants per grups d'estudi.

Nivell d'estudis	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Educació no formal	1 5,88	1 5,56	1 7,14	3 6,12
Primària	11 64,71	8 44,44	9 64,29	28 57,14
Secundària	5 29,41	7 38,89	4 28,57	16 32,65
Universitària	0 0,00	2 11,11	0 0,00	2 4,08
Total	17	18	14	49

La distribució de nivell d'estudis és homogènia en els grups d'estudi (p-valor=0,5176).

6.1.1.4. Convivència

Amb relació a la convivència, observem que el major percentatge de participants viuen en parella (57,1%), seguit dels que viuen sols (32,7%), amb els fills (8,2%), i finalment els que viuen en parella i amb els fills (2%). Veiem a la taula 33 la distribució per grups d'estudi.

Taula 33. Convivència de la mostra per grups d'estudi.

Convivència	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Sol/a	4 23,53	6 33,33	6 42,86	16 32,65
Parella	12 70,59	8 44,44	8 57,14	28 57,14
Parella i fills	0 0,00	1 5,56	0 0,00	1 2,04
Fills	1 5,88	3 16,67	0 0,00	4 8,16
Total	17	18	14	49

La distribució de convivència és homogènia en els grups d'estudi (p-valor=0,2714).

6.1.2. Seguiment

Presentem a continuació la descripció dels participants amb relació al seguiment (si abandonen o no el programa) i al compliment terapèutic.

6.1.2.1. Seguiment

La mostra inicial fou de 49 persones. Al llarg de la intervenció 8 participants abandonaren el programa:

- Tres persones de sexe femení del grup plataforma, una perquè va ser atropellada per un cotxe, una altra per problemes amb una anèmia secundària a una diabetis i una altra per problemes de dolor per artrosi als genolls.
- Cinc persones del grup control, dues dones per desinterès, una altra perquè li van realitzar una intervenció quirúrgica, i una dona va patir un càncer cosa que va suposar el seu abandó i el del marit.

S'han analitzat les característiques dels controls que abandonen i no abandonen i no s'han trobat diferències significatives.

La mostra final que completa el programa correspon a 41 participants.

Com es pot observar a la taula 34, s'observen diferències estadísticament significatives entre els abandonaments dels tres grups d'estudi (p -valor=0,0145). S'observen més abandonaments en el grup control i en el grup plataforma (en el grup gimnàs no n'hi ha cap).

Taula 34. Compliment del seguiment de la mostra en l'estudi.

Seguiment	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Acaba	12 70,59	18 100,00	11 78,57	41 83,67
Abandona	5 29,41	0 0,00	3 21,43	8 16,33
Total	17	18	14	49

6.1.2.2. Compliment terapèutic

No s'han trobat diferències a les taxes de participació entre els grups experimentals: grup gimnàs 90% de participació i grup Plataforma 82%; ni en el sexe: grup gimnàs 91% i 89% i grup Plataforma 92% i 72%, homes i dones respectivament. A la següent taula podem observar el compliment terapèutic dels dos grups experimentals.

Taula 35. Compliment terapèutic del grup Gimnàs i Plataforma.

Compliment terapèutic						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Gimnàs	18	1	89,5	89,1	84,8	95,7
Plataforma	14	0	81,9	91,1	26,8	96,4
Total	31	1	86,1	91,1	26,8	96,4

No s'observen diferències significatives entre el compliment terapèutic dels dos grups experimentals (p-valor = 0,9213).

6.1.3. Variables antropomètriques

A nivell de la talla, el pes i l'IMC no s'observen diferències significatives en els tres grups d'estudi a l'inici de la intervenció (p-valor=0,6720, 0,5797 i 0,8141 respectivament).

El perfil del participant és d'una persona de 160 cm, que pesa 69,87 Kg i que té un IMC de 27,43, considerat un sobrepès. Veiem a les quatre taules següents (36-39) els valors per grups de la talla, el pes, l'IMC i l'IMC per grups d'estudi segons l'OMS.

Taula 36. Talla dels participants per grups d'estudi.

Talla (m)						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	1,6	0,1	1,4	1,8
Gimnàs	18	0	1,6	0,1	1,5	1,8
Plataforma	14	0	1,6	0,1	1,5	1,9
Total	49	0	1,6	0,1	1,4	1,9

Taula 37. Pes dels participants per grups d'estudi.

Pes (kg)						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	67,5	13,0	42,5	92,0
Gimnàs	18	0	70,0	12,7	50,0	92,0
Plataforma	14	0	72,1	9,6	58,0	88,0
Total	49	0	69,7	11,9	42,5	92,0

Taula 38. IMC dels participants per grups d'estudi.

IMC						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	26,9	4,2	18,2	37,0
Gimnàs	18	0	27,6	4,1	20,8	37,7
Plataforma	14	0	27,8	3,1	23,2	33,4
Total	49	0	27,4	3,8	18,2	37,7

Taula 39. Variable recodificada segons classificació de l'OMS.

IMC	Grup estudi				
	Freqüència	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Percentatge					
Poc pes	1	0	0	0	1
	5,88	0,00	0,00	0,00	2,04
Normal	4	5	2	11	
	23,53	27,78	14,29	22,45	
Sobrepès	9	9	8	26	
	52,94	50,00	57,14	53,06	
Obesitat	3	4	4	11	
	17,65	22,22	28,57	22,45	
Total	17	18	14	49	

La distribució d'IMC és homogènia en els grups d'estudi (p-valor=0,7711).

Un 53,1% de la mostra té un sobrepès, un 12,2% de la mostra presenta obesitat, un 12,2% un pes normal i només un 2% presenta un pes inferior a la normalitat.

6.1.4. Variable de condició física: força

No s'han trobat diferències significatives en l'homogeneïtat dels grups amb relació a les proves d'aixecar-se de la cadira (p-valor=0,5240), caminar al lloc (p-valor=0,3185) i saltar amb i sense contramoviment (p-valor=0,6390 i p-valor=0,5618 respectivament). Observem la representació per grups a les següents taules

Taula 40. Força funcional inicial per grups d'estudi.

Aixecar-se i seure d'una cadira						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	11,7	2,2	8,0	15,0
Gimnàs	18	0	12,4	2,5	9,0	17,0
Plataforma	14	0	12,7	2,9	8,0	17,0
Total	49	0	12,2	2,5	8,0	17,0

Taula 41. Força - resistència inicial per grups d'estudi.

Caminar al lloc 2 minuts						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	69,9	13,4	40,0	91,0
Gimnàs	18	0	76,7	17,4	50,0	118,0
Plataforma	14	0	78,3	18,5	43,0	118,0
Total	49	0	74,8	16,5	40,0	118,0

Taula 42. Força explosiva inicial per grups d'estudi.

Bosco. SJ (cm)						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	6,7	2,6	2,9	13,8
Gimnàs	18	1	7,7	3,6	2,4	13,4
Plataforma	14	0	7,6	4,0	1,7	13,4
Total	48	1	7,3	3,4	1,7	13,8

Taula 43. Força elàstica explosiva inicial per grups d'estudi.

Bosco. Salt CMJ (cm)						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	8,0	3,2	3,9	14,5
Gimnàs	18	0	9,4	4,0	3,3	17,2
Plataforma	14	0	8,3	4,1	2,2	15,6
Total	49	0	8,6	3,8	2,2	17,2

6.1.5. Variable de condició física: flexibilitat

No s'han trobat diferències significatives als valors inicials de flexibilitat de l'isquiotibial dret (p-valor=0,5703), esquerre (p-valor=0,3850). Observem a les següents taules els valors obtinguts per grups d'estudi.

Taula 44. Isquiotibial dret inicial per grups d'estudi.

Flexibilitat isquiotibial dret						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	12,1	7,5	0,0	22,5
Gimnàs	18	0	9,0	9,0	-6,0	25,0
Plataforma	14	0	9,5	10,7	-3,0	30,0
Total	49	0	10,2	8,9	-6,0	30,0

Taula 45. Isquiotibial esquerre inicial per grups d'estudi.

Flexibilitat isquiotibial esquerre						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Std Dev	Mínim	Màxim
Control	17	0	12,9	8,8	0,0	27,0
Gimnàs	18	0	8,9	9,1	-7,0	26,0
Plataforma	14	0	9,4	10,1	-3,0	25,0
Total	49	0	10,4	9,3	-7,0	27,0

6.1.6. Caigudes

Amb relació a la pregunta «les caigudes que ha experimentat durant els últims 6 mesos» i en cas d'afirmació, «el nombre de vegades que ha caigut», s'observa que un 44,90% ha caigut i el nombre de caigudes oscil·la entre 1 i 4. A la taula 46 estan representats per grups d'estudi els que cauen/no cauen i a la taula 47 el nombre de caigudes.

Taula 46. Percentatge dels participants que cauen i no cauen per grups d'estudi.

Caigudes Freqüència Percentatge	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
No	6 35,29	13 72,22	8 57,14	27 55,10
Sí	11 64,71	5 27,78	6 42,86	22 44,90
Total	17	18	14	49

No s'observen diferències significatives entre les caigudes dels tres grups d'estudi (p-valor = 0,0884).

Taula 47. Nombre de caigudes per grups d'estudi.

Grup estudi	Nombre de caigudes					
	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	0,6	1,0	0,0	1,0
Gimnàs	18	0	0,3	0,0	0,0	1,0
Plataforma	14	0	0,4	0,0	0,0	1,0
Total	49	0	0,4	0,0	0,0	1,0

No s'observen diferències significatives entre el nombre de caigudes dels tres grups d'estudi (p-valor = 0,1700).

6.1.7. Variables psicològiques: símptomes

Amb relació al risc de depressió, no s'observen diferències significatives entre els tres grups d'estudi tant en símptomes (p-valor=0,9448) com en grau de depressió establerta (p-valor=0,1824).

Taula 48. Síntomes depressius inicials per grups d'estudi.

Yesavage						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	3,1	3,0	0,0	8,0
Gimnàs	18	0	2,8	3,0	0,0	5,0
Plataforma	14	0	3,4	2,5	0,0	11,0
Total	49	0	3,1	3,0	0,0	11,0

Taula 49. Depressió inicial per grups d'estudi.

Depressió	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Freqüència				
Percentatge				
Normal	16 94,12	18 100,00	11 78,57	45 91,84
Lleu	1 5,88	0 0,00	2 14,29	3 6,12
Establerta	0 0,00	0 0,00	1 7,14	1 2,04
Total	17	18	14	49

6.1.8. Variable de qualitat de vida relacionada amb la salut

Presentem a continuació el qüestionari de percepció de salut de 12 ítems que per a l'anàlisi hem agrupat en 8 dimensions: estat de salut general, funció física, rol físic, .

6.1.8.1. Estat de salut general

Taula 50. Respostes a la pregunta «Vostè diria que la seva salut és...».

Estat de salut general						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	3,0	3,0	2,0	4,0
Gimnàs	18	0	3,3	3,0	2,0	5,0
Plataforma	14	0	3,2	3,0	2,0	4,0
Total	49	0	3,2	3,0	2,0	5,0

No s'observen diferències significatives entre l'estat general de salut i els tres grups d'estudi (p-valor=0,3427).

6.1.8.2. Funció física

Funció física: limitació d'esforços moderats/pujar pisos per problemes físics de salut

Taula 51. Respostes a les preguntes de la funció física.

Limitació esforços / pujar pisos	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Freqüència Percentatge				
No	9 52,94	7 38,89	9 64,29	25 51,02
Sí	8 47,06	11 61,11	5 35,71	24 48,98
Total	17	18	14	49

La distribució de limitació d'esforços és homogènia en els grups d'estudi (p-valor=0,3550).

6.1.8.3. Rol físic

Rol físic: fer menys feina/deixar de fer tasques per problemes físics de salut

Taula 52. Respostes a les preguntes del rol físic.

Rol físic	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Freqüència Percentatge				
No	12 70,59	15 83,33	9 64,29	36 73,47
Sí	5 29,41	3 16,67	5 35,71	13 26,53
Total	17	18	14	49

La distribució de fer menys feina per problemes físics és homogènia en els grups d'estudi (p-valor=0,4427).

6.1.8.4. Rol emocional

Rol emocional: fer menys feina/disminuir la cura fent tasques per problemes emocionals

Taula 53. Respostes a les preguntes del rol emocional.

Rol emocional	Grup estudi			
	Control	Gimnàs	Plataforma	Total
Freqüència Percentatge				
No	12 70,59	12 66,67	10 71,43	34 69,39
Sí	5 29,41	6 33,33	4 28,57	15 30,61
Total	17	18	14	49

La distribució de fer menys feina per problemes emocionals és homogènia en els grups d'estudi (p-valor=0,9504).

6.1.8.5. Dolor corporal

Dolor corporal: el dolor li dificulta la feina habitual

Taula 54. Respostes a la pregunta del grau de dolor.

El dolor li dificulta fer la feina habitual						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	1,6	2,0	1,0	3,0
Gimnàs	18	0	2,3	2,0	1,0	4,0
Plataforma	14	0	2,1	2,0	1,0	4,0
Total	49	0	2,0	2,0	1,0	4,0

No s'observen diferències significatives entre el dolor dificulta la feina habitual i els tres grups d'estudi (p-valor=0,0660).

6.1.8.6. Salut mental

Salut mental: s'ha sentit tranquil/animat

Taula 55. Respostes a les preguntes de la salut mental.

S'ha sentit tranquil/animat						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	2,3	2,5	1,0	3,5
Gimnàs	18	0	2,9	3,0	1,0	4,5
Plataforma	14	0	2,4	2,5	1,0	6,0
Total	49	0	2,5	2,5	1,0	6,0

No s'observen diferències significatives entre sentir-se tranquil i els tres grups d'estudi (p-valor=0,1878).

6.1.8.7. Vitalitat

Vitalitat: ha tingut molta energia

Taula 56. Respostes a la pregunta del nivell d'energia.

Ha tingut molta energia						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	2,7	3,0	1,0	6,0
Gimnàs	18	0	3,1	3,0	1,0	6,0
Plataforma	14	0	2,6	2,5	1,0	5,0
Total	49	0	2,8	3,0	1,0	6,0

No s'observen diferències significatives entre tenir molta energia i els tres grups d'estudi (p-valor=0,5473).

6.1.8.8. Funció social

Funció social: dificultats per fer activitats socials per culpa de problemes físics o emocionals

Taula 57. Respostes a la pregunta de la interacció social/físic-emocional.

Dificultats per fer activitats						
Grup estudi	N Obs	N Miss	Mitjana	Mediana	Mínim	Màxim
Control	17	0	4,8	5,0	3,0	5,0
Gimnàs	18	0	4,6	5,0	3,0	5,0
Plataforma	14	0	4,1	5,0	1,0	5,0
Total	49	0	4,5	5,0	1,0	5,0

No s'observen diferències significatives entre dificultats per fer activitats i els tres grups d'estudi (p-valor=0,3947).

6.2. Contrast d'hipòtesis

En aquest apartat s'exposen els resultats de les variables que es consideren d'interès, observant els canvis que es produeixen en els diferents grups entre les dades inicials i finals intragrup, i posteriorment els resultats post- entregrups.

6.2.1. Variables antropomètriques

Presentem a continuació l'evolució del pes i de l'IMC després de sis mesos d'intervenció.

6.2.1.1. Pes

Taula 58. Valoracions inicials i finals del pes corporal de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades (kg)				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	67,53	61,59	73,47
Control	Final	68,34	62,37	74,31
Gimnàs	Inicial	69,97	64,20	75,74
Gimnàs	Final	70,36	64,59	76,13
Plataforma	Inicial	72,06	65,52	78,61
Plataforma	Final	71,67	65,11	78,24

IC: índex de confiança

Amb relació al pes corporal inicial i final el grup Control ha experimentat un augment de 0,81kg (p-valor=0,128), el grup Gimnàs un augment de 0,39kg (p-valor=0,366) i el grup Plataforma una disminució de 0,39kg (p-valor=0,476), cap d'aquestes variacions és significativa.

Amb relació als canvis entre els grups, no s'observen diferències significatives en cap: Control-Gimnàs -2,02 (p-valor=0,875); Control-Plataforma -3,33 (p-valor=0,729); Gimnàs-Plataforma -1,31 (p-valor=0,950). A la figura 26 es mostra la representació gràfica dels resultats.

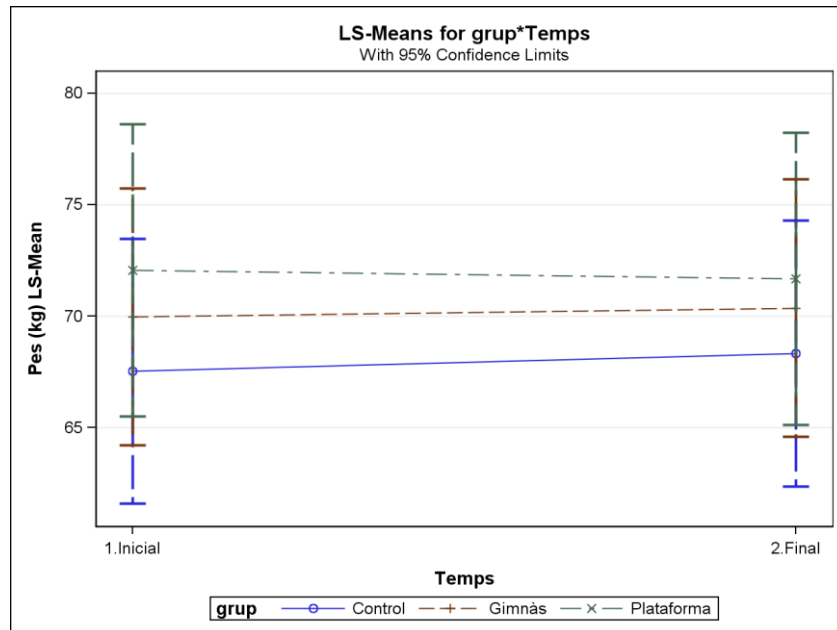


Figura 26. Puntuacions abans i després del programa del pes corporal.

6.2.1.2. IMC

Taula 59. Valoracions inicials i finals de l'IMC de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	26,91	24,99	28,84
Control	Final	27,24	25,30	29,17
Gimnàs	Inicial	27,56	25,69	29,43
Gimnàs	Final	27,73	25,86	29,60
Plataforma	Inicial	27,75	25,63	29,87
Plataforma	Final	27,58	25,45	29,71

Amb relació a l'IMC inicial i final, no s'observen diferències estadísticament significatives en cap dels grups: el grup Control obté una diferència de 0,32 (p-valor=0,121), el grup Gimnàs de 0,17 (p-valor=0,323) i el grup Plataforma de -0,17 (p-valor=0,420).

Amb relació als canvis entre els grups, no s'observen diferències significatives en cap: Control–Gimnàs diferència 0,49 (p-valor=0,927); control–Plataforma diferència -0,34

(p-valor=0,968); Gimnàs–Plataforma diferència -0,15 (p-valor=0,994). A la figura 27 es mostra la representació gràfica dels resultats.

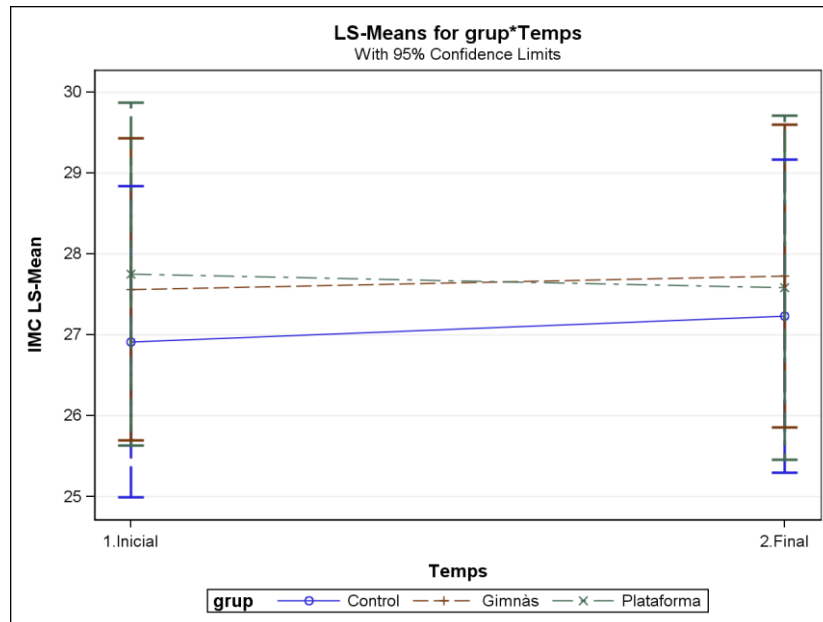


Figura 27. Puntuacions IMC abans i després del tractament.

6.2.2. Variables de força

A continuació estudiarem les variables amb relació al nostre objectiu principal d'estudi, les manifestacions de la força muscular. Tot i que els estudiosos de la força evidencien clares diferències pel que fa al sexe i l'edat amb relació als nivells de força muscular, no realitzarem l'anàlisi en funció de l'edat ni del sexe a causa del reduït nombre d'efectius de cada grup i que hem descrit i justificat en l'apartat previ d'homogeneïtat d'edats i gènere 7.1.1.2.

6.2.2.1. Força funcional

Taula 60. Valoracions inicials i finals de força funcional de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	11,71	10,42	12,99
Control	Final	10,31	8,97	11,66
Gimnàs	Inicial	12,39	11,14	13,64
Gimnàs	Final	14,44	13,19	15,70
Plataforma	Inicial	12,71	11,30	14,13
Plataforma	Final	14,99	13,53	16,45

A la variable força funcional d'aixecar-se i asseure's en una cadira durant 30 segons, el grup Control ha patit una reducció d'1,4 vegades. Aquesta reducció és estadísticament significativa (p-valor=0,0005).

Amb relació als canvis dels dos grups experimentals, el grup Plataforma ha millorat més (2,3 vegades) amb relació al grup Gimnàs (2,1 vegades). Aquestes millores són estadísticament significatives (p-valor<0,0001).

A la valoració inicial no hi ha diferències significatives entre els 3 grups, però sí en la valoració final: els dos grups experimentals han millorat respecte al grup Control, amb una millora de 4,1 vegades i 4,7 vegades en els grups Gimnàs i Plataforma respectivament. Aquestes diferències són significatives (p-valor=0,0002 i <0,0001).

No s'observen diferències significatives entre els dos grups experimentals (p-valor=0,835). A la següent figura es mostra la representació gràfica dels resultats.

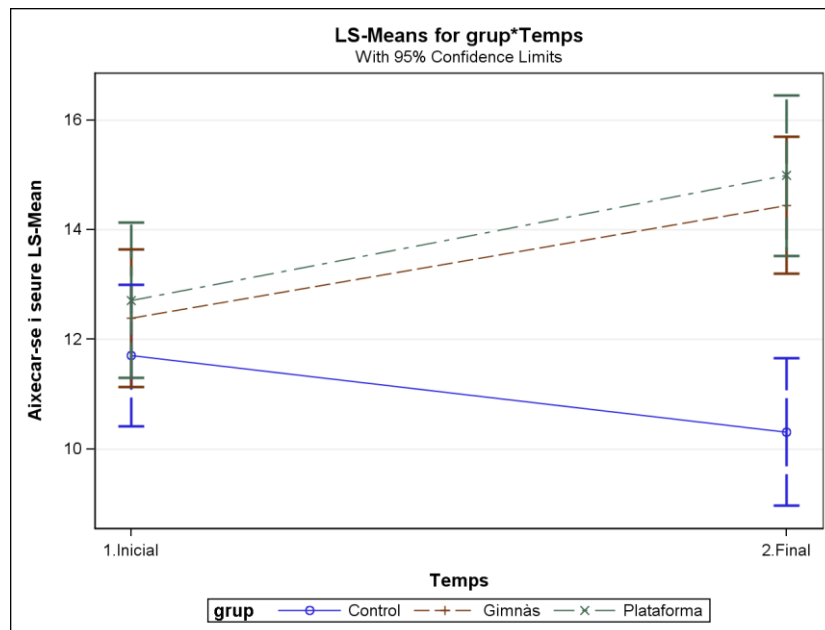


Figura 28. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força funcional dels tres grups d'estudi.

6.2.2.2. Força resistència

Taula 61. Valoracions inicials i finals de força resistència de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	69,94	61,93	77,95
Control	Final	65,94	57,26	74,63
Gimnàs	Inicial	76,72	68,94	84,51
Gimnàs	Final	93,33	85,55	101,12
Plataforma	Inicial	78,29	69,46	87,11
Plataforma	Final	93,90	84,58	103,22

A la variable de caminar durant 2 minuts el grup Control ha empitjorat perquè ha passat de 70 passes a 66, tot i que aquesta diferència no és estadísticament significativa (p-valor=0,221).

El grup Gimnàs i Plataforma han millorat significativament, en 16,6 i 15,6 passes respectivament (p-valor<0,0001).

En la valoració inicial no hi ha diferències significatives entre els 3 grups, però sí en les valoracions finals dels grups experimentals Gimnàs i Plataforma respecte al grup Control, amb una millora de 28 passes en ambdós grups. Aquestes diferències són significatives (p-valor<0,0001 i 0,0002).

No s'observen diferències significatives entre els dos grups experimentals (p-valor=0,995). A la figura 29 es mostra la representació gràfica dels resultats.

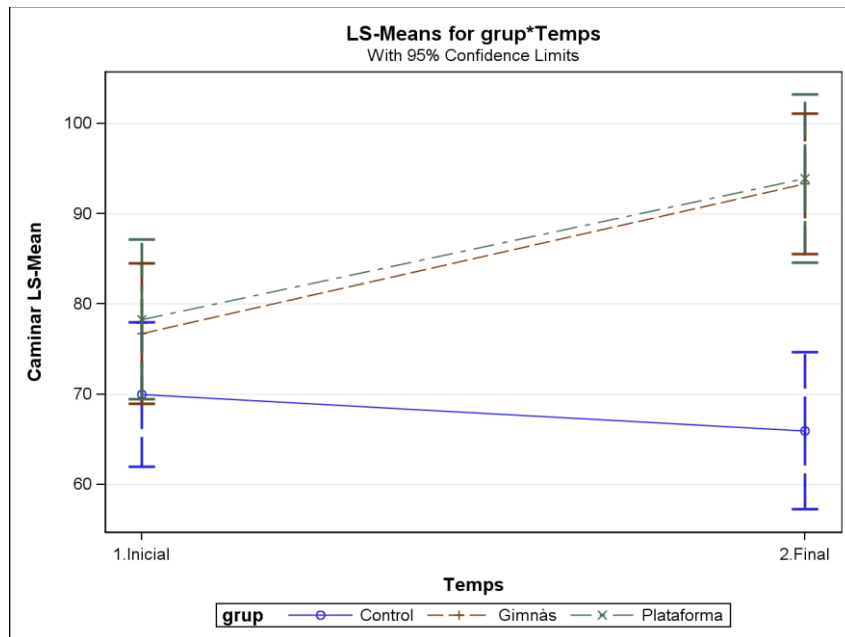


Figura 29. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força resistència dels tres grups d'estudi.

6.2.2.3. Força explosiva

Taula 62. Valoracions inicials i finals del salt SJ de cadascun dels grups.

Grup estudi	Temps	Mitjanes ajustades		
		Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	6,66	4,99	8,34
Control	Final	4,96	3,24	6,68
Gimnàs	Inicial	7,71	6,08	9,35
Gimnàs	Final	8,51	6,87	10,14
Plataforma	Inicial	7,63	5,78	9,48
Plataforma	Final	10,20	8,32	12,08

A la força explosiva del salt vertical SJ, el grup Control al final salta 1,70 cm menys. Aquesta reducció és estadísticament significativa (p -valor $< 0,0001$).

Amb relació als canvis dels dos grups experimentals, el grup Gimnàs, partint de 7,71 cm, augmenta fins a 8,50 i el grup Plataforma té un augment de 7,62 cm a 10,1 cm. Aquestes millores són estadísticament significatives (p -valor=0,011 i p -valor $<0,001$ respectivament).

En la valoració inicial no hi ha diferències significatives entre els 3 grups, però sí en la valoració final. En la valoració final els dos grups experimentals han millorat respecte al grup Control, amb una millora de 3,55 i 5,24 cm d'alçada en els grups Gimnàs i Plataforma respectivament. Aquestes diferències són significatives (p -valor=0,012 i 0,0005).

La diferència d'altura del grup Plataforma en relació el grup Gimnàs no és significativa (p -valor=0,363). A la figura 30 es mostra la representació gràfica dels resultats.

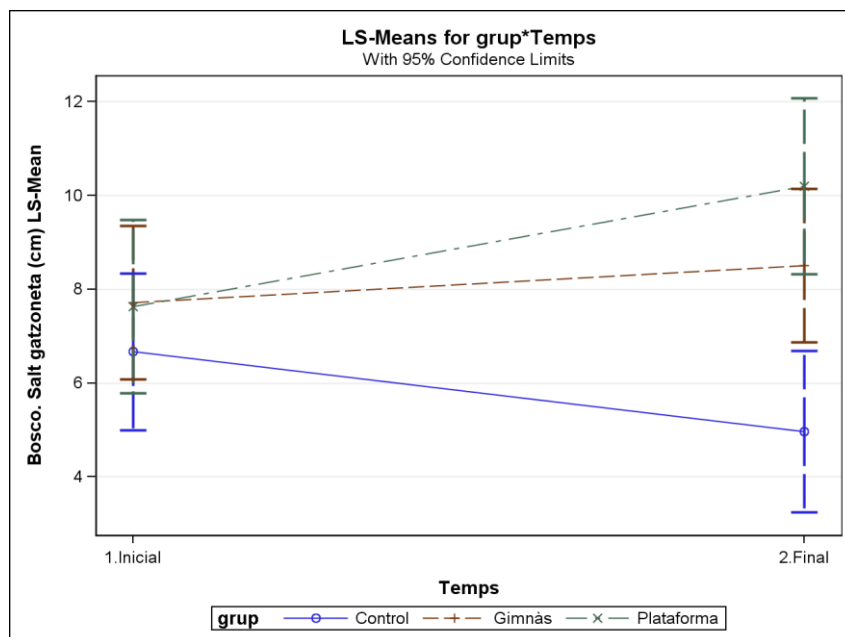


Figura 30. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força explosiva dels tres grups d'estudi.

6.2.2.4. Força elàstica explosiva

Taula 63. Valoracions inicials i finals del salt CMJ de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	8,03	6,23	9,83
Control	Final	5,87	3,95	7,79
Gimnàs	Inicial	9,35	7,60	11,10
Gimnàs	Final	9,16	7,40	10,91
Plataforma	Inicial	8,32	6,34	10,31
Plataforma	Final	10,44	8,36	12,51

A la força elàstica explosiva del salt CMJ del grup Control s'observen diferències significatives i l'altura del salt disminueix 2,16 cm (p-valor=0,0013).

Amb relació als canvis dels dos grups experimentals, en el grup Plataforma s'observen diferències significatives perquè l'altura del salt millora en 2,11 cm (p-valor=0,0025). En canvi el grup Gimnàs es queda pràcticament igual, amb una diferència no significativa de -0,20 cm (p-valor=0,708).

Tot i que a la valoració inicial no hi ha diferències significatives entre els 3 grups, a la valoració final els dos grups experimentals han millorat respecte al grup Control, amb una millora de 3,3 i 4,6 cm en els grups Gimnàs i Plataforma respectivament. Aquestes millores són significatives (p-valor=0,038 i 0,006).

No s'observen diferències significatives entre els dos grups experimentals (p-valor=0,609). A la figura 31 es mostra la representació gràfica dels resultats.

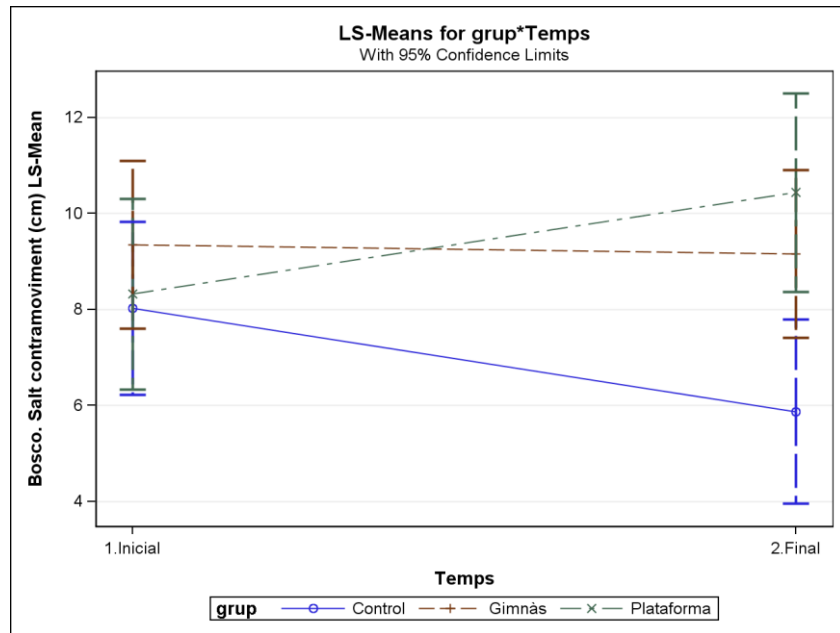


Figura 31. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força elàstica explosiva dels tres grups d'estudi.

6.2.2.5. Força activa: explosiva. Cicle simple. Exercici ½ esquat a puntes.

- Potència mitja:

Taula 64: Valoracions inicials i finals de potència mitja de cadascun dels grups

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	329,25	229,80	428,69
Control	Final	427,45	328,00	526,89
Gimnàs	Inicial	384,52	306,78	462,26
Gimnàs	Final	488,50	410,76	566,24
Plataforma	Inicial	283,33	183,88	382,78
Plataforma	Final	522,02	422,57	621,47

A la variable potència el grup Control ha mostrat un augment no significatiu.

Amb relació als canvis dels dos grups experimentals s'observen diferències estadísticament significatives, amb una diferència de 104,0 (p-valor=0,0146) el grup Gimnàs i de 238,7 (p-valor<0,0001) el grup Plataforma.

No s'observen diferències entregrups al final de la intervenció. A la figura 32 es mostra la representació gràfica dels resultats.

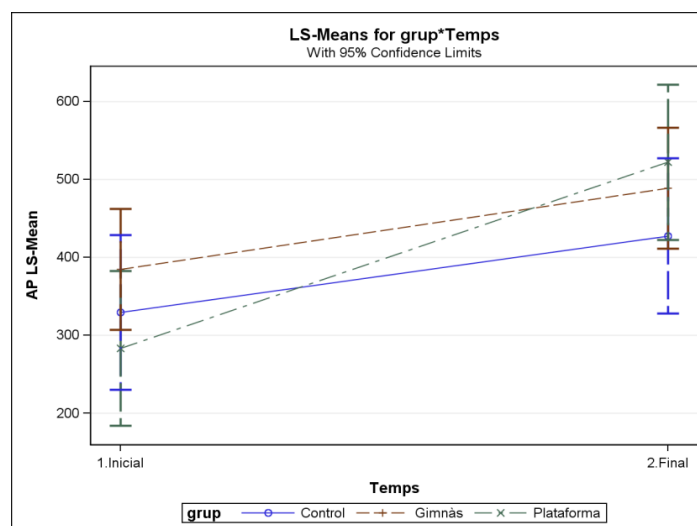


Figura 32: Puntuacions pre- i post- amb relació a la potència mitja dels tres grups d'estudi.

– Força mitja:

Taula 65: Valoracions inicials i finals de força mitja de cadascun dels grups

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	701.03	615.13	786.92
Control	Final	710.11	624.22	796.00
Gimnàs	Inicial	767.60	700.45	834.75
Gimnàs	Final	784.94	717.79	852.08
Plataforma	Inicial	748.25	662.36	834.15
Plataforma	Final	795.15	709.26	881.05

Amb relació a la força, el grup Control i el grup Gimnàs no ha obtingut diferències significatives, malgrat que el grup Gimnàs obté una diferència de 17,3 (p-valor=0,142).

Sí que s'obtenen diferències significatives al grup Plataforma on s'observa una diferència de 46,9 (p-valor=0,0031).

A la comparativa final entregrups no es donen diferències significatives. A la figura 33 es mostra la representació gràfica dels resultats.

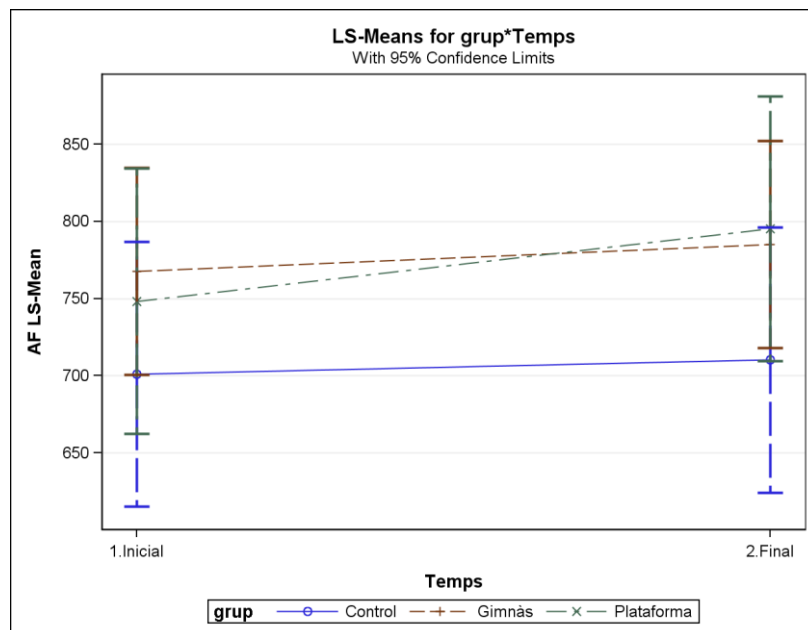


Figura 33: Puntuacions pre- i post- amb relació a la força mitja dels tres grups d'estudi

- Velocitat mitja:

Taula 66: Valoracions inicials i finals de velocitat mitja de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	0.4691	0.3804	0.5578
Control	Final	0.5945	0.5058	0.6832
Gimnàs	Inicial	0.4906	0.4212	0.5599
Gimnàs	Final	0.6083	0.5390	0.6777
Plataforma	Inicial	0.3755	0.2868	0.4642
Plataforma	Final	0.6445	0.5558	0.7332

S'observen diferències estadísticament significatives entre les valoracions inicials i finals dels tres grups, amb una diferència de 0,12 (p-valor=0,0225) el grup Control, de 0,12 (p-valor=0,0069) el grup Gimnàs i de 0,27 (p-valor<00001) el grup Plataforma.

No s'observen diferències entregrups al final de la intervenció. A la figura 34 es mostra la representació gràfica dels resultats.

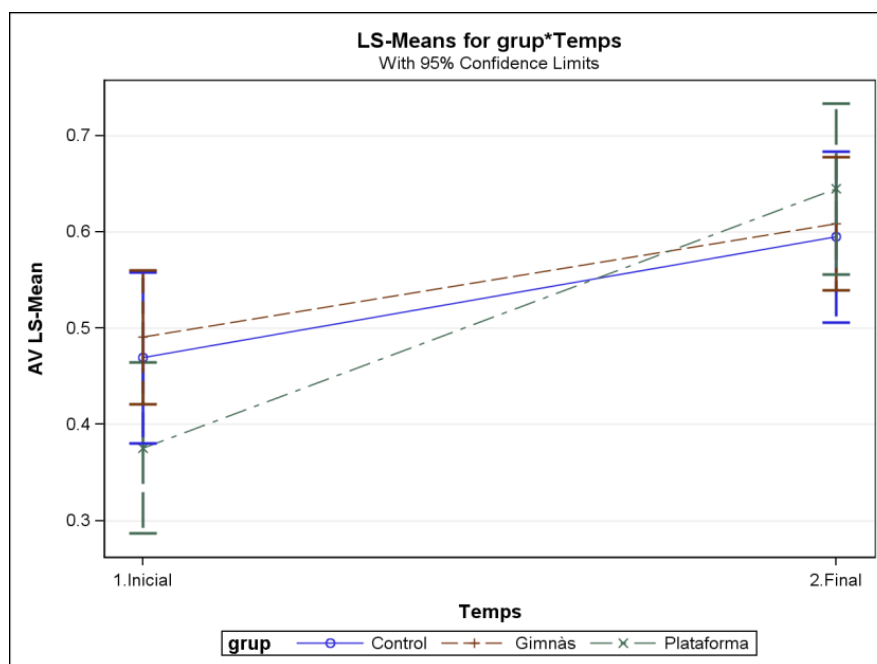


Figura 34. Puntuacions pre- i post- amb relació a la velocitat mitja dels tres grups d'estudi.

- Pic de velocitat:

Taula 67: Valoracions inicials i finals del pic de velocitat de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	0.9300	0.7424	1.1176
Control	Final	1.2227	1.0352	1.4103
Gimnàs	Inicial	0.9700	0.8234	1.1166
Gimnàs	Final	1.1478	1.0011	1.2944
Plataforma	Inicial	0.8118	0.6242	0.9994
Plataforma	Final	1.3100	1.1224	1.4976

S'observen diferències estadísticament significatives entre els valors inicials i finals en els tres grups. Concretament el grup Control obté una diferència de 0,3 (p-valor=0,0129), el grup Gimnàs de 0,2 (p-valor=0,0497) i el grup Plataforma 0,5 (p-valor<0001).

A la comparativa final entregrups no s'observen diferències. A la figura 35 es mostra la representació gràfica dels resultats.

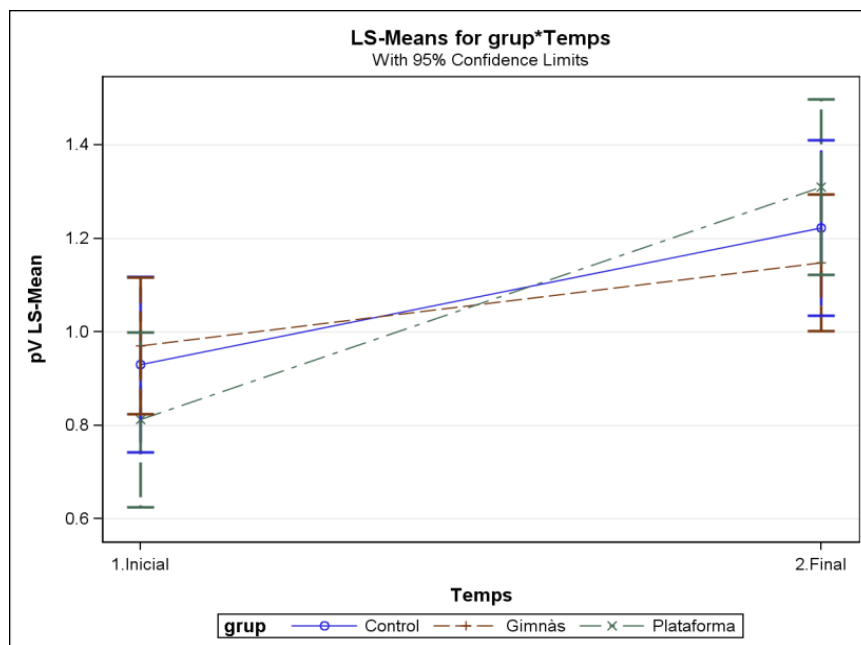


Figura 35. Puntuacions pre- i post- amb relació al pic de velocitat dels tres grups d'estudi

- Temps al pic de velocitat:

Taula 68. Valoracions inicials i finals del temps al pic de velocitat de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	0.3445	0.2722	0.4169
Control	Final	0.3573	0.2849	0.4297
Gimnàs	Inicial	0.3761	0.3195	0.4327
Gimnàs	Final	0.3394	0.2829	0.3960
Plataforma	Inicial	0.4218	0.3494	0.4942
Plataforma	Final	0.2918	0.2194	0.3642

Els grups Control i Gimnàs no experimenten diferències significatives entre les valoracions inicials i finals.

El grup Plataforma presenta diferències estadísticament significatives entre les valoracions inicials i finals de -0,13 amb un p-valor=0,0089.

No s'observen diferències entregups al final de la intervenció. A la figura 36 es mostra la representació gràfica dels resultats.

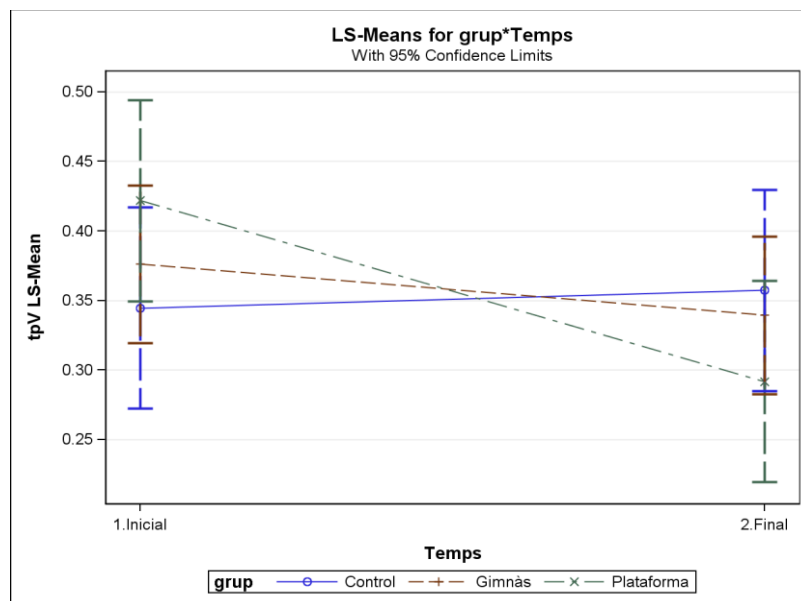


Figura 36. Puntuacions pre- i post- amb relació al temps al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.

– Acceleració:

Taula 69. Valoracions inicials i finals de l'acceleració de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	3.0698	2.1137	4.0260
Control	Final	3.5895	2.6333	4.5457
Gimnàs	Inicial	2.9065	2.1591	3.6540
Gimnàs	Final	3.6551	2.9076	4.4026
Plataforma	Inicial	2.4748	1.5186	3.4310
Plataforma	Final	4.9504	3.9942	5.9066

Només s'observen diferències estadísticament significatives entre l'acceleració inicial i final en el grup Plataforma (amb un augment de 2,5 unitats).

No s'observen diferències estadísticament significatives entregrups (al temps final les diferències entre el grup Gimnàs i el grup Plataforma són gairebé estadísticament significatives, p -valor=0,0913). A la figura 37 es mostra la representació gràfica dels resultats.

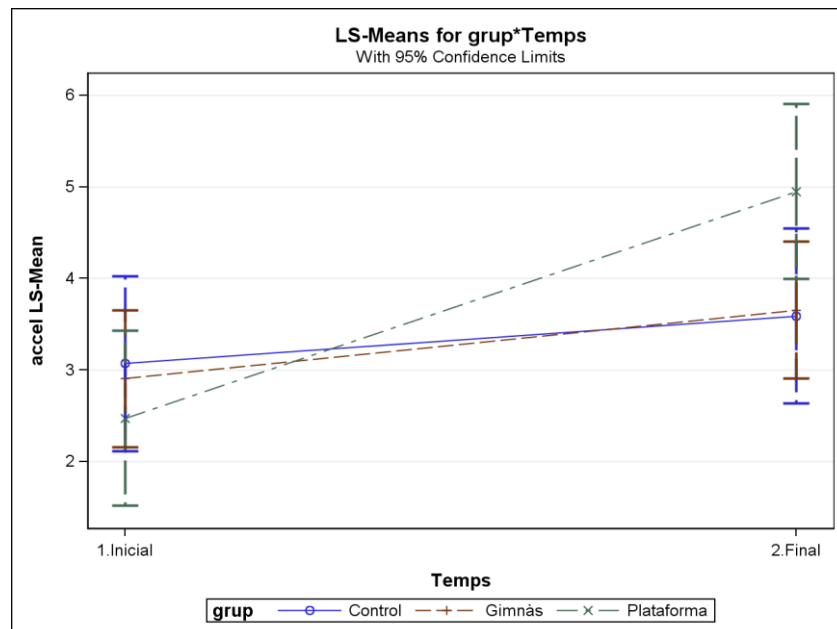


Figura 37. Puntuacions pre- i post- amb relació al temps al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.

6.2.2.6. Força reactiva: elastica explosiva. Doble cicle. Exercici ½ esquat a puntes.

- Potència mitja concèntrica:

Taula 70. Valoracions inicials i finals de potència mitja de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	386.52	281.29	491.74
Control	Final	404.05	298.82	509.28
Gimnàs	Inicial	425.64	337.23	514.04
Gimnàs	Final	565.29	476.88	653.70
Plataforma	Inicial	471.49	361.59	581.40
Plataforma	Final	678.00	568.09	787.91

A la variable potència mitja, el grup Control no obté diferències.

Sí que s'observen diferències estadísticament significatives entre la potència inicial i final en els grups Gimnàs i Plataforma (p -valor<,0001), amb un augment de 140 i 206 unitats respectivament (wats).

Al inici no s'observen diferències entregrups. Al temps final es donen diferències entre el grup Control i el grup Plataforma (p -valor=0,0023). Les diferències entre el grup Control i el grup Gimnàs són gairebé estadísticament significatives (p -valor=0,0577). A la figura 38 es mostra la representació gràfica dels resultats.

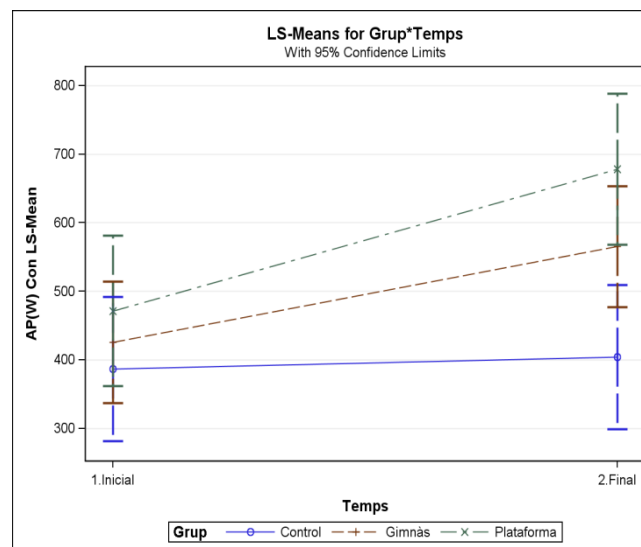


Figura 38. Puntuacions pre- i post- amb relació a la potència mitja dels tres grups d'estudi.

- Força mitja concèntrica:

Taula 71. Valoracions inicials i finals de força mitja de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	745.07	657.03	833.11
Control	Final	733.22	645.18	821.26
Gimnàs	Inicial	750.54	676.57	824.50
Gimnàs	Final	779.31	705.34	853.28
Plataforma	Inicial	800.25	708.30	892.21
Plataforma	Final	841.98	750.03	933.94

A la variable força mitja, el grup Control no obté diferències.

A la variable força mitja s'observen diferències estadísticament significatives entre la força inicial i final en els grups Gimnàs i Plataforma (p-valor=0,0243 i 0,0094 respectivament), amb un augment de 29 i 42 unitats respectivament (newtons).

No s'observen diferències estadísticament significatives entre grups ni al inici ni al final. A la figura 39 es mostra la representació gràfica dels resultats.

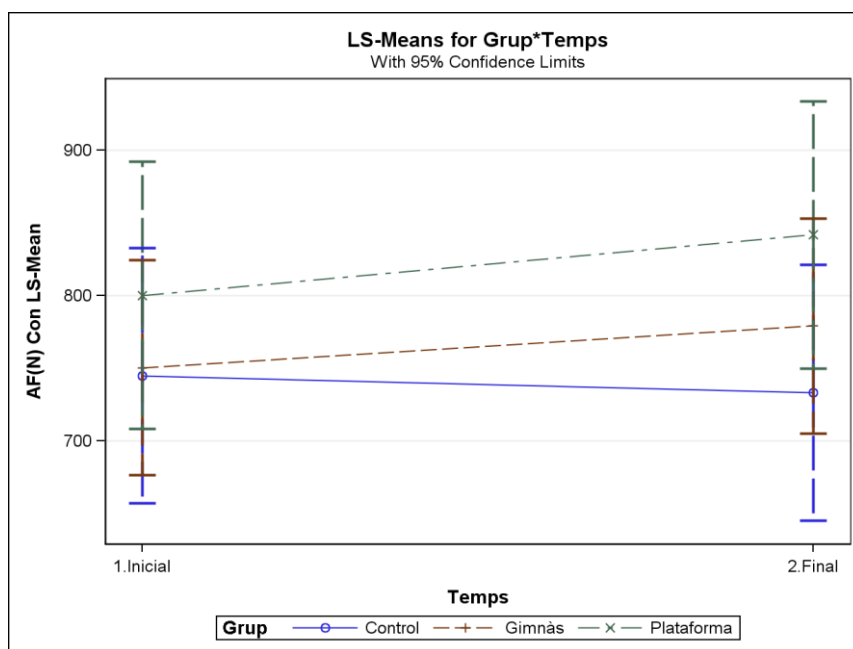


Figura 39. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força mitja dels tres grups d'estudi.

- Velocitat mitja concèntrica:

Taula 72. Valoracions inicials i finals de velocitat mitja de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	0.5142	0.4282	0.6002
Control	Final	0.5500	0.4640	0.6360
Gimnàs	Inicial	0.5471	0.4748	0.6193
Gimnàs	Final	0.7194	0.6472	0.7917
Plataforma	Inicial	0.5727	0.4829	0.6625
Plataforma	Final	0.7909	0.7011	0.8807

A la variable velocitat mitja, el grup Control no obté diferències.

S'observen diferències estadísticament significatives entre la velocitat inicial i final en els grups Gimnàs i Plataforma (p -valor $<$,0001), amb un augment de 0,17 i 0,22 unitats respectivament (m/s).

Al inici de l'estudi no es donen diferències entregrups. Al temps final hi ha diferències entre el grup Control i Gimnàs (p -valor=0,0113) i entre el grup Control i Plataforma (p -valor=0,0010). A la figura 40 es mostra la representació gràfica dels resultats.

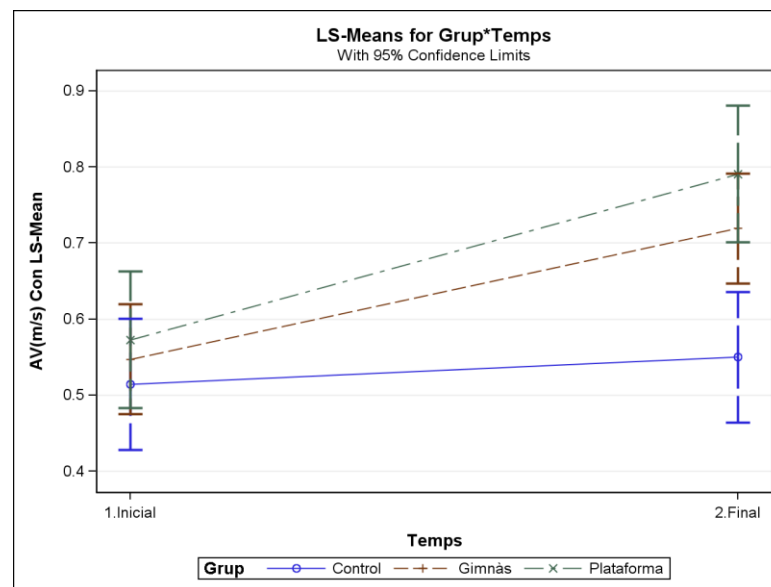


Figura 40. Puntuacions pre- i post- amb relació a la velocitat mitja dels tres grups d'estudi.

- Pic de velocitat concèntric:

Taula 73. Valoracions inicials i finals del pic de velocitat de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	0.9500	0.7978	1.1022
Control	Final	1.0608	0.9086	1.2131
Gimnàs	Inicial	0.9859	0.8580	1.1138
Gimnàs	Final	1.2824	1.1545	1.4102
Plataforma	Inicial	1.0200	0.8610	1.1790
Plataforma	Final	1.4309	1.2719	1.5899

A la variable pic de velocitat, el grup Control no obté diferències.

S'observen diferències estadísticament significatives entre el pic de velocitat inicial i final en els grups Gimnàs i Plataforma (p -valor<,0001), amb un augment de 0,30 i 0,41 unitats respectivament (m/s).

Al inici de la intervenció no s'observen diferències entregrups. Al temps final hi ha diferències entre el grup Control i el grup Plataforma (p -valor=0,0045). Les diferències entre el grup Control i el grup Gimnàs són gairebé estadísticament significatives (p -valor=0,0748). A la figura 41 es mostra la representació gràfica dels resultats.

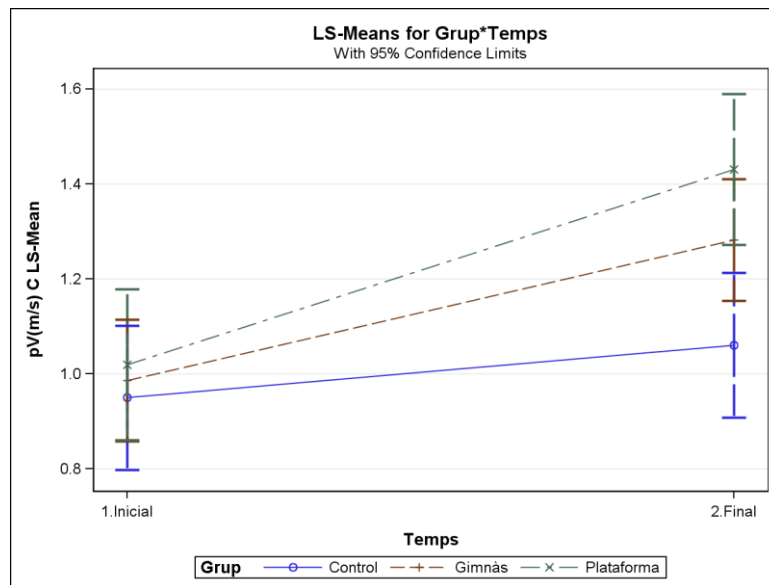


Figura 41. Puntuacions pre- i post- amb relació al pic de velocitat dels tres grups d'estudi.

- Temps al pic de velocitat del concèntric.

Taula 74. Valoracions inicials i finals del temps al pic de velocitat de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	0.3883	0.3280	0.4486
Control	Final	0.3442	0.2839	0.4045
Gimnàs	Inicial	0.3176	0.2670	0.3683
Gimnàs	Final	0.3000	0.2493	0.3507
Plataforma	Inicial	0.3091	0.2461	0.3721
Plataforma	Final	0.2700	0.2070	0.3330

No s'observen diferències estadísticament significatives entre els valors inicials i finals dels tres grups (segons).

Tampoc s'observen diferències estadísticament significatives entre grups, ni al inici, ni al final. A la figura 42 es mostra la representació gràfica dels resultats.

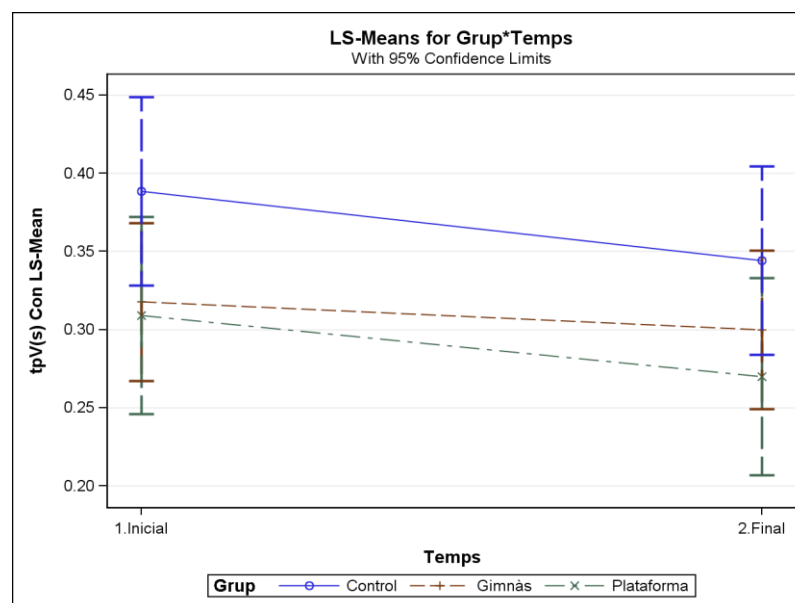


Figura 42. Puntuacions pre- i post- amb relació al temps al pic de velocitat dels tres grups d'estudi

- Acceleració del concèntric:

Taula 75: Valoracions inicials i finals de l'acceleració de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	2.7226	1.6674	3.7777
Control	Final	3.7395	2.6843	4.7947
Gimnàs	Inicial	3.6732	2.7867	4.5597
Gimnàs	Final	4.5968	3.7102	5.4833
Plataforma	Inicial	3.5964	2.4943	4.6985
Plataforma	Final	5.6236	4.5215	6.7257

S'observen diferències estadísticament significatives entre l'acceleració inicial i final en el grup Plataforma (p-valor=0,0012). En els grups Control i Gimnàs les diferències són gairebé estadísticament significatives, p-valor=0,0746 i 0,0548 respectivament (m/s²).

Al temps final hi ha diferències entre el grup Control i el grup Plataforma (p-valor=0,0436). A la figura 43 es mostra la representació gràfica dels resultats.

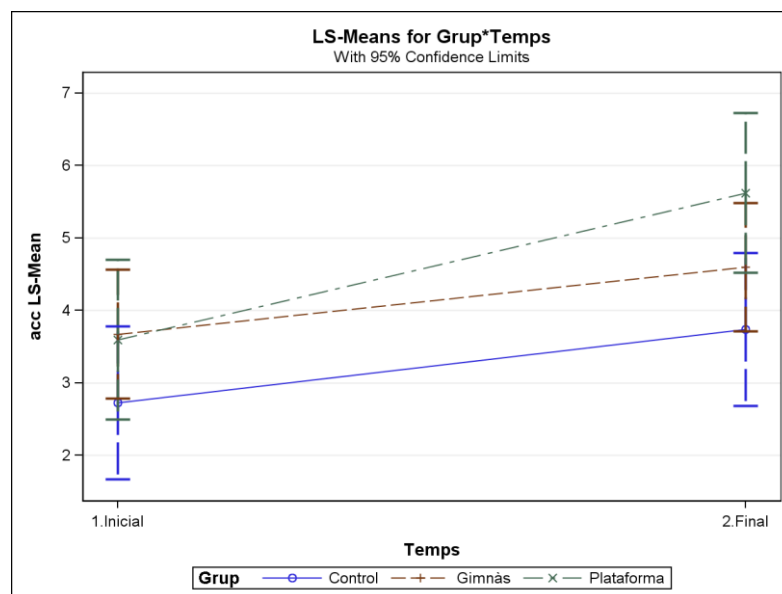


Figura 43. Puntuacions pre- i post- amb relació a l'acceleració dels tres grups d'estudi

- Potència mitja excèntrica:

Taula 76. Valoracions inicials i finals de la potència mitja de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	175.93	97.8776	253.97
Control	Final	215.13	137.09	293.18
Gimnàs	Inicial	204.71	139.14	270.28
Gimnàs	Final	297.45	231.87	363.02
Plataforma	Inicial	237.22	155.70	318.74
Plataforma	Final	241.95	160.44	323.47

A la variable potència mitja, el grup Control i el grup Plataforma no obtenen diferències.

S'observen diferències estadísticament significatives entre la velocitat inicial i final en el grup Gimnàs (p -valor=0,0104), amb un augment de 93 unitats.

No s'observen diferències estadísticament significatives entregrups. A la figura 44 es mostra la representació gràfica dels resultats.

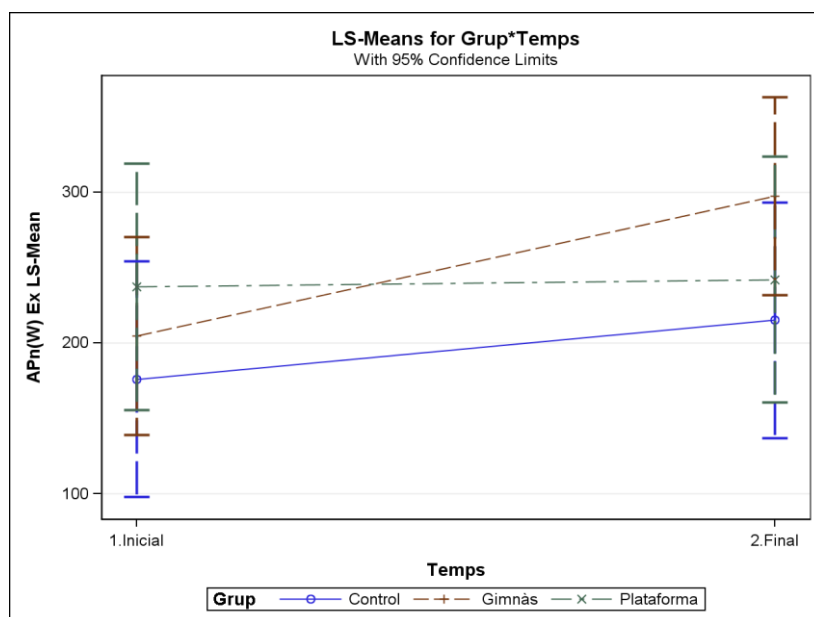


Figura 44. Puntuacions pre- i post- amb relació a la potència excèntrica dels tres grups d'estudi.

- Força mitja excèntrica:

Taula 77. Valoracions inicials i finals de la força de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades					
Grup estudi	Temps	Mitjana	SE	LI	LS
Control	Inicial	699,50	39,2903	619,89	779,11
Control	Final	691,94	39,2903	612,33	771,55
Gimnàs	Inicial	697,65	33,0104	630,76	764,53
Gimnàs	Final	721,89	33,0104	655,00	788,77
Plataforma	Inicial	745,00	41,0373	661,85	828,15
Plataforma	Final	739,42	41,0373	656,27	822,57

No s'observen diferències entre les puntuacions inicials i finals en cap dels tres grups, tot i que el grup gimnàs obté un p-valor=0,0625.

No s'observen diferències estadísticament significatives entregrups en cap dels dos moments de l'avaluació. A la figura 45 es mostra la representació gràfica dels resultats.

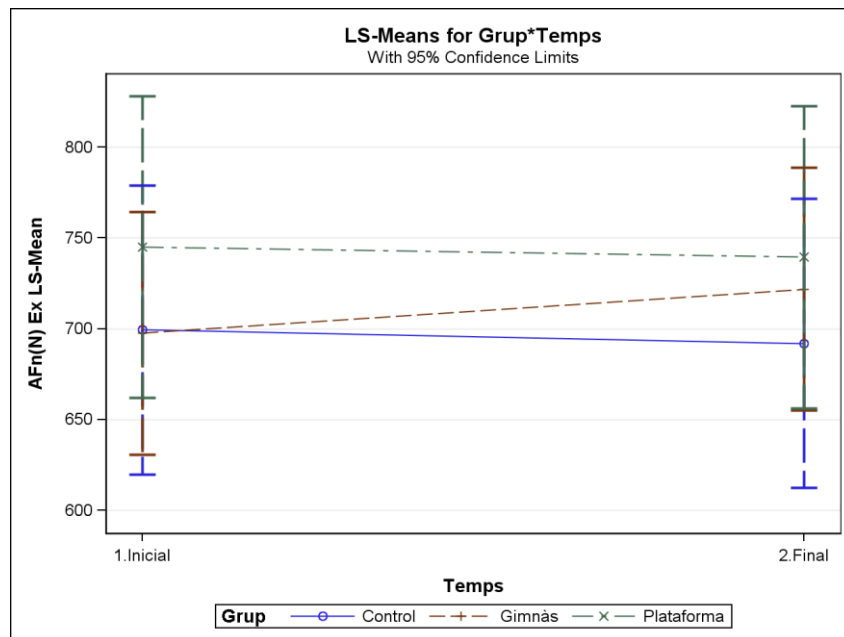


Figura 45. Puntuacions pre- i post- amb relació a la força dels tres grups d'estudi.

- Velocitat mitja excèntrica:

Taula 78. Valoracions inicials i finals de la velocitat de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades					
Grup estudi	Temps	Mitjana	SE	LI	LS
Control	Inicial	0,2483	0,04111	0,1650	0,3316
Control	Final	0,3058	0,04111	0,2225	0,3891
Gimnàs	Inicial	0,2929	0,03454	0,2230	0,3629
Gimnàs	Final	0,3929	0,03454	0,3230	0,4629
Plataforma	Inicial	0,3064	0,04294	0,2194	0,3934
Plataforma	Final	0,3155	0,04294	0,2284	0,4025

A la variable potència mitja, el grup Control i el grup Plataforma no obtenen diferències.

S'observen diferències estadísticament significatives entre la velocitat inicial i final en el grup Gimnàs (p -valor=0,0122), amb un augment de 0,1 unitats.

No s'observen diferències estadísticament significatives entregrups en cap dels moments (inicial-final). A la figura 46 es mostra la representació gràfica dels resultats.

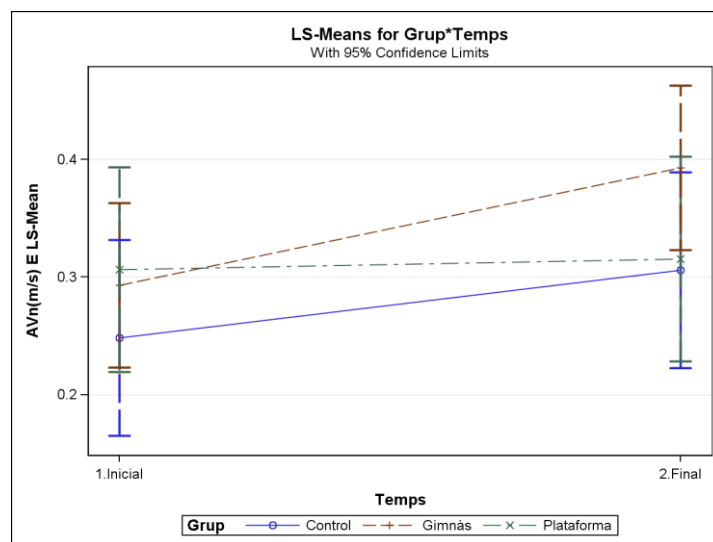


Figura 46. Puntuacions pre- i post- amb relació a la velocitat dels tres grups d'estudi.

Anomenarem proves de laboratori a les variables obtingudes al ½ esquat a puntes doble i simple. Resumin les dades obtingudes en els dos moviments del ½ esquat observem:

- 1- L'exercici d'un únic cicle de treball muscular (concèntric) de ½ esquat a puntes,
 - A obtingut valors significatius de millora en totes les variables estudiades amb relació al grup Plataforma.
 - El grup Gimnàs ha obtingut millores significatives a la potència, velocitat i pic de velocitat, i, rellevants a la força, amb una millora de 17,3 newtons (p-valor=0,142). Amb relació al temps al pic de velocitat i l'acceleració, no ha experimentat millores significatives.
 - Amb relació al grup Control, ha obtingut millores significatives a la velocitat i el pic de velocitat i no ha obtingut millores a les variables de potència, força, temps al pic de velocitat i l'acceleració. Hem de destacar que el sentit de canvi de la variable acceleració és d'empitjorament.
 - Els dos grups experimentals no observen diferències significatives entre ells.
- 2- L'exercici de doble cicle de treball muscular concèntric de ½ esquat a puntes,
 - Amb relació als dos grups experimentals milloren a totes les variables estudiades excepte el temps al pic de velocitat, i el grup gimnàs, l'acceleració.
 - El grup Control no millora significativament en cap de les variables concèntriques.
 - Els dos grups experimentals no observen diferències significatives entre ells.
 - Sí que s'observen diferències entregrups al final de la intervenció entre el grup Control i Plataforma amb relació a les variables de potència, velocitat, pic de velocitat i l'acceleració, i entre el grup Control i Gimnàs a la variables de velocitat.

- 3- L'exercici de doble cicle de treball muscular excèntric de ½ esquat a puntes,
- Amb relació als dos grups experimentals de les tres variables estudiades, només s'observen diferències estadísticament significatives entre les valoracions inicials i finals del grup Gimnàs a la potència i velocitat.
 - El grup Plataforma i el grup Control no obtenen diferències estadísticament significatives a cap de les tres variables estudiades.
 - No s'observen diferències entregrups al final de la intervenció.

6.2.3. Variable de flexibilitat

En aquest apartat analitzarem els resultats relatius a les variables de flexibilitat dels isquiotibials (dret i esquerre) i la columna lumbar. L'anomenarem isquiotibial dret i esquerre ja que s'avaluarà per cadascuna de les extremitats inferiors.

6.2.3.1. Flexibilitat isquiotibial dreta

Taula 79. Valoracions inicials i finals de flexibilitat isquiotibial dreta de cadascun dels grups.

Grup estudi	Temps	Mitjanes ajustades		
		Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	12,06	7,81	16,31
Control	Final	14,13	9,76	18,50
Gimnàs	Inicial	8,97	4,84	13,11
Gimnàs	Final	6,83	2,70	10,97
Plataforma	Inicial	9,50	4,81	14,19
Plataforma	Final	7,52	2,75	12,29

A la variable flexibilitat isquiotibial dreta, el grup Control ha experimentat un guany de 2,07 cm (empitjorament). Aquest guany és significatiu (p-valor=0,031).

Amb relació als canvis dels dos grups experimentals, el grup Gimnàs ha disminuït 2,14 cm i el grup Plataforma 1,98 cm. Aquestes millores són estadísticament significatives (p-valor=0,008 i 0,048 respectivament).

En la valoració inicial no hi ha diferències significatives entre els 3 grups, però sí en la valoració final: el grup Gimnàs ha millorat 7,3 cm amb relació al grup Control. Aquesta

diferència és estadísticament significativa (p -valor=0,048). El grup Plataforma ha millorat 6,6 cm amb relació al grup Control, però aquesta millora no és estadísticament significativa (p -valor=0,110).

No s'observen diferències estadísticament significatives entre els dos grups experimentals (p -valor=0,974). A la figura 47 es mostra la representació gràfica dels resultats.

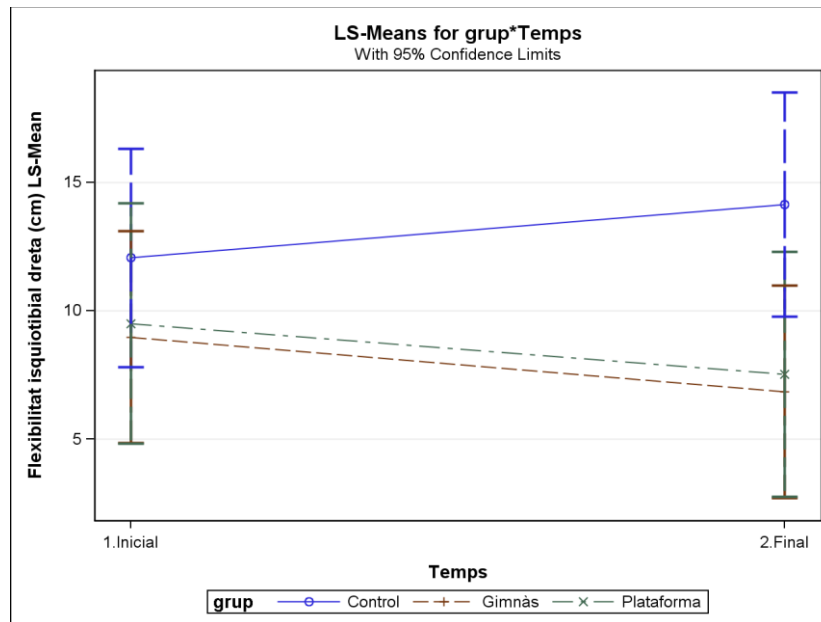


Figura 47. Puntuacions pre- i post- amb relació a la flexibilitat isquiotibial dreta dels tres grups d'estudi.

6.2.3.2. Flexibilitat isquiotibial esquerre

Taula 80. Valoracions inicials i finals de flexibilitat isquiotibial esquerre de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	12,94	8,56	17,33
Control	Final	14,01	9,51	18,51
Gimnàs	Inicial	8,86	4,60	13,12
Gimnàs	Final	6,69	2,43	10,96
Plataforma	Inicial	9,36	4,53	14,19
Plataforma	Final	6,51	1,60	11,43

A la variable flexibilitat isquiotibial esquerre el grup Control ha guanyat 1,07cm, (empitjorament) essent una guany estadísticament no significatiu (p -valor=0,267).

Amb relació als dos grups experimentals, el grup Gimnàs ha experimental una reducció de 2,17 cm i el grup Plataforma de 2,84 cm, i aquesta reducció és estadísticament significativa (p -valor=0,008 i 0,007 respectivament).

En la valoració inicial no hi ha diferències significatives entre els 3 grups i tampoc a les valoracions finals entre el grup Control-Gimnàs, ni Control-Plataforma, ni Gimnàs-Plataforma (p -valor=0,056, 0,071 i 0,998 respectivament). A la figura 48 es mostra la representació gràfica dels resultats.

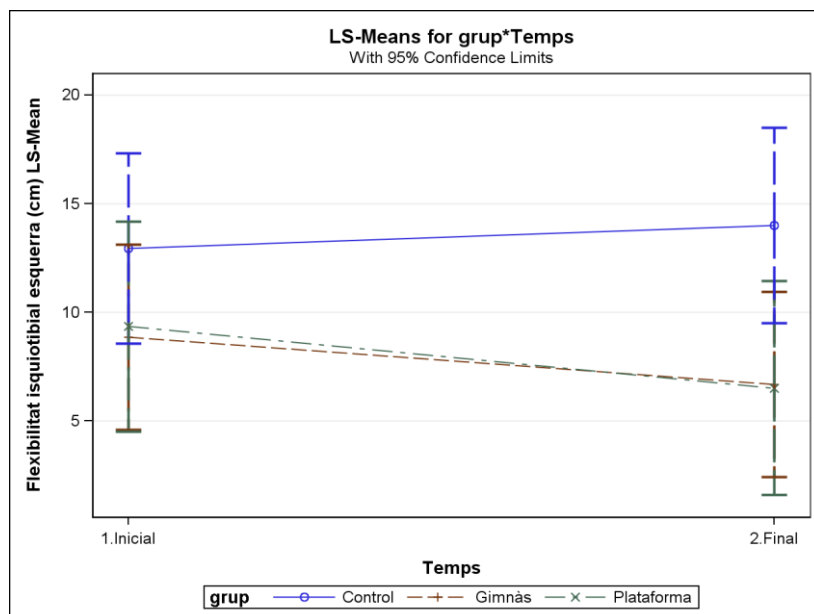


Figura 48. Puntuacions pre- i post- amb relació a la flexibilitat isquiotibial esquerra dels tres grups d'estudi.

6.2.4. Caigudes

Taula 81. Valoracions inicials i finals dels participants que cauen de cadascun dels grups.

Grup estudi	Temps	Mitjanes ajustades (%)		
		Percentatge	IC (95%)	
Control	Inicial	64,71	38,90	84,07
Control	Final	57,36	29,36	81,33
Gimnàs	Inicial	27,78	11,39	53,52
Gimnàs	Final	5,56	0,68	33,42
Plataforma	Inicial	42,86	19,58	69,80
Plataforma	Final	20,72	5,45	54,24

A la comparativa entre les valoracions inicials i finals de cada grup no s'observen diferències estadísticament significatives entre les caigudes inicials i finals en cap dels grups: Control (p-valor=0,608), Gimnàs (p-valor=0,051) i Plataforma (p-valor=0,147).

A la comparativa entre els grups, segons el temps a l'inici, no s'obtenen diferències estadísticament significatives. Al final de l'estudi s'observen diferències estadísticament significatives entre els grups Control-Gimnàs (p-valor=0,0352) i no significatives del grup Control-Plataforma (p-valor=0,206) i Gimnàs-Plataforma (p-valor=0,498). A la figura 49 es mostra la representació gràfica dels resultats.

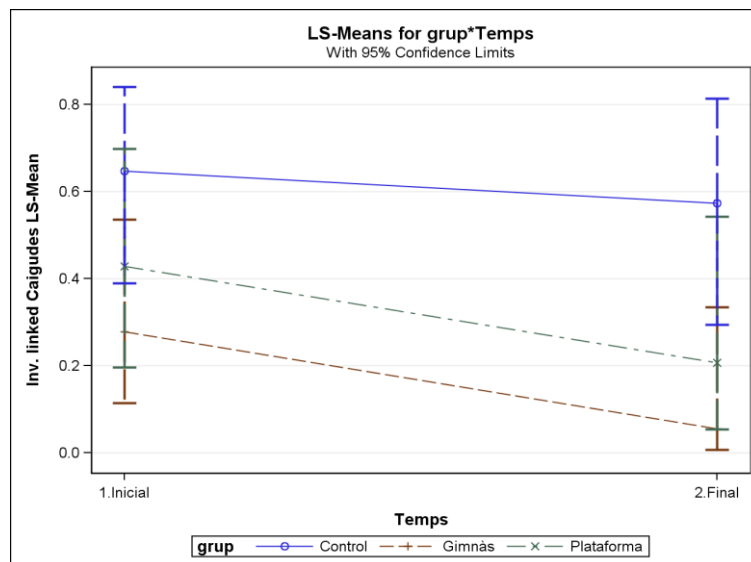


Figura 49. Puntuacions pre- i post- amb relació a les caigudes dels tres grups d'estudi.

6.2.5. Variables psicològiques

Presentem a continuació l'anàlisi dels símptomes depressius on es pot obtenir una puntuació de 0 a 12 punts (0-5 normal, 6-9 depressió lleu, >10 depressió establerta) i posteriorment l'anàlisi dels individus que presenten depressió (lleu o establerta).

6.2.5.1. Símtomes depressius

Taula 82. Valoracions inicials i finals dels símptomes depressius de cadascun dels grups.

Grup estudi	Temps	Mitjanes ajustades		
		Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	3,12	2,09	4,14
Control	Final	3,31	2,19	4,43
Gimnàs	Inicial	2,78	1,78	3,77
Gimnàs	Final	1,67	0,67	2,66
Plataforma	Inicial	3,43	2,30	4,56
Plataforma	Final	2,46	1,26	3,66

En el grup Control no s'observen diferències entre les valoracions inicials i finals (p-valor=0,662). En canvi, els grups Gimnàs i Plataforma sí que han experimentat diferències significatives, amb una reducció de -1,11 (p-valor=0,004) i -0,97 (p-valor=0,043) respectivament.

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals, tot i que en comparar el grup Control amb el Gimnàs la diferència és d'1,65 (p-valor=0,080). A la figura 50 es mostra la representació gràfica dels resultats.

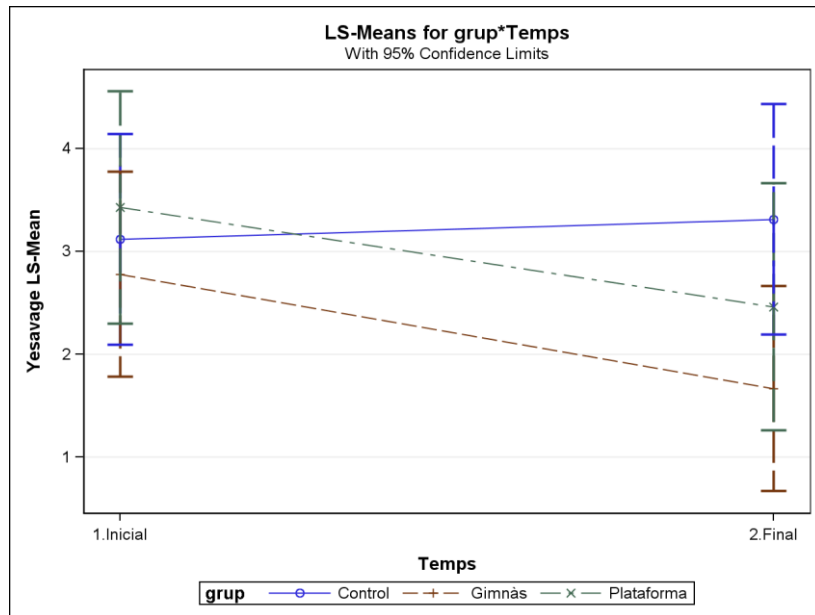


Figura 50. Puntuacions pre- i post- amb relació als símptomes depressius dels tres grups d'estudi.

6.2.5.2. Depressió

S'ha creat una variable indicadora de símptomes depressius (depressió lleu o establerta).

No s'ha pogut ajustar el model a causa de la baixa freqüència de casos de depressió.

Taula 83. Participants amb depressió a l'inici.

Grup estudi	Depressió		
	No	Sí	Total
Control	16 94,12	1 5,88	17
Gimnàs	18 100,00	0 0,00	18
Plataforma	11 78,57	3 21,43	14
Total	45	4	49

Inicialment hi ha un percentatge més elevat de pacients amb depressió en el grup Plataforma (el 21%). Aquestes diferències no són estadísticament significatives (p-valor=0,0622).

Taula 84. Participants amb depressió al final.

Grup estudi	Depressió		
	Freqüència		
Percentatge	No	Sí	Total
Control	12 100,00	0 0,00	12
Gimnàs	18 100,00	0 0,00	18
Plataforma	8 72,73	3 27,27	11
Total	38	3	41
Valors perduts = 8			

Al final de l'estudi els únics pacients amb depressió són del grup Plataforma (el 27%). Aquestes diferències són estadísticament significatives (p-valor=0,0137).

6.2.6. Variable de qualitat de vida relacionada amb la salut

Analitzem a continuació les vuit dimensions del qüestionari de percepció de qualitat de vida relacionada amb la salut.

6.2.6.1. Estat de salut general

Les valoracions estan codificades de la següent manera:

- 1 - Excel·lent
- 2 - Molt bona
- 3 - Bona
- 4 - Regular
- 5 - Dolenta

Taula 85. Valoracions inicials i finals de l'estat de salut general de cadascun dels grups.

Grup estudi	Temps	Mitjanes ajustades		
		Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	3,00	2,71	3,29
Control	Final	3,12	2,79	3,45
Gimnàs	Inicial	3,33	3,05	3,62
Gimnàs	Final	3,11	2,83	3,39
Plataforma	Inicial	3,21	2,89	3,54
Plataforma	Final	3,07	2,72	3,42

En el grup Control no s'observen diferències entre les valoracions inicials i finals (p-valor=0,439). Tampoc n'hi ha en els grups Gimnàs i Plataforma, tot i que en la

comparació inicial-final s'observa una reducció de -0,2 punts (p-valor=0,086) i de -0,1 (p-valor=0,378) respectivament.

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals. A la figura 51 es mostra la representació gràfica dels resultats.

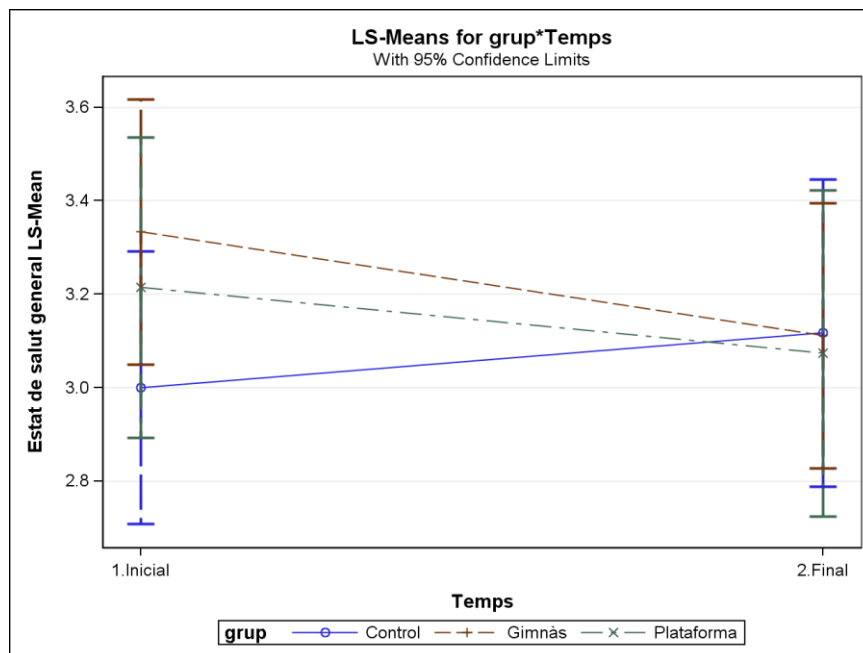


Figura 51. Puntuacions pre- i post- amb relació a l'estat de salut general dels tres grups d'estudi.

6.2.6.2. Funció física

Les variables «limitació d'esforços moderats» i «limitació de pujar pisos», les hem agrupat ja que pertanyen a la funció física.

Taula 86. Valoracions inicials i finals de la «limitació d'esforços moderats» per grups.

Mitjanes ajustades (%)				
Grup estudi	Temps	Percentatge	IC (95%)	
Control	Inicial	47,06	24,47	70,92
Control	Final	56,18	29,74	79,52
Gimnàs	Inicial	61,11	36,53	81,10
Gimnàs	Final	38,89	18,90	63,47
Plataforma	Inicial	35,71	14,85	63,90
Plataforma	Final	23,69	7,21	55,37

A la variable resultant als grups Control i Plataforma no s'observen diferències entre les valoracions inicials i finals (p -valor=0,394) i (p -valor=0,254) respectivament. El grup Gimnàs sí que ha experimentat una millora significativa amb una diferència de -22% (p -valor=0,017).

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals. A la figura 52 es mostra la representació gràfica dels resultats.

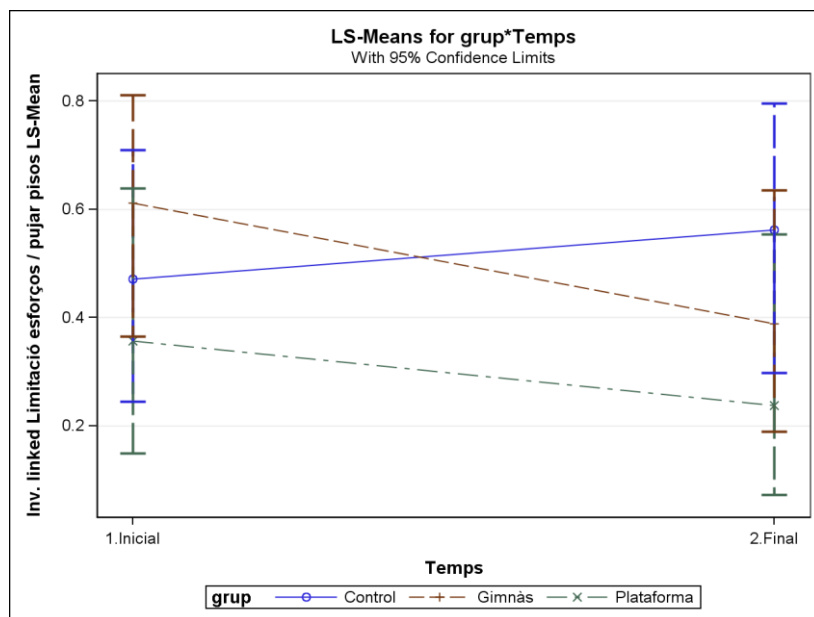


Figura 52. Puntuacions pre- i post- amb relació a la funció física dels tres grups d'estudi.

6.2.6.3. Rol físic

Les variables «fer menys feina» i «deixar de fer tasques», les hem agrupat ja que pertanyen al rol físic.

Taula 87. Valoracions inicials i finals de «fer menys feina» de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades (%)				
Grup estudi	Temps	Percentatge	IC (95%)	
Control	Inicial	29,41	12,04	55,93
Control	Final	27,22	9,22	57,92
Gimnàs	Inicial	16,67	5,06	42,89
Gimnàs	Final	5,56	0,68	33,62
Plataforma	Inicial	35,71	14,74	64,09
Plataforma	Final	8,89	1,12	45,65

En el grup Control no s'observen diferències entre les valoracions inicials i finals (p-valor de 0,865). Tampoc n'hi ha en els grups Gimnàs i Plataforma, tot i que en la comparació inici-final s'observa una diferència de l'11% (p-valor=0,191) i 27% (p-valor=0,073) respectivament.

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals. A la figura 53 es mostra la representació gràfica dels resultats.

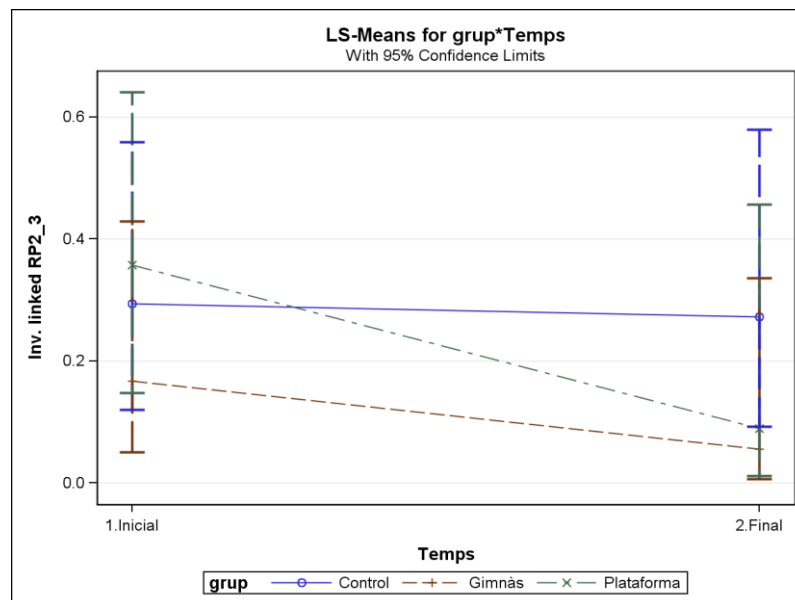


Figura 53. puntuacions pre- i post- amb relació al rol físic dels tres grups d'estudi.

6.2.6.4. Rol emocional

Les variables «fer menys feina» i «disminuir la cura en la realització d'AVD per problemes emocionals», les hem agrupat ja que pertanyen al rol emocional.

Taula 88. Valoracions inicials i finals de «fer menys feina per problemes emocionals» de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	29,41	11,96	56,10
Control	Final	27,06	9,01	58,16
Gimnàs	Inicial	33,33	14,86	58,89
Gimnàs	Final	5,56	0,67	33,92
Plataforma	Inicial	28,57	10,32	58,16
Plataforma	Final	15,21	3,10	50,13

A la variable comparativa inicial i final dels grups Control i Plataforma no s'observen diferències estadísticament significatives, amb un p-valor de 0,861 i 0,325 per als grups Control i Plataforma respectivament. En canvi, el grup Gimnàs ha experimentat diferències significatives amb un augment del 28% (p-valor=0,028).

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals. A la figura 54 es mostra la representació gràfica dels resultats.

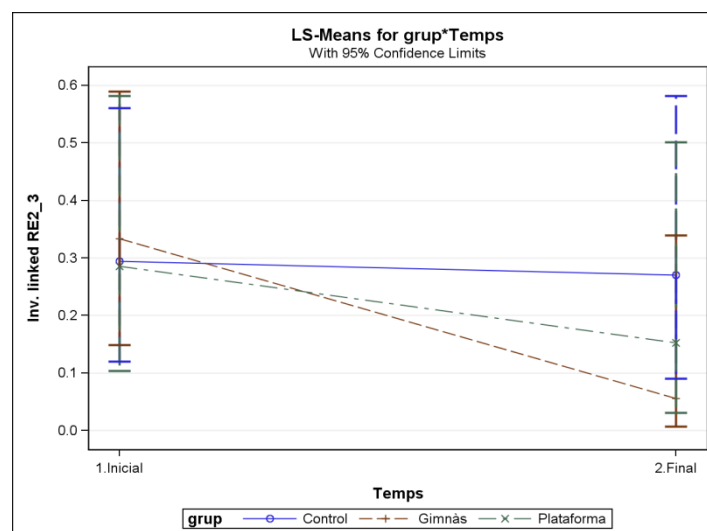


Figura 54. Puntuacions pre- i post- amb relació al rol emocional dels tres grups d'estudi.

6.2.6.5. Dolor corporal

Es valora si el dolor dificulta la feina habitual a través de les següents codificacions:

- 1 - Gens
- 2 - Una mica
- 3 - Regular
- 4 - Força
- 5 - Molt

Taula 89: Valoracions inicials i finals del «dolor» de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	1,59	1,19	1,99
Control	Final	1,75	1,32	2,19
Gimnàs	Inicial	2,33	1,95	2,72
Gimnàs	Final	1,72	1,34	2,11
Plataforma	Inicial	2,14	1,70	2,58
Plataforma	Final	1,56	1,09	2,02

En el grup Control no s'observen diferències entre les valoracions inicials i finals 0,16 (p-valor=0,355). En canvi, els grups Gimnàs i Plataforma sí que han experimentat diferències estadísticament significatives amb una disminució del dolor de -0,61 (p-valor=0,0002) i -0,59 (p-valor=0,003) respectivament.

Inicialment les puntuacions del grup Gimnàs són més altes que les del grup Control, amb una diferència de 0,745 (p-valor=0,026). No s'observen diferències significatives entre els altres grups.

Les valoracions finals són similars entre els tres grups. A la figura 55 es mostra la representació gràfica dels resultats.

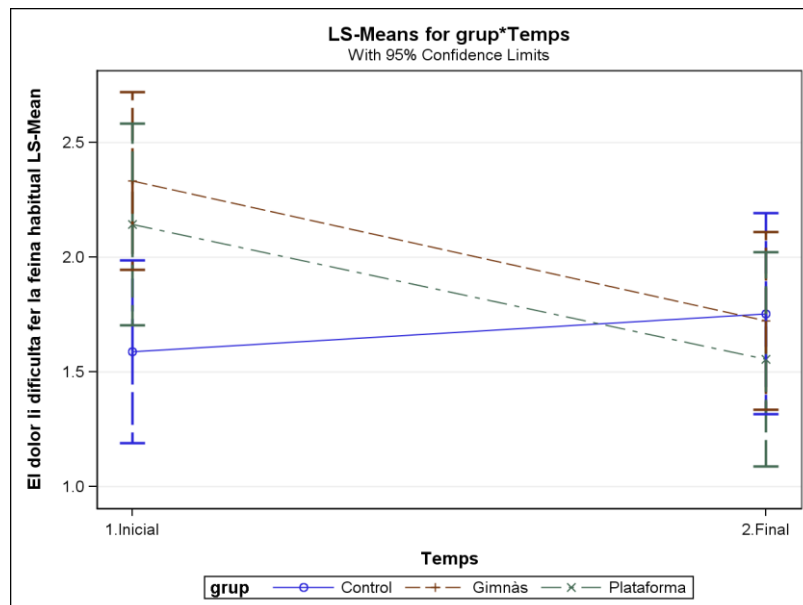


Figura 55. Puntuacions pre- i post- amb relació al dolor dels tres grups d'estudi.

6.2.6.6. Salut mental

Les variables «estar tranquil» i «animat», les hem agrupat ja que pertanyen a la salut mental. Les valoracions estan codificades de la següent manera:

- 1 - Sempre
- 2 - Gairebé sempre
- 3 - Moltes vegades
- 4 - Algunes vegades
- 5 - Només alguna vegada
- 6 - Mai

Taula 90. Valoracions inicials i finals d'«estar tranquil» i «animat» de cadascun dels grups.

Grup estudi	Temps	Mitjanes ajustades		
		Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	2,29	1,84	2,75
Control	Final	2,65	2,15	3,15
Gimnàs	Inicial	2,86	2,42	3,31
Gimnàs	Final	2,42	1,97	2,86
Plataforma	Inicial	2,39	1,89	2,90
Plataforma	Final	1,87	1,34	2,41

En el grup Control no s'observen diferències entre les valoracions inicials i finals (p -valor=0,063). En canvi, els grups Gimnàs i Plataforma sí que han experimentat

diferències estadísticament significatives amb una millora de la salut mental de -0,44 punts (p-valor=0,006) i -0,52 punts (p-valor=0,011).

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals, tot i que en comparar el grup Control amb el Plataforma la diferència és de 0,77 (p-valor=0,094). A la figura 56 es mostra la representació gràfica dels resultats.

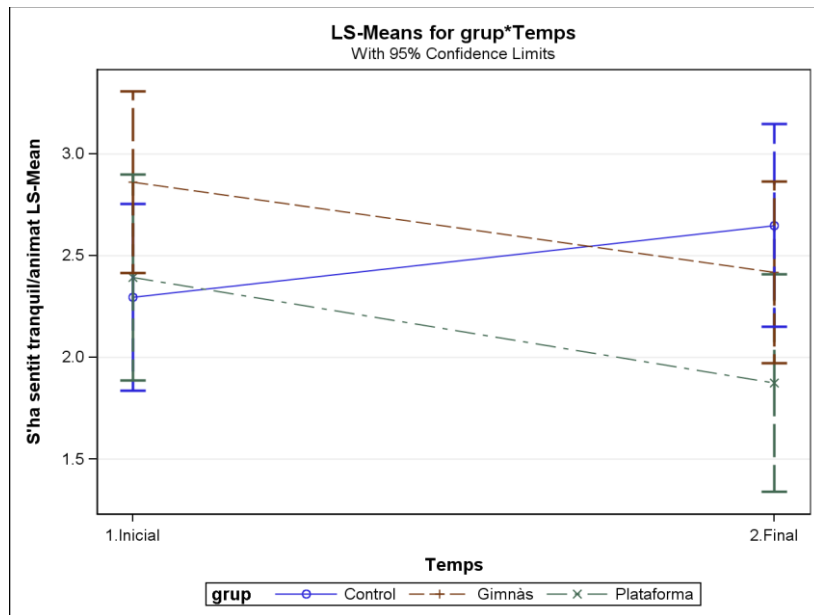


Figura 56. Puntuacions pre- i post- amb relació a l'estat de salut mental dels tres grups d'estudi

6.2.6.7. Vitalitat

La valoració de l'energia que ha tingut la persona està codificada de la següent manera:

- 1 - Sempre
- 2 - Gairebé sempre
- 3 - Moltes vegades
- 4 - Algunes vegades
- 5 - Només alguna vegada
- 6 - Mai

Taula 91. Valoracions inicials i finals de «tenir molta energia» de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	2,71	2,08	3,33
Control	Final	3,22	2,57	3,88
Gimnàs	Inicial	3,11	2,50	3,72
Gimnàs	Final	2,33	1,73	2,94
Plataforma	Inicial	2,64	1,95	3,33
Plataforma	Final	2,34	1,63	3,06

En els grups Control i Gimnàs s'observen diferències estadísticament significatives amb un augment de 0,52 (p-valor=0,012) per al grup Control (empitjora) i una reducció de -0,78 (p-valor<,0001) per al grup Gimnàs (millora). No s'observen canvis significatius en el grup Plataforma, tot i que la diferència inicial-final obté una disminució de -0,30 (p-valor=0,154).

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències estadísticament significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals, tot i que en comparar el grup Control amb el Gimnàs i el Plataforma les diferències són de 0,89 (p-valor=0,113) i 0,89 (p-valor=0,171) respectivament. A la figura 57 es mostra la representació gràfica dels resultats.

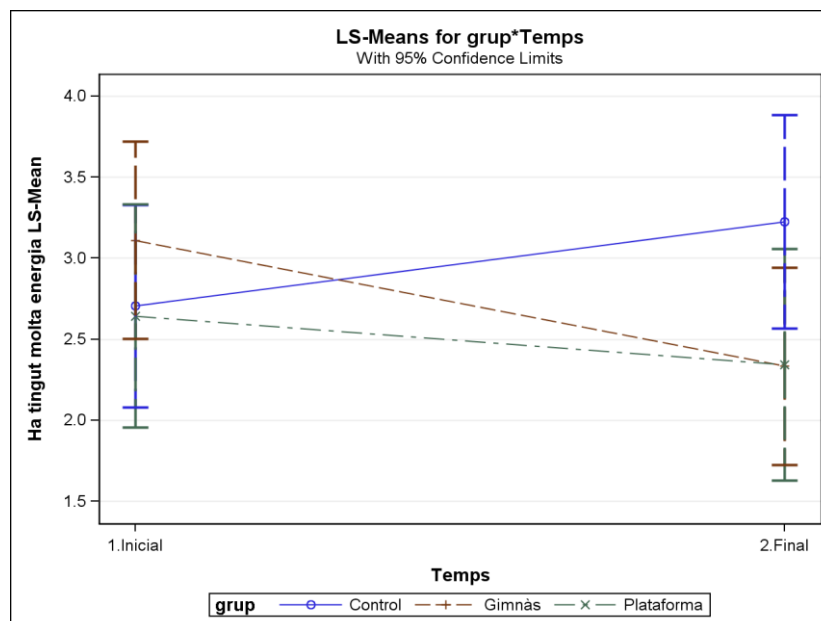


Figura 57. Puntuacions pre- i post- amb relació al nivell d'energia dels tres grups d'estudi.

6.2.6.8. Funció social

Les dificultats per fer activitats socials degudes a problemes físics o emocionals s'han codificat de la següent manera:

- 1 - Sempre
- 2 - Gairebé sempre
- 3- Algunes vegades
- 4 - Només alguna vegada
- 5 - Mai

Taula 92. Valoracions inicials i finals de «disminució de les activitats socials» de cadascun dels grups.

Mitjanes ajustades				
Grup estudi	Temps	Mitjana	IC (95%)	
Control	Inicial	4,76	4,38	5,15
Control	Final	4,64	4,20	5,07
Gimnàs	Inicial	4,56	4,18	4,93
Gimnàs	Final	4,89	4,52	5,26
Plataforma	Inicial	4,14	3,72	4,57
Plataforma	Final	4,81	4,35	5,27

A la variable de disminució de les activitats socials per problemes de salut física i/o emocional, comparació inicial i final del grup Control, no s'observen diferències estadísticament significatives i hi ha una disminució de -0,13 (p-valor=0,540). El grup Gimnàs tampoc obté diferències significatives tot i que ha augmentat un 0,33 (p-valor=0,062). En canvi el grup Plataforma sí que ha experimentat diferències estadísticament significatives amb un augment de 0,66 (p-valor=0,004).

En la comparació de les valoracions inicials entre els tres grups no hi ha diferències significatives. Tampoc n'hi ha entre les valoracions finals, tot i que en comparar el grup Control amb el Plataforma les diferències són de 0,62 (p-valor=0,0830). A la figura 58 es mostra la representació gràfica dels resultats.

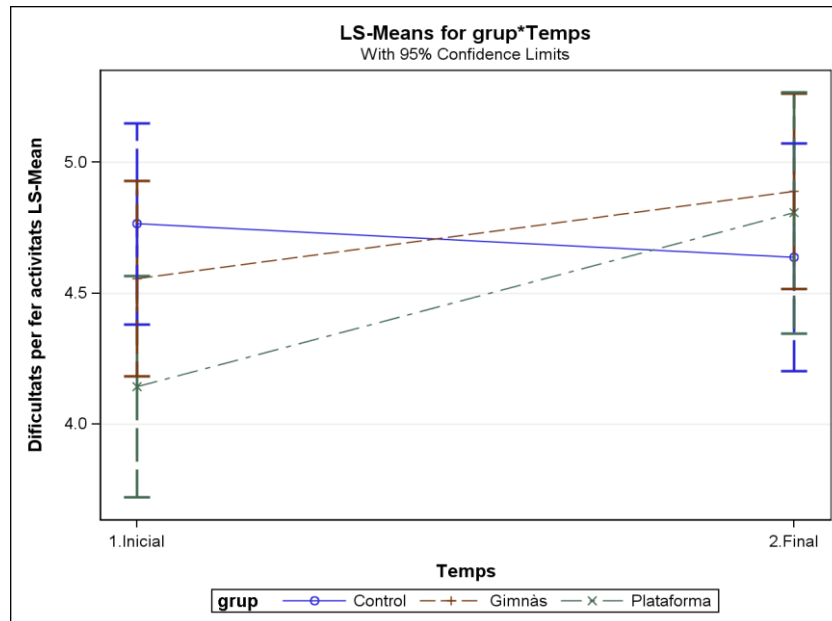


Figura 58. Puntuacions pre- i post- amb relació a la disminució de les activitats socials dels tres grups d'estudi.

A continuació presentem quatre relacions entre variables. La primera és la relació que s'estableix entre les quatre variables que quantifiquen la força de les extremitats inferiors. El propòsit de l'anàlisi és veure si podem dir que són similars, per posteriorment relacionar només una manifestació de la força amb altres variables de l'estudi i no fer-ho amb les quatre. La segona és relacionar la variable força amb les caigudes, la percepció de salut general i els símptomes depressius.

6.3. Relació entre les 4 forces

Taula 93. Relació entre les quatre mesures de la força a l'inici.

Coeficient de correlació de Pearson p-valor				
Inicial	Sed1	Cam1	SJ1	CMJ1
Aixecar-se i seure	1,00	0,7 <.0001	0,6 <.0001	0,67 <.0001
Caminar		1,00	0,65 <.0001	0,62 <.0001
Bosco. SJ (cm)			1,00	0,9 <.0001
Bosco. CMJ (cm)				1,00

Taula 94. Relació entre les quatre mesures de força al final

Coeficient de correlació de Pearson p-valor				
Final	Sed2	Cam2	SJ2	CMJ2
Aixecar-se i seure	1,00	0,9 <.0001	0,85 <.0001	0,78 <.0001
Caminar		1,00	0,8 <.0001	0,7 <.0001
Bosco. SJ (cm)			1,00	0,94 <.0001
Bosco. CMJ (cm)				1,00

Les valoracions que s'obtenen en la correlació inicial fluctuen entre 0,6 i 0,9: $r=0,7$ aixecar-se/caminar, $r=0,6$ aixecar-se/SJ, $r=0,67$ aixecar-se/CMJ, $r=0,65$ caminar/SJ, $r=0,62$ caminar/CMJ i $r=0,9$ SJ/CMJ.

I les valoracions finals fluctuen entre 0,7 i 0,94: $r=0,9$ aixecar-se/caminar, $r=0,85$ aixecar-se/SJ, $r=0,78$ aixecar-se/CMJ, $r=0,8$ caminar/SJ, $r=0,7$ caminar/CMJ i $r=0,94$ SJ/CMJ.

Si considerem de 0,6 a 0,8 una correlació mitjana, i una correlació de 0,8 a 1, forta, la majoria de valors trobats a l'anàlisi final obtenen una forta correlació, que ens indica una dependència positiva entre les dues variables (p -valor $<0,05$). També observem que el coeficient de correlació augmenta després del programa d'entrenament. Per tant,

podem afirmar que els quatre tests utilitzats per mesurar la força muscular han obtingut valors dependents.

Partint d'aquesta dependència, prenem la variable força funcional com a representant de les altres tres variables per dues raons: la primera és que, com hem dit al marc teòric, ens decantem envers una valoració funcional i l'altra perquè dels estudis consultats és la valoració de força la que més vegades s'ha utilitzat.

6.4. Relació entre força funcional i caigudes

S'observen diferències significatives entre la força funcional de les persones que han patit caigudes i les que no n'han patit (p -valor=0,003).

Taula 95. Relació entre les caigudes i la força funcional.

Caigudes	Mitjanes ajustades		
	Mitjana	IC (95%)	
No	13,48	12,77	14,18
Sí	11,59	10,63	12,55

La força funcional és més alta en les persones que no han patit caigudes. Aquestes mitjanes estan ajustades tenint en compte els diferents grups i les valoracions inicials-finals. En concret, la diferència entre els que cauen i els que no cauen és d'1,9 vegades d'aixecar-se d'una cadira. A la figura 59 es mostra la representació gràfica dels resultats.

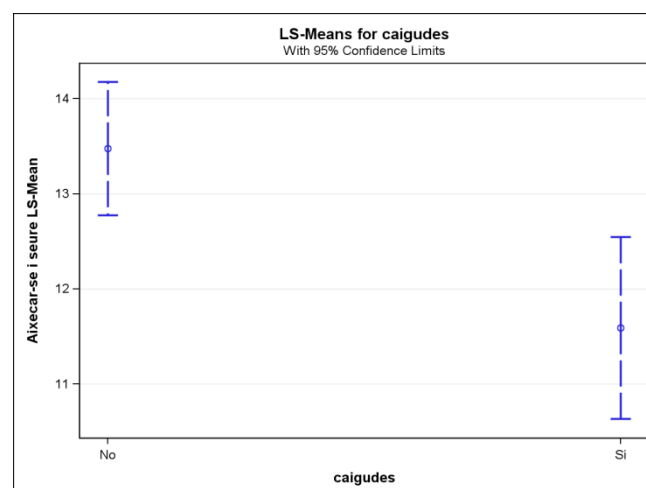


Figura 59. Relació entre les caigudes i la força funcional.

6.5. Relació entre força funcional i valoració general de salut

S'observen diferències significatives entre la força funcional de les persones que tenen una salut general bona i les que no la tenen (p-valor = 0,0135).

Taula 96. Relació entre la força funcional i l'autovaloració de la salut general.

Salut bona	general	Mitjanes ajustades	
		Mitjana	IC (95%)
No		11,52	10,38 12,66
Sí		13,16	12,54 13,79

La força funcional és més alta en les persones que autovaloren la seva salut general com a bona. En concret, s'asseuen a la cadira 1,6 vegades més. Aquestes mitjanes estan ajustades tenint en compte els diferents grups i les valoracions inicials-finals. A la figura 60 veiem representada aquesta relació.

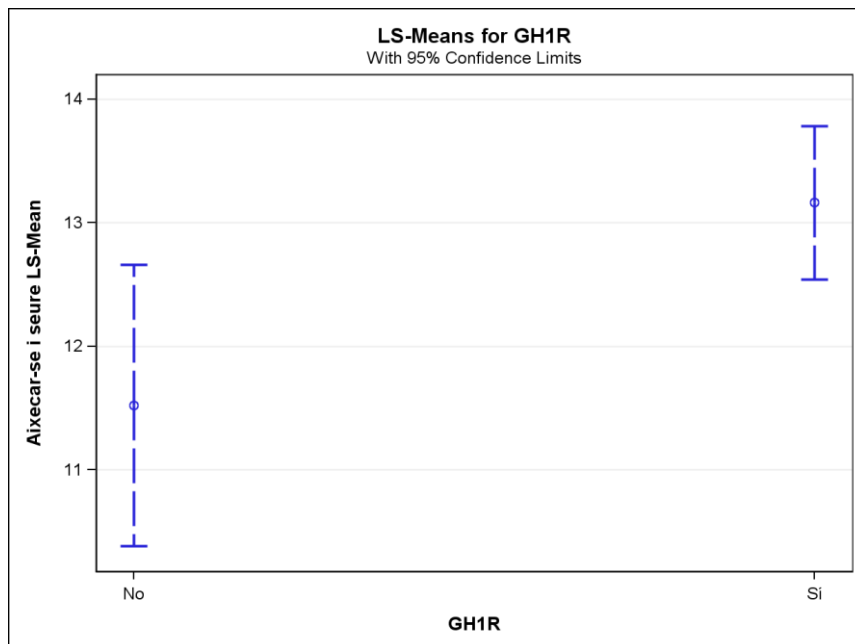


Figura 60. Relació entre la força funcional i l'autovaloració de l'estat de salut general.

6.6. Relació entre força funcional i els símptomes depressius

S'observen diferències significatives entre la força funcional de les persones que tenen símptomes depressius i les que no en tenen (p-valor = 0,00001).

Mitjanes ajustades			
Depressió	Mitjana	IC (95%)	
No	13,1715	12,6178	13,7253
Sí	9,0022	7,0494	10,9549

La força funcional és més alta en les persones sense símptomes depressius. Aquestes mitjanes estan ajustades tenint en compte els diferents grups i les valoracions inicials-finals. A la figura 61 veiem representada aquesta relació.

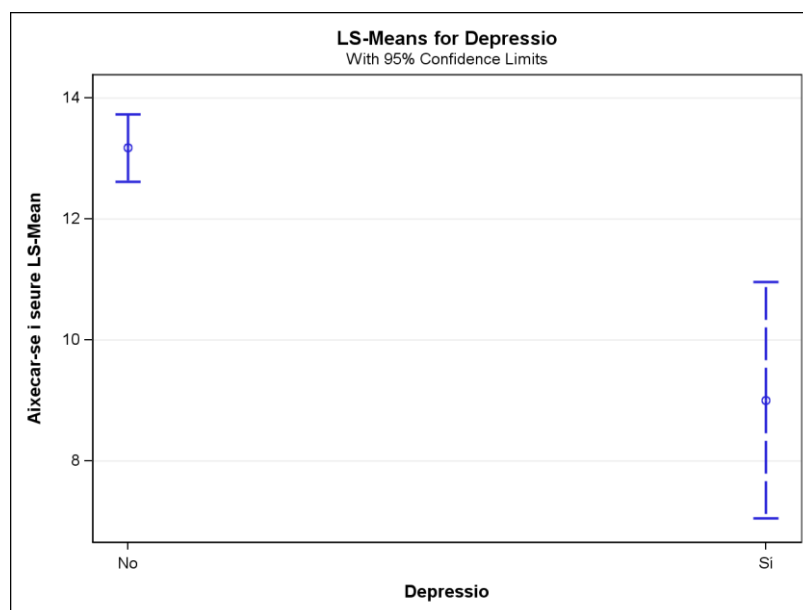


Figura 61. Relació entre la força funcional i els símptomes depressius.

7. DISCUSSIÓ

La paraula casualitat és una blasfèmia.

Res del que passa sota el sol no passa per casualitat

Doris Lessing

8. Discussió

Aquest capítol està dividit en quatre apartats. Al primer es comparen les dades basals del nostre estudi amb les d'altres estudis similars. Al segon comparem i discutim els resultats d'aquesta tesi. Al tercer exposem les limitacions observades, i finalment, comentem possibles camins a seguir en futures línies d'investigació.

Un dels efectes fisiològics de l'envelliment és la sarcopènia, que comporta una disminució de la massa muscular acompanyada d'un descens dels nivells de força. Malgrat això diversos estudis han demostrat que l'edat no és un impediment per guanyar força, fins i tot en edats molt avançades (Fiaratone [*et al.*], 1990). Actualment un gran nombre d'investigadors treballen la força en gent gran per considerar-la una propietat fonamental per mantenir una bona independència funcional (Bassey [*et al.*], 1992; Jette, Branch i Berlin, 1990).

Els primers estudis d'investigació utilitzaven el que s'anomena plantejament tradicional, de resistències altes/moderades i velocitats baixes, per augmentar la força muscular i la massa muscular, frenant o disminuint els efectes de la sarcopènia.

Partint d'aquests resultats han aparegut un grups d'investigadors que entrenen la força buscant una millora de la funcionalitat. Aquest posicionament segueix les directrius de l'OMS, que propugna que la millor manera d'avaluar la salut de l'ancià és en termes de funcionalitat. La hipòtesi d'aquest grup d'investigadors és que la manifestació de la força explosiva és la més eficaç per millorar la funcionalitat. Nosaltres ens hem posicionat en aquest grup.

Paral·lelament ha sorgit una nova forma d'entrenament a través de les plataformes vibratòries, que diversos autors suggereixen que pot ser tant i fins i tot més efectiva que l'entrenament de força amb resistències.

El propòsit principal d'aquest estudi és valorar l'efectivitat de dos programes d'exercici físic amb l'objectiu principal de millorar la força de la gent gran. Un programa

d'entrenament és de força explosiva i l'altre de vibracions mecàniques. Com a objectius secundaris volem valorar els canvis amb relació a la flexibilitat i la qualitat de vida. L'anàlisi dels objectius secundaris, respon a la voluntat d'apropament a una valoració integral, on la capacitat funcional (física, psicològica i social) de l'individu per fer front a circumstàncies adverses és cada cop més rellevant (Delgado, Quincha i Méndez, 2003).

Una vegada acabada la intervenció, podem afirmar que l'augment de força obtinguda amb els dos programes d'entrenament és evident. La millora de la dimensió física i funcional ha tingut una repercussió en la qualitat de vida, en algunes dimensions important, com el descens dels símptomes depressius, i en d'altres menys considerable. Contràriament el grup control ha sofert un deteriorament a la majoria de les variables estudiades, la qual cosa accentua la importància de participar en programes d'activitat física per evitar una disminució de la funcionalitat que podria conduir a la pèrdua de la independència.

7.1. Comparació dels resultats basals amb els d'altres estudis

En aquest apartat compararem les característiques basals de la nostra mostra amb els valors basals d'altres treballs amb relació al sexe, l'edat, l'adhesió al programa, els abandonaments, la força, la flexibilitat, els índexs de depressió i QDVRs, on podrem observar moltes coincidències amb altres estudis de persones grans. Malgrat que els resultats d'aquesta tesi es refereixen només a la mostra estudiada, aquesta similitud dels valors basals pot minimitzar el possible biaix de selecció, i pensar que la mostra utilitzada pot assemblar-se a la població de més de 65 anys de Vic, o inclús de Catalunya.

- Amb relació al **sexe** dels participants: com en altres estudis mixts, el nombre de dones és superior al nombre d'homes, en concret la nostra mostra està formada per un 31% d'homes i un 69% de dones. Valors similars els trobem a Kalapotharakos [et al.] (2005b): 36% d'homes i 64% de dones; Hrudá, Hicks i McCartney (2003): 20% d'homes i 80% de dones; o Earles, Judge i Gunnarsson (2001): 34% d'homes i 66% de dones.

Si prenem com a referència un estudi dels programes d'exercici físic comunitari de la població catalana, basat en una mostra de 1.960 persones grans (Fortuño, 2008), observem uns valors de participació del sexe femení superiors als nostres: 86,5% de dones i un 13,5% d'homes.

Tot i això, hem de destacar que molts estudis es realitzen només amb dones, probablement perquè són un grup més fràgil a causa dels menors nivells de força i dels majors nivells d'osteoporosi. Concretament, els estudis consultats de vibracions utilitzen preferentment dones postmenopàusiques com a criteri d'inclusió als seus estudis (Kalapotharakos [et al.], 2005a; Machado [et al.], 2010; Martín [et al.], 2009; Raimundo, 2006; Roelants, Delecluse i Verschueren, 2004; Russo [et al.], 2003; Verschueren [et al.], 2004).

- Amb relació a l'**edat**, la mitjana de $73,6 \pm 5,5$ anys en el present estudi és similar a la d'altres estudis consultats: 72 ± 4 Sayers (2007); 74 ± 5 Rees, Murphy i Watsford (2008); 68 ± 5 Kalapotharakos [et al.] (2007); 77 ± 4 Capodaglio [et al.] (2007); o 68 ± 6 Vincent [et al.] (2002).
- Amb relació a l'**adhesió al programa**, hem obtingut uns valors del 86,1% similars a altres estudis: 90% Bean [et al.] (2004); 90% Earles, Judge i Gunnarsson, (2001); tot i que superiors a altres intervencions, 71% a l'estudi de Hruda, Hicks i McCartney, (2003); 65% a l'estudi de Capodaglio [et al.] (2007); i 71% a l'estudi de Marsh [et al.] (2009).
- Amb relació als **abandonaments**, dins del grup Gimnàs no n'hi ha hagut cap, i dins del grup Plataforma, una persona va abandonar el programa per raons relacionades amb el tractament, augmentant el dolor de genoll que ja tenia prèviament. Els resultats són similars als de Russo [et al.] (2003), on es va produir una baixa per una lesió al genoll associada a l'entrenament en aplicar un programa de 6 mesos amb 28 Hz (dones postmenopàusiques). De

Ruiter [et al.] (2003) amb persones joves i una freqüència de 30 Hz, va tenir un abandonament per dolor a la columna lumbar associat a l'entrenament.

- Amb relació a la **força**, s'han utilitzat sis tests, dos de la bateria de Rikli i Jones (*chair stand* i *2-minutes step*), dos de la bateria de salts de Bosco (SJ i CMJ) i dos exercicis del ½ esquat a puntes (simple i doble). D'aquests dos últims no hem trobat aplicacions en gent gran i per això no els podem comparar.
- Prenent com a referència la mitjana d'edat dels participants del nostre estudi (73,6), a la prova de força funcional *chair stand* (seure i aixecar-se), els valors normatius de Rikli i Jones dels homes es troben entre 12-17, i els de les dones entre 10-15. La mitjana prèvia de la nostra mostra és per a tot el grup de $12,2 \pm 2,5$. Per tant, ens trobem dins dels valors normatius.
- Respecte a la prova *2-Minutes Step* (caminar al lloc), la mitjana de Rikli i Jones és de 80-110 per als homes, i de 68-101 per a les dones. La mitjana prèvia de la nostra mostra per a tot el grup és de $74,8 \pm 16,5$. Ens trobem dins dels valors normatius.
- Amb relació al salt vertical SJ, la nostra mostra ha obtingut un valor de $7,3 \pm 3,4$ cm, inferior a d'altres de consultades. Izquierdo [et al.] (1999) van obtenir uns valors de 15 cm; Bogaerts [et al.] (2007a) van obtenir uns valors de 16,5 cm; Kalapotharakos [et al.] (2007) van obtenir uns valors d'11 cm; Del Riego (2007), en un estudi on va comparar els valors del salt SJ en gent gran espanyola, depenent dels diferents graus d'activitat física que realitzaven, va obtenir els següents resultats: gent fràgil 5,1 cm, sedentaris 11,1 cm, gent que fa manteniment 13,2 cm, i, esportistes 15,6 cm. També els seus valors són superiors als nostres. Els valors més similars al nostre estudi són de Bosco i Komi (1980) on els homes varen saltar $9,9 \pm 5,0$ i les dones $7,1 \pm 3,0$.

-
- Amb relació al salt vertical CMJ, la nostra mostra té una mitjana de $8,6 \pm 3,8$, inferior a d'altres de consultades: 18 cm a Russo [et al.] (2003); 17 cm a Izquierdo [et al.] (1999); i 13 cm a Kalapotharakos [et al.] (2007); Del Riego (2007) va obtenir els següents resultats del salt CMJ: gent fràgil 6 cm, sedentaris 11,7 cm, gent que fa manteniment 13,7 cm, i, esportistes 16,2 cm.

 - Amb relació a la **flexibilitat**, s'ha utilitzat el test de la bateria de Rikli i Jones, *chair sit and reach test*.

 - A la prova *chair sit and reach test* (isquiotibials) de Rikli i Jones els valors normatius oscil·len entre -7,6 i +7,6 cm els homes, i -2,5 + 10 cm les dones. A la nostra mostra hem distingit entre dret i esquerre i els valors obtinguts són de $-10,2 \pm 8,8$ el dret i $-10,4 \pm 9,3$ l'esquerre. Observem que aquests valors són lleugerament inferiors als de referència.

 - Amb relació als **síntomes depressius**, utilitzant l'escala GDS la prevalença que hem obtingut es de 8,16%. L'estudi de García Solano (2001), que fa una revisió de la prevalença de la depressió de la gent gran utilitzant l'escala GDS, indica que els valors més usuals es troben entre 8-20%. Ens trobem dins dels valors de referència.

 - Amb relació a la pregunta «com creu que és la seva salut», del qüestionari de **percepció de qualitat de vida**, la mitjana de la nostra mostra es troba a 3,2 essent 3 bona i 4 regular. Les dades de la Encuesta Nacional de Salud (2006)⁹⁴ indiquen que la percepció del bon estat de salut disminueix amb l'edat. A més edat, augmenta considerablement el percentatge de persones que declaren un estat de salut regular. Concretament, el nombre de gent de més de 65 anys que considera que la seva salut és molt bona és del 6,3%, bona el 22,1%, regular un 41,7 %, dolenta un 14,1% i molt dolenta un 4,8%.

⁹⁴ Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad - Portal Estadístico del SNS <http://www.mspsi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaIndice2006.htm>

Deduïm que la nostra mostra obté unes dades lleugerament superiors a les del Ministeri de Sanitat a nivell d'Espanya.

7.2. Comparació i interpretació dels resultats obtinguts

Abans d'iniciar l'anàlisi de les variables estudiades volem destacar la gran diferència que hi ha entre la **participació del sexe femení i masculí**, i que també trobem a altres estudis mixts. Probablement s'haurien d'estudiar les causes que provoquen aquesta diferenciació per fomentar estratègies adequades que motivin suficientment la participació del sexe masculí.

En la mesura de la **composició corporal**, és important destacar que prèviament al inici de l'estudi al voltant d'un 70% dels participants tenien sobrepès o obesitat, xifres superiors a les recomanades pels organismes internacionals (Sehpar, 2004), i, tot i que no es donen canvis significatius pre- post-, el grup Plataforma redueix en un 0,17% el seu IMC.

Per intentar fer una comparació amb estudis que siguin similars, hem decidit comparar l'estudi «gimnàs» amb les intervencions de millora de força explosiva o potència en gent gran independent que utilitzin els mateixos tests avaluadors que nosaltres i, si en alguna ocasió el test avaluador o el tipus de mostra és diferent, n'exposarem els motius d'inclusió dins de la discussió. Respecte a l'estudi «plataforma», també compararem les variables amb estudis de vibracions en gent gran seguint els mateixos criteris del grup «gimnàs».

Per a cadascuna de les variables primer analitzarem el grup Gimnàs, després el grup Plataforma i, finalment, el grup Control. I de les variables estudiades primer comentarem els canvis pre- post- (intergrups) i posteriorment els canvis post- (entregups).

Amb relació al terme rellevant, l'utilitzarem quan la diferència obtinguda tot i no ser significativa, es troba en una valors entre 0,06 i 0,2 (aproximadament), i considerem important la interpretació dels canvis obtinguts de les variables.

7.2.1. Força

Abans de comentar els resultats amb relació a la força muscular, hem de destacar que les manifestacions de la força pateixen una involució al voltant dels 60 anys, que augmenta a mesura que la persona envelleix i en dones postmenopàusiques, essent la involució de la força diferent, depenent del tipus de força observat (Izquierdo [*et al.*], 1999; Petrella [*et al.*], 2005; Skelton [*et al.*], 1994). Si la mitjana d'edat de l'estudi d'aquesta tesi és de 74 anys i la intervenció ha durat 6 mesos, és de preveure a priori una reducció dels nivells de força dins del grup control (individus que són sedentaris i «permeten que la involució fisiològica segueixi el seu curs»).

7.2.1.1. Força funcional

Amb relació a la força funcional, per comparar els nostres resultats amb el d'altres estudis només ens referirem a les intervencions d'entrenament de força explosiva que hagin utilitzat el test avaluador *chair stand*.⁹⁵

Grup Gimnàs

Al nostre estudi el grup Gimnàs ha guanyat un 16,5% (p-valor<0,0001).

Un valor similar l'observem a Henwood, Riek i Taaffe (2008a), en un estudi mixt⁹⁶ de 70 anys de mitjana durant 24 setmanes, que millora un 12,8% (p-valor<0,002).

Resultats superiors els observem a Capodaglio [*et al.*] (2007), en un estudi mixt de 76 anys de mitjana durant un any, on van obtenir millores del 28% en dones i 20% en

⁹⁵ Tot i utilitzar el mateix test, hi ha diferències de protocol: uns avaluen les vegades que la persona s'aixeca de la cadira durant 30 segons, altres el temps que requereix per aixecar-se 10 vegades i altres el temps que requereix per aixecar-se 5 vegades.

⁹⁶ Homes i dones.

homes (p-valor<0,001). Els millors resultats observats podrien estar relacionats amb el tipus d'entrenament, atès que a part de l'entrenament de força varen realitzar exercicis de tai-txi, que diversos autors observen que poden comportar un augment dels nivells de força a les cames (Zhang [et al], 2006).

Kalapothauros [et al.] (2005b), en un estudi mixt de 65 anys de mitjana durant 12 setmanes, també van obtenir millores superiors del 28,7% (p-valor<0,001). Cavani [et al.] (2002), en un estudi mixt de 69 anys de mitjana durant 6 setmanes, van obtenir millores del 30% (p-valor<0,008). Bottaro [et al.] (2007), en un estudi amb homes de 66 anys de mitjana durant 12 setmanes, van obtenir unes millores del 42% (p-valor<0,05). Una possible raó dels majors guanys de força d'aquests tres estudis podria ser l'edat dels participants, que tenen entre 5 i 9 anys menys que a la nostra mostra.

Hruda, Hicks i McCartney (2003), en un estudi mixt de 75 anys de mitjana durant 10 setmanes, van obtenir millores de força del 66% (p<0,05). Aquesta diferència tant gran respecte al nostre estudi (16%-66%) podria ser deguda al fet que els participants partien d'un nivell de condició física baix.

Contràriament, observem millores no significatives a l'estudi Earles, Judge i Gunnarsson, (2001), en un estudi mixt de 70 anys de mitjana durant 12 setmanes. Els autors suggereixen l'alt grau de condició física dels participants com a possible causa.

En dos estudis de característiques diferents, integrats per ancians **fràgils**, Bean [et al.] (2004) (77 anys de mitjana) , i Seynes [et al.] (2004) (82 anys de mitjana), varen obtenir una millora del 44% (p-valor<0,001) i 22,6% (p-valor=0,0002) respectivament. Observem en aquests dos estudis de característiques similars una relació entre l'increment d'edat i els menors guanys de força.

També Suetta [et al.] (2004) van mesurar el guany de força després d'una **immobilització per intervenció** de pròtesi de maluc, a 36 ancians de 70 anys de mitjana durant 12 setmanes, observant guanys de força del 30% (p<0,001).

Probablement el nivell de condició física previ afectarà els possibles guanys de força futurs i, per tant, en estudis de fragilitat o de baixa condició física es podrien obtenir guanys de força alts, i en estudis on la condició física prèvia és bona, guanys de força menors.

Grup Plataforma

Amb relació a la força funcional, el grup Plataforma ha obtingut una millora del 17,9% (p-valor<0,0001).

Valors similars els trobem a Runge, Rehfeld i Resnicek (2000), en un estudi mixt de 67 anys de mitjana durant 8 setmanes d'entrenament a 27 Hz i 7-14 mm, on van descriure millores del 18% (p-valor<0,05). Rees, Murphy i Watsford (2007), en un estudi mixt de 73 anys de mitjana durant 8 setmanes d'entrenament a 26 Hz i 5-8 mm, van obtenir millores del 12,3% (p-valor<0,05). Furnes [*et al.*] (2010), en un estudi mixt de 69 anys de mitjana durant 6 setmanes d'entrenament a 15-25 Hz i 1 mm, van obtenir millores de l'11'9% (p-valor<0,05).

Millores superiors les trobem a Martín [*et al.*] (2009) amb un guany del 32,7% (p-valor<0,05), en un estudi amb dones de 70 anys de mitjana durant 8 setmanes i amb un entrenament a 20-32 Hz i 4 mm. Aquesta mostra va iniciar la intervenció amb uns valors base de $9,89 \pm 2,17$, inferiors als valors base obtinguts als nostre estudi ($12,2 \pm 2,5$), i això podria ser una de les causes dels guanys superiors de força observats. Rehn (2007) suggereix que els subjectes físicament inactius i amb una baixa condició física sembla que obtenen més beneficis en l'ús de les vibracions.

Millores inferiors i no significatives del 4,8% va obtenir Raimundo (2006), en un estudi amb dones postmenopàusiques de 66 anys de mitjana durant 32 setmanes i amb un entrenament a 12,6 Hz i 3 mm. En aquest estudi la utilització de freqüències més baixes podria ser la causa de la diferència de guanys.

Grup Control

Els nostres resultats mostren un deteriorament dels valors del grup control del 12% (p-valor=0,0005), similar a l'estudi de Capodaglio [*et al.*] (2007) on les dones experimenten una disminució del 8% i els homes del 7% (p<0,001). Aquests resultats són superiors a la majoria dels estudis transversals descrits al marc teòric i que valoren les pèrdues de força anuals al voltant de l'1-5%.

En altres estudis longitudinals la involució és menor: Henwood, Riek i Taaffe (2008a) van obtenir pèrdues no significatives del 3,8%; Furnes [*et al.*] (2010) pèrdues no significatives del 3%; Hroda, Hicks i McCartney (2003) pèrdues no significatives de l'1,1%, i Kalapothauros [*et al.*] (2005b) no van observar canvis. Les menors pèrdues dels tres últims estudis podrien ser degudes al menor temps pre-post-, de 6, 10 i 12 setmanes respectivament, en comparació al nostre estudi de 24 setmanes.

Contràriament, Rees, Murphy i Watsford (2007) van obtenir millores no significatives del 0,9% (8 setmanes d'intervenció).

7.2.1.2. Força resistència mixta

Amb relació a la força resistència mixta, per comparar els nostres resultats amb el d'altres estudis només ens referirem a les intervencions d'entrenament de força explosiva que hagin utilitzat el test avaluador *2-Minutes Step*, i *6-m walk timed test*⁹⁷, tots dos dins de la bateria de Rikli i Jones i que són considerats equivalents.

Grup Gimnàs

En el nostre estudi el grup Gimnàs ha guanyat un 21,7% (p-valor<0,05).

Aquest valor és inferior al trobat a Hroda, Hicks i McCartney (2003), que van millorar un 33% (p-valor<0,05) a la prova de caminar durant 6 minuts. Aquesta diferència de l'11% amb relació al nostre estudi podria se deguda als baixos nivells de condició física prèvia dels participants d'aquest estudi.

⁹⁷ Rikli i Jones a la seva bateria de proves situen els tests de 2 i de 6 minuts de caminar com a incompatibles, o se'n realitza un o l'altre, ja que mesuren el mateix.

Guanys inferiors als nostres els observem a Capodaglio [*et al.*] (2007) amb millores del 4,7% les dones i un 4,5% els homes (p-valor<0,001). I també Cavani [*et al.*] (2002) i Earles, Judge i Gunnarsson (2001), no van obtenir millores significatives tot i millorar un 9% i un 5% respectivament.

En un estudi de característiques diferents, ancians **fràgils**, Seynes [*et al.*] (2004) van millorar un 8,3% (p-valor=0,002).

A la variable anterior de força funcional hem observat com ancians fràgils obtenien millores superiors als ancians independents, i hem suggerit que podria haver-hi una relació proporcional i directa entre el guany de força funcional i la fragilitat. En aquesta variable de força resistència (mixta), suggerim que l'associació entre la variable caminar 2 minuts i la gent fràgil, és menys rellevant i per tant l'entrenament de força no és tant efectiu.

Grup Plataforma

Amb relació a la força resistència, el grup Plataforma ha guanyat un 19,9% (p-valor<0,05). En els estudis consultats de vibracions amb gent gran no hem trobat cap estudi que utilitzi el test dels dos o dels sis minuts.

Grup Control

Amb relació a la força resistència, el grup Control ha perdut un 5,7% (p-valor=0,221) que, tot i no ser significatiu, és important destacar-lo.

Valors similars els observem a Hruda, Hicks i McCartney (2003), que van disminuir un 1,1% no significatiu, i on el període d'observació era només de 10 setmanes.

Valors superiors de pèrdua de força els observem a Capodaglio [*et al.*] (2007) amb una disminució significativa del 2,7% les dones i del 2% els homes (p-valor<0,001). Aquesta diferenciació amb relació als valors del nostre estudi podrien estar justificats pel temps de la intervenció, 1 any enfront al nostre estudi de 6 mesos.

7.2.1.3. Força explosiva i elàstica explosiva

La força explosiva s'ha mesurat amb el salt SJ i l'elàstica explosiva amb el salt CMJ.

Grup Gimnàs

Amb relació a la força explosiva mesurada amb el test SJ, el grup Gimnàs ha guanyat un 10,4% (p-valor=0,011).

Millores superiors les observem a Kalapotharakos [*et al.*] (2007), en un estudi amb homes de 65 anys de mitjana durant 12 setmanes, que van obtenir millores del 39% (p-valor<0,001). Aquesta diferència de guany podria ser deguda a l'edat dels participants (66 de Kalapotharakos envers els 74 del nostre estudi).

Amb relació a la força elàstica explosiva mesurada amb el test CMJ, el grup Gimnàs ha perdut un 2% (p-valor=0,708). El valor negatiu trobat no té gaire sentit si va acompanyat de la millora del 10% del salt SJ observat a la mateixa mostra en una prova semblant, i tenint en compte que diversos autors observen una valors superiors del salt CMJ amb relació al SJ (Bobbert [*et al.*], 1996). Una possible explicació seria la que ja s'apunta a l'apartat de limitacions (8.3.) on exposem que la tècnica del salt podria implicar canvis en els resultats. De totes maneres, volem destacar que a la comparació final entregrups, sí que es donen diferències significatives entre el grup Control i el grup Gimnàs (p-valor=0,038).

Contràriament, Kalapotharakos [*et al.*] 2007 van obtenir unes millores al CMJ del 31% (p-valor< 0,001), i el mateix Kalapotharakos en un estudi anterior (2005a), van obtenir millores del 24,4% a SJ i del 21,7% a CMJ (p-valor<0,001). Les raons d'aquests guanys superiors podrien estar relacionades amb l'edat dels participants (són 9 anys més joves).

Hakkinen [*et al.*] (1998a), en un estudi amb gent gran utilitzant *entrenament de potència i força a la vegada*, van obtenir millores del 24% i 18% (p-valor<0.001) homes i dones respectivament. Els guanys superiors obtinguts podrien ser deguts al tipus d'entrenament utilitzat.

Grup Plataforma

Amb relació a la força explosiva, en el nostre estudi el grup Plataforma ha augmentat un 33,7% (p-valor<0,001) i l'elàstica explosiva un 25,5% (p-valor=0,002).

Aquests valors són superiors a tots els consultats. Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004), en un estudi amb dones postmenopàusiques de 64 anys de mitjana durant 24 setmanes d'entrenament a 35-40 Hz i 2,5-5 mm, van obtenir millores del 16% (p-valor<0,05) al CMJ. Bogaerts [*et al.*] (2007a) en un estudi mixt de 67 anys de mitjana durant 1 any d'entrenament a 35-40 Hz i 2,5-5 mm, van millorar un 10,9% (p-valor<0,001) al CMJ. Russo [*et al.*] (2003), en un estudi amb dones postmenopàusiques de 60 anys de mitjana durant 6 mesos amb una freqüència de vibració de 28Hz i 2,5-5 mm, van obtenir millores del 5% (p-valor<0,02) al CMJ. En l'estudi de Raimundo (2006) el programa vibratori va comportar millores significatives del 7,1% (p-valor=0,046) al CMJ. Les diferències trobades als tres primers estudis podrien ser degudes als valors basals, al voltant de 13, 16 i 18 cm respectivament, en comptes al nostre estudi són al voltant dels 8 cm, i com suggereix Rehn (2007), els individus amb una baixa condició física poden obtenir més beneficis de l'ús d'aquest tipus d'entrenament. Amb relació a l'últim estudi (Raimundo, 2006) les diferències obtingudes podrien estar relacionades amb la utilització de freqüències més baixes (no tenim les dades dels cm saltats donat que l'estudi treballa amb temps de vol).

Si mencionem estudis en **adults no esportistes**, De Ruitter [*et al.*] (2003), després d'11 mesos d'exercici vibratori a 30 Hz en un grup mixt no van obtenir millores al salt CMJ, ni tampoc Cochrane, Legg i Hooker (2004), en un estudi similar amb joves a 26 Hz.

Sí que trobem augments significatius en **adults no esportistes** a Torvinen [*et al.*] (2003) i Delecluse, Roelants i Verschueren (2003), del 8,5% (a 24-40 Hz) i del 7,6% (a 35-40 Hz) respectivament. O **adults esportistes** que després d'un entrenament durant 8 setmanes a 35 Hz i 4 mm, van augmentar significativament un 8'7% (Fagnani [*et al.*], 2006).

Algunes de les diferències observades en els resultats poden ser degudes a les característiques de la vibració juntament amb el protocol d'exercicis. Actualment el protocol de treball més efectiu no està ben definit: Marín [*et al.*] (2009) parlen de 4 mm i sense sabates com el protocol millor per estimular el vast lateral, o 4 mm i amb sabates pels bessons; Roelans [*et al.*] (2006) observen que la posició monopodal és la que més guanyos comporta; Cardinale i Lim (2003) suggereixen la freqüència de 30 Hz i un ½ esquat, com el millor protocol per guanyar força; i Berschin i Sommer (2010) van observar que diferents postures a 25 Hz, tenien desiguals efectes damunt la musculatura i això podria explicar algunes de les diferències que es troben en els estudis. Amb tantes variables dins de l'entrenament (freqüència, amplitud, grau de flexió de genoll, utilització de calçat, posició de l'exercici, temps de treball i descans...), és difícil deduir quines són les possibles causes de les diferències en els canvis observats.

Grup Control

Amb relació a la força explosiva i l'elàstica explosiva, en el nostre estudi el grup Control ha perdut un 25,5% (p-valor<0,0001) i un 26,9% (p-valor=0,0013) respectivament. Aquests valors són superiors a tots els consultats.

Amb relació a la força elàstica explosiva, Kalapotharakos [*et al.*] (2007) van obtenir millores de l'1% no significatives després d'una intervenció de 3 mesos. Bogaerts [*et al.*] (2007a) millores no significatives de l'1'8% després d'una intervenció d'1 any. Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004) i Russo [*et al.*] (2003) disminucions no significatives després d'una intervenció de 6 mesos.

La reducció tan gran de la força dins del nostre estudi podria estar influïda per l'edat dels participants, el nostre estudi té una mitjana de 74 anys i la dels estudis consultats es troba al voltant dels 65 anys. També pot haver influït, com ja s'ha comentat dins del grup Gimnàs, el fet de no utilitzar adequadament la tècnica de salt (Izquierdo [*et al.*], 1999) o fins i tot pel fet de no realitzar correctament una relaxació de la musculatura antagonista (Baratta [*et al.*], 1988).

De totes maneres el marc teòric destaca de les diferents manifestacions de la força, les pèrdues superiors de força explosiva (Bosco i Komi, 1980; Petrella [*et al.*], 2005;

Skelton [*et al.*], 1994). Coincidint amb aquests estudis, a la nostra intervenció de les quatre variables que hem examinat, les dues que fan referència a la força explosiva són les que més han minvat.

Després de l'anàlisi efectuat de les quatre variables de força, observem que l'estudi **entregups** dels dos grups experimentals (Gimnàs i Plataforma) no observen diferències estadísticament significatives i per tant podem afirmar que els resultats són similars. Altres estudis consultats que comparen els dos tipus d'entrenament obtenen resultats afins:

- Roelans, Delecluse i Verschueren, (2004) van obtenir millores similars de força dinàmica dels extensors del genoll (13,9% VCS i 16,1% entrenament de força (p-valor<0,001)), la velocitat de moviment dels extensors de genoll (7,4% VCS i 4,6% entrenament de força), i del salt CMJ (16% VCS i 12,1% entrenament de força).
- Bogaerts [*et al.*] (2007a) van obtenir millores similars amb relació a la força isomètrica i explosiva del 9,8% i 10,9% el grup vibracions, i, del 13,1% i 9,85% el grup entrenament de força (p-valor<0,5).
- Verschueren [*et al.*] (2004) van obtenir millores similars dins dels dos grups experimentals: el grup VCS, pel que fa a la força isomètrica, va millorar el 15,1% i, la dinàmica, el 16,4%, (p-valor<0,001), i el grup entrenament de força, pel que fa a la força isomètrica, va millorar el 16,4% i, la dinàmica, el 13,9% (p-valor<0,001).
- Rees, Murphy i Watsford (2007). En aquest estudi tots els resultats entre el grup vibracions i entrenament de força són similars, excepte a la força del tríceps sural (flexió plantar) on va millorar significativament en el grup vibracions (18,5%) amb relació al grup entrenament de força (5,2%). Els autors suggereixen com a causa d'aquests major guany de força els efectes superiors de l'entrenament amb VCS a nivell caudal (contacte amb la plataforma).

7.2.1.4. Força explosiva i elàstica explosiva

La força explosiva s'ha mesurat amb l'exercici de $\frac{1}{2}$ esquat a puntes amb un únic cicle de treball muscular (concèntric), i l'elàstica explosiva amb un doble cicle de treball muscular (concèntric i excèntric).

Els valors obtinguts en aquests dos exercicis no els podem comparar amb la literatura consultada al no haver trobat estudis que l'utilitzin en gent gran.

- Amb relació a l'**exercici de $\frac{1}{2}$ esquat a puntes en la seva fase concèntrica prèvia flexió de genolls de 60°**, s'observen valors de millora estadísticament significatius a totes les proves del grup Plataforma, però amb relació al grup Gimnàs, els resultats no són tant clars: milloren tres variables significativament (la potència, la velocitat i el pic de velocitat) i una que considerem rellevant (la força), però la variable temps al pic de velocitat i l'acceleració no han obtingut millores (tot i que el sentit del canvi és de millora).

El grup Control ha experimentat canvis significatius de millora a dues variables (velocitat i el pic de velocitat) i no ha experimentat canvis significatius a les altres variables. El que sí hem de destacar, és que a la variable temps al pic de velocitat, les diferències pre- post- tenen un sentit d'empitjorament, en comptes les altres variables obtenen canvis de millora.

Tot i que les millores experimentades pel grup Control, significatives o no, són petites, no trobem una explicació al guany que s'observa en aquests valors, i que no coincideixen amb el que hem obtingut a les variables de força analitzades prèviament. Probablement la millora pugui ser deguda a la familiarització d'una segona vegada: la meua experiència personal com avaluadora (pre-), va ser que en general els hi costava realitzar correctament el gest tècnic, i potser la segona vegada (post-), pot haver influït el possible aprenentatge adquirit, encara que haguessin passat més de sis mesos. Aquest aspecte ja es comenta a l'apartat de limitacions dins d'aquest mateix capítol. També podria haver influït la dificultat de limitar en aquest gest la participació dels extensors de les EEII i el tronc. Això podria afectar la validesa d'aquest test per calcular aquestes variables.

A la comparativa entregrups, els resultats dels dos grups experimentals no observen diferències significatives, però hem de destacar que a totes les variables estudiades, els valors obtinguts pel grup Plataforma són superiors. També volem subratllar que a la variable acceleració, la diferència entre el grup Plataforma i el grup Gimnàs és gairebé í significativa (p-valor=0,091) la qual cosa pot suggerir que es dona una tendència a la diferència significativa entre els dos tipus d'entrenament.

- Amb relació a l'exercici de $\frac{1}{2}$ **esquat a puntes de doble cicle de treball muscular**, a la **fase concèntrica** els dos grups experimentals obtenen millores a totes les variables, excepte el temps al pic de velocitat, i el grup Gimnàs tampoc obté diferències significatives a l'acceleració. Observem que els resultats en aquesta fase de l'exercici (concèntric), obtenen uns guanys superiors a l'exercici anterior d'un únic cicle de treball muscular (concèntric), i que coincideixen amb alguns estudis que han demostrat que una contracció concèntrica precedida d'una d'excèntrica, podia generar uns nivells de força superiors als d'una contracció aïllada (simple), donat que durant la fase excèntrica el sistema múscul esquelètic és capaç d'emmagatzemar l'energia i transferir-la, per millorar la producció de força durant la fase concèntrica (López-Calbet [*et al.*], 1995; Schmidtbleicher, 2007).

El grup Control no obté canvis significatius en cap de les varibles estudiades. Els resultats observats al doble cicle de treball difereixen amb els obtinguts al cicle únic de treball muscular, on es donen millores en algunes variables, i estan més d'acord amb els valors obtinguts a les altres quatre variables de força estudiades als tres primers apartats.

Amb relació a la fase **excèntrica** del doble cicle de treball, els resultats no coincideixen amb el moviment concèntric, donat que només s'observen millores estadísticament significatives a la potència i velocitat dins del grup Gimnàs. El grup Plataforma no obté millores significatives a cap de les tres variables. Això podria ser degut a la desconfiança que pot produir un moviment excèntric de

flexionar els genolls de forma ràpida (por a caure?...). També a que l'exercici excèntric és més difícil, intens i menys present en les activitats quotidianes de les persones grans. Per exemple en l'exercici de seure a la cadira o a un sofà, hem observat al llarg de les sessions d'entrenament, que moltes persones no acaben l'exercici excèntric (no aguanten el moviment en tot el recorregut) i abans de tocar amb els glutis la cadira es deixen anar (es deixen caure). Aquestes podien ser algunes de les raons que justifiquin el comportament d'aquestes variables en la fase excèntrica de l'exercici.

El grup Control, coincidint amb els valors de la fase concèntrica de doble cicle de treball, no obté millores significatives en cap de les tres variables excèntriques.

Com en les altres variables estudiades els grups experimentals obtenen guanys similars.

En iniciar la present investigació vàrem formular la següent hipòtesi amb relació a la força:

Hipòtesi 1

Els participants del grup plataforma augmentaran més els nivells de força a les extremitats inferiors en comparació als participants del grup gimnàs. El grup control disminuirà els nivells de força.

Amb relació al **grup Control** després de l'anàlisi realitzat als test de la cadira, caminar i els dos salts, podem dir que l'envelliment durant 6 mesos ha comportat una pèrdua de força del grup Control, que ha estat significativa en tres de les quatre variables i en la quarta variable, tot i no ser significativa, la pèrdua és rellevant (p-valor=0,221).

I després de l'anàlisi realitzat de l'exercici de ½ esquat a puntes el grup Control ha observat petites pèrdues no significatives a 2 variables i petits guanys no significatius a

10 variables. Tres variables obtenen canvis significatius, dues en sentit de millora i una d'empitjorament (temps al pic de velocitat).

Responent a la hipòtesi plantejada els nivells de força no disminueixen de forma significativa a totes les variables analitzades, tot i que es dona una tendència a l'assoliment.

Amb relació als **grups experimentals** i respecte als test de la cadira, caminar i els dos salts, el grup Plataforma ha millorat significativament en les quatre variables analitzades i el grup Gimnàs en tres de les quatre variables.

I després de l'anàlisi realitzat amb relació a l'exercici de ½ esquat a puntes, podem dir que milloren la majoria de variables dins dels dos grups experimentals, i que tot i no donar-se una diferenciació entre els dos grups, el grup Plataforma millora en un nombre més elevat de variables (11 el grup Plataforma envers 9 el grup Gimnàs).

Amb relació a la comparativa final entregrups, els dos grups experimentals han millorat significativament en les quatre variables de força respecte al grup Control. I no s'observen diferències significatives entre els dos grups experimentals.

Responent a la hipòtesi plantejada no s'observen diferències significatives de guany de força entre els dos grups experimentals malgrat que el grup Plataforma millora en un nombre més elevat de variables que el grup Gimnàs.

7.2.2. *Flexibilitat*

Tot i les disminucions de l'arc de mobilitat amb l'edat i les relacions existents entre la mobilitat i la independència funcional (Singh, 2004), hi ha pocs treballs que estudiïn els efectes de l'activitat física i la mobilitat en la gent gran.

7.2.2.1. Isquiotibial dret i esquerre

La flexibilitat dels isquiotibials, s'ha mesurat amb la prova de *chair sit and reach test*.

Grups Gimnàs i Plataforma

A la comparació que realitzarem a continuació tractarem el grup Plataforma com si fos el grup Gimnàs. La raó és que hem utilitzat el mateix protocol del grup Gimnàs i, per tant, no podem comparar-ho amb els entrenaments de vibracions que han realitzat estiraments a sobre la plataforma.

El grup Gimnàs ha millorat un 23,9% de l'isquiotibial dret i un 24,5% de l'esquerre (p-valor=0,008).

El grup Plataforma ha millorat un 20,8% de l'isquiotibial dret i un 30,5% de l'esquerre (p-valor=0,048 i =0,007 respectivament).

Valors similars els trobem a Kalapothauros [*et al.*] (2005b), que van obtenir millores del 20% (p-valor<0,001), i a Cavani [*et al.*] (2002), que van millorar un 28% (p-valor=0,006).

Destaquem l'estudi de Rider i Daly (1991) amb dones de 70 anys, on després d'un entrenament durant 10 setmanes de flexibilitat (tres sessions setmanals) van observar millores del 25% de la flexibilitat isquiotibial, i del 40% de l'extensió de columna. Millores similars les ha observat Spirduso (2005).

Grup Control

El grup Control ha empitjorat un 17,2% (p-valor=0,031) de l'isquiotibial dret i un 8,3% (p-valor=0,267) no significatiu de l'esquerre. Aquests canvis es tradueixen en pèrdues de 2 i 1 cm, dret i esquerre respectivament, que considerem a nivell clínic com valors semblants.

Valors similars els obté Cavani [*et al.*] (2002) on el grup control va reduir un 15,4% la flexibilitat.

Observem valors inferiors a Kalapothauros (2005b) on el grup Control va reduir en un 0,2% no significatiu la flexibilitat isquiotibial.

En general els resultats de flexibilitat suggereixen que la reducció de l'activitat física és una de les causes de la pèrdua de flexibilitat (Brown i Hollosky,1991).

En iniciar la present investigació vàrem formular la següent hipòtesi amb relació a la flexibilitat:

Hipòtesi 2

Al final del programa els participants dels grups experimentals obtindran millores de flexibilitat dels isquiotibials i el grup Control no obtindrà millores.

Amb relació al grup Control, a l'isquiotibial dret existeix un empitjorament significatiu i a l'isquiotibial esquerre un empitjorament no significatiu però rellevant.

Amb relació als grups experimentals, a l'isquiotibial dret s'observa una millora significativa dels dos grups, però superior del grup Gimnàs. Amb relació a l'isquiotibial esquerre, s'observa una millora dels dos grups, però superior del grup Plataforma. Cap de les diferències entre els dos grups experimentals és significativa.

En la comparativa entregrups es dona una diferència significativa entre el grup Gimnàs amb relació al grup Control de l'isquiotibial dret. Les relacions Plataforma-Control (dret i esquerre) i Gimnàs-Control de l'isquiotibial esquerre, malgrat no ser significatives, són rellevants.

Es confirma la hipòtesi que el programa influeix de manera significativa en la millora de la flexibilitat isquiotibial dels dos grups experimentals i el grup control no només no millora, sinó que empitjora.

7.2.3. Caigudes

La majoria de caigudes tenen una causa multifactorial on es donen factors de risc intrínsecs, inherents a la persona, i extrínsecs, factors mediambientals de l'entorn de l'individu (Rubenstein i Josephson, 2005). Aquest ventall tant ampli de factors que poden condicionar les caigudes comporta molta variabilitat en els resultats consultats,

probablement perquè les estratègies més efectives per abordar-la són les multifactorials, que tenen en compte, a part de l'entrenament de força, l'equilibri, la marxa, la medicació, la vista, l'entorn, l'edat, el sexe i l'educació dels factors de risc (Clemson [*et al.*], 2004).

La incidència de caigudes a Espanya és d'un 32,7% en persones al voltant dels 75 anys i s'observa una diferència de gènere: les dones cauen un 44,5% i els homes cauen un 25,6% (Moreno-Martínez [*et al.*], 2005). Al nostre estudi inicialment trobem valors del 27 al 64%.

Després d'implementar el programa de força s'ha obtingut una millora rellevant del nombre de caigudes dins dels dos grups experimentals del 22%, i a la comparació final entregrups una diferència significativa Control-Gimnàs (p-valor=0,0352) i rellevant Control- Plataforma (p-valor=0,206).

Al relacionar la variable de força funcional i les caigudes hem observat que la força funcional és més alta en les persones que no han patit caigudes. Coincidim amb altres autors que consideren la fragilitat muscular un risc de caigudes i contràriament uns nivells òptims de força muscular, un factor important per evitar-les (Briel, 1994; Caserotti [*et al.*], 2008; Moreland [*et al.*], 2004).

En iniciar la present investigació vàrem formular la següent hipòtesi amb relació a les caigudes:

Hipòtesi 3

Els participants dels dos grups experimentals milloraran en el nombre de caigudes i el grup control no millorarà.

S'observa una millora rellevant del nombre de caigudes dins dels dos grups experimentals i a la comparativa final entregrups una diferència significativa Control-Gimnàs i rellevant Control-Plataforma.

Podem afirmar que la hipòtesi inicial no s'ha acomplert significativament, però s'observa una tendència a l'acompliment, amb millores clíniques dins dels dos grups experimentals.

7.2.4. *Depressió*

La majoria d'estudis que investiguen els efectes de l'AF damunt la depressió treballen amb gent gran deprimida o no deprimida. En el nostre estudi hem treballat amb una mostra que incloïa els dos grups i no hem pogut realitzar aquesta diferenciació pel reduït nombre de participants (explicat a l'apartat 7.2.5.2.).

Amb relació als símptomes depressius avaluats a través del test Yesavage, versió reduïda, observem que el grup Control experimenta un lleuger augment del 6,1% no significatiu (empitjorament) i en els grups Gimnàs i Plataforma observem una disminució significativa (millora) del 39,9% i 28,3% (p-valor=0,004) i (p-valor=0,043) respectivament.

Els nostres resultats, tot i no ser coincidents, es troben en la mateixa línia de Singh, Clements i Fiaratone (1997), que en un estudi amb 32 ancians de 71,3 anys de mitjana i *símptomes depressius*, després d'un entrenament de força durant 10 setmanes, varen millorar significativament un 53% (p valor<0,001) a l'escala GDS.

La diferència de puntuació de Singh, Clements i Fiaratone (1997) respecte a la nostra investigació, pot ser deguda a que els individus de la seva investigació són ancians que pateixen depressió abans de començar l'estudi. Com opinen Barbour i Blumenthal (2005), la relació entre l'activitat física i la depressió és més accentuada en gent que ja pateix depressió enfront dels adults que només tenen símptomes.

En iniciar la present investigació vàrem formular la següent hipòtesi amb relació a les depressions:

Hipòtesi 4

Al final del programa el nombre de símptomes depressius dels grups experimentals hauran millorat i els del grup control no milloraran.

S'observen diferències estadísticament significatives de millora dels símptomes depressius en els grups experimentals, i no en el grup Control.

No s'observen diferències entregups al final de la intervenció, tot i donar-se una diferència rellevant entre el grup Control i Gimnàs.

Amb el contrast d'hipòtesi, es confirma que el risc de depressió disminueix significativament després dels dos programes d'exercici.

7.2.5. Qualitat de vida relacionada amb la salut

Amb relació a la QVRS que hem avaluat a través del qüestionari SF-12, per compararlo amb altres estudis hem utilitzat aquest mateix qüestionari o la seva versió original SF-36⁹⁸. El qüestionari SF-12 consta de 12 preguntes que analitzem a través de 8 dimensions.

Grup Gimnàs

Amb relació a la dimensió «estat de salut general», no hem trobat diferències significatives tot i que sí que es produeixen canvis rellevants del 6,6% (p-valor=0,08).

Fortuño (2008) en una enquesta realitzada a 1.960 persones Catalanes, que durant l'any 2005 varen participar en programes d'activitat física dirigida per ajuntaments i casals, observa diferències significatives entre el grup sedentari (format per les dades extretes de l'ESCA02) i el grup exercici (integrat pels 1960 participants en programes d'AF

⁹⁸ SF-12 és una versió reduïda i validada de l'SF-36.

dirigida). Els participants que realitzaven AF varen obtenir puntuacions un 12,6% superiors als sedentaris. Per mesurar l'estat de salut general va utilitzar l'escala visual analògica (EVA), que és una regla de 20 cm de longitud graduada de 0 a 100, on 0 es el pitjor estat de salut imaginable, i 100 el millor estat de salut imaginable. Contràriament, al nostre estudi no s'han obtingut diferències entre els grups Control-Gimnàs al final de la intervenció.

Les cinc dimensions de la «funció física», el «rol emocional», el «dolor corporal», la «salut mental» i la «vitalitat» del nostre estudi, han sofert una millora significativa del 22% (p-valor=0,017), 28% (p-valor=0,028), 26,2% (p-valor=0,0002), 15,4% (p-valor=0,006), i 25,1% (p-valor<0,0001) respectivament.

Les dues dimensions restants, el «rol físic» i la «funció social», milloren un 11% (p-valor=0,101) i un 7,2% (p-valor=0,062) respectivament.

Les millores experimentades dins de la salut mental, rol emocional i vitalitat (comporten un component més psicològic), semblen indicar la relació existent entre els guanys de la capacitat funcional i les puntuacions més altes, i dins el nostre estudi la capacitat funcional és bona i aquests valors han estat elevats.

La mitjana en la dimensió emocional és la que més aconsegueix millorar (28%), el que significa que el programa d'exercici no beneficia exclusivament aspectes físics i funcionals, sinó que també incideix en el restabliment de la dimensió emocional.

Earles, Judge i Gunnarsson (2001), utilitzant el qüestionari SF-36 varen obtenir millores significatives dins de les dimensions emocionals del 4% (p-valor<0,05) i no varen obtenir canvis dins de les dimensions físiques.

Amb relació a **estudis de força però no específicament de força explosiva** i en diferents poblacions hem consultat a:

De Vreede [*et al.*] 2007, amb un entrenament durant 12 setmanes de força a altes intensitats (escala de Borj 7-8) en dones de 74,8 anys de mitjana, van obtenir

canvis significatius només a la funció física amb relació al grup control (p-valor=0,019).

Singh, Clements i Fiaratone (1997), amb un entrenament de força durant 10 setmanes amb un grup mixt d'ancians depressius d'una mitjana de 71,3 anys, van obtenir canvis significatius al dolor (p-valor=0,001), vitalitat (p-valor=0,02), funcionament social (p-valor=0,008) i rol emocional (p-valor=0,02).

Baker [*et al.*] (2001), amb un entrenament de força a altes intensitats (escala de Borj inicial de 3-5 i progressiva fins a 8) utilitzant cintes elàstiques, durant 16 setmanes, amb una població mixta amb osteoartritis de genoll de 68 anys de mitjana, van obtenir millores significatives amb relació al grup control a les dimensions del dolor (43% (p-valor=0,01)) i la funció física (44% (p-valor=0,01)). Probablement aquestes millores tan elevades estan condicionades pel procés de rehabilitació en el qual es trobaven els participants.

Damush i Damush (1999), després de 8 setmanes d'entrenament de força amb cintes elàstiques i una mostra de dones de 68 anys de mitjana no van obtenir canvis significatius.

Amb relació a **estudis no específics de força sinò d'activitat física** destaquem en el camp de la gent gran, un estudi que examina la relació entre QVRS analitzada mitjançant l'SF-36 i l'activitat física a l'estat espanyol (Guallar Castellón [*et al.*], 2004), on totes les dimensions estudiades foren inferiors en les dones amb relació als homes, i en els sedentaris amb relació als que realitzaven activitat física, i s'observava una clara i positiva relació dosi-resposta. També Mc Auley [*et al.*] (2006) varen observar relacions directes entre l'activitat física i la QVRS.

Grup Plataforma

Amb relació a la dimensió «estat de salut general», no hem trobat diferències significatives, tot i que sí que es produeixen canvis de millora del 4,4% (p-valor=0,378).

Sí que s'observen diferències significatives en les tres dimensions del «dolor corporal» 27% (p-valor=0,003), «salut mental» 21,7% (p-valor=0,011) i de la «funció social»

16,2% (p-valor=0,004), de les quals la salut mental i la funció social coincideixen amb el grup Gimnàs. Segons Hale i Raglin (2002) el component mental pot ser una de les dimensions més beneficiades per la pràctica d'activitat física.

S'han obtingut millores rellevants en les tres dimensions de la «funció física» del 12% (p-valor=0,254), del «rol físic» 27% (p-valor=0,073) i de la «vitalitat» 11,4% (p-valor=0,154).

El «rol emocional» no ha obtingut millores tot i donar-se canvis en sentit de millora. És en aquesta dimensió on trobem la diferència més gran entre els dos grups experimentals, tot i no ser significativa. Probablement els contactes que s'estableixen dins de les sessions en grup, sobretot a la part inicial d'escalfament amb jocs socials i de col·laboració, han afavorit aquesta millora dins del grup Gimnàs.

Bruyere [et al.] (2005), en un estudi en una residència de la tercera edat de 82 anys de mitjana, i després de fer un entrenament durant 6 setmanes, constaten que el grup vibracions va obtenir diferències significatives (p-valor entre 0,03 i <0,001) a totes les dimensions de l'SF-36 amb relació al grup control. Les diferències de guanys amb relació al nostre estudi podrien ser degudes al fet que l'edat mitjana de la mostra és més elevada, 82 anys, i que probablement la seva salut és més delicada i els podríem considerar fràgils, ja que varen utilitzar el test de Tinetti⁹⁹.

Els **dos grups experimentals** coincideixen en les millores significatives del rol mental i dolor. Probablement aquestes dues dimensions estan relacionades: la disminució del dolor és habitual que comporti un augment de l'estar tranquil i animat que són els dos ítems que valora la salut mental.

La disminució del dolor dels dos grups experimentals, l'atribuïm en bona part a l'increment de la força muscular de les extremitats inferiors obtinguda gràcies als dos programes d'exercici físic.

⁹⁹ El test de Tinetti és una avaluació qualitativa de la deambulació.

Una hipòtesi podria plantejar fins a quin punt l'efecte reductor de dolor transcendeix damunt les altres dimensions, n'estan afavorides?. Creiem que el reduït nombre de participants de cadascun dels grups no ens permet profunditzar i realitzar tot una sèrie de correlacions dels diferents ítems.

Grup Control

Amb relació a la dimensió «estat de salut general», no hem trobat diferències significatives tot i que sí que s'observa un empitjorament del 4%.

En un estudi transversal a l'estat espanyol s'ha descrit que un 50% de les persones grans sedentàries tenen una baixa percepció del seu estat de salut, i també, mostren limitacions importants per desenvolupar AVD (López García [et al.] (2004).

Les dimensions de la «funció física», «dolor», «salut mental» i «funció social», obtenen empitjoraments no significatius del 9,1%, 10,1%, 15,7% i 2'5% respectivament.

Només s'observen diferències significatives a la dimensió de «vitalitat», amb un empitjorament del 18,8% (p-valor=0,012).

Contràriament, les dimensions del «rol físic» i del «rol emocional» obtenen petites millores no significatives del 2,2% i 1,8%.

En un estudi realitzat per Montero (2008), totes les dimensions estudiades dins del grup control van experimentar reduccions o es varen mantenir igual, i a la comparativa amb el grup exercici físic, totes les dimensions d'aquest últim grup varen obtenir guanys significatius amb relació al grup control.

Malgrat que s'observen poques diferències significatives pre- post- dins del grup Control, volem destacar el fet que en totes les dimensions estudiades, excepte el rol físic i l'emocional, els canvis experimentats sempre són d'empitjorament. Contràriament, dins dels dos grups experimentals tots els canvis observats, significatius o no, sempre són de millora. Tot i que els canvis observats dins dels grups experimentals amb relació al grup Control van en direcció oposada, al resultat final de la comparativa entregups,

no es donen diferències significatives entre els grups experimentals respecte al grup Control.

Observem que l'anàlisi del qüestionari SF-12 a través de les 8 dimensions és complexa. Probablement aconseguir objectivar la percepció de la qualitat de vida aplicant una variable quantitativa podria resultar insuficient. Una anàlisi des del punt de vista qualitatiu podria aportar matisos per interpretar millor els canvis observats.

També és important tenir en compte diversos estudis que confirmen la importància de les influències socials, psicològiques i físiques en la percepció subjectiva de la salut, essent els problemes recents de salut una clara influència davant de la resposta donada (Daltroy [et al.], 1999). El que s'anomena «canvis de la resposta» consisteix en modificar les normes internes, valors i la conceptualització de la QVRS durant el temps que es participa en una intervenció, i que poden alterar la percepció de l'estat de salut percebut d'aquestes persones i amenaçar els resultats de l'estudi. Per això alguns autors parlen d'avaluar els participants al mateix temps que s'avalua l'avaluació implementada (Sprangers i Schwartz, 1999).

Malgrat la dificultat de l'anàlisi de la QVRS, sí que es produeixen en general, millores dins dels dos grups experimentals que coincideixen amb altres estudis que mostren que l'activitat física s'associa amb millores a la QVRS, tant en l'esfera física com mental.

En iniciar la present investigació vàrem formular la següent hipòtesi amb relació a la percepció de la qualitat de vida relacionada amb la salut:

Hipòtesi 5:

Al final del programa els participants dels grups experimentals milloraran la percepció de la seva qualitat de vida i els del grup Control no obtindran millores.

Amb relació a la *salut general*, tot i no haver-hi diferències significatives, dins del grup Gimnàs es produeixen millores rellevants.

Amb relació a la *funció física* han obtingut una millora significativa dins del grup Gimnàs i una millora rellevant dins del grup Plataforma.

Amb relació al *rol físic* han obtingut una millora rellevant els dos grups experimentals.

Amb relació al *rol emocional* el grup Gimnàs ha millorat de forma significativa.

Amb relació al *dolor corporal* i la *salut mental* han millorat significativament els dos grups experimentals.

Amb relació a la *vitalitat*, el grup Gimnàs ha obtingut canvis significatius, i el grup Plataforma canvis rellevants.

Amb relació al *rol social*, s'observen diferències significatives dins del grup Plataforma i rellevants dins del grup Gimnàs.

En el grup Control, només s'observen diferències significatives d'empitjorament a la dimensió de vitalitat del 18,8% (p-valor=0,012). I diferències rellevants d'empitjorament de la salut mental.

En la comparativa final entregups no es donen diferències significatives.

La hipòtesi plantejada no s'ha acomplert, tot i haver-hi una tendència a l'assoliment. Aquesta tendència comporta millores estadísticament significatives en 5 de les dimensions del grup Gimnàs i en 3 de les dimensions del grup Plataforma. I rellevants en 3 del grup Gimnàs i 3 del grup Plataforma. Veiem que el grup Gimnàs ha experimentat millores importants en tots els 8 ítems estudiats i per tant podríem suggerir que les millores en la percepció de la qualitat de vida tendeixen a ser superiors a les del grup Plataforma. Aquestes diferències probablement són degudes a que les interrelacions socials són més intenses en l'entrenament del grup Gimnàs.

7.3. Limitacions

Abans de començar la intervenció, vàrem considerar i acceptar tota una sèrie de limitacions

- Amb relació a la validesa interna: *el biaix de selecció* s'entén quan els grups es formen seguint criteris diferents dels de l'assignació aleatòria. En el nostre cas, cada persona ha triat el seu rol. S'ha fet d'aquesta manera per motius d'horaris atès que un entrenament era de tres sessions setmanals i l'altre de dues i així evitàvem abandonaments per qüestions horàries. També per la desigualtat tipològica dels dos programes, i per les diferències en els criteris d'exclusió dels dos programes d'entrenament. L'apartat 8.1. intenta disminuir aquesta limitació.
- Amb relació a la validesa externa: agafar com a mostra la gent gran adscrita a un casal d'avis ens fa preguntar *si són representatius* de la població de Vic, o en general de la gent gran de la mateixa franja d'edat de Catalunya o Espanya.
- Amb relació al tamany de la mostra: *el reduït nombre de participants*. La nostra idea inicial era fer dos grups de 20 persones i un de més reduït, el grup plataforma, de 15 persones (5 participants cada hora). En total 55 però per diferents motius vàrem acabar amb 49.
- També pot ser una limitació el fet que la doctoranda hagi col·laborat en l'aplicació dels diferents tests i que també hagi realitzat les sessions

d'exercici físic. Per tant, *el protocol experimental no és cec*.¹⁰⁰ S'ha fet d'aquesta manera per motius econòmics.

- Un factor que podria portar a discussió és *no distingir entre homes i dones* en l'anàlisi dels resultats de força, quan el marc teòric ens afirma que tenen característiques diferents. La raó de fer-ho d'aquesta manera ja està explicada a l'apartat 7.1.1. on ho justifiquem per la petita mostra que tenim. De totes maneres, són molts els estudis consultats que també avaluen la força muscular sense discriminar el sexe i, per tant, avaluen els resultats com una única mostra (Bogaerts [et al.], 2007a; Earles, Judge i Gunnarsson, 2001; Henwood, 2008a; Hruda, Hicks i McCartney, 2003; Rees, Murphy i Watsford, 2007). El mateix podem dir de l'edat.
- Amb relació als tests aplicats de la bateria de Bosco, salt vertical SJ i CMJ, Izquierdo [et al.] (1999) suggereixen que *la millor o pitjor tècnica podria influir en els resultats* i comenten que la variació del protocol del test pot comportar resultats diferents (moure el tronc, més o menys flexió de genolls...). També Baratta [et al.] (1988) observen que la realització del salt vertical sense una relaxació suficient de la musculatura antagonista (músculs isquiotibials), pot dificultar la completa expressió de la força de les extremitats inferiors. En aquests cas, l'alçada del salt seria menor que la que el subjecte podria desenvolupar. Totes aquestes consideracions podrien comportar distorsions en els resultats. El fet d'avaluar la correlació entre les quatre forces podria disminuir aquest risc.

¹⁰⁰ Cec o emmascament són els procediments que tenen la finalitat que l'equip investigador, o els participants, no coneguin certes informacions de l'estudi que podrien influir en els resultats.

-
- Un altre limitació pot ser no haver pogut fer valoracions isocinètiques, presents en molts dels estudis consultats i de gran fiabilitat. Com ja s'ha comentat prèviament, no en disposem a la Universitat ni en cap centre de la ciutat de Vic. El realitzar les proves de ½ esquat a puntes ha intentat estudiar paràmetres realacionats amb la força a través de proves de laboratori.
 - Un altre limitació és el fet de no disposar del protocol d'avaluació estandaritzat del qüestionari SF-12.

7.4. Camins a seguir en properes recerques

La millora dels factors relacionats amb la funcionalitat de la gent gran haurien de ser estratègies prioritàries en l'enfocament de la salut dels ancians, prevenint els anomenats «efectes cascada», on l'alteració d'un element pot afavorir el pas d'un estat d'independència a un estat més o menys greu de dependència, amb tots els problemes socioeconòmics que això comporta.

Partint de la necessitat d'utilitzar eines per valorar pre- i post- aquestes necessitats en qualsevol intervenció terapèutica suggerim:

- Fer un estudi només amb dones, o mixt que hi hagi més participació d' homes, i permeti fer les valoracions separades per sexes.
- Realitzar comparacions del rendiment funcional entre els diferents grups d'edat per contemplar els canvis que es produeixen durant el cicle vital: de 70 a 75, de 76 a 80 i més grans de 80 anys, al tenir una mostra més gran.
- Afegir avaluacions funcionals com la de caminar 6 metres, que està correlacionada amb la capacitat de travessar un carrer dins el temps establert pel semàfor abans de que es posi vermell, i la de pujar escales, activitat important per la transferència immediata envers les AVD. La importància cada vegada més gran de les valoracions funcionals és deguda a la correlació existent entre els test i les mateixes AVD.

-
- Amb relació a les proves de força que requereixen un gest tècnic, realitzar prèviament unes dues sessions de prova i ensenyament del salt SJ, CMJ i els dos ½ esquat a puntes. L'objectiu és l'execució el més correcta possible dels tests.
 - Amb relació a l'avaluació, hagués estat interessant fer un estudi més llarg, haver realitzat les proves de la força al mig i al final de la intervenció, i inclús, haver realitzat una valoració uns tres o sis mesos després d'haver acabar l'estudi per observar l'evolució de la força.
 - A l'entrenament amb vibracions, afegir velocitat als exercicis dinàmics, realitzant el treball concèntric més ràpidament que l'excèntric.
 - Realitzar els exercicis amb la plataforma vibratòria en grup. S'haurien de disposar d'un 5-8 plataformes, i, mentre 5-8 persones fan exercicis a la plataforma, els altres 5-8 realitzen el descans o altres exercicis, i a l'inrevés. Aquesta manera de treballar seria important per incrementar els beneficis addicionals que pot comportar el treball en grup.
 - Incrementar els exercicis funcionals en l'entrenament gimnàs, per la provada transferència que es dona cap a la realització dels gests quotidians.
 - Realitzar els exercicis d'estirament del grup plataforma a sobre de la plataforma per avaluar si hi ha diferències en els resultats dels dos entrenaments.
 - Importància del dolor i valorar-l'ho més detalladament: localització, nivell de dolor, moments d'aparició, tipus...per poder fer correlacions significatives amb el tipus d'entrenament i millorar aquest símptoma tant significatiu dins del la salut de la gent gran.
 - Per avaluar la possible incidència econòmica del programa d'activitat física, fer un anàlisi de les visites i despeses mèdiques dels participants els 6 mesos previs a la intervenció, els 6 mesos de la intervenció, i els sis mesos posteriors. Això

permetria avaluar la relació cost-benefici de la intervenció, i en cas de que fos efectiu econòmicament, justificaria la seva aplicació dins del sistema sanitari.

- Realitzar al grup control un programa d'educació sanitària durant el temps que duri la intervenció. L'objectiu principal és disminuir el desinterès que va mostrar el grup al tornar a realitzar les proves (post-) al cap de sis mesos.

8. CONCLUSIONS

El futur té molts noms.

Per als febles, és allò inassolible.

Per als temerosos, el desconegut.

Per als valents és l'oportunitat.

Victor Hugo

9. Conclusions

Actualment les ciències de l'exercici utilitzen l'aproximació epidemiològica per obtenir una visió global de l'activitat física i les seves repercussions damunt la salut. L'epidemiologia és un conjunt de mètodes que s'ocupen de l'estudi de l'estat de benestar de la població, on la finalitat última és la de prevenir l'aparició de diferents trastorns o patologies, desenvolupant polítiques d'actuació adequades per disminuir certs trastorns estudiats.

El nostre paradigma s'estableix entre l'exercici físic, la força de les EEII, i altres aspectes més o menys difícils de quantificar com la flexibilitat i la qualitat de vida relacionada amb la salut.

Un cop acabada la intervenció, les principals conclusions obtingudes en aquesta tesi doctoral són:

- Amb relació a les manifestacions de la **força muscular**:

Els dos programes d'entrenament han obtingut guanys de força similars. Malgrat que no hi ha diferències significatives entre els dos tipus d'entrenament, volem destacar les millores clínicament superiors de l'entrenament amb plataformes vibratòries en algunes variables.

Els dos tipus d'entrenament han comportat millores significatives de força amb relació al grup Control.

El grup Control ha experimentat pèrdues de força a les quatre variables de força i a la majoria de les variables de laboratori, tot i que en l'exercici de ½ esquat a puntes en la seva fase concèntrica, alguns valors obtinguts milloren i no segueixen la tendència observada a les altres variables de força analitzades.

De les diferents manifestacions de força estudiades, dins dels dos grups experimentals, la força explosiva (SJ) és la que obté millores més significatives.

La variable de força funcional és representativa de les altres tres variables de força en obtenir valors similars, amb un alt grau de correlació.

L'augment de la força dels grups experimentals després de realitzar els dos programes d'entrenament de força és inqüestionable, i aquest increment és més accentuat si el comparem amb el grup Control, que obté pèrdues més o menys significatives, la qual cosa podria afavorir un deteriorament de la funció i conduir a una pèrdua de la independència. L'edat no és un impediment per guanyar força.

– Amb relació a la **flexibilitat**:

La realització entre dues i tres vegades per setmana d'uns exercicis de flexibilitat de la cadena posterior millora de forma significativa els nivells de flexibilitat dels isquiotibials dels grups experimentals.

El grup control ha experimentat després de sis mesos, pèrdues de flexibilitat no significatives a l'isquiotibial esquerre i significatives a l'isquiotibial dret.

– Amb relació al nombre de **caigudes**:

Després de la intervenció s'observa una millora rellevant del nombre de caigudes dins dels dos grups experimentals i a la comparativa final entregrups una diferència significativa Control-Gimnàs i rellevant Control-Plataforma.

– Amb relació a la **qualitat de vida** relacionada amb la salut:

La percepció de la qualitat de vida analitzada per dimensions ha obtingut els següents resultats:

El dolor corporal i la salut mental experimenten millores significatives dins dels dos grups experimentals.

La funció física, el rol emocional i la vitalitat experimenten millores significatives dins del grup Gimnàs.

La funció social millora significativament dins del grup Plataforma.

La salut general no ha experimentat millores significatives en cap dels grups experimentals, tot i que el grup Gimnàs ha sofert una millora no significativa.

En general les millores en la QVRS són més grans en el grup Gimnàs, amb relació al grup Plataforma, encara que no de forma significativa.

El grup Control ha sofert un empitjorament significatiu de la variable vitalitat, i disminucions no significatives en totes les altres variables de qualitat de vida, excepte el rol físic i emocional, que han millorat no significativament.

– Amb relació a l'**entrenament i l'avaluació**:

En general l'entrenament de vibracions és segur, té pocs o nuls efectes secundaris, els quals apareixen lentament i, per tant, amb temps per reaccionar.

L'avaluació de la funcionalitat pot comportar que alguns guanys de força no es reflecteixin als resultats obtinguts (relació no lineal entre la força i la funció de Buchner [*et al.*], 1996).

La forma física prèvia dels participants té un clar efecte damunt els possibles guanys. A millor forma física menys guanys (distància entre la «línia base» i el «tocar sostre»).

– Conclusions **generals** de l'estudi:

Els dos entrenaments de força utilitzats es relacionen positivament amb els guanys de força i flexibilitat, els menors símptomes depressius, la disminució de risc de caigudes i l'augment de la QVRS.

Els dos programes d'activitat física han actuat positivament a la majoria de variables estudiades incrementant la diferència, al final de la intervenció, entre els dos grups experimentals i el grup Control.

Com a conclusió general, els resultats obtinguts en l'estudi destaquen la importància de la pràctica d'activitat física centrada en la força de les extremitats inferiors per millorar la salut física, social i psicològica. Contràriament el sedentarisme afavoreix la disminució de les dimensions físiques i psicosocials amb la consegüent pèrdua dels nivells de qualitat de vida relacionats amb la salut.

Aquest estudi reforça la idea que les intervencions de força a llarg termini són eficaces per minimitzar la discapacitat que podria comportar la falta de força i les seves conseqüències en cascada.



9. BIBLIOGRAFIA

- Aagaard, P., Magnusson, P., Larsson, B., Kjaer, M., & Krstrup, P. (2007). Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 1989-96.
- Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S., & Kjaer, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 20(1), 49-64.
- ACSM. (1995). American College of Sports Medicine. Physical activity readiness questionnaire PAR-Q. Rodríguez, F. Versión castellana, cuestionario de aptitud para la actividad física C-AAF.
- ACSM. (1998a). American College of Sports Medicine. Position Stand on Exercise and physical Activity for older Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 992-1008.
- ACSM. (1998b) American College of Sports Medicine. Position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 975.
- ACSM. (2002). American College of Sports Medicine. Position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364.
- ACSM. (2004). American College of Sports Medicine. Releases exercise and hypertension position stand. *ACSM's Health Fitness Journal*, 8(4), 2.
- ACSM. (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (Seventh Edition). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM., AHA. (2007). Physical activity and public health in older adults. Recommendation from the american college of sports medicine and the American heart association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1435-1445.
- ACSM. (2009a). American College of Sports Medicine. Position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687-708.

-
- ACSM. (2009b). American College of Sports Medicine. Position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1510.
- Alentorn Geli, E., Padilla, J., Moras, G., Haro, C., & Fernández Solà, J. (2008). Six weeks of whole-body vibration exercise improves pain and fatigue in women with fibromyalgia. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 14(8), 975-81.
- Allport, G. W. (1966). *Pattern and growth of personality*. Barcelona: Herder.
- Alonso, J. et al. (1996). Cuestionario de salud SF-12. *Med Care.*, 34(3), 220-33.
- Alonso, A., Del Valle, M., Cecchini, J. A., & Izquierdo, M. (2003). Asociación de la condición física saludable y los indicadores del estado de salud (I). *Arch Med Dep*, 20(96), 339-45.
- Aniansson, A., Grimby, G., Rundgren, Å., Svanborg, A., & Örolander, J. (1980). Physical training in old men. *Age and Ageing*, 9(3), 186-187.
- Aniansson, A., Grimby, G., & Hedberg, M. (1992). Compensatory muscle-fiber hipertrophy in elderly men. *Journal of Applied Physiology*, 73(3), 812-816.
- Anselmi, H. E. (2007). *Actualizaciones sobre entrenamiento de la potencia*. Argentina: L'autor.
- Anshel i altres. (1991). *Diccionario de las ciencias del deporte y el ejercicio americano*. EEUU: Human Kinetics.
- Aoyagi, Y., & Katsuta, S. (1990). Relationship between the starting age of training and physical fitness in old age. *Can J Sport Sci, Mar*;15(1), 65-71.
- Aragó, J. M. (1985). Aspectos psicosociales de la senectud. Dins: Carretero, J. Palacios & A. Marchesi, *Psicología evolutiva*. Madrid: Alianza Psicológica.
- Aranguren, J. L. (1992). *La vejez como autorrealización personal y social*. Madrid: Ministerio de Asuntos Sociales, IMSERSO.
- Argimon Pallás, J. M., & Jimenez Villa, J. (2004). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. Madrid: Elsevier.
- B**ado, J. L. (1977). *Dorso curvo*. Montevideo: Artecólor.

-
- Baker, K., Nelson, M., Felson, D., Layne, J., Sarno, R., & Roubenoff, R. (2001). The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Journal of Rheumatology*, 28(7), 1655-65.
- Ballesteros Jiménez, S. (2007). *Envejecimiento saludable: Aspectos biológicos, psicológicos y sociales*. Madrid: Universitas, S.A.
- Bandura, A. (1999). *Auto-eficacia: Cómo afrontamos los cambios de la sociedad actual*. Bilbao: Desclée de Brouwer.
- Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B., Letson, D., Chuinard, R., & D'ambrosia, R. (1988). Muscular coactivation. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(2), 113-122.
- Barbour, K., & Blumenthal, J. (2005). Exercise training and depression in older adults. *Neurobiology of Aging*, 26(Suppl1), S119-S123.
- Barry, B. K., & Carson, R. G. (2004). The consequences of resistance training for movement control in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(7), M730-M754.
- Bassey, E., Fiaratone, M., O'Neill, E., Kelly, M., & Evans, WJ., Lipsitz, LA. (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci*, 82, 321-7.
- Bautmans, I., Van Hees, E., Lemper, J., & Mets, T. (2005). The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: A randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, , 5-17.
- Bean, J., Kiely, D., Herman, S., Leveille, S., Mizer, K., Frontera, W., et al. (2002). The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(3), 461-467.
- Bean, J., Herman, S., Kiely, D., Frey, I., Leveille, S., Fielding RA, et al. (2004). Increased velocity exercise specific to task training: A pilot study exploring effects on leg power, balance, and mobility in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*, 52, 799-804.
- Beneka, A., Malliou, P., Fatouros, I., Jamurtas, A., Gioftsidou, A., Godolias, G., et al. (2005). Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 274.

-
- Berschlin, G., & Sommer, H. (2010). The influence of posture on transmission and absorption of vibration energy in whole body vibration exercise. *Sportverletzung, Sportschaden*, 24(1), 36.
- Bobbert, M. F.; Gerritsen, K. G.; Litjens, M. C.; & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1402-1412.
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A., Coudyzer, W., Boonen, S., & Verschueren, S. (2007a). Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: A 1-year randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(6), 630.
- Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A., & Boonen, S. (2007b). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture*, 26(2), 309-16.
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A., Troosters, T., Boonen, S., & Verschueren, S. (2009). Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals: A 1-year randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 38(4), 448-54.
- Bohannon, R. W. (1995). Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Perceptual and Motor Skills*, 80(1), 163-166.
- Bompa, T. O., & Cornacchia, L. (2002). *Musculación :Entrenamiento avanzado : Periodización para conseguir fuerza y masa muscular, programas, rutinas y dietas*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Booth, F., Weeden, S., & Tseng, B. (1994). Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(5), 556-560.
- Borg, G., Hassmen, P., & Langerstrom, M. (1985). Perceived exertion in relation to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 65, 679-685.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: Aspectos metodológicos*. Barcelona: Inde.
- Bosco, C., & Komi, P. (1980). Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 45, 209-219.

-
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi, J., & Von Duvillard, S.P. Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology Os Sport*, 15, 158-164.
- Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O. (1999). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 79, 306-311.
- Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, J., Tihanyi, J., et al. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*, 81, 449-454.
- Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales R, & Veloso J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 257.
- Bouchard, C., Shephard, R. J., & Stephens, T. (1994). *Physical activity, fitness, and health*. Human Kinetics Books.
- Bowling A. (1994). *La medida de la salud. Revisión de escalas de medida de la calidad de vida*. Barcelona: Masson.
- Briel P.A. (1994). Musculoskeletal strength, physical fitness and falls. Is there a relationship? *Med. Sci. Sports Exerc.*, (suppl) 26, S-191.
- Brown, M., & Holloszy, J. (1991). Effects of a low intensity exercise program on selected physical performance characteristics of 60- to 71-year olds. *Aging*, 3(2), 129.
- Bruyere, O., Wuidart, M., Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Richy, F., et al. (2005). Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(303-307).
- Brzycki, M. (1993). Strength testing: Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOHPERD*: 64:88-90.
- Buchner, D., Beresford, S., Larson, E., La Croix, A., & Wagner, E. (1992). Effects of physical activity on health status in older adults II: Intervention studies. *Annual Reviews of Public Health*, 13, 469-488.
- Buchner, D., Cress, M., Esselman, P., Margherita, A., deLateur, B., Campbell, A., et al. (1996). Factors associated with changes in gait speed in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 51(6), M297-M302.

-
- Capodaglio, P., Edda, M., Facioli, M., & Saibene, F. (2007). Long-term strength training for community-dwelling people over 75: Impact on muscle function, functional ability and life style. *European Journal of Applied Physiology*, *100*(5), 535-542.
- Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev*, *31*, 3-7.
- Cardinale, M., & Lim, L. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(3), 621-4.
- Cardinale, M., & Pope, M. (2003). The effects of whole body vibration on humans: Dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung*, *90*, 196-206.
- Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005). Whole body vibration exercise: Are vibrations good for you? *Br J Sports Med*, *39*, 585-589.
- Cardinale, M., & Rittweger, J. (2006). Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: Fact or fiction? *J Br Menopause Soc*, *12*, 12-18.
- Carmona Dalmases, G., & González-Haro, C. (2012). Anàlisi de la capacitat d'acceleració en dones atletes de modalitats de velocitat. *Apunts, Educació Física i Esports*, *107*, 69-77.
- Carolan, B., & Cafarelli, E. (1992). Adaptations in coactivation after isometric training. *J Appl Physiol*, *73*, 911-917.
- Carr, A. J., Gibson, B., & Robinson, P. G. (2001). Measuring quality of life. Is quality of life determined by expectations or experience? *British Journal Sports Medicine*, *322*, 1240-1243.
- Casas, F. (1999). Calidad de vida y calidad humana. *Papeles Del Psicólogo*, *74*.
- Caserotti, P., Aagaard, P., Larsen, J., & Puggaard, L. (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: Changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, *18*(6), 773.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, *100*, 126-131.

-
- Cavani, V., Mier, C., Musto, A., & Tummers, N. (2002). Effects of a 6-week resistance-training program on functional fitness of older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *10*(4), 443-52.
- Chakravarty, K., & Webley, M. (1993). Shoulder joint movement and its relationship to disability in the elderly. *Journal of Rheumatology*, *20*(8), 1359.
- Charette, S., Snow-Harter, G., Marcus, R., Guido, C., McEvoy, D., Pyka, R., et al. (1991). Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of Applied Physiology*, *70*(5), 1912-6.
- Chodzko-Zajko, W. J., & Moore, K. A. (1994). Physical fitness and cognitive functioning in aging. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *22*, 195.
- Clemencon, M., Hautier, C., Rahmani, A., Cornu, C., & Bonnefoy, M. (2008). Potential role of optimal velocity as a qualitative factor of physical functional performance in women aged 72 to 96 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(8), 1594-9.
- Clemson, L., Cumming, R., Kendig, H., Swann, M., Heard, R., & Taylor, K. (2004). The effectiveness of a community-based program for reducing the incidence of falls in the elderly: A randomized trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, *52*(9), 1487-94.
- Cochrane, D., Legg, S., & Hooker, M. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *J Strength Cond Res*, *18*(4), 828-32.
- Cochrane, D. J. (2011). Vibration exercise: The potential benefits. *International Journal of Sports Medicine*, *32*(2), 75-99.
- Cohn, S., Vaswani, A., Zanzi, I., & Ellis, KJ. (1976). Effect of aging on bone mass in adult women. *Am J Physiol*, *230*, 143-148.
- Cox, K., Burke, V., Gorely, T., Beilin, L., & Puddey, I. (2003). Controlled comparison of retention and adherence in home-vs center-initiated exercise interventions in women ages 40-65 years: The SWEAT study (sedentary women exercise adherence trial). *Preventive Medicine*, *36*(1), 17-29.
- Csuka, M., & McCarty, D.J. (1985). Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *The American Journal of Medicine*, *78*(1), 77-81.
- Cumming, E., & Henry, W. E. (1961). *Growing old: The process of disengagement*. Nueva York: Basic Books.

-
- Cuoco, A., Callahan, D., Sayers, S., Frontera, W., Bean, J., & Fielding, R. (2004). Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(11), 1200.
- Cutler, D., & Hendricks, J. (1990). *Leisure and time use across de life course dins handbook of ageing and the social sciences (310-341)*. binstock i george. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Cutler, D. (2001). Declining disability among the elderly. *Health Affairs*, 20, 11-27.
- Da Silva, M., Vaamonde Martín, D., & Padullés, J. (2006). Efectos del entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la "performance" neuromuscular. *Apunts Educación Física y Deportes*, 2º trimestre, 39-47.
- Daltroy, LH., Larson, MG., Eaton, HM., Phillips, CB., Liang, MH. (1999). Discrepancies between self-reported and observed physical function in the elderly: the influence of response shift and other factors. *Social science medicine*, 48(11), 1549-61.
- Damush, T., & Damush, J. (1999). The effects of strength training on strength and health-related quality of life in older adult women. *Gerontologist, the*, 39(6), 705-710.
- De Boer, M., Morse, C., Thom, J., de Haan, A., & Narici, M. (2007). Changes in antagonist muscles coactivation in response to strength training in older women. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(9), 1022.
- De Febrer, A., & Soler Vila, A. (1989). *Cuerpo, dinamismo y vejez*. Barcelona: INDE.
- De Gail, P., Lance, J., & Neilson, P. (1966). Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry, February*; 29(1), 1-11.
- De Ruiter, C., Van Raak, S., Schilperoort, J., Hollander, A., & de Haan, A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *European Journal of Applied Physiology*, 90(5-6), 595.
- De Vito, G., Bernardi, M., Forte, R., Pulejo, C., Macaluso, A., & Figura, F. (1998). Determinants of maximal instantaneous muscle power in women aged 50-75 years. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78(1), 59.

-
- De Vos, N., Singh, N., Ross, D., Stavrinou, T., Orr, R., & Fiatarone Singh, M. (2005). Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *J Gerontol Biol Sci Med Sci.*, 60A, 638-647.
- De Vreede, P., Monique, MS., Nico, LU., Sijmen, AD., Harald, JJ. (2005). Functional-Task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: a randomized controlled trial. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 53(1), 2-10, Williams Wilkins. Baltimore.
- De Vreede, P., Van Meeteren, N., Samson, M., Wittink, H., Duursma, S., & Verhaar, H. (2007). The effect of functional tasks exercise and resistance exercise on health-related quality of life and physical activity: A randomised controlled trial. *Gerontology*, 53(1), 12-20.
- De Vries, H. (1987). Tension reduction with exercise. In W. Morgan, & S. Goldston. *Exercise and mental health*. Washington: Hemisphere Pub. Corporation.
- DeBeliso, M., Harris, C., Spitzer Gibson, T., & Adams, K. (2005). A comparison of periodised and fixed repetition training protocol on strength in older adults. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(2), 190-199.
- Del Riego Gordón, M^a Luisa. (2007). Producción de fuerza del tren inferior en hombres de 65 años, según el nivel de práctica de actividad física habitual. Repercusiones en la ejecución de acciones cotidianas. Tesis doctoral. Universidad de Castilla la Mancha.
- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 35(6), 1033-41.
- Delecluse, C., Roelants, M., Diels, R., Koninckx, E., & Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *Int J Sports Med*, 26(8), 662-8.
- Delecluse, C. (2009). Conferencia: "Plataforma vibratòria: Fonaments i ús per a l'entrenament i la salut". CAR Sant Cugat. Barcelona.
- Delgado, M., Quincha, M., & Méndez, M. (2003). Valoración de la calidad de vida mediante la aplicación del SF-36 en pacientes de la ciudad de Quito. *Revista Dermatología*, 13 (3), 52-61.
- Dellito, A., (1989). Electrical stimulation applicable to improve strength and power in normal humans. *International Journal of Sport Medicine*, 10, 187-91.
- Delorme, T. (1945). Restoration of muscle power by heavy-resistance. *J. Bone Joint Surg*, 27, 645-667.

-
- Deschenes, M. R. (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*, 34, 809-824.
- Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., et al. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *J Endocrinol Invest*, 27(4), 323-7.
- Diaz Plaja, F. (1995). *El arte de envejecer*. Madrid: Nobel.
- Doherty, T.J., Vandervoort, A.A., Taylor, A.W., & Brown, W. F. (1993). Effect of motor unit losses on strength in the older men and women. *J. Appl. Physiol*, 74, 868-874.
- Doriot, N., & Wang, X. (2006). Effects of age and gender on maximum voluntary range of motion of the upper body joints. *Ergonomics*, 49(3), 269-81.
- Dunn, A., Trivedi, M., & O'Neal, H. (2001). Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6, Suppl), S587-S597.
- E**arles, D., Judge, J., & Gunnarsson, O. (2001). Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(7), 872-8.
- Einsingbach, T., & Wessinghage, T. (1998). *Gimnasia correctiva postural*. Barcelona: Paidotribo.
- Engel, G. L. (1977). The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. *Scienc*, 196, 129-136.
- Essen-Gustavsson, B., Borges, O. (1986). Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age. *Acta Physiol Scand*, 126, 107-114.
- Evans, W. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(1), 12-17.
- Evans, W. (2000). Exercise strategies should be designed to increase muscle power. *J Gerontol Med Sci*, 55A, M309-M310.
- F**agnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., & Pigozzi, F. (2006 Dec). The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med Rehabil*, 85(12), 956-62.

-
- Farmer, M., Locke, B., Moscicki, E., Dannenberg, A., Larson, D., & Radloff, L. (1988). Physical-activity and depressive symptoms the nhanes epidemiologic follow up study. *American Journal of Epidemiology*, 128(6), 1340-1351.
- Fatouros, I., Kambas, A., Katrabasas, I., Nikolaidis, K., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., et al. (2005). Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *British Journal of Sports Medicine*, 39(10), 776-80.
- Fernández Ballesteros, R. (1992). *Mitos y realidades sobre la vejez y la salud*. Barcelona: S.G - Fundación Caja Madrid.
- Fernández Ballesteros, R. (1998). Vejez con éxito o vejez competente: un reto para todos. En Ponencias de las IV Jornadas de la AMG: Envejecimiento y prevención.
- Ferrer, V. (1998). Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar. Departamento de cirugía, pediatría, ginecología y obstetricia. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- Fess, M., Decker, T., Snyder-Mackler, L., Axe, MJ. (1998). Upper extremity weight-training modifications for the injures athlete:a clinical perspective. *Am. J. Sports Med.* 26: 732-42.
- Fiatarone, M., Marks, E., Ryan, N., Meredith, C., Lipsitz, L., & Evans, W. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263, 3029-3034.
- Fiatarone, M., & Evans, W. (1993). The etiology and reversibility of muscle disfunction in the aged. *Journal of Gerontology*, 48, 77-83.
- Fiaratone, M. A., O'Neil, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., et al. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*, 330, 1769-1775.
- Fielding, R., LeBrasseur, N., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Fiaratone Singh, M. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(4), 655-62.
- Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L., Bernstein, M., Kaliton, D., Castañeda, C., et al. (2000). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol Med Sci*, 55A, M192-199.

-
- Forrest, K., Zmuda, J., & Cauley, J. (2005). Patterns and determinants of muscle strength change with aging in older man. *The Aging Male*, 8, 151-6.
- Forrest, K., Zmuda, J., & Cauley, J. (2007). Patterns and correlates of muscle strength loss in older women. *Gerontology*, 53(140-7).
- Fortuño Godes, J. (2008). Relació entre qualitat de vida relacionada amb la salut i els usuaris de programes d'exercici físic comunitaris per a gent gran de catalunya. Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna. Tesis doctoral. Universitat Ramon Llull.
- Frontera, W.R., Meredith, C.N., O'Reilly, K.P., Knuttgen, H.G., Evans, W.J. (1988). Strength conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 64, 1038-1044.
- Frontera W.R., Hughes V. A., Lutz K.J., Evans W.J. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J. Appl. Physiol*, 71(2), 664-650.
- Fucci, S., Fornasari, V., & Benigni, M. (2003). *Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular*. Madrid: Elsevier.
- Furness, T., Maschette, W., Lorenzen, C., Naughton, G., & Williams, M. (2010). Efficacy of a whole-body vibration intervention on functional performance of community-dwelling older adults. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 16(7), 795.
- G**abriel, D., Basford, J., & An, K. (2002). Vibratory facilitation of strength in fatigued muscle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(9), 1202.
- Gabriel, D., Kamen, G., & Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Medicine*, 36(2), 133-49.
- Galvao, D., & Taaffe, D. (2005). Resistance exercise dosage in older adults: Single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(12), 2090-7.
- García Arroyo, M. J. (2003). *Entrenamiento de habilidades psicocorporales en la vejez un modelo alternativo de educación para la salud*. Salamanca: Amarú.
- García Ferrando, M. (1990). *Aspectos sociales del deporte*. Madrid: Alianza.

-
- García-Solano, F. (2001). Midiendo la prevalencia de la depresión. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 36(3), 127-30.
- Gázquez, I., Martí, A., Roura, M., Blasco, T., & Capdevila, L. (1992). *Revista De Psicología Del Deporte*, 2, 15-23.
- Geliebter, A., Maher, M., Gerace, L., Gutin, B., Heymsfield, S., & Hashim, S. (1997). Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(3), 557-63.
- Generalitat de Catalunya (2003). *Pla de salut de Catalunya, 2002-05*. Departament de Sanitat i Seguretat Social. Barcelona.
- Generalitat de Catalunya. (2006). Enquesta de salut de Catalunya (ESCA). Departament De Sanitat i Seguretat Social. Servei Català De La Salut. Barcelona.
- Generalitat de Catalunya. (2009). *Pla de salut de Catalunya a l'horitzó 2010*. Departament de salut. Barcelona.
- Generalitat de Catalunya.(2012). *Pla de salut de Catalunya 2011-2015*. Departament de salut. Barcelona.
- Goel, V., Park, H., & Kong, W. (1994). Investigation of vibration characteristics of the ligamentous lumbar spine using the finite element approach. *J. Biomech Eng*, 116(4), 377-383.
- Going, S., Ellen, L., Flint-Wagner, R., Vanessa, H., Timothy, M., Jane, M., et al. (2003). Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Osteoporosis International*, 14(Aug), 637-43.
- González Badillo, J. J., & Gorostiaga Ayestarán, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.
- González Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- Goodpaster, B., Carlson, C., Visser, M., Kekkey, D., Scherzinger, A., & Harris, T. (2001). Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. *J Appl Physiol*, 90(6), 2157-65.

-
- Goodpaster, B., Park, S., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., & Schwartz, A. et. al. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61, 1059-64.
- Griffin, M. (1997). *Vibration and motion dins handbook of human factors and vibration*. New York: John Wiley and Sons: SALVENDY.
- Grimby, G., Saltin, B. (1983). The ageing muscle. *Clinical Physiology*, 3, 209-218.
- Grimston, S. K., Nigg, B. M., Hanley, D. A., & Engsberg, J. R. (1993). Differences in ankle joint complex range of motion as a function of age. *Foot Ankle*, 14(4), 215.
- Gross, M., Stevenson, P., Charette, S., Pyka, G., & Marcus, R. (1998). Effect of muscle strength and movement speed on the biomechanics of rising from a chair in healthy elderly and young women. *Gait Posture*, 8(3), 175-185.
- Gross, J. M., Fetto, J., & Rosen, E. (2009). *Musculoskeletal examination*. Chichester, UK; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Grosser, M., & Müller, H. (1992). *Desarrollo muscular: Un nuevo concepto de musculación ("power stretch")*. Barcelona: Hispano Europea.
- Guallar-Castillón, P., Santa-Olalla, P., Banegas, J. R., López, E., & Rodríguez -Artalejo, F. (2004). Actividad física y calidad de vida de la población adulta en España. *Med Clin*, 123(16), 606-610.
- Guillen Llera, F., & Ruiperez Cantera, I. (2002). *Manual de geriatría*. Barcelona: Masson.
- Guralnik, J., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R., Berkman, L., Blazer, D., et al. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85-M94.
- Guralnik, J., Ferruci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E., & Wallace, R. B. (1995). Lower extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*, 61, 332-556.
- Gusi, N., Raimundo, A., & Leal, A. (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: A randomized controlled trial. *BMC. Musculoskeletal Disorders*, 7, 92.

Guyatt, G. H., Feeny, D. H., & Patrick, D. L. (1993). Measuring health-related quality of life. *Annals of Internal Medicine*, 118(8), 622-629.

Hayflick, J., Barcia, D., & Miquel, J. (1990). *Aspectos actuales del envejecimiento normal y patológico*. Madrid: libro del año.

Häkkinen, K., & Pakarinen, A. (1993). Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand*, 148, 199-207.

Häkkinen, K., & Häkkinen, A. (1995). Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyograph clin Neurophysiol*, 35, 137-147.

Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., & Mälkiä, E. (1998a). Changes in agonist- antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*, 84, 1341-1347.

Häkkinen, K., Newton, R., Gordon, S., McCormick, M., Volek, J., Nindl, B., et al. (1998b). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 53A(6), B415-23.

Häkkinen, K., Allen, M., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., et al. (1998c). Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *Journal of aging and physical activity*, 6(3), 232-247.

Häkkinen, K., Allen, M., Kallinen, M., Newton, R., & Kraemer, W. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training and detraining, and re-strength training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol*, 83, 51-62.

Häkkinen, K., Kraemer, W., Newton, R., & Allen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, 171(1), 51-62.

Hale, B., & Raglin, J. (2002). State anxiety responses to acute resistance training and step aerobic exercise across 8-weeks of training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(1), 108-112.

-
- Harre,D., & Lotz, I. (1988). Entrenamiento de la fuerza rápida. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 2, 42-49.
- Harris C, DeBeliso M, Adams KJ, Irmischer BS, & Spitzer Gibson TA. (2007). Detraining in the older adult: Effects of prior training intensity on strength retention. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 813.
- Hass, C., Feigenbaum, M., & Franklin, B. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Medicine*, 31(14), 953-64.
- Hausdorff J.M., Nelson M.E., Kaliton D., Layne J.E., Bernstein M.J., & Nuernberger A. (2001). Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *J Appl Physiol*, 90, 2117-2129.
- Hayflick, L., Barcia, D., & Miquel, J. (1990). *Aspectos actuales del envejecimiento normal y patológico*. Madrid: Libro del Año.
- Henderson, J., Hall, J., & Lipton, T. (1980). Changing self-destructive behaviors. In G. Stone, F. Cohen & N. Adler, *Health psychology: A handbook* . San Francisco: Jossey-Bass.
- Henwood, T., & Taaffe, D. (2005). Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*, 51, 108-115.
- Henwood, T., & Taaffe, T. (2006). Short-term resistance training and the older adult: The effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 26(5), 305-13.
- Henwood, T., Riek, S., & Taaffe, D. (2008a). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(1), 83.
- Henwood, T., & Taaffe, D. (2008b). Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(7), 751.
- Heyward, VH. (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. Madrid: Médica Panamericana.
- Hikida, R. S., Walsh, F., Hervey, S., Kaiser, S., Staron, E., Hagerman, S., et al. (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. II. muscle fiber characteristics and nucleo-

cytoplasmic relationships. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(7), B347-54.

Himann, J. E., Cunningham, D. A., Rechnitzer, P. A., & Paterson, D. H. (1988). Age-related changes in speed of walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(2), 161.

Hook, P., Sriramoju, V., & Larsson, L. (2001). Effects of aging on actin sliding speed on myosin from single skeletal muscle cells of mice, rats, and humans. *Cell Physiology*, 280(4), C782-C788.

Hruda, K., Hicks, A., & McCartney, N. (2003). Training for muscle power in older adults: Effects on functional abilities. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(2), 178-89.

Hughes, R., Frontera, W., Wood, M., Evans, W., Dalla, G., Roubenoff, R., et al. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults: Influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol: Biol Sci*, 56A(5), B209-B217.

Hunter, G., Wetzstein, C., McLafferty, C., Zuckerman, P., Landers, K., & Bamman, M. (2001). High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1759-64.

IMSERSO. (2008). *Las personas mayores en españa. tomo I*. www.imsersomayores.csic.es/

Ismail, M., & Trachtman, L. (1973). Jogging the imagination. *Psychology Today*, 6, 79-82.

Issurin, V. B., Liebermann, D. G., & Tenenbaum, G. (1994 Dec). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci*, 12(6), 561-6.

Issurin, V. B., & Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Int Arch Occup Environ*, 17, 177-82.

Ito, M., Kawakami, Y., Ichinose, Y., Fukhasiro, S., & Fukunaga, T. (1998). Nonisometric behavior of fascicles during isometric contractions of a human muscle. *Journal of Applied Physiology*, 85, 1230-1235.

Ivey, F., Tracy, B., Lemmer, J., NessAiver, M., Metter, E., Fozard, J., et al. (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: Age and gender comparisons. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(3), B152-B157.

Iwamoto, J., Takeda, T., Sato, Y., & Uzawa, M. (2005 Apr). Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clin Exp Res*, 17(2), 157-63.

Izquierdo, M. (1997). Activación neural, área de la sección transversal y producción de fuerza de los músculos extensores de los miembros inferiores. Adaptaciones neuromusculares durante el entrenamiento de fuerza en hombres de 40 y 70 años. Tesis doctoral. Universidad de León.

Izquierdo, M., Aguado, X., González, R., López, J., & Häkkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79, 260-267.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibañez, J., Garrues, M., Antón, A., Zuñiga, A., et al. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol*, 90(4), 1497-1507.

Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81.

Jenkins, K. R., Pienta, A. M., & Horgas, A. L. (2002). Activity and health-related quality of life in continuing care retirement communities. *Research on Aging*, 24(1), 124-149.

Jette, A., Branch, L., & Berlin, J. (1990). Musculoskeletal impairments and physical disablement among the aged. *Journal of gerontology: Medical Sciences*, 45(M), 203-208.

Jiménez, A. (2007). Avances en ciencias de la actividad física y deportes: Entrenamiento de fuerza. Madrid: ADEMÁS SL. Universidad Europea de Madrid.

Johnston, R. M., Bishop, B., & Coffey, G. H. (1970). Mechanical vibration of skeletal muscles. *Physical Therapy*, 50(4), 499.

Kalaphotharakos, V., Tokmakidis, S., Smilios, I., Michalopoulos, M., Gliatis, J., & Godolias, G. (2005a). Resistance training in older women: Effect on vertical jump and functional performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 570-5.

-
- Kalapotharakos, V., Michalopoulos, M., Tokmakidis, S., Godolias, G., & Gourgoulis, V. (2005b). Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 652-7.
- Kalapotharakos, V., Smilios I, Parlavatzas A, & Tokmakidis SP. (2007). The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(3), 109.
- Kallinen, M., & Markku, A. (1995). Aging, physical activity and sports injuries. an overview of common sports injuries in the elderly. *Sports Medicine*, 20(1), 41.
- Kamel, H. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutrition Reviews*, 61(5), 157-67.
- Karamanidis, K., & Arampatzis, A. (2005). Mechanical and morphological properties of different muscle-tendon units in the lower extremity and running mechanics: Effect of aging and physical activity. *The Journal of Experimental Biology*, 208(Pt 20), 3907.
- Katsiaras, A., Newman, A., Kriska, A., Brach, J., Krishnaswami, S., Feingold, E., et al. (2005). Skeletal muscle fatigue, strength, and quality in the elderly: The health ABC study. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 210-216.
- Katz, S., & Stroud, M. (1989). Functional assessment in geriatrics: A review of progress and directions. *Journal of the American Geriatrics Society*, 37(3), 267-271.
- Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato Y, & Iwamoto J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio Journal of Medicine*, 56(1), 28.
- Keen, D., Yue, G., & Enoka, R. M. (1994). Training related enhancement in the control of motor output in elderly humans. *J Appl Physiol*, 77(6), 2648-58.
- Kenney, R. A. (1989). Physiology of aging. *Clínics in Geriatric Medicine*, 1(1), 37-89.
- Kent-Braun, J. A., Alexander, V., & Young, K. (2002). Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *J Appl Physiol*, 88, 662-668.
- Keysor, J., & Jette, A. (2001). Have we oversold the benefit of late-life exercise?. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(7), M412-M423.

-
- King, A., Pruitt, L., Phillips, W., Oka, R., Rodenburg, A., & Haskell, W. (2000). Comparative effects of two physical activity programs on measured and perceived physical functioning and other health-related quality of life outcomes in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55A(2), M74-83.
- Kirkwood, T. (1996). Mechanisms of ageing. In K. Ebrahim S. A., *Epidemiology in old age*. Londres: BMJ Publishing Group.
- Klitgaard, H., Manton, M., Schiaffino, S., Ausoni, S., Gorza, L., Laurent-Winter, C., et al. (1990). Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: A cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiologica Scandinavica*, 140(1), 41-54.
- Konczak, J., Meeuwse, H., & Cress, M. (1992). Changing affordances in stair climbing: The perception of maximum climbability in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 18(3), 691-697.
- Kostka, T. (2005). Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years. *European Journal of Applied Physiology*, 95(2-3), 140-145.
- Kraemer, W., & Newton, R. (2000). Training for muscular power. *Phys Med Rehabil Clin N Am.*, 11, 341-268.
- Kraemer, W., & Ratamess, N. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-88.
- Lampinen, P., Heikkinen, R., & Ruoppila, I. (2000). Changes in intensity of physical exercise as predictors of depressive symptoms among older adults: An eight-year follow-up. *Preventive Medicine*, 30(5), 371.
- Landers, K., Hunter, G., Wetzstein, C., Bamman, M., & Weinsier, R. (2001). The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *J Gerontol Biol Sci Med Sci.*, 56:B, 443-8.
- Landi, F., Onder, G., Carpenter, I., Cesari, M., Soldato, M., & Bernabei, R. (2007). Physical activity prevented functional decline among frail community-living elderly subjects in an international observational study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60(5), 518.

-
- Larsson, L., Grimby, G., & Karlsson, J. (1979). Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol*, 46(3), 451-456.
- Latham, N., Bennett, D., Stretton, C., & Anderson, C. (2004). Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59A(1), 48-61.
- Lehr, U. (1980). *Psicología de la senectud*. Barcelona: Herder.
- Lehr, U. (2004). Calidad de vida, satisfacción con la vida, envejecimiento satisfactorio y bienestar subjetivo. *Revista Española De Geriatria y Gerontología*, 39(supl.3), 2-7.
- Lemmer, J., Hurlbut, D., Martel, G., Tracy, G., Ivey, F., Metter, E., et al. (2000). Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(8), 1505-12.
- Lexel, J., Taylor, C., & Sjöström, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15 to 83 years old men. *J Neurol Sci*, 84, 275-294.
- Lexel, J., & Taylor, C. (1991). Variability in muscle-fiber areas in whole human quadriceps muscle-effects of increasing age. *Journal of Anatomy*, 174, 239-249.
- Lexel, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber-type composition. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 50, 11-16.
- Liu, C., & Latham, N. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).
- López-Calbet, J.A., Arteaga, R., Chavaren, J., & Dorado, C. (1995). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Factores neuromusculares, en *Archivos de Medicina del Deporte*, en: García, D., Herrero, J.A. y De Paz, J.A. (2003): *Metodología del Entrenamiento Pliométrico* en web: Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte n°12.
- López García, E.; Banegas, Jr.; Graciani, A.; Alonso, J.; & Rodríguez-Artalejo, F. (2003). Valores de referencia de la versión española del cuestionario de salud SF-36 en población adulta de más de 60 años. *Medicina Clínica*, 120(15), 568-573.

-
- Lord, S., Ward, J., Williams, P., & Strudwick, M. (1995). The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43(11), 1198-206.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med*, 31(1), 23-41.
- Lynch, N., Metter, E., Lindle, R., Fozard, J., Tobin, J., & Roy, T. (1999). Muscle quality. I aged-Associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol*, 86(1), 188-194.
- M**acaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*, 91, 450-472.
- Macaluso, A., Nimmo, M., Foster, J., Cockburn, M., MCMillan, N., & Devito, G. (2002). Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between younger and older women. *Muscle Nerve*, 25, 858-63.
- Machado, A., García-López, D., González-Gallego, J., & Garatachea, N. (2010). Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: A randomized-controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 20(2), 200-207.
- Magee, D. (1992). *Orthopedic physical assessment*. Philadelphia: W.B.: Saunders.
- Marcell, T. (2003). Sarcopenia: Causes, consequences, and preventions. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 58A(10), 911-6.
- Marcos Becerro, J. F., Frontera, W., & Santoja Gomez, R. (1995). *La salud y la actividad física de las personas mayores*. Madrid: Impresión.
- Marín, P., Bunker, D., Rea, M., & Ayllón, F. (2009). Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: Implications for prescription of vibratory stimulation. *J Res Cond Fuerza*, 23(8), 2311-6.
- Marín, P. (2000). Fragilidad en el adulto mayor y valoración geriátrica integral. *Boletín de la Escuela de Medicina. Escuela católica de Chile*, 29, 1-2.
- Márquez, M., Izal, M., Montorio, I., & Pérez, G. (2004). Emoción en la vejez: Una revisión de la influencia de los factores emocionales sobre la calidad de vida de las personas mayores. *Revista Española De Geriatria y Gerontología*, 39(supl.3), 46-53.

-
- Márquez Rosa, S., Taberero Sánchez, B., Villa Vicente, J. G., & García, J. (2000). Cambios en el nivel de condición física relacionada con la salud en mujeres participantes en un programa municipal de baile aeróbico. *Apunts: Educación Física y Deportes*, (61), 74-79.
- Marsh, A., Miller, M., Rejeski, W., Hutton, S., & Kritchevsky, S. (2009). Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17(4), 416-43.
- Martín, G., De Saa, Y., Da Silva-Grigoletto, M. E., Vaamonde, D., Sarmiento, S., & García-Manso, J. M. (2009). Effect of whole body vibration (WBV) on PTH in elderly subjects. *Rev Andal Med Deporte*, 2(1), 1-6.
- Martínez de la Iglesia, J., Onís vilches, M., Dueñas Herrero, R., Albert Colomer, C., Aguado Taberné, C., & Luque Luque, R. (2002). Versión española del cuestionario yesavage abreviado. *Medifam. Madrid*, 12(10)
- Martínez del Castillo, J. (1998). *Deporte y calidad de vida*. Madrid: Esteban Sanz.
- Martínez, M., & Padilla, J. (2005). Entrenamiento y desarrollo de la fuerza en personas mayores. Renovar la teoría y la práctica. *Revista De Educación Física*, 97, 23-30.
- Matarazzo, J. (1982). Behavioral health's challenge to academic, scientific, and professional psychology. *The American Psychologist*, 37(1), 1-14.
- Matveyev, L. (1981). *Fundamentals of sports training*. Moscow: Progress.
- McAuley, E., Konopack, J., Motl, R., Morris, K., Doerksen, S., & Rosengren, K. (2006). Physical activity and quality of life in older adults: Influence of health status and self-efficacy. *Annals of Behavioral Medicine*, 31(1), 99-103.
- McGill, S. M. (2002). *Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics.
- Mendonza, R., Sagrera, R., & Batista-Foguet, J. M. (1994). *Conductas escolares de los españoles relacionadas con la salud*. Madrid: CSIC.
- Mester, J., Kleinöder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: Benefits and risks. *Journal of Biomechanics*, 39, 1056-1065.

-
- Mester, J., Spitzenpfeil, P., & Yue, Z. (2002). *Vibration loads: Potencial for strength and power development. dins: Strength and power in sport* . Oxford: Blackwell.
- Metter, E., Conwit, R., Tobin, J., & Fozard, J. (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 52A(5), B267-76.
- Miller, ME., Rejeski, WJ., Reboussin, BA., Ten Have, TR., Ettinger, WH. (2000). Physical activity, functional limitations, and disability in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48:1264–1272.
- Miszko, T., Cress, M., Slade, J., Covey, C., Agrawal, S., & Doerr, C. (2003). Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(2), 171-175.
- Miyamoto, K., Mori, S., Tsuji, S., Tanaka, S., Kawamo, M., Mashiba, T., et al. (2003). Whole-body vibration exercise in the elderly people. *Bone*, 32(5), S213-S214.
- Montero, A.V.S.(2008). Efecto de un programa de educación y ejercicio en la capacidad funcional e incidencia en el costo de la atención en salud en un grupo de personas mayores de 60 años del área de Palmares. Tesis doctoral. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica.
- Moragas, R. (1989). *La jubilación: Un enfoque positivo*. Barcelona: Grijalbo.
- Moragas, R. (1991). *Gerontologia social: Envejecimiento y calidad de vida*. Barcelona: Herder.
- Moreland, J., Richardson, J., Goldsmith, C., & Clase, C. (2004). Muscle weakness and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1121.
- Moreno-Martínez, N., Ruiz-Hidalgo, D., Burdoy-Joaquim, E., & Vázquez-Mata, G. (2005). Incidencia y factores explicativos de las caídas en ancianos que viven en la comunidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 40, (supl 2), 11-7.
- Morey, M., Sloane, R., Pieper, C., Peterson, M., Pearson, M., Ekelund, C., et al. (2008). Effect of physical activity guidelines on physical function in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(10), 1873.
- Moritani, T., & DeVries, H.A. 1980. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J. Gerontol.* 35: 672–682.

-
- Morley, J., Baumgartner, R., Roubenoff, R., Mayer, J., & Nair, K. (2001). Sarcopenia. *J Lab Clin Med*, 137, 231-43.
- Morse, C., Thom, J., Birch, K., & Narici, M. (2006). Reduced specific torque is associated with a lower activation capacity in the plantarflexors of elderly males. *Journal of Sports Sciences*, 24(6), 641.
- Munnichs, J. M. A. (1966). A short history of psychogerontology. *Human Development*, 9.
- N**arici, M., & Maffulli, N. (2010). Sarcopenia: Characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin*, 95, 139.
- Narici, M., Maganaris, C., Reeves, N., & Capodaglio, P. (2003). Effect of aging on human muscle architecture. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), 2229-2234.
- Narici, M., Minetti, L., Cerretelli, A., Roi, P., & Landoni, G. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 59(4), 310-9.
- Nazarov, V., & Spivak, G. (1985). Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. *Theory Prac Phys Culture*, 12, 445-450.
- Netter, F. H., Forsham, P. H., & Monteys, E. G. (1993). *Sistema endocrino y enfermedades metabólicas*. Barcelona: Elsevier. Masson.
- Nevitt, M., Cummings, G., Kidd, S., & Black, D. (1989). Risk-factors for recurrent nonsyncopal falls- a prospective study. *JAMA (Chicago, Ill.)*, 261(18), 2663-2668.
- Newman, A., Tamara, S., Susan, M., Stephen, T., Eleanor, G., Bret, K., et al. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 72-7.
- Newton, R., Häkkinen, K., Häkkinen, A., McCormick, M., Volek, J., & Kraemer, W. (2002). Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(8), 1367-75.
- Nordlund, M. M., & Thorstensson, A. (2007). Strength training effects of whole-body vibration? *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 17(1), 12.

-
- Oguma, Y., Sesso, H., Paffenbarger, R., & Lee, I. (2002). Physical activity and all cause mortality in women: a review of the evidence. *British Journal sports medicine*, 36, 162-172.
- OMS. (1948). *Documentos básicos*. Génova. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (1986). *Conferencia internacional sobre la promoción de la salud: Hacia un nuevo concepto de la salud pública*. 17- 21 noviembre.
- OMS. (1996). *Normas de Heidelberg para promover la actividad física entre las personas mayores*. Génova. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (1998). *Programa sobre envejecimiento y salud. Envejecimiento saludable. El envejecimiento y la actividad física en la vida diaria*. Ginebra. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2001). *Innovative care for chronic conditions*. Ginebra. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2002) I. *Un enfoque de la salud que abarca la totalidad del ciclo vital. Repercusiones para la capacitación*. Ginebra. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2002) II. Envejecimiento activo: Un marco político. *Revista Española De Geriatría y Gerontología*, 37(S2), 74-105.
- OMS. (2002) III. The world health report. Reducing risks, promoting healthy life. *World Health Report*.
- Orban, W. A., Wagorn, Y., & Théberge, S. (1992). *Hacia la madurez feliz: Estrategias y ejercicios para una vida saludable*. Barcelona: Plural de Ediciones.
- Orlander, J., Kiessling, K., Larsson, L., Karlsson, J., & Aniansson, A. (1978). Skeletal muscle metabolism and ultrastructure in relation to age in sedentary men. *Acta Physiol Scand*, 104, 249-261.
- Orr, R., Raymond, J., & Fiatarone Singh, M. (2008). Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults : A systematic review of randomized controlled trials. *Sports Medicine*, 38(4), 317.
- Padullés, J. (2001). Vibraciones, un nuevo medio de entrenamiento. *Set Voleibol*. 7 (abril).
- Pate, RR. (1988). The evolving definition of fitness. *Quest*, 40:174-79.

-
- Pearson, S., Young, A., Macaluso, A., Devito, G., Nimmo, M., Cobbold, M., et al. (2002). Muscle function in elite master weightlifters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(7), 1199-206.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, 1, 3-63. Review.
- Pesch, H. J. (1990). Der altersknochen als paradigma für die individualität des alterns. *Gerontologie*, 1, 128-9.
- Peterson, M., Matthew, R. R., Ananda, S., & Paul, M. G. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 9(3), 226-237.
- Petrella, J., Kim, J., Tuggle, S., Hall, S., & Bamman, M. (2005). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatiguability. *J. Appl. Physiol.*, 98, 211-20.
- Pijnappels, M., Van der Burg, J., Reeves, N., & van Dieen, J. (2008). Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *European Journal of Applied Physiology*, 102(5), 585-592.
- Pincus, T., Summey, J. A., Soraci, S. A., Wallston, K. A., & Hummon, N. P. (1983). Assessment of patient satisfaction in activities of daily living using a modified stanford health assessment questionnaire. *Arthritis Rheumatism*, 26(11), 1346.
- Platonov, V. N. (1993). *El entrenamiento deportivo, teoría y metodología*. Barcelona: Paidotribo.
- Pont Geis, P. (2003). *Tercera edad. Actividad física y salud*. Barcelona: Paidotribo.
- Porter, M., Vandervoort, A., & Lexel, J. (1995). Aging of human muscle: Structure function and adaptability. *Scand J Med Sci Sports*, 5(129-142).
- Porter, M. (2006). Power training for older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*, 31(2), 87-94.
- Poulin, M., Vandervoort, A., Paterson, D., Kramer, J., & Cunningham, D. (1992). Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. *Can J Appl Physiol*, 17(1), 3-7.
- Prieto, L., & Badia, X. (2001). Cuestionarios de salud: Concepto y metodología. *Atención Primaria*, 28(3), 201-209.

Pyka, G., Marcus, S., Lindenberger, R., & Charette, E. (1994). Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *Journal of Gerontology*, 49(1), M22-7.

Raimundo, A. (2006). Influencia de programas de ejercicio físico vibratório sobre los factores determinantes para las fracturas osseas, función neuromuscular y calidad de vida en mujeres mayores. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura).

Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1997). Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(12), 1439-1445.

Rantanen, T., Guralnik, J., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Simonsick, E., Ling, S., et al. (1999). Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the women's health and aging study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(2), 130-135.

Rees, S., Murphy, A., & Watsford, M. (2007). Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15(4), 367-81.

Rees, S., Murphy, A., & Watsford, M. (April 2008). Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: A randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 88(4), 462-470.

Reeves, N., Narici, M., & Maganaris, C. (2006). Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age. *Manual Therapy*, 11(3), 192-6.

Rehn, B., Lidström, J., Skoglund, J., & Lindström, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 17(1), 2.

Reichard, S., Livson, F., & Peterson, P. G. (1962). *Aging and personality*. Nueva York: Wiley.

Reid KF, Naumova EN, Carabello RJ, Phillips EM, & Fielding RA. (2008). Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. *The Journal of Nutrition, Health Aging*, 12(7), 493.

Rejeski, W., & Mihalko, S. (2001). Physical activity and quality of live in older adults. *Journal of Gerontology*, 56A(Special issue II), 23-5.

-
- Rice, J., & Justin W.L. Keogh. (2009). Power training: Can it improve functional performance in older adults? A systematic review. *Int J Exerc Sci*, 2(2), 131-51.
- Rider, R., & Daly, J. (1991). Effects of flexibility training on enhancing spinal mobility in older women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(2), 213.
- Rikli, R. E., & Jessie Jones, C. (2001). *Senior fitness. test manual*. Champaign: Human Kinetics.
- Rittweger, J., Beller, G., & Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*, 20(2), 134.
- Rittweger, J., Just, K., Kautzsch, K., Reeg, P., & Felsenberg, D. (2002). Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: A randomized controlled trial. *Spine (Philadelphia, Pa.1976)*, 27(17), 1829-34.
- Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: How it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 877.
- Rodríguez Marín, J. (1995). *Psicología social de la salud*. Madrid: Síntesis.
- Rodríguez, F. (1995). Prescripción de ejercicios para la salud (1). Resistència cardiorespiratoria. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 39, 87-102.
- Roelants, M., Delecluse, C., Aagaard, P., Goris, M., & Verschueren, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med*, 25, 1-5.
- Roelants, M., Delecluse, C., & Verschueren, S. (2004). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(6), 901-8.
- Roelants, M., Verschueren, S., Delecluse, C., Levin, O., & Stijnen, V. (2006). Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J. Strength Cond. Res*, 20(1), 124–129.
- Rogers, M., & Evans, W. (1993.). Changes in skeletal muscle with aging: Effects of exercise training. *Exercise and Sport Sciences Review*, 21, 65–102.
- Romero, J., Sanford, T., Schroeder, R., & Fahey, T. (1982). The effects of electrical stimulation of normal quadriceps on strength and girth. *Medecine and Science in Sports and Exercise*, 14(3), 194.

-
- Romero Rodríguez, D., & Tous Fajardo, J. (2011). *Prevención de lesiones en el deporte*. Madrid: Panamericana.
- Roubenoff, R. (2000). Sarcopenia and its implications for the elderly. *Eur J Clin Nutr*, 54(Suppl 3), S40–S47.
- Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1987). Human aging: Usual and successful. *Science*, 237, 143.
- Rubenstein, L., & Josephson, J. (2005). Intervenciones para reducir los riesgos multifactoriales de caídas. *Revista Española De Geriátria y Gerontología*, 40, 45-53.
- Rubin, C., Pope, M., Fritton, J., Magnusson, M., & Hansson, T. (2003). Transmissibility of 15-hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: Determining the physiologic feasibility of delivering lowlevel anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. *Spine*, 28(23), 2621-2627.
- Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca García, M., et al. (2011). Alpha-fitness test battery: Health-related field-based fitness tests assessment in children and adolescents | batería alpha-fitness: Test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214.
- Runge, M., Rehfeld, G., & Resnick, E. (2000). Balance training and exercise in geriatric patients. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions*, 1(1), 61.
- Russkanen, J., & Ruoppila, I. (1995). Physical activity and psychological well-being among people aged 65 to 84 years. *Age and Ageing*, 24, 292-296.
- Russo, C., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J., et al. (2003). High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 1854-1857.
- S**áez-Narro, N. (1986). *La tercera edad. Un acercamiento teórico y algunas implicaciones*. Valencia: Promolibro.
- Salvà, A., Bolívar, I., Pera, G., & Arias, C. (2004). Incidence and consequences of falls among elderly people living in the community. *Med Clin*, 122(5), 172-176.
- Salvador Carulla, L., Cano, A., & Cabo-Soler, J. R. (2004). *Longevidad: Tratado integral de salud en la segunda mitad de la vida*. Madrid: Panamericana.

-
- Sánchez Bañuelos, F. (2004). *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Santacreu, J., Zaccagnini, J. L., & Máquez, M. O. (1992). *El problema de la droga: Un análisis desde la psicología de la salud*. Madrid: Pirámide.
- Sayers, S., Bean, J., Cuoco, A., LeBrasseur, N., Jette, A., & Fielding, R. (2003). Changes in function and disability after resistance training: Does velocity matter? A pilot study. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation*, 82(8), 605-13.
- Sayers, S., Guralnik, J., Thombs, L., & Fielding, R. (2005). Effect of leg muscle contraction velocity on functional performance in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(3), 467-71.
- Sayers, S. (2007). High-speed power training: A novel approach to resistance training in older men and women. A brief review and pilot study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 518-26.
- Schalock, R. L., & Verdugo, M. A. (2002). *Calidad de vida. Manual para profesionales de la educación, salud y servicios sociales*. Madrid: Alianza Editorial.
- Scharll, M. (1994). *La actividad física en la tercera edad*. Barcelona: Paidotribo.
- Schmidtbleicher, D. (2007). Ciclo Estiramiento-Acortamiento del Sistema Neuromuscular: Desde la Investigación hasta la Práctica del Entrenamiento. *Instituto de Ciencias del Deporte de la Universidad Johann Wolfgang Goethe, Frankfurt (Alemania)*. En web: sobreentrenamiento.com PubliCE Standard.
- Schroll, M., Avlund, K., & Davidsen, M. (1997). Predictors of five-year functional ability in a longitudinal survey of men and women aged 75 to 80. the 1914-population in glostrup, denmark. *Aging*, 9(1-2), 143-152.
- Schwartz, G. E. (1982). Testing the biopsychosocial model: The ultimate challenge, facing behavioral medicine? *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 50.
- Seidler, R., Alberts, J., & Stelmach, G. (2002). Changes in multi-joint performance with age. *Motor Control*, 6(1), 19-31.
- Seraganian, P. (1993). *Exercise psychology: The influence of physical exercise on psychological processes*. New York: John Wiley & Sons.

-
- Seynnes, O., Singh, M., Hue, O., Pras, P., Legros, P., & Bernard, P. (2004). Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 59A(5), 503-9.
- Shephard, R. J. (1994). *Aerobic fitness health*. Champaign: Human Kinetics.
- Shephard, R. J. (1997). *Aging, physical activity, and health*. Champaign: Human Kinetics.
- Siff, M. C. (1990). Application of electrostimulation in physical conditioning: A review. *Journal of Applied Sports Science Research*, 4, 20-26.
- Siff, M. C., & Verhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Sigal, R., Kenny, G., Wasserman, D., & Castaneda-Sceppa, C. (2004). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27(10), 2518.
- Singer, B. H., & Manton, K. G. (1998). The effects of health changes on projections of health service needs for the elderly population of the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(26), 15618-22.
- Singh, N. A., Clements, K. M., & Fiatarone, M. A. (1997). A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 52(1), M27.
- Singh, N., Clements, K., & Singh, M. (2001). The efficacy of exercise as a long-term antidepressant in elderly subjects: A randomized, controlled trial. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 56A(8), M497-504.
- Singh, M. A. F. (2004). Exercise and aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 20(2), 201.
- Sipilä, S., Multanen, J., Kallinen, M., Era, P., & Suominen, H. (1996). Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiologica Scandinavica*, 156(4), 457-464.
- Skelton, D., Greig, C., Davies, J., & Young, A. (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. *Age Ageing*, 23, 371-377.
- Smith, E. (1982). Osteoporose-turnen tut gut. *Medical Tribune*, 17, 19-37.

-
- Smith, E., & Gilligan, C. (1983). Physical activity prescription for the older adult. *Science and Sports*, 11, 91-101.
- Smith, H. E. (1965). Family interaction patterns of the aged: A review. In A. M. Rose, & S. Peterson, *Older people and their social world*. Philadelphia: F.A. Davis Co.
- Soler Vila, A., & Jimeno Calvo, M. (1998). *Actividades acuáticas para personas mayores*. Madrid: Gymnos Editorial.
- Soler Vila, A. (2009). *Practicar ejercicio físico en la vejez*. Barcelona: INDE.
- Spiriduso, W. W., & Cronin, D. L. (2001). Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 33(supl.6), S598-608.
- Spiriduso, W. W. (2005). *Physical dimensions of aging*. Champaign: Human Kinetics.
- Sprangers, M.A.G., Schwartz, C.E. (1999). Integrating response shift into health-related quality of life research: a theoretical model. *Social science medicine*, 48(11), 1507-1515.
- Steib, S., Schoene, D., & Pfeifer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(5), 902-14.
- Stein, L., & Belluzi, J. (1978). Brain endorphine and the sense of well-being: A psychobiological hypothesis. *Advances in Biochemical Psychopharmacology*, 18.
- Stewart, A. L., King, A. C., & Haskell WL. (1993). Endurance exercise and health-related quality of life in 50-65 year-old adults. *The Gerontologist*, 33(6), 782-789.
- Stewart, K., Bacher, A., Hees, P., Tayback, M., Ouyang, P., & de Beur, S. (2005). Exercise effects on bone mineral density - relationships to changes in fitness and fatness. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(5), 453-460.
- Strehler, B. L. (1977). *Time, cells, and aging*. New York: Academic Press.
- Stump, T. E., Clark, D. O., Johnson, R. J., & Wolinsky, F. D. (1997). The structure of health status among hispanic, african american, and white older adults. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 52 Spec No, 49.
- Suetta, C., Aagaard, P., Magnusson, S. P., Andersen, L. L., Sipilä, S., Rosted, A., et al. (2007). Muscle size, neuromuscular activation, and rapid force characteristics in elderly men and women:

- Effects of unilateral long-term disuse due to hip-osteoarthritis. *Journal of Applied Physiology*, 102(3), 942.
- Suetta, C., Hvid, L., Justesen, L., Christensen, U., Neergaard, K., Simonsen, L., et al. (2009). Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining. *Journal of Applied Physiology*, 107(4), 1172-1180.
- Suzuki, T., Bean, J., & Fielding, R. (2001). Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(9), 1161-1167.
- T**artler, R. (1961). *Das alter in der modernen gesellschaft*. Stuttgart: Enke.
- Taylor, A., Cable, N., Faulkner, G., Hillsdon, M., Narici, M., & Van, D. (2004). Physical activity and older adults: A review of health benefits and the effectiveness of interventions. *Journal of Sports Sciences*, 22(8), 703-25.
- Thelen, D., Schultz, A., Alexander, N., & AshtonMiller, J. (1996). Effects of age on rapid ankle torque development. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 51(5), M226-M232.
- Thepault-Mathieu, C., Van Hoecke, J., & Maton, B. (1988). Myoelectrical and mechanical changes linked to length specificity during isometric training. *J Appl Physiol*, 64(4), 1500-1505.
- Thomae, H., & Lehr, U. (2003). *Psicologia de la senectud. Proceso y aprendizaje del envejecimiento*. Barcelona: Herder.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. C. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.
- Ticó, J. (1992). Aspectos sociológicos de las prácticas físicas en la tercera edad. *Revista Apunts*, (30), 20-28.
- Timiras, P. (1997). *Bases fisiológicas del envejecimiento y geriatría*. Barcelona: Masson.
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *The New England Journal of Medicine*, 319(26), 1701-7.

-
- Torrado, V., Aparicio, M., & Sanz, P. (1994). Efectos psicologicos de un programa de entrenamiento físico en sujetos mayores de 60 años. *Revista Española De Geriatria y Gerontologia*, 29(1), 38-42.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., et al. (2003). Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: A randomized controlled study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(5), 876-884.
- Tous Fajardo, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- Tous Fajardo, J., & Moras Ferliú, G. (2004). Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. *EF y deportes: revista digital*, 79. www.efdeportes.com.
- Trappe S. (2001). Master athletes. *Int J Sports Nutr Exerc Metab*, 11(suppl S), 196-207.
- Trappe, T., Lindquist, D., & Carrithers, J. A. (2001). Muscle-specific atrophy of the quadriceps femoris with aging. *J Appl Physiol*, 90(6), 2070-2074.
- Tunstall, J. (1969). Old and alone: A sociological study of old people. *American Sociological Review*, 34(1).
- Tylee, M., Popovic, M., Yu, S., & Craven, C. (2003). Human responses to vibration therapy. Proceedings of the 25TH annual international conference of the ieeeee engineering in medicine and biology society. 1705-1708.
- U**. S. Department of Health and Human Services. (1999). *Promoting physical activity: A guide for community action*. Champaign: Human Kinetics.
- V**an Nes, I., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., van Kuijk, A., & Geurts, A. (2006 Sep). Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: A randomized, controlled trial. *Stroke*, 37(9), 2331-5.
- Vandervort, A., & McComas, A. (1986). Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J Appl Physiol*, 61, 361-367.
- Varo Cenarruzabeitia, J., Martínez Hernández, J., & Martínez González, M. (2003). Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. *Med Clin*, 121, 656-672.

-
- Vega, J. L., & Bueno, B. (1996). *Desarrollo adulto y envejecimiento*. Madrid: Síntesis.
- Vélez, M. (1991). El entrenamiento de la fuerza para mejorar el salto. *Apunts d'Educació Física i Esport*, 29:139-156.
- Verjoshanski, Y. (1986). *Fundamentals of special strength training in sport*. Livonia, Michigan: Sportivny Press.
- Verschueren, S., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004 Mar). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res*, 19(3), 352-9.
- Verschueren, S., Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A., Haentjens, P., Vanderschueren, D., et al. (2011). The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: A 6-month randomized, controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(1), 42-49.
- Vincent, K., & Braith, R. (2002). Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 17-23.
- Vincent, K., Braith, R., Feldman, R., Magyari, P., Cutler, R., Persin, S., et al. (2002). Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(6), 1100-7.
- W**are, J., Kosinski, M., & Keller, S. (1996 Mar). Medical outcomes study (MOS) 12-item short form. *Med Care.*, 34(3), 220-33.
- Wazny, Z. (1975). *Novedades en entrenamiento de la fuerza muscular*. Madrid: Centro de Documentación. INEF.
- Weinberg, R., & Gould, D. (1999). *Fundatios of sport and exercise psyshology*. Campaing: Humain Kinetics.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.
- Whipple, E., Wolfson, L., & Amerman, P. (1987). The relationship of knee and ankle wekness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am. Geriatr. Soc*, 35, 13-20.

-
- Williams, G., Higgins, M., & Lewek, M. (2002). Aging skeletal muscle: Physiologic changes and the effects of training. *Physical Therapy*, 82(1), 62-8.
- Willoughby, D., & Simpson, S. (1998). The effects of combined electromyostimulation and dynamic muscular contractions on the strength of college basketball players. *J. Strength Cond. Res*, 12(3), 131-7.
- Wolf, S. L., Ariel, D., Saar, M., Penny, M., & Railey, P. (1986). The effect of muscle stimulation during resistive training on performance parameters. *American Journal of Sport Medicine*, 14, 18-23.
- Wood, R., Reyes Alvarez, R., Maraj, B., Metoyer, K., & Welsch, M. (1999). Physical fitness, cognitive function, and health-related quality of life in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(3), 217-30.
- Y**ela, M. (1986). Psicología del envejecer. Dins: *Envejecimiento Biológico y Salud*. Madrid, Instituto de Ciencias del Hombre, 1986, 183-211.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., & Rose, T. L. (1983). Development and validation of a geriatric depression rating scale. A preliminary record. *Journal of the American Society Psychical Research*, 17
- Yue, Z., & Mester, J. (2004). A modal analysis of resonance during the whole-body vibration. *Studies in Applied Mathematics*, 112(3), 293-314.
- Z**atsiorski, V. M. (1989). *Metrología deportiva: Libro de texto*. Moscú: Planeta.
- Zhang, JG., Ishikawa-Takata, K., Yamazaki, H., Morita, T., & Ohta, T.(2006).The effects of tai chi chuan on physiological function and fear of falling in the less robust elderly: an intervention study for preventing falls. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 42, 2.

