

Resposta neurodinàmica del test de slump i avaluació d'un programa de mobilitzacions neurals en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics.

Montserrat Pujol Marzo

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

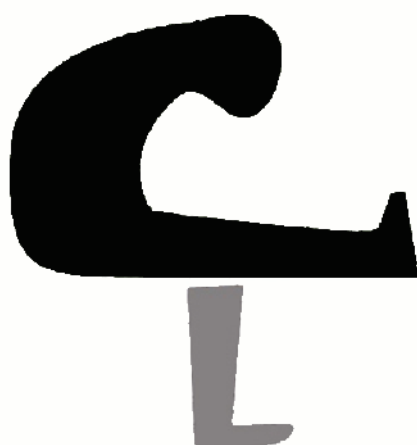
ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Tesi doctoral

**Resposta neurodinàmica
del test de slump i avaluació d'un
programa de mobilitzacions
neurals en joves esportistes de
tecnificació asimptomàtics**

Montserrat Pujol Marzo



**RESPOSTA NEURODINÀMICA DEL TEST DE SLUMP I
AVALUACIÓ D'UN PROGRAMA DE
MOBILITZACIONS NEURALS EN JOVES ESPORTISTES
DE TECNIFICACIÓ ASIMPTOMÀTICS**

Programa de Doctorat en Fisioteràpia

2010 - 2015

Tesi doctoral presentada per

Montserrat Pujol Marzo

Dirigida per

Dra. Caritat Bagur Calafat

Dr. Carles Pedret Carballido

AGRAÏMENTS

Vull agrair a totes aquelles persones, companys, alumnes, amics i familiars que m'han acompanyat en l'elaboració d'aquesta tesi.

En especial:

Al David per oferir-se a fer aquest viatge amb mi. Has estat el millor company que podia haver tingut, gràcies per la teva paciència, pels teus consells i per la teva bona manera de fer. A la meitat del viatge va néixer la nostra princesa que m'ha donat la força i la llum per acabar aquest treball.

Als meus pares i a la meva germana pel seu recolzament diari, ara i sempre, i últimament posar-me facilitats logístiques familiars. Moltes gràcies!

A la Dra Caritat Bagur i al Dr. Carles Pedret, pel seu mestratge, consell i disposició que han tingut en tot moment. Moltes gràcies

A la meva amiga, la Dra. Laura Pacheco. En els millors dels meus somnis no podia haver demanat tenir una persona com tu al meu costat. Quan vaig acabar la carrera em vas brindar l'oportunitat de treballar amb tu i amb el gran equip humà i professional que lideraves. Se'ns dubte ets la meva gran mestra, el meu referent de la fisioteràpia i de la vida en general.

Als meus companys de departament: l'Ernesto, la Raquel, el Dani i la Berta per ajudar-me a recollir les dades i per les múltiples reflexions que hem fet sobre el tema, però sobretot per estar al meu costat durant tot aquest procés.

Al Consell Català de l'Esport per facilitar-me la utilització de les seves instal·lacions i de manera especial a totes les persones del Centre Mèdic, per la seva predisposició, pel seu assessorament consells i propostes des del primer dia. Menció especial al Dr. Gonzalo Grazioli per l'assessorament estadístic i al Jaume Escoda, al Ramon Balius i a la Beatriu Galilea per la seva confiança, consells i suport incondicional.

A les biblioteques del Consell Català de l'Esport i de la Universitat Internacional de Catalunya. En especial al Lluís Álvarez i la M^a LLuisa Berasategui per totes les facilitats i bona disposició per trobar tot allò que buscava.

A l'Institut de Biomecànica de València que, a través de l'empresa Baasys tot van ser facilitats per cedir-me l'aparell de mesura. Gràcies en especial a la Dra Catalina Piqueras.

Al laboratori d'anatomia ecogràfica de la Facultat de Medicina CCS Bellvitge de la Universitat de Barcelona, i en especial a la seva responsable a la Dra. Miguel i al Marc Blasi per la seva col·laboració.

A tots els esportistes de la Residència Joaquim Blume que han participat de manera voluntària en l'estudi i a tots els estudiants que han col·laborat i m'han ajudat.

I a la Laia Sallès, gran amiga que vaig conèixer al començar aquest viatge. Vàrem començar juntes aquest camí i després de moltes pujades i baixades, de retirar pedres i pedretes, l'acabarem juntes.

ÍNDEX

RESUM	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	IX
TAULA D'ABREVIATURES	XI
TAULA D'ACRÒNIMS.....	XIII
ÍNDEX DE TAULES	XV
ÍNDEX DE FIGURES.....	XIX
1. INTRODUCCIÓ.....	1
1.1. Organització funcional del Sistema Nerviós	1
1.2. Relació entre el Sistema Nerviós i el Sistema Musculosquelètic	5
1.3. Propietats mecàniques i fisiologia del sistema nerviós	5
1.4. Vascularització del SN	8
1.5. La mecanosensibilitat.....	9
1.6. Inflamació neurògena	10
1.7. Disfunció neural	12
1.8. Tests neurodinàmics	12
1.9. Test de slump.....	16
1.10. Tècniques de mobilització neural	21
1.10.1. Nervi Ciàtic.....	21
1.10.2. Moviment del nervi	23
1.11. Estiraments musculars	26
1.12. Disfuncions neurals en l'àmbit esportiu	29

2. JUSTIFICACIÓ	35
3. HIPÒTESIS.....	39
4. OBJECTIUS	43
4.1. Objectiu Principal.....	43
4.2. Objectius Secundaris	43
5. METODOLOGIA.....	47
5.1. Disseny	47
5.2. Població i mostra	47
5.2.1. Població d'estudi.....	47
5.2.2. Selecció de la mostra	48
5.3. Variables d'estudi	51
5.3.1. Descripció de les variables	51
5.3.2. Descripció dels tests	52
5.3.3. Descripció del material	58
5.4. Descripció de la intervenció.....	59
5.4.1. Estirament estàtic passiu	59
5.4.2. Mobilitzacions neurals.....	63
5.5. Procediment	64
5.5.1. Xerrada informativa i prova del test.....	65
5.5.2. Aleatorització.....	66
5.5.3. Sessió d'aprenentatge dels EEP i de les MN	66
5.5.4. Examen Basal	66
5.5.5. Valoració a les 4 setmanes	67
5.5.6. Valoració a les 8 setmanes.....	67
5.5.7. Qüestionari final.....	67
5.5.8. Entrega dels resultats	68
5.6. Anàlisi estadístic	70
5.7. Consideracions ètiques.....	71
6. RESULTATS	75

6.1. Estudi de la resposta neurodinàmica, a través del test de slump, en joves esportistes d'elit.....	75
6.1.1. Descriptius de la mostra basal inicial.....	76
6.1.2. Estudi de la diferència de l'angle d'extensió del genoll i de l'angle d'extensió del genoll durant el test de slump.....	76
6.1.3. Estudi del dolor percebut durant el test de slump.....	81
6.1.4. Estudi de la localització durant el test de slump.....	81
6.2. Descriptius de les variables de la mostra de seguiment i comparacions basals entre els grups d'estudi	83
6.2.1. Dades antropomètriques segons el grup d'estudi	83
6.2.2. Estudi de la variable edat segons el grup d'estudi	86
6.3. Estudi descriptiu de la continuïtat de la participació en l'estudi	88
6.3.1. Continuïtat de la participació en l'estudi per sexes en cada valoració.....	88
6.3.2. Continuïtat de la participació en l'estudi per sexe i esports en cada valoració	89
6.3.3. Continuïtat de la participació en l'estudi per grups d'estudi en cada valoració.....	91
6.3.4. Continuïtat de la participació en l'estudi: Motius d'abandonament	92
6.3.5. Nombre de sessions d'entrenaments no realitzats durant l'estudi	94
6.3.6. Continuïtat del programa d' estiraments estàtics passius.....	95
6.3.7. Anàlisi del factor d'estudi: Mobilitzacions neurals	98
6.4. Comparacions de l'evolució de les variables d'estudi al llarg del temps.....	101
6.4.1. Estudi comparatiu de l'angle d'extensió del genoll	101
6.4.2. Estudi comparatiu del dolor percebut durant el test de slump post-entrenament.....	114
6.4.3. Estudi comparatiu de la localització del dolor percebut	117
6.5. Comparacions de les variables diferència de l'angle d'extensió del genoll i intensitat del dolor en el pre i post sessió d'entrenament	119
6.5.1. Estudi comparatiu de diferència de l'angle d'extensió del genoll pre-post sessió d'entrenament	120
6.5.2. Estudi comparatiu de la intensitat del dolor pre-post entrenament.....	121
6.6. Estudi del qüestionari final	124
7. DISCUSSIÓ	129
7.1. Resposta neurodinàmica del test de slump.....	129

7.2. Efecte d'un programa de mobilitzacions neurals	134
7.2.1. La neurodinàmica	134
7.2.2. Les mobilitzacions Neurals	135
7.2.3. Resultats del programa de Mobilitzacions Neurals.....	137
7.3. Comparacions del test de slump entre el pre i post sessió d'entrenament.....	142
7.4. Limitacions de l'estudi.....	143
7.5. Línies de futur	144
8. CONCLUSIONS	147
9. BIBLIOGRAFIA	151
10. ANNEXOS.....	167
10.1. Full informatiu per al/la participant.....	167
10.2. Acceptació del Comité d'Ètica.....	171
10.3. Carta de responsabilidad del instrumento	172
10.4. Full d'explicació de l'estudi.....	173
10.5. Full de registre de dades (primera valoració)	176
10.6. Full de registre de dades (segona i tercera valoració)	181
10.7. Full de control de seguiment dels entrenaments (Full que omple cada esportista diàriament)	185
10.8. Qüestionari final	186
10.9. Carta d'agraïment esportistes participants	188
10.10. Gràfics per cada esportista (cama dominant i no dominant)	189
10.11. Calendari recollida de dades.....	191

RESUM

Una de les propietats principals del sistema nerviós és la mecanosensibilitat, la qual es pot alterar amb les repeticions del gest esportiu i/o amb les posicions mantingudes i/o els traumatismes de repetició realitzats durant la pràctica esportiva en l'adolescència.

Tot i que la bibliografia no cita el nervi com a principal teixit afectat durant la pràctica esportiva, el nervi perifèric és l'estructura responsable de la innervació de la resta dels teixits connectius i si es lesiona pot donar igualment clínica de manera directa (per l'afectació del propi nervi) o indirecta (per la seva relació amb el sistema musculoesquelètic).

El propòsit és valorar si les mobilitzacions neurals realitzades després dels entrenaments en una població adolescent sana d'alt nivell esportiu poden ajudar a millorar la mecanosensibilitat del sistema nerviós.

Es va realitzar un assaig clínic aleatoritzat. Es varen seleccionar 67 esportistes de tecnificació d'entre 14 i 17 anys i jugadors/es de basquetbol, handbol i voleibol, becats per la seva federació. La mostra es va dividir en dos grups, un dels quals va realitzar un programa d'estiraments estàtics passius després de la pràctica esportiva i l'altre va realitzar els mateixos estiraments, però afegint al protocol un exercici de mobilització neural que va ser l'objecte d'estudi d'aquest treball.

Es va utilitzar el *test de slump* per a valorar la mecanosensibilitat del sistema nerviós. Es va mesurar l'angle d'extensió del genoll, la intensitat del dolor amb l'escala visual analògica i la seva localització. La valoració es va realitzar abans i després de l'entrenament els dies 1, 30 i 60. Varen completar tot el programa un total de 48 esportistes, que formaren la mostra final.

En l'anàlisi estadístic es va utilitzar la prova t-student, per a grups independents, per tal de comparar les mitjanes entre els dos grups d'estudi i el test ANOVA de dos factors de mesures repetides per a veure les diferències en l'evolució dels dos grups d'estudi al llarg de les tres valoracions.

La resposta neurodinàmica mitjana del test de slump obtinguda en la valoració inicial en aquesta població és de $20,25^{\circ} \pm 7^{\circ}$ pels nois i de $16,34^{\circ} \pm 5^{\circ}$ per les noies. Aquests resultats difereixen dels valors obtinguts en altres estudis realitzats en població adulta, que en el cas dels homes és de $6,6^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ i en les dones de $5,4^{\circ} \pm 5,8^{\circ}$.

Un cop realitzades les mobilitzacions neurals, els resultats mostren diferències estadísticament significatives per l'angle d'extensió del genoll en els 3 factors: evolució del temps (p valor=0), entre grups d'estudi (p -valor=0,043) i en la interacció d'ambdós factors (p -valor=0,048). Aquestes diferències es van presentar entre la cinquena i la vuitena setmana.

En les variables intensitat i localització del dolor no es troben diferències estadísticament significatives en cap de les valoracions.

Per concloure es pot dir que un programa de mobilitzacions neurals de 2 mesos de durada realitzat en el post-esforç millora la mecanosensibilitat del sistema nerviós en joves esportistes d'elit.

RESUMEN

Una de las propiedades principales del sistema nervioso es la mecanosensibilidad, la cual se puede alterar con las repeticiones del gesto deportivo y / o con las posiciones mantenidas y / o los traumatismos de repetición realizados durante la práctica deportiva en la adolescencia.

Aunque la bibliografía no cita el nervio como principal tejido afectado durante la práctica deportiva, el nervio periférico es la estructura responsable de la inervación del resto de los tejidos conectivos y si se lesiona puede dar igualmente clínica de manera directa (por la afectación del propio nervio) o indirecta (por su relación con el sistema músculo-esquelético).

El propósito es valorar si las movilizaciones neurales realizadas después de los entrenamientos en una población adolescente sana de alto nivel deportivo pueden ayudar a mejorar la mecanosensibilidad del sistema nervioso.

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado. Se seleccionaron 67 deportistas de tecnificación de entre 14 y 17 años y jugadores / as de baloncesto, balonmano y voleibol, becados por su federación. La muestra se dividió en dos grupos, uno de los cuales realizó un programa de estiramientos estáticos pasivos después de la práctica deportiva y el otro realizó los mismos estiramientos, pero añadiendo al protocolo un ejercicio de movilización neural que fue el objeto de estudio de este trabajo.

Se utilizó el *test de slump* para valorar la mecanosensibilidad del sistema nervioso. Se midió el ángulo de extensión de la rodilla, la intensidad del dolor con la escala visual analógica y su localización. La valoración se realizó antes y después del entrenamiento los días 1, 30 y 60. Completaron todo el programa un total de 48 deportistas, que formaron la muestra final.

En el análisis estadístico se utilizó la prueba t-student, para grupos independientes, a fin de comparar las medias entre los dos grupos de estudio y el

test ANOVA de dos factores de medidas repetidas para ver las diferencias en el evolución de los dos grupos de estudio a lo largo de las tres valoraciones.

La respuesta neurodinámica media del *test de slump* obtenida en la valoración inicial en esta población es de $20,25^{\circ} \pm 7^{\circ}$ para los chicos y de $16,34^{\circ} \pm 5^{\circ}$ para las chicas. Estos resultados difieren de los valores obtenidos en otros estudios realizados en población adulta, que en el caso de los hombres es de $6,6^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ y en las mujeres de $5,4^{\circ} \pm 5,8^{\circ}$.

Una vez realizadas las movilizaciones neurales, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas para el ángulo de extensión de la rodilla en los 3 factores: evolución del tiempo (p valor = 0), entre grupos de estudio (p-valor = 0,043) y en la interacción de ambos factores (p-valor = 0,048). Estas diferencias se presentaron entre la quinta y la octava semana.

En las variables intensidad y localización del dolor no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las valoraciones.

En conclusión se puede decir que un programa de movilizaciones neurales de 2 meses de duración realizado en el post-esfuerzo mejora la mecanosensibilidad del sistema nervioso en jóvenes deportistas de élite.

ABSTRACT

One of the main properties of the nervous system is mechanosensitivity, which can be altered by the repetition of sport movements and / or positions held and / or repeated trauma during sports performed on adolescence.

Although the literature does not mention the nerve as the main tissue affected during sports, the peripheral nerve is the structure responsible for innervation of the other connective tissues and if injured it can also provide direct symptoms (for own nerve involvement) or indirect (for its relationship with the musculoskeletal system).

The purpose is to assess whether the neural mobilizations carried out after training in a high sport level healthy adolescent population can improve the nervous system mechanosensitivity.

It was performed a randomized clinical trial. 67 technification athletes between 14 and 17 years old were selected. They were basketball, handball and volleyball players, funded by their federation. The sample was divided into two groups, one of which held a passive static stretching program after the sport practice and the other made the same stretching protocol but adding neural mobilization exercise protocol which was the purpose of this work.

We used the *slump test* to evaluate the mechanosensitivity of the nervous system. We measured the extension angle of the knee, the pain intensity with a visual analog scale and the location of the pain. The assessment was performed before and after training the days 1, 30 and 60. The whole program was completed by 48 athletes, which formed the final sample.

For the statistical analysis it was used the t-student test for independent groups to compare the averages between the two study groups and two-factors ANOVA test for repeated measures to see the differences in the evolution of the two study groups throughout the three assessments.

The average neurodynamic response for the *slump test* obtained in the initial assessment in this population is $20,25^{\circ} \pm 7^{\circ}$ for boys and $16,34^{\circ} \pm 5^{\circ}$ for girls. These results differ from values obtained in other studies in adults, where in men is $\pm 6,6^{\circ}$ $4,7^{\circ}$ and in women $5,4^{\circ} \pm 5,8^{\circ}$.

Once the neural mobilizations were done, the results show statistically significant differences for the knee extension angle in three factors: time evolution (p-value = 0), between study groups (p-value = 0.043) and the interaction of both factors (p-value = 0.048). These differences were between the fifth and the eighth week.

In intensity of pain and location variables there are not statistically significant differences in any of the evaluations.

To conclude we can say that two months neural mobilizations program applied after the exercise practice improve the mechanosensitivity of the nervous system in young elite athletes.

TAULA D'ABREVIATURES

AEG: Angle d'extensió del genoll

AEGFC: Angle d'extensió del genoll amb flexió cervical

CD: Cama dominant

CND: Cama no dominant

D: Dret/a

DifAEG: Diferència de l' angle d'extensió del genoll

DS: Desviació estàndard

E: Esquerre/a

ECE: Elevació cama estirada

EEP: Estirament estàtic passiu

EVA: Escala visual analògica

GC: Grup control

GE: Grup experimental

IMC: Índex de massa corporal

Màx: Màxim

MCS: Mecanosensibilitat

MDE: Maniobra de diferenciació estructural

Mín: Mínim

Mitj: Mitjana

MN: Mobilització neural

NC: Nervi Ciàtic

SME: Sistema Musculosquelètic

SN: Sistema Nerviós

SNC: Sistema Nerviós Central

SNP: Sistema Nerviós Perifèric

TND: test neurodinàmics

TS: test de slump

TAULA D'ACRÒNIMS

Comitè d'ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de la Generalitat de Catalunya (**CEICEGC**)

Llei orgànica de Protecció de Dades (**LOPD**).

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Classificació dels diferents tipus d'estiraments segons el comportament de l'estructura múscultendinosa. Font: Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat. Pacheco, L. García, J, 2010 (72).....	27
Taula 2: Esquema dels efectes dels estiraments. (Font: Tesi Pacheco, L, 2014) (79).....	28
Taula 3: Nombre d'esportistes residents al Centre Català de Tecnificació Joaquim Blume classificats segons disciplina esportiva i sexe.....	50
Taula 4: Càrrega de treball.....	64
Taula 5: Resultats antropomètrics (pes, talla, IMC).....	76
Taula 6: Estadístics descriptius de la variable difAEG després de realitzar el TS en flexió i extensió cervical.....	77
Taula 7: Estadístics descriptius de la variable AEGFC	78
Taula 8: Estadístics descriptius de la difAEG i de la AEGFC segons CND o CD .	80
Taula 9: Estadístics descriptius del valor mig de la difAEG segons el sexe	81
Taula 10: Freqüències i percentatges de la localització del dolor màxim durant el TS	82
Taula 11: Resultats antropomètrics (pes, talla, IMC) separats per grup d'estudi .	84
Taula 12: Resultats de l'edat separats per grups d'estudi.....	87
Taula 13: Distribució per sexes en cada valoració	89
Taula 14: Distribució per sexe i esport en cada valoració	90

Taula 15: Distribució per grups d'estudi en cada valoració	91
Taula 16: Motius i nombre d'exclusions de l'estudi en cada valoració	93
Taula 17: Dies de baixa (no entrenament) durant cada període en cada grup d'estudi.....	94
Taula 18: Compliment dels EEP segons el grup d'estudi.....	96
Taula 19: compliment dels EEP segons esport	97
Taula 20: Compliment dels EEP segons el sexe.....	98
Taula 21: Compliments de les MN	99
Taula 22: Compliment de les MN segons l'esport	99
Taula 23: Compliment de les MN segons el sexe	100
Taula 24: Estadístics descriptius del valor mig de la difAEG segons el grup d'estudi previ a l'entrenament	102
Taula 25: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes	103
Taula 26: Estadístics descriptius del valor mitjà de l'AEG segons grup d'estudi posterior a l'entrenament.....	105
Taula 27: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes	106
Taula 28: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.	108
Taula 29: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.	110
Taula 30: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.	112
Taula 31: Estadístics descriptius del dolor segons grup d'estudi posterior a l'entrenament	115
Taula 32: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.	116

Taula 33: Taula descriptiva de la localització del dolor en el test previ a l'entrenament de l'examen basal i en el test post entrenament de la 3 ^a valoració.....	118
Taula 34: Estadístics descriptius de la variable difAEG pre sessió entrenament i post sessió entrenament	120
Taula 35: Estudi de l'efecte de l'entrenament relacionat amb l'angle d'extensió del genoll.....	121
Taula 36: Estadístics descriptius de la intensitat de l'EVA de la diferència dels valors del pre-entrenament menys els valors del post entrenament	122
Taula 37: Estudi de l'efecte de l'entrenament relacionat amb el dolor	123
Taula 38: Canvis produïts després de l'estudi segons el grup d'estudi	124

ÍNDIX DE FIGURES

- Figura 1 : Capes de teixit connectiu dels nervis perifèrics. (A: axò, VS: vasos sanguinis, E: endoneure, EE: Epineure extern, EI: Epineure intern, M: Mesoneure, P: perineure). Font: Movilización del SN. Butler, D, 2002. 3
- Figura 2: Zona d'unió de l'estructura connectiva entre el SNC i SNP (A: aracnoide, D: Duramàter, ED: teixit epidural, P: Perineure, E: Epineure). Font: Suderland 1978 (Nerve and nerve injuries)..... 4
- Figura 3: Estructura d'un nervi perifèric segons Gauthier-Lafaye. Font: Manipulación de los nerviós periféricos. Barral i Coibier, 2009. 4
- Figura 4: Concepte de neurodinàmica. Font. Neurodinàmica Clínica. Shacklock, M, 2007. 6
- Figura 5: Exemple de les ramificacions dels fascicles del nervi musculocutani (Sunderland1978). Font: Movilización del SN. Butler, D,2002. 7
- Figura 6: Exemple a la resposta de compressió del nervi perifèric en funció del nombre de fascicles. Font. Movilización del SN. Butler, D, 2002. 7
- Figura 7: Subministrament sanguini del nervi perifèric. (EN: endoneure, VEN: vas extraneural, EP: epineure, VN: vas nutricional, P: perineure). Al detall s'observa la direcció obliqua que entra el vas sanguini dins del fascicle. Font: Movilización del SN. Butler, D (extret de Ludborg, 1988)..... 8
- Figura 8: Estructura d'un nervi perifèric. 1 Container del nervi. 2 Nervi perifèric. 3 Hematoma o edema extraneural. 4 Adherències extraneurals. 5 Hematoma o edema intraneural. 6 Fibrosi intraneurals. Font: Le chaine Neuroméningée, 2007. De Leare,J..... 11
- Figura 9: Esquema de les possibles respostes obtingudes durant un test neurodinàmic. Font. Neurodinàmica Clínica. Shacklock, M, 2007. (TND: Test

Neurodinàmics; MDE: Maniobra de diferenciació estructural; ME: musculoesquelètica)	15
Figura 10: Desplaçament proximal i distal de la medulla espinal amb contacte o separació de l'arrel nerviosa al pedicle. Font: Biomecànica del SN. Retomando los Trabajos de Breig. M. Shacklock, 2005.....	18
Figura 11. Seqüència del test de slump. Font. Neurodinàmica Clínica. Shacklock, M, 2007	19
Figura 12: Recorregut del nervi ciàtic en la zona glútia i proximal de la cuixa	21
Figura 13: Nervi peroneal comú darrera del cap del peroné	22
Figura 14: Imatge superior nervi tibial en el conducte osteofibrós del tars. En la imatge inferior branques plantars (medial i lateral) del nervi tibial.....	22
Figura 15: Desplaçament del nervi al realitzar un moviment articular. Punt de convergència. Font: Le syndrome neurogène douloureux. De Leare, J; Tixa, S, 2011.....	23
Figura 16: Representació d'un segment d'un nervi perifèric envoltat per la seva interfase mecànica (IM). IN; Intraneural. EN: Extraneural. Font: Movilizació del SN. Butler, D, 2002.....	24
Figura 17: Seguiment de la mostra	50
Figura 18. Primer test per conèixer la CD de l'esportista	53
Figura 19. Segon test per conèixer la CD de l'esportista	53
Figura 20. Tercer test per conèixer la CD de l'esportista	54
Figura 21. TS en posició de tensió màxima del sistema nerviós. Fisioterapeuta 1 mesura l'angle del genoll en aquesta posició. Fisioterapeuta 2 fixa la posició. Fisioterapeuta 3 anota els resultats.	56
Figura 22. Mesura de l'angle del genoll després de realitzar una extensió cervical durant el TS.....	56

Figura 23. Esportista omplint el full de registre concretament la intensitat del dolor/tensió per les dues cames amb l'EVA.	57
Figura 24: Imatge utilitzada per facilitar la localització de la resposta	57
Figura 25: Goniòmetre i imatge del programa utilitzat durant la recollida de dades	58
Figura 26: Estirament estàtic passiu del recte anterior del quàdriceps	60
Figura 27: Estirament estàtic passiu dels Isquiosurals	60
Figura 28: Estirament estàtic passiu del piramidal	61
Figura 29: Estirament estàtic passiu dels pelvitrocanteris i gluti.....	61
Figura 30: Estirament estàtic passiu dels aductors	61
Figura 31: Estirament estàtic passiu dels gastrocnemi	62
Figura 32: Estirament estàtic passiu del soli	62
Figura 33: Posició d'inici i final de l' exercici de mobilització del nervi ciàtic	63
Figura 34: Esquema de les intervencions seqüenciades durant el procediment de la recollida de dades	65
Figura 35: Resum gràfic de les etapes de d'estudi.....	69
Figura 36: Esquema de la mostra inicial i de la de seguiment	75
Figura 37: Resultat de la difAEG després de realitzar la MDE separat segons sexe	
Figura 38: Resultat de l' angle mig d'extensió de genoll amb flexió cervical separat segons sexe	79
Figura 39: Comparació del l'alçada per grups d'estudi (GC: grup control; GE: grup experimental)	85
Figura 40: Comparació del pes per grups d'estudi. (GC: grup control; GE: grup experimental)	85

Figura 41: Comparació de l'IMC per grups d'estudi. (GC: grup control; GE: grup experimental)	86
Figura 42: Distribució per sexes en cada valoració	89
Figura 43: Distribució per sexes i esport en cada valoració	91
Figura 44 Distribució per grup d'estudi en cada valoració	92
Figura 45: Gràfic de barres agrupades amb un IC. (95%) de la mitjana; GC: Grup control; GE: Grup experimental; S1-4: de la primera a la quarta setmana; S5-8; de la cinquena a la vuitena setmana.....	95
Figura 46: Evolució de la diferència de l'AEG en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el pre entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.....	104
Figura 47: Evolució de la diferència de l'angle en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.....	107
Figura 48: Evolució de la diferència de l'angle en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament per la CD. GC: Grup control; GE: Grup experimental; CD: Cama dominant	108
Figura 49: Evolució de la diferència de l'angle en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament per la CND. GC: Grup control; GE: Grup experimental; CND: Cama no dominant.....	109
Figura 50: Evolució de la diferència de l'AEG en els nois en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.....	110
Figura 51: Evolució de la diferència de l'AEG en els noies en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.....	111

Figura 52: Evolució de la diferència de l'AEG en el grup de basquetbol pels dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental..... 112

Figura 53: Evolució de la diferència de l'AEG en el grup d' handbol en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental..... 113

Figura 54: Evolució de la diferència de l'AEG en el grup de voleibol en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental..... 114

Figura 55: Evolució de la intensitat del dolor en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental; eva: escala visual analògica 117

Figura 56: Localització del dolor durant el TS durant el pre entrenament; GC: Grup control; GE: Grup experimental..... 118

Figura 57: Localització del dolor durant el TS durant el post entrenament ; GC: Grup control; GE: Grup experimental..... 119

INTRODUCCIÓ

1

1. INTRODUCCIÓ

La pràctica esportiva sotmet l'organisme a una exigència física superior a la normal. La repetició del gest esportiu implica una sèrie de traumatismes repetits que poden provocar una disfunció neural. En aquests casos, tot i no presentar signes d'alteració de la sensibilitat, de la força o abolició dels reflexes, la mecànica i la fisiologia del sistema nerviós es poden veure afectades alterant-se la mecanosensibilitat neural. En aquestes situacions els tests neurodinàmics s'estan consolidant com a eina alhora de realitzar el diagnòstic diferencial.

La majoria de lesions esportives assenten a les extremitats inferiors, és per això que el test de slump s'està convertint en un test bàsic per a valoració del sistema nerviós i del sistema musculoesquelètic. En funció del resultat, les mobilitzacions neurals, tot i ser tècniques emergents, formaran part del tractament de fisioteràpia.

1.1. Organització funcional del Sistema Nerviós

El sistema nerviós (SN), juntament amb el sistema endocrí, regeix i controla totes les funcions i activitats conscients i inconscients de l'organisme. Les seves principals funcions són la sensitiva, reaccionant front a estímuls que provenen de l'interior i de l'exterior, la integradora, analitzant i integrant aquests estímuls i prenent decisions de la conducta a seguir, i, finalment, la motora realitzant contraccions musculars o secrecions glandulars (1).

Encara que el SN constitueix una unitat morfològica i funcional, per a simplificar el seu estudi anatòmic sol dividir-se en dos tipus: sistema nerviós central (SNC) que comprèn l'encèfal i la medulla espinal i el sistema nerviós perifèric (SNP) format pels ganglis nerviosos, pels nervis perifèrics (parells cranials i nervis espinals) i les terminacions nervioses.

Els nervis perifèrics estan formats per un reagrupaments de fibres que condueixen una informació sensitiva i/o motora des d'un centre nerviós des de o cap a la

perifèria, modulada pels neurotransmisors. Tant les fibres motores com les sensibles presenten fibres mielíniques i amielíniques en una ràtio de 1:4 (2). La vaina de mielina facilita la transmissió de l'impuls, per la seva composició en greix és aïllant (mal conductor de l'estímul elèctric), la qual cosa evita la "dissipació" de l'impuls elèctric. Aquestes fibres es troben embolcades en fascicles per una capa de teixit connectiu dens, les quals protegeixen la transmissió de l'impuls (3).

Pel que fa al teixit connectiu, està format per les fibres de col·lagen que suporten i protegeixen els teixits que condueixen l'impuls. La majoria de fibres s'orienten paral·leles a la direcció de la fibra nerviosa, però també trobem algunes fibres obliqües o circulars que faciliten alguns moviments. A la Figura 1 es poden veure els diferents teixits connectius que formen el nervi perifèric i que es descriuen seguidament: (4–6).

- Mesoneure:

Capa més externa del teixit connectiu distribuïda en fibres de col·lagen circulars amb certa folgança.

- Epineure:

Capa de teixit connectiu lax. Esmorteix els moviments del nervi, protegint els fascicles de qualsevol traumatisme extern. A través dels vasos sanguinis epineurals, manté el sistema d'aportació d'oxigen (7).

Està format per l'epineure extern que defineix la morfologia del nervi i per l'epineure intern situat entre els fascicles del nervi, facilitant i mantenint el moviment entre ells (8).

La quantitat d'epineure pot variar entre individus i al llarg del recorregut del nervi. En zones on el nervi passa pròxim a la superfície, com per exemple el nervi peroneal darrera el cap del peronè, la quantitat de teixit connectiu es veurà augmentada mentre que quan es fa profund aquest teixit es veu disminuït (4,9).

- Perineure:

Capa laminada que envolta cada fascicle protegint els tubs endoneurals. És una beina que té una gran força mecànica a més de ser una barrera bioquímica que aïlla les fibres nervioses del seu entorn (10,11).

- Endoneure:

Capa més interna, formada per col·lagen i fibroblastes, envolta la fibra nerviosa, manté l'espai endoneural i la pressió del líquid. Aquesta capa manté una pressió positiva i que qualsevol alteració en forma d'edema interfereix en la conducció i el moviment de l'axoplasma .

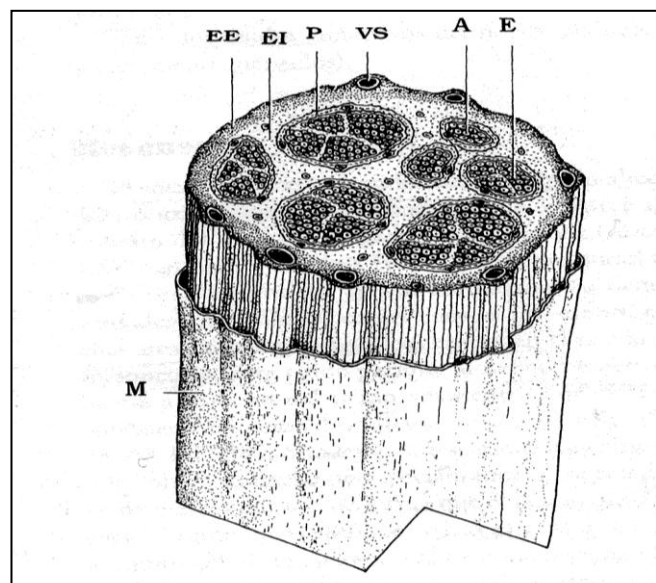


Figura 1 : Capes de teixit connectiu dels nervis perifèrics. (A: axò, VS: vasos sanguinis, E: endoneure, EE: Epineure extern, EI: Epineure intern, M: Mesoneure, P: perineure). Font: Movilización del SN. Butler, D, 2002..

Aquest teixit connectiu del SNP té una continuïtat amb el teixit connectiu del SNC (duramàter, aracnoide i piamàter) (4,12). Per tant, es considera que des de l'interior del crani fins la punta dels dits disposem d'un teixit connectiu continu, aquesta i continuïtat de teixit rep el nom de cadena neuromeníngia (13,14). Qualsevol càrrega que rebí el SNP durant un moviment es transmetrà al SNC i

viceversa. A la figura 2 es pot veure com es produeix la continuïtat d'aquest teixit connectiu al passar del SNC al SNP.

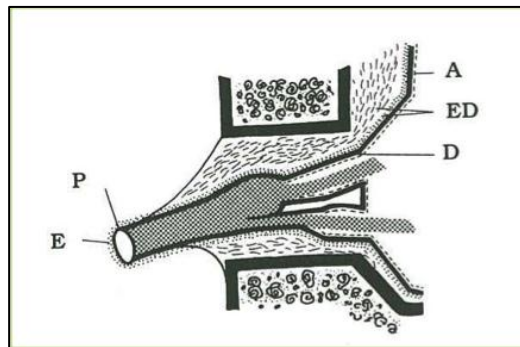


Figura 2: Zona d'unió de l'estructura connectiva entre el SNC i SNP (A: aracnoide, D: Duramàter, ED: teixit epidural, P: Perineure, E: Epineure). Font: Suderland 1978 (Nerve and nerve injuries).

Cal destacar 2 aspectes molt importants d'aquest teixit connectiu (15). Per una banda, és un teixit que està innervat pel nervi nervorum (vegeu figura 3) i pot ser teixit responsable de la clínica provocant dolor (11,16,17). D'altra banda, aquesta continuïtat del teixit connectiu entre el SNC i el SNP permetrà que una mobilització a distància d'un punt d'interès o de conflicte pugui repercutir en ell (9,18–22).

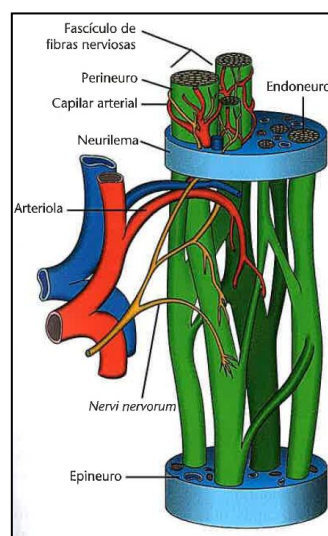


Figura 3: Estructura d'un nervi perifèric segons Gauthier-Lafaye. Font: Manipulación de los nervios periféricos. Barral i Coibier, 2009.

El SN és dinàmic, ja que es desplaça amb els moviments corporals (4,9,23–27), segons Butler és continu per 3 vies: la del teixit connectiu, l'elèctrica a través de l'impuls elèctric i la química amb els neurotransmissors (4).

1.2. Relació entre el Sistema Nerviós i el Sistema Musculosquelètic

El sistema musculosquelètic (SME) està format per teixit muscular, teixit connectiu, teixit nerviós i vasos sanguinis (28).

El SN i el SME són sistemes implicats i relacionats tant per les seves funcions com per la seva contigüïtat anatòmica (9,18,29).

El SME és la superfície de contacte i de protecció del SN. Aquestes superfícies de contacte, anomenades sovint containers o interfases mecàniques per la seva funció, són flexibles i tenen la capacitat d'escurçar-se, allargar-se, doblegar-se i girar-se causant canvis simultanis en les estructures nervioses. Alhora, el teixit neural s'encarrega de la innervació dels diferents teixits del SME. Per aquesta íntima relació, una afectació en un dels dos sistemes podrà afectar a l'altre.

En condicions normals aquestes superfícies de contacte poden ser músculs, fàscies, lligaments, vasos entre d'altres i en condicions patològiques poden aparèixer noves interfases mecàniques com poden ser osteòfits, cicatrius, tumefaccions, etc. que podran alterar el teixit neural (4). En el trajecte de cada nervi hi ha zones amb una major probabilitat de comprometre el teixit neural.

Aquesta relació anatòmica que existeix entre ambdós sistemes fa possible i dóna sentit als tests neurodinàmics.

1.3. Propietats mecàniques i fisiologia del sistema nerviós

Les propietats mecàniques del SN fan referència a la capacitat del SN de suportar la tensió, la compressió i el lliscament (18). En condicions normals, el SN està ben estructurat per mantenir la seva funció mentre s'adapta a l'estrès físic que suposa

tant el manteniment de determinades postures, com els moviments del cos (4,7,12,30). A vegades, el teixit connectiu del SN no tolera els estímuls mecànics i aleshores es parla de patomecànica.

Les funcions fisiològiques bàsiques són el flux sanguini intraneural, la conducció de l'impuls i el transport axonal. L'homeòstasi del SN permetrà una correcta nutrició, eliminar els productes de desfeta i el correcte transport axonal. Quan alguna d'aquestes propietats s'altera es parla de patofisiologia (9).

En qualsevol moviment corporal es produeix un lliscament en el qual intervenen simultàniament la mecànica i la fisiologia del SN (neurodinàmica) (30,31). Com es pot veure a la figura 4, qualsevol alteració de la mecànica i/o de la fisiologia acabarà alterant la neurodinàmica.

Aquesta interdependència es pot aprofitar en el tractament, ja que el treball sobre la mecànica pot millorar la fisiologia del SN.

A la Figura 4 es descriuen les connexions entre la mecànica i la fisiologia del SN, en la qual es produeixen interaccions en ambdós sentits.

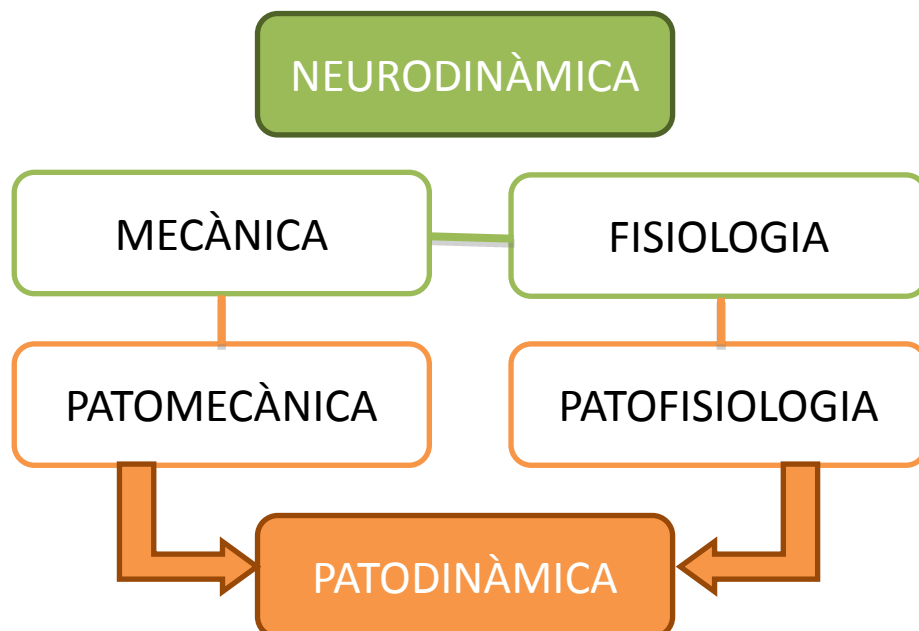


Figura 4: Concepte de neurodinàmica. Font. Neurodinàmica Clínica. Shacklock, M, 2007.

Els nervis disposen d'una sèrie de mecanismes de protecció que ajuden a evitar que aquestes propietats mecàniques i fisiològiques s'alterin.

La disposició dels fascicles del nervi perifèric (vegeu Figura 5) no és constant al llarg de tot el recorregut d'aquest, essent més complexa en la porció proximal. Es tracta d'un mecanisme de dissipació de les traccions de la fibra nerviosa, mateixa funció de protecció que tenen els plexes (4,11), protegint-se així de les posades en tensió del sistema.

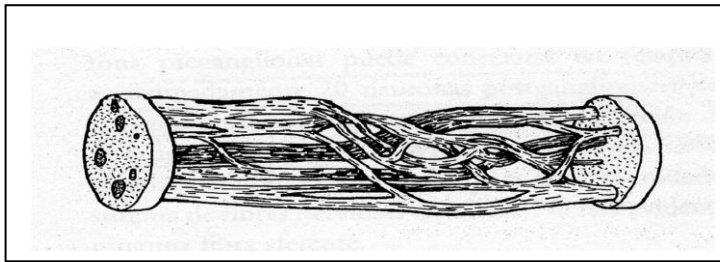


Figura 5: Exemple de les ramificacions dels fascicles del nervi musculocutani (Sunderland1978). Font: Movilización del SN. Butler, D,2002.

Alhora aquesta distribució també varia en funció de la profunditat per la que el nervi transcorre (vegeu Figura 6). El nervi estarà més protegit contra les forces de compressió externes quants més fascicles tingui, donat que el nombre de fascicles és proporcional al seu esmorteïment. Per exemple, el nervi peroneal comú darrera el genoll està format per 8 fascicles mentre que uns centímetres més en sentit distal, al darrera del cap del peroné, disposa de 16 fascicles. La resposta clínica, en forma de símptomes, serà major en les zones en què hi ha menys fascicles (5,11).

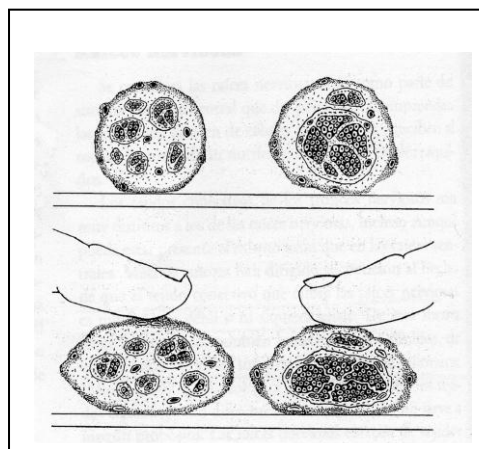


Figura 6: Exemple a la resposta de compressió del nervi perifèric en funció del nombre de fascicles. Font. Movilización del SN. Butler, D, 2002.

Hi ha diferents factors que poden influir en el diàmetre del nervi com poden ser l'índex de massa corporal, l'edat i el sexe (32).

1.4. Vascularització del SN

La vascularització intrínseca del nervi perifèric està formada per una xarxa complexa de vasos sanguinis longitudinals anastomosats amb d'altres perforants que van passant d'un pla a l'altre. En condicions normals només s'utilitza una part d'aquest sistema, però en cas de tenir alguna complicació és capaç de crear una circulació per vies col·laterals (4,11,16,33,34). Existeixen 3 vasos principals (extraneurals, intraneurals i nutricionals). Aquests vasos, "vasa-nervorum", es troben agrupats (9,16) i van accedint per l'epineure a través de tota la longitud del nervi.

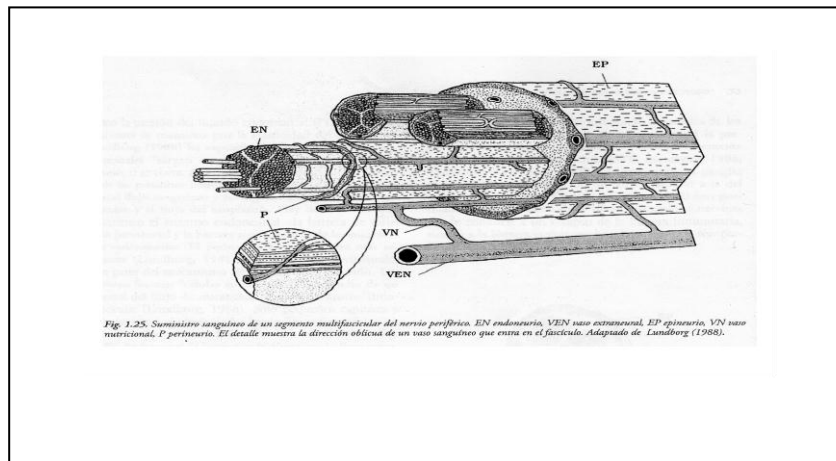


Figura 7: Subministrament sanguini del nervi perifèric. (EN: endoneure, VEN: vas extraneural, EP: epineure, VN: vas nutricional, P: perineure). Al detall s'observa la direcció obliqua que entra el vas sanguini dins del fascicle. Font: Movilización del SN. Butler, D (extret de Lundborg, 1988).

Garantir el flux sanguíni del SNP és fonamental donada la vulnerabilitat del sistema als canvis vasculars. Independentment de la posició que adopti el nervi en relació al teixit que l'envolta, la vascularització amb el flux adequat ha d'estar garantida (15,33).

Certs moviments, com poden ser les posicions mantingudes en estirament, poden disminuir els diàmetres dels nervis, augmentar la pressió intraneural i disminuir la vascularització intrínseca. Els teixit nerviós és molt sensible a les situacions d'hipòxia i aquestes es poden generar mitjançant la compressió o la posada en tensió excessiva (15,16).

1.5. La mecanosensibilitat

Els processos patomecànics més importants que poden contribuir a una situació de dolor associat al moviment d'un nervi perifèric estan relacionats amb la mecanosensibilitat (MCS) (35–38). Si un nervi és mecànicament sensible respondrà amb dolor davant de forces mecàniques que s'apliquin sobre ell. Per tant, s'entén com a mecanosensibilitat, la facilitat amb la qual es poden activar impulsos nociceptius des d'una regió del SN quan s'apliquen forces de tracció i/o de compressió (9,11,13,18,36,39,40). Per a la valoració de la MCS neural s'han descrit els tests neurodinàmics com a mètodes d'avaluació pel diagnòstic neurogènic en pacients simptomàtics (41). Aquesta definició desafia les primeres afirmacions que es van fer sobre la MCS que defensaven que els nervis sans no eren mecanosensibles mentre que els afectats sí (39).

El estudis més actuals afirmen que tots els teixits neurals, aplicant-los una força suficient, seran mecanosensibles. Els estudis que ho demostren han observat la resposta comparativa dels axons dels nervis perifèrics, tant dels sans com dels afectats, arrels nervioses, ganglis de l'arrel dorsal i medul·la espinal. Diversos treballs mostren que les neurones nociceptives, simpàtiques i propioreceptives s'activen tant en els nervis normals com en els afectats. La principal diferència és que els axons dels nervis que presenten l'embolcall del teixit connectiu afectats s'activen amb menys intensitat que els axons dels nervis sans (39,42–44).

Un nervi s'activarà i podrà originar símptomes si s'estira o es pressiona sobre ell amb la força suficient (19,45). Per aquesta raó, és possible que els tests neurodinàmics puguin produir activitat en els teixits neurals de subjectes sans. De fet, aquests tests, en subjectes asimptomàtics desencadenen símptomes com poden ser parestèsies en el territori del nervi o de l'arrel nerviosa (46).

Un nervi afectat serà més sensible, o més mecanosensible, a respondre a un estímul mecànic com poden ser les accions habituals que es produeixen durant la pràctica esportiva: l'estirament, la pressió, la compressió, etc. Aquestes accions desencadenen un potencial d'acció fent que estímuls mecànics que en condicions normals no desencaderien cap resposta ara sí que ho faran. El descens d'aquest llindar està provocada perquè la fibra nerviosa genera uns estímuls ectòpics com a conseqüència de la seva disfunció. Un esportista amb una major mecanosensibilitat tindrà el llindar de despolarització més baix, això farà que estímuls de tensió que en condicions normals no desencadenen resposta, ara sí que ho faran.

1.6. Inflamació neurògena

La mecànica i la fisiologia del nervi es poden veure alterades per una afectació de la pròpia estructura, o bé per una afectació dels teixits pròxims a l'estructura nerviosa, que acaben estimulants químicament i desencadenant la inflamació del teixit connectiu del nervi (11,44).

Les respostes patofisiològiques i patomecàniques de la lesió del teixit connectiu d'un nervi poden afectar tant al component vascular, com al component connectiu i/o fins i tot al propi teixit de conducció del SN.

Com en qualsevol altre teixit connectiu, la inflamació desencadena una sèrie de reaccions: s'alliberen substàncies vasoactives i proinflamatores, es produeix un augment de la pressió intraneural produint una estimulació dels nocioreceptors que desencadenaran dolor (9,16,18) i posteriorment, s'alliberen neuropèptids en els vasos que afavoreixen la congestió venosa, afectant-se el flux axonal i a la circulació intraneural (44). La innervació simpàtica que actua sobre els vasos sanguinis que es troben envoltant el nervi perifèric afavoreix l'homeòstasi a través d'un efecte constrictor, intentant evitar l'extravasació de líquid i, per tant, controlant l'edema. Durant el procés de reparació, si no cursa bé, pot produir-se un excés de fibrosi del teixit connectiu i/o una reabsorbició deficient del sagnat. Aquesta reparació deficient pot situar-se a nivell de les capes més externes del

teixit connectiu del nervi, produint un edema subperineural i un augment de la pressió endoneural (15,44).

Una vegada que el teixit connectiu del nervi s'ha inflammat, els nociceptors del "nervi nervorum" comencen a sensibilitzar-se a estímuls tant mecànics com químics, augmentant la seva mecanosensibilitat i aportant un dolor neurogènic perifèric (15-17).

Quan l'afectació se situa en les interfases mecàniques (músculs, lligaments, fàscies...), externa al teixit connectiu del nervi, pot provocar-se una sensibilització de les capes més externes de teixit connectiu del nervi, fet que es descriu com una disfunció a nivell extraneural. Si aquesta lesió perdura, la compressió provoca canvis en els gradients de pressió, s'altera la vascularització de la resta del teixit, que provoca un estasi venós i un edema. Si perdura més enllà, pot provocar una fibrosi en el teixit intraneural. Aquesta lesió es descriu com disfunció o patologia intraneural (29,46).

Per exemple, l'augment de tol del múscul piramidal pot provocar una compressió en el teixit connectiu més extern del nervi ciàtic. Això provocarà un augment en la mecanosensibilitat del teixit. Si aquesta compressió perdura s'alterarà la vascularització, es modificaran els gradients de pressió, apareixerà l'edema, i el teixit es pot fibrosar (14).

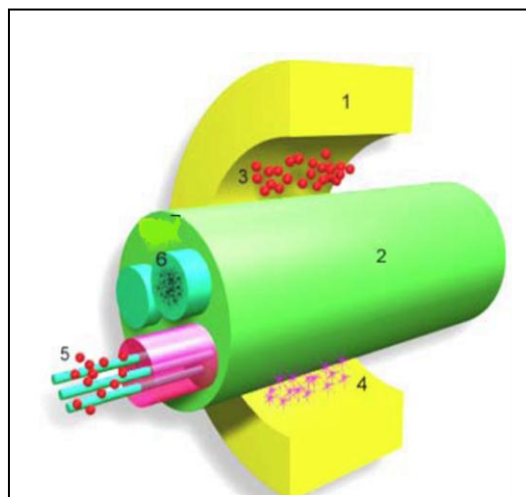


Figura 8: Estructura d'un nervi perifèric. 1 Container del nervi. 2 Nervi perifèric. 3 Hematoma o edema extraneural. 4 Adherències extraneurals. 5 Hematoma o edema intraneural. 6 Fibrosi intraneurals. Font: Le chaine Neuroméningée, 2007. De Leare,J.

1.7. Disfunció neural

Elvey, l'any 1997, va descriure el concepte de disfunció neural (47). En la pràctica esportiva aquests trastorns són habituals, però la seva incidència està subestimada (15).

Des d'aleshores s'accepta que aquests processos cursen amb els següents signes físics (47,48):

- Postura antiàlgica: aquesta posició l'adquireix el pacient per a evitar el dolor, generalment escurçant el recorregut del nervi, afavorint la disminució de la seva tensió.
- Alteració del moviment actiu.
- Alteració del moviment passiu, similar a l'actiu.
- Respostes anòmales en els tests neurodinàmics (tests específics que sotmeten a tensió i lliscament determinades zones del SN).
- Al·lodínia mecànica en resposta a la palpació dels nervis (dolor davant un estímul que normalment no desencadenaria dolor).
- Evidència d'una causa local que justifiqui la disfunció neural.

Aquests signes no tenen res a veure amb els signes més coneguts de la lesió del nervi que es relaciona amb alteració de la sensibilitat, de la força i dels reflexes.

1.8. Tests neurodinàmics

Actualment, els tests neurodinàmics (TND) s'han convertit en una eina essencial per la valoració dels trastorns del sistema sistema musculoesquelètic (SME) (49) ja que són capaços de detectar les alteracions de la MCS del SN (11,19,24,39,42). Aquests tests consisteixen en provocar una sèrie de moviments de les articulacions de les extremitats i del tronc que produeixen esdeveniments mecànics i fisiològics en el SN (9,49). Aquests moviments modifiquen les dimensions i la longitud del llit nerviós que envolta les estructures neurals (4,9,37,47,50,51).

Els TND són possibles gràcies a la relació de contacte que hi ha entre el SN i el SME i a la continuïtat del teixit connectiu des del sistema nerviós central al sistema nerviós perifèric (52).

Actualment és més freqüent l'ús del concepte de TND que dels tests de Provocació de Tensió Neural ja que la paraula tensió té un significat sobre les propietats mecàniques però no sobre la fisiologia (53). El terme TND té la capacitat d'integrar i valorar aspectes de la sensibilitat dels teixits neurals, els efectes de lliscament d'aquests teixits i els efectes de les estructures adjacents al SN (9).

Fins al moment actual, hi ha vuit TND descrits. Hi ha quatre proves que valoren la mecanosensibilitat dels nervis de les extremitats superiors: dos tests pel nervi medià, un pel nervi radial i l'altre pel nervi cubital (54). Per a les extremitats inferiors es disposa d'un test pel nervi femoral, un altre pel nervi femorocutani i dos pel nervi ciàtic. Dels dos tests que valoren el nervi ciàtic, que és el focus d'interès d'aquest treball, un és el test de Lasègue i l'altre és el test de slump. Ambdós compten amb variants per donar resposta al fet que aquest nervi té diferents ramificacions amb trajectes diferents que finalitzen en diferents zones del peu (4,9).

El test de slump (TS) és el test neurodinàmic descrit més recent i la principal diferència amb el test de Lasègue és que pot revelar disfuncions en el canal i forats vertebrals ja que es realitza en una posició de flexió del tronc (21,55).

Durant la realització d'aquests TND s'utilitzen maniobres de diferenciació estructural (MDE) amb l'objectiu de provocar canvis de les estructures neurals en la zona en qüestió (de dolor) sense moure les estructures del SME (40,42,44,51,56,57). Aquestes MDE permeten distingir si la resposta de la prova és neurodinàmica o és musculoesquelètica (53,46,43,40). En els casos en què la simptomatologia es modifica al realitzar les MDE s'entén que parlem de que la resposta del test és neurodinàmica o que és una resposta positiva mentre que si no es modifica la simptomatologia després de realitzar la MDE la resposta es descriu com a musculoesquelètica o resposta neurodinàmica negativa (11) (vegeu Figura 9).

Degut a que el SN és mecanosensible quan se li aplica una força suficient, ha estat necessari descriure per a cada test la simptomatologia considerada com a normal per a qasxaquell test. A mode d'exemple, pel TS, es considera normal que, quan s'afegeix l'extensió del genoll, com a resposta el pacient pot percebre un dolor o tensió en el forat popliti, en la zona dels isquiosurals. No obstant, aquesta simptomatologia ha de ser igual en l'altre cama i la restricció del moviment a l'extensió del genoll ha de ser simètrica. La resposta serà normal quan la simptomatologia encaixa amb el que s'ha descrit en la prova com a resposta normal de la mateixa (4,9,11,37).

D'altra banda, el test pot donar-nos una resposta positiva anormal, en la què la simptomatologia difereix de la descrita com a resposta normal.

D'aquesta forma:

- Si la resposta positiva anormal és coneguda per l'individu l'anomenarem simptomàtica (44).
- Si li és desconeguda l'anomenarem asimptomàtica o encoberta. En aquests casos, el clínic, mitjançant una exploració més complexa i precisa, ha de valorar si la resposta pot ser rellevant per al seu diagnòstic o bé si la resposta pot ser irrellevant per al seu diagnòstic.

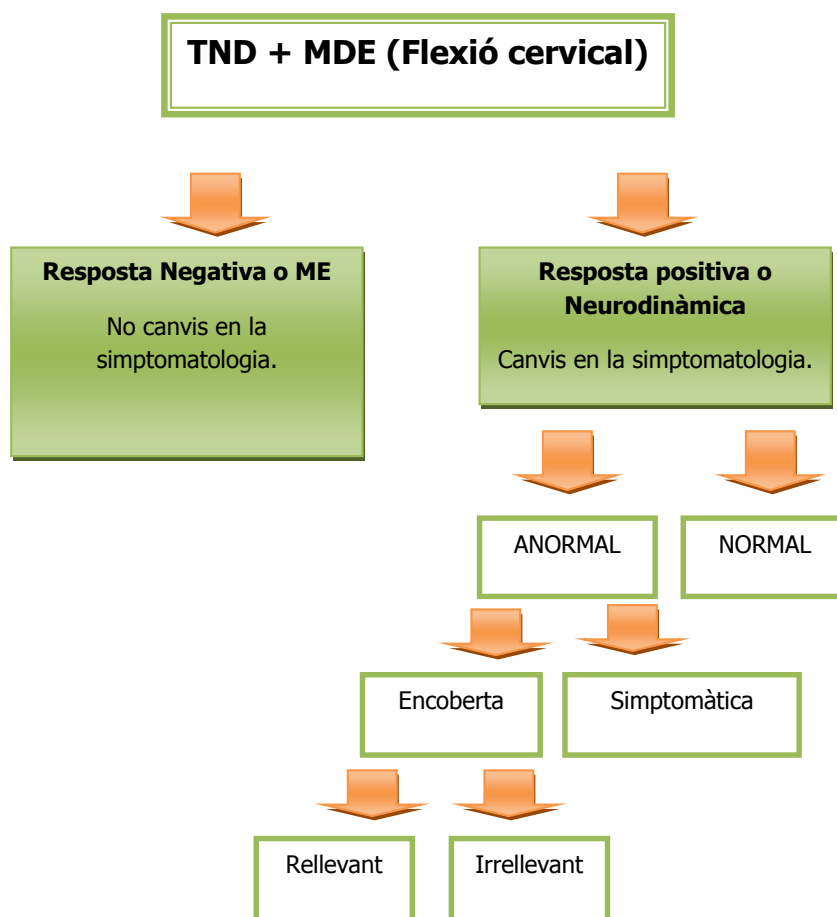


Figura 9: Esquema de les possibles respostes obtingudes durant un test neurodinàmic. Font. Neurodinàmica Clínica. Shacklock, M, 2007. (TND: Test Neurodinàmics; MDE: Maniobra de diferenciació estructural; ME: musculoesquelètica).

Els autors cada cop refusen més la definició de test positiu o negatiu pel que fa a la neurodinàmica ja que és habitual provocar símptomes neurògens al realitzar aquests tests a pacients asimptomàtics (56,58,59). Serà més útil parlar de test rellevant o significatiu (60).

Hi ha altres criteris, a banda de la reproducció de la simptomatologia, que ajuden a definir una resposta neurodinàmica anormal. En aquests casos s'observen diferents respostes entre el costat afectat i el sa. Existeix asimetria en la resposta sensorial, en el rang de moviment i en la percepció per part de l'examinador de resistència al moviment mentre s'aplica el test. Aquesta resistència percebuda es considerarà un dels símptomes més importants a l'hora de detectar un augment de la MCS del teixit neural (47). Tot i això, aquesta resistència no es

necessàriament associable al comportament viscoelàstic del SN i del seu teixit connectiu associat (11,51).

Tot i detectar un TND positiu el terapeuta no té la capacitat d'identificar el lloc específic de la lesió o disfunció tissular (61). Només indica que tot el teixit nerviós que ha estat sotmès a una càrrega durant el TND mostra un augment de la MCS (37).

Les estructures neurals estan subjectes a diferents càrregues mecàniques depenent de l'ordre de moviment articular durant el TND (4,9). Per tal que els TND es puguin reproduir, és molt important mantenir l'ordre de la seqüència dels moviments produïts durant el test (50). Existeix evidència que, de no fer-ho així, es poden produir diferents respostes dels símptomes, canvis mecànics en els teixits neurals i modificació de l'amplitud de moviment articular. Això implica descriure la seqüència de moviment al detall per estandarditzar aquestes proves (40,62,63).

Malgrat que la força o la duració òptima d'una prova neurodinàmica no es coneix i falten estudis per a determinar-la, es recomana que aquests aspectes es tinguin en compte i es redueixin al mínim per raons de seguretat. Shacklock, recomana no mantenir la posició final de la prova més de 10 segons ja que podria evocar simptomatologia que es mantingués una vegada retirada la càrrega del TND (9).

1.9. Test de slump

El test de slump (TS) és el TND descrit més recentment. S'encarrega de valorar simultàniament aspectes mecànics i fisiològics del SN i del nervi ciàtic (NC), és a dir, valora la dinàmica de les estructures neurals dels sistemes central i perifèric des del cap, al llarg de la medulla espinal, el trajecte del NC i les seves ramificacions a partir de la cama (9,19,24,42,57).

Aquest test està indicat en casos de mal de cap, dolor en qualsevol punt de la columna o la pelvis i en problemes de les extremitats inferiors en les que el dolor es localitza tant en el recorregut del NC com en les seves ramificacions (4,64).

Segons Woodhall i Hayes (1959), Petren l'any 1909 va ser el primer en utilitzar una extensió de genoll en posició de sedestació per a la valoració d'un dolor lumbar. L'any 1942, Cyriax va utilitzar combinacions de moviments de genoll amb moviments cervicals en la mateixa posició de sedestació per detectar també afectacions lumbar. L'any 1979, Maitland, va fer una estudi normatiu del test anomenant-lo també com a test de posició contreta, i es considera el responsable de que l'ús d'aquest test s'hagi implementat a les tècniques de teràpia manual (57). Podem observar que el TS és una progressió lògica del test de flexió passiva cervical i del test d'elevació de la cama estirada (ECE) (37).

Breig, al 1978, explica que el test d'ECE és a vegades insuficient per revelar disfuncions en el canal i forats vertebrals i en canvi el TS posa en estirament aquests elements i pot demostrar la implicació de les estructures cervicals i lumbar (21).

Durant la realització d'aquest test, la MDE utilitzada és l'extensió cervical (19,56,57,62,64–68). El fet d'afegir aquesta maniobra comporta un canvi en la longitud del teixit neural, i si durant la MDE es detecta un canvi de simptomatologia indicaria un augment de la MCS del SN.

Com es pot veure a la figura 10 quan es realitza una flexió de la columna vertebral, es produeix un augment de la longitud del canal vertebral allargant-se així la cadena neuromeningia o el SN i acostant-se les arrels nervioses als pedicles vertebrals de la vèrtebra superior. En canvi, quan fem l'extensió de la columna vertebral es produeix la situació contrària, la cadena neuromeningia s'escurça i les arrels nervioses es relaxen i s'allunyen del pedicles vertebrals (53,62).

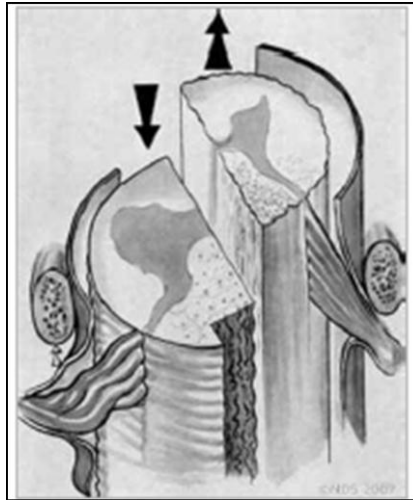
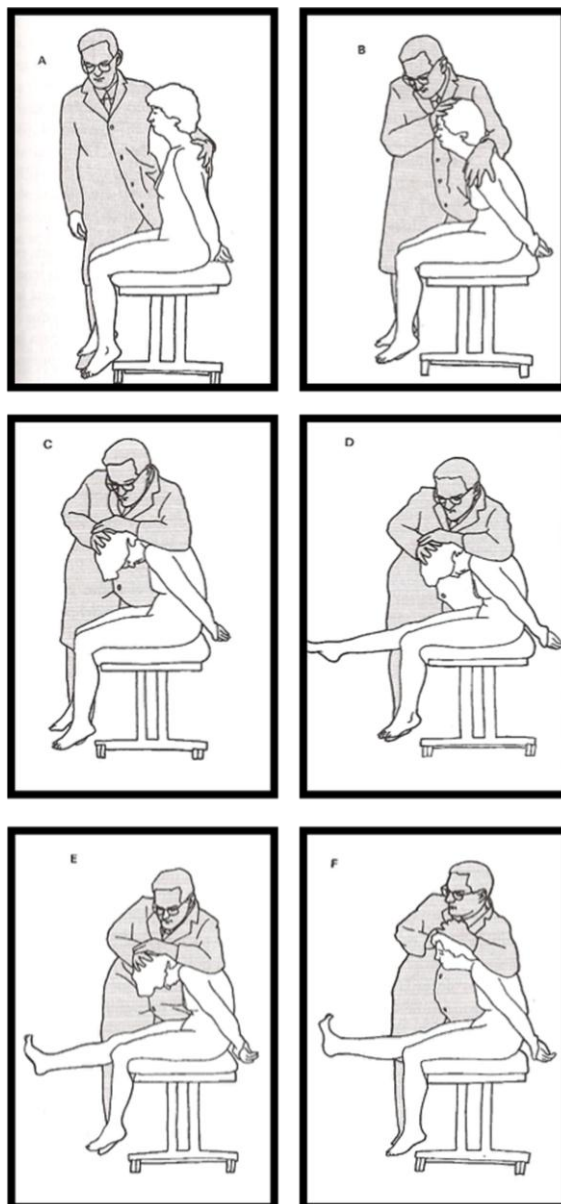


Figura 10: Desplaçament proximal i distal de la medulla espinal amb contacte o separació de l'arrel nerviosa al pedicle. Font: Biomecánica del SN. Retomando los Trabajos de Breig. M. Shacklock, 2005.

El TS es realitza en posició de sedestació amb els peus penjant, cames separades seguint línia amb els malucs i braços relaxats darrera el cos. Per realitzar el test s'han de realitzar els passos següents (vegeu Figura 11) (9,24,57):



1. Flexió toraco-lumbar
2. Sacre en posició vertical
3. Sobrepressió a la zona lumbar y toràtica (Com a estabilització)
4. Flexió cervical
5. Estabilització cervical
6. Extensió del genoll (D/E o bilateral)
7. Flexió dorsal del turmell (D/E o bilateral)
8. Extensió cervical. (Es correspon a la maniobra de diferenciació estructural).

Figura 11. Seqüència del test de slump. Font. Neurodinàmica Clínica. Shacklock, M, 2007.

La resposta neurodinàmica normal del TS prové dels estudis de gairebé 250 pacients asimptomàtics (Maitland 1979, Leung 1982, Grant 1983, Butler 1985) (9). A continuació es presenta, la forma d'interpretar la prova amb la resposta normal d'aquest test, aspecte clau per al diagnòstic.

- En la posició contreta: resposta nul·la.
- Quan s'afegeix la flexió cervical: dolor àrea T8-T9 en aproximadament el 50% dels pacients sans.
- Quan s'afegeix extensió genoll: Dolor forat popliti, zona isquiosurals i restricció simètrica de l'extensió del genoll.
- Quan s'afegeix flexió dorsal del turmell: restricció de la flexió dorsal.
- Al realitzar la MDE (extensió cervical): apareix una disminució dels símptomes en totes les regions i un augment de l'amplitud d'extensió del genoll i de l'amplitud de la flexió dorsal del turmell.

Per considerar que el diagnòstic correspon a una resposta positiva o neurodinàmica hi ha una sèrie de factors que es veuran modificats durant les MDE. Aquests factors són els següents (4):

- Canvi en l'angle d'extensió del genoll (AEG). És freqüent que es vegi reduït en comparació a la cama sana.
- Simptomatologia diferent a la resposta descrita com a normal o simptomatologia coneguda acompanyada d'una major intensitat o d'aparició abans respecte al costat sa.
- La resistència del moviment durant les MDE és major en el costat afectat que en el sa.
- Major tendència d'utilitzar moviments compensatoris en el costat afectat per protegir el teixit neural.

Pel que fa a la reproductibilitat del test, l'angle d'extensió del genoll pot ser mesurat en dies diferents sense presentar diferències estadístiques significatives en pacient asimptomàtics. L'índex de correlació intra-classes va ser 0.96 en flexió cervical i de 0.93 en extensió cervical (66).

L'estudi de Philip al 1989, va demostrar que el TS presenta una alta reproductibilitat interterapeuta, amb un valor de 0.88 (69).

1.10. Tècniques de mobilització neural

Les mobilitzacions neurals (MN) són un grup de tècniques que s'han de tenir en compte a l'hora de tractar les afectacions del sistema musculoesquelètic (SME) (44). Es caracteritzen per fer lliscar les estructures neurals per sobre les seves superfícies de contacte mitjançant moviments corporals (25). Aquestes superfícies de contacte són els containers o interfases mecàniques que, en condicions normals, són estructures que fan de protecció d'aquest SN.

1.10.1. Nervi Ciàtic

El nervi ciàtic és el nervi perifèric més voluminós i llarg de l'organisme. És un nervi mixt que es forma de les arrels L4, L5, S1 i S2. Abandona la pelvis a través del forat ciàtic major, la majoria de vegades, per sota del múscul piriforme. A la regió glútia, aquest nervi discorre obliquament cap a lateral per després agafar la direcció longitudinal de la cuixa i innervar el múscul semitendinos (L4-S2), semimembranós (L4-S2), bíceps femoral (L4-S2) i el múscul adductor major de la cuixa (L2-L4), també innervat pel nervi obturador. El tronc comú passa entre el trocànter major i la tuberositat isquiàtica fins a aconseguir la fossa poplítica superior, on dóna lloc al nervi peroneal comú, prolongació de les fibres laterals, i al nervi tibial, continuació de les fibres medials. El nervi peroneal comú en arribar a la cama es divideix en la branca superficial i profunda. El nervi tibial a la planta del peu dóna el nervi plantar medial i el nervi plantar lateral (6).

A continuació es citen les principals interfases mecàniques del nervi ciàtic i de les seves ramificacions (15,70):



Figura 12: Recorregut del nervi ciàtic en la zona glútia i proximal de la cuixa

Del nervi ciàtic

- Orificis de conjunció d' L4 a S2/S3
- Múscul piriforme
- Músculs isquiosurals (normalment transcorre entre el bíceps femoral i el semimembranós o semitendinos).

Del nervi tibial:

- Múscul popliti
- Arcada fibrosa del múscul soli (el nervi transcorre per sota del soli i per sobre del tibial posterior)
- Conducte osteofibrós del tars

Del nervi peroneal comú:

- Conducte osteo-muscular al voltant de la cara lateral del coll del peroné.

Nervi peroneal profund:

- Musculatura anterior de la cama (entre tibial anterior i extensor comú dels dits)
- Lligament anular del tars

Nervi peroneal superficial:

- Musculatura lateral de la cama (entre el peroneu lateral llarg i el curt)
- Maleol peroneal (passa per davant).



Figura 13: Nervi peroneal comú darrera del cap del peroné

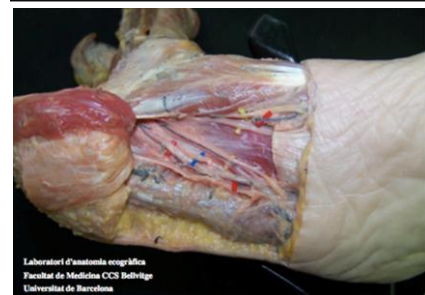


Figura 14: Imatge superior nervi tibial en el conducte osteofibrós del tars. En la imatge inferior branques plantars (medial i lateral) del nervi tibial

Qualsevol alteració d'aquestes interfases mecàniques en forma d'hipertonia, contusió, elongació o lesió muscular, lesió del disc intervertebral pot provocar una alteració de la mecànica i de la fisiologia del nervi.

1.10.2. Moviment del nervi

Quan una articulació es mou, els teixits de la cara convexa s'allarguen i els de la cara còncava s'escurcen i/o comprimeixen. Tant la compressió com la posada en tensió provoca una pressió mecànica a nivell dels nociceptors i de la vascularització intrínseca del nervi que fa augmentar la MCS. Per compensar aquest augment de MCS els teixits proximals i distals a l'articulació llisquen cap a la zona on la tensió o compressió és més elevada. Aquests teixits neurals tenen aquesta capacitat d'estirar el seu teixit des dels dos extrems cap a l'articulació que es mou. Aquest concepte, tal com es pot veure a la figura 15 s'anomena "punt de convergència" (7,46,49,51).

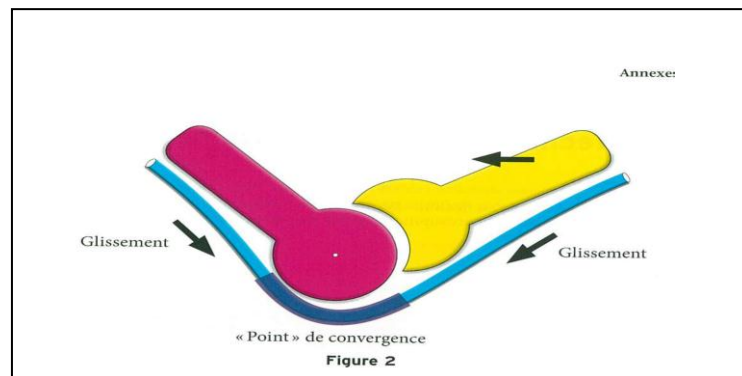


Figura 15: Desplaçament del nervi al realitzar un moviment articular. Punt de convergència. Font: Le syndrome neurogène douloureux. De Leare, J; Tixa, S, 2011.

Tot i produir-se un major moviment en la zona propera a l'articulació, les forces mecàniques també actuen en les estructures més allunyades, produint un moviment menor en les zones més distals (23,71–73).

El teixit intraneural amb l'axó de la neurona, l'endoneure i els vasos, no té la mateixa capacitat d'elongació que les seves superfícies de contacte. Per això, tal com es pot veure a la imatge 1 de la Figura 16, aquestes estructures presenten

una disposició de replegament, ondulació en posició de repòs. Quan s'inicia qualsevol moviment, aquest teixit també s'allarga, però partint d'aquesta posició relaxada (4,29).

Els principals moviments del nervi són el lliscament i/o la posada en tensió. Pel que fa a la posada en tensió, l'extrem proximal i el distal del nervi s'allunyen, en canvi, en el lliscament, el nervi llisca respecte els teixits del voltant, interfases mecàniques. Aquest lliscament pot produir-se des d'un sol extrem (movent una única articulació) o des d'un extrem proximal i un altre distal (movent dues articulacions).

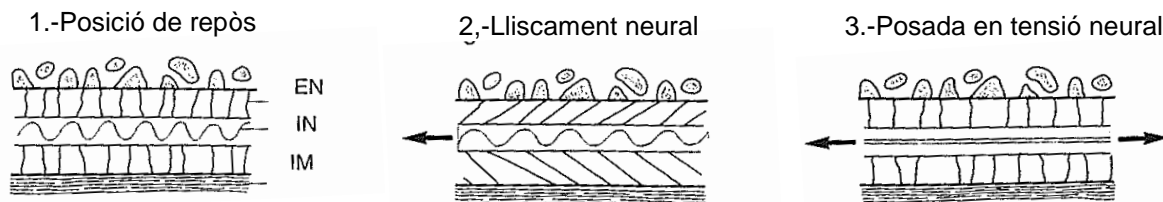


Figura 16: Representació d'un segment d'un nervi perifèric envoltat per la seva interfase mecànica (IM). IN; Intraneural. EN: Extraneural. Font: Movilizació del SN. Butler, D, 2002.

Les maniobres de lliscament provoquen un gran desplaçament longitudinal del nervi, principalment dels teixits connectius respecte les interfases mecàniques amb un mínim augment de longitud del teixit intraneural (23,24,27,71,74). En canvi, en la posada en tensió, el principal estirament és de les estructures intraneurals mentre que les superfícies de contacte presenten poca modificació respecte a la posició de repòs. Vegeu imatges 2 i 3 de la Figura 16.

Els TND que combinen moviments en diferents articulacions, provocaran una posada en tensió dels teixits neurals elevada (9,11,44,50).

S'ha estudiat que el manteniment i/o l'excés d'estirament d'aquest llit nerviós altera la funció del nervi. L'allargament d'entre un 5-10% suposa una afectació en la circulació dels petits vasos i a partir del 15% aquesta queda interrompuda (16,23,33,34,43,75). D'altra banda, mantenir durant una hora un estirament del 6% del llit del nervi suposa una reducció del 70% de la conducció. Quan més es

mantingui aquest estirament més temps serà necessari per la seva recuperació i més probabilitat hi haurà d'aparèixer efectes adversos (16,34).

El lliscament del nervi s'expressa en mil·límetres i es pot produir en direcció longitudinal i/o transversal respecte l'eix del nervi (76).

Pel que fa als lliscaments neurals i concretament en el nervi ciàtic, mesurant el lliscament del teixit, va ser major amb una posició de pre-tensió del ciàtic de flexió de maluc de 60°. A l'estirar el genoll de 90° a 0° el lliscament del ciàtic en la part posterior i mitja de la cuixa ha estat de mitjana de 12.4mm, mentre que amb una pretensió de 30° de flexió de maluc el lliscament ha estat de 9.92mm (27).

La quantitat de moviment és molt diversa i no guarda correlació amb l'edat ni l'alçada del participant. En canvi, s'ha observat que els participants que tenen una divisió del ciàtic distal (propera al forat popliti) presenten un moviment del nervi major, en comparació amb els pacients amb divisions més proximals (propera a la zona glútia) (27).

Quan la mobilització dels nervis s'utilitza per al tractament de respostes neurodinàmiques o positives, l'objectiu principal és tractar de restablir l'equilibri dinàmic entre el moviment relatiu dels teixits neurals i els teixits amb els que estan en contacte (containers o interfases mecàniques), la qual cosa permetrà reduir les pressions intrínseques sobre el teixit neural i per tant la millora de la funció fisiològica òptima (40).

Aquest principal objectiu desencadena altres beneficis relacionats: facilitació dels nervis al lliscament, reducció de l'adherència del nervi amb les superfícies de contacte, dispersió de líquids nocius, augment de la vascularització i millora del flux axoplasmàtic (40).

Les tècniques de lliscament són més adients per les lesions agudes, postoperatoris i per les situacions en que hi pot haver un atrapament, compressió o irritació, amb o sense irritació del teixit neural. En canvi, les posades en tensió al provocar una disminució del diàmetre poden ajudar a reduir les inflamacions intraneurals i els compromisos circulatoris (74).

D'altra banda, i més a mode preventiu, s'ha observat que el fet de realitzar MN en posició de Slump, millora la flexibilitat del isquiosurals (77–79) i el control postural (79). D'altres estudis comencen a citar la necessitat d'incloure aquestes tècniques a l'escalfament previ a l'activitat esportiva (80).

A nivell ecogràfic existeix una reducció del lliscament del nervi durant el moviment actiu i es considera que és una bona referència a l'hora de diferenciar-lo d'un tendó (81).

1.11. Estiraments musculars

L'estirament és una tècnica que manté o millora l'amplitud de moviment d'una articulació o un conjunt d'articulacions. Suposa una tècnica que es pot aplicar en clínica o en la vessant de l'entrenament a esportistes sans o lesionats. Està indicat per la cura, la prevenció i el manteniment de les capacitats físiques de cada individu o per al seu desenvolupament (82).

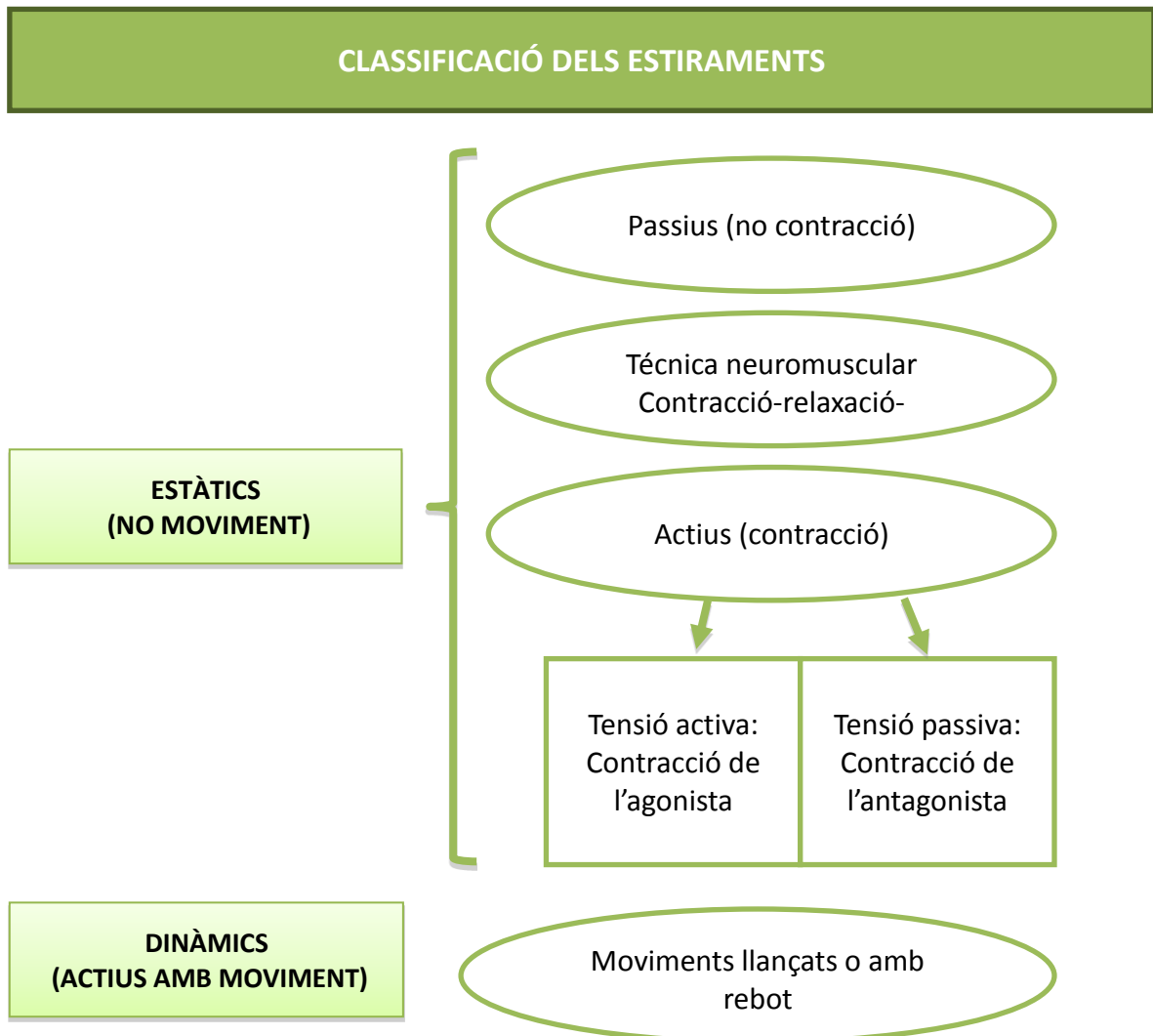
Classificació dels estiraments musculars

Actualment podem dir que no existeix una classificació consensuada internacionalment, i és per aquest motiu que existeixen diferents classificacions que utilitzen diferent terminologia (83).

Les tendències sobre el tipus o modalitat d'estirament més adequat han anat canviant en el temps, de manera que hi ha hagut diferents propostes. Destaquen autors com Bob Anderson (84), que proposa l'estirament passiu; Solveborn (85) que trasllada la tècnica neuromuscular proposada per Kabat (86) a l'esport, la contracció-relaxació-estirament; Penninou i Tixà, que perfeccionen i fan analític l'estirament amb "les levés de tensions" (87), Moureau (88) amb "l'stretching" postural i Esnault que introdueix el concepte de tensió activa (82).

Tot i la diversitat de classificacions possibles a la taula 1 es descriu una possible classificació segons el comportament de l'estructura múscultendinosa. A la taula 2 es presenta en esquema els efectes dels estiraments:

Taula 1: Classificació dels diferents tipus d'estiraments segons el comportament de l'estructura múscul-tendinosa. Font: Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat. Pacheco, L. García, J, 2010 (82).



Taula 2: Esquema dels efectes dels estiraments. (Font: Tesi Pacheco, L, 2014) (89)

Tipus	Descripció	Finalitat	Temps	Indicacions
Estàtic Passiu	Posada en tensió progressiva i lenta d'un grup muscular mitjançant l'ajut d'una força externa	Entrenament de flexibilitat per incrementar l'ADM. Normalitzar l'ADM després de l'esforç. Normalitzar les ADM en els casos de rigidesa articular i pèrdua d'extensibilitat periarticular	8 - 30"	Entrenament de la flexibilitat. Tornada a la calma. Rigidesa passiva o pèrdua d'extensibilitat del teixit
Contracció-Relaxació-Estirament	En estat de preelongació, isomètric de l'agonista, pausa i estirament passiu	Entrenament de la flexibilitat Tornada a la calma Normalització de les amplituds de moviment	Segons autors	Incrementar l'ADM Normalitzar el to muscular augmentat
Estàtic Tensió passiva	Posada en tensió per la contracció del múscul antagonista	Escalfament esportiu per activar les sinergies agonista antagonista. Tornada a la calma posició de declivi Incrementar l'ADM en un múscul amb espasme. Lesió muscular per ruptura (fase subaguda)	6 – 10"	Escalfament (curts i breus) Per millorar sinergies. Tornada a la calma (posició de declivi, més llargs i progressius)

<p>Estàtic Tensió activa</p>	<p>En estat de preelongació, el múscul es contrau i estira simultàniament (activació excèntrica)</p>	<p>Augment de la rigidesa activa Readaptació de les lesions musculars per ruptura (resposta correcta enfront d' accions explosives)</p>	<p>4 –6"</p>	<p>Escalfament <i>Return to play</i> (Tornada a la competició)</p>
<p>Dinàmic</p>	<p>Estiraments realitzats amb moviments llençats o de rebot que no arriba a ADM màximes</p>	<p>Escalfament esportiu, activació</p>	<p>Curt i breu</p>	<p>Escalfament <i>Return to play</i> (Tornada a la competició)</p>

ADM: Amplitud de moviment

1.12. Disfuncions neurals en l'àmbit esportiu

La pràctica esportiva sotmet l'organisme a una exigència física superior a la habitual. En funció de l'esport i/o la disciplina esportiva es produeixen grans amplituds de moviments, posicions mantingudes durant molt de temps, gestos realitzats a gran velocitat, traumatismes de repetició del gest esportiu, desequilibris musculars, contusions i/o lesions musculars, tendinoses i/o lligamentoses, entre d'altres. Per tot això, el sistema nerviós perifèric pot patir un dany directe o un dany indirecte, degut a la proximitat i contacte dels teixits tous que l'envolten (15). En ambdues situacions es pot produir una estimulació/irritació mecànica que podria desencadenar una inflamació/irritació del propi nervi (inflamació neurògena) alterant-se la mecanosensibilitat (11).

Seguidament es detallen algunes situacions que poden provocar alteracions del nervi perifèric en accions esportives concretes.

En els esports de llançament són més habituals les molèsties a l'espatlla dominant, en relació a la repetició del gest esportiu. És habitual que aquests esportistes presentin una hipertròfia de la musculatura de l'espatlla (rodó major, dorsal ample, tríceps braquial, pectoral major, entre d'altres) i degut a la neuroanatomia, es poden comprimir el nervi radial i/o l'axil·lar. En aquests casos la mecanosensibilitat podrà veure's afectada i s'haurien de fer els tests neurodinàmics corresponents per valorar si el teixit neural està influït en el dolor/clínica de l'esportista (9,15,49). En aquests esports, juntament amb d'altres com el tennis, pàdel o golf, també són habituals les molèsties a la cara medial o lateral del colze. Els dolors a la cara interna estan més relacionats amb llançaments amb pronació que provoquen un excés de treball del múscul pronador rodó podent comprimir el nervi medial que passa per sota o pel mig d'aquest múscul. En canvi els llançaments amb flexió i supinació del colze estan més relacionats amb el múscul supinador, essent imprescindible fer el diagnòstic diferencial del nervi radial (9).

A continuació es citen autors que han demostrat que algunes lesions esportives tenen una bona resposta a les mobilitzacions neurals.

Tot i que el síndrome femoropatel·lar, no només el pateixen els esportistes, sí que és habitual que pateixin dolors en la cara anterior del genoll (90,91). En un estudi molt recent ha quedat palesa la necessitat de fer el test del nervi femoral en el síndrome femoropatel·lar per descartar que el nervi femoral estigui influït en la clínica. S'ha demostrat que si el resultat del TND és positiu, un abordatge neurodinàmic d'aquest nervi millora la simptomatologia de la cara anterior del genoll (14,92–94). (90).

D'altres estudis destaquen la importància del lliscament del nervi peroneal superficial després d'un esquinç de turmell (46,95,96), tant per guarir els efectes de la immobilització del turmell que alenteix els transports axonals com per evitar la formació d'adherències entre els teixits connectius que es creen durant la regeneració tissular (96).

La pràctica cada vegada més habitual del "running" està provocant un augment exponencial de les àlgies a nivell del taló, planta del peu i/o dits. En aquests casos

es fa necessari fer el diagnòstic diferencial per conèixer l'estructura afectada. Per valorar el teixit neural s'haurà de realitzar el TS pel dolor en el taló s'ha de aquest mateix test però afegint amb un valgo forçat del calcani (95,97,98).

La incidència de la lesió muscular dels isquiosurals en la pràctica esportiva és molt habitual. Degut a la proximitat de la lesió amb el nervi ciàtic es fa necessari incorporar exercicis de MN per evitar adherències entre els teixits connectius (99). D'altra banda, s'ha demostrat que un mal lliscament del teixit neural pot limitar l'amplitud de moviment de maluc i genoll, essent aquest un factor de risc que augmenta la incidència de la lesió muscular (79).

JUSTIFICACIÓ

2

2. JUSTIFICACIÓ

En els darrers anys la fisioteràpia està avançant cap a una visió més holística de la professió. La contínua evolució i millora del coneixement gràcies a l'avenç de l'evidència científica ens permet conèixer que hi ha més estructures i/o teixits que poden estar influent en la lesió i/o dolor.

Tot i que durant l'adolescència les principals lesions esportives descrites assenten en el teixit muscular, tendinós i/o lligamentós (100–102), s'ha de tenir en compte l'afectació del nervi perifèric perquè innerva aquests teixits. Per tant, és necessari vetllar perquè aquesta estructura es trobi en el millor estat possible, tant en la prevenció com en el tractament dels teixits esmentats.

Tot i això, la incidència dels trastorns neurògens està subestimada (9). La repetició del gest esportiu implica una sèrie de traumatismes de repetició que afavoreixen la irritació del nervi (15) i els treballs amb grans amplituds de moviment mantinguts en el temps poden afectar a la vascularització que nodreix aquesta estructura (16). En aquests dos casos, la mecànica i la fisiologia del SN es podria veure afectada tot i no observar-se una pèrdua de força, sensibilitat o abolició de reflexes. En aquests casos, l'esportista podrà tenir un augment de la mecanosensibilitat, posicions que en condicions normals són asimptomàtiques en aquest moments seran doloroses degut a que la fibra nerviosa generarà estímuls ectòpics com a conseqüència de la seva disfunció.

Per valorar la mecanosensibilitat del teixit neural s'utilitzen els tests neurodinàmics. En aquests tests s'usen maniobres de diferenciació estructural amb l'objectiu de provocar canvis en el SN sense moure la resta de teixits propers, permetent diferenciar la localització del teixit afectat, SME o SN. Si aquestes maniobres provoquen canvis i la resposta difereix de la resposta normal consensuada, és necessari fer un abordatge neurodinàmic. Aquest tractament, d'una banda, haurà de vetllar perquè totes les superfícies de contacte del trajecte

del nervi estiguin en les millors condicions possibles i d'altra banda, haurà de fer mobilitzacions neurals perquè aquests teixits es trobin lliures i sense adherències.

L'any 2008 es va publicar la primera revisió sistemàtica sobre mobilitzacions neurals (40), la única fins el moment. Les conclusions van apuntar la necessitat d'ampliar la recerca en aquest àmbit per poder establir amb quina dosi i freqüència s'han de realitzar i per conèixer els seus efectes i beneficis que ajudarien a establir per a quines disfuncions estan indicades

Els estudis amb cadàvers conclouen que el SN és un sistema dinàmic i que, movent una articulació, el teixit neural llisca cap a l'articulació en qüestió (23,24,72–74). Altres estudis utilitzen l'ecografia per descriure quin és el recorregut que fa el nervi perifèric en un determinat moviment (27,71).

Generalment, els treballs publicats relacionats amb les MN no incorporen aquests exercicis com a mesures preventives. Davant aquesta necessitat, un dels propòsits d'aquest treball és valorar si les mobilitzacions neurals, realitzades durant l'adolescència en una població sana d'esportistes de tecnificació, després dels entrenaments, poden ajudar a millorar les propietats mecàniques i fisiològiques del SN. Aquesta millora podria suposar un benefici per als teixits tributaris (múscul, lligaments, tendons, fàscies,..) ja que la innervació del sistema musculoesquelètica seria òptima.

D'altra banda, amb l'objectiu d'aprofundir en el desenvolupament de les respostes normals dels tests neurodinàmics, fins al moment només estudiades en la població adulta (56), en aquest treball es planteja la necessitat de descriure la resposta neurodinàmica del TS en una població d'esportistes de tecnificació asimptomàtics d'entre 14 i 17 anys.

Els resultats d'aquest estudi podran ajudar la pràctica clínica basada en l'evidència, sobretot en la branca preventiva en esportistes adolescents.

HIPOTESIS

3

3. HIPÒTESIS

Un programa de mobilitzacions neurals de dos mesos de durada, realitzat en el post-esforç, millora la mecanosensibilitat del sistema nerviós en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics.

OBJECTIUS

4

4. OBJECTIUS

4.1. Objectiu Principal

- Conèixer la resposta neurodinàmica del test de slump pel que fa a l'angle d'extensió del genoll, a la intensitat i a la localització del dolor en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics.
- Determinar l'efecte que té un programa de mobilitzacions neurals post-esforç, de dos mesos de durada, en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics en l'angle d'extensió de genoll, en la intensitat i la localització del dolor mesurat amb el test de slump a l'inici de l'estudi, a les 4 i a les 8 setmanes.

4.2. Objectius Secundaris

1. Conèixer si la resposta neurodinàmica del test de slump pel que fa l'angle d'extensió del genoll en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics presenta diferències:
 - Segons cama dominant
 - Segons sexe

2. Determinar l'efecte que té un programa de mobilitzacions neurals post-esforç, de dos mesos de durada, en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics en l'angle d'extensió de genoll, en la intensitat i la localització del dolor mesurat amb el test de slump a l'inici de l'estudi, a les 4 i a les 8 setmanes.
 - Segons la cama dominant
 - Segons el sexe
 - Segons l'esport

3. Comparar els resultats de l'angle d'extensió del genoll i de la intensitat del dolor pre post sessió d'entrenament en joves esportistes de tecnificació asimptomàtics, mesurat amb el test de slump, a l'inici de l'estudi, a les 4 i a les 8 setmanes.

METODOLOGIA

5

5. METODOLOGIA

Es va realitzar una intervenció d'una durada de dos mesos durant els quals no es van modificar els programes d'entrenament en cap dels 3 grups d'estudi (basquetbol, handbol, voleibol). Es van fer 3 valoracions, la basal o inicial, la intermèdia a les 4 setmanes i la final a les 8 setmanes, totes elles abans i després de l'entrenament.

En aquest treball es va implementar un programa de mobilitzacions neurals després de la pràctica esportiva en esportistes de diferents disciplines. Per evitar possibles diferències en els estiraments estàtic passius que es realitzen en el post-esforç en els diferents grups es va proposar una pauta per homogeneïtzar aquests exercicis.

5.1. Disseny

Es tracta d'un assaig clínic aleatori en el que l'aleatorització es va realitzar de forma estratificada per esports, de manera que en cada esport hi havia el mateix nombre d'esportistes en el grup control (GC) i en el grup experimental (GE). Es va tractar d'un estudi obert, en el que no va ser possible utilitzar tècniques d'emascarament.

5.2. Població i mostra

5.2.1. Població d'estudi

Aquest estudi va dirigit a una població molt específica que són els i les esportistes de tecnificació. S'entenen com esportistes de tecnificació, aquells esportistes amb una càrrega d'entrenaments major de 20 hores a la setmana.

La població va estar formada per esportistes joves de tecnificació dels esports de basquetbol, d'handbol i de voleibol. Es va escollir aquests 3 esports d'equip ja que

presenten unes característiques físiques similars: són asimètrics i estan sotmesos a un alt impacte articular.

Es tracta d'un grup d'esportistes reduït i selectiu i dins l'àmbit català només es pot trobar en el Centre Català de Tecnificació Esportiva d'Esplugues de Llobregat Joaquim Blume.

Criteris de selecció

Es van seleccionar tots els esportistes que complissin els següents criteris:

- Edat compresa entre 14 i 17 anys
- Pertànyer a un programa de tecnificació esportiva
- Realitzar més de 20 hores exercici físic a la setmana

Es van excloure els esportistes que complissin qualsevol d'aquests criteris:

- Lesió d'isquiosurals prèvia (menys de 2 mesos)
- Tractament del sistema nerviós mitjançant mobilitzacions neurals (últims 3 mesos).
- Limitació de la mobilitat i/o asimetria de la flexió dorsal del turmell.
- Limitació de la mobilitat a la flexió cervical. (Com a referència es pren que la barbata ha d'arribar a l'estèrnum).
- Contraindicacions descrites per realitzar el test de slump com l'espondilòlisi, l'espondilolistesi i l'hèrnia discal (4,9,57)

5.2.2. Selecció de la mostra

Degut a que les característiques de la població són tan específiques es va proposar participar en aquest estudi a tots els i les esportistes que complien els criteris de selecció aquella temporada esportiva, que van acceptar de manera voluntària la participació i van assistir, realitzar i complimentar correctament tot el protocol.

La selecció de la mostra va ser per conveniència.

Els participants pertanyien al Centre Català de Tecnificació de la Residència Joaquim Blume d'Esplugues de Llobregat. Aquests esportistes van ser seleccionats per la seva federació donada la seva trajectòria esportiva, ja sigui pels resultats aconseguits durant la temporada anterior o per la seva projecció esportiva. Tots ells disposaven d'una beca que inclou: l'escolarització, la residència, l'ús dels serveis mèdics (medicina de l'esport, fisioteràpia, psicologia infermeria, podologia, cardiologia) i la pràctica del seu esport que es realitza íntegrament en aquestes instal·lacions. Aquesta beca té una durada màxima de 4 anys i comprenen la franja d'edat d'entre els 14 i els 17 anys.

Durant la sessió informativa a tots el esportistes se'ls va entregar un full informatiu que incloïa l'objectiu i finalitat de l'estudi, juntament amb una fulla del consentiment informat i possible revocació (*veure annex 1*). En ser menors d'edat els representants legals van signar el consentiment abans de l'inici de l'estudi.

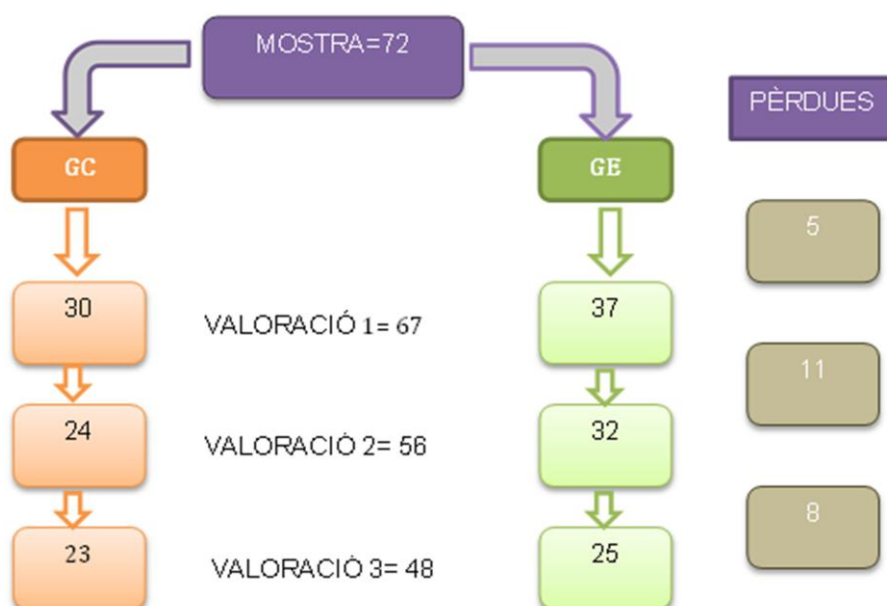
La mostra va estar formada, inicialment, per 72 esportistes de basquetbol, handbol i voleibol. A la Taula 3 s'observa el nombre d'esportistes de les disciplines que es van seleccionar per realitzar l'estudi així com la seva distribució segons sexe.

Es va realitzar una aleatorització per estrats (cada esport corresponia a un estrat), abans del inici de l'estudi, 5 esportistes van abandonar l'estudi per diferents motius (Vegeu Taula 16). Per tant, 67 esportistes, finalment varen ser els que varen conformar la mostra, dels quals 56 varen continuar en la valoració intermèdia i 48 varen arribar a realitzar la valoració final (vegeu Figura 17).

Taula 3: Nombre d'esportistes residents al Centre Català de Tecnificació Joaquim Blume classificats segons disciplina esportiva i sexe

Esport	Nois	Noies
Basquetbol	0	23
Handbol	10	13
Voleibol	13	13
Total (N = 72)	23	49

En la Figura 17 es pot veure el seguiment de la mostra durant la recollida de



dades en les 3 valoracions separat segons el grup d'estudi.

Figura 17: Seguiment de la mostra.

5.3. Variables d'estudi

A continuació es detallen les variables i els procediments utilitzats per la seva mesura, així com el material necessari per a la recollida de les dades i el moment de l'estudi en el que es varen enregistrar.

5.3.1. Descripció de les variables

Durant la primera valoració, prèvia a l'entrenament, es van recollir les variables de pes en (kg), alçada en (m), data de naixement, sexe, història de lesions i la cama dominant. A partir del pes i l'alçada es va calcular l'Índex de Massa Corporal (IMC) amb la fórmula que va idear l'estadístic belga Adolphe Quetelet.

$$\text{IMC} = \text{pes (kg)} / [\text{talla (m)}]^2$$

Aquestes variables no es van tornar a recollir en les valoracions posteriors.

La resta de variables que es descriuen a continuació, es van recollir en 3 moments de l'estudi: en la valoració inicial, a la setmana 4 i a la setmana 8, tan abans com després de l'entrenament, així com de la cama no dominant com de la cama dominant.

1. L'angle d'extensió de genoll (AEG) màxim en flexió cervical i en extensió cervical. Aquesta mesura es va recollir 3 vegades en cada posició, sempre primer a la CND i després a la CD, i es va fer la mitjana. Les dades que es van utilitzar en l'estudi van ser:
 - Mitjana de les diferències de l'AEG que s'obté de realitzar el test de slump en flexió i extensió cervical (a l'AEG màxim en extensió se li resta l'AEG màxim en flexió cervical), anomenat d'aquí en endavant difAEG.
 - Mitjana de l'AEG màxim en flexió cervical durant el test de slump anomenat d'aquí en endavant AEGFC.
2. Intensitat del dolor mesurat amb l'escala visual analògica al realitzar el test de slump.
3. La localització del dolor, s'anotava la zona del cos que més molestava al realitzar el test de slump. Aquesta variable es va classificar com a variable

qualitativa ordinal ja que es donaven les següents opcions: Coll, esquena, glutis, cara posterior cuixa, cara posterior genoll, cara posterior cama, turmell i peu.

A la segona i tercera valoració, a més, es va recollir el compliment del programa per part dels dos grups d'estudi, el número d' entrenaments perduts i el seu motiu, mitjançant un qüestionari. (Veure annex 10.7).

Al finalitzar l'estudi es va demanar a l'esportista que valorés si havia notat algun canvi pel que fa a sensacions en l'estat físic durant el període de l'estudi.

5.3.2. Descripció dels tests

Tots els tests els va realitzar el mateix avaluador, que era un fisioterapeuta familiaritzat en aquestes valoracions. Durant tot el procediment del TS i amb la finalitat d'assegurar la posició correcta, va ser necessari l'ajuda d'un altre avaluador també fisioterapeuta i d'una altre persona que va fer suport administratiu apuntant totes les dades.

5.3.2.1. Test de lateralitat

Es van realitzar els 3 tests de lateralitat descrits per Hofman, M et al. per conèixer la cama dominant (103). Aquests tests no es van explicar a la xerrada informativa perquè podien condicionar la reacció de l'esportista. Els tests són els següents:

- A. Com es pot veure a la Figura 18 es va col·locar una pilota al terra amb 2 cons al davant. Es va demanar a l'esportista que xutés aquesta entre els cons. S'enregistrava la cama que feia servir per xutar.



Figura 18. Primer test per conèixer la CD de l'esportista

- B. Com es pot veure a la Figura 19 l'avaluador situava l'esportista darrera un esglaó de 40 cm i li demanava que pugés sense saltar. S'enregistrava la primera cama que feia servir per pujar.



Figura 19. Segon test per conèixer la CD de l'esportista

- C. Com es pot veure a la Figura 20 l'avaluador es va situar darrera l'esportista amb les dues mans a l'alçada de les escàpules i va donar una petita empenta. S'annotava la primera cama que avançava per respondre al desequilibri.



Figura 20. Tercer test per conèixer la CD de l'esportista

Es considerà cama dominant (CD) la que almenys s'enregistrava en dos dels tres tests.

5.3.2.2. Test de slump

Es va realitzar abans i després de l'entrenament tècnic. Per assegurar la correcta posició durant tot el test van ser necessaris a banda de l'avaluador dos fisioterapeutes més. L'avaluador ajudant, es va col·locar darrera del respall de la cadira i va controlar la posició del participant i el tercer fisioterapeuta (fisioterapeuta 3) va enregistrar les dades del goniòmetre digital i va omplir part del full de registre.

Per a realitzar el TS, l'esportista va seure en un aparell d'extensió de quàdriceps, model Leg Extension R.O.M. Reahabilitation Device de l'empresa Technogym. Abans de començar el test:

- Es va regular la profunditat de la cadira perquè el forat popliti quedés al límit del seient i el sacre es recolzés en el respall.
- Es van col·locar les cames del participant, separades mantenint l'amplada dels malucs. Per evitar poder aixecar les cames durant l'extensió dels genolls es van fixar amb un cinturó a nivell del 1/3 proximal de les cuixes (19).

- La cara dorsal de les mans es van col·locar recolzades a la zona glútia.

Una vegada col·locat l'esportista en la posició descrita anteriorment, l'avaluador feia una lleugera pressió a nivell de l'apèndix xifoides per ajudar a l'esportista a realitzar una flexió toràcica i lumbar. Aquesta flexió es va aturar abans de que el sacre es desenganxés de la cadira. Per evitar realitzar una extensió de la columna durant l'extensió del genoll, es va col·locar un cinturó creuant la zona interescapular. Tot i aquesta fixació, l'avaluador ajudant posava la mà a la zona interescapular i ajudava a controlar la posició. Aquesta mà no feia cap sobrepressió, simplement era un estímul per evitar perdre la posició i fer compensacions (19,56,66,69).

Una vegada es va tenir fixada la correcta posició, l'investigador principal s'asseia en un banc al costat de la cama no dominant, cama que sempre es va valorar primer. D'aquesta manera la vista quedava a l'alçada de l'eix del genoll. L'eix del goniòmetre es va col·locar a la part mitja del còndil femoral extern. El braç fix s'alineava amb la línia mitja de la cuixa en direcció al trocànter major i el braç mòbil seguia la línia mitja de la cama en direcció al mal·lèol extern (19,66,69,104,105).

A continuació, es va demanar a l'esportista que de manera activa fes els moviments següents:

- Flexió global, activa i lenta de les cervicals fins tocar la barbeta amb la zona de l'estèrnum.
- Flexió dorsal activa màxima del turmell de la cama no dominant.
- Extensió activa màxima del genoll de la cama no dominant.

Amb aquesta posició (Figura 21) es va mesurar l'AEG amb un goniòmetre digital. En totes les valoracions hi va haver un altre ajudant que va anotar totes les dades en el full de registres.



Figura 21. Test de slump en posició de tensió màxima del sistema nerviós. Una avaluador mesura l'angle d'extensió del genoll en flexió cervical. Un altre avaluador fixa la posició i l'altre anota els resultats.

Mantenint la posició anterior, es va demanar a l'esportista que fes només una extensió de la columna cervical. L'avaluador ajudant acompanyava el moviment cervical amb la mà dorsal, mantenint la flexió toràcica i lumbar. En aquest moment es va demanar a l'esportista que indiqués si la tensió/dolor s'havia modificat.

En cas afirmatiu se li demanava que tornés a buscar la mateixa tensió que tenia a la cama prèviament a l'extensió cervical i es tornava a mesurar aquest angle. (Vegeu annex 10.5-10.6)

Es repetia la mateixa operació tres vegades per cada cama.



Figura 22. Mesura de l'angle d'extensió del genoll després de realitzar una extensió cervical durant el test de slump.

A continuació es feia la mateixa operació a la CD.

5.3.2.3. Escala Visual analògica

Les escales de valoració del dolor són mètodes clàssics de mesura de la intensitat del dolor, i amb la seva utilització podem arribar a quantificar la percepció subjectiva del dolor per part, en aquest cas, de l'esportista. En aquest estudi s'ha utilitzat l'escala visual analògica. És una escala validada i permet recollir el dolor de manera reproducible entre els observadors (106). (Vegeu annex 10.5-10.6)

Es va utilitzar una representació gràfica en forma de línia recta, sense nombres, punts ni ratlles i en els extrems es marquen com a no dolor i com a màxim dolor suportable.

En finalitzar el TS es va demanar a l'esportista la intensitat del dolor en les dues cames.



Figura 23. Esportista omplint el full de registre concretament la intensitat del dolor/tensió per les dues cames amb l'EVA.

5.3.2.4. Test de localització del dolor.

Seguint les possibles zones de dolor detectades per Walsh et al. en realitzar el test es va utilitzar la mateixa representació gràfica per a que l'esportista anotés la localització del màxim dolor en cada extremitat (67). (Vegeu annex 10.5-10.6)

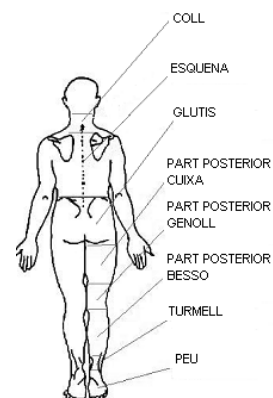


Figura 24: Imatge utilitzada per facilitar la localització de la resposta.

5.3.2.5. Qüestionari Final

Mitjançant aquest qüestionari es va recollir la variable de si l'esportista havia notat algun canvi-sensació durant l'estudi. Va ser una pregunta oberta per no condicionar a la resposta.

5.3.3. Descripció del material

5.3.3.1. Goniòmetre Digital:

L'instrument de mesura va ser NedSGE / IBV (Sistema de Goniometria Electrònic), cedit per l'Institut de Biomecànica de València (IBV). Aquest sistema està controlat des de l'aplicació NedDiscapacidad / IBV i proporciona en temps real els rangs de moviment de les diferents articulacions. Permet valorar el moviment de forma ràpida, precisa, repetible i amb resultats independents a l'avaluador. Aquest aparell no guarda en memòria els diferents registres.

Inclou:

- 2 goniòmetres amb cable per a la seva connexió al Mòdul de Connexió NedDiscapacidad / IBV.

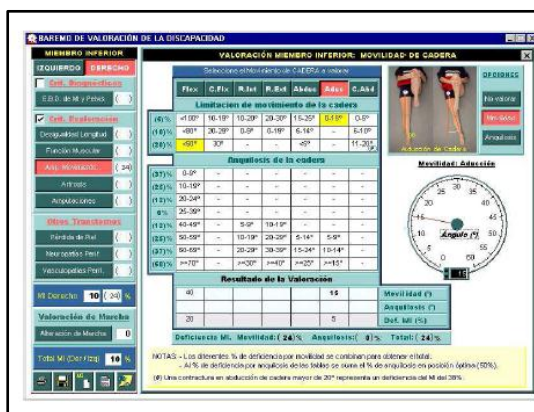


Figura 25: Goniòmetre i imatge del programa utilitzat durant la recollida de dades

Les especificacions tècniques de l'equip que descriu l'IBV són :

- Sensors. Tecnologia utilitzada: potenciòmetres
- Rang de mesura: 0° - 270°

- Resolució de mesura angular: 1°
- Incertesa expandida: ± 2°
- Calibratge de l'equip: calibrat en fàbrica

Va ser calibrat pel mateix laboratori abans d'iniciar l'estudi.

5.3.3.2. Aparell d'extensió de quàdriceps

Es va emprar un aparell d'extensió de quàdriceps, model Leg Extension R.O.M. Rehabilitation Device de l'empresa Technogym que permetia regular la profunditat del seient i posicionar el maluc amb un angle de 90° respecte la columna lumbar. Aquest aparell es troba en les instal·lacions on es va realitzar la recollida de dades.

5.4. Descripció de la intervenció

A continuació es detalla la intervenció realitzada en l'estudi la qual va suposar d'una banda la homogeneïtzació de la pauta d'estiraments estàtics passius (EEP) per evitar possibles biaixos entre els grups i d'altra banda la pauta d'exercicis de les mobilitzacions neurals (MN), les quals són el factor d'estudi i només les va realitzar el grup d'estudi.

5.4.1. Estirament estàtic passiu

Consisteix en una posada en tensió progressiva i lenta d'un grup muscular mitjançant l'ajut del propi pes, la gravetat o d'alguna altre persona. Per evitar la contracció del múscul és important realitzar-los en una posició confortable.

Constitueix una modalitat d'estirament indicada per a la millora o el guany de la mobilitat articular (entrenament de la flexibilitat). També s'utilitza després de la pràctica esportiva amb l'objectiu de disminuir la rigidesa post-exercici i ajudar a normalitzar l'hipertò i la congestió muscular (82).

L'estirament es manté durant un període d'entre 10 i 30 segons (segons els autors).

- Anderson (29): de 30" a 1'
- Geoffroy (34): de 8" a 30"
- Esnault (28) : 12"

Per tal d'homogeneïtzar aquesta activitat, es va proposar una pauta d'estiraments igual per a tots els grups. Ambdós grups realitzaven aquests EEP després de cada sessió d'entrenament amb l'objectiu de retornar el múscul a l'estat previ.

5.4.1.1. Descripció dels estiraments:

Quàdriceps

Estirat de costat, flexionar maluc i genoll de la cama que està en contacte amb el terra, per millorar l'estabilitat. Per mantenir l'esquena recta, el cap queda recolzat sobre el braç.

L'altre cama s'agafa pel dors pel peu i s'acosta cap el gluti fins notar la tensió. Important mantenir-la paral·lela al terra



Figura 26: Estirament estàtic passiu del recte anterior del quàdriceps.

Isquiosurals

Estirat boca amunt, abraçar la cuixa amb les dues mans per la part posterior d'aquesta i portar-la cap el pit. El genoll pot quedar amb una lleugera flexió i la punta del peu es deixa relaxada.

En cas de molèsties lumbars, l'altre cama pot flexionar-se.



Figura 27: Estirament estàtic passiu dels Isquiosurals.

Piramidal

Estirat boca amunt, creuar una cama sobre l'altre i abraçant l'altre cuixa portar-la cap el pit fins notar la tensió.

Mantenir la mirada cap el sostre.



Figura 28: Estirament estàtic passiu del piramidal.

Pelvitrocanteris

Assegut, portar la cama i l'esquena en direccions contràries fins notar la tensió. El colze ajudarà a portar la cama cap a l'altre costat.



Figura 29: Estirament estàtic passiu dels pelvitrocanteris i gluti.

Aductors

Asseguts sobre els isquions, flexionar els genolls mantenint l'esquena ben recta. Recolzar els colzes sobre les cuixes-genolls i anar portant-les en sentit cap al terra fins notar la tensió.

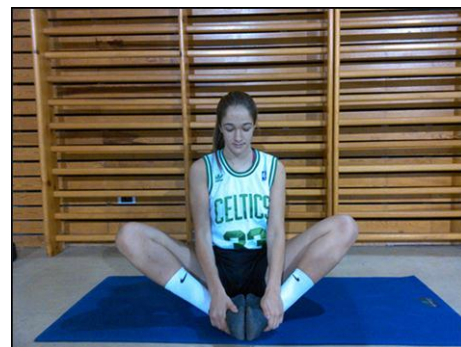


Figura 30: Estirament estàtic passiu dels aductors.

Bessons

En bipedestació, avançar una cama davant de l'altre. Anar desplaçant el cos endavant fins notar la tensió. Mantenir el genoll estirat i ambdós peus rectes mirant endavant, el taló recolzat.

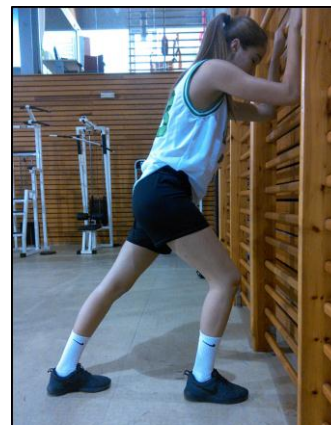


Figura 31: Estirament estàtic passiu dels gastrocnemi.

Soli

En bipedestació, avançar una cama davant de l'altre. Anar desplaçant el cos endavant fins notar la tensió. Mantenir el genoll de darrera flexionat i ambdós peus rectes mirant endavant, el taló recolzat.



Figura 32: Estirament estàtic passiu del soli.

5.4.1.2. Consideracions prèvies

Tots els estiraments havien de tenir una posada en tensió lenta i progressiva per evitar el dolor i el reflex d'estirament. Es va demanar que la respiració fos lenta, rítmica i controlada.

5.4.1.3. Càrrega

Es van descriure 7 estiraments, un per cada grup muscular de les extremitats inferiors. Els estiraments pels braços i columna van ser lliures en cada grup. Cada estirament es va mantenir 30" i es va repetir 2 vegades per cada grup muscular.

5.4.2. Mobilitzacions neurals

Després de cada entrenament els esportistes del GE van realitzar un exercici de lliscament neural per cada extremitat.

5.4.2.1. Descripció dels exercicis:

Posició inicial: En sedestació, sobre una superfície alta, es va demanar una flexió màxima del tronc, mantenint el sacre vertical. Les cames es van col·locar alineades i separades la distància dels malucs i les mans en el sacre.

El lliscament s'aconseguia realitzant simultàniament una flexió màxima cervical amb una extensió del genoll seguida d'una extensió només de les cervicals amb una flexió del genoll.



Figura 33: Posició d'inici i final de l' exercici de mobilització del nervi ciàtic.

5.4.2.2. Càrrega

Pel que fa a la càrrega de treball, sempre que fos ben tolerada, es va anar modificant al llarg de l'estudi. A la següent taula es pot veure la proposta de treball que es va seguir. Entre series es feia 30" de descans.

Taula 4: Càrrega de treball

SETMANA	SERIES	REPETICIONS
1-2 SETMANA	3	10
3-4 SETMANA	3	12
5-6 SETMANA	4	10
7-8 SETMANA	4	12

L'esportista comunicava si tenia molèsties en l'execució del test. S'analitzaven les possibles causes i es corregien.

5.5. Procediment

En els següents apartats es descriu amb detall el procediment de la recollida de les dades. Tot l'estudi es va realitzar a les instal·lacions del Consell Català de l'Esport. Per la recollida de dades es va utilitzar el gimnàs de les mateixes instal·lacions. Cap de les actuacions van interferir en la dinàmica de l'equip ni van alterar l'horari de l'escolarització ni entrenaments. A continuació es fa una breu descripció de cada intervenció (Vegeu Figura 34).

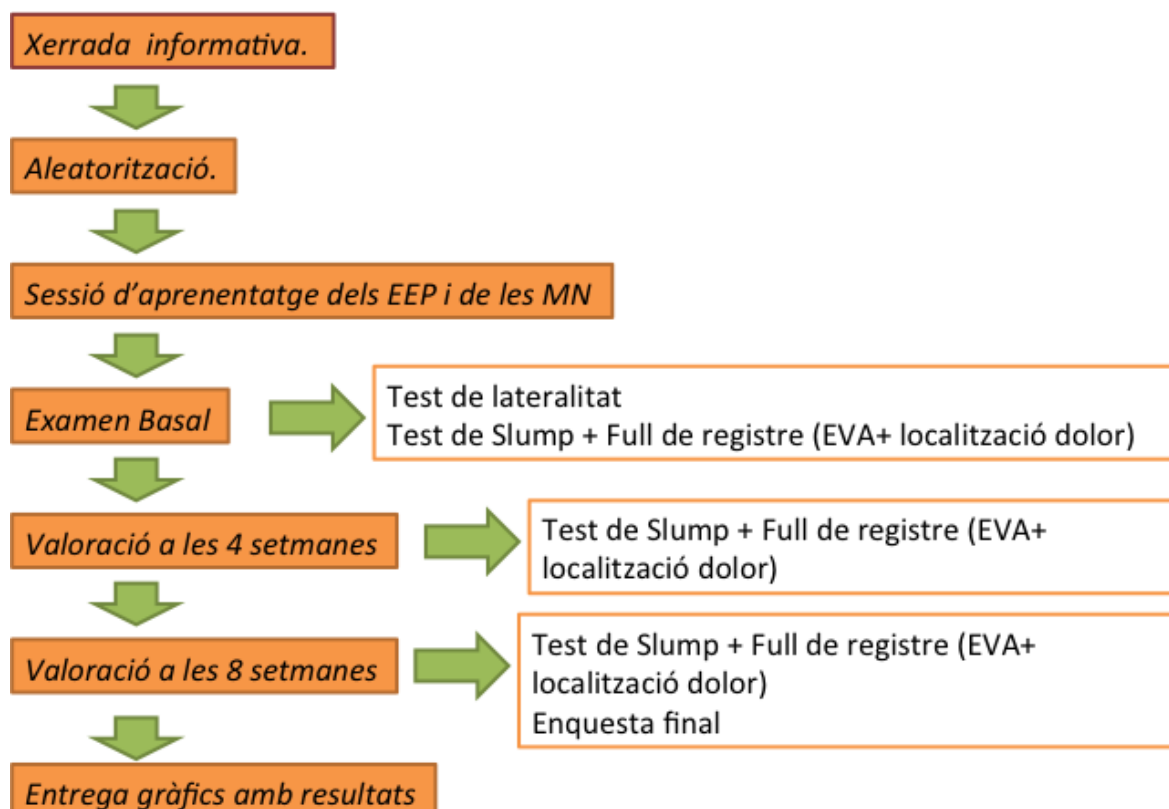


Figura 34: Esquema de les intervencions seqüenciades durant el procediment de la recollida de dades.

5.5.1. Xerrada informativa i prova del test

Es van realitzar un total de 6 sessions informatives, una per cada grup segons modalitats esportives.

En les sessions es feia una breu explicació de l'estudi, dels objectius i es va mostrar el calendari de seguiment. S'explicava la seqüència del TS mitjançant suport audiovisual i es mostrava el full de registre de la primera valoració (veure annex 10.5).

En aquesta sessió també s'aprofitava per valorar que els esportistes complissin amb els criteris de selecció.

Finalment, s'entregaven els fulls informatius i els consentiments en català o castellà en funció de la preferència de l'esportista (vegeu annex 10.1).

5.5.2. Aleatorització

Una cop finalitzada la sessió informativa es va aleatoritzar cada un dels estrats (disciplines esportives) mitjançant una taula de números aleatoris.

Dins de cada grup o modalitat esportiva, la meitat, grup control (GC), va realitzar estiraments estàtics passius (EEP) i l'altre meitat del grup, grup experimental (GE), va realitzar aquests mateixos estiraments més l'exercici de mobilització neural (MN).

5.5.3. Sessió d'aprenentatge dels EEP i de les MN

Es va ensenyar a cada grup per separat la pauta d'EEP. Es va aprofitar per remarcar els errors més habituals i es va insistir en la realització dels estiraments de manera passiva sense contracció de cap múscul.

A cada grup se li va entregar el protocol d'estirament juntament amb un cronòmetre i un document amb els dies i horari de les valoracions del seu grup (vegeu annex 10.4).

A tots els jugadors i jugadores se'ls va entregar el full de seguiment (veure annex 10.7) per tal que poguessin anotar el compliment de la pauta (d'EEP-MN) i anotar els dies de baixa d'entrenament i el motiu.

Un altre dia es citava només als participants del grup experimental se'ls ensenyava, es practicava i es corregia l'exercici de MN.

Els EEP i MN es van començar a realitzar el dia després d'haver finalitzat la primera valoració (pre i post).

5.5.4. Examen Basal

Per realitzar les valoracions es citava entre 6 i 7 esportistes màxim cada dia. En aquesta primera valoració i prèvia a l'entrenament es feia el test de lateralitat i es complimentaven les variables soci-demogràfiques.

Es van recollir les dades del TS (AEG, intensitat del dolor i la seva localització) abans i després de l'entrenament.

5.5.5. Valoració a les 4 setmanes

En finalitzar les 4 setmanes es va citar l'esportista per repetir la recollida de dades. L'esportista entregava el full de seguiment i es repetien les mateixes valoracions que s'havien realitzat en l'examen basal, amb excepció del test de lateralitat. Es complimentava la fulla de registre (vegeu annex 10.6).

En aquesta fase van quedar exclosos de l'estudi els esportistes que havien tingut una inactivitat superior a 1 setmana consecutiva o pèrdua de més de 10 sessions d'entrenament durant el procés de la recollida de dades.

5.5.6. Valoració a les 8 setmanes

- *Test de slump + Full de registre*

En finalitzar les 8 setmanes es va citar l'esportista per repetir la recollida de dades. L'esportista entregava el full de seguiment i es repetien les mateixes valoracions que s'havien realitzat a les 4 setmanes. Es complimentava la fulla de registre (vegeu annex 10.6).

De la mateixa forma que a l'anterior valoració, es van excloure els esportistes que havien tingut una inactivitat superior a 1 setmana consecutiva o pèrdua de més de 10 sessions d'entrenament durant el procés de la recollida de dades.

5.5.7. Qüestionari final

Una vegada finalitzada la tercera valoració post-exercici es demanava a l'esportista que respongués a un qüestionari per tal de completar la presa de dades de l'estudi. (Vegeu annex 10.8).

El qüestionari sol·licitava informació sobre els conceptes següents:

- Canvis físics percebuts per l'esportista en les darreres 8 setmanes.
- Nombre d'entrenaments no realitzats i motiu
- Nivell de seguiment del programa d'EEP i en cas necessari seguiment del programa de les MN
- Intensitat i localització del dolor després de la realització dels exercicis.

5.5.8. Entrega dels resultats

Una vegada finalitzat l'estudi es van entregar a cada esportista dos fulls amb els gràfics de l'evolució de la diferència de l'angle d'extensió del genoll al llarg de les 3 valoracions. Aquests gràfics es van presentar per separat: un per la cama dominant i l'altre per la cama no dominant. (Annex 10.10).

En totes les valoracions es van habilitar dies de repesca per aquells esportistes que ens els dies programats estaven de baixa esportiva perquè poguessin fer el test i així continuar en l'estudi. En l'annex 10.11 es pot veure el calendari complet de la recollida de dades.

A la Figura 35 es pot veure el resum gràfic de les etapes de l'estudi.

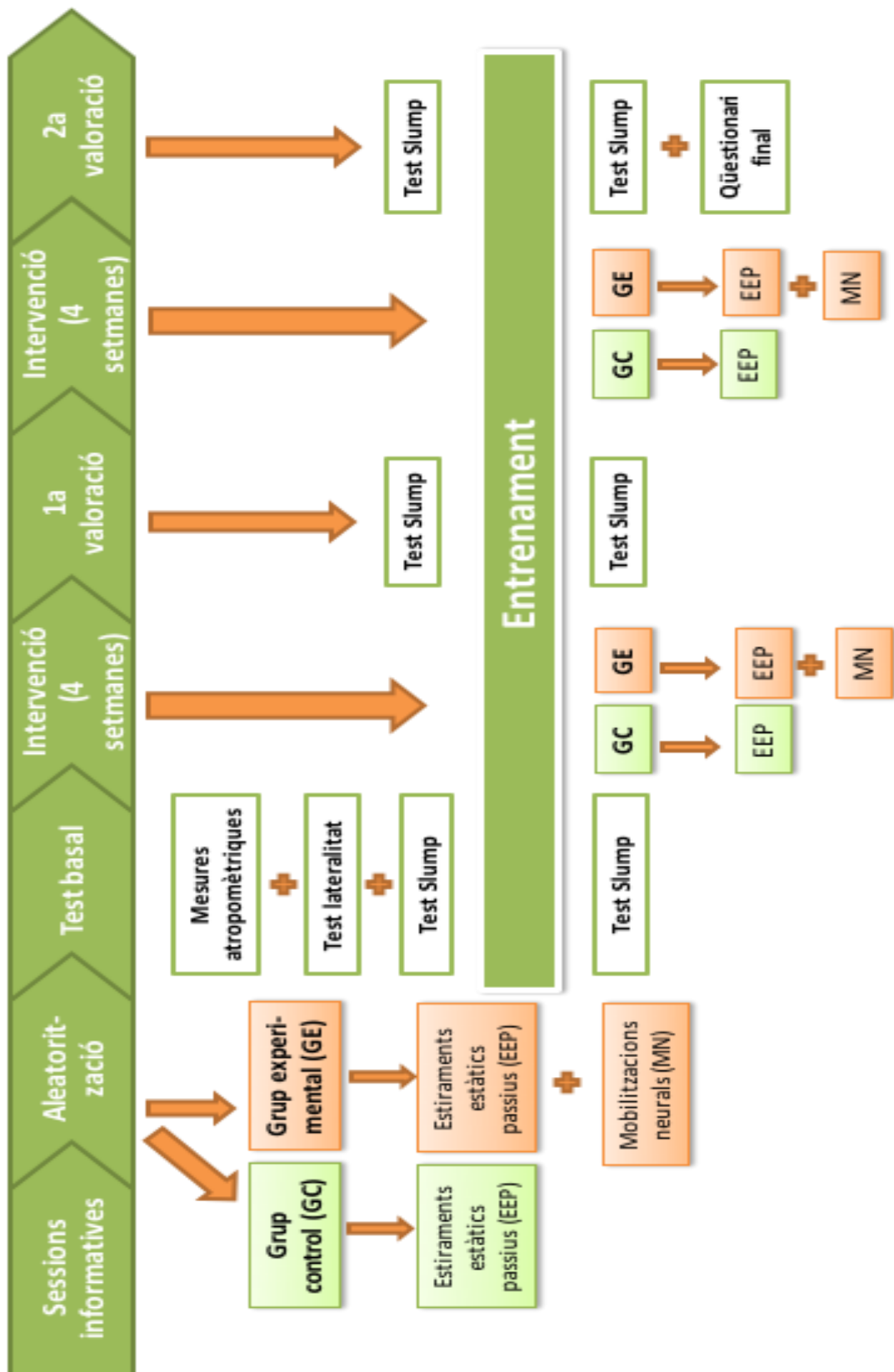


Figura 35: Resum gràfic de les etapes de d'estudi.

5.6. Anàlisi estadístic

L'anàlisi dels resultats es va realitzar mitjançant el paquet estadístic SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versió 20.0 per Mac.

Les variables quantitatives contínues obtingudes en l'estudi de l'AEG, de la difAEG i de la intensitat del dolor es descriuen mitjançant mesures de tendència central i dispersió, concretament, la mitjana, desviació estàndard, mediana, mínim-màxim.

Per les variables qualitatives obtingudes en l'estudi de la localització del dolor, la continuïtat de la participació, l'adherència als programes d'EEP i MN i el qüestionari final, es descriuen mitjançant freqüències absolutes i relatives.

Els contrastos estadístics que es van utilitzar van ser:

- Per a comparar si hi ha diferències basals entre els dos grups d'estudi pel que respecte a les variables sociodemogràfiques (talla, pes, IMC i edat) s'utilitza el test t-student per mostres independents o la prova U de Mann-Whitney, segons la distribució seguís o no una llei normal respectivament
- Per a valorar si hi ha diferències entre les variables quantitatives de resposta (AEG, difAEG i intensitat del dolor) entre el sexe o dominància de l'extremitat s'utilitza el test t-student per mostres independents o la prova U de Mann-Whitney segons la distribució seguís o no una llei normal respectivament.
- Per a comparar les variables quantitatives d'estudi abans i després de l'entrenament s'utilitza el test t-student per mostres dependents en el cas de que la distribució segueixi una llei normal i un test de Wilcoxon en cas contrari.
- Per a la valoració de les variables quantitatives al llarg del temps segons els grups d'estudi (GC-GE), tant en el pre-entrenament com post-entrenament, s'utilitza el test ANOVA de dos factors de mesures repetides. Es fa basant-se amb la prova d'esfericitat de Mauchly. En el cas que $p\text{valor} > 0,05$ l'estadístic utilitzat és el d'esfericitat assumida i en cas contrari

el de Greenhouse-Greisser. L'anàlisi post-Hoc per a veure on rauen les diferències, en els casos que n'hi hagi, es fa amb el test de Bonferroni.

- Per veure l'associació de variables qualitatives de l'adherència dels programes d'EEP o de les MN segons el grup d'estudi es realitza el test de Linialitat de Mantel-Haenszel. Amb el mateix test també es valoren segons sexe o esport.

En tots els casos s'ha comprovat si hi ha normalitat mitjançant el test Kolmogorow-Smirnow per mostres de mida $n > 50$ i el test de Shapiro-Wilk per mostres de mida $n < 50$.

Tots els tests estadístics es van fer amb un nivell de significació de $\alpha = 0,05$.

5.7. Consideracions ètiques

Aquest estudi va ser aprovat pel Comitè d'ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de la Generalitat de Catalunya (CEICEGC) el mes de desembre de 2010. (Vegeu annex 10.2).

Tots els voluntaris signaren el corresponent consentiment informat (vegeu annex 10.1). Totes les persones que aporten la seva imatge en fotografies i vídeos per la tesi signaren la corresponent autorització.

La gestió de les dades personals dels participants segueix la llei orgànica de protecció de dades (LOPD).

RESULTATS

6

6. RESULTATS

En el primer apartat dels resultats (6.1) s'exposen els resultats dels 67 participants que van iniciar l'estudi, la mostra basal inicial. En els apartats següents s'analitzen els 48 esportistes que van acabar l'estudi i aquesta mostra es descriu com a mostra de seguiment.



Figura 36: Esquema de la mostra inicial i de la de seguiment.

6.1. Estudi de la resposta neurodinàmica, a través del test de slump, en joves esportistes d'elit

Per aquest estudi, s'analitzen els 67 esportistes que van fer el primer test. Es seleccionen només les dades de la primera valoració i prèvies a l'entrenament, per evitar les possibles modificacions d'aquestes variables després de realitzar un treball de MN.

En primer lloc es descriuen les variables sociodemogràfiques de la mostra inicial i seguidament aquestes mateixes variables separades segons el sexe.

Seguidament es descriuen les dues variables relacionades amb l'angle d'extensió del genoll (AEG), la intensitat i localització del dolor en realitzar el TS. Per la variable AEG es fa la comparació segons sexe i dominància i per les altres dues segons sexe.

En el cas de l'AEG es presenten tant els resultats de la diferència de l'AEG al realitzar el test en flexió i en extensió cervical (difAEG) com de l'AEG en posició de Slump o flexió cervical (AEGFC). Es presenten els dos càlculs degut a que a la

literatura científica es troben tan treballs que ho presenten d'una forma com de l'altra.

Per valorar si hi ha diferències entre les variables quantitatives de resposta (AEGFC, difAEG i intensitat del dolor) entre el sexe o dominància de l'extremitat s'utilitza el test t-student per mostres independents o la prova U de Mann-Whitney en funció de si la distribució segueix o no una llei normal respectivament.

6.1.1. Descriptius de la mostra basal inicial

L'estudi el van iniciar 67 esportistes, amb una edat mitjana de $16,22 \pm 0,98$, 21 (31,3%) nois i 46 (68,7%) noies .

A la Taula 5 es presenten les dades antropomètriques de la mostra en l'examen basal.

Taula 5: Resultats antropomètrics (pes, talla, IMC)

Variable		Min	Max	Mediana	Mitjana \pm DS
Mostra N=67	Talla	162	2	182	$181,03 \pm 8,86$
	Pes	48	96	62	$68,07 \pm 10,07$
	IMC	16,4	26	20,45	$20,68 \pm 1,86$

6.1.2. Estudi de la diferència de l'angle d'extensió del genoll i de l'angle d'extensió del genoll durant el test de slump

6.1.2.1. Diferència de l'angle d'extensió del genoll durant el test de slump

A la Taula 6 s'exposen les dades descriptives de la variable DifAEG al realitzar les MDE durant el TS de la mostra basal inicial de manera conjunta i separada segons el sexe.

Taula 6: Estadístics descriptius de la variable difAEG després de realitzar el TS en flexió i extensió cervical.

Mostra	Min	Max	Mediana	Mitjana \pm DS	P-valor
Mostra (n=67)	7,5	37,67	17,5	17.57 \pm 5.88	
Noies (n=46)	7.5	33.67	16.58	16.34 \pm 5	0,028*
Nois (n=21)	11.5	37.67	19	20.25 \pm 7	

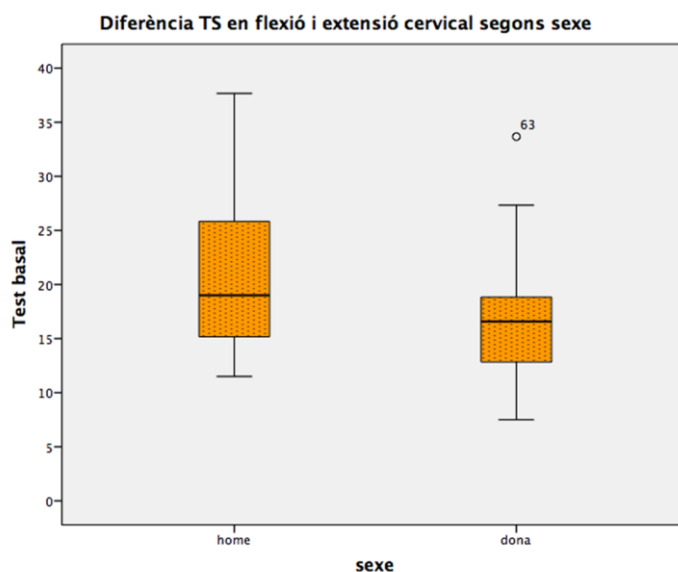
*p-valor: prova t-test per a mostres independents; *p-valor<0,05*

Segons el test de Kolmogorow-Smirnow (p -valor $>$ 0,05) la variable DifAEG segueix una distribució normal en ambdós grups.

Per a fer la comparació entre sexes s'utilitza la prova t-test per grups independents. El resultat de la difAEG mostra diferències estadísticament significatives entre els nois i les noies per aquesta variable, amb un p -valor de 0.028.

A la Figura 37 en el diagrama de caixes s'observa que el grup de nois presenta una major variabilitat front el grup de noies, tal com es mostra també a la taula, amb una dispersió major en el cas dels nois respecte les noies i en el gràfic s'observa amb un major rang a la caixa dels nois.

Figura 37: Resultat de la difAEG després de realitzar la MDE separat segons sexe.



6.1.2.2. Angle d'extensió del genoll en flexió cervical durant el test de slump.

Seguidament a la Taula 7 es presenten els resultats de l'AEGFC (angle d'extensió del genoll en flexió cervical) al realitzar el TS en flexió cervical de la mostra basal inicial de manera conjunta i separada segons el sexe.

Taula 7: Estadístics descriptius de la variable AEGFC

Mostra	Min	Max	Mediana	Mitjana \pm DS	P-valor
Mostra (n=67)	26.83	67.50	42,66	42.13 \pm 8.5	
Noies (n=46)	26.83	51.33	39.25	39.32 \pm 0.94	0,001*
Nois (n=21)	28.67	67.5	48	48 \pm 2.13	

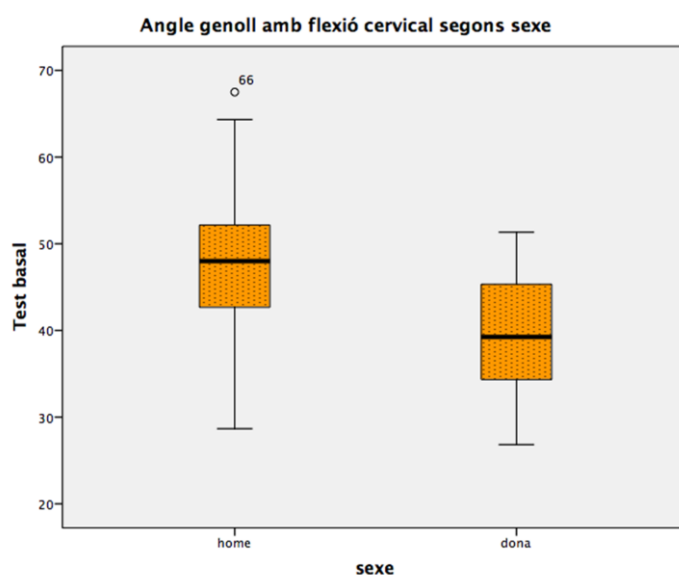
*p-valor: prova U de Mann-Witney; *p-valor<0,05*

Segons el test de Kolmogorow-Smirnow la variable de l'AEG al realitzar el TS en flexió cervical no segueix una distribució normal ($p > 0.05$).

Es realitza la prova U Mann-Witney per grups independents per a fer l'estudi comparatiu d'aquesta variable entre sexes. El resultat de l'AEG al realitzar el TS en flexió cervical manifesta diferències estadísticament significatives entre els nois i les noies amb un resultat del p -valor=0.001.

A la Figura 38 es pot observar el diagrama de caixes. Per ambdós grups els valors mínims són similars. Destaca el valor extrem (66) que correspon a un jugador d'handbol. Tal com mostra la taula i la figura en el grup de noies la variabilitat en els diferents quartils és similar.

Figura 38: Resultat de l' angle mig d'extensió de genoll amb flexió cervical separat segons sexe



6.1.2.3. Estudi de la diferència de l'angle d'extensió del genoll i de l'angle d'extensió del genoll entre la cama dominant i la cama no dominant durant el test de slump.

A la taula 8 es presenten les dades per separat de la CD i de la CND tant de la variable difAEG com de l'AEGFC.

Taula 8: Estadístics descriptius de la difAEG i de la AEGFC segons CND o CD

Variable	Min	Max	Mitjana ± DS	P-valor
DifAEG CND (N=67)	6,67	31,33	17,05±5,31	0,000*
DifAEG CD (N=67)	2,67	53,33	18,09±8,05	
AEGFC CND (N=67)	26,33	67,00	41,09±8,23	0,000*
AEGFC CD (N=67)	22,67	68,00	43,09±10,12	

*p-valor: prova t-test per a mostres independents; *p-valor<0,05; difAEG: diferència de l'angle d'extensió del genoll; AEGFC: angle d'extensió del genoll en flexió cervical; CND: cama no dominant; CD: cama dominant*

Segons el test de Kolmogorow-Smirnow la variable difAEG com l'AEGFC després de realitzar el TS presenten una distribució normal que compleix la llei de normalitat.

Per comprovar si aquestes diferències són estadísticament significatives es va realitzar la prova t-test per mostres independents. Per les 4 variables el p-valor és de 0,000. Es pot concloure que existeixen diferències estadísticament significatives entre la CD i la CND per les 2 variables segons la dominància de l'extremitat.

Tant per difAEG com per l'AEGFC l'angle és major a la CD, amb una diferència d'1° i de 2° respectivament.

6.1.3. Estudi del dolor percebut durant el test de slump

A la Taula 9 es descriu aquesta variable dolor valorada amb l'escala EVA, d'una banda amb tota la mostra conjunta i d'altra banda separada segons el sexe.

Taula 9: Estadístics descriptius del valor mig de la difAEG segons el sexe

Mostra	Min	Max	Mediana	Mitjana \pm DS	P-valor
Mostra (n=67)	1,8	8,55	5,93	5,77 \pm 1,3	
Nois (n=21)	3,8	7,85	6,3	6,11 \pm 0,22	0,161
Noies (n=46)	1,8	8,55	5,85	5,6 \pm 0,21	

*p-valor: prova t-test per a mostres independents; *p-valor<0,05*

Es comprova que la variable del dolor que percep l'esportista al realitzar el TS segueix una distribució normal ($p\text{-valor}>0,05$) i s'utilitza la prova t-student per grups independents per comparar si existeixen diferències entre sexes.

Els resultats mostren que no existeixen diferències estadísticament significatives entre els nois i les noies amb un $p\text{-valor}=0,161$.

6.1.4. Estudi de la localització durant el test de slump

Pel que fa a l'estudi de la variable localització del dolor es van definir 7 zones possibles. Tot i això, tots els esportistes van localitzar la zona de màxim dolor/molèstia durant la posada en tensió del TS en 3 zones: part posterior de la cuixa, part posterior del genoll o part posterior de la cama.

Vegeu la descripció de la variable a la Taula 10 de tota la mostra i separada segons sexe.

Taula 10: Freqüències i percentatges de la localització del dolor màxim durant el TS

Localització DOLOR	Mostra (n=67)		Nois (n=21)		Noies (n=46)	
	N	%	N	%	N	%
Post cuixa	34	50,74	12	57,15	22	47,82
Post genoll	26	38,8	7	33,33	19	38,77
Post cama	7	10,44	2	9,52	5	10,86

Post: posterior

S'escull el test paramètric de χ^2 per fer la comparació de la localització segons el sexe. Els resultats de la prova mostren que no existeixen diferències estadísticament significatives (p -valor= 0,625) entre el nois i les noies per que fa a la zona del dolor.

6.2. Descriptius de les variables de la mostra de seguiment i comparacions basals entre els grups d'estudi

A partir d'aquest apartat s'analitza la mostra de seguiment que va estar formada pels 48 esportistes que van completar l'estudi.

En aquest apartat es presenten les dades descriptives de les variables antropomètriques (talla, pes i índex de massa corporal (IMC)) i edat i seguidament es realitzen les comparacions basals entre el grup control (GC) i el grup experimental (GE).

Es va comprovar si les variables de resposta quantitatives seguien una distribució Normal mitjançant el test de Shapiro-Wilk per mostres de mida $n < 50$.

La prova estadística utilitzada va ser, en casos de compliment de la prova de normalitat, el test de t-Student de comparació de mitjanes entre dos grups independents i en casos de no compliment de la prova de normalitat, el test de U Man-Whitney.

6.2.1. Dades antropomètriques segons el grup d'estudi

Els detalls antropomètrics talla, pes i IMC es presenten separats per grups d'estudi a la Taula 11:

Taula 11: Resultats antropomètrics (pes, talla, IMC) separats per grup d'estudi

Variable		Min	Max	Mediana	Mitjana \pm DS	P-valor
Talla	GC	164	197	183	181,34 \pm 1,75	0,810
	GE	164	196	184	181,92 \pm 1,56	
Pes	GC	50	86	67	68,02 \pm 2,1	0,930
	GE	53	81	69	67,8 \pm 1,62	
IMC	GC	17,92	25,96	20,45	20,58 \pm 0,41	0,760
	GE	17,63	24,49	20,31	20,43 \pm 0,31	

GC: Grup control; GE: Grup experimental; IMC: Índex de massa corporal

Segons el test de Shapiro-Wilk les variable talla, pes i IMC segueix una distribució normal amb un p-valor $>$ a 0,05 en ambdós grups.

Seguidament es va seleccionar el test paramètric t-test per mostres independents per realitzar la comparació dels 2 grups d'estudi abans d'iniciar l'estudi.

Els resultats per les 3 variables van mostrar un p valor $>$ a 0,05. Amb aquests resultats es pot confirmar que no existeixen diferències estadísticament significatives basals per aquestes 3 variables en ambdós grups d'estudi (GC, GE).

En els següent diagrama de caixes (vegeu Figura 39) es pot observar que la mediana de l'alçada pels 2 grups es situa en 183cm pel GC i 184cm pel GE.

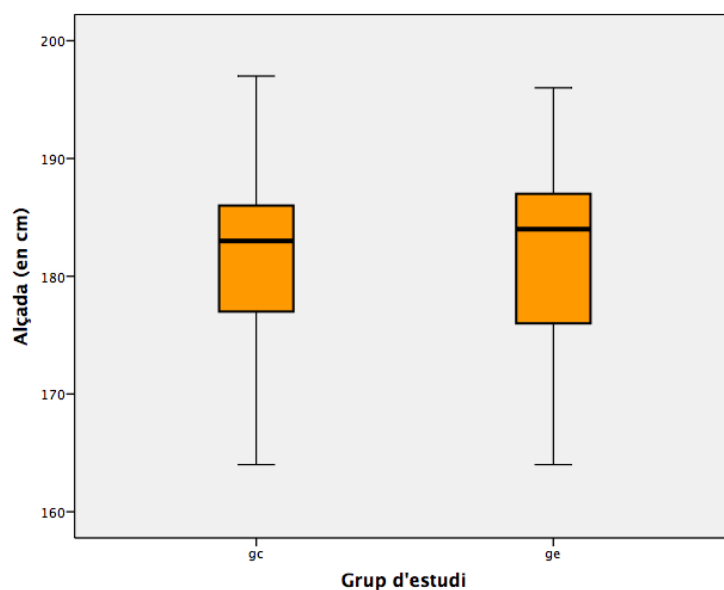


Figura 39: Comparació del l'alçada per grups d'estudi (GC: grup control; GE: grup experimental)

En la Figura 40 s'observen que la variable pes en el GC presenta una major rang entre els valors.

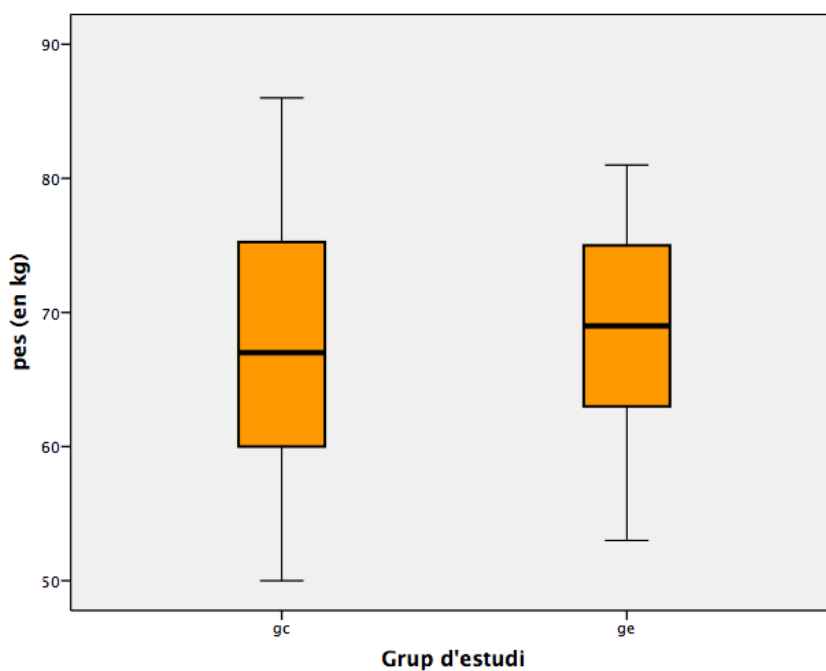


Figura 40: Comparació del pes per grups d'estudi. (GC: grup control; GE: grup experimental)

Com es pot veure a la Figura 41 les dues medianes de l'IMC mantenen una semblança (GC 20,45 i GE 20,31). En el GC s'observa una major variabilitat entre

els valors (sobretot entre el 3r i el 4t quartil) mentre que en el GE s'observa una major concentració, però amb 2 valors extrems. (2 i 18 que corresponen a una jugadora de voleibol i una de basquetbol respectivament).

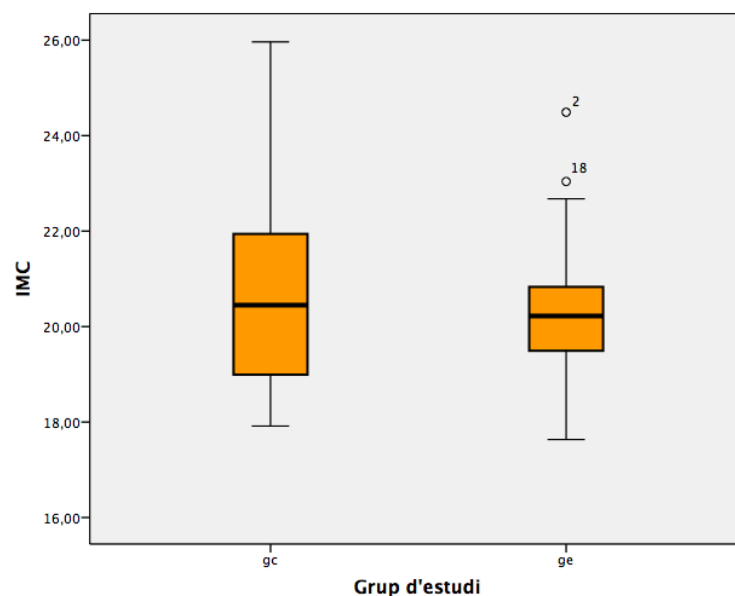


Figura 41: Comparació de l'IMC per grups d'estudi. (GC: grup control; GE: grup experimental)

6.2.2. Estudi de la variable edat segons el grup d'estudi

En aquest apartat es presenten els valors descriptius de la variable edat separats segons el grup d'estudi (Taula 12) i es realitza l'estudi comparatiu per comprovar si existeixen diferències basals entre els grups d'estudi).

Segons el test de Shapiro-Wilk la variable edat no segueix una distribució normal amb un p-valor < a 0,05.

Seguidament es va realitzar la prova de U de Mann-Whitney amb un p-valor de 0.819 el qual confirma que no existeixen diferències estadísticament significatives a nivell basal per la variable edat en ambdós grups d'estudi.

Taula 12: Resultats de l'edat separats per grups d'estudi

Variable		Min	Max	Mediana	Mitjana \pm DS	P-valor
Edat	GC (N=23)	15	18	16	16,17 \pm 0,18	0,819
	GE (N=25)	15	18	16	16,20 \pm 0,18	

*p-valor: prova U de Mann-Witney; *p-valor<0,05; GC: Grup control; GE: Grup experimental*

6.3. Estudi descriptiu de la continuïtat de la participació en l'estudi

En aquesta apartat es descriu la participació a l'estudi al llarg de les valoracions segons el sexe, l'esport o el grup d'estudi. També s'estudia el nombre d'entrenaments perdut en cada grup d'estudi, la continuïtat de la realització tant de la pauta d'estiraments estàtic passius (EEP) com de les mobilitzacions neurals (MN). D'altre banda s'exposen els motius de retirada de l'estudi i en quin moment es produeixen.

Es van realitzar 3 valoracions, la valoració 1 o basal, la valoració 2 o intermèdia a les 4 setmanes i la valoració 3 o final a les 8 setmanes.

6.3.1. Continuïtat de la participació en l'estudi per sexes en cada valoració

A la taula 13 i figura 42 l'estudi al llarg de les tres valoracions, realitzades cada 4 setmanes, en ambdós sexes.

En les tres valoracions el percentatge del nombre de noies és proper al 70% i aquest percentatge es manté al llarg de l'estudi. Es recullen totes les dades de 48 esportistes que representen un 71,64% de la mostra basal inicial.

Taula 13: Distribució per sexes en cada valoració.

Grup	VALORACIONS		
	Valoració 1	Valoració 2	Valoració 3
Noies	46 (68,66%)	39 (69,64%)	33 (68,75%)
Nois	21 (31,34%)	17 (30,36%)	15 (31,25%)
Total	67 (100%)	56 (83,36%)	48 (71,64%)

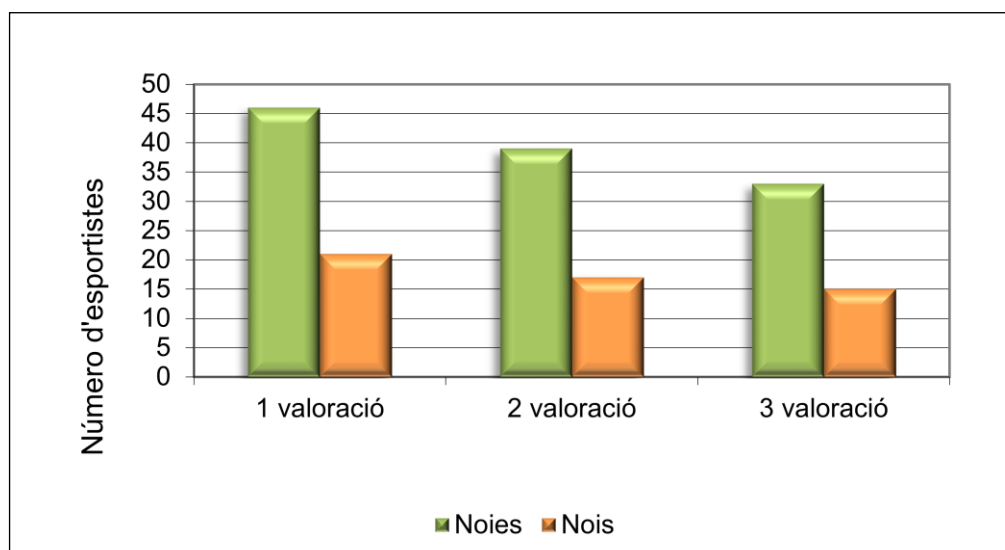


Figura 42: Distribució per sexes en cada valoració

6.3.2. Continuïtat de la participació en l'estudi per sexe i esports en cada valoració

A la Taula 14 i a la figura 33 es mostra el seguiment de l'estudi en funció del sexe i en cada esport per separat en les 3 valoracions.

Senyalar que el grup d'handbol és el que mostra més pèrdues, sobretot en el cas de les noies quedant-se només amb la meitat de les esportistes inicials. La causa

d'aquestes pèrdues van ser les lesions durant la seva practica esportiva que van derivar en una baixa esportiva superior a la que es contemplava com a requisit en els criteris de permanència en l'estudi (inactivitat superior a 1 setmana consecutiva o pèrdua de més de 10 sessions d'entrenament).

Pel que fa al voleibol tant pels nois com per les noies el seguiment va ser superior al 91%, el basquetbol va estar proper al 72% i l'handbol és el grup que va acumular el major nombre de baixes finalitzant-lo només entre el 45 i el 50% de la mostra inicial.

Taula 14: Distribució per sexe i esport en cada valoració

Grup		VALORACIONS		
		Valoració 1	Valoració 2	Valoració 3
Basquetbol	Noies	22 (100%)	19 (86,36%)	16 (72,73%)
	Nois	9 (100%)	6 (66,67%)	4(44,44%)
Handbol	Noies	12 (100%)	8 (66,67%)	6 (50%)
	Nois	12 (100%)	12 (100%)	11 (91,67%)
Voleibol	Noies	12 (100%)	11 (91'67%)	11 (91'67%)
	Nois	12 (100%)	11 (91'67%)	11 (91'67%)

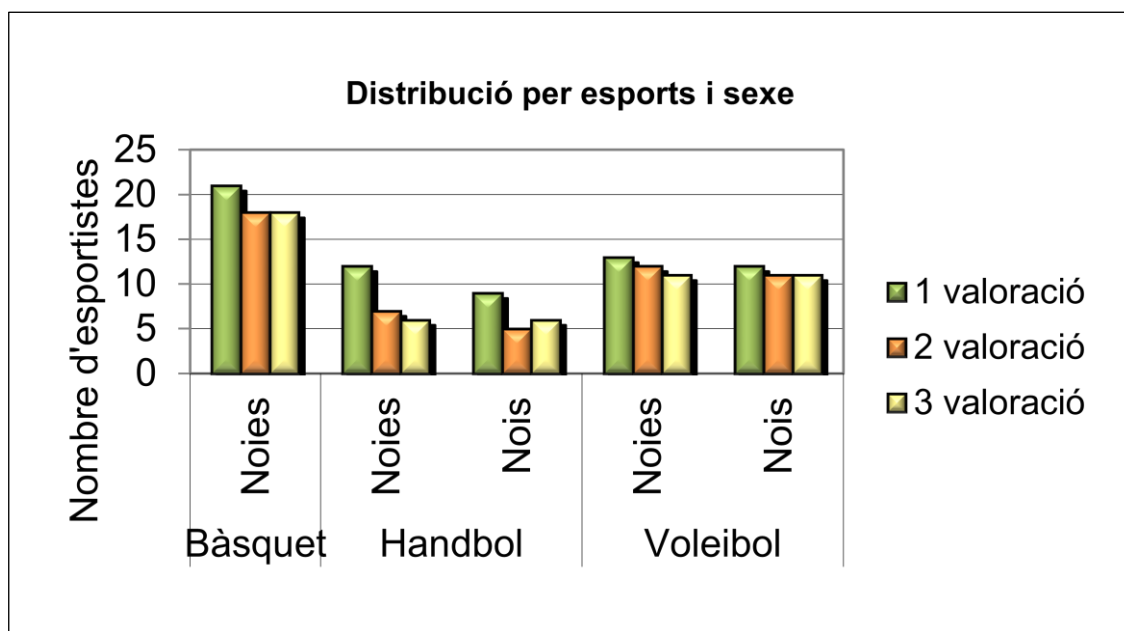


Figura 43: Distribució per sexes i esport en cada valoració.

6.3.3. Continuïtat de la participació en l'estudi per grups d'estudi en cada valoració

A continuació es presenta el seguiment en l'estudi dels esportistes separats segons el grup d'estudi al llarg de les 3 valoracions. Vegeu la Taula 15 i la Figura 44.

Taula 15: Distribució per grups d'estudi en cada valoració.

		VALORACIONS		
		Valoració 1	Valoració 2	Valoració 3
GRUP	GC	30 (44,78%)	24 (42,86%)	23 (47,92%)
	GE	37 (55,22%)	32 (57,14%)	25 (52,08%)
	Total	67 (100%)	56 (83,36%)	48 (71,64%)

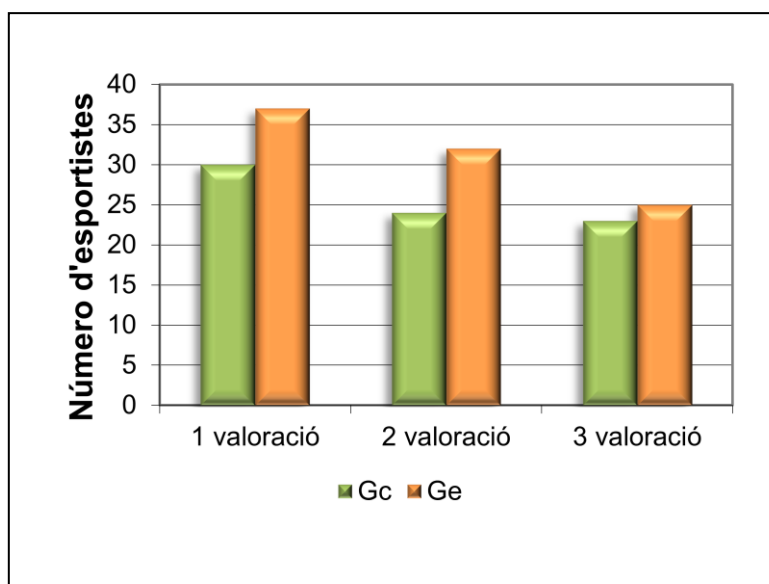


Figura 44 Distribució per grup d'estudi en cada valoració.

6.3.4. Continuïtat de la participació en l'estudi: Motius d'abandonament - retirada de l'estudi

A la Taula 16 es poden veure els motius que van portar als esportistes a retirar-se de l'estudi, bàsicament van ser per baixa mèdica.

A la part superior de la taula es poden veure 5 esportistes que van estar aleatoritzats, però quan s'havia d'iniciar la recollida de dades, per diferents motius, no van poder accedir.

De la valoració intermèdia i final també es descriuen els motius i als grup d'estudi al que pertanyen.

Com a motius d'abandonament destaquen les lesions musculars i lligamentoses, molt habituals en la pràctica esportiva a aquest nivell. De les 24 baixes, 19 són per afectacions del sistema musculoesquelètica i representen un 79,16%.

Taula 16: Motius i nombre d'exclusions de l'estudi en cada valoració.

	Grup	N	Motiu
Esportistes que no poden realitzar valoració inicial (estaven aleatoritzats) (5 pèrdues) 5 GC	GC	1	Lumbàlgia en estudi.
		1	No vol participar
		1	Patologia cardíaca
		1	Retiren la beca
		1	No vol participar
Esportistes que no poden realitzar valoració intermèdia (11 pèrdues) 6 GC / 5 GE	GC	2	Lesió òssia
		3	Lesió articular-ligamentosa
		1	Altres (ansietat)
	GE	2	Lesió articular-ligamentosa
		2	Lesió muscular
		1	Altres (hepatitis)
Esportistes que no poden realitzar valoració final (8 pèrdues) 1 GC / 7 GE	GC	1	Lesió muscular
	GE	4	Lesió articular-ligamentosa
		2	Lesió muscular
		1	Lesió òssia

GC: Grup control; GE: Grup experimental

6.3.5. Nombre de sessions d'entrenaments no realitzats durant l'estudi

En aquest apartat es recullen els dies de baixa segons cada grup d'estudi i en cada període de temps.

A la Taula 17 es pot veure que com malgrat que el 50% de la mostra es perd 0 entrenaments, tant la mitjana, com la desviació i l'I.C. (95%) mostren intervals molt amplis, mostrant ser una variable pels dos grups d'estudi i pels diferents períodes molt variable.

Taula 17: Dies de baixa (no entrenament) durant cada període en cada grup d'estudi.

	Dies de no practica esportiva durant estudi					
	Setmana 1 a 4			Setmana 5 a 8		
	Mediana	Mitj±DS	I.C (95%)	Mediana	Mitj±DS	I.C (95%)
GC	0	1'65±1,04	[-0'56,3'86]	0	2'06±0,83	[0'3,3'82]
GE	0	3'33±1,74	[-0'5,7,17]	0	1,5±1'07	[-0'87,3'87]

GC: Grup control; GE: Grup experimental

Segons el test de Shapiro-Wilk aquestes dues variables (no entrenament entre 1-4 setmana i no entrenament entre 5-8 setmana) no segueixen una distribució normal (p-valor < a 0,05).

Per comprovar si existien diferències entre el GC i el GE per la variable no entrenament entre 1-4 setmana i per la variable no entrenaments entre la 5-8 setmana es va realitzar el test de U de Mann-Whitney que va mostrar un p-valor de 0,280 i 0,744 respectivament. Aquests resultats mostren que no existeixen diferències estadísticament significatives entre el GC i GE en la pèrdua de sessions d'entrenaments durant els 2 períodes establerts.

D'altra banda es va voler conèixer si en el GC i en el GE hi havia diferències entre les dues variables anteriorment descrites (no entrenament entre 1-4 setmana i no entrenament entre 5-8 setmana). Es va realitzar la prova de Wilcoxon per estudiar el comportament de les dues variables però en aquest cas per grups dependents amb un resultat de p-valor 0,400 i 0,390 pel GC i el GE respectivament. Per la qual cosa, es conclou que tant pel GC com pel GE no van presentar-se diferències estadísticament significatives entre els dies de baixa de la 1-4 setmana i de la 5-8 setmana.

A la figura 45 i amb la informació de la taula s'observa que el GE pels dos períodes presenta un major rang, sobretot pel primer període.

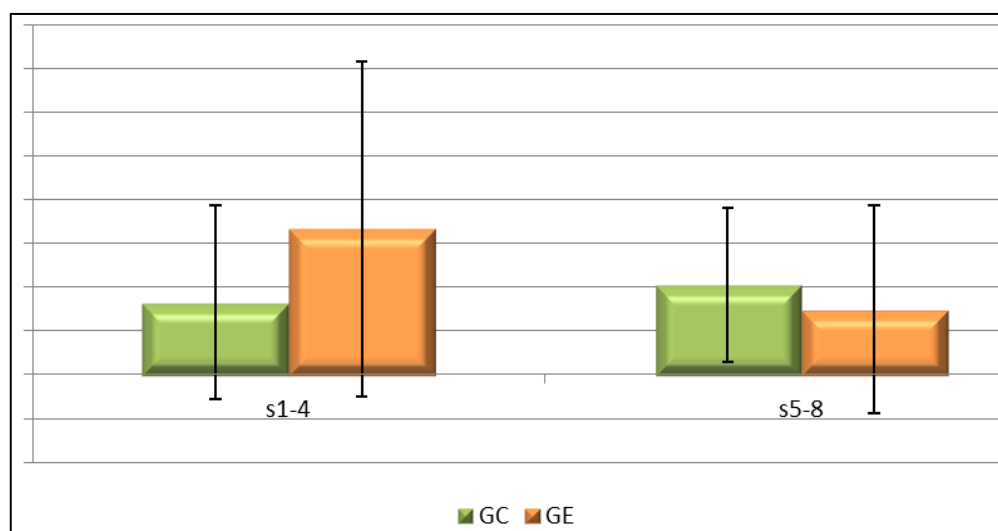


Figura 45: Gràfic de barres agrupades amb un IC. (95%) de la mitjana; GC: Grup control; GE: Grup experimental; S1-4: de la primera a la quarta setmana; S5-8: de la cinquena a la vuitena setmana.

6.3.6. Continuïtat del programa d'estiraments estàtics passius

Per veure l'associació de variables qualitatives de l'adherència del programa d'EEP segons grup d'estudi es realitza el Test de Linialitat de Mantel-Haenszel. Amb el mateix test també es valoren segons sexe o esport.

6.3.6.1. Segons grup d'estudi

A la Taula 18 s'observa que la totalitat de participants del GC van manifestar haver realitzat, sempre (100%) o habitualment ($\approx 75\%$), els EEP després de l'entrenament, situació similar a la del GE, amb l'excepció de 2 esportistes, que els van realitzar regularment ($\approx 50\%$). Cap participant va manifestar haver realitzat la pauta amb poca ($\approx 25\%$) o nul·la (0%) freqüència.

Taula 18: Compliment dels EEP segons el grup d'estudi

	Periodicitat dels estiraments estàtics passius			p-valor
	Sempre (100%)	Habitualment ($\approx 75\%$)	Regularment ($\approx 50\%$)	
GC (N=23)	10 (43,5%)	13 (56,5%)	0	0,340
GE (N=25)	9 (36%)	14 (56%)	2 (8%)	

GC: Grup control; GE: Grup experimental

Mitjançant el test de Linealitat de Mantel-Haenszel (p-valor=0,340) es va comprovar que no hi havia diferències entre els grups d'estudi en la realització dels EEP.

6.3.6.2. Segons esport

A la Taula 19 es pot veure el compliment de la pauta d'EEP en els diferents esports. Totes tres modalitats han realitzat majoritàriament els exercicis sempre (100%) o habitualment ($\approx 75\%$), amb excepció d'un jugador de voleibol i un d'handbol que manifesten haver fet els estiraments regularment ($\approx 50\%$).

Taula 19: compliment dels EEP segons esport

	Periodicitat dels estiraments estàtics passius			p-valor
	Sempre (100%)	Habitualment (≈75%)	Regularment (≈50%)	
Basquetbol	2 (12,5%)	14 (87,5%)	0	0,080
Handbol	6 (40%)	3 (30%)	1 (10%)	
Voleibol	11 (50'00%)	10 (45'45%)	1 (4'54%)	

Mitjançant el test de Linealitat de Mantel-Haenszel (p-valor=0.080) es va comprovar que no hi havia diferències entre els esports en la realització dels EEP.

6.3.6.3. Segons sexe

A la taula 21 es pot veure el compliment dels EEP per sexe. S'observa que 2 dels nois manifesten que van realitzar els EEP regularment (≈50%), mentre que la totalitat de les noies els va realitzar sempre (100%) o habitualment (≈75%).

Taula 20: Compliment dels EEP segons el sexe.

Periodicitat dels estiraments estàtics passius				
	Sempre (100%)	Habitualment (≈75%)	Regularment (≈50%)	p-valor
Nois	8 (53,3%)	5 (33,3%)	2 (13,3%)	0,700
Noies	11(33,3%)	22 (66,7%)	0	

Mitjançant el test de Linealitat de Mantel-Haenszel (p-valor=0.700) es va comprovar que no hi havia diferències entre els nois i noies en la realització dels EEP.

6.3.7. Anàlisi del factor d'estudi: Mobilitzacions neurals

En aquest apartat es vol conèixer el seguiment de la variable mobilitzacions neurals (MN) del GE i veure l'associació d'aquestes variables qualitatives de l'adherència d'aquest programa segons el sexe i l'esport.

6.3.7.1. Segons grup d'estudi

Pel que fa al compliment del programa de MN es pot veure a la Taula 21 que gairebé el 85% de la mostra manifesta haver-los realitzat entre el 50% i el 75%.

Taula 21: Compliments de les MN.

Periodicitat de les mobilitzacions neurals (Grup Experimental)				
	Sempre (100%)	Habitualment (≈75%)	Regularment (≈50%)	Poc (25%)
GE (N=25)	1 (4%)	12 (48%)	10 (40%)	2 (8%)

GE: Grup experimental

6.3.7.2. Segons esport

La Taula 22 mostra que és el grup de voleibol és el grup que manifesta un major compliment mentre que el grup d'handbol va realitzar el menor seguiment.

Taula 22: Compliment de les MN segons l'esport.

Periodicitat de les mobilitzacions neurals (Grup Experimental)					
	Sempre (100%)	Habitualment (≈75%)	Regularment (≈50%)	Poc (≈25%)	p-valor
Basquetbol	0	3 (33,3%)	6 (66,7%)	0	0,060
Handbol	0	1 (20%)	2 (40%)	3 (40%)	
Voleibol	1 (9'09%)	8 (72'73%)	2 (18'18%)	0	

Mitjançant el test de Linialitat de Mantel-Haenszel (p-valor=0.060) es va comprovar que no hi havia diferències entre els esports en quant a la realització de les MN.

6.3.7.3. Segons sexe

A continuació es pot veure com són les noies les que manifesten realitzar un major seguiment (vegeu Taula 23). D'altra banda el 30% dels nois manifesta haver realitzat aquesta pauta de MN entre un 25%-50%.

Taula 23: Compliment de les MN segons el sexe.

Periodicitat de les mobilitzacions neurals (Grup Experimental)					
	Sempre (100%)	Habitualment (≈75%)	Regularment (≈50%)	Poc (≈25%)	p-valor
Noies (N= 17)	1 (5'60)	9 (50%)	7 (44,44%)	0	0,140
Nois (N=7)	0	3 (42,9%)	2 (28,6%)	2 (28,6%)	

Mitjançant el test de Linealitat de Mantel-Haenszel (p-valor=0.140) es va comprovar que no hi havia diferències entre els nois i noies en quant a la realització de les MN.

6.4. Comparacions de l'evolució de les variables d'estudi al llarg del temps

En aquest apartat es vol estudiar el comportament de les variable difAEG, la intensitat i la localització del dolor al llarg del temps i comparar-ho entre els grups d'estudi (GC-GE) tan en el pre-entrenament com en el post-entrenament. A més a més, es fa el mateix estudi de la variable difAEG del post-entrenament de manera separa segons la dominància de l'extremitat, segons el sexe i segons l'esport.

Per fer aquest estudi s'utilitzarà la següent notació. "Variable" designa la característica que estem estudiant (AEG, intensitat o localització del dolor), "factor" és l'atribut que discrimina la mostra en els diferents grups de comparació: *grup d'estudi*: GC versus GE; *temps*: primera, segona i tercera valoració; *temps per grups d'estudi*: cada una de les tres valoracions en cada un dels dos grups d'estudi.

Es va comprovar si les variables de resposta quantitatives seguien una distribució Normal mitjançant el test de Shapiro-Wilk per mostres de mida $n < 50$.

Els contrastos estadístics usats en aquest apartat, va ser el test ANOVA de dos factors de mesures repetides per a estudiar les diferències en l'evolució dels dos grups d'estudi al llarg de les tres valoracions. Aquest test es fa basant-se amb la prova d'esfericitat de Mauchly. En el cas que $p\text{-valor} > 0,05$ l'estadístic utilitzat és el d'esfericitat assumida (EA) i en cas contrari el de Greenhouse-Greisser (GG). L'anàlisi post-Hoc per a veure on rauen les diferències en els casos que n'hi hagi, es fa amb el test de Bonferroni.

6.4.1. Estudi comparatiu de l'angle d'extensió del genoll

En aquest apartat s'utilitzarà la variable difAEG que s'obté de la diferència de realitzar el TS en flexió i extensió cervical.

6.4.1.1. Previ a l'entrenament

A la taula 24 es mostren els resultats de la difAEG previ a la pràctica esportiva. En el GE aquest angle disminueix en el transcurs de les 3 valoracions i s'observa una disminució respecte l'inici. A la Taula 25 s'observa que la difAEG no és igual en les 3 valoracions (p -valor= 0,018).

Taula 24: Estadístics descriptius del valor mig de la difAEG segons el grup d'estudi previ a l'entrenament.

DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL PRE SESSIÓ ENTRENAMENT				
Grup	Concepte	Valoració 1	Valoració 2	Valoració 3
GC (N=23)	Min	10,17	7,83	5,83
	Max	33,87	32,10	32,00
	Mitjana	17,21	18,75	17,02
	DS	±2,41	±5,40	±6,50
	Mediana	16,00	18,60	16,30
GE (N=25)	Min	7,50	7,83	7,83
	Max	37,67	28,80	22,50
	Mitjana	18,46	17,31	14,82
	DS	±6,21	±5,33	±4,40
	Mediana	18,00	17,50	14,10

GC: Grup control; GE: Grup experimental; SD: Desviació estàndard; Min: Mínim; Max: Màxim

Taula 25: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.

Variable	Factor	p-valor
DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL PRE SESSIÓ ENTRENAMENT	Prova d'esfericitat de Mauchly	0,378
	Temps (EA)	0,018*
	Grup d'estudi	0,550
	Temps per grup d'estudi (EA)	0,084

*p-valor: test ANNOVA de mesures repetides; *p-valor<0,05; EA: esfericitat assumida*

Les comparacions entre cadascuna de les valoracions, mitjançant l'ajust de Bonferroni, mostren una significació de p-valor =1.000 entre la valoració 1 i 2, entre la valoració 2 i 3 el p-valor = 0,026 i entre la valoració 1 i 3 el p-valor= 0,045. Els canvis estadísticament significatius comencen a observar-se entre la segona i la tercera valoració.

Tot i això, a la Figura 46 es pot veure la millor tendència del GE (línia verda) a la disminució de l'angle al llarg de les 3 valoracions, tot i que és necessari recolzar-se amb els valors de la taula.

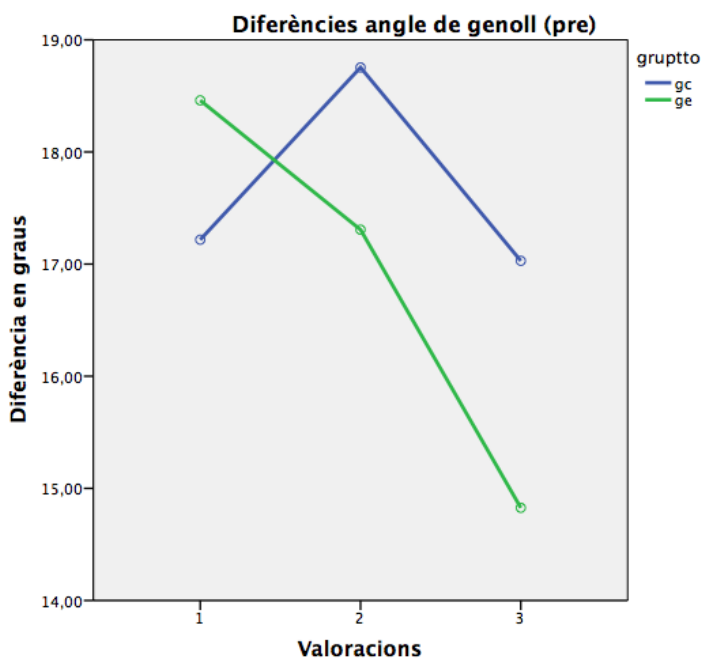


Figura 46: Evolució de la diferència de l'AEG en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el pre entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.

6.4.1.2. Posterior a l'entrenament

A la taula 26 es presenten els resultats de la variable difAEG després de realitzar el TS amb flexió cervical i extensió cervical i posterior a la pràctica esportiva. S'observa, que ambdós grups parteixen de valors similar en la primera valoració, però que el GE presenta una disminució d'aquest angle major al llarg de les 8 setmanes.

Taula 26: Estadístics descriptius del valor mitjà de l'AEG segons grup d'estudi posterior a l'entrenament.

DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL POST SESSIÓ ENTRENAMENT				
Grup	Concepte	Valoració 1	Valoració 2	Valoració 3
GC (N=23)	Min	3,50	8,00	6,70
	Max	31,20	36,20	32,00
	Mitjana	17,66	17,61	15,84
	DS	±6,28	±6,99	±6,60
	Mediana	16,16	16,30	14,50
GE (N=25)	Min	8,00	5,50	3,67
	Max	26,00	27,80	19,50
	Mitjana	17,19	13,82	11,52
	DS	±5,28	±5,31	±3,60
	Mediana	17,50	13,00	11,20

GC: Grup control; GE: Grup experimental; SD: Desviació estàndard; Min: Mínim; Max: Màxim

Per aquesta variable es troben diferències estadísticament significatives en els 3 factors (vegeu taula 27): evolució del temps (p valor=0), entre el GC i el GE (p -valor=0,043) i en la interacció d'ambdós factors (p -valor=0,048).

Taula 27: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes

Variable	Factor	p-valor
DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL POST SESSIÓ ENTRENAMENT	Prova d'esfericitat de Mauchly	0,027*
	Temps (EA)	0,000*
	Grup d'estudi	0,043*
	Temps per grup d'estudi (EA)	0,048*

*p-valor: test ANOVA de mesures repetides; *p-valor<0,05; EA: esfericitat assumida*

Les comparacions per parelles, mitjançant l'ajust de Bonferroni, mostren una significació de p-valor =212 entre la valoració 1 i 2, entre la valoració 2 i 3 el p-valor=0,009 i entre la valoració 1 i 3 el p-valor=0,000.

En la figura 47 juntament amb la informació de la taula, s'observa que el GE presenta una millora a partir de la primera valoració que es continua cap a la tercera. En canvi el GC durant les primeres 4 setmanes manté els valors constants, i és a partir d'aquesta segona valoració que presenta una millora cap a la tercera.

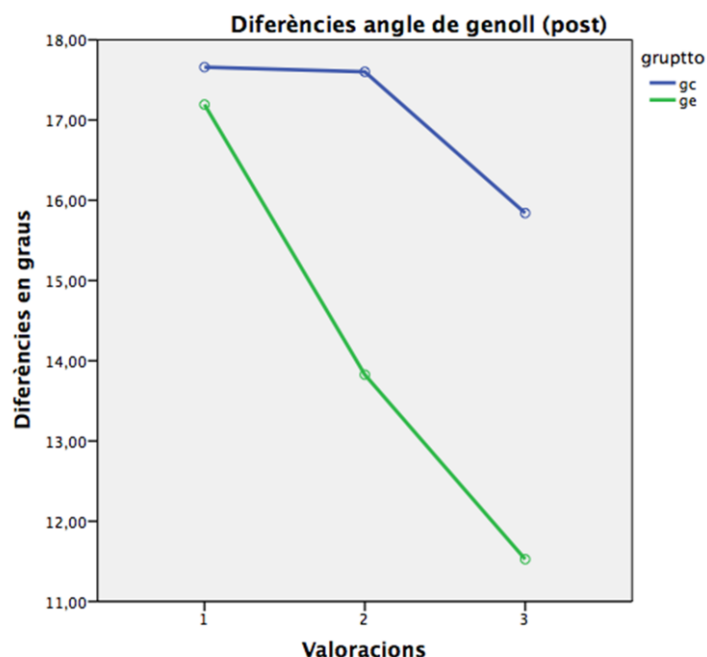


Figura 47: Evolució de la diferència de l'angle en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.

Comparació de la diferència de l'angle d'extensió del genoll segons dominància de l'extremitat inferior

Seguidament es presenta l'estudi de la variable de difAEG en el post entrenament separat segons la dominància de l'extremitat. Es fa la comparació entre el GC i el GE.

En el següent anàlisi les diferències estadísticament significatives s'observen en el "factor" temps tant a la CD com a la cama no dominant CND.

En l'anàlisi anterior s'ha observat que l'evolució entre la valoració 1 i 2 pel GC és pràcticament plana, sense canvis. Aquests gràfics permeten observar que a la CD es produeix un lleu empitjorament d'aquesta variable, augmentant fins i tot el seu valor, mentre que per la CND hi ha una tendència a la millora entre la 1a i la 2a valoració. Vegeu Taula 28 i la figura 39 per la CD i la Taula 28 i la Figura 41 per la CND

Pel que fa a les diferències entre grups en el gràfic s'observa l'evolució d'ambdós grups presentant una millor tendència el GE.

Taula 28: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.

Variable	Factor	p-valor CD	p-valor CND
DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL POST SESSIÓ ENTRENAMENT	Prova d'esfericitat de Mauchly	0,371	0,042*
	Temps (EA)	0,001*	0,005*
	Grup d'estudi	0,093	0,109
	Temps per grup d'estudi (EA)	0,109	0,289

*p-valor: test ANOVA de mesures repetides; *p-valor<0,05. CD: Cama Dominant. CND: Cama no dominant; EA: esfericitat assumida*

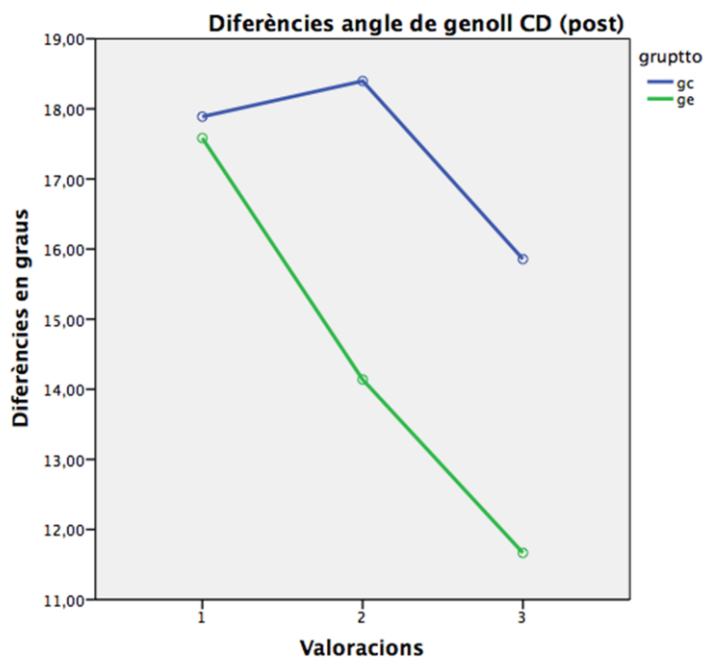


Figura 48: Evolució de la diferència de l'angle en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament per la CD. GC: Grup control; GE: Grup experimental; CD: Cama dominant.

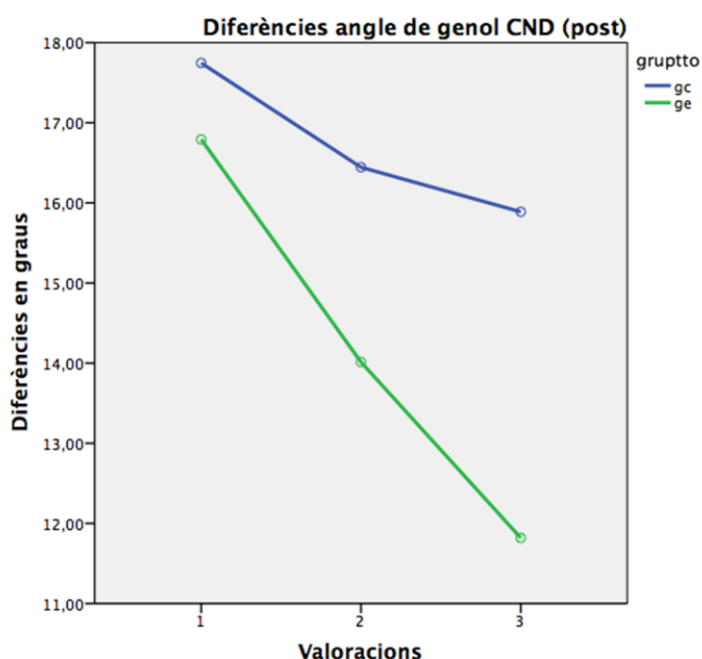


Figura 49: Evolució de la diferència de l'angle en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament per la CND. GC: Grup control; GE: Grup experimental; CND: Cama no dominant.

Comparació de la diferència de l'angle d'extensió del genoll segons sexes

La mostra estudiada en aquest apartat és de 15 nois i 33 noies. S'estudià la variable de l'AEG segons el sexe i es compara segons el grup d'estudi.

Com es pot veure a la Taula 29 són les noies les que presenten uns millors resultats: diferències estadísticament significatives al llarg de les 3 valoracions pel que fa al temps amb un $p\text{-valor}=0,000$ i en els altres 2 factors d'estudi els resultats són propers al llindar de significació. Pel que fa al factor entre-grups $p\text{-valor}=0,060$ i per la interacció temps per grup amb un $p\text{-valor}=0,078$. En canvi, en els nois no s'observen diferències en cap dels 3 factors.

Si observem la Figura 50 i la Figura 51 veiem que les noies al llarg del temps presenten una millora en els 2 grups, però més accentuada en el GE. Pel que als nois, durant la 1a i 2a valoració el GC empitjora i el GE és manté igual, però en canvi, entre la valoració 2 i 3 presenten una important millora.

Taula 29: Prova d'esfericitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.

Variable	Factor	p-valor Nois	p-valor Noies
DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL POST SESSIÓ ENTRENAMENT	Prova d'esfericitat de Mauchly	0,588	0,07
	Temps (EA)	0,283	0,000*
	Grup d'estudi	0,181	0,06
	Temps per grup d'estudi (EA)	0,618	0,078

*p-valor: test ANOVA de mesures repetides; *p-valor<0,05; EA: esfericitat assumida*

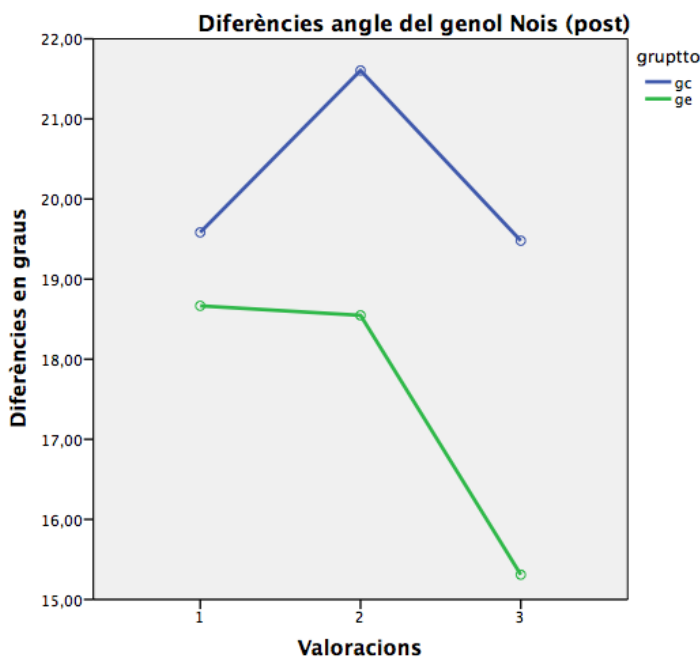


Figura 50: Evolució de la diferència de l'AEG en els nois en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental

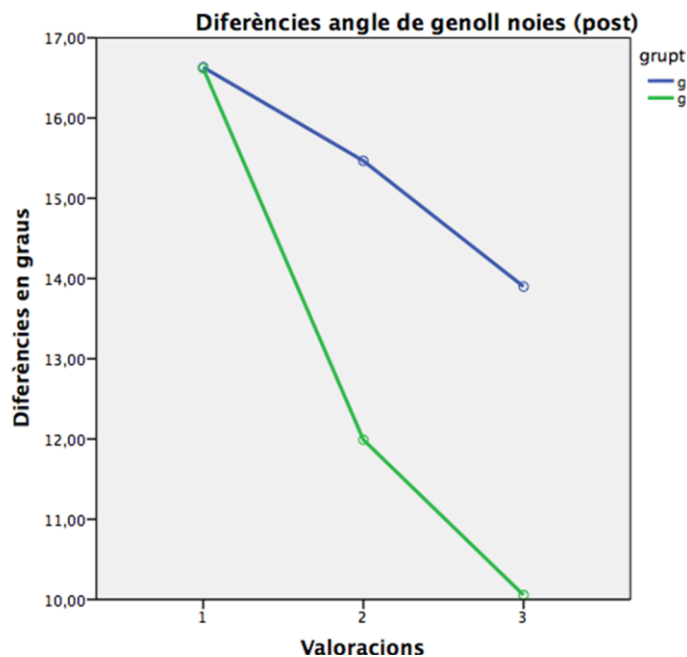


Figura 51: Evolució de la diferència de l'AEG en els noies en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental

Comparació de la diferència de l'angle d'extensió del genoll segons esport

A continuació es presenten per separat els resultats i les comparacions de l'AEG entre els grup d'estudi segons l'esport:

Pel grup de basquetbol, amb una mostra de 16 esportistes (7GC, 9GE), en l'ANOVA de mesures repetides s'observen diferències estadísticament significatives tant pel factor temps com en la interacció de temps*grup (p-valor 0,000 i 0,004). Les comparacions per parelles, mitjançant l'ajust de Bonferroni, mostren una significació de p-valor =0,030* entre la valoració 1 i 2, entre la valoració 2 i 3 el p-valor = 0,078 i entre la valoració 1 i 3 el p-valor= 0,000. S'intueix que entre la primera i la segona valoració comencen a haver canvis estadísticament significatius en la diferència de l'AEG durant el TS. Després d'observar la Figura 52 es realitza el t-test per mostres independents pel post 1, ja que en la valoració inicial s'observa una important diferència entre ambdós grups. El p-valor =0,055 de la prova és queda al llindar de significació.

Taula 30: Prova d'esfereïtat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.

Variable	Factor	p-valor Basquetbol	p-valor Handbol	p-valor Voleibol
DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL POST SESSIÓ ENTRENAMENT	Prova d'esfereïtat de Mauchly	0,61	0,005*	0,920
	Temps (EA)	0,00*	0,047*	0,029*
	Grup d'estudi	0,73	0,3	0,075
	Temps per grup d'estudi (EA)	0,004*	0,191	0,683

*p-valor: test ANOVA de mesures repetides; *p-valor<0,05; EA: esfereïtat assumida*

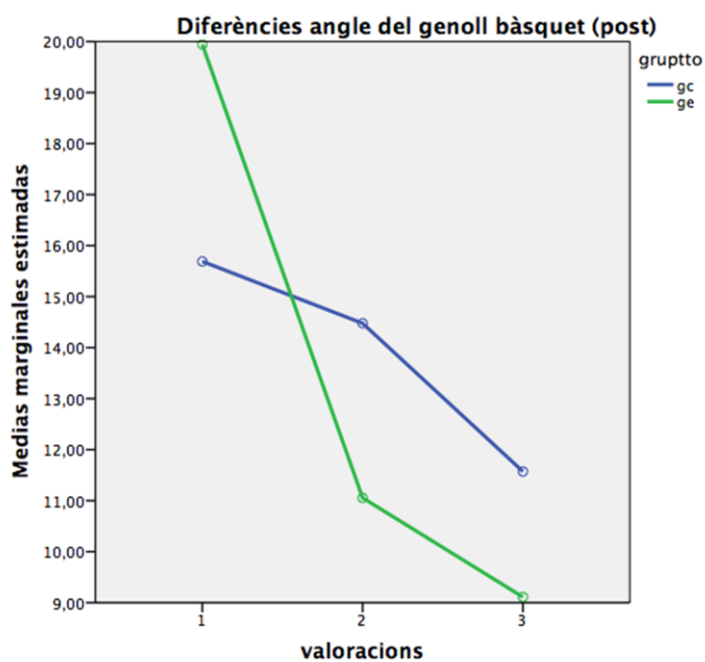


Figura 52: Evolució de la diferència de l'AEG en el grup de bàsquet pels dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.

Pel que fa al grup d'handbol, la mostra va quedar reduïda a 10 esportistes (5GC, 5GE). Només s'observen diferències pel que fa al temps, al llarg de les tres valoracions (p-valor= 0,047). A la Figura 53 s'observa que en els 2 grups hi ha un empitjorament evident entre la 1^a i la 2^a valoració. Entre la 2^a i 3^a valoració hi ha una lleu millora respecte l'inici en el GE, però en canvi el GC es queda en valors una mica pitjors.

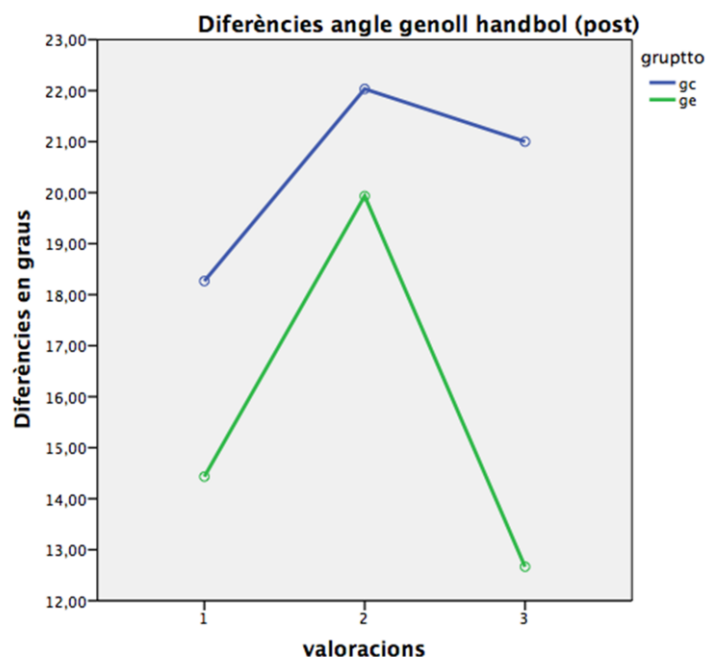


Figura 53: Evolució de la diferència de l'AEG en el grup d' handbol en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.

Pel que fa al grup de voleibol, la mostra que va fer les 3 valoracions va ser de 22 esportistes (11GC, 11GE). Igual que en els altres dos grups, s'ha observat una diferència estadísticament significativa de l'AEG al llarg de les 3 valoracions. En aquest grup, igual que el basquetbol, hi ha una tendència d'haver diferències estadísticament significatives entre ambdós grups a l'inici.

Per comprovar-ho es realitza el t-test per mostres independents pel post 1. El p-valor de la prova és de 0,075. Pel que fa a la figura 54 en ambdós grups s'observen millores a partir de la 1^a valoració, però en les comparacions per parelles, mitjançant l'ajust de Bonferroni, les diferències estadístiques són entre la 2^a i la 3^a (p-valor=0,042*)

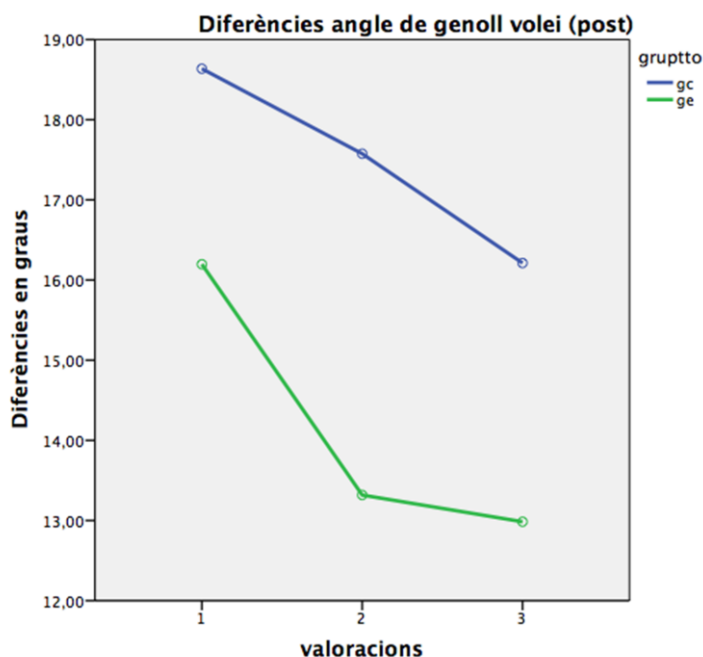


Figura 54: Evolució de la diferència de l'AEG en el grup de voleibol en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental.

6.4.2. Estudi comparatiu del dolor percebut durant el test de slump en el post-entrenament

L'estudi d'aquesta variable té com objectiu estudiar el comportament del dolor al llarg de les 3 valoracions i observar si hi ha diferències entre els grups d'estudi en el post entrenament.

Abans de presentar les comparacions, en taula 31 es poden veure els estadístics descriptius per aquesta variable per cada valoració i separat segons el grup d'estudi.

Taula 31: Estadístics descriptius del dolor segons grup d'estudi posterior a l'entrenament

INTENSITAT DEL DOLOR POST SESSIÓ ENTRENAMNET				
Grup	Concepte	Valoració 1	Valoració 2	Valoració 3
GC (N=23)	Min	2,75	2,25	1,90
	Max	8,60	7,50	8,50
	Mitjana	5,64	5,54	5,45
	DS	±0,31	±0,35	±0,40
	Mediana	5,70	5,70	5,15
GE (N=25)	Min	1,75	1,45	2,20
	Max	8,25	7,50	7,90
	Mitjana	5,01	5,02	4,98
	DS	±0,33	±0,30	±0,23
	Mediana	4,87	5,01	4,88

GC: Grup control; GE: Grup experimental; SD: Desviació estàndard

Aquesta variable presenta normalitat p-valor>0.05 per tots els valors. En l'ANOVA de mesures repetides, vegeu la taula 32, no s'observen diferències estadísticament significatives per cap factor.

Taula 32: Prova d'esferecitat de Mauchly i prova d'efectes intra-subjectes.

Variable	Factor	P-valor
INTENSITAT DEL DOLOR POST SESSIÓ ENTRENAMNET	Prova d'esferecitat de Mauchly	0,060
	Temps (EA)	0,951
	Grup d'estudi	0,136
	Temps per grup d'estudi (EA)	0,974

*p-valor: test ANOVA de mesures repetides; *p-valor<0,05; EA: Esferecitat assumida*

A la Figura 55 s'observa que el GC parteix d'una major intensitat del dolor, per comprovar si hi havia diferències a nivell basal es realitza el t-test per mostres independents pel post 1 ($p\text{-valor}=0.076$) que descarta diferències estadísticament significatives inicials. La figura mostra les petites diferències en la intensitat en l'EVA del dolor al llarg de les 3 valoracions en els 2 grups d'estudi.

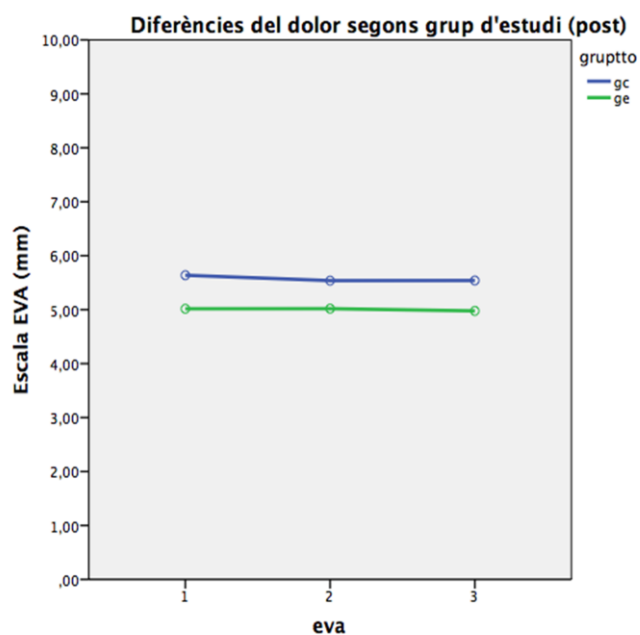


Figura 55: Evolució de la intensitat del dolor en els dos grups d'estudi al llarg de les 3 valoracions en el post entrenament. GC: Grup control; GE: Grup experimental; eva: escala visual analògica.

6.4.3. Estudi comparatiu de la localització del dolor percebut

Pel que fa a l'estudi d'aquesta variable, localització del dolor, la zona de màxim dolor/molèstia durant la posada en tensió del TS, ha quedat definida per tots els esportistes en 3 zones: part posterior de la cuixa, part posterior del genoll o part posterior de la cama. D'altres zones com la zona lumbar o dorsal no han estat marcades com a zones de màxim dolor per cap esportista.

A la Taula 33 es pot veure quina és la zona de màxim dolor que marquen els esportistes. La variable es descriu amb el número i el percentatge d'esportistes que seleccionen aquella zona. La mostra és de 96 subjectes perquè s'ha sumat la localització de la CD i de la CND. Per tal de resumir la variable s'ha seleccionat la valoració basal i l'últim test. S'observa una lleu diferència entre el primer i l'últim test, amb un augment de la simptomatologia al darrera de la cuixa

Taula 33: Taula descriptiva de la localització del dolor en el test previ a l'entrenament de l'examen basal i en el test post entrenament de la 3^a valoració.

Localització DOLOR	Pre1		Post3	
	N	%	N	%
Post cuixa	53	55.21	57	59.37
Post genoll	30	31.25	26	27.08
Post cama	13	13.54	11	11.45

A la Figura 56 i la Figura 57 es pot veure la localització del dolor durant el TS en el pre-entrenament i en el post-entrenament separat segons el grup d'estudi.

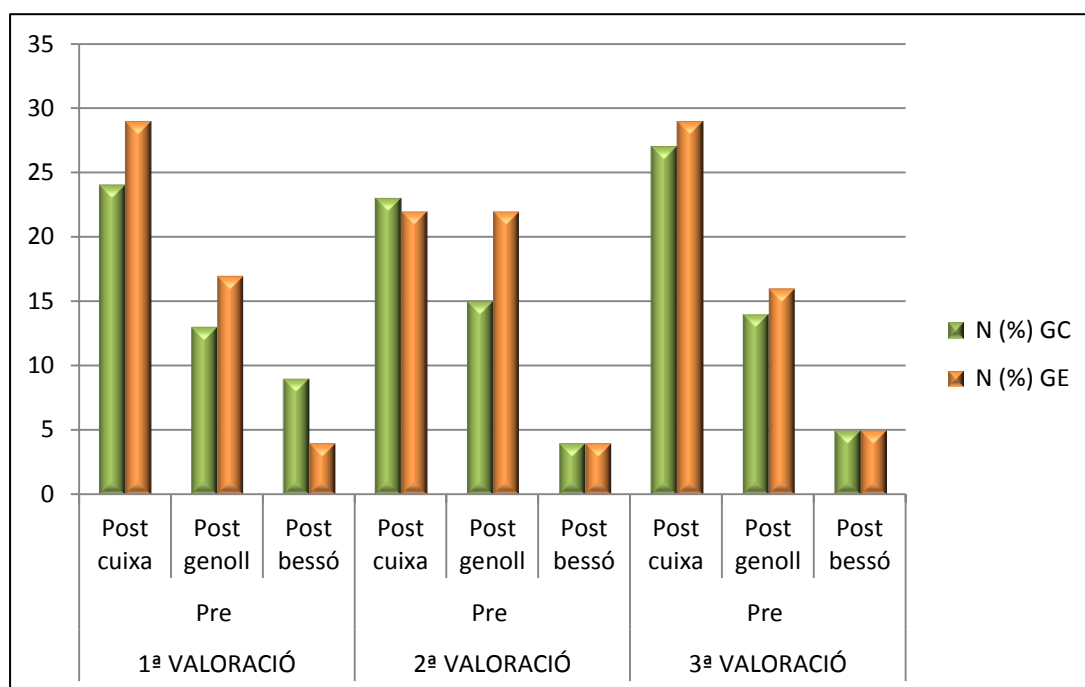


Figura 56: Localització del dolor durant el TS durant el pre entrenament; GC: Grup control; GE: Grup experimental.

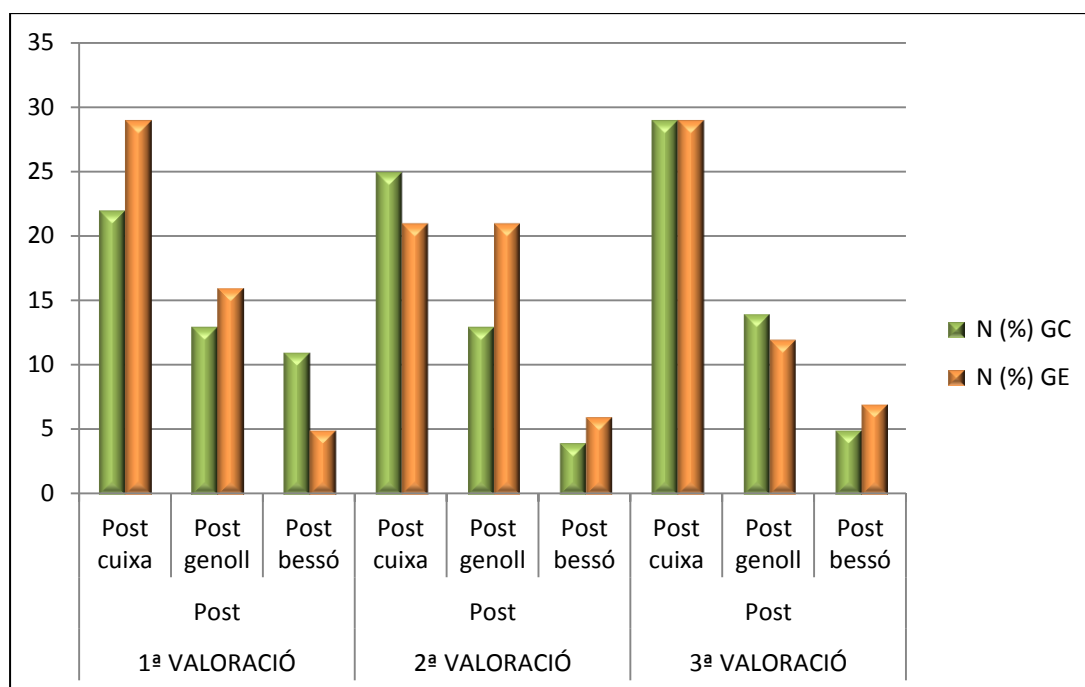


Figura 57: Localització del dolor durant el TS durant el post entrenament ; GC: Grup control; GE: Grup experimental.

6.5. Comparacions de les variables diferència de l'angle d'extensió del genoll i intensitat del dolor en el pre i post sessió d'entrenament

En aquest apartat es vol estudiar com influeix l'entrenament sobre les variable difAEG i la intensitat del dolor de manera separada en cada grup d'estudi. Per això, es disposa de la mesura d'aquestes variables just abans de l'entrenament i just després (sense haver realitzat ni el EEP ni les MN).

En aquest apartat els contrastos estadístics utilitzats van ser la prova t-test de comparació de mitjanes per mostres dependents per a veure si hi ha diferències en el pres- post sessió d'entrenament en el GC i en el GE per la variable difAEG i per la variable intensitat del dolor. Ambdues variables segueixen una distribució normal en ambdós grups.

6.5.1. Estudi comparatiu de diferència de l'angle d'extensió del genoll pre-post sessió d'entrenament

A la taula 34 es poden veure les mesures de tendència central i dispersió del càlcul de la difAEG que s'obté de la diferència dels valors del pre-entrenament menys els valors del post entrenament.

Taula 34: Estadístics descriptius de la variable difAEG pre sessió entrenament i post sessió entrenament.

		Min	Max	Mediana	Mitjana ± DS
Grup control (n=25)	Pre1-post1	12,5	13	1,00	-0,44±5,56
	Pre2-post2	-8,00	9,67	1,66	1,15±0,93
	Pre3-post3	8,17	11,33	0,67	1,18±4,61
Grup experimental (n=23)	Pre1-post1	7,83	29,67	1,00	1,26±7,74
	Pre2-post2	-7,33	12,83	4,00	3,48±1,07
	Pre3-post3	-5,5	15,17	2,33	3,3±4,27

Segons el test de Shapiro-Wilk aquesta variable pre-post de difAEG segueix una distribució normal amb un p-valor > 0,05.

Seguidament es va seleccionar el test paramètric t-test per mostres dependents per realitzar la comparació del pre-post sessió entrenament. En la taula 35 es veuen els p-valors.

Taula 35: Estudi de l'efecte de l'entrenament relacionat amb l'angle d'extensió del genoll.

Variable		P-valor GC	P-valor GE
DIFERÈNCIA DE L'ANGLE D'EXTENSIÓ DEL GENOLL PRE SESSIÓ ENTRENAMENT I POST SESSIÓ ENTRENAMENT	Pre1-post1	0.726	0647
	Pre2-post2	0.26	0.007*
	Pre3-post3	0.346	0.001*

*p-valor: prova t-test per a mostres independents; *p-valor<0,05; GC: grup control; GE: grup experimental.*

6.5.2. Estudi comparatiu de la intensitat del dolor pre-post entrenament

En aquest apartat també es vol estudiar la intensitat del dolor amb l'EVA prèvia a l'entrenament i post-entrenament en les 3 valoracions de manera separada segons el grup d'estudi.

A la taula 36 es poden veure les mesures de tendència central i dispersió del càlcul de la intensitat del dolor que s'obté de la diferència dels valors del pre-entrenament menys els valors del post entrenament.

Taula 36: Estadístics descriptius de la intensitat de l'EVA de la diferència dels valors del pre-entrenament menys els valors del post entrenament.

		Min	Max	Mediana	Mitjana ± DE
Grup control (n=25)	Pre1-post1	-1,8	2,75	0,5	0,5±1,16
	Pre2-post2	-7,5	1,75	0,05	0,14±0,14
	Pre3-post3	-1,65	1,10	0,05	0,01±0,77
Grup experimental (n=23)	Pre1-post1	-1,5	3,85	0,4	0,41±1,18
	Pre2-post2	-1,55	2,45	0,27	0,16±0,19
	Pre3-post3	-1,55	2,45	0,075	0,16±0,91

Segons el test de Shapiro-Wilk de la intensitat de l'EVA segueix una distribució normal amb un p-valor > a 0,05.

Seguidament es va seleccionar el test paramètric t-test per mostres dependents per realitzar la comparació del pre-post entrenament. A la taula 37 es pot veure com el dolor del test previ a l'entrenament en la primera valoració mostra diferències estadísticament significatives respecte el dolor del test posterior a l'entrenament només en el GC. En canvi, en la segona i la tercera valoració (4 i 8 setmanes), no hi ha diferències estadísticament significatives.

Taula 37: Estudi de l'efecte de l'entrenament relacionat amb el dolor

Variable		P-valor GC	P-valor GE
DIFERÈNCIA DE LA INTENSITAT DEL DOLOR PRE SESSIÓ ENTRENAMENT I POST SESSIÓ ENTRENAMENT	Pre1-post1	0.047*	0.092
	Pre2-post2	0.327	0.574
	Pre3-post3	0.947	0.383

*p-valor: prova t-test per a mostres independents; *p-valor<0,05; GC: grup control; GE: grup experimental*

6.6. Estudi del qüestionari final

Una vegada finalitzat l'estudi es va repartir un qüestionari on es va demanar a l'esportista la valoració de les seves sensacions durant l'estudi. (Vegeu annex 10.8).

En aquest apartat es vol veure l'associació de la variable qualitativa dels canvis percebuts després de l'estudi entre els dos grups d'estudi. Per fer-ho s'utilitzà el test de Linealitat de Mantel-Haenszel.

A la Taula 38 es mostren els canvis que cada esportista va manifestar una vegada finalitzada la recollida de dades, separats segons el grup d'estudi.

Els canvis percebuts i els percentatges van ser molt similars en ambdós grups. Casi la meitat de cada grup va manifestar una sensació de guany de flexibilitat mentre que el 30% pel GC i el 40% pel GE manifesta no haver percebut cap canvi.

Taula 38: Canvis produïts després de l'estudi segons el grup d'estudi

CANVIS PRODUÏTS	GC	GE
Major flexibilitat	12 (52,17%)	12 (48%)
Menys cansament-agulletes	1 (3,85%)	2 (8%)
Menor tensió durant el test	1 (4,34%)	1 (4)
Major tensió isquiotibials	2 (8,68%)	
Cap	7 (30,43%)	10 (40%)

GC: grup control; GE: grup experimental

Mitjançant el test de Linealitat de Mantel-Haenszel (p -valor=0.620) es va comprovar que no hi havia diferències entre els grups d'estudi pel que fa als canvis físics percebuts després la proposta de treball.

DISCUSSIÓ

7

7. DISCUSSIÓ

Una de les principals causes de consulta en la fisioteràpia és el dolor / lesió del sistema musculoesquelètic (SME). Per aquest motiu molts estudis es centren en la valoració i abordatge de les lesions que afecten al teixit muscular, tendinós i lligamentós. No obstant, no s'ha donat prou rellevància al sistema nerviós (SN) que innerva aquests teixits i que no només actua com a transmissor d'impulsos, ans al contrari, pot esdevenir font de dolor en si mateix.

7.1. Resposta neurodinàmica del test de slump

Una de les proves més utilitzades per a valorar la mecanosensibilitat del teixit neural és el test de slump (TS), que és el test neurodinàmic creat més recentment i que respon a la necessitat de disposar d'un test que pugui valorar de manera global les disfuncions de la columna i de les extremitats inferiors, principalment per valorar totes les superfícies de contacte o interfases mecàniques del propi nervi ciàtic i/o totes les estructures que innerva aquest nervi i les seves ramificacions.

L'any 1985, Maitland, va descriure per primera vegada la resposta normal d'aquest TS (57) i Herrington i et al. l'any 2008 va fer l'últim estudi, fins al moment, de la resposta normal del TS, introduint per primera vegada l'estudi comparatiu segons el sexe.

Alhora de plantejar l'estudi es va considerar interessant valorar si aquesta resposta neurodinàmica normal estudiada prèviament per diferents autors (56,62,64,65) és la mateixa, tenint en compte, que la mostra d'aquest estudi té característiques diferents: per una banda són menors d'edat i per l'altre són esportistes de tecnificació, fins ara no estudiades.

La maniobra de diferenciació estructural en el test de slump és el moviment d'extensió cervical. Aquesta produeix canvis la posició de les estructures neurals sense moure les estructures del sistema musculoesquelètica. Coincidint amb l'estudi de Herrington, et al., tots els esportistes que van participar en el nostre estudi varen percebre un canvi en la clínica quan s'aplicava l'extensió cervical. Aquest aspecte és important observar-lo alhora d'interpretar els tests neurodinàmics, ja que aquesta resposta s'anomena resposta neurodinàmica normal o resposta falsa positiva (19). És a dir, quan es realitza l'extensió cervical en el TS la sensibilitat dels teixits neurals canvia i aquest canvi de simptomatologia no és patognomònic d'una resposta positiva.

Inicialment, els tests Neurodinàmics descriuen la simetria entre les extremitats com a una característica de la resposta normal (4,9,51,56). Estudis recents fets en pacients asimptomàtics s'està veient que aquesta resposta normal no té aquestes característiques (107,108). Quan hi ha una disfunció neural, l'angle d'extensió del genoll actiu i passiu de la cama en estudi presenta una major resistència al moviment i es veu reduït en comparació a la cama sana (9). L'estudi de Herrington et al. estudia la resposta normal del TS en 88 participants asimptomàtics (56). En aquest estudi només 10 participants fan el mateix angle d'extensió del genoll entre les dues cames, mentre que la resta tot i ser diferents no presenten diferències estadísticament significatives.

En canvi, els resultats del nostre estudi mostren diferències estadísticament significatives entre ambdues extremitats, situant-se la diferència en el valor de 2°. La cama no dominant presenta una major resistència a l'extensió del genoll durant el test. Una possible causa podria ser que malgrat seleccionar esports amb accions tècniques de predomini simètric, existeixen gestos esportiu freqüents com les batudes pel salt sobre una única cama. En el basquetbol, per exemple, el jugador normalment realitza la batuda amb la cama contrària a la mà de tir, en el voleibol la passa més llarga en el remat es fa amb la cama no dominant coincidint amb l'handbol, però pel llançament a porteria. Aquestes accions podrien provocar una amplitud més gran de moviment d'aquesta cama no dominant que podria

afavorir a augmentar la mecanosensibilitat d'aquest teixit i observar-se aquesta diferència entre les extremitats.

D'altra banda, i seguint en la línia d'aquest estudi, la publicació recent Stalioraitis et al., afirma que la resposta normal en el test neurodinàmic del nervi mitjà i del nervi radial en una població adulta sana tampoc és igual entre ambdues extremitats. Els resultats mostren diferències estadísticament significatives, concretament de 15° pel nervi mitjà i d' 11° pel nervi radial en el moviment d'abducció de la glenohumeral (109). Pel que fa a l'estudi de Martínez et al. que estudia la resposta neurodinàmica normal del nervi cubital també troba diferències estadístiques. Concretament, aquestes diferències són de 6,6° en l'angle d'abducció de la glenohumeral entre les extremitats (110).

En el mateix sentit, quan a la simetria en els tests Neurodinàmics per l'extremitat inferior, l'estudi de la resposta normal del test de l'elevació de la cama estirada presenta una diferència d'11° en la flexió de maluc (111) i el test del nervi femoral també presenta diferències entre ambdues cames (112). En aquest cas i coincidint amb aquest treball, ambdós estudis presenten una major resistència de la cama no dominant.

Aquests resultats mostren que per les extremitats superiors és el braç dominant el que presenta una major mecanosensibilitat, és a dir, una resposta sensitiva abans i en canvi per l'extremitat inferior és la cama no dominant la que presenta una limitació del moviment abans. Desconeixem el perquè d'aquest comportament, falten estudis per respondre aquesta tendència. En el nostre estudi podria estar relacionat amb l'asimetria dels gests esportius.

En la població adulta sana, la diferència de l'angle d'extensió del genoll que s'obté després de realitzar la maniobra de diferenciació estructural (extensió cervical) en el test de slump, és de $6,6^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ en els homes, i de $5,4^{\circ} \pm 5,8^{\circ}$ en les dones (56). Tot i ser lleugerament inferiors en les dones, les diferències entre homes i dones no arriben a la significació estadística (19,56). Els resultats del nostre estudi estan en la mateixa línia, en el sentit de que les dones presenten un angle menor, però amb una diferència que arriba a la significació estadística en comparar-se segons

sexe (p -valor=0,028). En el nostre treball la diferència d'aquest angle d'extensió de genoll és de $16.34^{\circ} \pm 5^{\circ}$ en el cas de les noies i de $20.25^{\circ} \pm 7^{\circ}$ en el cas dels nois.

La resta d'estudis normatius dels tests neurodinàmics, tant del nervi ciàtic com femoral, no troben diferències entre ambdós sexes (111,112). En canvi l'estudi del nervi cubital, a diferència del nostre estudi, són les dones les que presenten una major mecanosensibilitat respecte els homes (p -valor>0,005), presentant una major restricció a l'abducció de la glenohumeral durant el test neurodinàmic. (110).

Les diferències entre el gènere en el nostre estudi, poden ser degudes a les desigual longitud que presenta la musculatura isquiosural segons el sexe. Aquestes diferències són de 8° i coincideixen amb els valors d'aquest estudi (113).

És important comparar la diferència d'angle d'extensió de genoll al realitzar l'extensió cervical amb la resta de bibliografia. En el nostre treball aquesta diferència suposa un augment de $20,25^{\circ} \pm 7^{\circ}$ pels nois i de $16,34^{\circ} \pm 5^{\circ}$ per les noies, mentre que en d'altres estudis es situa entre els 2° i 6° (42,62,64) i en l'estudi de Herrington et al. situa els valors en el cas dels homes en un augment de $6,6^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ i en el cas de les dones en $5,4^{\circ} \pm 5,8^{\circ}$ (56). Al no disposar de més referències amb les característiques d'aquesta població d'estudi, es desconeix si les diferències poden ser degudes a l'edat, a les característiques esportives o a ambdues. En aquest sentit, per a poder-ho discernir, seria interessant poder comptar amb valors de referencia de població jove adolescent sana i no esportista.

Una possible explicació d'aquestes diferències podria estar relacionada amb la talla d'aquests esportistes. L'alçada de la població d'estudi és de $181,03\text{cm} \pm 8,86\text{cm}$, molt per sobre a la que marca l'institut nacional d'estadística com a mitjana de la població espanyola d'entre els 15-24 anys (114), que la situa en $173,5\text{cm}$. Es desconeix si aquest ràpid i major creixement en l'alçada d'aquests esportistes pot provocar una situació de pre-tensió del teixit connectiu neural que provoca que davant una situació de tensió d'aquest teixit, aquest respongui

abans. Aquesta hipòtesi faria que amb el pas del temps aquest teixit s'adaptés i, sinó hi hagués cap altre estímul que el sensibilitzés, es faria menys mecanosensible.

Aprofundint en aquest aspecte, hi ha evidència que existeixen dos moments d'acceleració del creixement de la columna vertebral: des del naixement fins als 3 anys, i en la pubertat, entre els 10 i els 15 anys (115). L'edat mitja dels participants en l'estudi és de $16,20 \pm 0,8$ anys, la qual podria fer pensar que aquest pic de creixement de la columna predisposés a una major sensibilitat del SN.

D'altra banda, la pràctica esportiva regular i associada a un programa de tecnificació, com és el cas dels participants de l'estudi, també podria ser un factor que expliqués aquesta diferència. L'entrenament suposa un risc inherent a patir alguna lesió i la majoria de les lesions assenten en el teixit connectiu dels músculs, lligaments i tendons (116). Tot i que el nervi perifèric també té teixit connectiu (epineure, perineure, endoneure), no és habitual pensar que en aquests teixits es creïn adherències, rigideses i/o fibrosis que puguin provocar una major sensibilitat i resposta en els tests neurodinàmics.

Si que hi ha evidència que determinades accions esportives, com poden ser les posicions mantingudes, provoquen una disminució de la vascularització dels teixits connectius per la reducció del diàmetre del nervi (4,18). D'altra banda la repetició del gest esportiu provoca una irritació del nervi (15). Ambdues situacions alteren la fisiologia del SN i es modifica la mecanosensibilitat neural d'aquest teixit. Aquestes accions desencadenarien potencials d'acció fent que els estímuls mecànics, que en condicions normals no desencadena resposta, ara si que ho farien.

Altres treballs han estudiat l'angle d'extensió de genoll que s'obté al realitzar el test de slump en flexió cervical. La bibliografia marca valors entre els 22° i $37,4^\circ$ (39,53,57), però cap d'aquests estudis diferencia els valors entre sexes ni segons lateralitat. Els resultats del nostre estudi són de $39,32^\circ \pm 0,94^\circ$ i de $48^\circ \pm 2,13^\circ$ en el cas de les noies i dels nois respectivament. Creiem que les mateixes hipòtesis anteriors podrien explicar aquestes possibles diferències.

Pel que fa a la sensació de la molèstia/dolor, mesurada amb l'EVA, Walsh i col·laboradors en el seu estudi de l'any 2007, sobre la resposta sensitiva normal durant el TS en pacients asimptomàtics, conclouen que durant la posada en tensió els participants ho descriuen com a "*tensió o estirament*" i la intensitat del dolor mitjana és de 6 (67). Els resultats del nostre estudi situen la l'EVA en una puntuacions de $5,7 \pm 1,4$, valor proper a l'estudi de Walsh. S'ha de tenir en compte que tot i que la intensitat de 6 és catalogada com un dolor moderat, no és indicatiu d'una resposta al test positiva, sinó que és la resposta neurodinàmica normal d'aquest test en pacients asimptomàtics.

D'altres estudis han localitzat aquest dolor a la cara posterior de la cuixa en el 30% de la mostra, cara posterior del genoll en el 35,7% de la mostra i cara posterior del bessó en el 34,3% de la mostra. Els resultats d'aquest estudi mostren una localització del dolor una mica més proximal ja que el 51% localitza el dolor a la cara posterior de la cuixa, el 39% a la cara posterior del genoll i el 10% a la cara posterior del bessó. Pocs esportistes perceben la zona de màxima tensió/ dolor a l'àrea dels gastrocnemis, en canvi l'estudi Wash reparteix els percentatges per igual en tota la cama (67).

Aquest treball és el primer que estudia el comportament d'aquestes dues variables (EVA i localització del dolor) pel que fa a la diferència entre extremitats i entre sexes. Els resultats conclouen que no es troben diferències significatives entre ambdues extremitats ni entre els dos sexes.

7.2. Efecte d'un programa de mobilitzacions neurals

7.2.1. La neurodinàmica

No se sap si de manera conscient o inconscient la primera descripció coneguda d'un test neurodinàmic es va trobar en un paper de l'any 2800 aC. en el qual es realitzava una maniobra d'elevació de la cama estirada per diagnosticar el dolor lumbar en treballadors lesionats mentre construïen les piràmides d'Egipte (Braesley, 1982).

Durant el s. XIX i meitat del s. XX, la majoria de tractaments neurals fracassaven ja que els clínics tenien una visió molt mecànica del problema. Segons ells, el SN patia una tensió neural adversa, els teixits neurals estaven tensos, fibrosats, adherits i la solució passava per fer posicions d'estirament del nervi de manera mantinguda durant molts minuts. Els resultats eren molt dolents i s'acabava danyant el nervi (Marshall 1883).

En la segona meitat del s. XX diferents autors van despuntar i van donar una nova visió del concepte al concepte de "tensió neural adversa". Grieve al 1970 va ser el primer autor que va citar la sensibilitat dels teixits neurals com a factor alhora de produir els símptomes. També es va començar a estudiar altres fenòmens fisiològics com la vascularització intraneural (Ogata and Naito 1986), la mecanosensibilitat (Calvin 1982, Nordin 1984) i patofisiològics com la inflamació neural (Zochodne and Ho 1991). Altrament, es va reduir molt l'ús de les posicions d'estirament ja que s'havia comprovat que el diàmetre del nervi es reduïa i la vascularització del teixit quedava col·lapsada (16).

L'any 1995 M. Shacklock va incorporar el terme de neurodinàmica amb la finalitat d'unir la mecànica i la fisiologia del SN i integrar-la amb el sistema musculoesquelètica. Des d'aleshores, els tests de provocació neural o tests d'estirament neural han passat a anomenar-se tests Neurodinàmics. Altres autors amb les seves contínues publicacions estan ajudant a posar evidència científica i clínica en aquest concepte.

7.2.2. Les mobilitzacions Neurals

La utilització de les mobilitzacions neurals (MN) en l'abordatge clínic és recent, ja que fins no fa massa temps, els tractaments es basaven en fer posades en tensió màximes i mantingudes en el temps (9).

L'ús de les MN per influir en les propietats mecàniques dels nervis perifèrics va guanyar popularitat des de finals dels 70 fins mitjans dels 80. No obstant això, els mecanismes associats en conèixer el perquè de la millora de la clínica segueixen

sense estar del tot clars (117). Tot i això, hi ha diverses teories que s'han postulat per explicar aquests beneficis clínics. Alguns autors ho relacionen amb un efecte fisiològic que a través de l'eliminació de l'edema intraneural (9,37,40,118–120) es millora la simptomatologia, d'altres defensen un efecte a nivell del SNC a través de la reducció de la sensibilització de la banya dorsal (37,74) i d'altres pensen en un efecte mecànics a través de la millora del desplaçament del nervi (18,37,40,71,74,79,120).

Per tots aquests beneficis, les mobilitzacions neurals poden resultar de gran utilitat en el tractament de diferents entitats patològiques, ja sigui com a tractament principal o com a coadjuvant, com ara el síndrome del canal del carp (120), el síndrome del canal cubital (119), les lumbàlgies (79,121–123), les fuetades cervicals (64), les condropaties (90,92,112), els esquinços de turmell, talàlgies i fascitis (95,95,96) entre d'altres.

Una de les lesions més habituals en la pràctica esportiva són les lesions musculars, especialment en el múscul bíceps femoral (124–126). Donat el trajecte anatòmic i les particulars característiques del nervi ciàtic es fa imprescindible el lliscament d'aquest nervi durant la recuperació de la lesió muscular per evitar possibles adherències cicatricials entre el teixit connectiu del propi nervi i el teixit muscular (77,80,127–129). Tot i que la lumbociatàlgia és menys habitual en la pràctica esportiva aquestes MN es recomanen per intentar alliberar la sortida de l'arrel nerviosa des dels forats de conjunció (79,121–123).

Actualment, el lliscament o excursió que fa el nervi durant els exercicis de mobilització neural es mesura mitjançant ecografia i per la tècnica frame by frame (27,117).

Hi ha evidència recent de que els lliscaments neurals realitzats amb la combinació de moviments des de 2 articulacions (en aquest cas des de les cervicals i el genoll) provoca el desplaçament del nervi més gran amb un desplaçament de 3,2 mm en la cara posterior de la cuixa. Existeixen diferències estadísticament significatives respecte al lliscament des d'una sola articulació (cervical o genoll) o

respecte la posada en tensió en posició de slump amb flexió cervical i extensió del genoll (71,74,117,120).

La possible explicació del perquè aquesta mobilització neural és la que provoca un major desplaçament, rau en que quan es fa el lliscament cap a un extrem s'aconsegueix la màxima excursió/lliscament del teixit en aquell sentit i quan es fa el lliscament cap a l'altre sentit, com hi hagut un alliberament previ, es pot aconseguir el màxim lliscament en l'altre sentit (117).

Tot i que en el moment de dissenyar l'estudi es desconeixia quin era l'exercici que produïa el major desplaçament del nervi ciàtic a la cara posterior del maluc, la mobilització neural escollida en aquest estudi es va fer a través de la combinació del moviment des de dues articulacions (regió cervical i genoll). L'elecció d'aquesta MN coincideix amb la que la bibliografia recolza com a l'exercici que provoca un major lliscament del nervi ciàtic cap a proximal i distal.

7.2.3. Resultats del programa de Mobilitzacions Neurals

Un dels propòsits d'aquest treball és valorar si les mobilitzacions neurals realitzades després dels entrenaments, poden ajudar a millorar les propietats mecàniques i fisiològiques del SN.

7.2.3.1. La mostra

Els participants de l'estudi realitzaren una mateixa dinàmica d'entrenaments, d'alimentació i d'horaris d'escolarització, gràcies al fet de conviure en un mateix centre, fet que permet disposar d'una mostra amb unes característiques molt especials, òptimes per aquest tipus d'estudi ja que es té un control molt elevat i s'eviten possibles biaixos. Per tant, les mobilitzacions neurals van ser el factor d'estudi i és el que van fer diferent els esportistes del grup experimental (GE) respecte el grup control (GC).

Prèviament a aquest estudi, com a treball de final de màster o DEA, es va estudiar la resposta neurodinàmica del TS dels diferents esports del centre de tecnificació Joaquim Blume. Els resultats dels 3 esports escollits en aquest estudi no van mostrar diferències estadístiques en l'angle d'extensió del genoll. En canvi si que hi van haver diferències amb d'altres disciplines del mateix centre de tecnificació com pot ser la natació sincronitzada, el golf, el beisbol, el pentatló, l'esgrima o el triatló, entre d'altres. A més aquests 3 esports escollits presenten característiques similars pel que fa al gest esportiu (130), i es practiquen sobre una mateixa superfície de joc.

Tot i les similituds entre els esports seleccionats, existeixen matisos entre aquests que poden generar diferències en l'estudi. Una d'aquestes diferències és el contacte que es produeix durant la pràctica esportiva, fet que es dona principalment en l'handbol i el basquetbol, i que han pogut provocar pèrdues en el seguiment de l'estudi. Van finalitzar el nostre estudi el 91% dels jugadors/es de voleibol, el 72% de les jugadores de basquetbol i només el 50% del jugadors/es d'handbol. Casi el 90% (17/19) de les lesions que es diagnostiquen durant l'estudi son causades per una afectació del sistema musculoesquelètica.

Es considera molt important el fet de que l'aleatorització de la mostra va ser per estrats dins de cada esport, això va permetre que els grups d'estudi (GC grup control / GE grup experimental) quedessin casi iguals pel que fa a nombre de participants al finalitzar la recollida de dades (25 GC-23 GE).

7.2.3.2. Seguiment de les mobilitzacions neurals en l'angle d'extensió del genoll

En aquest apartat es discuteixen els resultats del seguiment de les MN durant les 8 setmanes.

Les MN realitzades després de la pràctica esportiva han demostrat un comportament diferent dels dos grups d'estudi al llarg del temps (p -valor=0,048).

Pel que fa a l'estudi inter-grups (GC -GE) hi ha diferències estadísticament significatives entre els dos grup d'estudi (p-valor=0,043). En la valoració inicial ambdós grups són iguals (p-valor=0,78), però a les 4 setmanes les diferències ja es fan evidents (p-valor=0,04) i la tendència a les 8 setmanes és que aquestes diferències s'augmentin (p-valor=0,007).

Pel que fa a l'estudi intra-grups, el grup control no presenta diferències estadísticament significatives al llarg del temps (p-valor=0,08) (des de la primera valoració fins la tercera), en canvi si que existeixen diferències en el grup experimental (p-valor=0,001).

Aquests resultats indiquen que els exercicis proposats, realitzats en el post-entrenament i en aquesta població, provoquen una millora de les propietats mecàniques i fisiològiques del SN. En el GE, al finalitzar l'estudi, hi ha hagut una reducció de quasi 6° des de l'inici en l'angle que resulta de fer el TS en flexió i extensió cervical. Aquest angle queda definit en $11,52^{\circ} \pm 3,6^{\circ}$, sent més proper a l'angle referenciat com a resposta neurodinàmica normal del TS que es situa $6,6^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ (56).

Resulta molt positiu observar que els exercicis neurodinàmics realitzats durant 8 setmanes provoquen una millora del 33% en l'angle d'extensió de genoll després de realitzar l'extensió cervical. És a dir, hi ha hagut una reducció de la tensió de la cadena neuromeníngia /SN que ha permès iniciar el test de slump amb una major extensió del genoll i en retirar-se aquesta flexió cervical, en haver-se reduït la tensió, l'extensió del genoll ha estat més petita. Aquestes millores realitzades de manera preventiva provoquen un benefici en la mecànica i en la fisiologia d'aquest teixit connectiu neural i indirectament un benefici per la resta de teixit del sistema musculoesquelètica.

Els millors resultats de l'estudi s'obtenen amb la mostra conjunta (n=48). Quan es fragmenta el grup per fer anàlisis per separat (segons l'esport o segons el sexe) es fa més difícil obtenir significació estadística. Tot i això, en totes les disciplines esportives o en ambdós sexes, s'observa una millora en la mecanosensibilitat del teixit neural, que tot i no ser significativa, presenta una millor tendència que el GC.

Excepte el grup de nois, la resta de grups presenten diferències significatives al llarg del temps, això ens fa pensar que els estiraments estàtics passius realitzats de manera controlada també provoquen una millora en la resposta del TS.

En la comparació per esports, els millors resultats en la mecanosensibilitat del SN al llarg de les 8 setmanes els obté el grup de voleibol, fet que coincideix amb el grup que va marcar en els fulls de seguiment una major adherència al programa d'exercicis. Els esportistes d'aquest grup van realitzar els exercicis sempre o habitualment ($\approx 75\%$). Seguidament estan les millores en el grup de basquetbol que presenten una adherència al programa al voltant del 50-75% mentre que el grup d'handbol la seva adherència està al voltant del 40- 60%. El jugadors/es d'handbol són el grup que menys canvis va presentar, més lesions i més pèrdues va tenir. Tot i això, s'ha d'apuntar que l'handbol ha estat descrit en la bibliografia com el segon esport amb major lesionabilitat després del futbol (102).

Si comparem l'adherència al programa d'EEP i/o MN segons el sexe, observem que són les noies les que presenten uns millors resultats pel que fa a la disminució de la mecanosensibilitat del SN al llarg de l'estudi i coincideix que el sexe femení presenta una major adherència als exercicis que els seus homònims masculins.

Totes les disciplines van incorporar la rutina dels estiraments estàtics passius al finalitzar les sessions i es realitzava de manera conjunta amb el grup. En canvi, ha costat aconseguir la mateixa motivació i implicació del grup experimental cap a les MN. És possible que com l'exercici de MN s'havia de fer al finalitzar la sessió d'entrenaments, els costava quedar-se per fer l'exercici, tot i que no suposava més de 5 minuts. Tot i això, es valora de manera molt positiva la seva sinceritat alhora d'omplir els fulls de registre perquè ha permès tenir una idea clara de la seva adherència al programa i poder fer una valoració més objectiva dels resultats.

Queda el dubte de conèixer si el grup d'handbol no ha millorat igual que la resta de grups per les característiques de l'esport i/o personals o perquè la seva adherència a les MN ha estat menor.

7.2.3.3. Seguiment de les mobilitzacions neurals en la intensitat i localització del dolor

Tant la variable de la localització del dolor com la variable de la intensitat del dolor no han presentat canvis al llarg del temps ni entre els grups d'estudi (GC/GE). Pel que fa a la variable de la intensitat del dolor, el fet que no hagi tingut canvis és una dada molt positiva i interessant a comentar, ja que aquesta intensitat del dolor no s'ha modificat mentre que l'angle d'extensió ha anat disminuint. És a dir, el participant buscava la mateixa sensació del dolor durant les 3 valoracions, però aquesta a mesura que avançava l'estudi apareixia més tard. En ambdós grups (GC i GE) la mecanosensibilitat del teixit neural ha millorat ja que calia augmentar l'angle d'extensió del genoll per notar aquesta sensibilitat del teixit neural. Aquest concepte es podria relacionar amb el concepte *stretch-tolerance* aplicat als estiraments (131).

Un altre aspecte remarcable pel que fa a la localització és que el màxim moviment del teixit neural coincideix amb la zona on els esportistes han situat la màxima tensió/dolor (1,25–29), en la part posterior de la cuixa i al forat popliti.

Aquest punt és molt interessant alhora de planificar el tractament, ja que en funció de l'estat de la patologia (aguda o crònica) es podria planificar realitzar una mobilització llunyana que provoqués poc moviment en la zona en qüestió pels estats més aguts (a tall d'exemple, l'extensió cervical provoca un lliscament a distància en la cara posterior del maluc mínim, només de 0,6mm) (117) o que es fes una mobilització en l'articulació més propera per mobilitzar al màxim els teixits afectats per patologies o lesions més cròniques.

7.3. Comparacions del test de slump entre el pre i post sessió d'entrenament

Un dels objectius d'aquest treball és comparar la diferència de l'angle d'extensió del genoll i la intensitat del dolor en la realització del TS en flexió i extensió cervical en el pre entrenament amb aquest mateix angle d'extensió del genoll i la intensitat del dolor però en el post entrenament.

Quan es fa l'anàlisi per separat segons el grup d'estudi (GC-GE), en la primera valoració no hi ha diferències, però en canvi en la segona i tercera valoració només el grup experimental presenta diferències estadístiques amb un p-valor=0,007 i p-valor=0,001 respectivament.

Entre ambdues mesures del test de slump només es va realitzar un entrenament tècnic de basquetbol, handbol o voleibol, en els quals predominen els salts, els canvis de direcció i les variacions de velocitat (acceleració i desacceleració) sobretot en el basquetbol (132) i handbol. En voleibol predominen els desplaçaments curts en el pla sagital i frontals i els salts amb un arqueig de la columna per fer els llançaments. Tant en l'handbol com en el voleibol les caigudes al terra són habituals i van seguides moltes vegades de tombarelles. Aquestes activitats podrien ser susceptibles d'afectar la mecanosensibilitat del teixit neural.

La diferència entre la primera valoració i la segona i tercera valoració varen ser les mobilitzacions neurals que feien cada dia els participants del grup experimental en el post-entrenament. Després de l'entrenament, el dia que es van recollir les mesures i per evitar possibles biaixos la pauta d'estiraments estàtics passiu i les mobilitzacions neurals es van realitzar després de mesurar l'angle d'extensió del genoll amb el test de slump.

Els resultats d'aquestes comparacions podrien portar a pensar que les mobilitzacions neurals realitzades en el post entrenament podrien fer de mecanisme protector en la mecanosensibilitat del teixit neural mesurat amb el test de slump. Tot i això, es creu necessari seguir estudiant en aquesta línia per tal de

poder establir si hi ha una relació clara que justificaria la incorporació d'aquest treball en la fase de retorn a la calma o fase recuperació de l'esforç (82,133–135).

Pel que fa a la mateixa comparació pre-post sessió d'entrenament, però per la variable intensitat del dolor, els resultats són a la inversa que per l'angle d'extensió del genoll. En aquests cas, només hi ha diferències significatives en la primera valoració entre el pre i el post sessió d'entrenament del GC. En aquest cas, aquesta intensitat és més alta. Desconeixem si podria ser deguda a l'efecte que té fer el test per primera vegada, donat que aquest dolor/tensió es percebi d'una manera més elevada que quan ja fas el test sabent el que es notarà. Tot i això els resultats suggereixen que l'entrenament no provocaria un augment en la intensitat del dolor tal com s'observa en la segona i tercera valoració en els dos grups d'estudi.

7.4. Limitacions de l'estudi

Una de les limitacions d'aquest estudi ha estat la nul·la existència d'estudis pel que fa a la resposta neurodinàmica normal del test de slump en una població adolescent d'entre 14 i 18 anys.

D'altra banda aquest treball ha pogut patir les conseqüències de les lesions esportives, habituals en el sistema musculoesquelètica, amb els dies de baixa/repòs associat. Aquest fet ha comportat que durant els dies de baixa els participants no realitzaven ni els EEP ni les MN proposades. Tot i això, som conscients que aquest punt és difícil de resoldre ja que l'experiència de treballar amb aquests esportistes ens ha fet veure que l'exposició elevada a aquesta pràctica esportiva, associada al creixement d'aquests esportistes, fa que les lesions siguin habituals.

7.5. Línies de futur

Una de les primeres prioritats és conèixer la resposta neurodinàmica normal del test de slump en una població d'entre 14 i 18 anys, per a poder disposar d'uns valors per a la comparació amb la població esportista, com és la d'aquest estudi, que presenta unes característiques molt particulars i diferents de la població en general.

Tot i que les mobilitzacions neurals, són tècniques cada vegada més utilitzades pel tractament de les disfuncions o lesions del sistema musculoesquelètica, serà molt interessant conèixer l'efecte agut d'aquestes MN en accions pròpies de l'esport com en el salt i/o en l'amplitud de moviment. L'estudi hauria d'incorporar aquests exercicis durant l'escalfament, valorar quins canvis es produeixen i comparar amb l'efecte d'altres exercicis realitzats de manera habitual en l'escalfament.

D'altra banda, observant els resultats d'aquest estudi pel que fa a la protecció del teixit neural durant l'entrenament, pel fet de realitzar els exercicis de MN en els 3 esports estudiats, es considera d'interès, d'una banda, saber quins esports provoquen una major mecanosensibilitat dels teixits neurals i de l'altre aprofundir sobre els resultats d'aquest estudi i avaluar si aquestes MN provoquen canvis a més a llarg termini en la sensibilitat d'aquests teixits.

En darrer lloc, les millores que es podrien obtenir amb un programa de MN del nervi ciàtic a nivell del control postural esdevé una línia de futur d'especial rellevància donat que aquest pot afavorir la bona alineació del cos i la coordinació, que podrien reportar beneficis en la prevenció de les lesions dels sistema musculoesquelètica.

CONCLUSIONS

8

8. CONCLUSIONS

1. La realització del test de slump en joves esportistes de tecnificació mostra valors de l'angle d'extensió del genoll majors respecte els valors obtinguts en altres estudis realitzats en població adulta.
2. Els resultats obtinguts en les variables intensitat i localització del dolor, durant la realització del test de slump, són similars als obtinguts en estudis en població adulta sana.
3. La cama no dominant presenta una major mecanosensibilitat del teixit neural, en termes d'angle d'extensió del genoll valorat en el test de slump, respecte la cama dominant en joves esportistes de tecnificació de basquetbol handbol i voleibol.
4. Els esportistes de tecnificació masculins presenten una resposta neural superior a les seves homònimes femenines, manifestat per un angle d'extensió del genoll major que les noies en el test de slump.
5. Els esportistes de tecnificació que segueixen un programa de mobilitzacions neurals realitzat en el post esforç, amb una durada de 8 setmanes, presenten diferències estadísticament significatives en la mecanosensibilitat del teixit neural respecte els valors basals que es fan evidents entre la cinquena i la vuitena setmana.
6. La resposta neural en el post-esforç evoluciona de forma significativament diferent entre els dos grups d'estudi, essent menor en el grup que segueix el programa de mobilitzacions neurals.

7. La intensitat i localització del dolor, durant la realització del test de slump, no presenten diferències estadísticament significatives en cap de les comparacions entre els grups d'estudi.

8. Les mobilitzacions neurals realitzades en el post entrenament podrien fer disminuir l'estrès mecanosensible que provoca l'entrenament sobre el teixit neural mesurat amb el test de slump.

BIBLIOGRAFIA

9

9. BIBLIOGRAFIA

1. Hall, J. G A. Sistema nervioso. Generalidades y fisiología sensitiva. In: Tratado de Fisiología Médica. 10 edición. Mc Graw-Hill Interamericana; Mexico. p. 621–81.
2. Wavreille G, Baroncini M, Fontaine C. Anatomía, histología y fisiología del nervio periférico. EMC - Apar Locomot. 2011;44(1):1–9.
3. Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve compression. Hand Clin. 2002 May;18(2):231–41.
4. Butler DS. Movilización del sistema nervioso. Barcelona: Paidotribo; 2002.
5. Nordin, M. F V. Biomecánica de los nervios periféricos y raíces nerviosas espinales. In: Biomecánica básica del Sistema Músculoesquelético. Tercera edición. Madrid: McGraw-Hill_ Interamericana; 2004. p. 128–52.
6. Rubin M, Safdieh JE. Netter. Neuroanatomía esencial [Internet]. Elsevier España; 2008. Available from: <http://books.google.es/books?id=PphVxsZvVEcC>
7. Topp KS, Boyd BS. Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implications for physical therapist practice. Phys Ther. 2006 Jan;86(1):92–109.
8. Stolinski C. Structure and composition of the outer connective tissue sheaths of peripheral nerve. J Anat. 1995 Feb;186(Pt 1):123–30.
9. Shacklock M, editor. Neurodinàmica Clínica. Elsevier. 2007.
10. Gamble HJ, Eames RA. An electron microscope study of the connective tissues of the human peripheral nerve. J Anat. 1964 Oct;98(Pt 4):655–63.

11. Nee RJ, Butler D. Management of peripheral neuropathic pain: Integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. *Phys Ther Sport*. 2006;7(1):36–49.
12. Sunderland. The anatomy and physiology of nerve injury. *Muscle Nerve*. 1990;13:771–84.
13. Leare JD. Therapie manuelle neurodynamique du bilan diagnostique au traitement manuel. 1ere Part. *ProfessionKiné*. 2010;25:28–33.
14. Leare JD. Therapie manuelle neurodynamique du bilan diagnostique au traitement manuel. 2e Part. *ProfessionKiné*. 2011;26:31–7.
15. Barral JP, Croibier A. Manipulación de los nervios periféricos. Barcelona: Elsevier Masson; 2009.
16. Lundborg G, Dahlin LB. Anatomy, function, and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clin*. 1996 May;12(2):185–93.
17. Bove GM, Light AR. The nervi nervorum: Missing link for neuropathic pain? *Pain Forum*. 1997;6(3):181–90.
18. Shacklock M. Le concept neurodynamique. Parte I: originies et principes de base. *Kinesither Rev*. 2012;122:17–21.
19. Davis DS, Anderson IB, Carson MG, Elkins CL, Stuckey LB. Upper Limb Neural Tension and Seated Slump Tests: The False Positive Rate among Healthy Young Adults without Cervical or Lumbar Symptoms. *J Man Manip Ther*. 2008;16(3):136–41.
20. Sunderland S. Nerve and nerves injuries. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978.
21. Breig A. The biomechanics of the spinal cord and its membranes in the spinal canal. *Verh Anat Ges*. 1965;115:46–69.

-
22. Bogduk. Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1977.
23. Coppieters MW, Alshami AM, Babri AS, Souvlis T, Kippers V, Hodges PW. Strain and excursion of the sciatic, tibial, and plantar nerves during a modified straight leg raising test. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 2006 Sep;24(9):1883–9.
24. Coppieters MW, Crooke JL, Lawrenson PR, Khoo SJ, Skulstad T, Bet-Or Y. A modified straight leg raise test to differentiate between sural nerve pathology and Achilles tendinopathy. A cross-sectional cadaver study. *Man Ther.* 2015 Jan 31;
25. Ellis R, Hing W, Dilley A, McNair P. Reliability of measuring sciatic and tibial nerve movement with diagnostic ultrasound during a neural mobilisation technique. *Ultrasound Med Biol.* 2008 Aug;34(8):1209–16.
26. Echigo A, Aoki M, Ishiai S, Yamaguchi M, Nakamura M, Sawada Y. The excursion of the median nerve during nerve gliding exercise: an observation with high-resolution ultrasonography. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* 2008 Sep;21(3):221–7; quiz 228.
27. Ridehalgh C, Moore A, Hough A. Normative sciatic nerve excursion during a modified straight leg raise test. *Man Ther.* 2014 Feb;19(1):59–64.
28. Pedret C, Balias R. Lesiones musculares en el deporte. Actualización de un artículo del Dr. Cabot, publicado en *Apuntes de Medicina Deportiva* en 1965. *Apunts Med Esport.* 2015;
29. Paillant B. Etirements neuroméningés : étude d'un cas. *Kinésithér Scient.* 2003;(437):47–52.
30. Silva A, Manso A, Andrade R, Domingues V, Brandão MP, Silva AG. Quantitative in vivo longitudinal nerve excursion and strain in response to joint movement: A systematic literature review. *Clin Biomech Bristol Avon.* 2014 Sep;29(8):839–47.

-
31. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, Vincent KR, George SZ. A randomized sham-controlled trial of a neurodynamic technique in the treatment of carpal tunnel syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Oct;39(10):709–23.
32. Cartwright MS, Passmore L V, Yoon J-S, Brown ME, Caress JB, Walker FO. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. *Muscle Nerve.* 2008 May;37(5):566–71.
33. Lundborg G, Dahlin LB. The pathophysiology of nerve compression. *Hand Clin.* 1992 May;8(2):215–27.
34. Lundborg G. Intraneural microcirculation. *Orthop Clin North Am.* 1988 Jan;19(1):1–12.
35. Sunderland S. Meningeal-neural relations in the intervertebral foramen. *J. Neurosurg.*; 1974.
36. Nee RJ, Vicenzino B, Jull GA, Cleland JA, Coppieeters MW. Neural tissue management provides immediate clinically relevant benefits without harmful effects for patients with nerve-related neck and arm pain: a randomised trial. *J Physiother.* 58(1):23–31.
37. Butler DS. The sensitive nervous system. Noigroup publications. Adelaida; 2000;
38. Rubio Ochoa J, Benítez Martínez J. Efectividad del deslizamiento cervical lateral sobre la mecanosensibilidad neural en sujetos sanos mayores: ensayo clínico aleatorizado. 2014. 4(2):23–33.
39. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity of the lower extremity nervous system during straight-leg raise neurodynamic testing in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Nov;39(11):780–90.
40. Ellis RF, Hing WA. Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *J Man Manip Ther.* 2008;16(1):8–22.

41. Epstein BS, Epstein JA, Jones MD. Anatomicoradiological correlations in cervical spine discal disease and stenosis. *Clin Neurosurg*. 1978;25:148–73.
42. Coppieters MW, Kurz K, Mortensen TE, Richards NL, Skaret IA, McLaughlin LM, et al. The impact of neurodynamic testing on the perception of experimentally induced muscle pain. *Man Ther*. 2005 Feb;10(1):52–60.
43. Butler DS, Coppieters MW. Neurodynamics in a broader perspective. *Man Ther*. 2007 Feb;12(1):e7–8.
44. Schmid AB, Brunner F, Luomajoki H, Held U, Bachmann LM, Kunzer S, et al. Reliability of clinical tests to evaluate nerve function and mechanosensitivity of the upper limb peripheral nervous system. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009 Jan 21;10:11.
45. Dilley A, Lynn B, Pang SJ. Pressure and stretch mechanosensitivity of peripheral nerve fibres following local inflammation of the nerve trunk. *Pain*. 2005 Oct;117(3):462–72.
46. Leare JD, Tixa S. Le syndrome neurogène douloureux. Du diagnostic au traitement manuel. Issy-les-Moulineaux Cedex: Elsevier Masson; 2011.
47. Elvey RL. Physical evaluation of the peripheral nervous system in disorders of pain and dysfunction. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 1997 Jun;10(2):122–9.
48. Cubas CL. Neurodinámica [Internet]. Available from: <http://carloslopezcubas.com/neurodinamica>
49. Shacklock M, Donoso CG, López ML. Hacia un enfoque clínico-científico en el diagnóstico con test neurodinámicos (tensión neural). 2007;6(29):288–97.
50. Coppieters MW, Stappaerts KH, Everaert DG, Staes FF. Addition of test components during neurodynamic testing: effect on range of motion and sensory responses. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001 May;31(5):226–35; discussion 236–7.

-
51. Castellote. Efecto inmediato del deslizamiento longitudinal del ciático frente a estiramientos y placebo en adultos con síndrome de isquiotibiales cortos. [Granada]: Universidad de Granada; 2011.
52. Ellis R. Re: "Upper Limb Neural Tension and Seated Slump Tests: The False Positive Rate Among Healthy Young Adults without Cervical or Lumbar Symptoms" Daves et al. *J Man Manip Ther* 2009;16:136-141. *J Man Manip Ther*. 2009;17(3):e104–5.
53. Shacklock M. Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatments: a message to researchers and clinicians. *Man Ther*. 2005 Aug;10(3):175–9.
54. Nee RJ, Gwendolen JA, Vicenzino B, Coppieters MW. The Validity of Upper-Limb Neurodynamic Tests for Detecting Peripheral Neuropathic Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012 May 1;42(5):413–24.
55. Grieve GP. Sciatica and the straight-leg-raising test in manipulative treatment. *Physiotherapy*. 1970 Aug;56(8):337–46.
56. Herrington L, Bendix K, Cornwell C, Fielden N, Hankey K. What is the normal response to structural differentiation within the slump and straight leg raise tests? *Man Ther*. 2008 Aug;13(4):289–94.
57. Maitland GD. The Slump Test: Examination and Treatment. *Aust J Physiother*. 1985;31(6):215.
58. Martínez MDA, Cubas CL, Girbés EL. Ulnar nerve neurodynamic test: study of the normal sensory response in asymptomatic individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014 Jun;44(6):450–6.
59. Petersen CM, Zimmermann CL, Hall KD, Przechera SJ, Julian JV, Coderre NN. Upper Limb Neurodynamic Test of the Radial Nerve: A Study of Responses in Symptomatic and Asymptomatic Subjects. *J Hand Ther*. 22(4):344–54.

-
60. Vanti C, Bonfiglioli R, Calabrese M, Marinelli F, Violante FS, Pillastrini P. Relationship between interpretation and accuracy of the upper limb neurodynamic test 1 in carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012 Jan;35(1):54–63.
61. Vanti C, Conteddu L, Guccione A, Morsillo F, Parazza S, Viti C, et al. The Upper Limb Neurodynamic Test 1: intra- and intertester reliability and the effect of several repetitions on pain and resistance. *J Manipulative Physiol Ther.* 2010 May;33(4):292–9.
62. Johnson EK, Chiarello CM. The Slump Test: The effects of Head and Lower Extremity Position on Knee Extension. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26(6):310–7.
63. Cubas CL. Consideraciones para la positividad en las pruebas neurodinámicas. *Fisio Divulg.* 2014;2(4).
64. Yeug E, Jones M, Hall B. The response to the slump test in a group of female whiplash patients. *Aust Physiother.* 1997;43:245–52.
65. Walsh J, Hall T. Agreement and correlation between the straight leg raise and slump tests in subjects with leg pain. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009 Apr;32(3):184–92.
66. Tucker N, Reid D, McNair P. Reliability and measurement error of active knee extension range of motion in a modified slump test position: a pilot study. *J Man Manip Ther.* 2007;15(4):E85–91.
67. Walsh J, Flatley M, Johnston N, Bennett K. Slump test: sensory responses in asymptomatic subjects. *J Man Manip Ther.* 2007;15(4):231–8.
68. Fidel C, Martin E, Dankaerts W, Allison G, Hall T. Cervical Spine Sensitizing Maneuvers During the Slup Test. *J Man Manip Ther.* 1996;4(1):16–21.
69. Philip K, Lew P, Matyas TA. The inter-Therapist Reliability of the Slump Test. *Aust Physiother.* 1989;35:89–94.

-
70. Hernando MF, Cerezal L, Pérez-Carro L, Abascal F, Canga A. Deep gluteal syndrome: anatomy, imaging, and management of sciatic nerve entrapments in the subgluteal space. *Skeletal Radiol.* 2015 Mar 5;
71. Coppieters MW, Hough AD, Dilley A. Different nerve-gliding exercises induce different magnitudes of median nerve longitudinal excursion: an in vivo study using dynamic ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Mar;39(3):164–71.
72. Boyd BS, Puttlitz C, Gan J, Topp KS. Strain and excursion in the rat sciatic nerve during a modified straight leg raise are altered after traumatic nerve injury. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 2005 Jul;23(4):764–70.
73. Moayeri N, Van Geffen GJ, Bruhn J, Chan VW, Groen GJ. Correlation among ultrasound, cross-sectional anatomy, and histology of the sciatic nerve: a review. *Reg Anesth Pain Med.* 2010 Oct;35(5):442–9.
74. Coppieters MW, Butler DS. Do “sliders” slide and “tensioners” tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther.* 2008 Jun;13(3):213–21.
75. Ogata K, Naito M. Blood flow of peripheral nerve effects of dissection, stretching and compression. *J Hand Surg Edinb Scotl.* 1986 Feb;11(1):10–4.
76. Erel E, Dilley A, Greening J, Morris V, Cohen B, Lynn B. Longitudinal sliding of the median nerve in patients with carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Edinb Scotl.* 2003 Oct;28(5):439–43.
77. Kornberg C, Lew P. The effect of stretching neural structures on grade one hamstring injuries. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10(12):481–7.
78. Park J, Cha J, Kim H, Asakawa Y. Immediate effects of a neurodynamic sciatic nerve sliding technique on hamstring flexibility and postural balance in healthy adults. *Korean Acad Phys Ther Rehabil Sci.* 2014;3(1):38–42.

-
79. Méndez-Sánchez R, Albuquerque-Sendín F, Barbero-Iglesias F, Sánchez-Sánchez C, Calvo-Arenillas J, Fernández-De-Las-Peñas C, et al. Immediate effects of adding a sciatic nerve slider technique on lumbar and lower quadrant mobility in soccer players: A pilot study. *J Altern Complement Med*. 2010 01;16(6):669–75.
80. Turl SE, George KP. Adverse neural tension: a factor in repetitive hamstring strain? *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998 Jan;27(1):16–21.
81. Kerasnoudis A, Tsivgoulis G. Nerve Ultrasound in Peripheral Neuropathies: A Review. *J Neuroimaging Off J Am Soc Neuroimaging*. 2015 May 21;
82. Pacheco L, Garcia J. Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat. *Apunt Esport*. 2010;45(166):109–25.
83. Esnault M, Viel E. *Stretching. Estiramientos de las cadenas musculares*. 2a ed. Barcelona: Masson; 2003.
84. Anderson B. *Estirándose*. Barcelons: Integral; 1989.
85. Solveborn S. *Stretching*. Barcelona: Martínez Roca; 1982.
86. Viel E. *El método Kabbat*. Madrid: Masson; 1989.
87. Péninou G, Tixa S. *Les tensions musculaires. Du diagnostic au traitement*. París: Masson; 2008.
88. Monreau. *Le Stretching Ou La Gymnastique De L'instinct*. Tchou; 1991.
89. Pacheco L. Efectes aguts de diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu [Internet]. [Barcelona]: Universitat Internacional de Catalunya; 2014. Available from: <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1138242>
90. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012 Feb;42(2):81–94.

-
91. Fort Vanmeerhaeghe A, Pujol Marzo M. Concepto actual del síndrome de dolor femorrotuliano en deportistas. *Fisioterapia*. 2007;29(05):214–22.
 92. Huang B-Y, Shih Y-F, Chen W-Y, Ma H-L. Predictors for Identifying Patients With Patellofemoral Pain Syndrome Responding to Femoral Nerve Mobilization. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Jan 7.
 93. Leare JD. Thérapie manuelle neurodynamique. Application clinique : la gonalgie paresthésique [Internet]. 2007. Available from: <http://www.tmno.ch/html/articles.html>
 94. De Burca N. Anterior thigh pain—A case report. *Man Ther*. 2011;16(3):291–5.
 95. Nelson R, Hall T. Bilateral dorsal foot pain in a young tennis player managed by neurodynamic treatment techniques. *Man Ther*. 2011 Dec;16(6):641–5.
 96. Leare JD. Patologías y tratamiento de la cadena neuromeningea a nivel del miembro inferior. Consecuencias de los esquines de tobillo y pie [Internet]. 2007. Available from: <http://www.tmno.ch/html/articles.html>
 97. Alshami AM, Souvlis T, Coppieters MW. A review of plantar heel pain of neural origin: differential diagnosis and management. *Man Ther*. 2008;13(2):103–11.
 98. Pahor S, Toppenberg R. An investigation of neural tissue involvement in ankle inversion sprains. *Man Ther*. 1996;1(4):192–7.
 99. Balius R, Pedret C. *Lesiones Musculares en el Deporte*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2013.
 100. Verhagen LM, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W. A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med*. 2004 Aug;38(4):477–81.

-
101. Manonelles P, Tàrrega L. Epidemiología de las lesiones en el baloncesto. Arch Med Deporte. 1988;XV(68):479–83.
102. Mónaco M, Rincón JAG, Ronsano JM, Til L, Drobic F, Vilardaga JN, et al. Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club. Apunts Med Esport. 2014;49(181):11–9.
103. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. J Athl Train. 1998 Oct;33(4):319–22.
104. Palmar M, Epler M. Fundamentals musculo-skeletal assessment techniques. 2^a ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1998.
105. Norris CM, Matthews M. Inter-tester reliability of a self monitored active knee extension test. J Ok Bodyw Mov Ther. 2005;9:256–9.
106. Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. Pain. 1983 Sep;17(1):45–56.
107. Covill LG, Petersen SM. Upper extremity neurodynamic tests: range of motion asymmetry may not indicate impairment. Physiother Theory Pract. 2012 Oct;28(7):535–41.
108. Van Hoof T, Vangestel C, Shacklock M, Kerckaert I, D'Herde K. Asymmetry of the ULNT1 elbow extension range-of-motion in a healthy population: consequences for clinical practice and research. Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med. 2012 Aug;13(3):141–9.
109. Stalioraitis V, Robinson K, Hall T. Side-to-side range of movement variability in variants of the median and radial neurodynamic test sequences in asymptomatic people. Man Ther. 2014 Aug;19(4):338–42.

-
110. Martínez MDA, Cubas CL, Girbés EL. Ulnar Nerve Neurodynamic Test: Study of the Normal Sensory Response in Asymptomatic Individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(6):450–6.
111. Boyd BS, Villa PS. Normal inter-limb differences during the straight leg raise neurodynamic test: a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:245.
112. Lai WH, Shih YF, Lin PL, Chen WY, Ma HL. Normal neurodynamic responses of the femoral slump test. 2012;17. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&AN=000301977100004&lang=es&site=eds-live>
113. Yondas JW, Krause DA, Hollman JH, Harmsen WS, Laskowski E. The Influence of Gender and Age on Hamstring Muscle Length in Healthy Adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005 Apr 1;35(4):246–52.
114. De las Heras J. Patología de la columna vertebral. *An Pediatría Contin.* 2006;4(3):196–9.
115. Gonzalez GV, Salinas FC. Escoliosis. Realidad tridimensional. Barcelona: Masson;
116. Pruna R, Artells R. Cómo puede afectar el componente genético la lesionabilidad de los deportistas. *Apunts Med Esport Castell.* 2015 Apr 1;50(186):73–8.
117. Ellis RF, Hing WA, McNair PJ. Comparison of longitudinal sciatic nerve movement with different mobilization exercises: an in vivo study utilizing ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Aug;42(8):667–75.
118. Brown CL, Gilbert KK, Brismee J-M, Sizer PS, Roger James C, Smith MP. The effects of neurodynamic mobilization on fluid dispersion within the tibial nerve at the ankle: an unembalmed cadaveric study. *J Man Manip Ther.* 2011 Feb;19(1):26–34.

-
119. Coppieters MW, Bartholomeeusen KE, Stappaerts KH. Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2004 Dec;27(9):560–8.
120. Coppieters MW, Alshami AM. Longitudinal excursion and strain in the median nerve during novel nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 2007 Jul;25(7):972–80.
121. Adel SM. Efficacy of neural mobilization in treatment of low back dysfunctions. *J Am Sci.* 2011;7(4):566–73.
122. Nagrale AV, Patil SP, Gandhi RA, Learman K. Effect of slump stretching versus lumbar mobilization with exercise in subjects with non-radicular low back pain: A randomized clinical trial. *J Man Manip Ther.* 2012 01;20(1):35–42.
123. Cleland JA, Childs JD, Palmer JA, Eberhart S. Slump stretching in the management of non-radicular low back pain: a pilot clinical trial. *Man Ther.* 2006 Nov;11(4):279–86.
124. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011 Jun;39(6):1226–32.
125. Hallén A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci.* 2014;32(13):1229–36.
126. FCBarcelona. Guia de Pràctica Clínica de les lesions musculars. Epidemiologia, diagnòstic, tractament i prevenció Versió 4.5 (9 de febrer de 2009). *Apunts Med Esport.* 2009 Oct 1;44(164):179–203.
127. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):81–5.
128. Mendiguchia J, Brughelli M. A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* 2011 Feb;12(1):2–14.

129. Sherry MA, Johnston TS, Heiderscheit BC. Rehabilitation of Acute Hamstring Strain Injuries. *Sports Rehabil.* 2015 Apr;34(2):263–84.
130. Bagur Calafat C, Serra Grima R. Clasificación de la actividad física y de los deportes más comunes. Capítulo 4. In Barcelona; 2004. p. 89–114.
131. Magnusson SP. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sports.* 1998;8(2):65–77.
132. Fort Vanmeerhaeghe, A. RR D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts Med Esport Castell.* 2013 Jul 1;48(179):109–20.
133. Cos Morera, Cos Boada, A. Medidas fisioterápicas de recuperación del deportista tras el esfuerzo físico. *Red revista de entrenamiento deportivo.* 1992;VI:2–10.
134. Klümper A Einsingbach T, Biedermann L. *Fisioterapia y rehabilitación en el deporte.* Barcelona: Scriba; 1989.
135. Balius R. *Patología muscular en el deporte: Diagnóstico, tratamiento y recuperación funcional.* Barcelona: Masson; 2004. Barcelona: Masson; 2004.

ANNEXOS

10

10. ANNEXOS

10.1. Full informatiu per al/la participant

NOM DEL/LA PARTICIPANT:.....

El motiu d'aquest escrit és proporcionar la informació d'interès perquè puguis decidir lliurement si vols participar en l'estudi que ha estat aprovat pel Comitè d'Ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de la Generalitat de Catalunya i pel Comitè d'Ètica de la Universitat Internacional de Catalunya. L'estudi porta per títol: *Efectes en la mecanosensibilitat de la cadena neuromenínquia en joves esportistes d'elit després de realitzar un programa de mobilitzacions neurals post-esforç.*

Cal ressaltar que la participació en l'estudi és totalment voluntària, així com la possibilitat de retirar-se en qualsevol moment sense que per això s'alteri la relació dels fisioterapeutes i els entrenadors del Centre de Tecnificació, ni es produeixi cap perjudici en el seu entrenament o atenció mèdica.

L'estudi té com a objectius principals:

- Estudiar el comportament que té el teixit neural després de realitzar un entrenament i comparar-ho amb altres disciplines del Centre de Tecnificació Joaquim Blume.
- Comparar els resultats del test realitzat en el grup control i en el grup experimental a les 4 i 8

Per aconseguir els objectius proposats els esportistes sempre seran citats fora del seu horari escolar i dels entrenaments, i es portaran a terme les següents activitats:

1. Sessió informativa: Prèvia a l'estudi s'informarà als grups dels objectius de l'estudi i del procediment. Posteriorment es lliuraran els fulls informatius i els consentiments informats pels pares i/o tutors.

Durada de la sessió: 15' aproximadament.

2. Sessió de recollida de dades. Primera: l'esportista de manera individual serà sotmès al test que tindrà una durada de 3 minuts. Es realitzarà el test abans i després de l'entrenament.
3. Treball per grups; Sessió informativa per explicar el programa d'estiraments estàtics passiu i de les mobilitzacions neurals.
4. Sessió de recollida de dades. Segona: l'esportista de manera individual serà sotmès al test que tindrà una durada de 3 minuts. Es realitzarà el test abans i després de l'entrenament.
5. Sessió de recollida de dades. Tercera: l'esportista de manera individual serà sotmès al test que tindrà una durada de 3 minuts. Es realitzarà el test abans i després de l'entrenament

Els criteris de selecció per formar part d'aquest estudi són els següents:

- Ser esportista.
- Practica esport com a mínim 20 hores a la setmana.
- No patir cap patologia en el moment de realitzar l'estudi.

La col·laboració dels esportistes és de gran ajuda pel col·lectiu científic i pot revertir en el benefici dels mateixos participants tant en la prevenció de lesions com en els tractaments posteriors.

Durant tot el procés d'investigació, així com en les futures publicacions que puguin derivar-se de l'estudi, es guardarà la confidencialitat de les dades del voluntari (Llei orgànica 15/99). L'accés a les dades quedarà restringit a la investigadora principal: la Sra. Montserrat Pujol i Marzo, Diplomada en fisioteràpia i als seus col·laboradors.

L'estudi no suposarà cap despesa econòmica pels participants, ja que la recollida de dades es farà en les mateixes instal·lacions on l'esportista resideix ni tampoc hi haurà una compensació econòmica pels participants de l'estudi.

Amb els resultats obtinguts podràs aportar coneixements i suport científic a les noves tendències de valoració en l'abordatge terapèutic del sistema nerviós.

Si desitges realitzar preguntes sobre l'estudi o tens algun dubte, pot contactar amb la responsable de l'estudi:

- Montserrat Pujol, al telèfon 606.758.689, o mitjançant el correu electrònic mpujol@fisiodoc.com

Barcelona, ____ d _____ de _____

Signatura:

CONSENTIMENT PER ESCRIT

Consentiment informat per a l'estudi:

Efectes en la mecanosensibilitat de la cadena neuromenínquia en joves esportistes d'elit
després de realitzar un programa de mobilitzacions neurals post-esforç

Jo amb DNI.
....., pare o mare, tutor/a de
..... he llegit el full informatiu que m'ha estat lliurat; he
rebut la suficient informació i he pogut fer preguntes sobre l'estudi. Comprendc que la
participació del meu fill/a és voluntària, que pot retirar-se en qualsevol moment sense
haver de donar explicacions i sense que això repercuteixi en l'entrenament ni en les
atencions mèdiques i de fisioteràpia del/a participant. Per tant, **PRESTO LLIURAMENT
LA MEVA CONFORMITAT perquè el meu fill/a participi en l'estudi descrit.**

A, el d de

Signatura del pare o mare, tutor/a:

REVOCACIÓ DEL CONSENTIMENT

Jo, pare o mare, tutor/a de
....., després de la informació rebuda **REVOCO
el consentiment prestat en data**, i **declaro no consentir** que el meu fill/a
es sotmeti al procediment descrit.

A, el d de

Signatura del pare o mare, tutor/a:

10.2. Acceptació del Comitè d'Ètica



CARLES TRULLOLS I CLEMENTE, RESPONSABLE DE SUPORT JURÍDIC I TÈCNIC DEL CONSELL CATALÀ DE L'ESPORT, ACTUANT COM A SECRETARI DEL COMITÈ D'ÈTICA D'INVESTIGACIONS CLÍNiques DE L'ADMINISTRACIÓ ESPORTIVA DE CATALUNYA

CERTIFICO

Que en la reunió duta a terme el dia 16 de desembre de 2010, aquest Comitè d'Ètica va acordar avaluar favorablement el projecte presentat per la senyora Montse Pujo i Marzo, titulat: **"Efectes en la mecanosensibilitat de la cadena neuromeningia en joves esportistes d'elit, després de realitzar un programa de mobilitzacions neurals post-esforç"**.

La qual cosa faig constar als efectes oportuns

Esplugues de Llobregat, 16 de desembre de 2010



10.3. Carta de responsabilidad del instrumento

Yo, Montserrat Pujol Marzo con D.N.I 47618281R y domicilio en la calle Gironés, 7 1º 1ª de Cornellà de Llobregat, agradezco a la empresa Baasys su disposición para cederme durante la recogida de datos su goniómetro digital para el proyecto de investigación: “**Efectes en la mecanosensibilitat de la cadena neuromenínqia en joves esportistes d’elit després de realitzar un programa de mobilitzacions neurals post-esforç**”.

La investigadora se hace responsable del aparato durante la realización del proyecto en caso de pérdida o robo, reponiendo el mismo. En caso de mal funcionamiento por avería, y que no sea debido a un mal uso por mi parte, quedaría excluida mi responsabilidad.

Responsable de la empresa Baasys

Montserrat Pujol Marzo

Fecha:

10.4. Full d'explicació de l'estudi

ESTUDI. Grup de voleibol femení

2 grups aleatoritzats

- GC: entrenaments + eep
- GE: entrenament + eep +MN

Valoracions:

- Examen basal (abans –dp entrenament)
- 4 setmanes (abans –dp entrenament)
- 8 setmanes (abans –dp entrenament)

Dies:

- 17-19 gener
- 14-16 febrer
- 14-16 març

Grup del dilluns

15:15	ESPORTISTA 1	GE	18:40
15:15	ESPORTISTA 2	GE	18:40
15:25	ESPORTISTA 3	GE	18:35
15:25	ESPORTISTA 4	GE	18:35
15:25	ESPORTISTA 5	GC	18:30
15:40	ESPORTISTA 6	GC	18:30
15:40	ESPORTISTA 7	GE	18:40

Grup del dimecres

15:20	ESPORTISTA 1	GC	18:30
15:20	ESPORTISTA 2	GC	18:30
15:30	ESPORTISTA 3	GE	18:40
15:30	ESPORTISTA 4	GC	18:35
15:40	ESPORTISTA 5	GE	18:40
15:40	ESPORTISTA 6	GC	18:40

Horaris:

Inici 45' abans de l'entrenament, però cadascú té el seu horari.

Al acabar l'entrenament fer estiraments i MN (grup experimental) i fer la nova valoració . Venir segons horari

Lloc: Gimnàs

Pauta d'estiraments estàtics passius:

Es faran 2 repeticions de 30" per grup musc de les EEII. Braços i esquena serà lliure.

No oblideu!!!

Portar en cada valoració el **full de seguiment** per tal de poder visualitzar el seguiment de l'esportista (no entrenaments pel motiu,...)

10.5. Full de registre de dades (primera valoració)

0.- Hora ____:____	Ultima Menst:
--------------------	---------------

1.- Dia test ____/____/2010	Data naixement ____/____/____
-----------------------------	-------------------------------

2.- Talla _____ cm.	Pes _____	Kg.
---------------------	-----------	-----

3.- Esport que practica _____
Des de quan el practica _____ anys _____ mesos
Disciplina _____
Cama dominant <input type="radio"/> dreta <input type="radio"/> esquerra

4.- Antecedents

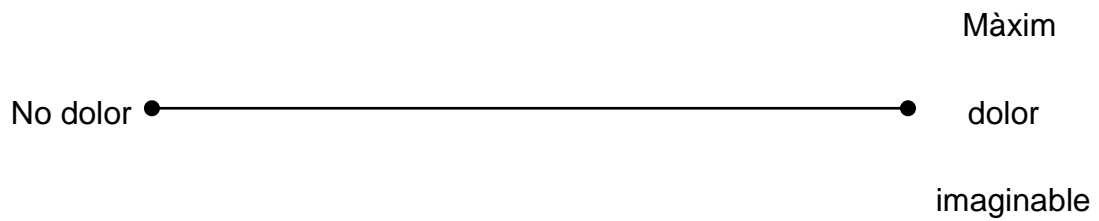
Lesions importants _____

Zones de molèstia (especifica costat)

5.- Observacions

6.- Dolor PRE:

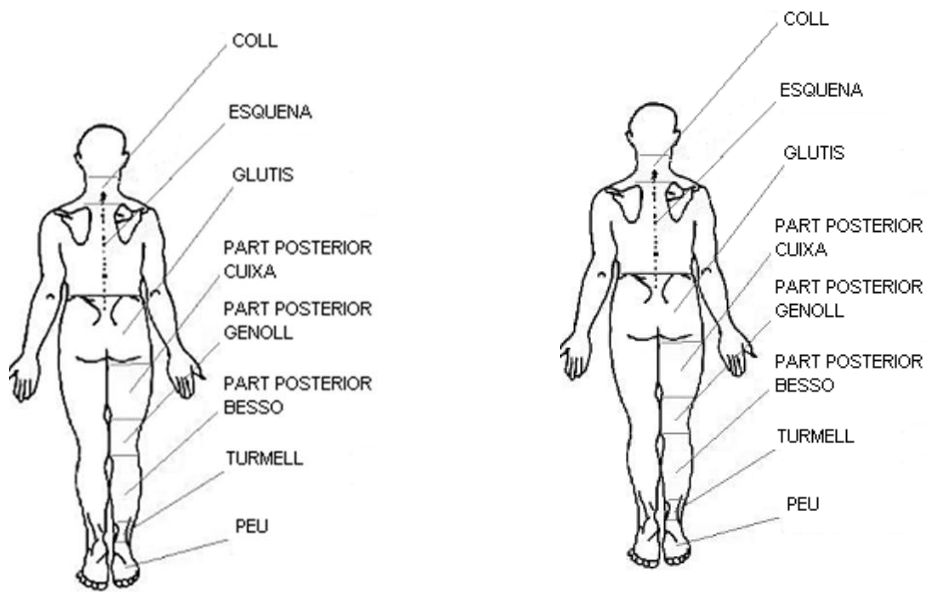
Cama no dominant



Cama dominant



7.- Localització:



Cama no dominant _____ Cama
dominant _____

8.- Extensió

Cama no dominant				Cama dominant			
<input type="radio"/>	Puntual	<input type="radio"/>	Linial	<input type="radio"/>	Puntual	<input type="radio"/>	Linial

9.- Comportament

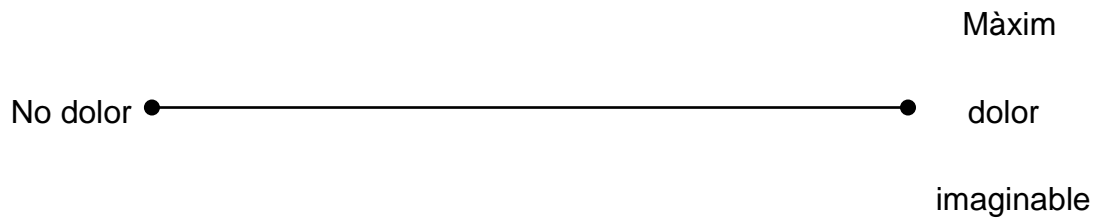
Cama no dominant				Cama dominant			
Interruptor cervical							
<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix	<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix
Interruptor peu							
<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix	<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix

10.- Recollida de dades:

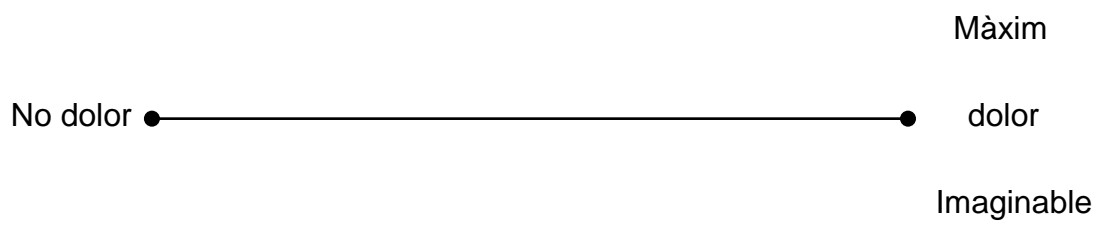
	Registre 1		Registre 2		Registre 3	
	Flexió	Extensió	Flexió	Extensió	Flexió	Extensió
Cama no dominant						
Cama dominant						

11.- Dolor POST:

Cama no dominant



Cama dominant



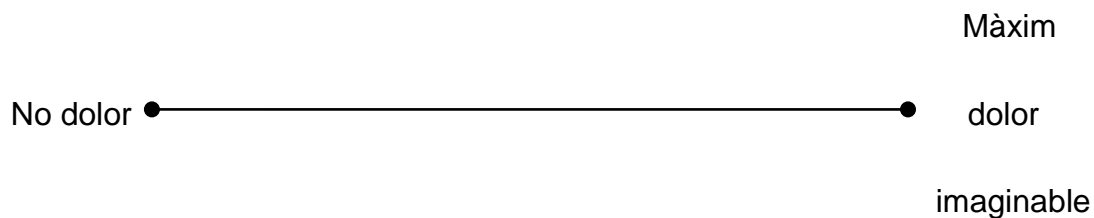
10.6. Full de registre de dades (segona i tercera valoració)

Dies no entrenament. Nº _____

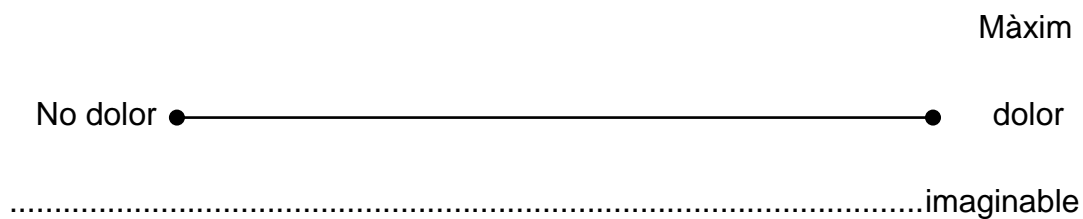
Dies consecutius: O si O no

1.- Dolor Pre:

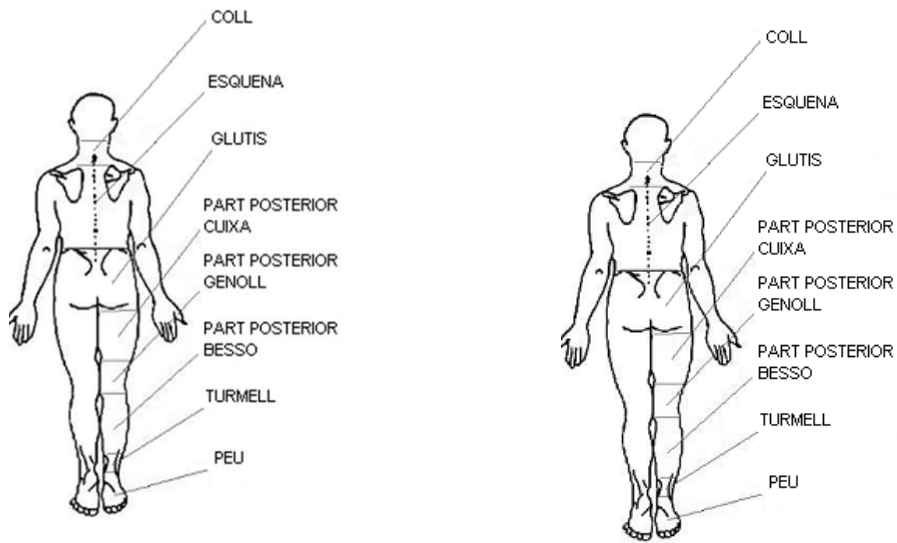
Cama no dominant



Cama dominant



2.- Localització:



Cama no dominant _____ Cama

dominant _____

3.- Extensió

Cama no dominant				Cama dominant			
<input type="radio"/>	Puntual	<input type="radio"/>	Linial	<input type="radio"/>	Puntual	<input type="radio"/>	Linial
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

4.- Comportament

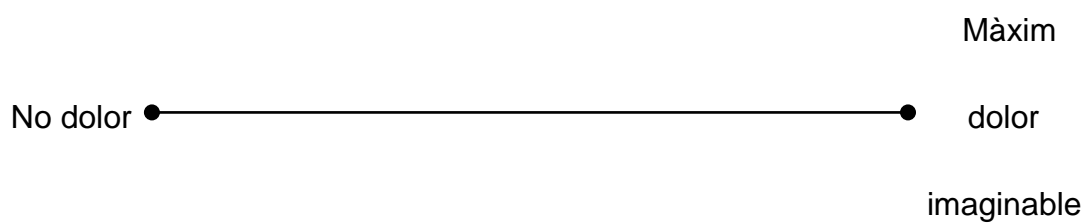
Cama no dominant				Cama dominant			
Interruptor cervical							
<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix	<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
Interruptor peu							
<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix	<input type="radio"/>	Augmenta	<input type="radio"/>	Disminueix
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

5.- Recollida de dades:

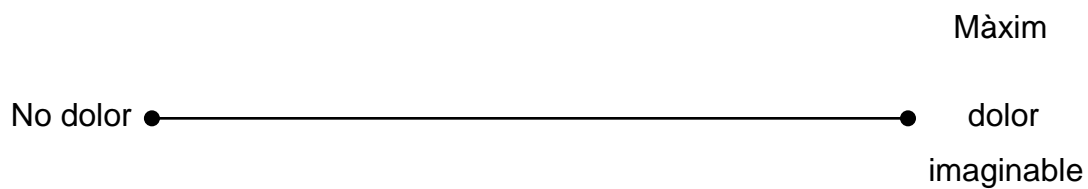
	Registre 1				Registre 2				Registre 3			
	Flexió		Extensió		Flexió		Extensió		Flexió		Extensió	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Cama no dominant												
Cama dominant												

6.- Dolor Post:

Cama no dominant



Cama dominant



10.7. Full de control de seguiment dels entrenaments (Full que omple cada esportista diàriament)

DILLUNS	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			
DIMARTS	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			
DIMECRES	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			
DIJOUS	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			
DIVENDRES	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			
DISSABTE	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			
DIUMENGE	Entrenament	EEP	MN
MATÍ			
TARDA			
Observacions			

DATA	MOTIU NO ENTRENAMENT

10.8. Qüestionari final

1. Ens podries explicar quines sensacions has tingut diferents en aquests 2 mesos? Has notat algun canvi després de realitzar aquest treball?

Si ho recordes, podries contestar-nos aquestes preguntes?

2. Quants entrenaments t'has perdut?

0-2		3-5		6-10		11-15		més de 15	
-----	--	-----	--	------	--	-------	--	-----------	--

3. Motiu - consecutius

Motiu 1		Motiu 2		Motiu 3	
Número d'entrenaments perduts		Número d'entrenaments perduts		Número d'entrenaments perduts	
Consecutius		Consecutius		Consecutius	

4. Marca amb quina periodicitat has realitzat la pauta d'estiraments

Sempre (100%)	
Habitualment (≈75%)	
Regularment (≈50%)	

Poc (≈25%)	
Gens (0%)	

5. Marca amb quina periodicitat has realitzat els exercicis de mobilització neural

Sempre (100%)	
Habitualment (≈75%)	
Regularment (≈50%)	
Poc (≈25%)	
Gens (0%)	

6. T'ha provocat alguna molèstia realitzar aquests exercicis?

- Quina localització?

Cama dominant		Cama NO dominant	
Intensitat del dolor (del 0 al 10)			

10.9. Carta d'agraïment esportistes participants



Benvolgut/da,

Volia agrair la teva participació en l'estudi sobre els "Efectes en la mecanosensibilitat de la cadena neuromenínquia en joves esportistes d'elit després de realitzar un programa de mobilitzacions neurals post-esforç" que hem realitzat durant l'any 2011 a les instal·lacions de la Secretaria General de l'Esport d'Esplugues de Llobregat.

També volia recordar-te que les dades estaran sota la meva responsabilitat i seran tractades amb finalitats de recerca i investigació i seran exposades tant sols per aquestes finalitats.

Aprofito l'avinentesa per adjuntar-te els resultats de les teves proves.

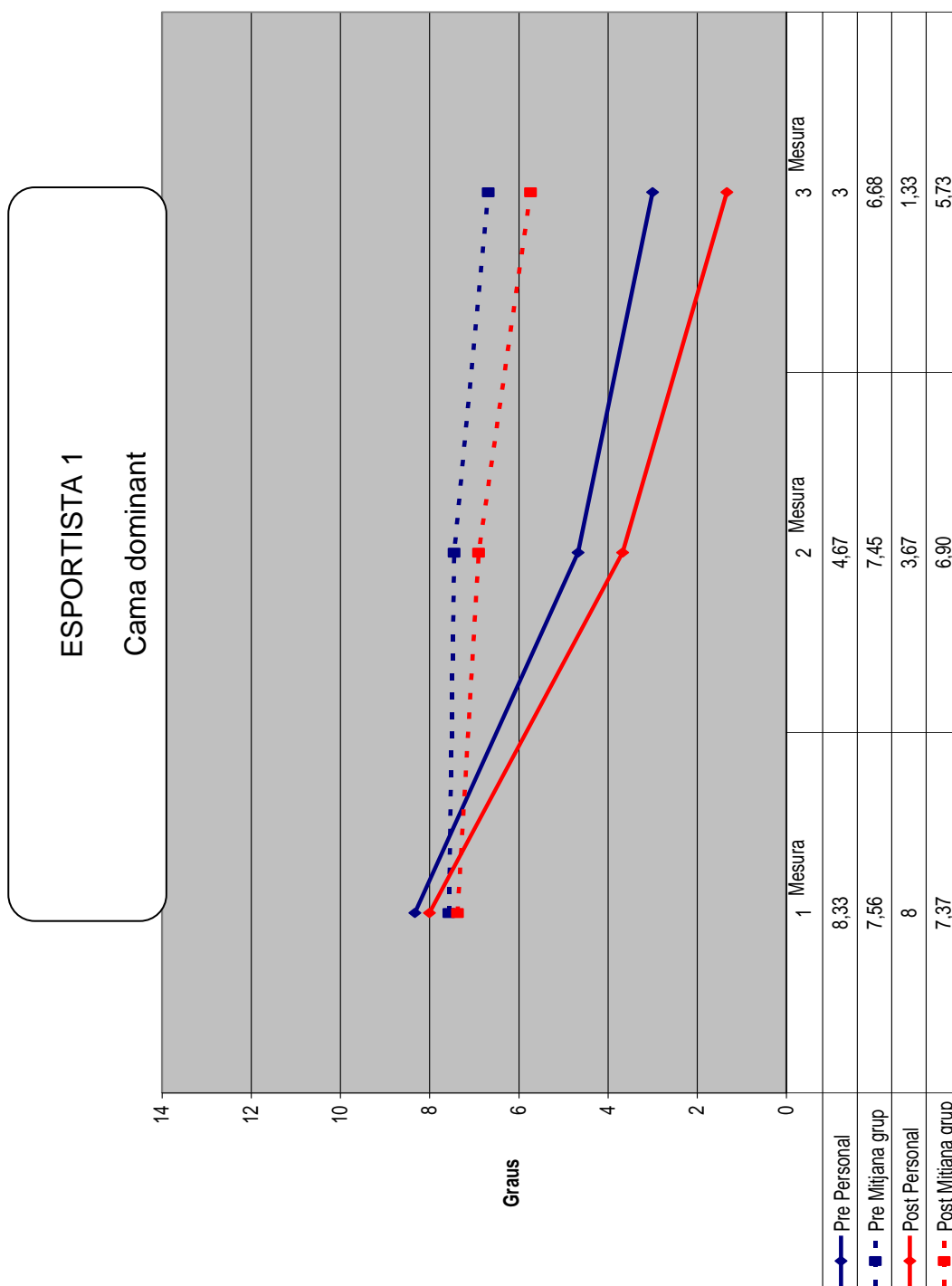
Resto a la teva disposició per qualsevol aclariment al respecte

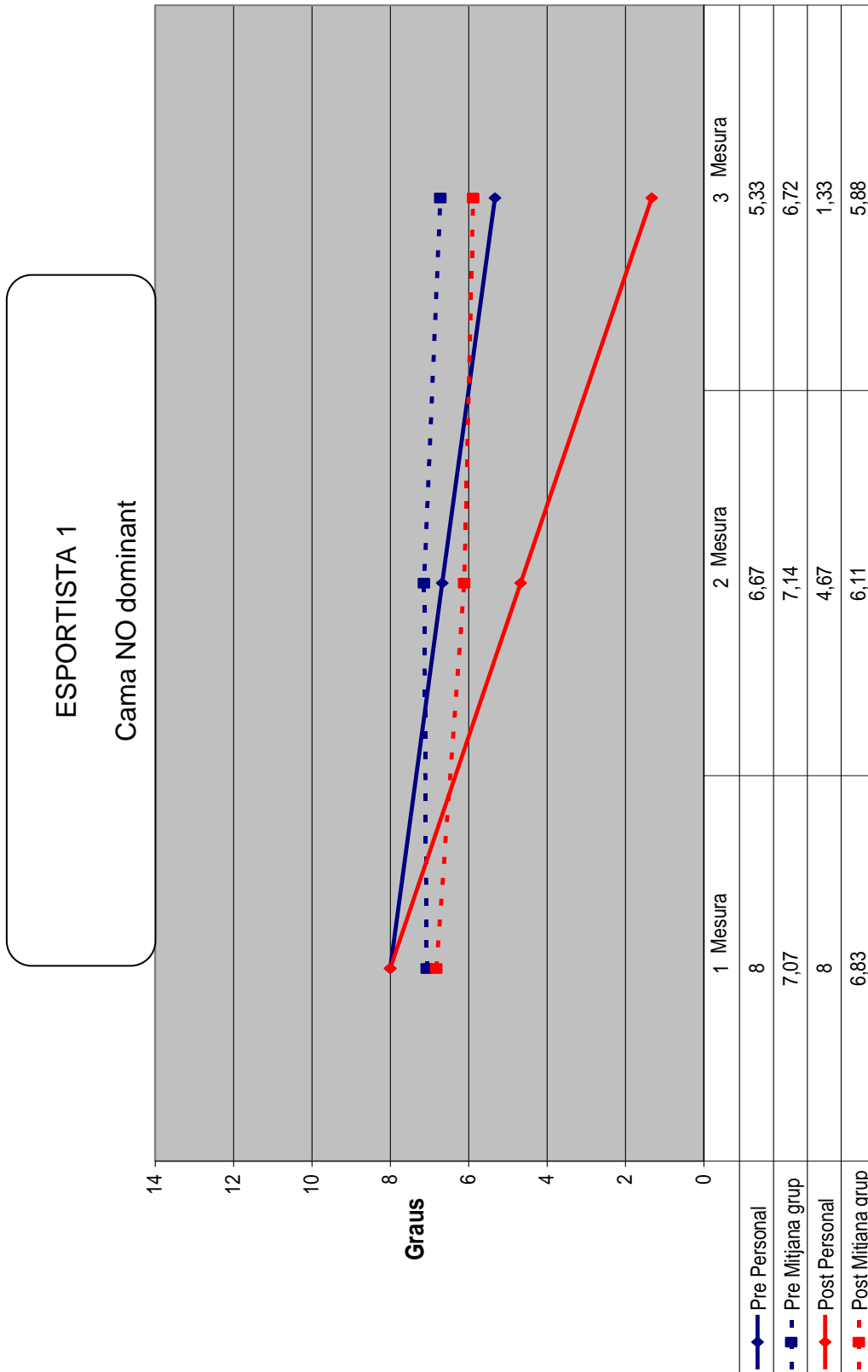
Montserrat Pujol Marzo

Fisioterapeuta

Núm. Col·legiada: 3884

10.10. Gràfics per cada esportista (cama dominant i no dominant)





10.11. Calendari recollida de dades

Mes	Setmana	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
Desembre	0	Del 13 al 22 de desembre sessions informatives				
	VACANCES DE NADAL					
	0	Del 10 al 14 de gener. Ensenyar pauta d'EEP i recollir consentiments				
Gener	1	17	18	19	20	21
		Volei Femení		Volei Femení		
	Volei Masculí		Volei Masculí			
	2	24	25	26	27	28
			Basquetbol	Repesca	Basquetbol	Handbol Femení
			Handbol Femení		Handbol masculí	
		Handbol masculí				
3	31	1	2	3	4	

Febrer				Repesca		
	4	7	8	9	10	11
		Setmana Blanca				
	5	14	15	16	17	18
		Volei Femení		Volei Femení		
		Volei Masculí		Volei Masculí		
	6	21	22	23	24	25
		Basquetbol		Basquetbol		Handbol Femení
		Handbol Femení		Handbol masculí		
Handbol masculí						
Març	7	28	1	2	3	4
	8	7	8	9	10	11
	9	14	15	16	17	18

		Volei Femení		Volei Femení		
		Volei Masculí		Volei Masculí		
		21	22	23	24	25
	10	Basquetbol		Basquetbol		Handbol Femení
				Handbol masculí		
	11	28	29	30	31	1
				Repesca		

