



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació en una situació de pressió mitjançant l'electroencefalograma

Sònia Pineda Hernández

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.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) 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 ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (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.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) 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 o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (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.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) 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 nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those 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

MONITORITZACIÓ DE L'ENTRENAMENT PSICOLÒGIC DE L'ACTIVACIÓ EN UNA SITUACIÓ DE PRESSIÓ MITJANÇANT L'ELECTROENCEFALOGRAMA

Sònia Pineda Hernández



Barcelona, 2019

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Facultat d'Educació

INSTITUT NACIONAL D'EDUCACIÓ FÍSICA DE CATALUNYA

Centre de Barcelona

Programa de Doctorat

Activitat Física, Educació Física i Esport

**Monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació
en una situació de pressió mitjançant l'electroencefalograma**

Tesi doctoral presentada per:

Sònia Pineda Hernández

Dirigida per:

Dr. Gerard Moras Feliu

Dr. Carles Ventura Vall-Llovera

Tutoritzada per:

Dr. Gerard Moras Feliu

Per optar al títol de doctora per la Universitat de Barcelona

Barcelona, 2019

Dedico la meva tesi doctoral a la meva família,
els quals són els meus imprescindibles, el meu pilar, el meu equip,
la meva felicitat, els meus més sincers i gaudits somriures.
En especial a la meva mare, sense la qual no seria qui soc,
a la meva Laieta —un angelet caigut del cel—,
i, molt especialment, al meu estimat germà Lluís, el meu guia.

AGRAÏMENTS

En primer lloc, voldria agrair immensament el suport de la meva **família**, especialment l'incondicional de la meva **mare**. Ella és la raó per la qual he pogut i he estat capaç d'arribar fins aquí, sinó fos per ella ni tindria el valor d'estar presentant aquesta tesi ni seria qui soc; ella és la meva guia, model, referent, base, pilar, moll, bateria, espurna... Ella ha estat en els bons moments i en els dolents, m'ha impulsat a cada instant, ha aguantat totes les meves baixades comprensiva i enèrgicament i no ha deixat mai que caigués; ha estat, com al llarg de tota la meua vida, la meua llum en el camí i, per tot això, la meua gratitud i amor vers ella són francament infinits i incondicionals.

També vull donar les gràcies al suport habitualment més silenciós i no verbal del meu **pare**, que ha estat igualment present sempre, a cada instant: les seves mirades d'orgull, de comprensió de l'esforç i sacrifici realitzats, de transmissió d'energia i coratge, de companyia, d'estima, el seu humor, les seves tendres abraçades...

A la **Laia**, el meu angelet caigut del cel, per transmetre'm l'alegria de la infantesa i fer-me reviure la meua realitzant la tesi; el «tu ho pots tot, tieta, i joestic aquí per recolzar-te a cadascuna de les teves batalles sigui quin sigui el drac amb què vols enfrontar-te»; el seu immens amor i les seves tendres abraçades regeneradores de qualsevol mal; la seva explosiva rialla; la seva força «Pineda» que t'inunda l'ànima i et fa sentir en família; les seves ganes de viure i gaudir de la vida; i la seva energia inesgotable capaç de tot.

Al **Lluís**, el meu germà més gran, el meu guia, per haver confiat en mi, per haver-me donat força, motivació, il·lusió, energia infinita, amor totalment incondicional, abraçades tendres i celestials i per il·luminar-me i empenyar-me en els moments de més foscor quan faltava l'aire.

A la **Maria**, per escoltar-me i comprendre'm a cada obstacle i dificultat del camí, pels seus consells, silencis, taletes de xocolata, pastissos i hores compartides; per deixar-me buidar la negativitat, desesperació i amargor per, així, poder deixar entrar de nou la il·lusió i la lluita; per ser una amistat imprescindible tot i haver estat literalment a l'altra punta del món durant gran part del viatge.

Al **Miquel**, pel seu suport constant, el seu amor, alegria, abraçades reiniciadores, desconexions, bogeries i contínues rialles que m'han permès seguir viva i lluitant. Ha estat important en gran part de la batalla final... sense el seu suport, empenya, estima i injeccions de vitalitat i bogeria no hagués pogut acabar la tesi.

A l'**Àlex Tello**, per escoltar-me i ajudar-me en els moments difícils.

A l'**Edson Razzo**, per guiar-me en aspectes tècnics i tàctics del tennis i pel seu suport.

A l'**Andrés**, el **Carlos**, el **David López**, l'**Antònia**, la **Laura**, l'**Andrea**, el **David Bernabeu**, la **Carmen**, el **Martí**, el **Joan** i tots aquells amics que m'han comprès, recolzat, ajudat i empès en el camí.

Al **Gerard Moras Feliu**, el meu director de tesi, per obrir-me les portes i els ulls cap a un nou i fascinant món. Cada minut amb ell ha estat un regal, un honor, un privilegi. Em sento molt afortunada i agraïda d'haver-lo tingut com a mentor i guia. Sempre present, amb mil projectes però mai oblidant la meva tesi i com estigués jo; animant-me, bromejant, donant energia i empena sense excepció, sent la guspira quan tot semblava apagat; mai em feia sentir sola. Utilitzant la ironia en tot moment, rient-nos de la infinitat de problemes que han sortit i planificant sempre amb un somriure la següent estratègia a dur a terme per vèncer el pròxim drac; cap era prou ferotge amb ell, em donava la tranquil·litat i seguretat que trobaríem la tàctica adequada; però no només això, sinó que, a més, estranyament gaudiria de la cerca. L'humor ha estat el nostre vaixell i salvació en aquest dur viatge on els obstacles i forats negres ens han acompanyat en tot petit pas; gràcies a la seva llum i tossuderia, a l'energia i positivitat de tots dos, ho hem fet possible.

Al **Carles Ventura Vall-Llovera**, també el meu director de tesi, per la lluita de la tossuderia, per totes les reflexions productives i les aportacions que han millorat cada detall, ja que la suma de detalls s'acosta al millor del que som capaços de fer.

A l'**INEFC Barcelona**, pel Màster en Rendiment Esportiu: Tecnificació i Alt Nivell (RETAN) (Investigació) per obrir-me la porta a coneixements que puc aplicar a la psicologia de l'esport i que m'han permès iniciar el camí per dur a terme el doctorat.

Al **Miguel Ángel García**, per dissenyar la imprescindible i tan cercada i esperada programació de Matlab.

Al **Carles Escera**, professor de la UB i membre del Brainlab, per guiar-me i il·luminar-me en conceptes d'electroencefalograma (EEG) en moments de dubte i foscor.

I, finalment, a tots els disposats **entrenadors** que m'han facilitat amablement contactes i coneixements i als meravellosos **esportistes** que han participat voluntàriament en aquesta aventura sent els ingredients més importants que han fet d'un somni una realitat i que m'han permès desenvolupar-me i créixer com a persona i professional superant de nou els meus límits

i construint-me una caseta fora de la zona de confort, on és cert que succeeix tota la màgia (i la que queda per descobrir).

Gràcies a tots ells i a totes elles per fer aquest viatge i aventura possibles; us estic immensa i eternament agraïda.

ÍNDEX

RESUM	v
ABSTRACT	viii
ESTRUCTURA DE LA TESI.....	xi
LLISTA D'ACRÒNIMS	xii
1. INTRODUCCIÓ	1
2. ESTAT DE LA QÜESTIÓ	4
2.1. Activació	4
2.1.1. Concepte d'activació	4
2.1.2. Diferenciació d'altres conceptes relacionats amb l'activació	6
2.1.3. Activació i rendiment	7
2.1.4. L'activació en situacions sota pressió	14
2.2. Entrenament psicològic	20
2.2.1. Entrenaments psicològics de l'activació sota pressió.....	20
2.2.2. Formes utilitzades per crear pressió en els estudis d'activació	23
2.3. Imatgeria	26
2.3.1. Concepte d'imatgeria	26
2.4. Electroencefalograma (EEG)	29
2.4.1. Història	29
2.4.2. Concepte d'EEG.....	31
2.4.3. Tipus d'elèctrodes	33
2.4.4. Localització dels elèctrodes.....	34
2.4.5. Filtració d'artefactes.....	35
2.4.6. Estudis d'EEG en l'esport.....	36
2.4.7. Anàlisi del senyal EEG a través de sistemes no lineals	58

3. PART EXPERIMENTAL.....	63
3.1. Objectius	63
3.2. Instruments.....	64
3.3. Anàlisi de les dades.....	66
3.4. Càlcul de l'entropia.....	67
3.5. Prova pilot: valoració de la freqüència cardíaca davant de situacions de pressió en esportistes.....	67
3.5.1. Justificació de la prova pilot.....	67
3.5.2. Mostra.....	68
3.5.3. Procediment.....	69
3.5.4. Anàlisi estadística.....	75
3.5.5. Resultats	76
3.5.6. Consideracions finals	81
3.6. ESTUDI 1.....	82
3.6.1. Introducció	82
3.6.2. Mostra.....	83
3.6.3. Procediment.....	85
3.6.4. Anàlisi estadística.....	89
3.6.5. Resultats	96
3.6.6. Discussió	126
3.7. ESTUDI 2. ESTUDI DE CAS	134
3.7.1. Introducció	134
3.7.2. Mostra.....	135
3.7.3. Procediment.....	136
3.7.4. Anàlisi de les dades	142
3.7.5. Resultats i discussió	143

4. CONCLUSIONS.....	175
5. LIMITACIONS DE LA INVESTIGACIÓ.....	179
6. PERSPECTIVES DE FUTUR.....	180
7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	182

RESUM

Històricament, els estudis sobre la ment han estat llargament separats dels efectuats sobre el cervell i el comportament; la ment continuava sent un concepte abstracte. No obstant, posteriorment les neurociències i la psicologia de l'esport s'han combinat per superar-se a sí mateixes i construir una nova disciplina: les neurociències aplicades a l'esport, per conèixer els confins físics i mentals de l'esportista i ampliar-los cada vegada més. Les neurociències poden, per tant, ajudar a apropar les àrees psíquiques i biològiques, les estructures cognitives i les mecàniques.

En conseqüència, s'han dut a terme diverses investigacions sobre l'activació en situacions de pressió, imatgeria (en hipnosi) i electroencefalograma (EEG), però hi ha una manca evident d'estudis que analitzin com fer la monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació en situacions de pressió mitjançant l'EEG, tant a despatx com a pista. Així doncs, l'objectiu de la present tesi és monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant una situació neutra i una de pressió a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en esportistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

A la prova pilot es va analitzar el comportament de la freqüència cardíaca en l'activació de set esportistes durant la imatgeria de situacions de pressió. En aquesta es va advertir un increment de la freqüència cardíaca en les situacions de pressió que va ser experimentat, sobretot, en el moment de màxima pressió.

A partir de l'Estudi 1-A i 1-B es va comparar la imatgeria de la situació neutra (execució del servei de tennis) amb la imatgeria de la situació de pressió de setze tennistes. Per una banda, a l'Estudi 1-A es va monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació neutra a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en tennistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria. Per altra banda, en l'Estudi 1-B es va monitoritzar també l'activació durant la imatgeria, però en aquest cas d'una situació de pressió d'un partit de tennis. Els resultats mostren que tant la imatgeria de la situació neutra com la de pressió van incrementar la freqüència cardíaca, sobretot en els que presentaven experiència en imatgeria; sent aquest augment superior en el cas de la imatgeria de la situació de pressió i trobant el seu punt més alt en el moment de màxima pressió de la imatgeria: l'interval 5-6. En el cas de les ones cerebrals, tant la imatgeria de la situació neutra com la de pressió —per intervals, hemisferis, zones o canals—, van provocar una disminució de l'activitat de l'ona gamma, tant en els tennistes que tenien experiència en imatgeria com en els que no. En el cas de l'Estudi 1-

B, també es donà un augment de l'ona gamma en l'interval 5-6, que correspon al moment de màxima pressió. Respecte a l'entropia, en l'Estudi 1-A els valors van ser inferiors en la imatgeria de la situació neutra, tant en els que tenien experiència en imatgeria com en els que no; mentre que en l'Estudi 1-B les entropies aproximada i mostral van ser superiors en la imatgeria de la situació de pressió en aquells que no tenien experiència en imatgeria. Pel que fa als registres subjectius, en les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) dels Estudis 1-A i 1-B no hi ha diferències significatives entre el *pre*- i el *post*-, ni entre *abans*, *durant* i *després*, a excepció de l'Estudi 1-B entre el *pre*- i el *post*- per l'activació en el moment *durant* a un nivell de significació del 10 %. Pel que fa a la realitat de la imatgeria, en l'Estudi 1-A les dimensions més reals han estat —de major a menor— la cinestèsica, la visual, l'emocional, la tàctil i l'auditiva (puntuació de 3 a 5). Les que ha costat més percebre com a reals i prendre consciència d'elles han estat la gustativa i l'olfactiva en l'Estudi 1-A i només l'olfactiva en l'Estudi 1-B.

En els Estudis 2-A i 2-B es va monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió mitjançant un protocol amb i sense entrenament psicològic realitzat a despatx (Estudi 2-A) i a pista (Estudi 2-B) a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en un jugador de tennis amb experiència alta en imatgeria per tal de veure com evolucionava, sessió a sessió, l'activació a partir de l'entrenament psicològic realitzat. Els resultats mostren que, tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B), es va incrementar la freqüència cardíaca del tennista en la imatgeria de la situació de pressió (I.3-8) de manera superior al despatx i en el Protocol 2; va disminuir en la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13) en el Protocol 2, sent major al despatx també; i va disminuir encara més en l'atenció a la respiració final (I.13-f), sent superior al despatx i en el Protocol 1. En el cas de les ones cerebrals, l'ona beta va incrementar en la imatgeria de la situació de pressió (I.3-8), tant a despatx com a pista, sent major al despatx en el Protocol 1 i a pista en el Protocol 2 i també van augmentar les ones gamma, theta i delta en el Protocol 2 a pista. Les ones beta, gamma, delta i theta van disminuir durant la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13), tant a despatx com a pista, sent superiors a pista, excepte l'ona gamma a despatx. Les ones alfa i beta van augmentar en l'atenció a la respiració final (I.13-f), tant a despatx com a pista, en el Protocol 2, sent majors a despatx. Respecte a l'entropia (entropies aproximada i mostral), aquesta va disminuir en la imatgeria de la situació de pressió (I.3-8), tant a despatx com a pista i tant en el Protocol 1 com en el 2, sent superior a pista i al Protocol 2; va augmentar en la imatgeria d'aplicació de les tècniques

psicològiques (I.8-13), tant a despatx com a pista, sent major a pista; i va augmentar encara més en l'atenció a la respiració final (I.13-f), tant a despatx com a pista, en tots dos protocols, sent superior a despatx i, marcadament, en el Protocol 2. Pel que fa als registres subjectius, el tennista va aconseguir sentir la pressió en la imatgeria de la situació de pressió tant a despatx com a pista *abans, durant i després* de l'entre punts (moment màxim de pressió), sent aquesta superior en el Protocol 2. En la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques va regular l'activació per sentir-la a un nivell òptim (7), tot i que li va resultar més difícil a pista. Totes les imatgeries es van realitzar amb gran realitat en totes les dimensions (visual, auditiva, olfactiva, tàctil, gustativa, cinestèsica i emocional), tot i que va resultar més difícil de sentir l'olfactiva en les imatgeries de la situació de pressió a despatx en tots dos protocols i a pista en el Protocol 2; la gustativa a pista i al Protocol 2 i, inesperadament, també l'auditiva a despatx en el Protocol 1; i en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques, la gustativa tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B) i també, inesperadament, l'auditiva a pista.

Per tant, els resultats de la present tesi reflecteixen la importància de la monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació en situacions de pressió; dades de gran utilitat per millorar les imatgeries neutres i amb pressió i els entrenaments psicològics per tal d'ajudar els esportistes a treballar la seva activació; i, també, per generar protocols de *neurofeedback* per millorar l'habilitat de realitzar imatgeria en esportistes amb experiència tant alta com baixa i millorar el seu entrenament psicològic i la seva autoconsciència sobre les situacions de pressió que viuen habitualment, què les genera, com les experimenten i què han de fer per fer-les front.

ABSTRACT

Historically, mind studies have been separated from those carried out on the brain and behavior; the mind was still an abstract concept. However, later on, neurosciences and sports psychology have gone further and created a new discipline: sports neurosciences, aimed at exploring the physical and mental confines of an athlete and make them grow more and more. Neurosciences can, therefore, help bring closer psychological and biological areas, cognitive and mechanical structures.

Several researches have been done on activation in situations under pressure, imagery (in hypnosis) and electroencephalogram (EEG); however, there is an obvious lack of studies that analyze how to monitor mental training on activation in situations under pressure by means of EEG, both in the office and on the field. Consequently, the objective of the present thesis is to monitor mental training on activation during a neutral situation and in a situation under pressure, by analyzing the heart rate, brainwaves and subjective registrations in athletes with and without previous imagery experience.

The pilot test analyzed the heart rate behavior in the activation of 7 athletes during imagery of under-pressure situations. In it, there was an increase in the heart rate in the situations under pressure, which was experienced, mainly, at the moment of highest pressure.

From Study 1-A and 1-B neutral situation imagery (tennis service) was compared with imagery of under-pressure situations on 16 tennis players. On the one hand, in Study 1-A the activation during imagery of a neutral situation was monitored through the analysis of the heart rate, brainwaves and subjective registrations of tennis players with and without prior experience in imagery; on the other hand, in Study 1-B activation during imagery was also monitored, although this time in a situation under pressure (tennis match). Results show that imageries from both neutral and under-pressure situations increased the heart rate, especially on those subjects with imagery experience; being this increase higher in the case of imagery of situations under pressure and finding its highest point at the moment of maximum pressure of the imagery: interval 5-6. Regarding brainwaves, imagery of both neutral and under-pressure situations (either by intervals, hemispheres, zones or channels) led to a decrease in the gamma wave activity, both in tennis players with previous experience in imagery and without. In the case of Study 1-B, an increase of the gamma wave was also observed in interval 5-6, which corresponds to the moment of maximum pressure. Regarding entropy, in Study 1-A it was lower in the neutral situation imagery, both in those with imagery experience and without; while in Study

1-B, the approximate and sample entropies were higher in the imagery of the situation under pressure in those without imagery experience. With regards to the subjective registrations, in psychological abilities (activation, self-confidence, motivation and concentration) of Studies 1-A and 1-B there were no significant differences between pre and post neither between before, during and after, except in Study 1-B between pre and post for the activation at during with a significance level of 10%. Regarding the reality of imagery, in Study 1-A the most real dimensions, from highest to lowest, were kinesthetic, visual, emotional, tactile and auditory (score from 3 to 5). Those that were more difficult to be perceived as real and to be aware of were the gustatory and olfactory ones in Study 1-A and only the olfactory in 1-B.

In Studies 2-A and 2-B mental training on activation during imagery of an under-pressure situation was monitored through a protocol with and without mental training carried out in the office (Study 2-A) and on the court (Study 2-B) based on the analysis of the heart rate, brainwaves and subjective registrations in a tennis player with high imagery experience in order to be able to see how activation developed, session by session, through the mental training carried out. Results show that both in the office (Study 2-A) and on the court (Study 2-B) the tennis player's heart rate increased in the imagery of the situation under pressure (I.3-8), being higher in the office and in Protocol 2. It decreased in the mental techniques application imagery (I.8-13) in Protocol 2, being also greater in the office; it decreased further in the final breathing attention (I.13-f), being higher in the office and in Protocol 1. In the case of brainwaves, the beta wave increased in the imagery of the situation under pressure (I.3-8), both in the office and on the court, being higher in the office in Protocol 1 and on the court in Protocol 2. Also, gamma, theta and delta waves increased in Protocol 2 on the court. Beta, gamma, delta and theta waves decreased in the mental techniques application imagery (I.8-13), both in the office and on the court, being higher on the court, except for the gamma wave, which was higher in the office. Alpha and beta waves increased in the final breathing attention (I.13-f), both in the office and on the court, being higher in the office in Protocol 2. Regarding entropy (approximate entropy and sample), it decreased in the imagery of the situation under pressure (I.3-8), both in the office and on the court and both in Protocol 1 and 2, being higher on the court and in Protocol 2. It increased in the mental techniques application imagery (I.8-13) in the office as well as on the court, being higher on the court. It also increased in the final breathing attention (I.13-f), both in the office and on the court, being higher in the office in both protocols but markedly in Protocol 2. Regarding subjective registrations, the tennis player managed to feel the pressure in the imagery of the situation under pressure both in the office and on the court before, during

and after between points (highest pressure moment), being higher in Protocol 2. In the mental techniques application imagery he regulated the activation to feel it at an optimal level (7), although he found it more difficult on the court. All imageries were realized with great reality in all dimensions (visual, auditory, olfactory, tactile, gustatory, kinesthetic and emotional), being the olfactory dimension more difficult to feel in the situation under pressure in the office for both Protocols, and on the court in Protocol 2, and the gustatory one on the court and in Protocol 2. Unexpectedly, it was also more difficult to feel the auditory one in the office in Protocol 1. In the mental techniques application imagery, the gustatory dimension was more difficult to feel both in the office (Study 2-A) and on the court (Study 2-B) and also, unexpectedly, the auditory one on the court.

Therefore, the thesis results reflect the importance of monitoring the mental training of activation in situations under pressure; data of great use to improve neutral and under-pressure imagery and mental training in order to help athletes work on their activation. It is also useful to create neurofeedback protocols to increase the ability to perform imagery in athletes with both high and low experience and thus improve their mental training and self-awareness of under-pressure situations in their lives, what causes them, how they experience them and what they must do to deal with them.

ESTRUCTURA DE LA TESI

La present tesi s'estructura en cinc grans parts, que s'expliquen a continuació.

La primera part inclou la introducció, on es presenta l'àrea d'estudi de la present tesi: la neuropsicologia de l'esport, la qual permet cercar nous mètodes de coordinació funcional de la psique i el cos de l'atleta. A través d'aquesta exposició es justifica la utilització innovadora del que serà l'instrument principal de l'estudi: l'electroencefalograma (EEG).

La segona part presenta la revisió de la literatura estructurada en quatre grans temàtiques que donen forma a la tesi: l'activació, l'entrenament psicològic, la imatgeria i l'electroencefalograma (EEG). Pel que fa a l'activació, es defineix, es diferencia d'altres conceptes relacionats, es presenten teories que expliquen la relació de l'activació i el rendiment i es descriu què li passa a l'activació en situacions sota pressió. Pel que fa a l'entrenament psicològic, s'expliquen quins han estat utilitzats per entrenar l'activació sota pressió i quines formes han estat utilitzades per crear pressió en els estudis d'activació. Pel que fa a la imatgeria, es defineix i es presenten estudis que l'han utilitzat en situacions de pressió. Per últim, l'EEG, es presenta la història de l'EEG, es descriu, s'exposen els tipus d'elèctrodes, la localització d'aquests, la filtració d'artefactes i s'inclouen estudis d'EEG en l'esport i investigacions que han analitzat l'EEG mitjançant sistemes no lineals.

La tercera part inclou els objectius generals de la tesi i els específics de cada estudi, els instruments, l'anàlisi de les dades i el càlcul de l'entropia; també conté l'explicació de la Prova pilot i dels Estudis 1-A, 1-B, 2-A i 2-B exposant-ne els objectius, la mostra, el procediment, l'anàlisi estadística, els resultats i la discussió de cadascun.

La quarta part comprèn les conclusions, les limitacions dels estudis i les perspectives de futur.

Finalment, la cinquena part —presentada a part a causa de la seva extensió— està formada pels annexos on es descriuen les anàlisis estadístiques dels Estudis 1-A i 1-B pel que fa a la freqüència cardíaca, les ones cerebrals, l'entropia i els registres subjectius i els valors dels Estudis 2-A i 2-B.

LLISTA D'ACRÒNIMS

A	Abans dels entre punts amb pressió en els tercers sets dels seus últims partits/del moment de màxima pressió (inici de l'entre punts) en la imatgeria/Pressió baixa
ACC	Escorça cingulada anterior
Ag/AgCl	Plata/clor de plata
B	Pressió alta
BCI	<i>Brain-computer interfaces</i>
BOLD	Dependent del nivell d'oxigen a la sang
bpm	Batecs per minut
C	Central
CP	Centroparietal
D	Impuls
DC	Corrent directa o contínua
DE	Després dels entre punts amb pressió en els tercers sets dels seus últims partits/del moment de màxima pressió (inici de l'entre punts) en la imatgeria/Entropia de difusió
DU	Durant dels entre punts amb pressió en els tercers sets dels seus últims partits/del moment de màxima pressió (inici de l'entre punts) en la imatgeria
EA	Entropia aproximada
ECG	Electrocardiograma
EEG	Electroencefalograma
EM	Entropia mostral
EMG	Electromiografia
ERP	Potencial relacionat amb esdeveniment
EXP	Experiència prèvia en imatgeria
f	Final
F	Frontal

FC	Freqüència cardíaca
FFT	Transformada ràpida de Fourier
fMRI	Imatge per ressonància magnètica funcional
G Ω	Gigaohm
H	Hàbit
HD	Hemisferi dret
HE	Hemisferi esquerre
Hz	Hertz
I	Interval
IBI	Interval entre batecs
jug	Jugador
k Ω	Kiloohm
log	Logaritme
mm	Mil·límetre
NMOR	Sense moviments oculars ràpids
O	Occipital
P	Parietal o posterior/Rendiment
PE	Entropia permutacional
PSD	Densitat espectral de potència
RMS	Valor quadràtic mitjà
RSA	Arrítmia respiratòria sinusal
S	Sessió
SD	Desviació estàndard
SNC	Sistema nerviós central
SNP	Sistema nerviós perifèric
SPS	Mostres per segon

STAI	Qüestionari d'ansietat estat-tret
T	Temporal
UCI	Unitat de cures intensives
V ²	Volts al quadrat
VMBR	<i>Visuo Motor Behavioral Rehearsal</i>
WE	Entropia wavelet
ZOF	Zona de funcionament òptim
β	Beta
γ	Gamma
δ	Delta
θ	Theta
μV	Microvolts

1. INTRODUCCIÓ

Històricament, els estudis sobre la ment han estat llargament separats dels efectuats sobre el cervell i el comportament; la ment continuava sent un concepte abstracte. Tot i que la psicologia només té una mica més d'un segle de vida —i, per tant, és una ciència jove—, les neurociències i la psicologia de l'esport són encara més joves, ja que van néixer, respectivament, el 1962 i el 1965, anys de fundació de les seves organitzacions científiques.

En l'últim quart del segle XX ambdues s'han preguntat i han debatut sobre els vertaders conceptes de «ser ciència» i «fer ciència», renovant-se contínuament des del punt de vista metodològic, epistemològic i teleològic, fet que els ha conferit el dret de ser considerades ciències. No obstant, pocs són els camps en els que la investigació hagi pogut respectar els canons de l'experimentació com s'ha fet en les neurociències i en la psicologia de l'esport: en l'una, el treball en el laboratori amb equips sofisticats i partint d'hipòtesis més arriscades; i, en l'altra, l'observació inclús sobre el «terreny» (camp d'entrenament i camp de competició). Això ha permès verificar intuïcions i programes de preparació mental específics per a cada esportista, fet que ha provocat que sigui absolutament necessari recórrer als coneixements d'aquestes dues branques del saber per conèixer les configuracions biològiques i psicològiques reals, innates i apreses (l'esportista és un ésser *sui generis* amb una estructura psiconeuromuscular capaç de suportar els impulsos més intensos) (Tamorri, 2004).

Així doncs, les neurociències i la psicologia de l'esport es combinen per superar-se a sí mateixes i construir una nova disciplina: les neurociències aplicades a l'esport, amb la finalitat de conèixer els confins físics i mentals de l'esportista i, si és possible, ampliar-los cada vegada més. No quedar-se només amb el resultat, sinó avançar sempre cap a altres assoliments. No obstant, Zaichkowsky (2012) comenta que mentre que la psicologia clínica ha abraçat la importància de la psicofisiologia i de la neurociència, el camp de la psicologia de l'esport ha estat més lent en considerar la possible importància d'aquesta àrea pels clients del món de l'esport. En conseqüència, s'ha publicat molt poca investigació en psicofisiologia i neurociència aplicades a l'esport i, per aquest motiu, els psicòlegs esportius clínics poden desconèixer els avenços que, com a científics i clínics, els podrien resultar d'utilitat.

A més a més, Zaichkowsky (2012) defensa que, desafortunadament, tot i que el *biofeedback* ha guanyat importància en la clínica, no ha succeït el mateix en les ciències de l'esport en els últims 30 anys; en part perquè el *hardware* i la tecnologia eren voluminosos o no estaven ben desenvolupats, l'equip era car i pocs professionals de l'esport estaven capacitats en la teoria i la

pràctica del *biofeedback*. Alguns estudis van examinar l'eficàcia del *biofeedback* en els anys 80, 90 i 2000, com per exemple: Peper i Schmid (1983), V. Wilson i Bird (1981), Zaichkowsky, Dorsey i Mulholland (1977); i també s'han publicat diverses ressenyes, per exemple: Leonards (2003), Zaichkowsky (1994), Zaichkowsky i Fuchs (1988); no obstant, el nombre és baix. Caldria dir que, tot i que les tècniques de *biofeedback* han existit des de finals dels 60, l'aplicació del *biofeedback* en l'esport ha estat mínima (Zaichkowsky, 2012).

Així mateix, cal remarcar que a la psicologia de l'esport encara li resulta difícil introduir-se en l'àmbit esportiu, en part per la dificultat que troben les persones que es dediquen a l'esport per accedir als «discursos» de la psicologia. En la mateixa línia, una de les crítiques més grans és que els psicòlegs proposen paraules mentre que els tècnics volen xifres. Les neurociències poden, per tant, ajudar a apropar les àrees psíquiques i biològiques, les estructures cognitives i les mecàniques.

El fet que en el cervell es puguin desenvolupar múltiples funcions diferents com a part d'un procés integrat pot facilitar la comprensió i la utilització de mecanismes que, d'altra manera, estarien destinats a romandre inespecífics i confusos per al tècnic. Alguns exemples són: aconseguir localitzar una funció cerebral i poder associar-la a una funció motora; saber que l'humor, les emocions, el fet de recordar un gest o una tàctica tenen també, en últim terme, una explicació neurofisiològica; comprovar que el processament de la informació es produeix en els circuits cerebrals mitjançant l'elaboració d'estímuls visuals, auditius i cinestèsics; establir quines àrees cerebrals controlen determinats moviments o sensacions...

Així mateix, cal destacar que el rendiment és la suma absoluta d'intencionalitat i individualitat. El millor rendiment s'obté en assolir un estat de forma òptim, una correcta interacció entre psique i cos. Qualsevol activitat esportiva és el resultat d'una perfecta sincronia entre els components perifèrics (aparell locomotor), el sistema nerviós central (SNC) i el sistema nerviós perifèric (SNP): al còrtex motor arriben simultàniament aferències perifèriques de les extremitats i dels músculs, a través del cerebel i d'altres estructures, que necessiten integrar-se amb la voluntat i la motivació de l'esportista per aconseguir el millor rendiment possible. El to emocional o *activació*, l'anomenada «constància de l'esportista», no resulta menys important que la coordinació dels aparells musculoesquelètic i nerviós. El paper del cervell és primordial en l'execució del rendiment, tot i que aquest sigui fonamentalment muscular. Les neurones del SNC han de ser capaces de mantenir una conversa funcional quimicofísica perfecta, ja que la seva comunicació depèn de l'estat dinàmic de les membranes neuronals en l'àrea on es produeix i s'integra l'intercanvi d'informació (Tamorri, 2004).

Per tant, cal cercar nous mètodes per desenvolupar la coordinació funcional de la psique i el cos de l'atleta, ja que constitueix una de les tasques més importants del procés de formació en l'esport contemporani. Alguns sistemes de control de compostos, basats en l'aplicació de l'última tecnologia de la informació per tal d'obtenir un *feedback* òptim entre l'estat mental de l'atleta i l'eficiència de les seves accions, han estat recentment implementats àmpliament. Un exemple d'aquests sistemes és el *feedback* electroencefalogràfic (EEG), que permet que la informació arribi a la ment de l'atleta, basat en el *feedback* i la representació de l'activitat biològica del cos. Les activitats regulatives dutes a terme pels atletes estan presents en els processos psicològics i s'entenen com els intents de prendre consciència d'aquests processos considerats com naturalment automatitzats; per exemple: regulació de la respiració, tensió muscular, temperatura... D'altra banda, l'atleta es dona compte del seu estat d'ànim per tal d'assolir el nivell desitjat de concentració o relaxació (entrenament mental) (Gracz, Walczak i Wilinska, 2007).

2. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

2.1. Activació

2.1.1. Concepte d'activació

Existeixen diferents formes de definir l'activació; una d'elles és la de Cannon (1915), que l'entenia com un sinònim de l'*arousal*, la intensitat i la mobilització energètica; i defensava que el terme va sorgir com un concepte que incorporava tots els elements esmentats unificant-los i portant diverses àrees de la recerca fisiològica sota el mateix focus.

Habitualment, s'ha fet referència a l'*arousal* com una activació fisiològica o una reactivitat autònoma (Gemar, 2002). Landers (1980) el va definir com un «constructe motivacional» que representa «el nivell d'intensitat de la conducta» (p. 77). L'*arousal* és típicament vist com una variació en un continu que va des de la son profunda fins a l'activació absoluta (Malmo, 1959). Landers i Boutcher (1991) el van definir com a «una funció energitzant responsable de l'aprofitament dels recursos del cos per a l'activitat intensa i vigorosa» (p. 250).

A diferència dels autors anteriors, Martens (1987) defensava una visió de l'*arousal* com a energia psíquica: «el vigor, la vitalitat i la intensitat amb els quals la ment funciona» (p. 92). Per tant, es tracta de quelcom més que activació fisiològica de l'organisme, ja que també hi ha una activació mental.

Altres investigadors han definit dimensions en l'activació. Per una banda, Zaichkowsky i Baltzell (2001) van considerar l'*arousal* com un constructe psicològic que comprèn les dimensions cognitiva (pensaments), afectiva (sentiments) i neurofisiològica, les quals interaccionen entre elles.

Per altra banda, Hanin (1980) entenia l'*arousal* com una experiència del cos, un component del funcionament total humà que reflecteix la naturalesa de les interaccions persona-entorn del passat, les que estan en curs o les anticipades; el qualifica de multidimensional i descriu els seus sistemes com un component de la relació del rendiment amb els estats psicobiosocials, que inclou cinc dimensions: forma, contingut, intensitat, temps i context. Pel que fa a la primera dimensió —la forma—, fa referència als factors cognitius (alerta, atent, concentrat, confós, distret), afectius o emocionals (preocupat, nerviós, feliç, enfadat, alegre, temorós), motivacionals (motivats, disposats, desitjós, interessat), volitius (determinat, valent, atrevit,

persistent), corporals, somàtics (cansat, nerviós, suat, indolor, sense alè, asfixiat), motriu-conductuals (lent, relaxat, agut), operacionals (accions fluïdes, sense esforç, fàcils i maldestres) i comunicatius (connectat, relacionat, en contacte). La segona —el contingut—, consisteix a estar en diferents nivells de vigor i vitalitat (despert, activat, excitat, energitzat, nerviós, mentalitzat o exhaust) que es presenten en diferents parts del cos (cames fredes, cara tensa, braços suats i coll o espatlles tenses), en canvis fisiològics (freqüència cardíaca, pressió sanguínia, funcionament visceral i altres reaccions del sistema nerviós autònom) i acompanyats d'emocions desagradables relacionades amb l'estrès (ansietat, ira) i agradables (alegria, satisfacció, esperança). Les experiències corporals poden classificar-se segons el to de plaer (plaer/no plaer) i la funcionalitat (efectes òptims/disfuncionals) donant lloc a quatre categories: *arousal* agradable i funcionalment òptim, *arousal* desagradable i funcionalment òptim, *arousal* agradable i disfuncional, i *arousal* desagradable i disfuncional. La tercera dimensió —la intensitat—, es caracteritza per la quantitat de força, potència i esforç invertits en l'execució d'una tasca, els efectes energitzants i organitzatius en el rendiment i la intensitat amb què qualifiquin l'experiència subjectiva; tenint en compte que cada esportista requereix una intensitat d'*arousal* diferent. La quarta dimensió —la temporal—, inclou les característiques topològiques (fases, cicles, seqüències, periodicitat) i mètriques (duració, freqüència) de l'experiència. I, finalment, l'última —el context—, és una característica de l'entorn sobre l'impacte dels determinants situacionals (emoció), interpersonals (interacció i respostes emocionals particulars), intragrups (interacció i respostes emocionals particulars) i organitzacionals de la intensitat de l'experiència i el contingut en els esports.

No obstant, hi ha autors —com Barry, Clarke, McCarthy, Selikowitz i Rushby (2005) i Vaez Mousavi, Barry, Rushby i Clarke (2007)— que han diferenciat l'*arousal* de l'activació, considerant el primer com l'estat energètic actual i el segon com la mobilització de l'activació relacionada amb la tasca, l'increment en l'estat energètic de la línia base en comparació amb la tasca. Aquests són aspectes tònic de la dimensió energètica. Segons Pribram i McGuinness (1975) és possible que l'*arousal* i l'activació utilitzin diferents substrats neuronals.

Així doncs, tenint en compte la manca d'unificació i consens entre els autors pels que fa als criteris per definir l'activació, en la present tesi considerarem l'activació i l'*arousal* com a sinònims, tal i com va defensar Cannon (1915). A més a més, per tal de clarificar i simplificar, d'ara en endavant utilitzarem el terme activació segons la definició de Gemar (2002): «l'activació fisiològica i psicològica de l'organisme que varia en un continu des de la son profunda fins a l'activació absoluta» (p. 120-121). Dins d'aquest terme diferencien dos nivells:

un component fisiològic (mesurat per la freqüència cardíaca, la respiració i la conductància de la pell) i un component de valoració i interpretació cognitiva (subdividit en ansietat estat somàtica —autopercepció del nivell d'activació—, ansietat estat cognitiva o estat tèlic —avaluació d'afecte negatiu de l'activació, preocupació, dividit en ansietat estat interpersonal i intragrup— i estat paratèlic —avaluació d'afecte positiu). Així mateix, aquests autors defensen l'existència de l'ansietat tret, la qual pot afectar tant al component fisiològic com al de valoració i interpretació cognitiva. Per últim, diuen que l'activació no s'associa automàticament a situacions plaents o desagradables; es pot estar tan sobreactivat per guanyar la loteria com per la mort d'un familiar proper.

2.1.2. Diferenciació d'altres conceptes relacionats amb l'activació

En parlar d'activació, un dels problemes que trobem és la confusió d'aquest terme amb d'altres que s'utilitzen com a sinònims sense ser-ho (Gould, Petlinchhoff i Weinberg, 1984; Landers, Wang i Courtet, 1985), tot i que s'han fet diferenciacions teòriques entre ells (Gemar, 2002); és per això que cal clarificar i diferenciar l'ansietat i l'estrès.

Pel que fa a l'ansietat, pot ser considerada com l'impacte emocional o la dimensió cognitiva de l'activació. Landers (1980) i Landers i Boutcher (1991) van suggerir que les reaccions emocionals desagradables poden acompanyar l'activació del sistema nerviós autònom i que aquesta condició mal adaptativa s'anomenava ansietat. Martens (1977) va defensar que les reaccions d'ansietat són el resultat d'una demanda objectiva de l'entorn que és interpretada com a amenaçant per a la persona a causa de la percepció d'un desequilibri entre la demanda i les capacitats de fer-li front. L'ansietat ha estat vista com sentiments de nerviosisme i tensió associats a l'activació.

A més a més, Spielberger (1966) va desenvolupar la teoria de l'ansietat estat tret, la qual diferencia entre l'ansietat estat i l'ansietat tret. D'una banda, l'ansietat estat és l'estat emocional «caracteritzat per sentiments percebuts conscients i subjectius d'aprensíó i tensió acompanyats o associats a l'activació del sistema nerviós autònom» (p. 17). Aquesta condició varia segons el moment i fluctua proporcionalment segons l'amenaça percebuda en la situació immediata. D'altra banda, l'ansietat tret és «un motiu o una disposició de comportament adquirit que predisposa un individu a percebre una gran varietat de circumstàncies objectivament no perilloses com a amenaçants i a respondre a aquestes amb reaccions d'ansietat-estat desproporcionades en intensitat respecte a la magnitud del perill objectiu» (p. 17). Segons la

teoria, les persones amb una ansietat tret elevada percebran més situacions com a amenaçants i reaccionaran amb una ansietat estat més gran en una major varietat de situacions que les persones amb ansietat tret baixa. Posteriorment, Martens (1977) va definir l'ansietat competitiva tret en l'esport i l'exercici físic com «la tendència a percebre les situacions competitives de l'esport com a amenaçants i a respondre a elles amb sentiments d'aprensió i tensió» (p. 23).

Pel que fa al segon concepte que cal matisar, l'estrès, ha estat sovint utilitzat com a sinònim d'ansietat. S'ha fet servir de diferents maneres, per exemple: com a variable d'estímul, variable intervinent i variable de resposta (Martens, 1977); com a variable de l'entorn i resposta emocional a una situació específica (Gould i Petlinchhoff, 1988); com a percepció d'estrès de l'esportista i estressors de l'entorn potencials (R. E. Smith i Smoll, 1982), com a estressor bo (*eustress*) i estressor dolent (*distress*). Martens (1977) el va definir com el «procés que implica la percepció de desequilibri substancial entre les demandes de l'ambient i la capacitat de resposta, sota condicions on el fracàs de superar les demandes és percebut com tenir conseqüències importants i és respost amb nivells creixents d'ansietat estat» (p. 9).

2.1.3. Activació i rendiment

Hi ha diferents teories que expliquen la relació entre els conceptes d'activació i rendiment (Gemar, 2002): la teoria de l'impuls (*drive*), la hipòtesi de la U invertida, la hipòtesi de les zones òptimes d'activació, la teoria multidimensional de l'ansietat, la teoria de la catàstrofe i la teoria de la inversió.

La **teoria de l'impuls** proposada per Hull (1943) defensa que el rendiment és el producte de l'impuls i la força de l'hàbit. L'impuls és considerat sinònim d'activació i la força de l'hàbit és el domini de la resposta correcta o incorrecta (si l'habilitat és ben apresada o nova); per tant, considera que la relació activació-rendiment s'expressa: $P = H \times D$ (P: rendiment; H: Hàbit; D: Impuls); on l'increment de l'activació causa un augment en la freqüència de la resposta. Durant l'aprenentatge de l'habilitat la resposta dominant és la incorrecta, mentre que, un cop aquesta és apresada, l'activació incrementa la probabilitat que la resposta dominant sigui la correcta i el rendiment millora.

La segona explicació de la relació activació-rendiment és **la hipòtesi de la U invertida**, desenvolupada per Yerkes i Dodson (1908), els quals van proposar que un augment de l'activació incrementa el rendiment fins a cert punt; no obstant, si continua augmentant

l'activació, es produeix una baixada en el rendiment. Per tant, és una relació curvilínia que agafa la forma d'una U invertida.

Duffy (1932) va observar que l'augment de la tensió muscular suposa una disminució del rendiment de l'activitat muscular i que una tensió alta fa decreïxer la flexibilitat de resposta; per tant, un grau de tensió moderada ofereix els millors avantatges, mentre que la tensió, tant alta com baixa, implica manca d'alerta a l'esforç. Hebb (1955) va afegir que hi ha un nivell òptim d'activació on la persona rendeix al seu màxim potencial, ni sobreactivada ni massa relaxada.

A finals de 1960, doncs, la majoria dels psicòlegs de l'esport emfatitzaven el fet que un nivell òptim d'activació s'associa amb el màxim rendiment, mentre que nivells d'activació inferiors o superiors al nivell òptim es relacionen amb un rendiment inferior (Cox, 1990; Landers i Boutcher, 1991; Sonstroem, 1984). De fet, la hipòtesi de la U invertida ha arribat a ser un principi estable en la literatura de la psicologia de l'esport, tant acadèmica com professional (Gemar, 2002). És per això que en la present tesi entenem la relació activació-rendiment com l'explica aquesta teoria.

La **hipòtesi de les zones òptimes d'activació** definida per Hanin (1980) proposa la zona de funcionament òptim (ZOF) de la relació de l'ansietat estat i el rendiment; amb la qual expressa que, a causa de la varietat de puntuacions de l'ansietat estat en els estudis de camp, no pot haver un únic nivell òptim d'ansietat estat que porti al millor rendiment; sinó que defensa l'existència d'una zona que es correspon a la puntuació mitjana de l'ansietat estat precompetitiva de l'STAI de Spielberg, Gorsuch i Lushene (1970) de més o menys quatre punts (aproximadament mitja desviació estàndard). Per tant, s'espera que els esportistes l'ansietat estat dels quals està dins la seva ZOF tinguin un millor rendiment que els que la tenen fora de la seva ZOF.

La següent és la **teoria de l'ansietat multidimensional**. Liebert i Morris (1967) van defensar els subcomponents *preocupació* i *emocionalitat*, mentre que van utilitzar els termes *ansietat cognitiva* i *somàtica*. Per una banda, la *preocupació* o *ansietat cognitiva* és considerada com la consciència de sentiments desagradables (L. W. Morris, Davis i Hutchings, 1981); i, per altra banda, l'*emocionalitat* o *ansietat somàtica* és definida com l'activació fisiològica percebuda. L'ansietat somàtica és una resposta condicionada per les situacions competitives i l'ansietat cognitiva és un reflex de les expectatives negatives, les quals tenen un forta influència en el rendiment (Bandura, 1977). La teoria prediu que l'ansietat cognitiva i la somàtica influencien de manera diferent el rendiment. Pel que fa a la primera, l'ansietat cognitiva, interfereix en el

rendiment per les seves propietats de distracció, ja que l'atenció es dirigeix cap a tasques cognitives ansioses i irrelevantes (Davidson i Schwartz, 1976; Gould et al., 1984); a més, es prediu una poderosa relació lineal negativa amb el rendiment. Al seu torn, l'ansietat somàtica presenta una relació menys forta d'U invertida (Burton, 1988; Martens, Vealey i Burton, 1990).

La **teoria de la catàstrofe** (Hardy i Fazey, 1987) s'assembla a la hipòtesi de la U invertida en el fet que ambdues prediuen que un increment en l'ansietat estat facilitarà el rendiment fins al nivell òptim. No obstant, es diferencien en el que succeeix després: la hipòtesi de la U invertida defensa que amb increments en l'ansietat el rendiment declinarà de forma simètrica, ordenada i curvilínia; en canvi, la teoria de la catàstrofe proposa que quan un esportista va més enllà de l'estat òptim, es produeix una caiguda gran i dramàtica del rendiment, per tant és molt difícil recuperar-se d'aquesta catàstrofe inclús per assolir un nivell mediocre de rendiment.

Aquesta teoria assumeix que hi ha dos subcomponents de l'ansietat: ansietat cognitiva i activació fisiològica. Pel que fa a aquesta última (el «factor normal»), es caracteritza per una resposta d'activació fisiològica simpàtica i pot ser reflectida, almenys parcialment, per l'ansietat somàtica; a diferència de l'ansietat cognitiva (el «factor divisor»), la qual intervé en els efectes de l'activació fisiològica i pot influenciar directament el rendiment (variable dependent). Per tant, la teoria, mitjançant un model de cúspide tridimensional, prediu que el rendiment esportiu va associat a increments en l'activació fisiològica (el «factor normal»); no obstant, l'ansietat cognitiva (el «factor divisor») intervé en els efectes de l'activació fisiològica, per tant, la relació entre l'activació fisiològica i el rendiment és diferent segons el nivell d'ansietat cognitiva que se senti amb efectes catastròfics en el rendiment, succeint només quan l'ansietat cognitiva està alta. Així, s'observa que la novetat que proposa aquesta teoria és que no assumeix que l'ansietat cognitiva i l'activació fisiològica interaccionen sempre de forma ordenada quan influencien el rendiment, sinó que interaccionen de forma sistemàtica i ordenada a vegades, però quan aquestes variables assoleixen nivells alts es produeixen canvis grans i dràstics en el rendiment. Hardy i Parfitt (1991) van trobar que l'increment en l'activació fisiològica, mesurat per freqüència cardíaca, es relaciona de manera diferent amb el rendiment segons si l'ansietat cognitiva era alta o no. Finalment, cal esmentar que hi ha altres teòrics que consideren que el «factor normal» hauria de ser l'ansietat somàtica (Jones i Hardy, 1989).

L'última teoria que es presenta és la **teoria de la inversió**, desenvolupada per K. C. P. Smith i Apter (1975) i popularitzada en la psicologia de l'esport europea per Kerr (1985, 1987). Aquest últim, en aplicar la teoria per veure els efectes de l'activació en l'esport, va suggerir que l'estrès i l'activació estan relacionats en aquesta teoria en quatre quadrants: ansietat, excitació,

avorriment i relaxació. El contínuum de l'activació horitzontal i l'eix vertical va entre els rangs alt i baix. Quan l'activació i l'estrès (el desequilibri entre les demandes de l'entorn i la capacitat de resposta de l'executant) són alts, es dona l'ansietat o la sobreestimulació. L'avorriment o la infraestimulació apareixen quan l'estrès és alt i l'activació és baixa. De manera oposada, quan l'estrès és baix i l'activació és alta sorgeix l'excitació. Quan ambdós són baixos, el resultat és l'adormiment.

A banda de les teories exposades, Robazza, Bortoli i Nougier (1998) van manifestar que es pot obtenir un nivell alt de rendiment quan l'esportista coneix les condicions fisiològiques òptimes que porten a una bona execució i aprèn a controlar-les.

Klein (1990), realitzant un metaanàlisi, va concloure que la relació negativa entre l'ansietat i el rendiment és més gran en esportistes dones, esportistes joves, esportistes amb menor nivell i en esports d'equip.

Weinberg i Gould (2007) defensen que hi ha almenys dues explicacions per les quals l'increment de l'activació afecta el rendiment esportiu: l'increment en la tensió muscular i les dificultats de coordinació i els canvis en els nivells d'atenció i concentració. Pel que fa al primer, molts esportistes que experimenten estrès senten dolor i rampes; l'increment de l'activació i l'ansietat-estat causen un augment en la tensió muscular i poden interferir en la coordinació. Aquells que experimenten nivells alts d'ansietat-estat podrien dir «no em trobo bé», «el meu cos no sembla seguir les meves instruccions» o «estic tens» en situacions crítiques. En l'estudi de Weinberg i Hunt (1976) van percebre que els estudiants amb ansietat-tret alta van experimentar més ansietat-estat i van utilitzar més energia muscular *abans*, *durant* i *després* de llançar pilotes de tennis a un punt delimitat que els que tenien una ansietat-tret baixa. Pel que fa al segon, els canvis en els nivells d'atenció i concentració deguts a l'increment de l'activació i l'ansietat-estat, l'augment de l'activació causa que l'atenció es vegi reduïda fent-se estreta (es veuen menys elements rellevants dels que es necessiten per dur a terme una determinada tasca) o àmplia si l'activació és massa baixa (atenció tant en elements rellevants com irrellevants) (Landers et al., 1985; Nideffer, 1976). Així mateix, l'increment de l'activació i l'ansietat-estat afecten l'estil d'atenció fent que vagi a l'estil dominant d'atenció de cada subjecte, que pot no ser l'adequat per a la tasca que es demana. Finalment, cal dir que també provoquen que els esportistes tinguin presents senyals inapropiades com preocupar-se pel fet que s'estan preocupant i autoavaluar-se excessivament.

Així mateix, seguint amb l'atenció, també Janelle (2002) va observar que els canvis en l'activació psicològica i fisiològica hi produeixen alteracions: la reducció de l'atenció (fent-se estreta), distracció o hipervigilància per senyals irrellevants o amenaçants, reinversió en el control i ineficiència en el focus d'atenció. Quant a la primera, la reducció de l'atenció (fent-se estreta), Easterbrook (1959) va veure que a mesura que algú experimenta emocions més elevades, l'atenció es fa estreta. Si l'emoció és moderada la tasca central o primària es veurà facilitada en comparació amb la secundària o perifèrica; no obstant, si l'emoció és molt alta, la tasca principal es veurà deteriorada. La segona alteració, la distracció o hipervigilància per senyals irrellevants o amenaçants, té lloc quan les persones arriben a estar més distretes i tendeixen a centrar-se en senyals amenaçants o potencialment irrellevants (Eubank, Collins i Smith, 2000; M. W. Eysenck, 1992). La tercera alteració, la reinversió en el control, es refereix al fet que els esportistes ansiosos són més propensos a pensar conscientment en el que estan fent en comptes de deixar-ho passar de manera relativament inconscient. Així, s'ha demostrat que l'atenció centrada en la monitorització dels sentiments, pensaments i moviments té un efecte perjudicial sobre el rendiment motriu en diverses tasques (Masters, 1992; Maxwell, Masters i Eves, 2000). La quarta alteració és la ineficiència en el focus d'atenció, caracteritzada per un procés cognitiu menys automàtic i realitzat amb més esforç.

Les teories atencionals assumeixen que els canvis en el rendiment sota pressió són deguts a alteracions en els processos cognitius. Hi ha dos grups principals de teories atencionals: les de distracció i les d'atenció en un mateix (Ehrlenspiel, 2006). D'una banda, les teories de distracció proposen que les persones no focalitzen la seva atenció en els estímuls rellevants de la tasca; d'altra banda, les teories de focalització en un mateix assumeixen que els que es troben sota pressió dirigeixen el seu focus cap a l'interior (Mesagno i Mullane-Grant, 2010). Respecte a l'enfocament en un mateix, R. F. Baumeister (1984) va proposar, anteriorment, que la pressió augmenta l'atenció conscient en el procés d'execució, la qual cosa fa que aquesta deixi de ser automàtica i natural.

A nivell esportiu, per analitzar les respostes psicofisiològiques associades amb el rendiment motriu exitós, els investigadors habitualment han utilitzat mesures d'activitat cardíaca o electroencefalogràfica (EEG) durant els últims segons que precedeixen als moviments; quan s'interpreten aquestes mesures reflecteixen el processament preparatori de la informació i la programació de la resposta motriu (Pfurtscheller i Aranibar, 1979). Altres investigadors també han detectat que en la resposta psicofisiològica relacionada amb el moviment per caracteritzar

el rendiment motriu exitós cal diferenciar els experts dels principiants i els resultats de rendiment exitós i no exitós (Cooke, 2013; Hatfield, Haufler, Hung i Spalding, 2004).

Una de les troballes més consistents dels estudis realitzats sobre preparació per a l'acció ve dels treballs en golf. S'ha apreciat que els cops de golf van precedits d'una desacceleració en la freqüència cardíaca, la qual és major en experts que en principiants (Cooke et al., 2014). Més concretament, Boutcher i Zinsser (1990) van observar que, a partir d'una línia base prèvia al moviment, els jugadors experts reduïen la seva freqüència cardíaca 20 batecs per minut i 15 els principiants, durant els quatre intervals entre batecs precedint els dotze cops curts. Així mateix, Neumann i Thomas (2009) van advertir que els jugadors de golf d'elit, experimentats i principiants van reduir la seva freqüència cardíaca —12, 10 i 2 bpm, respectivament— durant els sis segons precedents als vuit cops curts. Brunia (1993) va interpretar que les desacceleracions en la freqüència cardíaca faciliten el processament extern reduint la pressió sanguínia i, descarregant, així, els baroreceptors per incrementar la fluència de la informació de l'entorn al cervell. A més, la major desacceleració de la magnitud de la freqüència cardíaca dels experts en els moments que precedeixen els cops de golf indica que els experts processen més informació externa preparatòria que els principiants (Neumann i Thomas, 2009).

Altres autors han tingut en compte el resultat de l'acció realitzada, és a dir, si aquesta era exitosa o no. Tremayne i Barry (2001) van trobar una disminució en la freqüència cardíaca dels pistolers en els cinc segons anteriors als trets que van encertar a l'ull del bou, en comparació amb els trets fallats. En canvi, Konttinen, Lyytinen i Viitasalo (1998) van concloure que les desacceleracions de la freqüència cardíaca en la preparació no tenen cap efecte en els resultats dels trets amb rifle de tiradors d'elit i experimentats.

La desacceleració en la freqüència cardíaca d'esportistes experimentats en els segons anteriors a l'acció motriu ha estat estudiada també en tir amb pistola (Hatfield i Landers, 1987) i tir amb arc (Landers i Boutcher, 1991) i s'ha associat amb un bon rendiment.

En l'estudi de Robazza et al. (1998) van trobar diferències significatives en la freqüència cardíaca entre diferents condicions de tir: l'òptim (normal), el posterior amb cinc segons de retard (respecte al primer) i amb els ulls tancats comparant amb el tir en condicions d'activació alta i baixa; van indicar que els procediments per energitzar i relaxar van ser eficaços en elevar o disminuir l'activació. A més, en el tir a partir de simulació mental, la freqüència cardíaca va ser la més baixa, amb excepció de la condició d'activació baixa. Hi va haver una desacceleració significativa en la freqüència cardíaca de la fase d'obrir l'arc (*draw*) al llançament (*release*) en

els tirs òptim, cec i simulat mentalment. Així mateix, van observar que el nivell alt d'activació perjudicava el rendiment en el tir amb arc; en canvi, l'activació baixa no afectava, ja que els resultats no es veien disminuïts en la inhibició del moviment, l'estabilització del cos i la bona musculatura propis de l'esport de tir amb arc. De fet, la majoria de les tasques en els esports de precisió s'executen millor en activació baixa o moderada (Landers i Boutcher, 1991). Robazza et al. (1998) van afegir que una altra explicació podria ser que els esportistes d'alt nivell són capaços de mantenir un bon rendiment quan l'activació és baixa. Defensen que els esportistes habitualment aconseguen una activació fisiològica moderada, més alta que en condicions de repòs, per assolir un rendiment òptim.

La teoria de l'eficiència de processament (M. W. Eysenck i Calvo, 1992) ofereix una explicació psicològica dels canvis en el rendiment sota pressió en l'esport (M. Wilson, 2008; Woodman i Hardy, 2001). La teoria atribueix aquests canvis als efectes de l'ansietat, que acompanya la pressió (Mullen, Hardy i Tattersall, 2005), en la nostra capacitat d'atenció limitada. Es basa en el model tripartit de memòria operativa de Baddeley (1986), que consisteix en un centre de control de capacitat limitada (executiu central), un subsistema de processament de la informació verbal (bucle fonològic) i un subsistema de processament d'informació visual i espacial (esquema visuoespacial). El principal efecte de l'ansietat es troba, segons sembla, en l'executiu central, que és responsable del processament actiu i de les funcions d'autoregulació (per exemple, el seguiment del rendiment i l'estratègia de selecció) (M. W. Eysenck, Derakshan, Santos i Calvo, 2007).

Segons la teoria de l'eficiència del processament, l'ansietat té dos efectes sobre el component executiu central del sistema atencional. En primer lloc, consumeix la capacitat d'atenció mitjançant la preocupació. Quan es consumeix la capacitat atencional en la mesura que no es conserven recursos auxiliars per mantenir l'atenció en la tasca, el rendiment es veu deteriorat. En segon lloc, augmenta l'esforç. L'augment de l'esforç pot millorar el rendiment mitjançant la mobilització de recursos auxiliars de processament que augmenten la quantitat d'atenció dedicada a una tasca. Es fa una distinció clau entre l'eficàcia del rendiment (és a dir, la qualitat del rendiment) i l'eficiència (és a dir, l'eficàcia dividida pels esforços realitzats). Atès que l'eficàcia del rendiment es pot mantenir amb increments compensatoris en l'esforç, van proposar que l'ansietat disminueix l'eficiència més que l'efectivitat (Cooke, Kavussanu, McIntyre i Ring, 2010).

En la investigació de M. Wilson, Smith i Holmes (2007) es va avaluar la precisió dels golfistes sota condicions d'alta i baixa pressió mentre es mesurava l'ansietat, l'esforç i la variabilitat

cardíaca. Van descobrir que l'esforç i l'ansietat augmentaven en condicions d'alta pressió, però la variabilitat del ritme cardíac en la banda de freqüència mitjana i la precisió es van mantenir sense canvis. L'absència d'una reducció de la variabilitat cardíaca podia ser deguda a canvis respiratoris de pressió que no es van avaluar. D'acord amb la teoria de l'eficiència del processament, l'augment de l'esforç automatitzat permet mantenir l'eficàcia del rendiment tot i augmentar l'ansietat en condicions d'alta pressió. No obstant això, a mesura que es requeria un major esforç per aconseguir el mateix nivell de rendiment en condicions d'alta pressió que en condicions de baixa pressió, es va reduir l'eficiència del processament.

2.1.4. L'activació en situacions sota pressió

L'activació depèn, per damunt d'altres factors, de la capacitat física individual, del significat subjectiu de la tasca i de la intensitat del patró de resposta (Helin, 1987). Hi ha una gran variació en l'activació, tal i com reflecteixen variables autonòmiques i somàtiques durant l'estrès (Helin i Hänninen, 1988). L'activació suposa l'estimulació del sistema nerviós autònom com una resposta natural a situacions estressants que té una variació intra i interindividual (Kusserow, Amft, Gubelmann i Tröster, 2010). La correlació entre la tensió mental autoestimada i els paràmetres psicofisiològics durant una situació estressant pot variar àmpliament. Durant una competició de tir, la tensió mental autoestimada correlaciona significativament i positivament amb el nivell de conductància de la pell però negativament amb la pressió sanguínia sistòlica. La correlació entre la tensió mental autoestimada i els paràmetres psicofisiològics durant l'estrès és baixa (Helin i Hänninen, 1988).

Existeixen moltes fonts d'estrès i ansietat; els psicòlegs de l'exercici han mostrat que els esdeveniments importants a la vida (un canvi a la feina o una mort a la família), així com problemes diaris (un fracàs o un problema amb un company de feina) causen estrès i afecten la salut física i mental (Willis i Campbell, 1992). En els esportistes, també constitueixen estressants la preocupació quant al rendiment segons les capacitats, les despeses econòmiques i el temps necessari per entrenar, els dubtes sobre el talent i les relacions o experiències traumàtiques fora de l'esport (com la mort d'un familiar) (Scanlan, Stein i Ravizza, 1991).

Algunes de les fonts d'estrès i ansietat es poden classificar en fonts de situació o de personalitat (Weinberg i Gould, 2007). En primer lloc, trobem dues fonts d'estrès de situació: la importància donada a un esdeveniment o competició i la incertesa que envolta el resultat de l'esdeveniment. Pel que fa a la importància donada a un esdeveniment o competició, com més rellevant és

l'esdeveniment, més estrès provoca: un torneig o campionat és més estressant que un partit de lliga; de la mateixa manera, una entrevista de feina ho és més que veure la televisió a casa. Lowe (1971) va apreciar, utilitzant pulsòmetres, que en situacions més crítiques, tenint en compte la situació del joc i la importància del partit en el moment de la temporada, els jugadors de beisbol sentien més estrès i nervis. No obstant, cal tenir en compte la individualitat al valorar si una situació és més o menys important per a una persona, ja que un mateix esdeveniment pot ser estressant per a una i no ser-ho per a una altra. La segona font d'estrès de situació és la incertesa que envolta el resultat de l'esdeveniment: a més incertesa, més estrès. En cada competició la incertesa és màxima, però hi ha un altre tipus d'incertesa creada innecessàriament per entrenadors, professors, etc. en no informar de com prevenir lesions en l'aprenentatge d'habilitats físiques d'alt risc, què esperar durant la recuperació d'una lesió greu, etc.

En segon lloc, hi ha les fonts de personalitat amb estrès, que fan referència al fet que algunes persones senten les situacions amb major ansietat que altres. Hi ha dues disposicions de personalitat que estan relacionades amb un augment de les reaccions d'ansietat-estat: ansietat-tret alta i autoestima baixa (Scanlan, 1986). L'ansietat-tret és un factor de la personalitat que predisposa una persona a veure una competició o una avaluació social com a més o menys amenaçant; per tant, un individu amb un tret d'ansietat alt la percep com a més amenaçant. L'autoestima està també relacionada amb percepcions d'amenaça i els corresponents canvis en l'ansietat-estat; els esportistes que tenen poca autoestima tenen menys confiança i experiència i més ansietat-estat que els esportistes amb l'autoestima alta (Weinberg i Gould, 2007).

En les conclusions dels seus estudis, Hanton, Fletcher i Coughlan (2005) van exposar que en relació als esportistes d'elit els estressors es podien agrupar en competitiu i organitzacionals. Els primers es van subclassificar en preparació (els més citats van ser «preparació mental inadequada» i «preparació física inadequada»), lesió (els més citats van ser «risc de lesió» i «risc de ser lesionat deliberadament per un rival»), pressió (els més citats van ser «pressió de competició internacional» i «rendir sota pressió»), rivals (els més citats van ser «intimidat pels rivals» i «competir contra esportistes millors»), sí mateix (el més citat va ser «tipus de cos i aparença física»); esdeveniment (els més citats van ser «el començament de l'esdeveniment» i «la naturalesa de la competició») i supersticions (els més citats van ser «incapaç de rendir amb sort» i «supersticions sobre un lloc particular»). Pel que fa als segons, els estressors organitzacionals, es van distribuir en quatre dimensions: de l'entorn, personals, de lideratge i d'equip. Els de l'entorn es van classificar en selecció (el més citat va ser «injustícia percebuda durant la selecció»), finances (els més citats van ser «manca de suport financer» i «diferències

en el suport financer»), entorn d'entrenament (els més citats van ser «condicions atmosfèriques extremes» i «pressió d'entrenament a temps complert»), acomodació (els més citats van ser «patrons destorbadors de la son» i «facilitats inadequades»), viatge (els més citats van ser «viatjar llargues distàncies» i «horari d'arribada insatisfactori»), entorn de competició (els més citats van ser «dia llarg de competició» i «regles i regulacions»), seguretat (el més citat va ser «amenaces terroristes»). Els estressors organitzacionals personals es van subdividir en nutrició (els més citats van ser «provisió pobre de menjar» i «molèsties a causa de cuina estrangera»), lesió (els més citats van ser «frustració per lesió» i «pressió a causa d'una lesió») i objectius i expectatives (els més citats van ser «expectatives pròpies altes» i «expectatives per rendiments passats»). També tenim els estressors organitzacionals de lideratge, els entrenadors (els més citats van ser «entrenador molt exigent» i «tensió entre entrenador i esportista»). Finalment, els estressors organitzacionals d'equip es van subdividir en clima d'equip (els més citats van ser «tensió entre esportistes» i «esportistes que no entrenen junts»), xarxa de suport (els més citats van ser «suport inapropiat dels jutges» i «cossos del govern abusant del seu poder»), rols (els més citats van ser «oficials que no compleixen el seu rol» i «manca d'estructura de rol»), comunicació (els més citats van ser «manca de comunicació entre esportistes» i «manca de comunicació entre administradors»). Així, van descobrir que els estressors que més afectaven eren els organitzacionals, ja que són aliens i àmpliament distribuïts.

Altres autors com Mellalieu, Neil, Hanton i Fletcher (2009) van concloure que tant en esportistes d'elit com no, les fonts d'estrès es poden classificar en organitzacionals i de rendiment. Les de rendiment es subclassifiquen en preparació, que es subdivideix en física, mental, tècnica i tàctica (les més citades pels esportistes van ser «preparació física inadequada» i «preparació tècnica inapropiada»); lesió o risc de lesió (destacant «risc de lesió a causa de la naturalesa de l'esport» i «risc de lesió a causa de les accions dels rivals»); expectatives, agrupades en internes —estressors que l'esportista s'imposa a sí mateix— i externes —estressors posats en l'esportista per fonts externes— (les més citades van ser «rendir en l'habilitat», «importància de la competició» i «la selecció»); autorepresentació, subclassificada en avaluació de l'entrenador, avaluació dels companys d'equip i avaluació del públic o d'algú significatiu (on van marcar «físic», «competència» i «imatge» mentre realitzen l'activitat); i rivalitat o rivals, classificada en «rivals nous», «comportament dels rivals» i «habilitat dels rivals». En el grup de les fonts d'estrès organitzacionals es troben els factors intrínsecs de l'esport, com ara l'entorn de la competició, el format de la competició i aspectes nutricionals (les més esmentades van ser «facilitats», «condicions atmosfèriques» i «format del rendiment

en competició»), rols en l'organització esportiva, responsabilitat (les més citades van ser «rol en l'equip» i «gestió del temps/pla»); relacions esportives i demandes interpersonals, classificades en tipus de personalitat, lideratge, interacció interpersonal i autorepresentació (les més habituals van ser «interacció social» i «interacció amb la tasca»); carrera esportiva i problemes en el desenvolupament del rendiment, agrupades en seguretat de posició, ingressos i finançament i avanç de la carrera i del rendiment (la més citada va ser «selecció»); i estructura organitzacional i clima de l'esport, l'entorn cultural i polític (la més citada va ser «gestió de l'equip»). Cal comentar que, malgrat aquests estressors es van trobar tant en esportistes d'elit com no d'elit, algun d'ells són específics; per exemple, els esportistes no d'elit van marcar com a estressors aspectes nutricionals i escalfament ràpid o curt, mentre que els d'elit van marcar no tenir suficient informació sobre els rivals, no preparació de les facilitats per a la competició i factors relacionats amb la configuració tècnica dels equips de rendiment.

Segons Martens et al. (1990), la percepció d'un desequilibri substancial entre la demanda de l'entorn i les capacitats de resposta en condicions en les quals es percep que el fracàs en afrontar les demandes tindrà conseqüències importants augmenta els nivells d'ansietat estat cognitiva i somàtica. A més, la competició pot fer que els atletes reaccionin tant físicament (vessant somàtica) com mentalment (vessant cognitiva) d'una manera que pot afectar negativament les seves habilitats de rendiment (Kanniyar, 2015).

Una altra investigació, Helin (1987), va concloure que el nivell artístic dels ballarins professionals (ser protagonista, solista o ballarí de grup) afectava a la línia base de l'activació elèctrica del trapezi; en repòs els protagonistes la tenen menor que els ballarins de grup i els solistes; la qual cosa pot ser deguda a l'habilitat natural dels protagonistes per relaxar-se o a que reben una millor teràpia muscular (massatge, etc.). Els protagonistes tendeixen a tenir una menor freqüència cardíaca, pressió sanguínia sistòlica i diastòlica que els solistes; fet que mostra que el sistema cardiovascular dels primers està menys forçat en repòs. Pel que fa als valors d'activació elèctrica del trapezi, cardiovascular i el nivell de conductància de la pell, en tots els ballarins eren majors abans i durant les actuacions que les línies base respectives; sent més accentuada en l'activació elèctrica del trapezi abans de l'actuació. Va concloure, per tant, que l'activació elèctrica del trapezi és un indicador d'estrès, fet que ja havien constatat Helin i Hänninen (1988). Els protagonistes i els ballarins de grup van mostrar una tendència a tenir valors més alts d'activació elèctrica del trapezi durant i després de l'actuació (més gran en els protagonistes, suggerint un major estrès intrapsíquic i que l'activació mental i psicofisiològica depèn de la significació de la tasca); també ho va observar Brener (1974), demostrant que

l'activació psicofisiològica anticipada explica les altes qualificacions abans de l'actuació, que disminueixen durant l'actuació i troben el seu nivell més baix després.

A més, van detectar que el fet de ser protagonista, solista o ballarí de grup afecta l'autoestimació de la tensió mental i l'activació psicofisiològica en les actuacions; principalment, van observar que els protagonistes tendien a expressar una major tensió mental que els altres ballarins. El tipus d'actuació (assajos preparatoris generals, assajos generals, últims assajos generals, primeres nits i actuacions posteriors) sí va presentar un efecte significatiu en l'èxit, la tensió mental i les respostes fisiològiques. També que quan consideraven que l'èxit havia estat el més baix en els últims assajos, la tensió mental i el nivell de conductància de la pell abans i després de l'actuació estaven en el seu punt màxim. De la mateixa manera, el tipus d'actuació afectava a la tensió i a les respostes fisiològiques; l'autoestimació de la tensió mental va arribar al seu màxim en les primeres nits i en els últims assajos generals (Helin, 1987).

Segons Carr (2014) els efectes de la pressió semblen sorgir de quatre processos que es poden agrupar en el sistema cognitiu, motivacional i emocional del rendiment. El primer procés és l'augment de la motivació i l'activació, les quals incrementen l'atenció en la tasca, desanimen la ment errant i influencien les capacitats atencionals i les estratègies de tasca. El segon és l'augment de la memòria de treball com a resultat de la competició, creat per la invasió de pensaments conscients sobre la situació i les seves conseqüències. La pressió genera la preocupació sobre si es tindrà èxit o no; ocupar la memòria de treball amb pensaments (recompenses, conseqüències i autopresentació) en comptes dels passos específics i les necessitats d'informació i processament de la tasca genera problemes, ja que s'oblida l'estructura de control (el conjunt i la seqüència d'accions que cal realitzar), falla la codificació i el manteniment de la informació necessària, la planificació i l'execució de l'acció. El tercer és una major atenció en els detalls de la tasca, elaborant cada pas minuciosament amb l'objectiu de reduir errors i maximitzar l'èxit, cosa que dificulta la realització automàtica de les accions de forma ràpida i acurada. El quart és l'increment de l'ansietat, la qual a nivells alts pot transformar els efectes motivacionals del que es pot guanyar amb l'èxit cap a un focus disfuncional d'evitar les pèrdues que es poden patir en fracassar (Chib, De Martino, Shimojo i O'Doherty, 2012). A nivells més alts, l'ansietat es pot convertir en pànic, promovent el fi de la tasca, rendir-se com a resposta a l'excés de pressió. La retirada és l'extrem en casos de bloqueig: no es pot tenir èxit si un es rendeix sense intentar-ho.

També Beilock i Gray (2007) expressen que les habilitats esportives que suposen demandes altes en la memòria de treball (dur a terme estratègies, solucionar problemes, prendre decisions;

per exemple, habilitats per considerar múltiples opcions simultàniament i actualitzar informació en temps real) probablement fallaran com a resultat del consum de memòria de treball induït per la pressió. L'impacte de cada procés varia en importància, contribució relativa i potencial per ajudar o fer mal, segons el tipus de tasques, anys d'experiència, nivells d'expertesa i opcions d'estratègies per dirigir el rendiment de la tasca.

Un estudi de Weinberg (1978) va demostrar que els participants amb ansietat alta presentaven més activitat electromiogràfica durant una tasca de llançament que els que no tenien ansietat; per tant, controlar conscientment les accions motrius (control explícit) és menys eficient que fer-ho de forma implícita (basant-se en menys regles).

Janelle (2002) va concloure en el seu estudi que els experts regulen les fluctuacions de les seves emocions (especialment l'ansietat) i les seves manifestacions fisiològiques millor que els principiants i els no experts, i que les mancances en aquesta habilitat poden portar a no assolir el nivell professional. En els seus estudis va analitzar la pressió temporal com a estressor, és a dir, tenir el requeriment d'executar una acció en menys temps del que habitualment dura; aquest fet provoca ansietat perquè es té la percepció de no disposar del temps normal de preparació i avaluació. Així, la pressió temporal pot influenciar el procés atencional.

A més, Veldhuijzen van Zanten et al. (2002) van veure que la pressió competitiva augmenta la freqüència cardíaca, la qual pot reflectir un increment en l'ansietat i/o l'activació (Woodman i Davis, 2008). Específicament, un augment de l'ansietat pot veure's reflectit en una freqüència cardíaca més alta, la qual cosa succeeix amb l'activació simpàtica com a resposta a l'ansietat (Kreibig, 2010). Veldhuijzen van Zanten et al. (2002) també van descobrir que la pressió competitiva disminueix la variabilitat de la freqüència cardíaca, aspecte que pot reflectir un increment de l'esforç mental (Mulder, 1992). Més concretament, pot succeir en la banda de freqüència mitjana (0,07-0,14 Hz) de l'espectre de la freqüència cardíaca (Mulder, 1992), indicatiu de l'increment del control cardíac simpàtic i la disminució del parasimpàtic (Iani, Gopher i Lavie, 2004). A més a més, la pressió competitiva augmenta la tensió muscular (Fridlund i Cacioppo, 1986) i Maxwell, Masters i Eves (2003) van trobar que la menor precisió en els cops dels golfistes en situacions on les demandes de memòria de treball eren altes (com succeeix quan un està ansiós) estava associada amb un augment de la timidesa i la disminució de la suavitat durant el descens del *swing*. Això pot reflectir la ineficàcia i la regressió induïda a una etapa més novell de moviment.

Finalment, durant un estudi sobre una competició important de tiradors campions, aquests van presentar un increment de l'activació cardiovascular, la sudoració palmar, la tensió muscular, la secreció de dopamina, noradrenalina, adrenalina i metabòlits de serotonina (Helin i Hänninen, 1988). Així mateix, en altres estudis (A. Collins i Frankenhaeuser, 1978; Frankenhaeuser, Lundberg, Rauste von Wright, von Wright i Sedvall, 1986) els nivells de catecolamines i els seus metabòlits, l'excreció de cortisol i les variables del sistema nerviós autònom es van incrementar significativament durant les situacions d'estrès.

2.2. Entrenament psicològic

En aquest apartat, tot i que som coneixedors de l'existència d'entrenaments psicològics per millorar l'activació en diferents moments, ens centrarem en les situacions de pressió. Sabem que les demandes en les situacions de pressió poden sorgir en la competició, l'entrenament, les lesions, els esdeveniments generals de la vida i els successos quotidians (Hardy, Jones i Gould, 1996), sent els estressors de la competició (la pressió) els que probablement afecten els esportistes d'alt nivell (Gould, Dieffenbach i Moffett, 2002; Woodman i Hardy, 2001).

2.2.1. Entrenaments psicològics de l'activació sota pressió

S'han dut a terme diferents entrenaments per tal de gestionar l'activació sota pressió. En l'estudi de Mikosch et al. (2010) van percebre que el *biofeedback* focalitzat en la variabilitat de la freqüència cardíaca redueix l'estrès i l'ansietat.

Una altra proposta d'entrenament va ser duta a terme per Olmedilla-Zafra, Rubio, Ortega i García-Mas (2017). Van dissenyar un programa, executat durant tres mesos una hora per setmana en grup, que estava basat en la teràpia d'inoculació de l'estrès (Meichenbaum, 1985) i utilitzava relaxació muscular progressiva, respiració, imatge, relaxació (passiva i diferenciant músculs), autoinstruccions i entrenament de l'atenció. També exposaven progressivament els esportistes a situacions estressants.

Un concepte relacionat amb la pressió és el *choking under pressure* o «ofec o bloqueig sota pressió», definit com una disminució en el rendiment en circumstàncies que incrementen la importància de rendir bé o millor, per tant, de pressió; un fracàs en rendir a qualsevol nivell d'habilitat que la persona té en un determinat moment (R. F. Baumeister, 1984). Mesagno, Geukes i Larkin (2015) van defensar que els investigadors havien de desenvolupar

intervencions de bloqueig especialment pels models que basen la intervenció en l'atenció a un mateix o els que la basen en la distracció. Pel que fa a les intervencions basades en l'atenció a un mateix, la premissa central és disminuir el coneixement explícit i el control conscient de l'execució de l'habilitat. Masters (2000) va veure que l'aprenentatge motor d'analogia podia ser utilitzat per minimitzar l'acumulació del coneixement explícit durant l'adquisició d'habilitats. Mesagno, Marchant i Morris (2009) van observar una millora en el bloqueig quan van utilitzar tasques duals en un estudi de disseny únic (llençar a cistella escoltant música); no obstant, defensaven que potser els esportistes no utilitzen les tasques duals a causa de la seva pràctica limitada per rendir sota pressió i perquè són percebudes com una distracció de l'atenció en la tasca rellevant. Mesagno i Beckmann (2017) van observar que l'activació de l'hemisferi esquerre del cervell és dominant sota pressió. Beckmann, Gröpel i Ehrlenspiel (2013) i Gröpel i Beckmann (2017) van constatar que les contraccions de la mà esquerra amb una pilota abans de l'execució de l'habilitat eliminen el bloqueig, la qual cosa, segons Cross-Villasana, Gröpel, Doppelmayr i Beckmann (2015) és deguda a que s'estén a través del cervell i redueix l'activació en les regions vitals de l'hemisferi esquerre del cervell.

Segons Krawietz (2012) s'han proposat tres mètodes per alleujar el bloqueig: l'aprenentatge implícit o sense errors —ensenyar una habilitat sense coneixement explícit— (Masters, 1992), l'entrenament d'autoconsciència —vivint el ser monitoritzat i avaluat— (Beilock i Carr, 2001) i practicar tasques motrius de percepció amb ansietat lleu (Oudejans i Pijpers, 2010). No obstant, un altre mètode que proposa Krawietz (2012) és la imatge; en el seu estudi va descobrir que, considerant la perspectiva visual, la imatge era més efectiva en els jugadors novells de golf quan la feien en tercera persona i, en canvi, en els experts, ho era en primera; això els va permetre prevenir el bloqueig i evitar que disminuís el rendiment.

En aquest sentit, Singer (1986) va suggerir que els esportistes que es bloquegen sota pressió haurien de realitzar una transició de l'entrenament a la competició. També Anshel (2011) va proposar que practiquessin sota pressió per tal d'adaptar-s'hi en condicions realistes.

De la mateixa manera, Browne (1985), Nideffer i Sagal (1998) i Weinberg i Gould (2007) van suggerir que fer assajos, la relaxació i l'autoparla poden prevenir el bloqueig sota pressió; particularment, entrenar l'atenció en parar, centrar-se i contrarestar els pensaments és el mètode més efectiu.

No obstant, Mesagno, Marchant i Morris (2008) van observar que les rutines de prerendiment faciliten el rendiment sota pressió en realitzar tres casos únics de disseny A₁, B₁, A₂, B₂ (A =

pressió baixa; B = pressió alta) a partir dels quals van percebre una millora en el rendiment del B₂ del 29 % en utilitzar la rutina. Mesagno i Mullane-Grant (2010) van arribar a la conclusió que fer una rutina de prerendiment extensa (aspectes psicològics i de comportament i creant-la amb major duració i consistència) com a intervenció davant del bloqueig és millor que utilitzar només la respiració, una paraula clau o la consistència temporal. Per dur a terme la rutina van fer, primer, una sessió d'educació en la qual van definir i explicar els beneficis i van mostrar la intervenció als participants i, segon, una sessió de desenvolupament on van establir la rutina, donant aquesta per acabada quan podia ser repetible (uns trenta minuts en total). Posteriorment, van posar-la en pràctica amb vint cops a la zona de puntuació definida en dues fases diferenciades de pressió baixa i pressió alta; en l'última, l'ansietat es va incrementar.

Beckmann et al. (2013) van realitzar tres estudis (llançament de penals en futbol, combinació de cops en taekwondo i serveis en bàdminton, respectivament) on van comparar línies base amb situacions de pressió creades a partir de la combinació de situacions com la competició, la presència de públic, la rellevància de l'ego i la recompensa de contingència. Aquests estudis van incentivar l'hemisferi dret pressionant una pilota amb la mà esquerra durant trenta segons abans de les situacions de pressió per reduir l'activació de l'hemisferi esquerre, que és el que pot causar el bloqueig sota pressió. En el cas dels jugadors de futbol —amb audiència i recompenses—, els que van pressionar la pilota amb la mà dreta van baixar el seu rendiment sota pressió, mentre que els que ho havien fet amb l'esquerra el van mantenir estable; en el cas del taekwondo —gravats per ser analitzats en una tasca motriu diferent (pressió)—, van millorar el seu rendiment els que havien pressionat amb l'esquerra, mentre que els que ho havien fet amb la mà dreta van empitjorar en situació de pressió, perquè van incrementar, possiblement, l'activació de l'hemisferi esquerre; finalment, els jugadors de bàdminton —sent puntuats, gravats i premiats segons el servei per equips (pressió)—, van baixar el seu rendiment sota pressió (sense pressionar cap dels grups la pilota), mentre que en la següent fase —pressionant la pilota— els que ho havien fet amb l'esquerra van millorar el seu rendiment per haver activat l'hemisferi dret i no l'esquerre. Per tant, en tots tres esports es va posar de manifest que pressionar la pilota amb la mà esquerra en diferents situacions de pressió millorava el rendiment (en futbol va romandre estable), mentre que fer-ho amb la dreta feia baixar el rendiment.

Pel que fa a les intervencions basades en la distracció, el seu propòsit és eliminar distraccions internes i/o externes i promoure l'atenció en els elements esportius rellevants durant l'execució. Una de les intervencions és la rutina pre-execució, que és la seqüència de pensaments i accions rellevants de la tasca que un esportista utilitza pel rendiment en una habilitat esportiva. Altres

entrenaments són el *quiet eye* i l'acimatació. El *quiet eye* fa referència a la fixació visual final cap a un objectiu abans de l'inici del moviment (Vickers, 2007). L'acimatació, també anomenada autoconsciència o simulació, té lloc quan els esportistes s'adapten a l'augment de l'ansietat practicant situacions ansioses, invertint, així, més esforç mental que pot prevenir els efectes negatius de l'ansietat i el bloqueig. Les estratègies utilitzades van ser: competició per equips amb premi econòmic final, gravació amb dues càmeres, anàlisi de les filmacions per experts, imaginar que els tirs en bàsquet eren decisius per a la situació de partit i ser observats pels entrenadors i companys d'equip (Oudejans i Pijpers, 2009).

Per últim, Bell, Hardy i Beattie (2013) van dissenyar un programa multidisciplinari amb els millors jugadors de criquet d'Anglaterra menors de divuit anys durant el qual van exposar-los a estímuls condicionats pel càstig en l'entrenament i situacions de pressió. Van destacar la importància de desenvolupar estratègies d'afrontament per gestionar les amenaces. El van dur a terme durant quaranta-sis dies en quatre campus d'entrenament per Gran Bretanya i una gira competitiva a l'Índia. Van realitzar-ho mitjançant tres tallers (principis de preparació mental i habilitats psicològiques) i desenvolupant estratègies individuals d'afrontament durant les sessions de millora d'habilitats, d'entrenament de pressió i de revisió segons les necessitats de cada jugador de criquet. Les estratègies ensenyades van ser establiment d'objectius (centrat en el procés), imatgeria, autoparla, estratègies de reenfocament, regulació de l'activació, reestructuració cognitiva i rutines de pre-execució. Van afirmar que es tractava de la primera intervenció de duresa mental que mostrava efectes significatius.

2.2.2. Formes utilitzades per crear pressió en els estudis d'activació

La pressió ha estat directament poc estudiada en la investigació. Es defineix com la importància de rendir bé en una ocasió determinada; la qual cosa provoca que la persona atengui conscientment amb esforç el seu procés intern de rendiment i, en conseqüència, interrompi el procés i perjudiqui el rendiment, ja que en enfocar-se en sí mateixa redueix l'atenció en la tasca (R. F. Baumeister, 1984). L'increment de l'esforç està acompanyat per una redirecció de l'atenció, fent-se estreta en relació a certs aspectes del rendiment. A més, a on es dirigeix l'atenció depèn de les característiques de la situació de pressió percebuda (DeCaro, Thomas, Albert i Beilock, 2011). Aquests autors van diferenciar entre dos tipus de pressió: monitorització i pressió pel resultat. En el seu estudi van apreciar una interacció entre el tipus

de pressió i el tipus de tasca: el bloqueig succeïa en les tasques dependents de la memòria de treball sota pressió de resultat i en tasques processalitzades en pressió per monitorització.

També Vickers i Williams (2007) defensen que hi ha pocs articles publicats que recreïn la pressió, a causa de les dificultats de manipular la pressió del rendiment, la càrrega de treball fisiològic, l'ansietat i l'atenció visual sota condicions de laboratori controlades. En el seu estudi van manipular la pressió del rendiment testant biatletes en dos situacions separades durant tres setmanes. A la primera, amb pressió baixa, els van dir que el seu propòsit era obtenir informació sobre la seva fixació en l'objectiu en diferents nivells de potència de sortida (55 %, 70 %, 85 % i 100 %). A la segona, amb pressió alta, l'entrenador nacional d'equips estava present i els va dir que utilitzaria els seus percentatges de tir per seleccionar l'equip nacional i, al mateix temps, els tiradors més precisos serien premiats.

L'exposició sistemàtica a estímuls condicionats per càstig en l'entrenament és un mètode d'induir ansietat, malgrat que encara no s'han utilitzat els càstigs com a part d'un programa d'entrenament de duresa mental (Gucciardi, Gordon i Dimmock, 2009), ja que es prefereix desenvolupar un clima d'autoconfiança a través d'un entorn de mestratge que se centri en premiar els èxits en comptes de castigar els errors (Connaughton, Hanton, Jones i Wadey, 2008). Així, l'exposició a estímuls condicionats per càstig no s'aplica en els programes moderns, segons R. E. Smith, Smoll i Curtis (1979), i no es fa per por a conseqüències emocionals i motivacionals negatives. Seifried (2008) exposa que els programes de desenvolupament moderns no preparen els esportistes per fer front a les amenaces amb què s'enfrontaran de forma regular al món de l'esport d'elit (o, de fet, la vida). En conseqüència, Bell et al. (2013) argumenten que presentar regularment als atletes oportunitats per fer front als estressors que amenacen els seus objectius personals és exactament el que separa una intervenció de tenacitat mental d'un típic paquet d'entrenament d'habilitats psicològiques.

En un altre estudi, Mesagno i Mullane-Grant (2010) van crear la pressió mitjançant la presència de sis companys d'equip i una competició amb un premi de 50 dòlars per aquell que aconseguís major puntuació en realitzar 20 cops a la zona definida de puntuació en futbol durant la fase de pressió alta. Altres estudis (Beilock i Carr, 2001; Masters, 1992; Mesagno et al., 2008, 2009; J. Wang, Marchant i Morris, 2004) han fet servir, a més a més de l'incentiu monetari i una petita audiència, una videocàmera; aquesta última va ser utilitzada també en l'estudi de Beilock i Carr (2005) i Oudejans i Pijpers (2009).

Altres maneres d'induir pressió, a més de la recompensa de contingència, són la combinació de situacions com la competició, la presència de públic i la rellevància de l'ego (R. F. Baumeister i Showers, 1986; Beckmann et al., 2013; Cooke et al., 2014); la rivalitat, la presència d'audiència i de coactors com els tres components motivacionals de la competició que generen pressió (Wankel, 1972); recompenses contingents al rendiment i augmentar l'atenció en un mateix durant els intents (ús de videocàmera i posterior anàlisi del vídeo per psicòlegs de l'esport, el grup d'esportistes i els entrenadors) (Lewis i Linder, 1997).

R. F. Baumeister (1984) també considerava que una font de pressió en competició és la puntuació dels participants. Tenint en compte que l'objectiu de la competició és guanyar (és a dir, superar l'adversari), la puntuació és un determinant important de com de bé ha de rendir cadascú per assolir aquest èxit. Si un està molt per davant, es pot permetre alguns errors sense perdre; la pressió és mínima. Si només té un lleuger avantatge, la pressió s'incrementa, encara que un error ocasional o menor mantindrà el rival indecís (llevat, potser, que la competició estigui a punt d'acabar-se). La pressió seria més gran si un es troba lleugerament per darrere. En aquesta situació, es conserva la possibilitat d'èxit només si es realitza la tasca molt bé; qualsevol error o contratemps pot acabar amb les possibilitats de guanyar. Si un està molt enrere, la pressió presumiblement disminueix. Rendir bé esdevé irrellevant quan s'ha perdut. En un altre experiment va utilitzar incentius econòmics (diners en efectiu) si els participants rendien a un determinat nivell específic per a cadascun (segons la línia base respectiva).

En l'estudi d'Ehrlenspiel, Wei i Sternad (2010) els participants van rebre un full on se'ls explicava que formaven part d'una competició en la qual se'ls unia amb un company d'equip; si ambdós companys d'equip podien augmentar el seu rendiment un 25 % en la prova de rendiment en comparació amb la seva mitjana individual en la prova de línia base es recompensaria a cadascun amb deu dòlars; si un d'ells no aconseguia millorar el seu rendiment, l'altre no rebria la recompensa. La llista dels equips amb els resultats i les recompenses potencials seria publicada obertament després de l'experiment. També se'ls va dir, abans de començar la prova de rendiment, que el seu company d'equip ja havia aconseguit incrementar amb èxit el seu rendiment en un 25 %. Kinrade, Jackson i Ashford (2015) també van utilitzar recompenses monetàries (deu dòlars) si s'obtenia una puntuació un 20 % superior a la mitjana de la seva edat i habilitat o 100 dòlars a la millor, alhora que van fer servir videocàmera i la presència d'un associat a l'experimentador.

A més a més, Carr (2014) defineix quatre «operadors de pressió»: el primer és la recompensa econòmica, quelcom de gran valor pot ser perdut o guanyat (diners, admissió a una escola, bona

nota, certificat de llicència o victòria en una competició); el segon és la responsabilitat social, altra gent depèn de tu per tenir èxit (grup de feina, grup del projecte d'escola, companys d'equip); el tercer és l'escrutini públic: la gent et mira, els seus ulls sobre teu (audiència, amics, pares, companys d'equip); i el quart és l'avaluació, la gent que et jutja té poder sobre el teu futur (professor, supervisor, cap, entrenador).

El grau d'experiència en un esport pot moderar l'efecte d'un públic sobre el rendiment, un efecte que representa l'expressió d'un fenomen emocional més gran (Shelley-Tremblay, Shugrue i Kline, 2006). Zajonc (1965) va declarar que l'emissió de respostes positives es veu facilitada per la presència d'espectadors, mentre que l'adquisició de noves respostes es veu afectada. Així, es pot pensar que els experts es beneficien de tenir públic mentre que el rendiment dels principiants pateix. L'explicació que s'ofereix a aquest fenomen és que un públic reduït condueix a un augment de l'activació i, a la vegada, genera majors nivells d'esforç (Shelley-Tremblay et al., 2006).

Finalment, en l'estudi pilot de Balk, Adriaanse, De Ridder i Evers (2013) van gravar els jugadors de golf i els van donar un euro per cada cop que la pilota quedés dins dels 10 cm al voltant del forat i un càstig de 50 cèntims per cada cop que quedés més lluny. En l'estudi principal, van informar els participants que serien gravats, que el seu rendiment seria publicat en un fulletó públic del club i que els cinc millors en deu forats rebrien un cupó d'una botiga.

2.3. Imatgeria

2.3.1. Concepte d'imatgeria

L'interès dels investigadors en les imatges mentals és tan antic com el començament de la recerca en psicologia (Purshotam, 2013). El gran filòsof Aristòtil es referia a la paraula grega *phantasia* com a sinònim d'imatgeria. En una breu discussió dedicada a la imaginació, Aristòtil la va identificar com «allò en virtut del qual una imatge és produïda en nosaltres»; la va utilitzar per referir-se a un ampli ventall d'activitats relacionades amb pensaments, somnis i records (Gómez, 2018). No obstant això, a principis del segle XX, el conegut psicòleg Watson (1913) va considerar les imatges mentals com a «mers fantasmes de sensacions» i va qüestionar la realitat científica de les imatges. El seu judici i orientació conductista van tenir com a conseqüència que es relegués la imatgeria i altres conceptes mentals al rerefons de l'escena psicològica. Entre els anys 1920 i 1960, les imatges van rebre una mínima atenció científica

(Purshotam, 2013). La recuperació de la recerca sobre imatges va ser un element important de la revolució cognitiva dels anys 60 i 70, contribuint enormement a l'augment de l'interès científic en les representacions mentals. Pel que sembla, aquest ressorgiment va néixer inicialment en gran part de la recerca de psicologia aplicada sobre la privació sensorial i els fàrmacs al·lucinògens (Holt, 1964). Un altre important catalitzador va ser el treball històric seminal (Yates, 1966) sobre la importància de les imatges. Un cop les poderoses propietats mnemotècniques de la imatge van ser confirmades experimentalment (Paivio, 1971), la imatgeria ja no podia ser rebutjada pels psicòlegs. L'interès es va intensificar durant els anys 70 pels sorprenents experiments sobre «rotació mental» de Shepard i els seus estudiants (Shepard i Cooper, 1982) i els experiments (Kosslyn, 1980) que demostren «l'escaneig mental» i els efectes relacionats. Aquest treball es va fer per demostrar que la imatgeria està involucrada en el raonament visuoespacial i té propietats espacials inherents.

Així, s'han utilitzat diferents termes per referir-se a la imatgeria: imatgeria mental, imatgeria del moviment, pràctica mental, assaig mental, imatgeria, imatgeria cinestèsica, imatgeria interna, imatgeria motriu, visualització, assaig del comportament visuomotor (Mizuguchi, Nakata, Uchida i Kanosue, 2012), pràctica imaginada i assaig mental (Tokumaru, Mizumoto, Takada i Ashida, 2003).

En la literatura hi ha hagut certa confusió en utilitzar els termes *imatgeria* i *pràctica mental* com a sinònims. Diversos autors han defensat que aquests estan relacionats però es refereixen a constructes diferents (T. Morris, Spittle i Watt, 2005; Murphy i Martin, 2002). Mentre que la visualització denota una modalitat sensorial particular (la visió), la imatgeria fa referència a diverses experiències quasisensorials i quasiperceptuals (Richardson, 1969). En la recerca, *imatgeria* és el terme preferit i més comú, ja que les imatges dels esportistes no estan limitades a les experimentades en l'ull de l'esportista (Munroe, Giacobbi, Hall i Weinberg, 2000). Murphy i Martin (2002) van explicar que també cal diferenciar la *imatgeria* de la *pràctica mental*, perquè la primera és un procés mental específic que pot ser practicat mentalment i, en canvi, la segona no necessàriament involucra la imatgeria, sinó que pot referir-se a altres tipus de processos mentals, incloent l'autoparla i el modelatge.

Per tant, definir la imatgeria és una tasca difícil com a conseqüència de la varietat de definicions i descripcions que hi ha a la literatura; el focus de cadascuna varia depenent del propòsit pel qual la descripció de la imatgeria és utilitzada (T. Morris et al., 2005); no obstant, aquí en destacarem algunes.

La imatgeria ha estat definida com aquelles experiències quasisensorials i quasiperceptives de les quals som conscients i que existeixen per a nosaltres en absència de les condicions d'estímul que produeixen els seus autèntics homòlegs sensorials o perceptuals (Richardson, 1969).

Corbin (1972) considera que es tracta de «la repetició d'una tasca, sense moviment observable, amb la intenció específica d'aprendre» (p. 94); segons Denis (1985), és una activitat psicològica que evoca característiques físiques de qualsevol objecte, persona o lloc que està absent de la nostra percepció.

També ha estat definida com la incorporació de tants sentits com sigui possible per crear i recrear l'experiència en la pròpia ment (Templin i Vernacchia, 1995; Vealey, 1991). Orlick (1986) va afirmar que com més estímuls estiguin presents en el model o imatge, més realista és l'experiència per a la ment de l'observador. La imatgeria guiada comporta la combinació de diversos sentits, com el visual (imatges i fotografies), l'auditiu (música o audiència) i el cinestèsic (com sent el cos), amb emocions per produir canvis positius en les respostes dels participants.

A més, es pot entendre la imatgeria com una experiència que imita l'experiència real i durant la qual l'individu és conscient de veure una imatge, sentir moviment d'una imatge, experimentar una imatge d'olor, sabor o so sense experimentar-ne la real (White i Hardy, 1998).

Per la seva banda, Jackson, Lafleur, Malouin, Richards i Doyon (2001) defensen que la pràctica mental és un mètode d'entrenament pel qual una reproducció interna d'un acte motriu donat és repetit amb la intenció de millorar el rendiment. Eddy i Mellalieu (2003) van expressar que la imatgeria i la visualització són el desenvolupament de crear una imatge mental o un objectiu del que l'esportista vol que succeeixi o vol sentir.

Altres l'han definit com el procés cognitiu que involucra la representació interna de moviments i accions. Té similituds neurals i comportamentals de l'experiència causades per l'activació d'àrees similars en el cervell involucrades en el pla inconscient i l'execució de moviments (Lotze i Halsband, 2006; Munzert, Lorey i Zentgraf, 2009).

L'autor J. M. Williams (2009) la considera un procés mental que programa la ment per reaccionar òptimament; es tracta d'utilitzar els sentits per reconstruir l'experiència mentalment.

Dins de la imatgeria s'ha diferenciat i s'ha fet molt esment de la imatgeria visual, la imatgeria cinestèsica i la motriu. Pel que fa a la visual, ha estat descrita com veure a través de l'ull de la ment, per exemple, veure moviments realitzats per un mateix o per altres (Kosslyn, Thompson

i Ganis, 2006). La imatgeria cinestèsica es refereix a imaginar com se sent en realitzar el moviment o l'acció; inclou la consciència del moviment i la posició de les parts del cos durant el moviment, així com la força i l'esforç experimentats (Callow i Waters, 2005). Per últim, tenim la imatgeria motriu, que pot ser definida com un estat dinàmic durant el qual un participant simula mentalment una acció, és a dir, se sent duent a terme aquella acció. Habitualment es realitza gairebé exactament en el mateix temps que l'execució real; aquest fenomen es coneix com *homologia temporal* i està representat per l'activació de les mateixes àrees cerebrals; per tant, no requereix d'un mecanisme temporal, ja que la imatgeria és el subproducte del temps acumulat de processament cognitiu (Ozel, Larue i Dosseville, 2004).

Així doncs, en la present tesi s'ha escollit utilitzar el terme *imatgeria* com una generació o regeneració neural de les parts de representació cerebral/xarxa neuronal involucrant principalment les característiques sensorials, perceptuals i afectives que estan sota el control conscient de la persona que imagina i les quals poden succeir en l'absència d'aferències perceptuals funcionalment equivalents a l'experiència esportiva (Holmes i Calmels, 2008).

A més, en relació a la imatgeria, la tesi està basada en la teoria psiconeuromuscular. Aquesta teoria defensa que la imatgeria duplica el patró motriu, tot i que les innervacions neuromusculars són de menor magnitud que en la pràctica física de la tasca. No obstant, l'activació neuromuscular per imatgeria és suficient per augmentar l'esquema motor en l'escorça motriu o l'estimulació dels corresponents nodes de moviment muscular (Hale, 1982; Mackay, 1981; Suinn, 1987). Els patrons eferents motrius generats en la pràctica imaginada són idèntics als aconseguits en l'aprenentatge, correcció o millora de l'execució mitjançant la pràctica física (Suinn, 1993).

2.4. Electroencefalograma (EEG)

2.4.1. Història

Una guerra va brindar l'oportunitat d'explorar el cervell humà per primer cop. L'any 1870, Fritsch i Hitzig, metges militars de l'exèrcit prussià, van observar que en estimular mitjançant una corrent galvànica determinades àrees laterals de cervells al descobert (procedents d'algunes de les baixes de la batalla de Sedan) es produïen moviments en el costat oposat del cos. Cinc anys més tard, el físic Richard Caton —arran del seu estudi amb conills, gats i micos— va confirmar que el cervell és capaç de produir corrents elèctriques. En la mateixa línia, Ferrier va

experimentar amb la «corrent faràdica». Com a resultat de tot això, cap a finals de segle es tenien suficients proves per afirmar que el cervell dels animals posseïa propietats elèctriques comparables a les trobades en el nervi i en el múscul. L'any 1913, Prawdycz-Neminski va registrar el que va anomenar «electrocerebrograma» d'un gos, sent el primer a intentar classificar les esmentades observacions. Cal puntualitzar, però, que tots els experiments es feien sobre cervells al descobert. En tractar-se de canvis elèctrics molt petits i sense procediments d'amplificació, era impossible registrar els impulsos que arribessin a l'exterior del crani encara que sospitessin la seva existència (Flores, Islas-Marroquín i Flores-Ávalos, 1997).

Va ser el 1928 quan Hans Berger va idear un mètode que prometia una investigació de l'activitat elèctrica cerebral i va descobrir el que es va conèixer com «ritme de Berger». No obstant això, a causa de la seva falta de coneixements tècnics, no va ser fins alguns anys després que se'n va reconèixer la importància. Mentrestant, les possibilitats de l'electroencefalografia clínica es discutien, per primera vegada, en una reunió al Laboratori Central de Patologia de l'Hospital Maudsley de Londres, el 1929. Tot i que el grup d'investigadors va intentar obtenir registres del «ritme de Berger » utilitzant amplificadors i un galvanòmetre vetust, no es prenia seriosament l'estudi del cervell ni els descobriments de Berger. No obstant, Berger va publicar els seus estudis sobre el registre d'ones cerebrals en éssers humans, on va trobar que no hi havia diferències entre l'activitat elèctrica cerebral d'una persona i la d'altres vertebrats, i va anomenar «electroencefalograma» a l'activitat elèctrica espontània (Flores et al., 1997). Va ser el 1934 quan, arran d'una demostració pública davant d'un auditori britànic en una reunió de la Societat de Fisiologia a Cambridge, Adrian i Matthews van verificar per primera vegada el «ritme de Berger». Berger, utilitzant les millores introduïdes per Adrian, va seguir avançant fins on li permetia la seva tècnica defectuosa i va observar, per exemple, que quan el subjecte obria els ulls o resolva algun problema mentalment s'alterava el ritme ampli i regular. Això va ser verificat posteriorment per Adrian i Matthews, que disposaven de millors coneixements científics i millors tècniques, per la qual cosa van avançar fins i tot molt més, demostrant el concepte «d'ones cerebrals humanes» i que el ritme regular i ampli de deu cicles per segon sorgia de les àrees visuals d'associació i no de tot el cervell; van anomenar les esmentades oscil·lacions entre 10 i 12 Hz «ritme alfa». Anys més tard es va apreciar la importància d'aquest descobriment (Barea, 2013).

Posteriorment, l'electropatologia del cervell va créixer en importància, confirmant les prediccions de Golla sobre les alteracions de les oscil·lacions rítmiques en les malalties. Es va avançar molt en aquest camp, i els investigadors de l'EEG es van començar a interessar en

l'estudi de l'epilèpsia i altres malalties mentals, posant de relleu la complexitat del tema i la impossibilitat d'aïllament de funcions simples, cosa que feia necessari estudiar el cervell com un òrgan total. A partir d'aquests començaments, amb el pas dels anys i mitjançant avaluacions successives, s'han arribat a conèixer altres aspectes de l'EEG tal com el coneixem avui dia (Barea, 2013); diferents institucions han aconseguit importants èxits pel que fa a topografia cerebral, mapatge cerebral, procediments neuromètrics, monitorització neurofisiològica i polisomnografia (Flores et al., 1997).

2.4.2. Concepte d'EEG

L'EEG o electroencefalograma és el registre gràfic de l'activitat elèctrica cerebral obtingut mitjançant elèctrodes col·locats en el cuir cabellut (Martínez i Trout, 2006). També es considera un estudi sobre el canvi del potencial elèctric del cervell; mesura les ones cerebrals de diferents freqüències dins del cervell (Saifuddin i Embong, 2013). Així, donades les bases fisiològiques de l'activitat rítmica cerebral, les oscil·lacions que s'obtenen i que es visualitzen en un registre, ja sigui en paper o digitalment en una pantalla, resulten de la sumatòria dels potencials postsinàptics excitatoris i inhibitoris. Aquests senyals són de baixa amplitud, però gràcies a una sèrie d'amplificadors diferencials s'aconsegueixen magnificar i analitzar (Morillo, 2005).

En la ciència actual l'EEG, com a mètode no invasiu i amb capacitat de monitoratge a llarg termini del senyal EEG, juga un paper important en l'estudi del cervell. L'EEG està majoritàriament monitoritzat per un sistema d'elèctrodes múltiples, que es col·loquen en llocs específics del cuir cabellut per detectar i registrar els impulsos elèctrics dins del cervell. L'EEG conté informació que és difícil d'obtenir per mitjà de l'observació directa de dades; permet els investigadors comprendre els mecanismes interns complexos del cervell. L'anàlisi de l'energia de l'EEG s'utilitza per avaluar l'activitat cerebral; les dades de l'EEG poden formar molts patrons a causa de la resposta i les activitats dels cossos (Saifuddin i Embong, 2013).

L'activitat elèctrica de les neurones del cervell produeix corrents que arriben a la superfície del cuir cabellut. L'activitat enregistrada pels elèctrodes varia segons l'amplitud entre 2 i 300 μV i la freqüència de les seves ones per segon, Hertz (Hz) (Islas-Marroquín, 1997). L'EEG proporciona un mètode no invasiu per registrar les diferències de tensió d'aquests potencials del cuir cabellut. Aquests potencials són creats per fonts cerebrals i artefactes no cerebrals no desitjats que solen exagerar-se durant el moviment. El senyal EEG es transmet des dels elèctrodes del cuir cabellut fins a un amplificador diferencial per tal d'amplificar els potencials

microscòpics severament atenuats pel seu pas pel crani. Aquest senyal es mostra de manera contínua a una velocitat alta (normalment 256 Hz, però sovint més) per proporcionar una alta resolució temporal. S'utilitza un filtre de banda analògica per filtrar el senyal EEG en cru i, en general, posseeix un tall inferior de 0,5 Hz i un tall superior de 50 Hz. El filtre de 50 Hz ajuda a eliminar el soroll elèctric que prové de la potència de la xarxa 50/60 Hz. Aquests filtres també afecten el processament de freqüències properes, per la qual cosa s'ha de tenir cura que les freqüències de tall no es trobin massa a prop de les freqüències investigades. Les retallades predeterminades no suposen problemes en les ciències de l'esport, ja que les freqüències de baix a mig rang (per exemple, 4-20 Hz) normalment són d'interès. Després de l'amplificació i el filtratge, el senyal EEG (en sistemes digitals moderns) es retransmet a un ordinador on es pot processar com a dades contínues i, si es desitja, comparar els seus paràmetres espectrals amb algun criteri de mesura (Thompson, Steffert, Ros, Leach i Gruzelier, 2008).

Les àrees corticals anatòmicament diferents produeixen una varietat de ritmes diferents que s'observen com a senyal EEG. L'anàlisi espectral de Fourier sol utilitzar-se per descompondre aquest senyal en les seves bandes de freqüència constituents i calcular l'amplitud de cada banda. Aquestes bandes s'han classificat històricament com ones delta (<4 Hz), theta (4-8 Hz), alfa (8-12 Hz), beta (13-30 Hz) i gamma (30-100 Hz) (Figura 1), encara que també s'han emprat classificacions alternatives (Thompson et al., 2008). En la present tesi es tindrà en compte la classificació que comprèn les ones delta, theta, alfa, beta i gamma. L'ona delta (<4 Hz) està associada als nadons, a certes encefalopaties o lesions i als estadis 3 i 4 de la son, son d'ones lentes o N3, fase de la son sense moviments oculars ràpids, NMOR, més profunda (Carrillo-Mora, Ramírez-Peris i Magaña-Vázquez, 2013). L'ona theta (4-8 Hz) està relacionada amb la somnolència, la infantesa, l'adolescència, l'edat adulta jove, la hiperventilació i els estats hipnagògics (trànsit, hipnosi, somnis profunds, somni lúcida, son lleugera, l'estat preconscient del despertar i just abans de quedar-se adormit). L'ona alfa (8-12 Hz) s'associa a la relaxació, l'estat alerta de consciència amb els ulls tancats, s'atenua amb els ulls oberts i en les regions posteriors és on es veu millor. L'ona beta (13-30 Hz) s'associa al pensament actiu, ocupat o ansiós (Riera, 2012), a l'estat d'activitat mental, intel·lectual i concentració enfocada cap a l'exterior (Hammond, 2011). Finalment, l'ona gamma (30-100 Hz) es relaciona amb una alta activitat mental, incloent la percepció, la solució de problemes, la por, la consciència (Riera, 2012), l'atenció intensament centrada i posar en conjunt la informació de diferents àrees del cervell (Hammond, 2011).

Aquesta classificació de les ones d'EEG respon a la seva freqüència, és a dir, al nombre de vegades que una ona es repeteix en un segon. També es poden classificar segons l'amplitud —determinada per la mesura i comparació de la distància entre la línia base i el pic de l'ona expressada en μV — i segons la morfologia —expressada en forma d'ona aguda, punta, complexa punta-ona lenta i/o ona aguda-ona lenta (Martínez i Trout, 2006).

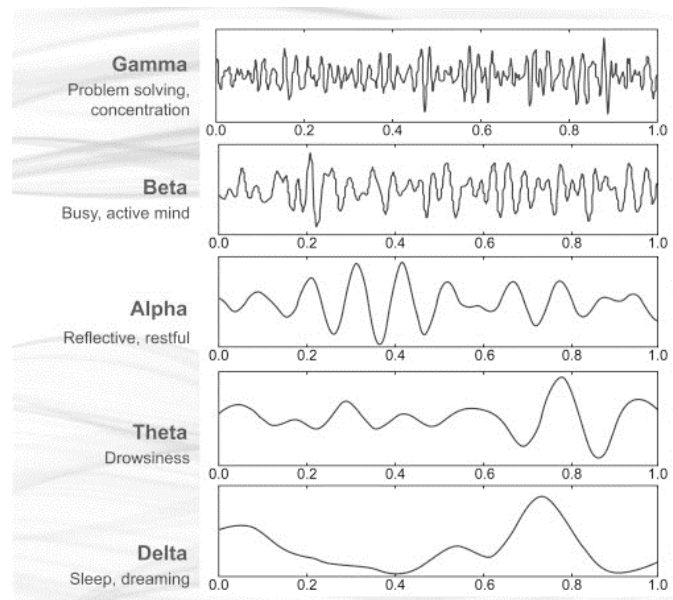


Figura 1: Ones cerebrals amb les freqüències delta, theta, alfa, beta i gamma (Abhang, Mehrotra i Gawali, 2016).

2.4.3. Tipus d'elèctrodes

L'EEG utilitza elèctrodes superficials (sobre el cuir cabellut) o basals (a la base del crani, sense necessitat de procediment quirúrgic). Pel que fa als superficials, existeixen diferents tipus: adherits, de contacte, en casc de malla, d'agulla i quirúrgics. Els primers, els adherits, són petits discos metàl·lics de 5 mm de diàmetre que s'adhereixen amb pasta conductora i es fixen amb col·lodió, que fa d'aïllant; aplicats correctament donen resistències de contacte molt baixes (1-2 $\text{k}\Omega$). Els segons, els de contacte, consisteixen en petits tubs de plata clorurada roscats a suports de plàstic; en el seu extrem de contacte es col·loca un coixinet que s'humiteja amb solució conductora, es subjecten al crani amb bandes elàstiques i es connecten amb pinces de cocodrill; són de col·locació molt fàcil, però incòmodes per al pacient, per això no permeten registres de llarga durada. Els tercers, en casc de malla, tenen els elèctrodes inclosos en una mena de casc elàstic; hi ha cascs de diferents mides, depenent de la talla del pacient i es subjecten amb cintes

a una banda toràcica; destaquen per la seva comoditat, que permet fer registres de llarga durada, per ser grans immunes als artefactes i per la precisió de la seva col·locació. Els quarts, d'agulla, tenen un ús molt limitat; només s'empren en nadons i en UCI; poden ser d'un sol ús o d'ús múltiple. Finalment, els quirúrgics, s'utilitzen durant l'acte quirúrgic i són manipulats exclusivament pel neurocirurgià; poden ser durs, corticals o intracerebrals (Barea, 2013).

Els elèctrodes són generalment de clor de plata o de plata molt conductora (Ag/AgCl), encara que també s'utilitzen altres metalls com l'estany, l'or i el platí. També es pot utilitzar material no metàl·lic com la fibra de carboni per permetre la compatibilitat amb altres dispositius de neuroimatge com la ressonància magnètica (Thompson et al., 2008).

2.4.4. Localització dels elèctrodes

Les primeres descripcions de l'EEG no contemplaven normes pel que fa als llocs de registre i això va despertar la necessitat de convenir en l'ús de sistemes comuns de col·locació d'elèctrodes. La col·locació dels elèctrodes sobre el crani segueix les especificacions de l'anomenat Sistema Internacional 10-20 descrit per Jasper (1958). Aquest sistema està estandarditzat per facilitar la interpretabilitat d'un laboratori a un altre (Figura 2) (Thompson et al., 2008).

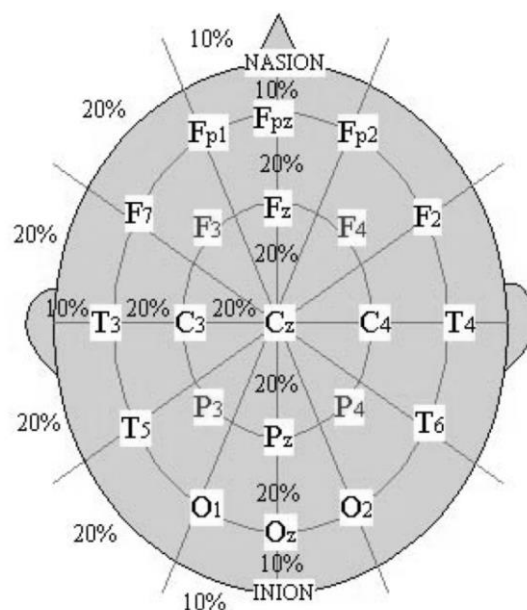


Figura 2: Localització dels elèctrodes en el sistema 10-20. F = frontal, T = temporal, C = central, O = occipital, P = parietal. Nombres senars = hemisferi esquerre, nombres parells = hemisferi dret (Teplan, 2002).

Aquest sistema es basa en dividir la distància, en sentit anteroposterior, entre els punts nàson i ínion, i en sentit transversal, la distància entre les dues vores preauriculars. Aquestes distàncies es fraccionen en 10 % o 20 % i aquí es col·loquen les files d'elèctrodes de registre alineats, incloent dos elèctrodes de referència i un de connexió a terra del pacient (Islas-Marroquín, 1997). Les ubicacions d'elèctrodes estan etiquetades segons les àrees del cervell adjacents: F (frontal), C (central), T (temporal), P (posterior) i O (occipital). Les lletres s'acompanyen d'un nombre imparell al costat esquerre del cap i d'un nombre parell a la part dreta. Els costats esquerre i dret es consideren per convenció des del punt de vista del subjecte (Teplan, 2002).

Com es coneix a partir de la tomografia, diferents àrees del cervell poden estar relacionades amb diferents funcions del cervell. Cada elèctrode del cuir cabellut es troba prop de certs centres cerebrals: per exemple, F7 es troba a prop de centres d'activitats racionals; Fz, a prop de centres intencionals i motivacionals; F8, a prop de fonts d'impulsos emocionals; el còrtex al voltant de les ubicacions C3, C4 i Cz tracta sobre funcions sensorials i motores; les ubicacions properes a P3, P4 i Pz contribueixen a l'activitat de percepció i diferenciació; T3 i T4 es localitzen a prop de processadors emocionals; mentre que a T5 i T6 es mantenen certes funcions de memòria; es poden trobar àrees visuals primàries sota els punts O1 i O2. No obstant això, els elèctrodes del cuir cabellut poden no reflectir les àrees particulars de l'escorça, ja que la ubicació exacta de les fonts actives encara és un problema obert a causa de les limitacions provocades per les propietats no homogènies del crani, l'orientació diferent de les fonts del còrtex, les coherències entre les fonts, etc. (Nunez, 1995).

El nombre d'elèctrodes actius pot variar entre un —suficient per a la formació de *neurofeedback*— i múltiples elèctrodes necessaris per a la localització d'origen, el nombre d'elèctrodes es troba normalment entre 20 i 128 (Thompson et al., 2008). Els elèctrodes s'adhereixen a la pell utilitzant pasta conductora amb impedàncies que generalment es mantenen per sota de 5 k Ω . Abans d'enganxar els elèctrodes, normalment es prepara la pell amb una pasta abrasiva com Nu-Prep per reduir-ne la impedància (Burbank, 1978).

2.4.5. Filtració d'artefactes

Un problema substancial en el registre d'EEG és obtenir dades «netes» sobre l'activitat cerebral, és a dir, no contaminades per artefactes no cerebrals. Els artefactes fisiològics es generen des del cos, com ara l'activitat muscular, la pell (suor), els parpellejos i el moviment dels ulls, la respiració, el moviment de la llengua, el moviment del cos, l'electromiografia (EMG) i

l'electrocardiograma (ECG, pols, marcapassos); mentre que els artefactes extrafisiològics s'originen a partir de fonts fora del cos, per exemple, el soroll elèctric ambiental, el moviment dels elèctrodes, les interferències elèctriques (Thompson et al., 2008), 50/60 Hz, la fluctuació de la impedància, el contacte de cables trencats, massa gel o pasta o peces seques, una bateria baixa... (Teplan, 2002). Els artefactes fisiològics solen ser un problema particular a l'hora de gravar l'EEG d'un subjecte que està en moviment. Això pot explicar el fet que els estudis d'EEG en esports s'hagin limitat generalment a disciplines que impliquen un moviment relativament mínim com el golf, la bicicleta estàtica i el tir amb rifle. No obstant això, existeixen dos enfocaments complementaris que poden reduir substancialment o eliminar els artefactes. El primer consisteix a minimitzar els artefactes del moviment durant la gravació en sí; el segon requereix processos de senyal posterior de les dades a través de mètodes computacionals per eliminar artefactes (Thompson et al., 2008).

2.4.6. Estudis d'EEG en l'esport

Habitualment l'EEG s'ha utilitzat per entendre respostes psicològiques i fisiològiques davant d'agents farmacològics, varietat de tasques i diferències individuals associades al processament del cervell. Aquesta mesura permet els investigadors obtenir informació relacionada amb l'atenció i cognicions que poden no estar disponibles mitjançant autoinformes (Dement, 1974), sobretot perquè inclouen processos inconscients (Ray, 1990).

També ha trobat la seva principal aplicació en el diagnòstic de les epilèpsies, en el diagnòstic i avaluació dels trastorns del desenvolupament i la maduració del sistema nerviós central i en lesions i disfuncions cerebrals. Així mateix, té importància i utilitat en funcions de la percepció, el processament, l'associació funcional i l'expressió en la comunicació humana, per ser fenòmens eminentment corticals (Islas-Marroquín, 1997). També s'ha aplicat en diferents àrees de recerca científica: lingüística, psicologia, creativitat, meditació, neuromàrqueting, diferències de gènere, son i trastorns de la son., etc.; en el diagnòstic de mort cerebral; per diagnosticar, classificar i monitoritzar l'epilèpsia; en el *neurofeedback* (un *biofeedback* on la visualització del senyal EEG ajuda el pacient a autoregular la seva activitat cerebral en trastorns de dèficit d'atenció, alcoholisme, atacs, síndrome de fatiga crònica, condicions asmàtiques...); i els *brain-computer interfaces* (BCI), que permeten a la gent controlar ordinadors mitjançant els senyals del cervell (Szachewicz, 2013).

En el món esportiu, a causa de les dificultats d'enregistrar l'EEG durant el moviment, els investigadors han explorat diverses alternatives per aplicar aquesta metodologia en les ciències de l'esport (Thompson et al., 2008). En primer lloc, els estudis s'han dut a terme abans o després de la tasca esportiva per tal d'avaluar resultats clínics a llarg termini associats amb lesions o entendre els processos corticals pre-tasca. En segon lloc, s'ha utilitzat la simulació de situacions esportives; i, finalment, algunes investigacions han analitzat l'activitat elèctrica durant la tasca en determinades situacions esportives.

En aquesta tesi es presenten tres classificacions més tenint en compte estudis d'EEG, activació i pressió; estudis d'EEG i imatgeria; i estudis d'EEG, imatgeria, activació i pressió.

Estudis d'EEG pre- i post-tasca

S'han realitzat estudis de l'activitat cognitiva pre-tasca aprofitant el moment anterior d'actes motrius, que permet descriure els patrons òptims d'activitat cortical i la seva relació amb el rendiment posterior en diferents esports.

El primer ús reportat de mètodes EEG en la ciència de l'esport va ser a principis dels anys cinquanta amb investigacions en boxa (Busse i Silverman, 1952; Ravina, 1952). Els autors van introduir dos temes: analitzar les diferències en l'activitat electrocortical abans i després dels combats i examinar les diferències entre adults sans i boxejadors professionals subjectes a repetides lesions al cap a llarg termini.

També Tysvaer (1992) i Tysvaer i Storli (1989) van investigar els resultats de futbolistes que havien rebut repetidament traumatismes menors en el cap causats per l'impacte de la pilota. Van explorar associacions entre els símptomes autoreportats —com mals de cap, marejos, irritabilitat, deteriorament de la memòria i mal de coll— i patrons d'activitat EEG no normals.

L'estudi de Pullum (1977) es va centrar en el tir amb pistola o rifle i va indicar que una millor precisió de tir s'associava amb un estat alfa alt. Hatfield, Landers, Ray i Daniels (1982) van informar que l'hemisferi esquerre presentava una activitat alfa relativament major que l'hemisferi dret a mesura que el moment d'estirar el gallet s'apropava. Aquest efecte va ser replicat per Hatfield, Landers i Ray (1984), que van ampliar les conclusions anteriors per mostrar que l'efecte de la lateralitat alfa estava format per una estabilitat temporal dreta (T4) amb un augment temporal alfa relatiu (T3). També van informar d'una quietud global del còrtex a mesura que el moment d'estirar el gallet s'apropava, com ho va demostrar l'augment de potència alfa a les àrees temporal i occipital.

La interpretació proporcionada per Hatfield et al. (1984) davant d'aquestes troballes va ser que els processos de l'hemisferi esquerre esdevenien menys importants a mesura que s'apropava el desencadenant, mentre que els processos de l'hemisferi dret eren relativament més importants.

Tanmateix, en un estudi de seguiment, Hatfield, Landers i Ray (1987) no van trobar cap canvi de potència durant els mateixos *epochs* preestablerts. Però Bird (1987) sí va advertir que uns nivells baixos d'activació autònoma i cortical estan relacionats amb un rendiment superior en rifle; més concretament, es va donar una disminució abans del tir (activitat mental reduïda i pocs pensaments distractors) i una crecuda fins al nivell inicial just després. Posteriorment, Konttinen i Lyytinen (1993) van detectar que la negativitat cerebral que precedeix a prémer el gatell per disparar tendeix a disminuir en tirs amb èxit entre els tiradors experimentats, mentre que no es troba aquest patró en els subjectes inexperts. Aquest efecte es va interpretar com a resultat principalment d'una activació òptima. Així mateix, Haufler, Spalding, Santa María i Hatfield (2000) van trobar una tendència a una major potència occipital alfa (9 Hz i 10-11 Hz) en experts en comparació amb els novells durant el període pre-tir de sis segons. Janelle et al. (2000) van veure que en fusell els tiradors experts presentaven un increment significatiu en les ones alfa i beta de l'hemisferi esquerre durant el període preparatori del tir i una disminució d'ambdues en l'hemisferi dret; fet que condueix a considerar una òptima organització de les estructures neuronals (recursos visuoespacials) necessàries per aconseguir un nivell de rendiment alt i, per tant, més eficiència cortical (Earle, 1988). En el cas dels no experts, va succeir el mateix però en menor nivell. A més, en tots dos grups els nivells de les ones alfa i beta van ser més pronunciats en les localitzacions temporals i occipitals i menors en les centrals. També en l'estudi de Loze, Collins i Holmes (2001) amb tiradors de pistola l'alfa occipital es va incrementar abans dels cinc millors tirs i va disminuir en els cinc pitjors; la qual cosa suggereix que l'atenció visual en la pistola i l'objectiu es va suprimir gradualment en els millors tirs (prerequisit per a l'execució automàtica del tir, controlat per mecanismes d'intenció), mentre que en els pitjors es va incrementar. A més, hi hagué més potència d'alfa en l'àrea anterior-temporal esquerra.

En el cas de Doppelmayr, Finkenzeller i Sauseng (2008), durant els tres segons anteriors al tir van observar una activitat theta significativament més forta en els experts, localitzada a la zona cingulada anterior i a l'escorça frontal medial, llocs coneguts per l'atenció focalitzada. Van concloure que experts i novells utilitzen diferents estratègies durant el període d'orientació; els novells mantenen una atenció relativament constant en l'objectiu, mentre que els experts poden augmentar l'atenció exactament en el moment exacte de prémer el disparador.

En tir amb arc, Salazar et al. (1990) van descobrir un augment significatiu de la potència espectral a 10 i 12 Hz en la regió temporal esquerra abans de l'execució d'una habilitat. Aquest augment de l'activitat EEG dins del rang de freqüències alfa s'ha interpretat com una reducció de l'activació cortical a la regió esquerra-temporal, reduint les verbalitzacions encobertes del cervell esquerre i permetent que els processos visuoespacials de l'hemisferi dret esdevinguin més dominants (Salazar et al., 1990). Aquests resultats van portar als investigadors a examinar si una reducció en l'activació temporal abans de l'execució d'habilitats es pot augmentar a través del *neurofeedback* i si tal formació beneficiaria el rendiment (Landers et al., 1991). Així, Landers et al. (1991) van examinar tres grups d'arquers de pre-elit, dos dels quals van rebre entrenament de *neurofeedback* mentre que el tercer va actuar com a grup control no contingent. Es va modelar el paradigma de *neurofeedback*: aquells que rebien entrenament de *neurofeedback* van ser encoratjats a canviar el seu nivell d'activitat cortical cap a més negativitat en dues regions: temporal esquerra o temporal dreta. El nombre de sessions d'entrenament de *neurofeedback* va variar, continuant fins que cada participant va arribar a un criteri preestablert respecte a l'amplitud EEG. Tots els grups van ser avaluats completant un total de 27 tirs a un blanc; van observar que els que s'havien entrenat per canviar el nivell d'activitat cortical cap a una major negativitat en la regió temporal esquerra van mostrar una millora significativa en el rendiment i els que es van entrenar per canviar el nivell d'activitat cortical cap a una major negativitat a la regió temporal dreta van mostrar una execució significativament més pobre. No es va produir cap canvi en el rendiment del grup control. No obstant, l'examen dels espectres d'EEG dels participants abans i després de l'entrenament no va mostrar un patró clar de canvi com a conseqüència de l'entrenament en *neurofeedback*. Per exemple, tots els grups, inclòs el de control, van mostrar un augment de potència entre els rangs de 5-11 i 13-30 Hz a l'hemisferi esquerre i entre 5 i 11 Hz a l'hemisferi dret; però el grup que va donar un *feedback* temporal dret va mostrar un major augment en la potència en el rang 13-30 Hz en l'hemisferi dret en comparació amb el grup de *feedback* temporal esquerre i el grup control. Aquests resultats van portar Landers et al. (1991) a donar suport a l'ús del *neurofeedback* com a mètode per millorar el rendiment dels arquers pre-elit. També van advertir que l'entrenament en *neurofeedback* permetia disminuir la freqüència cardíaca i aconseguir una màxima relaxació i control de l'activació simpàtica (Pop-Jordanova i Demerdzieva, 2010). Així, s'ha vist que la freqüència cardíaca és una de les mesures fisiològiques més utilitzades en el laboratori i a la pràctica per estudiar l'activació (Hatfield i Landers, 1987).

En una investigació sobre karate, es va observar un augment general en la potència alfa durant el temps que els experts trencaven taules de fusta (D. Collins, Powell i Davies, 1990).

Pel que fa al golf, en un altre estudi amb jugadors altament qualificats es va observar un increment en l'alfa de l'hemisferi dret associat amb la disminució d'errors, un augment de l'activitat de l'hemisferi dret en l'escorça temporal i motriu i una activació menor de l'escorça motriu de l'hemisferi esquerre a mesura que els jugadors es preparaven per executar els cops (Crews i Landers, 1993).

En la investigació de J. Baumeister, Reinecke, Liesen i Weiss (2008) es va comparar l'activitat d'EEG d'experts i de jugadors novells i van veure que colpejant durant quatre minuts els experts van produir més theta frontal (4,75-6,75 Hz) i alfa alta parietal (9,75-12,5 Hz) que els novells. Els autors, basant-se en la idea que la potència alfa d'EEG està inversament relacionada amb l'activitat cortical (Pfurtscheller, 1992), van interpretar els resultats com una evidència de l'eficiència neural dels experts: la major precisió d'aquests en comparació amb els novells es va associar amb una economia de l'esforç, els experts van ser capaços de gastar menys recursos neuronals que els novells per aconseguir l'èxit.

També, Babiloni et al. (2008) van dur a terme un anàlisi intrasubjectes on van comparar els patrons d'activitat d'EEG anterior als cops encertats i fallats en una mostra de jugadors de golf experts. En primer lloc, van detectar una reducció generalitzada de la potència alfa d'EEG durant els quatre segons anteriors al cop. Això està en línia amb el fet que els moviments voluntaris de ritme són precedits per una reducció (p. ex., la desincronització) de la potència alfa d'EEG (al voltant de 8-12 Hz), que es produeix en els dos hemisferis del cervell durant tasques bimanuals (Leocani, Toro, Manganotti, Zhuang i Hallett, 1997; Pfurtscheller i Aranibar, 1979; Pfurtscheller i Lopes da Silva, 1999). Fonamentalment, Babiloni et al. (2008) també van detectar que, en comparació amb els cops fallats, els cops encertats van ser precedits per una major reducció del poder d'alfa alt (10-12 Hz) en els llocs més o menys corresponents a l'escorça premotora i motora (p. ex., Fz, Cz, C4). Aquests resultats podrien reflectir una major concentració i més recursos neuronals dedicats a la programació del moviment abans dels cops encertats.

En el cas de l'estudi amb dards de Radlo, Steinberg, Singer, Barba i Melinkov (2002), els resultats van expressar que l'estratègia de focalitzar l'atenció de manera externa està associada a freqüències d'alfa i freqüència cardíaca més ideals durant el llançament en comparació amb

la focalització interna: l'alfa va ser més baixa i es va donar una desacceleració en la freqüència cardíaca prèvia al tir.

En l'estudi sobre salts de J. Baumeister et al. (2013) els resultats en la potència frontal theta des d'una situació de descans fins al període de preparació al salt (des d'una plataforma de 30 cm) i la potència parietal alpha-2 (9.75-12.5Hz) abans i després d'un protocol de fatiga van demostrar un augment dels valors de potència de l'EEG. Es creu que ambdues localitzacions i les freqüències associades formen part del concepte de memòria de treball (J. Baumeister, Reinecke i Weiss, 2008; Sauseng, Klimesch, Schabus i Doppelmayr, 2005; M. E. Smith, McEvoy i Gevins, 1999), un sistema de capacitat limitada que participa en el control, la regulació i el manteniment actiu de la informació rellevant en la tasca (Miyake i Shah, 1999). A més, la potència theta es descriu constantment com a prominent en àrees cerebrals frontals en tasques esportives sensoriomotrius (J. Baumeister, Reinecke i Weiss, 2008; Grunwald et al., 2001; Slobounov, Fukada, Simon, Rearick i Ray, 2000) i complexes (J. Baumeister, Reinecke, Liesen, et al., 2008; Doppelmayr et al., 2008). També s'han vinculat oscil·lacions frontals theta amb l'escorça cingulada anterior (ACC) relacionada amb el control atencional executiu. L'atenció executiva implica el control i la regulació de l'activitat neuronal relacionada amb la complexitat de tasques, en funció de les demandes de processament de la informació (J. Baumeister, Reinecke, Liesen, et al., 2008) i es creu que forma part de l'execució frontal del model de memòria de treball (Miyake i Shah, 1999). Fins i tot si no es comprèn totalment el paper de l'ACC, s'ha observat una major activació en aquesta àrea específica durant el desenvolupament de tasques que requereixen la selecció i/o inhibició de la informació sensorial. A causa de la hipòtesi del «sistema d'atenció prèvia» (Bush, Luu i Posner, 2000; Posner i Dehaene, 1994) es creu que l'ACC assigna directament recursos assistencials en resposta a processos d'informació complexos relacionats amb el component executiu central de la memòria de treball. Per tant, la potència theta pot servir com a indicador de l'activació neuronal a l'ACC relacionada amb l'augment de l'atenció en àrees cerebrals frontals (Haufler et al., 2000; M. E. Smith et al., 1999).

La potència frontal theta més alta en el període de preparació també podria reflectir un major control atencional per aconseguir un salt amb èxit. El càlcul predictiu i la integració de la informació per al salt —probablement a partir d'un model intern (Kawato i Wolpert, 1998)— donen lloc a una major demanda en processament, que comporta valors theta més alts. Aquest resultat està recolzat per un increment de potència prominent en la freqüència alpha-2 en àrees cerebrals parietals. Està ben establert que la preparació i l'execució del moviment es

caracteritzen per una disminució de la freqüència alpha-2 sobre la zona sensoriomotriu —«desincronització» (Neuper, Wortz i Pfurtscheller, 2006; Pfurtscheller, Stancák i Neuper, 1996). Per contra, els resultats de J. Baumeister et al. (2013) van mostrar un augment de la potència alpha-2, que es pot trobar a la literatura definit com a «sincronització». El terme *sincronització* suggereix que una població de neurones oscil·la en sincronia i indica una desactivació a l'àrea de l'escorça somatosensorial.

En la investigació de Pfurtscheller et al. (1996) es va plantejar la hipòtesi que les àrees corticals desactivades podrien representar una activitat cortical inactivada o inhibidòria, descrita per la «teoria de *gating*» proposada per Neuper et al. (2006). L'escorça somatosensorial no es pot dedicar a la preparació predictiva dels salts i, per tant, pot «tancar la porta» per obtenir informació sensorial perifèrica entrant. En aquest cas, allà no es produiria cap canvi en la demanda de processament d'informació, la qual cosa és compatible amb valors theta frontals sense canvis en aquesta condició.

Finalment, pel que fa a altres activitats, Crabbe i Dishman (2004) van advertir que durant i després de fer exercici el valor absolut de l'ona alfa va pujar; també ho va fer el de l'ona beta. No obstant, en el seu metaanàlisi van veure que els canvis en l'activitat electrocortical del cervell després de l'exercici no indicaven una activitat en alfa específica o en algun lloc de l'hemisferi.

Per últim, Cherapkina (2011) i L. Shaw, Zaichkowsky i Wilson (2012) van realitzar un estudi on van examinar alguns atletes amb EEG i van descobrir que el seu rang d'ones alfa es va enfortir just abans de l'activitat que exigia experiència. Aquests autors atribueixen l'augment de l'activitat de la banda d'ones alfa als processos planificats, contràriament a les tasques que requereixen l'atenció, que van anar acompanyades d'una disminució de l'activitat bioelèctrica en aquest rang (Gwin, Gramann, Makeig i Ferris, 2010). Això significa que un atleta aconsegueix l'estat òptim quan es registra una disminució de l'activitat d'ones alfa durant l'activitat, cosa que també millora el rendiment. Aquest fet va ser considerat especialment important per a la pràctica esportiva. Strizhkova, Strizhkova i Cherapkina (2012) van analitzar aquest problema i van arribar a la conclusió que la relaxació indueix l'augment de l'activitat del ritme alfa a l'hemisferi cerebral esquerre. L'entrenament orientat a la modificació de les ones alfa es pot utilitzar per «programar el subconscient» per tenir èxit (Mikicin i Mikicin, 2011). Això es manifesta, per exemple, en la facilitat de resolució de problemes, l'enfortiment de la confiança en un mateix i l'assoliment de l'equilibri físic.

Estudis d'EEG amb simulació de situacions esportives

S'han realitzat investigacions que analitzen els deterioraments de funcions corticals associats a les condicions de l'entorn en que algunes activitats esportives tenen lloc. En busseig, el síndrome de la pressió nerviosa alta es caracteritza per símptomes com tremolor, atàxia, debilitat motriu, símptomes sensorials, vertigen, nàusees i memòria reduïda. Els estudis d'EEG han explorat els correlats neuronals d'aquests símptomes obtenint mesures rellevants a través de l'ús de la simulació d'entorns d'alta pressió (Aarli et al., 1985). S'han estudiat els efectes d'una gran altitud en muntanya en associació amb els símptomes del síndrome del mal d'altura com els marejos, el mal de cap, la confusió i l'edema cerebral (Feddersen et al., 2007). També s'ha utilitzat per avaluar els problemes de dormir a grans alçades, diagnosticant-se una reducció de l'estadi 4 de la son en comparació amb trobar-se al nivell del mar (Finnegan, Abraham i Docherty, 1985).

Estudis d'EEG durant la tasca

Aquestes investigacions s'han realitzat habitualment amb tasques on el cap pràcticament no es mou. Alguns estudis amb bicicleta estàtica han indicat una reducció de l'activació cortical durant l'exercici, mentre que altres han demostrat una major activació. Per exemple, en l'exercici d'intensitat moderada a curt termini es va produir una menor activació en l'escorça prefrontal (Nybo i Nielsen, 1985) i la disminució del rendiment cognitiu (Pontifex i Hillman, 2007). En altres estudis, però, l'exercici ha donat lloc a una major activació cortical, amb increments observats a les amplituds P300 d'ERP que suggereixen una facilitat de processament cognitiu (Hillman, Appades, Janelle i Hatfield, 2000; Magnié et al., 2000; Nakamura, Nishimoto, Akamatu, Takahashi i Maruyama, 1999). Les aparents discrepàncies entre les troballes d'aquests estudis poden ser atribuïbles a variacions en factors metodològics com la intensitat i la durada de l'exercici, així com a la capacitat física dels participants (Grego et al., 2004).

Estudis d'activació i pressió amb EEG

Les ones d'EEG alfa, beta, theta i gamma són considerades índexs d'activació (Buttagat, Eungpinichpong, Kaber, Chatchawan i Arayawichanon, 2012). Així mateix, el senyal d'alta freqüència 36-44 Hz ha estat suggerit com a marcador fisiològic de l'activació focalitzada i es

creu que deriva de l'activació de la formació reticular del tronc cerebral rostral produint una major excitabilitat cortical (De Pascalis, 1999; Sheer, 1989).

Pocs estudis han examinat els efectes de l'augment de la pressió psicològica sobre l'activació psicofisiològica relacionada amb el moviment, fet que resulta sorprenent, ja que els nivells elevats de pressió són comuns en molts dominis del moviment com ara les forces armades i l'esport (Hatfield et al., 2004), on l'augment de la pressió té sovint una forta influència en el comportament (R. F. Baumeister i Showers, 1986; Beilock i Gray, 2007).

La pressió conté el desig de rendir bé, el qual dirigeix l'atenció cap a l'interior per controlar conscientment l'execució de l'acció motriu (teories de monitorització explícita) (R. F. Baumeister, 1984; Beilock i Carr, 2001). El fet d'orientar l'atenció cap a l'interior ha estat associat a la regió de Broca (Binkofski et al., 2000), que està involucrada en la producció del llenguatge (Hellige, 1993; Liberman, 1996). En relació a això, Beilock i Carr (2001) van veure que en una tasca de golf que requeria l'atenció en l'execució, els experts van presentar un coneixement més genèric i episòdic en comparació amb una tasca regular amb principiants (Beilock, Wierenga i Carr, 2002). Per tant, les representacions verbals de l'acció, com les adquirides en la fase cognitiva d'aprenentatge, s'activen. Això provoca l'augment de la cognició en el procés motriu (Deeny, Hillman, Janelle i Hatfield, 2003; Zhu, Poolton, Wilson, Maxwell i Masters, 2011), que trenca l'execució automàtica de l'habilitat. Per exemple, els golfistes experimentats que van ser instruïts a focalitzar-se en els punts pas a pas, van mostrar disminucions en el rendiment sota pressió, mentre que els golfistes que es van centrar en punts irrelevants van mostrar millores (Gucciardi i Dimmock, 2008).

L'activació de les regions dretes central, temporal i parietal està lligada al processament visuoespacial (Sperry, 1973) i a l'organització holística de l'execució motriu de la tasca (Hellige, 1993; Hughdahl i Davidson, 2003), de la qual depenen la majoria d'activitats motrius (Blaxton, 1996). Rebert i Low (1978) i Rebert, Low i Larsen (1984) van detectar un augment en l'activitat de l'hemisferi dret durant l'execució de tasques visuomotrius complexes. A més, l'increment de l'activitat de l'hemisferi dret mitjançant l'entrenament amb *neurofeedback* va tenir com a resultat una millora significativa en l'execució motriu en els arquers de pre-elit, mentre que l'augment en l'activitat de l'hemisferi esquerre va provocar el resultat oposat (Landers et al., 1991). També Snyder et al. (2003) van detectar un increment en el rendiment després d'inhibir el lòbul fronto-temporal esquerre amb estimulació magnètica transcranial. Així, una execució inferior entre individus amb habilitats ha estat associada a una activació més alta de l'hemisferi esquerre (Crews, 2004; Salazar et al., 1990). Aquesta asimetria hemisfèrica

reflecteix una regressió a la fase cognitiva de l'aprenentatge motriu, que succeeix sota pressió i, com a conseqüència, produeix bloqueig (R. F. Baumeister, 1984; Beilock i Carr, 2001). Per tant, inhibir l'activitat de l'hemisferi esquerre o activar el dret pot prevenir el bloqueig (Beckmann et al., 2013).

Tenint en compte, doncs, els estudis que han analitzat la pressió, en la investigació de Papousek i Schuller (2001) l'ansietat va ser major en els participants amb una asimetria dominant del costat esquerre de 8-10 Hz alfa als FP1-FP2, asimetria dominant del costat dret de 8-10 Hz alfa en F7-F8 i C3-C4 i el domini del dret de 10-12 Hz alfa a F3-F4 i C3-C4. En una altra, individus amb símptomes d'ansietat i depressió mostraren la dominància esquerra d'alfa a les zones anteriors i posteriors (Bruder et al., 1997).

Diversos estudis han indicat que l'augment de la pressió pot incrementar la freqüència cardíaca tònica i l'activitat del múscul (Cooke et al., 2010), allargar la durada de les contraccions musculars (Weinberg i Hunt, 1976) i provocar patrons de moviment més variables (menys eficients) (Pijpers, Oudejans i Bakker, 2005).

No obstant, els efectes de la pressió sobre els patrons de freqüència cardíaca relacionada amb el moviment i l'activitat d'EEG escrits anteriorment no havien estat examinats fins que Cooke et al. (2014) van percebre que en els sis últims segons abans del moviment per fer el cop de golf, els jugadors de golf experts mostraven una major reducció en el ritme cardíac (20 bpm, els experts; 9 bpm, els principiants). Analitzant aquest mateix moment van trobar que en els experts tenia lloc una reducció major de les potències theta, alfa alta (experts: 1,0 decibels; principiants: 0,4 decibels en els quatre segons abans del moviment) i beta que en els principiants. La reducció de la potència theta s'ha associat amb un augment de l'atenció focalitzada (Bakhshayesh, Hansch, Wyschkon, Rezai i Esser, 2011) i, així, podria reflectir encara més que els experts assignen més atenció i gasten més recursos neuronals que els novells durant els últims moments de preparació pels cops (Milton, Solodkin, Hlustík i Small, 2007). La disminució de beta en un moviment voluntari ha estat associada a una reduïda excitabilitat de les neurones de l'escorça motora (R. Chen, Yassen, Cohen i Hallett, 1998). Això implica que els experts estan més relaxats i gasten menys recursos corticals que els novells durant les primeres fases de preparació motriu. Tanmateix, aquesta tendència es torna a invertir, ja que els experts poden programar amb més precisió paràmetres com ara la força i la direcció durant el moviment anterior a dos segons.

A més a més, Cooke et al. (2014) van observar que la potència alfa alta prediu l'èxit, ja que es produïa menys en els segons que precedien els cops que anaven dins. No obstant, diuen que l'increment de la pressió va tenir poc impacte en l'activitat psicofisiològica degut possiblement a l'alt nombre de cops de la tasca.

Així, la freqüència de banda alfa s'ha associat amb un estat de vigília relaxada, especialment visible en les regions occipitals quan els ulls estan tancats. L'increment de l'amplitud alfa en una tasca s'ha relacionat freqüentment amb la desactivació cortical (Kimura, Mori i Suzuki, 2001), especialment en la literatura de la psicologia de l'esport (Crews i Landers, 1993; Hatfield et al., 1984; Rebert et al., 1984). Així mateix, l'alfa s'observa principalment a la regió occipital-parietal, reflecteix la sincronització de l'activitat en diverses unitats de dendrites i succeeix durant la vigília amb la relaxació. Hi ha diferències en el funcionament de la xarxa neural dependent de si els ulls estan oberts o tancats (Tan, Kong, Yang, Jin i Li, 2013). S'obté una millor sincronització d'unitats de dendrites amb els ulls tancats. Aquesta condició desapareix durant l'esforç; per exemple, realitzar exercicis o obrir els ulls i la presència o absència de llum. Estudis científics han demostrat que ni la freqüència ni l'amplitud de les ones cerebrals són constants, sinó que depenen de la tasca realitzada pel cervell. Amb la reducció de l'activitat cerebral, per exemple, durant la relaxació audiovisual que utilitza estímuls específics visuals i auditius, els canvis succeeixen en la freqüència dominant de les ones cerebrals, també s'incrementen la creativitat i la imaginació i milloren la memòria, l'atenció i l'autocontrol emocional (Mikic i Kowalczyk, 2015).

Pel que fa a les persones amb ansietat alta, beta 2 (21 a 30 Hz) està molt activa (Ramos, Cerdán i Guevara, 2001). Hammond (2005) afirma que l'ansietat sol ser la funció de beta frontal i parietal dreta i preocupar-se obsessivament és una funció de beta al llarg de la línia mitjana i Cz.

A més, alguns autors (Allen, Iacono, Depue i Arbisi, 1993; Heller, 1993a) han suggerit que l'activació relativa dreta posterior (per exemple, les regions parieto-temporals) està relacionada amb la representació cortical de l'activació.

Diversos investigadors han realitzat estudis analitzant els efectes de la pressió en diferents condicions de la competició. V. E. Wilson, Ainsworth i Bird (1985) van detectar freqüències d'EEG més baixes en els jugadors de voleibol que l'entrenador va indicar que afrontaven bé la pressió de la competició. En la investigació de Saarela (2000) es van examinar els efectes de la pressió del temps en la precisió i l'EEG —posicions frontal (F3-F4 i F7-F8) i temporal (T3-

T4)— de tiradors que havien de completar 40 tirs en 80 minuts i també una situació de 40 minuts amb pressa. L'autor va predir que la pressió del temps estaria associada amb la hipoactivació frontal dreta i la hiperactivació frontal esquerra (Fox i Davidson, 1986). També es va predir que la pressió del temps conduiria a la interferència en la reducció preliminar normalment observada en l'activitat de l'hemisferi esquerre. Aquesta predicció és especialment important perquè Saarela (2000) va plantejar la hipòtesi que l'estrès conduiria a la dificultat de silenciar la mediació verbal de l'hemisferi esquerre, la qual es va demostrar que els experts reprimien quan disparaven sols. Les hipòtesis van ser parcialment verificades donat que la condició de pressió del temps va produir un canvi significatiu en l'hemisferi dret, la transformació de la potència alfa EEG i les puntuacions d'asimetria hemisfèrica (alfa dret-alfa esquerre), consistent amb l'efecte negatiu. No obstant això, en els llocs temporals es va donar un augment bilateral en l'amplitud alfa en la condició de pressió del temps. Aquest resultat va ser interpretat per l'autor com indicatiu d'una disminució en l'assignació de recursos neuronals a la regió temporal. Alternativament, podria ser que la disminució global de l'ona alfa sigui en realitat indicativa d'un augment de l'activació global associada a l'estrès de la situació pressionada pel temps.

També Shelley-Tremblay et al. (2006) en el seu estudi amb golfistes principiants van advertir que en presència d'audiència la seva precisió empitjorava; també van augmentar beta 1 i beta 2, tant en l'escorça motriu (C3 i C4) com en les regions temporals (T3 i T4), ja que l'increment de l'ona beta està relacionat amb l'increment de l'activitat cortical; hi va haver un increment en l'activitat de l'hemisferi esquerre just abans del cop, demostrat per una amplitud superior en l'ona alfa en l'hemisferi dret; i, finalment, es va constatar que la presència de públic incrementava l'asimetria en l'ona beta en l'hemisferi esquerre, la qual cosa s'explica pel fet que aquesta condició comporta un augment de l'activació, el qual interfereix amb els processos normals tranquils de l'hemisferi esquerre.

Les respostes ment-cos relacionades amb l'estrès i l'ansietat poden ser dirigides mitjançant nombrosos mètodes, incloent la relaxació i la meditació, les quals tenen efectes profunds sobre el sistema nerviós autònom i la funció cerebral (Cahn i Polich, 2006; Lehrer, Woolfolk i Sime, 2007). En la seva revisió sobre les meditacions, Cahn i Polich (2006) informen que l'entrenament en meditació pot causar una cascada d'esdeveniments de neuroprotecció en el cervell, el sistema nerviós central i el sistema nerviós autònom. Les mateixes funcions afectades negativament per estímuls estressants són probablement afectades positivament per la relaxació i la meditació; per exemple, aquests autors expliquen que l'anàlisi EEG continu de l'activitat

d'ones cerebrals durant la relaxació i la meditació augmenta en les potències de banda lenta theta i alfa, es produeixen canvis en l'escorça cingulada anterior i les àrees prefrontals dorsolaterals, correlacions entre nivells elevats d'activitat de l'ona alfa amb nivells més baixos d'ansietat, major calma i canvis positius i autònoms caracteritzats per la disminució de l'activitat simpàtica.

Com que aquests sistemes estan connectats, si un aspecte de la fisiologia canvia, afecta múltiples sistemes. L'augment en temps real i la caiguda de la freqüència cardíaca s'anomenen arrítmia respiratòria sinusal (RSA). La RSA representa la fluctuació natural de la freqüència cardíaca associada amb la respiració mesurada per oscil·lacions en l'activitat del nervi vague (Lehrer et al., 2007). Com més gran sigui la RSA, més adaptable és el sistema nerviós autònom a les demandes estressants de l'entorn (Porges, 1995, 2007). S'ha suggerit que l'augment de l'activitat vagal és un dels sistemes més importants en el cos per regular els nocius efectes de l'estrès a través dels sistemes (Thayer i Sternberg, 2006). El *biofeedback* RSA (una forma de *biofeedback* de variabilitat del ritme cardíac) està dissenyat per ajudar a les persones a maximitzar la RSA mitjançant la respiració lenta i el focus cognitiu.

La formació en *biofeedback* RSA implica que els individus alenteixin la seva respiració a un ritme únic per a ells, ja que l'amplitud de RSA es maximitza. Quan es troba el ritme correcte, la freqüència cardíaca en temps real i la respiració varien en una relació de fase perfecta, de tal manera que els usuaris inhalen fins als seus pics de freqüència cardíaca i exhalen mentre cau, fins que comença a pujar de nou (Vaschillo, Vaschillo i Lehrer, 2004). Lehrer et al. (2003) citen que els sistemes de *biofeedback* de RSA augmenten l'activitat vagal, promouen la relaxació, estimulen els baroreceptors i augmenten la capacitat general de la funció homeostàtica del cos. Al seu torn, augmenta la modulació autònoma i emocional a través dels reflexes per tot el cos (Lehrer et al., 2003; Vaschillo, Lehrer, Rishé i Konstantinov, 2002).

En la investigació de Sherlin, Muench i Wyckoff (2010) es va analitzar amb dinou elèctrodes l'abans i el després del *feedback* de variabilitat de la freqüència cardíaca, el qual defensen que pot disminuir l'activació promovent un augment de freqüències de banda alfa i una disminució de freqüències beta en general i en àrees crítiques per a regular l'estrès. És sorprenent que els principiants poguessin assolir aquestes alteracions objectives en l'activitat de l'EEG després de períodes mínims de formació i intervenció tenint en compte que la literatura anterior sobre l'EEG i els estats meditatis feia referència a estudis realitzats amb meditadors experimentats o participants que havien rebut una àmplia formació. Addicionalment, aquests efectes es van presentar immediatament després de la formació, cosa que suggereix que la intervenció pot

tenir efectes més enllà de la pràctica real. Encara que els augments de l'energia alfa són més forts en repòs en els meditadors en comparació amb els controls en repòs (Fenwick, 1987), la majoria dels estudis de meditació que utilitzen meditadors sense experiència examinen els efectes de la meditació o la formació de relaxació durant el procediment en lloc de seguir el protocol (Cahn i Polich, 2006).

Tang, Ma, Feng, Wang i Feng (2009) també van estudiar la relació entre la variabilitat de la freqüència cardíaca i l'EEG i van advertir una correlació positiva entre la freqüència alta de la potència de la variabilitat de la freqüència cardíaca i theta frontal de la línia mitjana durant la meditació, causada probablement per l'increment de l'activació del sistema nerviós parasimpàtic.

En un altre estudi, Sherlin et al. (2010) van fer una sessió de *biofeedback* de variabilitat de la freqüència cardíaca, però de quinze minuts, on van detectar un increment en les ones alfa i theta després de la intervenció fent una mitjana de dinou elèctrodes, mentre que no van trobar diferències en l'ona beta.

Prinsloo et al. (2011) van dur a terme una intervenció que va consistir en una sessió de deu minuts (enregistrada amb EEG durant i després) posterior a una sessió d'entrenament per aprendre a trobar la velocitat òptima de respiració lenta mitjançant un dispositiu (StressEraser™, Helicor, USA) que mesura l'interval entre batecs del cor en temps real (IBI) mitjançant la fotopletismografia de dit. En una altra investigació, Prinsloo, Rauch, Karpul i Derman (2013) van comprovar que una sola sessió de *biofeedback* de variabilitat de la freqüència cardíaca (enregistrada amb EEG —canals Fp1, Fp2, Fz, Cz i Pz— durant i després) posterior a una sessió d'entrenament està associada a canvis que suggereixen l'increment de l'atenció interna (Gevins, Smith, McEvoy i Yu, 1997; Iramina, Ueno i Matsuoka, 1996; Ishii et al., 1999; Lou et al., 1999) en les xarxes anteriors i posteriors (Posner i Petersen, 1990). Així mateix, el grup entrenat va tenir més alta potència theta relativa [Fz i Pz ($p < 0,01$), Cz ($p < 0,05$)], de la qual la theta frontal relativa alta s'associa amb l'activació del sistema nerviós parasimpàtic (Aftanas i Golocheikine, 2002; Matthews, Paulus, Simmons, Nelesen i Dimsdale, 2004; Takahashi et al., 2005) i la disminució de l'ansietat (Inanaga, 1998; Kubota et al., 2001; Mizuki, Suetsugi, Ushijima i Yamada, 1997); menor potència beta relativa fronto-central ($p < 0,05$), que junt amb l'ona theta alta suggereixen un increment de la relaxació (Jacobs i Friedman, 2004; Jacobs i Lubar, 1989; Stancak, Kuna, Srinivasan i Vishnudevananda, 1991); i major theta/beta [Fz i Cz ($p < 0,01$), Pz ($p < 0,05$)] en els tres elèctrodes Fz, Cz i Pz que el grup comparatiu, la qual cosa suggereix una disminució de l'esforç mental (Howells, Stein i Russell, 2010). Els grups

van mostrar respostes diferents després de la intervenció amb un augment posterior theta/beta ($p < 0,05$) al grup intervingut i theta relativa posterior alterada ($p < 0,05$), beta relativa central ($p = 0,06$) i theta/beta central-posterior ($p < 0,01$) en el període de descans de la postintervenció. En canvi, en el grup control, els canvis suggereixen un augment de l'esforç mental (beta relativa fronto-central alta i ràtio theta/beta baixa en els tres elèctrodes) (Howells et al., 2010; Kiroy, Warsawskaya i Voynov, 1996) i una possible ansietat durant i després de la intervenció. No van percebre diferències entre els grups en l'ona alfa durant la intervenció, tots dos grups van realitzar tasques considerades formes de meditació que van conduir a la relaxació. Tampoc Lehrer, Woolfolk, Rooney, McCann i Carrington (1983), Lou et al. (1999) i Travis i Wallace (1999) van trobar diferències en l'ona alfa en comparar meditació i relaxació. Tots els canvis d'EEG observats durant la intervenció estaven correlacionats amb una disminució de la freqüència respiratòria. El dispositiu utilitzat en l'estudi de Prinsloo et al. (2013) (StressEraserTM, Helicor, USA), que mesura l'interval entre batecs del cor en temps real (IBI) mitjançant la fotopletismografia de dit, va guiar els subjectes per trobar la velocitat òptima de respiració lenta (Muench, 2008) i, per tant, el grup intervingut va presentar una freqüència respiratòria més baixa. Van revelar, també, una correlació positiva entre la freqüència baixa i la potència total de la variabilitat de la freqüència cardíaca i theta relativa posterior. Segons Lehrer et al. (1983), la freqüència baixa i la total pugen quan es respira a 0,1 Hz durant el *biofeedback* de la variabilitat de la freqüència cardíaca; i Sauseng, Hoppe, Klimesch, Gerloff i Hummel (2007) van veure que la theta posterior s'incrementa quan augmenta la integració visuomotriu posterior mentre els subjectes regulen la seva respiració.

Un altre mètode relacionat amb l'activació és la relaxació, a partir de la qual Hashim (2011), en el seu estudi amb relaxació muscular progressiva i autògena en jugadors de futbol, va demostrar que una reducció de la fatiga i l'estrès i una millora en l'estat d'ànim van acompanyades d'un increment de l'amplitud de la banda alfa en les regions occipito-parietal i temporal.

També Mikicin i Kowalczyk (2015) van ser els primers en comprovar que un entrenament de relaxació audiovisual i autògena de 45 minuts després de cada entrenament esportiu durant set mesos pot tenir un efecte en l'activitat elèctrica de l'escorça cerebral i el rendiment a través d'un anàlisi pre- i post-intervenció.

Així mateix, hi ha estudis que han trobat que algunes formes de meditació tenen com a efecte l'increment de l'atenció interna i la relaxació (Astin, Shapiro, Eisenberg i Forsys, 2003; Chan, Han i Cheung, 2008), causant un estat on el cervell està calmat i relaxat, alhora que despert i

alerta (Chan et al., 2008). En la meditació s'ha vist també un augment en l'àrea frontal de la línia mitjana (Aftanas i Golocheikine, 2002; Hebert i Lehmann, 1977; Kubota et al., 2001) i globalment (Chan et al., 2008; Lou et al., 1999); i les ràtios theta/beta pugen globalment suggerint més atenció i imatgeria visual (Beauregard i Paquette, 2008).

Així doncs, els canvis en l'electroencefalograma (EEG) són evidents en l'ansietat, la relaxació i la meditació. La potència theta frontal indica alteracions en l'activitat del sistema nerviós autònom (Aftanas i Golocheikine, 2001; Kubota et al., 2001; Matthews et al., 2004; Takahashi et al., 2005); incrementa la relaxació (Jacobs i Friedman, 2004; Jacobs i Lubar, 1989) i disminueix l'ansietat (Inanaga, 1998; Kubota et al., 2001; Mizuki et al., 1997; Suetsugi et al., 2000). A més a més, la relaxació causa una disminució en la potència beta (Stancak et al., 1991). Durant la meditació la potència theta s'incrementa tant en les àrees frontals de la línia mitjana (Aftanas i Golocheikine, 2002; Hebert i Lehmann, 1977; Kubota et al., 2001) com globalment (Lou et al., 1999). Mentre que molts estudis han mostrat un augment en la potència alfa (Aftanas i Golocheikine, 2002; Khare i Nigam, 2000; Lee et al., 1997; Takahashi et al., 2005), altres l'han trobat només en practicants avançats (Arambula, Peper, Kawakami i Gibney, 2001; Corby, Roth, Zarcone i Kopell, 1978; J. Z. Zhang, Li i He, 1988). Els canvis en les ràtios de potències d'EEG theta, alfa i beta i theta/beta reflecteixen variacions en l'atenció i la relaxació.

La investigació de Buscombe et al. (2014) va analitzar tres tipus de meditació en esportistes i va concloure que tenien un efecte diferent: la meditació basada en la respiració va ser valorada pel seu efecte en la concentració i una disminució en la velocitat de respiració; la meditació transcendental va destacar per la seva profunditat i per l'increment en la relaxació física i l'activitat de l'ona alfa; i la meditació Zazen ho feu pel seu efecte en un mateix, per allunyar les distraccions externes i per incrementar l'activitat de les ones alfa i theta.

Així, les pràctiques meditatives es troben en un punt del continu de dos extrems: meditacions de concentració i meditacions *mindfulness*, també descrites com «centrades en l'atenció» i «monitorització oberta» d'estats d'increment atencional (Lutz, Brefczynski-Lewis, Johnstone i Davidson, 2008). Tot i que la majoria dels estudis de meditació amb EEG mostren increments o decrements en les freqüències baixes com theta o alfa (sense diferenciar clarament entre els diferents tipus de meditació i rarament comparant-los), estudis més recents han trobat una activació de l'ona gamma de major freqüència (> 30 Hz) associada específicament amb l'estat de meditació o efectes de tret en diverses pràctiques de meditació. Lutz, Greischar, Rawlings, Ricard i Davidson (2004) van trobar un augment de l'ona gamma sobre els elèctrodes frontolaterals i posteriors en la meditació sense referències —no centrada en un objecte, sinó

d'amor i amabilitat—; Cahn, Delorme i Polich (2009) van descriure l'augment de l'activitat de l'ona gamma sobre els elèctrodes parieto-occipitals durant la meditació Vipassana de monitorització oberta, que es centra en la sensació somàtica; i Berkovich-Ohana, Glicksohn i Goldstein (2012) va reportar augments en l'ona gamma sobre els elèctrodes posteriors durant un altre tipus de meditació de monitorització oberta, la meditació *mindfulness*. De la mateixa manera, l'activitat de l'ona gamma més alta en meditadors experimentats es va trobar en els elèctrodes parieto-occipitals durant els períodes de somni NMOR i correlaciona positivament amb la durada de la pràctica de meditació al llarg de la vida (Ferrarelli et al., 2013). A més, Hauswald, Übelacker, Leske i Weisz (2015) van posar de manifest que en els practicants de meditació zen les puntuacions en una escala de consciència es correlacionen amb l'ona gamma durant la meditació a freqüències superiors als 100 Hz.

Curiosament, la freqüència gamma d'EEG s'ha relacionat amb un funcionament cognitiu divers, incloent una correlació neural general del corrent continu i els continguts de la consciència (Gaillard et al., 2009; Varela, Lachaux, Rodriguez i Martinerie, 2001), la comunicació neuronal de llarg abast subjacent al problema vinculant (Fries, 2005; Salinas i Sejnowski, 2001), la representació visual (Jokisch i Jensen, 2007; Lachaux et al., 2005) i l'atenció (Landau, Esterman, Robertson, Bentin i Prinzmetal, 2007; Tallon-Baudry, 2004); tot i que aquest paper de banda gamma en percepció i cognició continua sent controvertit (Buzsáki i Wang, 2012; Xing et al., 2012). Diversos estudis han trobat correlacions entre els increments de la potència gamma com la correlació electrofisiològica més plausible als augments del subministrament de sang, tal com es mesura amb el senyal BOLD de fMRI (Conner, Ellmore, Pieters, DiSano i Tandon, 2011; Logothetis, Pauls, Augath, Trinath i Oeltermann, 2001).

En la investigació d'Amihai i Kozhevnikov (2014) van advertir que tant la meditació Shamatha —autoconsciència de la respiració— com la Vipassana —autoconsciència sense judici de sentiments i pensaments— (ambdues pertanyents a la tradició Theravada, centrada en un objecte o la pròpia activitat mental) van produir un augment de l'activació parasimpàtica relacionada amb la relaxació; per contra, les meditacions Deity i Rig-pa (pertanyents a la tradició Vajrayana, el despertar de l'autoconsciència, l'entrenament, atenció de la imatge generada internament d'una deïtat) van produir una activació simpàtica, indicativa d'activació. A més, van descobrir que la Vipassana va produir un increment de l'ona gamma en l'hemisferi esquerre en comparació amb l'estat de repòs, mentre que amb Deity i Rig-pa hi va haver una reducció de l'ona gamma i en Shamatha i Vipassana una reducció de l'ona alfa. També es van

detectar decrements de l'ona beta durant les quatre meditacions, però més marcats en Deity i Rig-pa.

Per la seva banda, l'estudi de Braboszcz, Cahn, Levy, Fernández i Delorme (2017) es va centrar en tres tradicions de meditació diferents, representatives dels principals estils practicats arreu del món: la tradició de ioga de l'Himalaya (meditació centrada en la repetició de mantrès), la Vipassana (meditació de monitorització oberta centrada en les sensacions del cos) i el ioga Isha Shoonya (meditació de consciència oberta o «no fer res», comparable a la Shikantaza Zen). Per una banda, van fer deu minuts d'atenció-consciència en la respiració (notar l'aire entrant i sortint del nas, notar les sensacions de l'abdomen en inhalar i exhalar) i, a continuació, deu minuts de la meditació corresponent a cada grup. Per altra banda, van realitzar blocs instruïts on deixaven la ment vagar (recordar esdeveniments autobiogràfics des de la infantesa fins a l'actualitat sense càrrega emocional). En el cas dels grups control, durant la tasca de meditació només es van centrar en la respiració. Així, en totes les meditacions van detectar en els subjectes meditadors (en comparació amb els grups control) més alta ona gamma parieto-occipital durant la meditació que durant els records (en el cas de la Isha Shoonya també es va donar un increment en les regions central i frontal) i quan van considerar conjuntament les meditacions i el record d'esdeveniments. També en totes dues tasques van advertir una correlació de l'ona gamma amb la durada de l'experiència en meditació en els elèctrodes parieto-occipitals i van observar més alta activitat de l'ona alfa en la meditació Vipassana en totes dues tasques (meditació i recordar esdeveniments). Finalment, en comparar les meditacions amb l'atenció a la respiració, van veure major ona gamma durant el període centrat en la respiració en totes les meditacions, excepte la Vipassana. Per últim, cal esmentar que van utilitzar una escala de 1-10 per analitzar la profunditat experimentada en la meditació.

Estudis d'EEG i imatgeria

Un estudi de Solodkin, Hlustik, Chen i Small (2004) mostra que diverses investigacions, mitjançant el mètode d'imatges del cervell, permeten entendre i han mostrat que diferents regions de l'escorça s'activen durant la imatgeria. Mentre que la imatgeria cinestèsica activa les mateixes regions motrius i sensorials que durant el moviment, la imatgeria visual activa regions relacionades amb el processament visual (Jeannerod, 1995, 2001). També que durant la imatgeria visual les àrees occipitals i temporals posteriors inferiors s'activen (Farah, Péronnet, Gonon i Giard, 1988; Goldenberg et al., 1989; Roland i Friberg, 1985).

En la investigació de Davidson i Schwartz (1977) es va mesurar el ritme de l'ona alfa en les regions occipital i parietal per determinar les diferències entre imatges visuals i tàctils. Quan els subjectes van realitzar imatges visuals (un flash de llum) hi va haver una atenuació del ritme de l'ona alfa en la regió occipital; no obstant, quan van imaginar imatges tàctils (el seu braç sent tocat), hi va haver una atenuació del ritme de l'ona alfa en la regió parietal.

Així mateix, Ray i Cole (1985) van trobar una potència alfa alta en la regió parietal dreta durant tasques que requerien atenció al processament intern; per exemple, realitzar la imatgeria d'un lloc concret. A més, Breitling, Gunther i Rondor (1986) van observar que la imatgeria involucra un component visuoespacial. Van apreciar una disminució bilateral en la potència alfa en les àrees temporal i occipital durant la imatgeria. Ho van interpretar com el reflex d'una representació visuoespacial i una estratègia interna verbal.

A banda de la imatgeria visual, també va ser analitzada la motriu (els investigadors activaven neuronalment l'escorça motriu imaginant moviment). En una de les primeres investigacions, Weiss, Beyer, Hansen, Rost i Paproth (1987) van observar que la mitjana de freqüència en l'àrea occipital esquerra era més gran durant la pràctica mental del moviment. Així, tant els estudis de Beyer, Weiss, Hansen, Wolf i Seidel (1990) imaginant nedar cent metres com els de Weiss, Beyer i Hansen (1991) imaginant una competició d'entrenament de lluita van revelar major banda EEG de l'ona alfa en les àrees occipital esquerra i precentral i en la mitjana global de la freqüència de l'ona alfa.

A més, J. G. Cremades (2002) va trobar diferències significatives en la potència alfa basades en el nivell d'habilitat i el tipus d'imatgeria (visual/cinestèsica). Específicament, va veure que la potència alfa era major en experts que en novells quan imaginaven i que era més gran en imatgeria visual. També va concloure que no hi havia diferències significatives entre hemisferis en cap de les regions parietal, temporal i occipital (possiblement perquè les instruccions auditives van requerir de processament en l'hemisferi esquerre i, per tant, es va produir l'atenuació de l'ona alfa); que hi havia una major activació, atenció i esforç en les proposicions de resposta (per exemple, la perspectiva interna); i que els principiants van haver de processar més informació a les tres regions. Per la seva banda, J. G. Cremades, Tamesha, Hilliard i Gapin (2010) van observar en dards una interacció significativa entre el tipus de test (pre-test/post-test) amb el grup que havia practicat l'activitat i entre el tipus de test i la zona del cervell en alfa baixa (8-10 Hz). També entre les zones cerebrals i els hemisferis en beta baixa (14-21 Hz). Les regions occipitals es van involucrar menys en l'atenció i l'esforç durant la imatgeria post-test, mentre que les regions parietals van estar tan involucrades com en el pre-test, la qual cosa

es pot explicar per l'èmfasi en sentir el moviment abans de l'execució de la imatgeria. També la regió occipital de l'hemisferi esquerre va rebre més estimulació que la del dret, suggerint el processament cognitiu de les instruccions de la imatgeria. En el seu estudi, J. G. Cremades (2016) va comparar el tipus d'imatgeria (visual/cinestèsica) i les instruccions rebudes durant aquesta (visuals/auditives). Així, per una banda, pel que fa a l'alfa baixa (8-10 Hz), va veure que era més alta en aquells que van realitzar la imatgeria cinestèsica seguint instruccions auditives, més en l'hemisferi dret i més en la regió temporal dreta; per altra banda, l'alfa alta (11-13 Hz) va ser major en l'hemisferi dret i en la regió temporal dreta.

Estudis d'EEG, imatgeria, activació i pressió

Dins de les investigacions realitzades amb pressió, cal tenir present els estudis que s'han fet amb hipnosi, ja que, tot i que no siguin exactament de pressió en el món esportiu, es troben entre els que més s'acosten als objectius i condicions esportives de la present tesi.

En les investigacions de Crawford, Clarke i Kittner-Triolo (1996), De Pascalis, Ray, Tranquillo i D'Amico (1998) i Isotani et al. (2001) es va observar que l'hemisferi dret s'activava durant l'estimulació cognitiva desplaent, mentre que en el cas d'experiències plaents s'activava l'esquerre o era bilateral.

En la indagació de Gemignani et al. (2000), les sessions, de cinc minuts cadascuna, van consistir en vigília tranquil·la (ulls tancats), hipnosi neutra (sense cap suggestió excepte la relaxació), suggestions d'un objecte neutre (amb imatgeria auditiva i visual), hipnosi neutra, suggestions d'un objecte amb fòbia (amb imatgeria auditiva i visual) i hipnosi neutra. La freqüència cardíaca i la freqüència respiratòria van augmentar en l'estimulació hipnòtica aversiva en comparació amb la mitjana durant la línia base i la situació de control (estimulació hipnòtica neutra). No van trobar diferències significatives en les ones alfa o beta, però sí una tendència de l'ona beta a incrementar-se en l'estimulació neutra i amb fòbia en les regions frontocentrals. Pel que fa a l'activitat de l'ona gamma, van detectar interaccions significatives en hemisferis, lòbuls, canals i condicions experimentals; en l'estimulació neutra van percebre una prevalença de l'ona gamma en F4 vs. O2 en l'hemisferi dret, mentre que amb fòbia hi hagué diferències entre C4 vs. O2 en l'hemisferi dret i F3 i C3 vs. O1 en l'hemisferi esquerre. Pel que fa a lòbuls i condicions, les interaccions estaven presents tant en l'estimulació neutra com amb fòbia, mostrant una prevalença en els lòbuls frontal vs. posterior i central vs. posterior. Per últim, van observar una dominància esquerra en ambdues estimulacions.

En la investigació de Sebastiani, Simoni, Gemignani, Ghelarducci i Santarcangelo (2003a) es van fer observacions interessants durant la imatgeria neutra (animal neutre). D'una banda, els subjectes susceptibles a la hipnosi només van augmentar la seva potència relativa gamma (36-44 Hz) lleugerament; probablement a causa dels seus valors basals ja elevats, que poden estar relacionats amb la proximitat a ser absorbits per tasques imaginatives (Crawford, 1994). La seva implicació cognitiva, però, es va reflectir en els increments de l'activitat theta 2 (6-8 Hz) (Crawford et al., 1996). L'increment de l'ona alfa (8-13 Hz) observat podria ser l'expressió d'un efecte relaxant de les imatges guiades neutres o d'una resposta alfa «paradoxal» (Klimesch, 1999) a causa de l'atenció sobre els objectes interns més que els externs, amb cognició prevalent en la sensació. Així, la relaxació es produeix perquè l'activitat beta 2 (16-20 Hz) es redueix (Heller, 1993b). La disminució de l'activitat de theta 1 (4-6 Hz) suporta una participació «activa» en la tasca (J. D. Williams i Gruzelier, 2001) i suggereix que theta 1 (4-6 Hz) i alfa 1 (8-10 Hz) poden representar diferents característiques fisiològiques de la relaxació. D'altra banda, els subjectes no susceptibles a la hipnosi van disminuir la seva gamma (36-44 Hz), així com la potència relativa beta 2 (16-20 Hz). Els decrements de l'activitat de bandes de freqüències més altes i l'increment d'alfa 1 (8-10 Hz) poden ser deguts a l'efecte relaxant ja descrit de la imatgeria neutra; els decrements de gamma (36-44 Hz) suggereixen que, en contradicció amb els subjectes hipnotitzables, la relaxació es va obtenir a través d'una estratègia de «descongestió».

A més, durant la imatgeria desplaent (animal desagradable), ni els subjectes hipnotitzables ni els no hipnotitzables, malgrat els seus autoinformes, van produir una reacció negativa clara, ja que hi va haver canvis a nivell autònom, però no significatius. Cal destacar que la resistència de la pell i la taxa respiratòria van presentar tendències similars en ambdós grups, mentre que la freqüència cardíaca va mostrar tendències oposades, augmentant en els no susceptibles i disminuint en els subjectes susceptibles (Sebastiani et al., 2003a). Tanmateix, la imatgeria desplaent va ser realment negativa; de fet, els subjectes hipnotitzables van mostrar increments en beta 2 (16-20 Hz) (Makeig i Inlow, 1993), tal com s'esperava segons autoinformes i decrements en l'ona alfa, cosa que suggereix que un mecanisme relacionat amb l'atenció (J. C. Shaw, 1996) els permeté, possiblement, tamponar o suprimir la producció autonòmica. Aquesta estratègia «de fugida» aparentment exposada per subjectes hipnotitzables està recolzada per observacions anecdòtiques sobre increments de resistència a la pell obtinguts en subjectes susceptibles que demanaven recuperar situacions desagradables poc després d'un exitós entrenament autogènic. Finalment, els decrements observats en theta 2 (6-8 Hz) podrien formar

part d'aquest mecanisme de fugida, mentre que els decrements en beta 1 (13-16 Hz) podrien estar relacionats amb els components sensorials motrius de la imatgeria guiada (Mann, Serman i Kaiser, 1996). En subjectes no susceptibles, la manca de respostes autonòmiques associada a l'absència d'increments d'activitat beta 2 (16-20 Hz), malgrat els autoinformes desplaents, suggereix que no van tenir èxit en la imatgeria. En particular, la imatgeria guiada utilitzada —centrada en la sensació visual, auditiva i tàctil i que també descrivia la «consciència» de la presència d'objectes estimulants— podria haver obligat els processos cognitius a un mecanisme «holístic»; fet que pot ser responsable de les poques diferències regionals i hemisfèriques observades. De fet, les úniques diferències detectades van ser una prevalença de gamma (36-44 Hz) anterior general i una disminució d'alfa 2 dreta (10-13 Hz) durant l'animal desagradable en subjectes hipnotitzables. Això representa un efecte característic interessant, ja que la banda alfa 2 (10-13 Hz) s'ha relacionat amb diferents estils cognitius i podria reflectir diferències grupals en la càrrega de treball cognitiva/emocional experimentada (Sebastiani et al., 2003a).

Així, Sebastiani et al. (2003a) van concloure que durant la imatgeria guiada desplaent (animal desagradable), tant el grup susceptible a ser hipnotitzat com el que no, van reportar una experiència negativa, però només els subjectes susceptibles van presentar patrons d'emoció EEG, suggerint que tenen una millor capacitat per avaluar el seu propi estat psicològic. A més, la seva capacitat de memòria intermèdia o supressió de la resposta autònoma esperada dona suport a les teories dissociatives de la hipnosi —les quals interpreten els fenòmens hipnòtics com una conseqüència de la modulació en l'activitat frontal del sistema de control executiu (Woody i Farvolden, 1998)— i il·lumina la hipòtesi de mecanismes actius de «protecció» dels subjectes hipnotitzables contra el risc cardíac.

En l'estudi de Gemignani, Sebastiani, Simoni, Santarcangelo i Ghelarducci (2006) van percebre que, tant els subjectes susceptibles a ser hipnotitzats com els que no, mostraven una reacció autònoma a l'estimulació amb fòbia, però només estadísticament significativa en el primer grup (freqüència cardíaca, freqüència respiratòria, component d'alta freqüència de la variabilitat cardíaca i resistència a la pell). En ambdós grups, els increments relacionats amb l'estimulació de la potència relativa gamma van indicar una activació emocional i d'atenció (Başar, Başar-Eroglu, Karakas i Schurmann, 2001). En particular, durant l'estimulació amb fòbia, l'augment de la potència relativa gamma va ser major en les regions posteriors d'ambdós grups; fet observat en imatgeria visual (Farah, 1989) i processos emocionals (De Pascalis, 1999). Així, en contradicció amb la fòbia, en la capacitat de les persones normals de ser hipnotitzades es pot modular la resposta gamma (36-44 Hz) en l'estimulació desagradable. De fet, entre els subjectes

normals, els susceptibles van augmentar i els no susceptibles van disminuir l'activitat de l'ona gamma, mentre que ambdós grups de fòbies van augmentar. D'aquesta manera, les respostes gamma (36-44 Hz) i autonòmica relacionades amb la por, com es va observar en els dos grups amb fòbia, suggereixen que el mecanisme de memòria intermèdia i l'estratègia de retirada adoptada pels susceptibles i no susceptibles normals, respectivament (Sebastiani et al., 2003a), no estaven disponibles per als subjectes amb fòbia, probablement a causa de l'alta afectació del tret amb fòbia.

En general, Gemignani et al. (2006) van observar que la participació cognitiva (J. C. Shaw, 1996) dels susceptibles i no susceptibles amb fòbia, però, era diferent, ja que en els primers van disminuir les potències relatives de bandes de baixa freqüència (theta 1: 4-6 Hz; theta 2: 6-8 Hz; i alfa 1: 8-10 Hz), que gairebé no es van veure afectades en els altres. Van concloure que l'estímul amb fòbia emprat en l'estudi era efectiu; de fet, durant l'estimulació amb fòbia, ambdós grups van reportar altes puntuacions de por i van exhibir increments en la freqüència cardíaca, fet que està en línia amb estudis previs que mostren una relació lineal positiva entre la freqüència cardíaca i les qualificacions subjectives de por (Sartory, Rachman i Grey, 1977). A més, els decrements de la resistència a la pell observats durant l'estímul amb fòbia podrien explicar-se sobre la base de la correlació de la resistència tònica de la pell amb càrrega cognitiva/emocional (Orlebeke i Passchier, 1976). Cal dir que les lleus diferències observades en la resposta autonòmica dels grups, malgrat autoinformes similars de la por, suggereixen que també en els subjectes amb fòbia hipnotitzables el vincle entre l'activitat cerebral i la producció autonòmica podria ser menys rígid que en els subjectes amb fòbia no susceptibles; possiblement a causa de determinats mecanismes neuronals que permeten als subjectes susceptibles desencadenar parcialment els resultats cerebrals i autonòmics (Sebastiani et al., 2003a). Això està en línia amb les teories de dissociació de la hipnosi i podria ser també la base de la major flexibilitat cognitiva/autonòmica observada en els susceptibles (Crawford et al., 1996; Sebastiani et al., 2003a; Sebastiani, Simoni, Gemignani, Ghelarducci i Santarcangelo, 2003b).

2.4.7. Anàlisi del senyal EEG a través de sistemes no lineals

Un dels enfocaments més utilitzats per quantificar la incertesa d'un senyal EEG és el càlcul de l'entropia del senyal. Boltzmann va descriure per primera vegada l'entropia com una mesura del nombre de maneres microscòpiques en què es pot realitzar un determinat estat macroscòpic (Hogan et al., 2012). Shannon i Weaver (1963) van estendre aquest concepte a la teoria de la

informació i van suggerir que la informació obtinguda en una mesura depèn del nombre de resultats possibles, dels quals només es realitza un. Així, segons Shourie, Firoozabadi i Badie (2014), l'entropia quantifica la complexitat, regularitat o predictibilitat de les característiques d'un senyal. Les dinàmiques més imprevisibles tenen una major entropia, mentre que els sistemes d'entropia més baixos són més previsibles.

Başar (2006), junt amb altres col·legues, va desenvolupar una teoria integradora d'oscil·lacions de l'ona alfa en el funcionament del cervell (Ignaccolo, Latka, Jernajczyk, Grigolini i West, 2010). Aquests autors proposen la hipòtesi que no hi ha un, sinó diversos generadors d'ona alfa distribuïts dins del cervell i assenyalen que el ritme alfa pot actuar com un rellotge no lineal per servir com a funció de reculada (*gating*) per facilitar els mecanismes d'associació en el cervell.

Així, com a mesura d'ordre/desordre, l'entropia s'ha utilitzat per caracteritzar senyals EEG. Schlögl et al. (1999) van mesurar l'entropia de registres polisomnogràfics d'EEG de 16 bits i la va trobar en el rang de 8-11 bits. Inouye et al. (1991) van emprar l'entropia espectral, tal com es defineix per l'espectre de potència de Fourier, però el fet que les sèries temporals EEG no siguin estacionàries —en el sentit que la funció d'autocorrelació no és simplement una funció de la diferència bidireccional— evita l'ús de la transformada de Fourier. Posteriorment, Rosso (2007) va utilitzar l'entropia *wavelet* per estudiar les dinàmiques de l'ordre/desordre en senyals EEG de curta durada, inclosos els potencials de resposta evocats. Patel, Khosla, Al-Dayeh i Singh (1999) van utilitzar una combinació de ressonància magnètica i maximització d'entropia per demostrar que els generadors de ritme alfa es concentren principalment a les regions posteriors de l'escorça.

El mètode d'entropia de difusió (DE) s'ha utilitzat amb èxit (Scafetta, Hamilton i Grigolini, 2001), per discriminar entre les contribucions de les ones de baixa freqüència (senyal) i les fluctuacions d'alta freqüència (soroll); per exemple, la influència de les estacions en el nombre diari de naixements en adolescents a Texas (Ignaccolo, Allegrini, Grigolini, Hamilton i West, 2004) i l'efecte dels cicles solars sobre les estadístiques de bengales solars (Scafetta i West, 2003). En l'estudi d'Ignaccolo et al. (2010) van fer servir el mètode DE per proporcionar informació sobre la dinàmica de baixa/alta freqüència de les sèries de temps de l'EEG.

També s'ha estudiat l'entropia mostral (EM) en relació amb l'envelliment i la disminució del funcionament cerebral (Hogan et al., 2012). L'entropia mostral calcula les repeticions de seqüències similars en una sèrie temporal d'una variable fisiològica (Hogan et al., 2012; Richman i Moorman, 2000). Per tant, com més imprevisibles siguin els senyals dinàmics, més

elevats seran els valors de l'entropia mostral i viceversa. A més, Hogan et al. (2015) van analitzar l'entropia d'EEG en els efectes de l'exercici cardiorespiratori durant l'interval de 1500 mil·lisegons posteriors mitjançant l'entropia mostral.

El processament i l'anàlisi de senyals biològics com l'EEG s'utilitzen activament per millorar la comprensió i el diagnòstic de condicions patològiques; exemples de les quals inclouen l'epilèpsia, la demència, l'esquizofrènia i els trastorns de la son. A més, hi ha molts estudis de recerca sobre senyals EEG que permeten una major comprensió de la dinàmica cerebral de subjectes sans durant el funcionament de diferents tasques cognitives, tasques perceptuals, estats sense tasca (en repòs) i diferents etapes de la son (Acharya, Chua, Chua, Min i Tamura, 2010; Cheng, Lee, Shu i Hsu, 2007; Stam, 2005). Els darrers anys també s'han vist molts desenvolupaments que impliquen el disseny d'EEG per *Brain Computer Interface* (BCI) (J. Wilson i Palaniappan, 2011).

L'anàlisi convencional de senyals EEG utilitza els mètodes basats en el temps i la freqüència. No obstant, els requisits per a una caracterització addicional i una millor comprensió dels senyals biològics han donat lloc a un interès creixent pels mètodes adoptats a partir de la teoria de la dinàmica no lineal (Stam, 2005). Tot i que sembla molt poc probable que els senyals produïts per un sistema biològic siguin lineals, la seva naturalesa no lineal pot no reflectir-se en senyals gravats. En absència de comportaments no lineals, no és favorable utilitzar mètodes d'anàlisi no lineal, ja que són més complexos i costosos en computació en comparació amb els seus homòlegs lineals. Per tant, hi ha un requisit que cal tenir en compte abans d'aplicar mètodes d'anàlisi no lineal: l'ús d'aquestes mesures avançades ha d'estar justificat per les propietats de les dades. Per exemple, la sincronització EEG no lineal de pianistes professionals es va comparar amb subjectes musicalment ingenus durant el moviment seqüencial dels dits, però sense establir el comportament no lineal de l'EEG (Calmels, Hars, Jarry i Stam, 2010).

Hi ha molts estudis que investiguen la no-linealitat dels senyals EEG. La conclusió general dels estudis d'investigació registrats en subjectes sans durant l'estat de repòs no ha mostrat indicis de caos de baixa dimensió on només s'observa una no-linealitat dèbil (Stam, 2005). D'altra banda, hi va haver forts indicis de no-linealitat (en alguns casos associats amb el caos de baixa dimensió) en senyals EEG registrats de subjectes amb condicions patològiques en comparació amb els senyals EEG registrats en subjectes sans (Andrzejak, Lehnertz, Mormann, Rieke i Elger, 2001).

S'han utilitzat mesures no lineals com l'entropia aproximada per mesurar el nivell d'anestèsia (Fan, Yeh, Chen i Shieh, 2010). Tanmateix, només uns pocs estudis han demostrat l'existència de no-linearitat en senyals EEG durant el moviment propi. Els estudis de Popivanov i Dushanova (1999) i Dushanova i Popivanov (2001) van utilitzar quatre característiques no lineals, és a dir, la dimensió de correlació, l'entropia de Kolmogorov, la predicció no lineal i els exponents de Lyapunov més grans per analitzar els canvis dinàmics no lineals en EEG durant moviments voluntaris, que gairebé van indicar transicions entre estats semblants al caos i estats periòdics.

Un estudi de Cao i Slobounov (2011) va calcular l'entropia de Shannon del canvi de freqüència màxima per avaluar les propietats de l'EEG no estacional en els subjectes abans i poc després de patir una lesió cerebral traumàtica lleu. C. H. Wang et al. (2014) van utilitzar l'entropia multiescala a partir del senyal electroencefalogràfic, un nou enfocament que transmet informació important relacionada amb la dinàmica temporal de la complexitat del senyal cerebral a través de múltiples escales de temps per revelar l'associació d'activitat física amb adaptabilitat neuronal i eficiència en adults ancians. En el cas de Shourie et al. (2014), es van analitzar les diferències entre els senyals EEG de multicanals d'artistes i no artistes durant la percepció visual i la imatgeria mental d'algunes pintures i en condicions de repòs utilitzant l'entropia aproximada (EA).

Altres investigacions, com la de Rodríguez-Sotelo et al. (2014), van proposar un nou mètode automàtic de classificació de la son basat en algorismes de classificació de funcions no supervisats i en mesures d'entropia d'EEG. Kalinichenko, Manilo i Nemirko (2015) van presentar un nou algoritme per analitzar l'anestèsia profunda basat en la combinació de tres enfocaments: anàlisi de l'aleatorització de senyals amb l'ús d'entropia aproximada, anàlisi de l'espectre de potència i anàlisi de canvis de senyals específics que es produeixen en l'estat d'anestèsia profunda. També Liang et al. (2015) van comparar la capacitat de dotze índexs d'entropia per monitoritzar la profunditat de l'anestèsia (entropia de resposta, entropia d'estat, mesures de tres entropies wavelet —Shannon WE, Tsallis WE i Renyi WE—, entropia espectral Hilbert-Huang, entropia aproximada, entropia mostral, entropia Fuzzy i tres mesures d'entropies permutacionals —Shannon PE, Tsallis PE i Renyi PE) i la detecció de l'anestèsia induïda per agents GABAèrgics.

En l'estudi de Shourie et al. (2014) es va detectar que l'entropia aproximada era significativament més alta en artistes durant la percepció visual i la imatgeria en el lòbul frontal;

i en comparar els dos, era superior en la imatgeria en alguns dels canals, suggerint que la percepció visual requereix més esforç cerebral.

A més, diversos autors han descobert que els valors baixos d'entropia estan relacionats amb la regularitat, tal i com van posar de manifest Kim, Yoon, Bae i Soh (2005) que succeïa en les tasques que generaven baixa entropia aproximada. També estan lligats a vies de comunicació de la xarxa poc desenvolupades (T. Zhang i Turner, 2001) i a una menor integració dels subsistemes corticals neuronals (Sleigh i Donovan, 1999); senyal de poca complexitat i, per tant, indica un comportament del cervell estable i periòdic, el qual pot ser un reflex de la reducció de l'activitat parasimpàtica que representa un desequilibri simpàtic-vagal (Cheema i Singh, 2019); reducció en la complexitat cerebral (Tran et al., 2007); i *inputs* neuronals més forts, propis de situacions familiars, fet que resulta en un major grau de restricció computacional a l'hora d'interpretar la situació i seleccionar la resposta adequada, és a dir, hi ha una manca de competència neural per a *outputs* alternatius i, per tant, menys possibilitats a escollir i més incertesa (Hirsh, Peterson i Mar, 2012). Per tant, uns valors alts d'entropia indicarien l'altre extrem del que aquests autors van observar.

Finalment, cal esmentar que s'han fet diversos treballs sobre l'activació en situacions de pressió, imatgeria (en hipnosi) i EEG, però hi ha una manca evident d'estudis que analitzin com monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació en situacions de pressió mitjançant l'EEG, tant a despatx com a pista; és aquesta, per tant, la problemàtica que trobem i, en conseqüència, l'objectiu de la present investigació.

3. PART EXPERIMENTAL

3.1. Objectius

L'objectiu general de la present tesi és monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant una situació neutra i una situació de pressió a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en esportistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

Aquest objectiu es duu a terme mitjançant l'assoliment d'objectius més específics relacionats amb tres estudis, un dels quals té la categoria de pilot.

Pel que fa als objectius específics, aquests són:

- Prova pilot:
 - Monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió en atletisme, bàsquet i tennis a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca.

- Estudi 1:
 - Estudi 1-A:
 - Monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació neutra a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en tennistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

 - Estudi 1-B:
 - Monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en tennistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

- Estudi 2:
 - Monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió mitjançant un protocol amb i sense entrenament psicològic realitzat a despatx (Estudi 2-A) i a pista (Estudi 2-B) a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en un jugador de tennis amb experiència alta en imatgeria.

3.2. Instruments

Pel que fa als instruments utilitzats per recollir les dades, aquests van ser l'EEG, el pulsòmetre i els registres subjectius —amb puntuacions de l'1 al 10 sobre les habilitats psicològiques i de l'1 al 5 sobre la realitat de les imatgeries— en la prova pilot i els Estudis 1 i 2.

EEG

Es va escollir l'EEG per ser un dels mètodes més sensibles i flexibles, ja que es pot utilitzar en subjectes normals realitzant tasques en circumstàncies relativament normals (Rebert i Low, 1978). Aquest instrument s'ha definit com a vàlid i fiable per l'estudi de Collado-Mateo, Adsuar, Olivares, Cano-Plasencia i Gusi (2015). Concretament, es va utilitzar l'EEG Enobio de 8 canals amb un sistema operatiu de bateria sense fils, freqüència de mostreig de 500 SPS, amplitud de banda de 0 a 125 Hz (acoblat a DC), resolució de 24 bits-0,05 μ V, mesura del soroll < 1 μ V RMS i impedància d'entrada d'1 G Ω . Els 8 elèctrodes utilitzats eren de gel i es van situar en el cuir cabellut en els punts de referència F3, FZ, F4, CZ, P3, P4, O1, O2, seguint el sistema 10-20 (Jasper, 1958), amb 2 elèctrodes adhesius gelificats de referència situats en el mastoide esquerre.

L'elecció de la localització dels elèctrodes es va definir tenint en compte els objectius de la present tesi en tres aspectes: les regions cerebrals, les zones relacionades amb l'activació i els estudis previs amb objectius i protocols similars a la investigació que es presenta. Primer, segons l'àrea de localització concreta de cada elèctrode: per tant, F3, FZ i F4 pel processament cognitiu i presa de decisions complexes; Cz per les funcions sensorials i motrius (Nunez, 1995), per estar lligats al processament visuoespacial (Sperry, 1973) i per la seva activació amb la imatgeria cinestèsica i motriu (Jeannerod, 1995, 2001); P3 i P4 per l'activitat de percepció i diferenciació (Nunez, 1995), el processament visuoespacial (Sperry, 1973), l'organització holística de l'execució motriu de la tasca (Hellige, 1993; Hughdahl i Davidson, 2003) i la representació cortical de les sensacions de la pell i la cinestèsia (J. G. Cremades, 2016); O1 i O2 per estar relacionats amb el processament visual (Jeannerod, 1995, 2001) i la seva activació amb la imatgeria visual (Farah et al., 1988; Goldenberg et al., 1989; Roland i Friberg, 1985; Solodkin et al., 2004). Segon, perquè tant les regions anteriors (F3 i F4) com les posteriors (P3, P4, O1 i O2) estan relacionades amb la regulació de l'activació (Sheer, 1989). Tercer, perquè les regions posterior i occipital són les seleccionades en els estudis d'imatgeria pel seu paper en el processament de la informació (J. G. Cremades i Pease, 2007; Farah et al., 1988; Marks i

Isaac, 1995; Ray i Cole, 1985) i també perquè són els elèctrodes utilitzats en estudis d'hipnosi amb objectius i protocols més similars als de la present tesi (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a).

Pulsòmetre

Es va fer ús del pulsòmetre Polar RS800CXN amb transmissor Wearlink, W.I.N.D. i el sensor H3 HR. Aquest instrument s'ha definit com a vàlid i fiable per l'estudi d'Essner, Sjöström, Ahlgren i Lindmark (2013). A més, cal esmentar que mostra i grava la freqüència cardíaca batec a batec. El sensor H3 HR envia el senyal de la freqüència cardíaca al *training computer*; les dades són tractades a través del *software* Polar ProTrainer 5 TM, que proporciona, entre d'altres valors, la freqüència cardíaca mitjana, màxima i mínima de cada exercici delimitada, quan és necessari, per marcadors durant l'entrenament.

Registres subjectius

Es van fer servir registres subjectius pel que fa a les habilitats psicològiques i a la realitat de la imatgeria. Aquests registres subjectius *ad hoc* es van dissenyar per als estudis de la present tesi basant-se, en el cas de la realitat de la imatgeria, en el *Qüestionari per a la Imaginació en l'Esport* (Vealey, 1991). Carr (2014) defensa l'ús d'informes retrospectius per analitzar què es pensa durant la situació de pressió, cosa que permet saber quines són les forces motivacionals i identificar les reaccions i adaptacions dels esportistes en condicions de pressió.

Les habilitats psicològiques registrades van ser: activació, autoconfiança, motivació i concentració. Aquestes variables d'habilitats van prendre valors del 0 al 10; on el 7 és l'òptim, de 0-6 es presenta l'habilitat en menor grau (baixa) i de 8-10 hi ha un excés d'habilitat. En el cas de la concentració no hi ha valors per a l'excés, només es contempla la falta (de 0-6) i el nivell òptim (el 7). Així doncs, les categories de les habilitats van ser:

- Autoconfiança: baixa, òptima o excés.
- Motivació: baixa, òptima o excés.
- Concentració: baixa o òptima.
- Activació: excés de relaxació, òptima o sobreactivació.

A banda de les habilitats psicològiques, es va mesurar també la realitat de la imatgeria en sis sentits i a nivell emocional: visual, auditiva, olfactiva, tàctil, gustativa, cinestèsica i emocional.

L'escala de la realitat de la imatgeria (post-) va ser d'1 a 5, on 5 correspon a la imatgeria més real. Així, cada esportista va puntuar la realitat de la imatgeria: a) *Avalua com t'has vist de bé a tu mateix duent a terme l'activitat 1-5*; b) *Avalua com de bé has escoltat els sons al dur-la a terme 1-5*; c) *Avalua com de bé has olorat les olors 1-5*; d) *Avalua com de bé has notat la part tàctil 1-5*; e) *Avalua com de bé has notat la boca seca*; f) *Avalua com de bé t'has sentit al realitzar els moviments 1-5*; g) *Avalua com de bé has pres consciència de les teves emocions 1-5*. Per tant, es van recollir puntuacions de les dimensions visual, auditiva, olfactiva, tàctil, gustativa, cinestèsica i emocional.

3.3. Anàlisi de les dades

Els registres de la freqüència cardíaca i d'EEG es van analitzar a partir de marcadors que delimitaven els diversos intervals dels estudis.

Per analitzar la freqüència cardíaca es va fer servir el pulsòmetre Polar RS800CXN creant arxius de cinc (Estudi 1-A), nou (Estudis 1-B i 2 —Protocol 1—) i catorze (Estudi 2 —Protocol 2—) marcadors. Els registres es van descarregar al software Polar ProTrainer 5, que va generar la mitjana i els valors mínims i màxims per cada interval determinat pels marcadors. Així mateix, es van calcular els límits inferior i superior per cadascun.

Per tal d'adquirir les dades EEG es va utilitzar l'Enobio de 8 canals creant arxius de cinc, nou i catorze marcadors. En tots els registres es va comprovar que hi fossin tots els marcadors fent un control visual del senyal. Un cop verificats aquests passos, es van exportar tots els arxius a format Excel.

A continuació, es va utilitzar programació MATLAB per filtrar la senyal EEG aplicant un filtre de pas alt d'1 Hz i un filtre de pas baix de 40 Hz (filtre de banda d'1-40 Hz) per eliminar valors superiors a 3 SD en relació a la mitjana; també per dividir el senyal en un segon *epochs* (*time window*) amb un 50 % d'*overlap* descartant els *epochs* que tinguessin una elevada amplitud d'artefactes; per convertir el senyal al domini freqüencial a través d'una FFT calculant la *Power Spectral Density* (PSD) de cada *epoch* extret; i, finalment, per realitzar l'extracció de la potència de banda elevat les unitats de PSD al quadrat (potència) (s'obté la potència per a cada rang de

frequències integrant PSD en cada rang de frequències: Delta 1-4Hz, Theta 4-8Hz, Alpha 8-12 Hz, Beta 12-30 Hz i Gamma 30-40Hz).

3.4. Càlcul de l'entropia

Els dos mètodes més utilitzats en dades biològiques són l'entropia aproximada i, més recentment, l'entropia mostral (Cuesta-Frau, Miró-Martínez, Núñez, Oltra-Crespo, & Picó, 2017). Ambdós són algorismes matemàtics utilitzats per a quantificar la regularitat i predictibilitat de les fluctuacions de les sèries temporals. Es consideren apropiades per a estudiar les sèries temporals biològiques i ambdós càlculs han mostrat la seva robustesa enfront el soroll i la seva capacitat de detectar els canvis en la complexitat d'una senyal biològica, tot i que l'entropia mostral presenta una menor dependència de la longitud de les dades (Yentes et al., 2013). És per això que en la present tesi s'han escollit les entropies aproximada i mostral per calcular la variabilitat dels senyals EEG de cadascun dels 8 canals seleccionats en els estudis, tal i com van proposar X. Chen, Solomon i Chon (2006).

3.5. Prova pilot: valoració de la freqüència cardíaca davant de situacions de pressió en esportistes

3.5.1. Justificació de la prova pilot

Tot i que diversos autors han defensat l'augment de la freqüència cardíaca en dur a terme hipnosi d'estimulació amb fòbia (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a) —potser la situació més semblant a la situació de pressió que volem estudiar en aquesta tesi—, havíem d'esbrinar el comportament de la freqüència cardíaca en l'activació durant la imatgeria de situacions de pressió.

Per tal d'estudiar-ho es va fer una prova pilot amb set subjectes, en els quals es va observar el comportament de la freqüència cardíaca i les diferències entre els esportistes que utilitzen la imatgeria en la seva pràctica esportiva i els que no la utilitzen. L'objectiu de la prova pilot era monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió en atletisme, bàsquet i tennis a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca.

Per tant, la finalitat d'aquesta prova pilot va ser analitzar si el disseny realitzat en aquesta investigació permetia augmentar la freqüència cardíaca en realitzar la imatgeria d'una situació

de pressió en esportistes que utilitzen la imatgeria en la seva pràctica esportiva i en esportistes que no la utilitzen. A més, cal esmentar que es van utilitzar l'EEG i els registres subjectius per tal de familiaritzar-se amb el protocol i amb l'EEG i comprovar que els senyals obtinguts eren bons.

3.5.2. Mostra

En la prova pilot van participar, de forma voluntària, set subjectes d'entre 18 i 28 anys, amb una mitjana de $24,14 \pm 4,30$ anys d'edat.

Els criteris d'inclusió van ser: ser esportistes homes professionals o d'un nivell alt de competició (Copa Catalunya, en el cas del jugador de bàsquet, i jugant Futures, en el cas del tennis), tenir un mínim de deu anys d'experiència en l'esport respectiu, tenir compromís amb l'entrenament psicològic, ser majors de divuit anys i sentir-se sobreactivats en situacions de pressió.

Els participants van ser dividits en dos grups segons si presentaven o no experiència en imatgeria. A la Taula 1 podem veure les dades referents a la mostra.

Taula 1: Característiques dels esportistes de la prova pilot. 7A i 7B = corresponen a les dues proves que va realitzar el subjecte.

Participants	Experiència en imatgeria	Nivell/ Rànquing ATP	Edat (anys)	Pes (kg)	Talla (cm)	Procedència	Esport
Subjecte 1	Sí	Elit	28	70	187	Barcelona	Atletisme
Subjecte 2		Copa Catalunya	26	65	162	Barcelona	Bàsquet
Subjecte 3		178	25	75	177	Toronto	Tennis
Subjecte 4		36	27	74	186	Portugal	Tennis
Subjecte 5	No	-	27	70	174	Barcelona	Tennis
Subjecte 6		-	18	66	166	Mallorca	Tennis
Subjecte 7-A		-	18	67	177	Saragossa	Tennis
Subjecte 7-B		-					

Pel que fa al primer grup, va constar de quatre esportistes que utilitzen la imatgeria en la seva pràctica esportiva amb una mitjana de $26,50 \pm 1,30$ anys d'edat: un atleta d'elit internacional del Futbol Club Barcelona (29 anys, de Barcelona), un jugador de bàsquet de Copa Catalunya del

Club Bàsquet Ciutat Vella (26 anys, de Barcelona) i dos jugadors d'elit de tennis (25 anys, de Canadà i 27 anys, de Portugal).

El segon grup, format per esportistes que no utilitzen la imatgeria habitualment, va presentar una mitjana de $21,00 \pm 5,20$ anys d'edat i estava constituït per tres jugadors de tennis de l'Acadèmia Internacional Barcelona Total Tennis (27 anys, de Barcelona; 18 anys, de Mallorca; i 18 anys, de Saragossa).

Tots els participants van firmar un consentiment informat.

3.5.3. Procediment

Primerament, els esportistes seleccionats van ser contactats personalment o mitjançant els seus entrenadors, moment en el qual se'ls va explicar l'objectiu de la investigació. A cadascun dels esportistes se li van donar instruccions perquè no fes esport ni mengés ni dormís durant els 30 minuts anteriors a l'estudi i vingués amb el mòbil en mode avió o apagat per evitar distraccions. En arribar, l'esportista va seure en una cadira còmoda en un despatx tancat sense sons externs, amb llum tènue; se li va col·locar el pulsòmetre (fase de familiarització amb l'instrument), se li va explicar de nou l'objectiu de l'estudi i les seves fases, va firmar el consentiment informat i va omplir l'autoavaluació pre-imatgeria. Aquesta última va consistir en posar-se una nota sobre com estava sent la seva activació *abans*, *durant* i *després* de la seva situació de pressió respectant les característiques de cada esport (en el moment de pre-competició del Campionat de Catalunya d'atletisme o dels últims 30 segons del partit de bàsquet on l'equip es jugava el descens de categoria o l'entre punts d'un punt important del tercer set d'un partit de tennis). També va posar nota a la seva autoconfiança, motivació i concentració *abans*, *durant* i *després* de la situació de pressió.

A continuació, se li van donar instruccions per realitzar la imatgeria amb els ulls tancats, amb els sis sentits i amb perspectiva interna (com si estigués realitzant l'acció ell mateix), estar tan quiet com fos possible per evitar l'aparició d'artefactes i amb la mà dreta col·locada als abdominals (per ser més conscient de la respiració). L'esportista només estava acompanyat per la psicòloga per tal d'evitar estrès afegit i van seure en diagonal. L'enregistrament es va iniciar en quant l'esportista es va mostrar calmat (freqüència cardíaca en repòs).

Les imatgeries es van dur a terme segons la disponibilitat de l'esportista i de la psicòloga. Així mateix, cal dir que van ser individuals i utilitzant els sis sentits (vista, oïda, tacte, olfacte, gust

i cinestèsia) i tenint en compte l'autoconsciència emocional. A banda dels altres sentits més estudiats, vam incorporar la cinestèsia perquè s'ha vist que la presència de sensacions cinestèsiques durant la imatgeria augmenta la seva eficàcia (Hardy i Collow, 1999). Les instruccions de les atencions a la respiració i de les imatgeries van ser proporcionades mitjançant gravacions dutes a terme per la psicòloga amb l'objectiu d'evitar diferències de to i volum de la veu i durada de cada moment específic i de la totalitat de la imatgeria. També cal comentar que les atencions a la respiració es van dur a terme amb la música de fons *Thermal Spa (New Age Ambient Songs)* (SpaMusicCollective, 2015).

Les imatgeries es van realitzar des d'una perspectiva interna, ja que és el que més s'assembla a l'experiència real i pot estar acompanyada de sensacions cinestèsiques, pensaments i sentiments que normalment sorgeixen durant l'exercici real (Krawietz, 2012). Hardy (1997) va suggerir que una perspectiva interna és més eficaç en l'adquisició i l'acompliment de les tasques que depenen de l'anticipació i la percepció de la situació, com és el cas de les habilitats obertes en el tennis i l'hoquei. Les habilitats obertes es fan, típicament, en un entorn canviant i interactiu. A més, aquesta perspectiva produeix imatges més vívides i provoca més respostes fisiològiques (Bakker, Boschker i Chung, 1996; Hale, 1982; Hecker i Kaczor, 1988).

Els protocols de les imatgeries (atleta, jugador de bàsquet i tennistes) dutes a terme en sessions d'una hora es mostren en les Figures 3, 4 i 5.

Protocol de la prova pilot de l'atleta

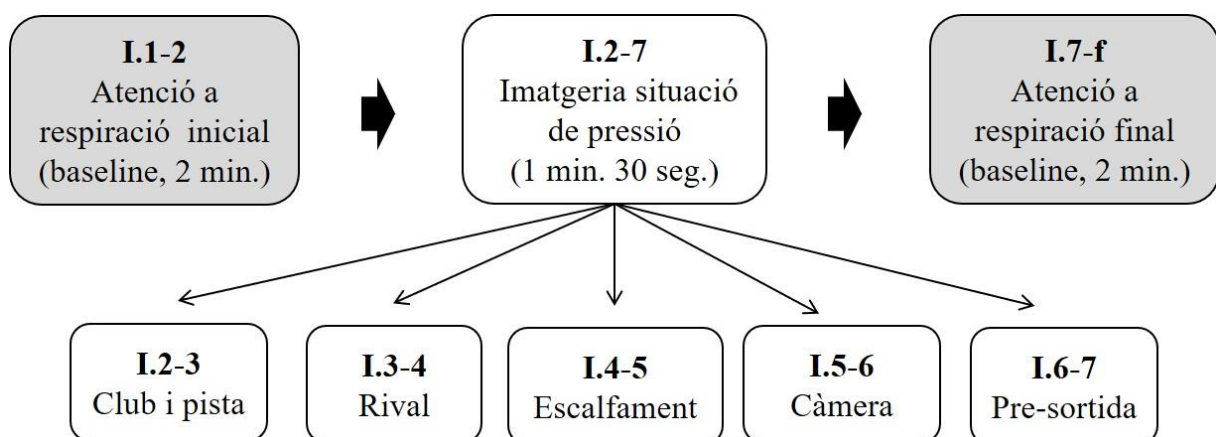


Figura 3: Protocol de la prova pilot de l'atleta. I = Interval; f = final.

Protocol de la prova pilot del jugador de bàsquet

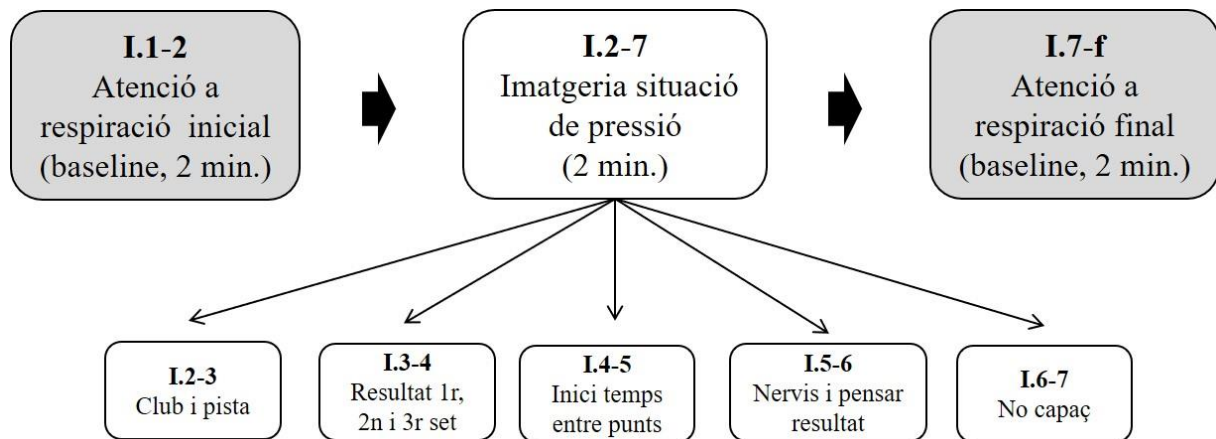


Figura 4: Protocol de la prova pilot del jugador de bàsquet. I = Interval; f = final.

Protocol de la prova pilot dels tennistes

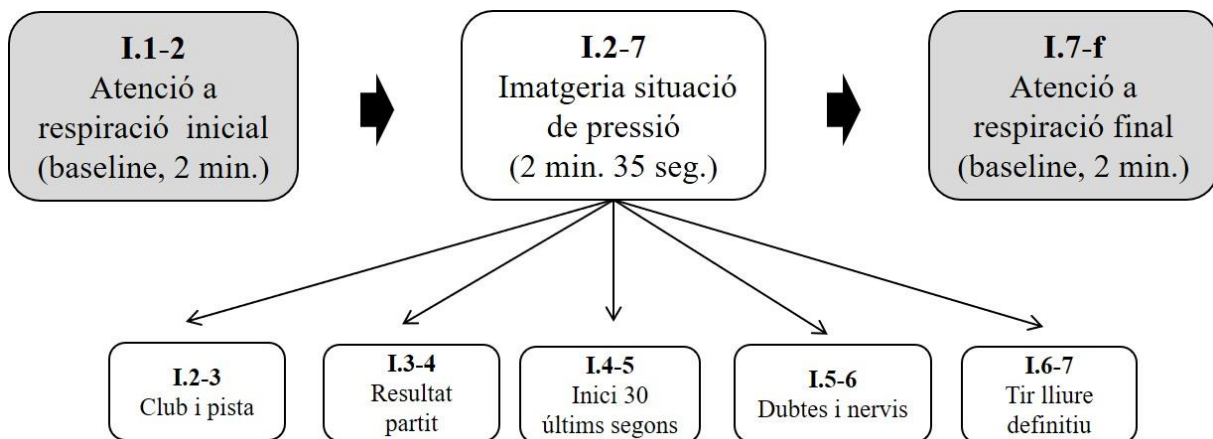


Figura 5: Protocol de la prova pilot dels tennistes. I = Interval; f = final.

La sessió es va dividir en les següents fases:

- I.1-2 Atenció a la respiració inicial (línia base):

L'esportista, assegut en una postura còmoda amb la mà als abdominals i els ulls tancats, va concentrar-se durant dos minuts inspirant pel nas, omplint els pulmons progressivament notant com s'inflaven els abdominals i els pectorals i expirant per la boca.

Les instruccions van ser:

(Marcador 1: Atenció a la respiració inicial) *Amb els ulls tancats centra la teva atenció en respirar profundament. M'agradaria que t'oblidessis de tot i que només estiguessis present aquí i ara, res més importa; tota la resta ha quedat aturat en el temps. Ara estàs aquí i voldria que dirigissis tota la teva atenció només a la teva respiració. Sigues conscient de la teva mà dreta als abdominals per sentir millor com entra i surt l'aire. Visualitza els teus pulmons i com es van omplint. Inspira profundament pel nas inflant primer els abdominals i després els pectorals. Treu l'aire a través dels teus llavis mig tancats en el mateix ordre que abans: primer els abdominals i, posteriorment, els pectorals. Nota com, cada vegada que respires profundament, et vas relaxant més. Segueix concentrat en la teva respiració. L'aire entra pel teu nas, circula omplint completament els teus pulmons i sents com surt entre els teus llavis. Ara et sents més relaxat, tranquil, notes el teu cos més lleuger.*

- I.3-7 Imatgeria de la situació de pressió:

Atleta

(Marcador 2: Club i pista) *Ara visualitza't en el Campionat de Catalunya. Imagina el club, la competició, el dia que fa, tots els detalls que t'envolten: la pista, la gent xerrant, els atletes, els sorolls, si algú et parla... les olors del lloc, els teus rivals, la teva motxilla; sents el teu cos massa actiu, tens. Arribes allà i penses que (Marcador 3: Rival) en Marc és el màxim rival, favorit per marques personals i per marca de temporada. Et sents insegur, dubtes de les teves capacitats... Només ell et ve al cap... No estàs a la sortida ni has escalfat encara, però sents el cos massa actiu, el cor accelerat, respires massa ràpidament, tens moltes ganes de demostrar a la gent i a ell el teu potencial, però cada cop et fas més petit. Saludes l'entrenador (Marcador 4: Escalfament), comences a escalfar i no pots apartar la mirada d'ell, cosa que et fa sentir cada cop més tens; envaeix el teu cap. Penses en la marca... Rodes, fas estiraments, rectes,*

abdominals, tècnica, rectes... (Marcador 5: Càmera) Et criden per a la càmera i allà només et ve la seva imatge al cap, sents que no estàs preparat i no ho podràs fer. Sents el cos tens, el cor accelerat, les cames tenses i (Marcador 6: Pre-sortida) surts cap a la pista sentint el contacte amb el terra i el teu cos totalment sobreactivat: les cames, els braços, el cor, la boca seca... I un sol pensament: «No em sento capaç, em guanyarà».

Jugador de bàsquet

(Marcador 2: Club i pista) Ara visualitza't en el partit on us jugueu el descens de categoria. Observa el dia que fa, l'hora, el club, el partit, tots els detalls que t'envolten: la pista, la gent cridant, aplaudint... els jugadors, les cares de cadascun (hi veus nervis, pressió, por, ansietat...), escoltes els sorolls, si algú et parla... les olors del lloc, els teus rivals, la banqueta, l'àrbitre; sents el teu cos massa actiu, tens. (Marcador 3: Resultat partit) Tot el partit ha estat esgotador física i psicològicament. Marcador molt ajustat, donar el 200 %, molta pressió a cada moment... marcador amunt, marcador avall... Et sents tot suat, desgastat, molt cansat... et pesa el cos de tanta pressió suportada i encara no ha acabat, tot just comença el pitjor. Aneu 68-72 a falta de (Marcador 4: Inici 30 últims segons) 30 segons per finalitzar el partit. Porteu uns últims atacs caòtics, desorganitzats, intentant cadascú resoldre el partit pel seu compte, amb individualismes i ni tu, el base, has aconseguit posar ordre. El teu entrenador demana temps mort, t'asseus a la banqueta, el cos et pesa i el cap i el cor et van a mil de l'esforç i dels nervis, et notes amarat de suor i olores la teva olor i la dels altres. T'entren dubtes de si sereu capaços i, més concretament, de si seràs capaç de dirigir l'equip cap a la victòria. L'entrenador dibuixa la jugada, la qual està pensada per acabar amb un triple teu (Marcador 5: Dubtes i nervis). Dubtes, en aquest partit no els estàs sentint gaire bé, els triples... Et sents nerviós, se t'accelera el cor en saber-ho i sents el pes de l'equip sobre les teves espatlles. No pots fallar, et dius, de tu depèn tot l'equip, la lliga, la categoria... és massa... no et sents capaç... Feu la jugada i al moment de tirar no arribes a rebre en condicions perquè el teu defensor està ben col·locat. Tot i això, reps i tires com pots. El temps es para... el cor et sortirà del pit... mires la pilota... i no va gaire ben dirigida... però entra. Esteu a un i t'acaben de xiular (Marcador 6: Tir lliure definitiu) falta a favor perquè t'ha donat amb el cos i t'ha tirat a terra. Sents la respiració curta i entretallada, amb prou feines t'entra l'aire, la boca seca, el cos que demana aturar-se... I vas cap al tir lliure. Et sents com un tronc, cansat; sents el públic embogit. Fas la teva rutina però no entra. L'àrbitre xiula temps mort a falta de dos segons: última jugada

defensiva dibuixada a la pissarra. Sortiu a la pista i defenseu pressionant, però ja no teniu temps de res. Baixeu de categoria i penseu en aquell tir lliure.

Tennistes

(Marcador 2: Club i pista) Ahora visualízate jugando un partido. Estás en el club, en un torneo importante, fíjate en todos los detalles que te rodean: el día que hace, la pista, la gente charlando, tu entrenador hablándote sobre el partido, los olores del lugar, tu rival, tu raquetero en la silla, tu botella... Imagínate a ti mismo habiendo apenas terminado un punto importante de un partido difícil y largo en el que (Marcador 3: Resultat 1r, 2n i 3r set) has ganado el primer set 6-4, has perdido el segundo set 5-7 y en el tercero has hecho 1-0, 1-1, 2-1, 3-1 rompiéndole el servicio al rival, 4-1, 5-1, 5-2 te rompen el servicio, entonces empiezas a sentir nervios pensando que quizás te remontará... Sientes el cuerpo tenso, más pesado y lento... la boca seca... empiezas a sudar... y se acaba haciendo realidad... 5-3, te pones más nervioso, te rompen el servicio y es 5-4, se pone 5-5. Acaba de suceder lo que tanto temías: que te remontara. Vas 30-40 con servicio del rival. Ahora comienza el tiempo entre puntos (Marcador 4: Inici temps entre punts). Acabas de terminar el punto y tienes unos segundos para hacer lo que normalmente haces antes de empezar el siguiente punto en esta situación, tu rutina. El resultado está muy igualado y te sientes francamente nervioso (Marcador 5: Nervis i pensar en resultat). Empiezas a pensar en el resultado y que este juego es definitivo para determinar el set. El corazón se te acelera, notas tus pulsaciones, la boca seca, el sudor en tus manos y gotas de sudor cayendo por tu frente... El cuerpo se te tensa, las piernas te tiemblan y te sientes como un tronco. No te ves capaz (Marcador 6: No capaç), no podrás, con esta tensión nadie puede jugar... Piensas que no podrás meter una dentro. No te sientes capaz, estás demasiado agarrotado. Te diriges hacia tu posición para restar.

- I.7-f. Atenció a la respiració final (línia base):

L'esportista, assegut en una postura còmoda, va concentrar-se durant dos minuts en l'aire entrant pel nas, omplint els pulmons progressivament notant com s'inflen els abdominals i els pectorals i deixant-lo sortir per la boca.

Les instruccions van ser:

(Marcador 7: Atenció a la respiració final) *Amb els ulls tancats, centra la teva atenció en respirar profundament. M'agradaria que t'oblidessis de tot i que només estiguessis present aquí i ara, res més importa; tota la resta ha quedat aturat en el temps. Ara estàs aquí i voldria que dirigissis tota la teva atenció només a la teva respiració. Sigues conscient de la teva mà dreta als abdominals per sentir millor com entra i surt l'aire. Visualitza els teus pulmons i com es van omplint. Inspira profundament pel nas inflant primer els abdominals i després els pectorals. Treu l'aire a través dels teus llavis mig tancats en el mateix ordre que abans: primer els abdominals i, posteriorment, els pectorals. Nota com, cada vegada que respires profundament, et vas relaxant més. Segueix concentrat en la teva respiració. L'aire entra pel teu nas, circula omplint completament els teus pulmons i sents com surt entre els teus llavis. Ara et sents més relaxat, tranquil, notes el teu cos més lleuger.*

En acabar la imatge, tots els esportistes van omplir l'autoavaluació post-imatge i van donar *feedback* a la psicòloga sobre l'experiència. Això va consistir en posar nota a la seva activació en els moments *abans, durant* i *després* de la situació de pressió, així com a la seva autoconfiança, motivació i concentració *abans, durant* i *després*, per tal de veure interrelacions (és el que anomenem monitorització subjectiva) i expressar com va anar la vivència. Per últim, cada esportista va puntuar la realitat de la imatge.

3.5.4. Anàlisi estadística

Pel que fa a l'**anàlisi de la freqüència cardíaca**, totes les variables analitzades feien referència a la freqüència cardíaca mitjana, la freqüència cardíaca màxima i la freqüència cardíaca mínima.

Les freqüències cardíques es van recollir en els diferents intervals (o fases) de la imatge. Aquestes freqüències cardíques van ser mesurades en els següents intervals:

- I.1-2: Atenció a la respiració inicial
- I.2-3: Club i pista
- I.3-4: Rival/Resultat partit/Resultat 1r, 2n i 3r set
- I.4-5: Escalfament/Inici 30 últims segons/Inici temps entre punts
- I.5-6: Càmera/Dubtes i nervis/Nervis i pensar en resultat
- I.6-7: Pre-sortida/Tir lliure definitiu/No capaç
- I.7-8: Atenció a la respiració final

També es va generar una nova variable per tal d'agrupar els intervals 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 i 6-7 en l'interval 2-7.

Es van calcular les mitjanes, les desviacions típiques, els valors màxims i mínims i els percentatges d'increment de la freqüència cardíaca de cada interval utilitzant l'Excel 2016 per a Windows.

3.5.5. Resultats

A la Taula 2 es presenta la freqüència cardíaca per a cada marcador, tant de les atencions a la respiració com de les imatgeries, i a la Taula 3 es mostren els percentatges d'increment de la freqüència cardíaca.

Taula 2: Freqüència cardíaca dels esportistes. I = Interval; f = final; jug = jugador; 7A i 7B = correspon a les dues proves que va realitzar el subjecte.

		I.1-2 tennistes: Atenció a la respiració inicial			I.2-3 tennistes: Club i pista			I.3-4 tennistes: Resultat 1r, 2n i 3r set			I.4-5 tennistes: Inici temps entre punts			I.5-6 tennistes: Nervis i pensar resultat			I.6-7 tennistes: No capaç			I.7-f tennistes: Atenció a la respiració final		
		I.1-2 atleta: Atenció a la respiració inicial			I.2-3 atleta: Club i pista			I.3-4 atleta: Rival			I.4-5 atleta: Escalfament			I.5-6 atleta: Càmera			I.6-7 atleta: Pre-sortida			I.7-f atleta: Atenció a la respiració final		
		I.1-2 jug. bàsquet: Atenció a la respiració inicial			I.2-3 jug. bàsquet: Club i pista			I.3-4 jug. bàsquet: Resultat partit			I.4-5 jug. bàsquet: Inici 30 últims segons			I.5-6 jug. bàsquet: Dubtes i nervis			I.6-7 jug. bàsquet: Tir lliure definitiu			I.7-f jug. bàsquet: Atenció a la respiració final		
		\bar{x}	Màx	Mín	\bar{x}	Màx	Mín	\bar{x}	Màx	Mín	\bar{x}	Màx	Mín	\bar{x}	Màx	Mín	\bar{x}	Màx	Mín	\bar{x}	Màx	Mín
Experiència en imatgeria	Subjecte 1	63	77	52	69	84	58	65	74	56	64	76	52	61	70	47	60	69	47	61	80	49
	Subjecte 2	55	69	44	70	88	52	71	77	64	62	67	57	65	71	61	64	69	59	54	69	42
	Subjecte 3	67	81	54	71	81	58	76	82	72	78	86	70	75	80	69	73	78	68	68	81	56
	Subjecte 4	50	67	42	54	64	47	56	67	47	60	67	54	57	65	50	52	55	50	52	71	41
No experiència en imatgeria	Subjecte 5	56	78	45	65	72	55	64	75	56	60	65	55	63	69	56	60	69	55	60	75	44
	Subjecte 6	64	81	39	66	86	59	66	83	56	69	77	60	66	79	53	60	68	54	67	85	53
	Subjecte 7-A	55	79	36	49	75	40	52	77	35	56	74	40	52	78	36	46	73	34	51	77	35
	Subjecte 7-B	51	68	39	54	67	42	55	68	45	58	68	47	54	67	43	52	67	43	46	54	41
MITJANA		58	75	44	62	77	51	63	75	54	63	73	54	62	72	52	58	69	51	57	74	45
DESV. TÍPICA		6	6	6	9	9	8	8	6	12	7	7	9	7	6	10	8	7	10	8	10	7

Taula 3: Percentatges d'increment de la freqüència cardíaca dels esportistes (Intervals 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 i 6-7 agrupats en 2-7). I = Interval; 7A i 7B = correspon a les dues proves que va realitzar el subjecte.

		I.1-2 vs. 2-7	I.1-2 vs. 3-4	I.1-2 vs. 4-5	I.1-2 vs. 2-7	I.1-2 vs. 3-4	I.1-2 vs. 4-5	I.1-2 vs. 2-7	I.1-2 vs. 3-4	I.1-2 vs. 4-5
		Mitjana			Màxim			Mínim		
Experiència en imatgeria	Subjecte 1	1 %	3 %	2 %	-3 %	-4 %	-1 %	0 %	8 %	0 %
	Subjecte 2	21 %	29 %	13 %	8 %	12 %	-3 %	33 %	45 %	30 %
	Subjecte 3	11 %	13 %	16 %	0 %	1 %	6 %	25 %	33 %	30 %
	Subjecte 4	12 %	12 %	20 %	-5 %	0 %	0 %	18 %	12 %	29 %
No experiència en imatgeria	Subjecte 5	11 %	14 %	7 %	-10 %	-4 %	-17 %	23 %	24 %	22 %
	Subjecte 6	2 %	3 %	8 %	-3 %	2 %	-5 %	45 %	44 %	54 %
	Subjecte 7-A	-7 %	-5 %	2 %	-5 %	-3 %	-6 %	3 %	-3 %	11 %
	Subjecte 7-B	7 %	8 %	14 %	-1 %	0 %	0 %	13 %	15 %	21 %
MITJANA		7 %	10 %	10 %	-2 %	1 %	-3 %	20 %	22 %	24 %
DESV. TÍPICA		9 %	10 %	7 %	5 %	5 %	7 %	15 %	17 %	16 %

Pel que fa al Subjecte 1, marxava el dia següent a l'estranger i no tornava en un mínim de nou mesos, fet que possiblement li va generar cert estrès i falta de concentració, raons que poden explicar que no sortissin els resultats esperats, ja que és l'únic cas que, tot i ser d'elit i utilitzar la imatgeria en la seva pràctica esportiva diària, va presentar només un petit augment de la freqüència cardíaca al principi de la imatgeria de la situació de pressió quan el vam posar en situació parlant-li del club i la pista (I.2-3), però va disminuir després progressivament.

La mateixa setmana es va avaluar el Subjecte 2, que utilitza la imatgeria en la seva pràctica esportiva. En aquest cas, sí que es va incrementar la freqüència cardíaca marcadament en parlar-li del club i la pista (I.2-3). A més a més, també ho va fer durant tota la situació de pressió (I.2-7) i, més concretament, en el resultat del partit (I.3-4) reflectint un 21 % i 29 % d'augment respectivament, fet que va coincidir amb que l'esportista assegurés que li havia anat molt bé. Va explicar que el fet de tenir instruccions l'havia ajudat a imaginar millor. Arran del seu *feedback* ens vam plantejar com a objectiu per les altres proves: eliminar les interferències auditives (soroll de cotxes), deixar més temps per realitzar la imatgeria de cada cosa i posar l'àudio a l'ordinador en comptes del mòbil.

Posteriorment, es van avaluar els subjectes 5 i 6, que no utilitzen la imatgeria en la seva pràctica esportiva. La freqüència cardíaca del primer (Subjecte 5) també va augmentar en parlar-li sobre el club i la pista (I.2-3). A més, en el resultat del partit (I.3-4) va presentar un increment del 14 %. En el seu *feedback* va dir que notava que li costava sobreactivar-se després d'haver-se relaxat. Aquesta informació es va tenir en compte per preguntar en les següents proves si els passava igual als altres i replantejar el protocol de l'estudi. A més a més, en observar els resultats també es va veure la importància de remarcar que el moment de màxima tensió és l'entre punts, per tal de controlar les expectatives dels participants. En el cas del Subjecte 6, només va aconseguir incrementar molt feblement la freqüència cardíaca en la situació de pressió durant el temps entre punts, (I.4-5) amb una pujada del 8 %, tot i que va comentar que li va agradar molt i ho va sentir real. No obstant, va dir que li ajudaria que hi haguessin aspectes més individuals que el pressionessin a ell (se li va comentar que s'havia fet un disseny aplicat i útil per a tots, ja que hi ha moltes diferències si ens fixem en detalls individuals: en una situació concreta a un esportista potser aquells detalls el posaran nerviós, mentre que a un altre potser li donaran seguretat). No obstant, es van afegir més detalls generals i es va utilitzar el comentari per remarcar en les instruccions que utilitzessin tants detalls individuals com poguessin per aconseguir unes imatgeries més reals.

El següent estudi va ser amb el Subjecte 7, que tampoc utilitza la imatgeria en la seva pràctica esportiva i amb el qual es van fer dues proves per analitzar unes variables del protocol. Durant la primera prova, amb el mateix protocol utilitzat pels altres casos (Subjecte 7-A), va incrementar molt feblement les pulsacions en la situació de màxima pressió, l'inici del temps entre punts, (I.4-5) i inclús van ser més baixes durant tota la situació de pressió en comparació amb la fase d'atenció a la respiració. Creiem que el motiu va ser que es va posar pressió per fer-ho bé i perquè últimament reaccionava relaxant-se massa davant les situacions de pressió. Va comentar que necessitava més temps per realitzar la imatgeria i sobreactivar-se, que li costava alterar-se després d'haver-se relaxat; que estaria bé poder incorporar detalls individuals (com a l'anterior subjecte, se li va explicar la necessitat que fossin les mateixes instruccions per a tots per tal de poder comparar els subjectes) i també va exposar que potser la imatgeria d'un record li provocaria més alteració que una situació creada per realitzar la imatgeria, ja que la primera va lligada a emocions; però, després, reflexionant-hi, va dir que triaria la mateixa situació de pressió.

És per això que amb aquest mateix subjecte es va fer una segona prova (Subjecte 7-B) per veure si amb menys temps d'atenció a la respiració s'aconseguia augmentar la freqüència cardíaca, i es van reduir les atencions a la respiració inicials i finals a 30 segons. En aquest cas, les pulsacions van augmentar en el temps entre punts (I.4-5), amb un increment del 14 %, però va dir que el temps d'atenció a la respiració no era suficient («venen altres pensaments»). Aquesta segona prova del mateix subjecte va servir per respondre als dubtes sorgits arrel del seu *feedback* i confirmava l'adequat disseny inicial, tant pel que fa a la situació de pressió com al temps d'atenció a la respiració. No obstant, es van gravar nous àudios deixant més silencis en les atencions a la respiració, afegint detalls en la imatgeria de la situació de pressió i un to i volum més marcats per accentuar la vivència de la pressió i generar, així, més tensió.

A continuació, el Subjecte 3 va aconseguir incrementar les pulsacions, sobretot en el temps entre punts (I.4-5), amb una pujada del 16 %. Va comentar que li va anar bé la prova, que es va imaginar una situació semblant que és on més pressió havia sentit en tota la seva carrera esportiva. També va exposar que es podria afegir tensió comentant que «el temps se t'està acabant» i recordant que «has de jugar un punt de *break* ara», «què pensaran els de fora», «passarà el mateix, un altre cop l'entrenador em dirà... quina llàstima una altra vegada em passarà...».

Finalment, el Subjecte 4 també va aconseguir augmentar la freqüència cardíaca, sobretot en el temps entre punts (I. 4-5), amb un increment del 20 %. El tennista va dir que estava bé, però

que «seria millor que en comptes de restant, en aquell punt li toqués sacar, ja que llavors estarien a punt de fer-li un punt de *break* i l'altre ja tindria de cara poder tancar el set i guanyar el partit, la qual cosa genera més estrès». Després d'aquestes dues últimes proves es va decidir refer l'àudio de la situació de pressió afegint els canvis que aquests esportistes van aportar, ja que van ser contrastats amb altres tennistes i entrenadors i tots van estar d'acord. El fet d'escollir que el punt fos restant va ser perquè el criteri triat era que en el servei es té més confiança (criteri tècnic de confiança); però donada la situació, tenint en compte també el criteri tàctic que qui saca té més probabilitats de guanyar el punt, és molt cert que es genera més pressió si s'està sacant i perdent, jugant-se un punt de *break*. També, a partir del procés dut a terme en la prova pilot, es va decidir preguntar per tal de millorar el *feedback*: «Has aconseguit estar concentrat en tot moment seguint les instruccions? Hi ha hagut algun moment que t'hagis distret o hagis tingut algun pensament extern a l'atenció a la respiració o la imatge? T'has basat en algun record per tal de fer la imatge? T'has imaginat alguna pista o rival concrets?». Finalment, es van afegir dos nous marcadors per determinar el moment on comencen els últims 20 segons de les atencions a la respiració per poder obtenir la línia de base (J. G. Cremades et al., 2010).

A partir dels resultats descrits, observem que en tots els casos hi ha hagut un increment de la freqüència cardíaca en la situació de pressió, però apareixen diferències en el grau d'increment segons subjecte. Quant a les mitjanes totals, observem que hi ha un petit augment del 10 % a nivell general durant el coneixement del resultat (I.3-4). També cal destacar que cinc dels subjectes han presentat l'increment de la freqüència cardíaca sobretot en el temps entre punts (I.4-5), mentre que la resta ho ha fet a l'introduir la situació de pressió parlant del club i de la pista (I.1-2).

3.5.6. Consideracions finals

A partir de la prova pilot realitzada, vam poder concloure que en els esportistes de nivell més alt i que utilitzen la imatge en la seva pràctica diària es va advertir un augment de la freqüència cardíaca durant la imatge de la situació que genera malestar. No obstant, en els de menor nivell i que no utilitzen la imatge, també va existir un increment, tot i que va ser menor. La causa d'aquest fet podria ser que els primers estan més acostumats a utilitzar la imatge en el seu dia a dia, disposen de més experiència (per nivell i edat) i probablement, en conseqüència, més autonomia que els possibilita afegir més detalls personals a la imatge per posar-se en situació i sentir millor la pressió. Els de menor nivell i que no utilitzen la imatge,

en canvi, van manifestar la necessitat de que les instruccions incloguessin els detalls que ells necessiten per sentir més pressió i poder-ho imaginar millor; per tant, mostraven menys autonomia en la creació d'imatgeria pròpia.

La prova pilot va permetre dur a terme un perfeccionament del protocol i les instruccions de l'estudi, millorant-lo a partir de petits detalls com el moment just de major pressió, pensaments que fan pujar la pressió, el to i el volum de les instruccions de la situació de pressió... Cada detall extret dels resultats i del *feedback* va possibilitar que el disseny tingués una evolució constructiva i satisfactòria ajustada als esportistes per tal de poder recrear la situació de pressió en la ment i, a partir d'aquí, aprendre com gestionar-la, tant fora de pista (Estudi 2-A) com dins de pista (Estudi 2-B).

3.6. ESTUDI 1

3.6.1. Introducció

Un cop observat l'assoliment de l'increment de la freqüència cardíaca en la imatgeria de la situació de pressió en la prova pilot, el següent pas en la tesi consisteix a analitzar si es produeix aquest mateix increment comparant una imatgeria d'una situació neutra amb una de pressió. És per això que l'Estudi 1 consta de dues parts, que corresponen respectivament a la imatgeria d'una situació neutra (Estudi 1-A) i a la d'una de pressió (Estudi 1-B).

L'objectiu de l'Estudi 1-A va ser monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació neutra a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en tennistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

L'objectiu de l'Estudi 1-B va ser monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en tennistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

Així mateix, l'Estudi 1 tenia l'objectiu de comparar la imatgeria d'una situació neutra (Estudi 1-A) amb la imatgeria d'una situació de pressió (Estudi 1-B) per tal de determinar si els canvis observats en la situació de pressió són generats per aquesta i no es produeixen les mateixes alteracions quan es tracta de realitzar una imatgeria d'una situació neutra.

3.6.2. Mostra

Van ser contactats 86 tennistes professionals, dels quals 31 van mostrar-se inicialment interessats. Finalment, per disponibilitat i interès, van participar de forma voluntària setze tennistes d'entre 18 i 27 anys de diferents nacionalitats, clubs esportius i acadèmies de tennis, amb rànquings ATP entre el 225 i el 2038; les mitjanes eren de $21,13 \pm 2,73$ anys d'edat i de $15,25 \pm 2,74$ anys d'experiència en el tennis.

Per tal de formar part de la mostra, els criteris d'inclusió van ser: ser tennistes professionals, homes, dretans, tenir punts ATP, ser majors de divuit anys, tenir un mínim de deu anys d'experiència en el tennis, expressar compromís amb l'entrenament psicològic, tenir confiança en l'execució del seu primer servei (no els crea pressió, estrès, nervis o ansietat) i sentir-se sobreactivats en situacions de pressió durant els partits de tennis.

Els participants es van distribuir en dos grups segons si presentaven o no experiència en imatgeria. A la Taula 4 podem veure les dades referents a la mostra.

Taula 4: Característiques dels tennistes de l'Estudi 1. 10-A i 10-B = corresponen a les dues proves que va realitzar el subjecte.

Participants	Experiència en imatgeria	Rànquing ATP	Edat (anys)	Pes (kg)	Talla (cm)	Anys d'experiència en el tennis	Procedència
Subjecte 1		452	24	76	184	13	Castelló de la Plana, València
Subjecte 2		1765	18	77	190	14	Barcelona
Subjecte 3		1508	22	68	175	15	Torre Pacheco, Murcia
Subjecte 6		337	22	78	186	18	Córdoba (Argentina)
Subjecte 7		225	27	76	185	19	Barcelona
Subjecte 9	Sí	2038	18	77	180	12	Palma de Mallorca
Subjecte 10-A							
Subjecte 10-B		460	20	80	181	13	Itajai, Brasil
Subjecte 11		351	21	72	182	16	Vallirana
Subjecte 15		1104	20	87	198	18	Chascomus, Argentina
Subjecte 16		1267	19	68	170	12	Trujillo alto, Puerto Rico
Subjecte 4		1765	18	76	185	13	Roses
Subjecte 5		1194	20	81	187	14	Tortosa
Subjecte 8		165	26	75	180	20	Madrid
Subjecte 12	No	488	19	79	180	12	Itajai, Brasil
Subjecte 13		867	22	85	198	18	Tarragona
Subjecte 14		572	22	84	190	17	Reus

Pel que fa al primer grup, estava integrat per deu tennistes que utilitzen habitualment la imatgeria en la seva pràctica esportiva, de rànquings ATP entre el 225 i el 2038, amb unes mitjanes de $21,10 \pm 2,81$ anys d'edat i de $15,00 \pm 2,62$ anys d'experiència en el tennis. Cal dir que el Subjecte 10 va realitzar les imatgeries dues vegades (A i B) degut a un problema tècnic en el senyal EEG. El segon grup estava format per sis tennistes que no utilitzen la imatgeria habitualment, de rànquings ATP entre el 165 i el 1765 i amb unes mitjanes de $21,17 \pm 2,86$ anys d'edat i de $15,67 \pm 3,14$ anys d'experiència en el tennis. Cal comentar que no s'esmenta el seu club esportiu o acadèmia per tal de garantir la seva confidencialitat. Tots els participants van signar un consentiment informat.

3.6.3. Procediment

Primerament, els tennistes que complien els criteris d'inclusió van ser contactats personalment, moment en el qual se'ls va explicar els objectius de la investigació. A cadascun se li van donar instruccions perquè no fes esport ni mengés ni dormís durant els 30 minuts anteriors a l'estudi i vingués amb el mòbil en mode avió o apagat per evitar distraccions. En arribar el tennista, se'l va fer seure en una cadira còmoda d'un despatx tancat sense sons externs i amb llum tènue (majoritàriament, en el club de cada tennista i alguns en un despatx durant un torneig o en un despatx de l'INEFC); a continuació se li va col·locar l'EEG i el pulsòmetre (fase de familiarització amb els instruments), se li van explicar de nou els objectius de l'Estudi 1-A i 1-B i les seves fases i va firmar el consentiment informat. De manera alternada, els tennistes van realitzar en una mateixa sessió d'una hora l'Estudi 1-A i l'1-B seguint el procediment corresponent a cadascun.

El tennista va omplir l'autoavaluació pre-imatgeria. Aquesta consistia en posar-se una nota sobre com estava sent la seva activació *abans*, *durant* i *després* de la situació de pressió (l'entre punts d'un punt important del tercer set d'un partit de tennis). També va posar nota a la seva autoconfiança, motivació i concentració *abans*, *durant* i *després* de la situació de pressió. Posteriorment, se li van recordar les fases de l'estudi que realitzaria a continuació (1-A o 1-B) i se li van donar instruccions per realitzar la imatgeria amb els ulls tancats, amb els sis sentits, amb perspectiva interna, amb el màxim de detalls personals de pressió, estar tan quiet com li fos possible per evitar l'aparició d'artefactes en el senyal i amb la mà dreta als abdominals (per ser més conscient de la respiració). El tennista només estava acompanyat de la psicòloga per tal d'evitar estrès afegit i van seure en diagonal. L'enregistrament es va iniciar quan el tennista es va mostrar calmat, per tant, enregistrant la freqüència cardíaca en repòs.

Les imatgeries es van dur a terme segons la disponibilitat del participant i de la psicòloga seguint el mateix procediment realitzat a la prova pilot (veure pàgines 69 i 70).

Els protocols dels Estudis 1 i 2 estan basats en l'estructura general del VMBR (*Visuo Motor Behavioral Rehearsal*), el qual inclou una fase inicial d'atenció a la respiració, la imatgeria de l'acció esportiva durant una situació específica estressant i posar en pràctica les tècniques psicològiques apreses durant la simulació de la situació estressant (Hall i Erffmeyer, 1983; Weinberg, Seabourne i Jackson, 1981). El VMBR és considerat quelcom més que imaginar, és tracta d'una còpia ben controlada de l'experiència, un tipus de pensament corporal similar a la il·lusió poderosa de certs somnis a la nit (Suinn, 1972). S'ha demostrat que el VMBR augmenta

el rendiment, tant en estudis de casos (Lane, 1980; Suinn, 1972) com en investigacions experimentals (Hall i Erffmeyer, 1983; Noel, 1980; Weinberg et al., 1981). A més, Weinberg, Seabourne i Jackson (1987) van veure que l'atenció a la respiració abans de la imaginació produïa una millor execució de la imatgeria. J. G. Cremades (2016) va observar que abans de la imatgeria cinestèsica són millors les instruccions auditives que les instruccions visuals (*neurofeedback*); en les primeres els valors d'alfa baixa (8-10 Hz) són més alts en l'hemisferi dret i més alts també tant en alfa baixa (8-10 Hz) com alta (11-13 Hz) en la regió temporal dreta. El protocol de les imatgeries de l'Estudi 1 es mostren en les Figures 6 i 7.

Protocol de l'Estudi 1-A

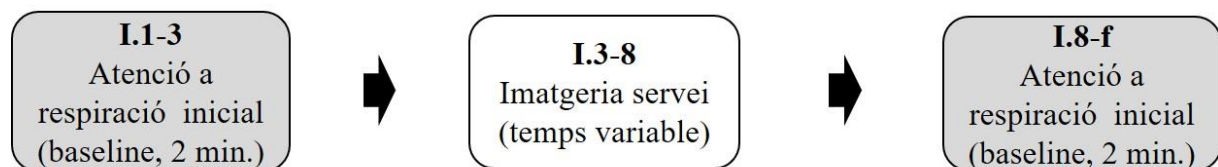


Figura 6: Protocol de l'Estudi 1-A. I = Interval; f = final.

Protocol de l'Estudi 1-B

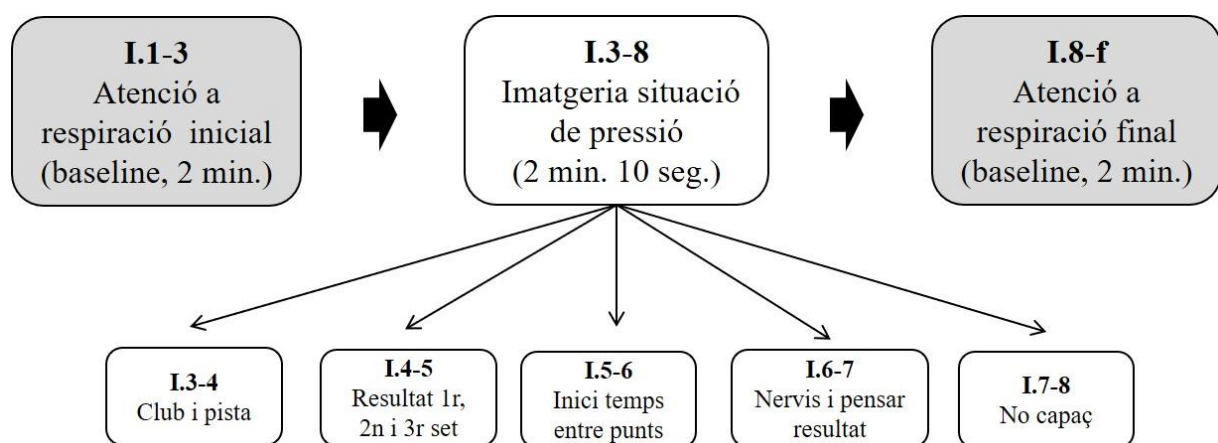


Figura 7: Protocol de l'Estudi 1-B. I = Interval; f = final.

- I.1-3 Atenció a la respiració inicial (línia base):

El tennista, assegut en una postura còmoda, va concentrar-se durant dos minuts en l'aire entrant pel nas, omplint els pulmons progressivament, notant com s'inflen els abdominals i els pectorals i sortint per la boca. Una part de la línia base que es va agafar va correspondre als últims vint segons (J. G. Cremades et al., 2010).

Les instruccions van ser:

(Marcador 1: Atenció a la respiració inicial) *Con los ojos cerrados, centra tu atención en respirar profundamente. Me gustaría que te olvidases de todo y que solo estés presente aquí y ahora, nada más importa; todo lo demás ha quedado parado en el tiempo. Ahora estás aquí y quisiera que dirigieses toda tu atención solo a tu respiración. Sé consciente de tu mano derecha en los abdominales para sentir mejor cómo entra y sale el aire. Visualiza tus pulmones y cómo se van llenando. Inspira profundamente por la nariz hinchando primero los abdominales y después los pectorales. Saca el aire a través de tus labios semicerrados en el mismo orden que antes: primero los abdominales y, posteriormente, los pectorales. (Silenci escoltant música i amb l'atenció centrada en la respiració). Nota cómo, cada vez que respiras profundamente, te vas relajando más. Sigue concentrado en tu respiración. El aire entra por tu nariz, circula llenando completamente tus pulmones y sientes cómo sale entre tus labios. (Silenci escoltant música i amb l'atenció centrada en la respiració). Ahora te sientes más relajado, tranquilo, notas tu cuerpo más ligero (Marcador 2: 20 segons). (Silenci escoltant música i amb l'atenció centrada en la respiració).*

- I.3-8 Imatgeria del servei (Estudi 1-A):

Aquesta fase va consistir en la imatgeria del propi servei del tennista.

Les instruccions van ser:

(Marcador 3: 1r servei) *Visualízate en la pista de entrenamiento con tus propios ojos, como si realmente estuvieras allí, yendo a sacar realizando tu rutina.*

- I.3-8 Imatgeria de la situació de pressió (Estudi 1-B):

Aquesta fase va consistir en la imatgeria de la situació de pressió *abans, durant i després* de l'entre punts d'un punt important del tercer set d'un partit de tennis.

Les instruccions van ser:

(Marcador 3: Club i pista) *Ahora, visualízate jugando un partido. Estás en el club, en un torneo importante, fíjate en todos los detalles que te rodean: el día que hace, la pista, la gente charlando, tu entrenador hablándote sobre el partido, los olores del lugar, tu rival, tu raquetero en la silla, tu botella y tú con tu raqueta; sientes en la mano su tacto y peso. Imagínate a ti mismo habiendo apenas terminado un punto importante de un partido difícil y largo en el que* (Marcador 4: Resultat 1r, 2n i 3r set) *has ganado el primer set 6-4, has perdido el segundo set 5-7 y en el tercero has hecho 1-0, 1-1, 2-1, 3-1 rompiéndole el servicio al rival, 4-1, 5-1, 5-2 te rompen el servicio, entonces empiezas a sentir nervios pensando que quizás te remontará... Sientes el cuerpo tenso, más pesado y lento... la boca seca... empiezas a sudar... y se acaba haciendo realidad... 5-3, te pones más nervioso, te rompen el servicio y es 5-4, se pone 5-5. Acaba de suceder lo que tanto temías: que te remontara. Vas 30-40 sacando. Ahora comienza el tiempo entre puntos* (Marcador 5: Inici temps entre punts). *Acabas de terminar el punto y tienes unos segundos para hacer lo que normalmente haces antes de empezar el siguiente punto en esta situación, tu rutina. El resultado está muy igualado y te sientes francamente nervioso* (Marcador 6: Nervis i pensar en resultat). *Empiezas a pensar en el resultado y en que este juego es definitivo para determinar el set. Piensas que de nuevo te pasará lo mismo que otras veces: de nuevo te remontarán. Qué pensarán los de fuera... qué dirán... Otra vez el entrenador te recriminará lo mismo... Sientes clarísimamente que te va a volver a pasar... El tiempo se te acaba, tienes que jugar ahora el punto de break; el corazón se te acelera, notas tus pulsaciones, la boca seca, el sudor en tus manos y gotas de sudor cayendo por tu frente, cuello, brazos, espalda... El cuerpo se te tensa, las piernas te tiemblan y te sientes como un tronco. No te ves capaz* (Marcador 7: No capaç), *no podrás, con esta tensión nadie puede jugar... Piensas que no podrás meter una dentro. No te sientes capaz, estás demasiado agarrotado. Te diriges a sacar* (Silenci).

- I.8-f Atenció a la respiració final (línia base):

El tennista, assegut en una postura còmoda, es va concentrar durant dos minuts en l'aire entrant pel nas, omplint els pulmons progressivament notant com s'inflen els abdominals i els pectorals i sortint per la boca. Una part de la línia base que es va agafar va correspondre als últims vint segons (J. G. Cremades et al., 2010).

Les instruccions van ser:

(Marcador 8: Atenció a la respiració final) *Con los ojos cerrados, centra tu atención en respirar profundamente. Me gustaría que te olvidases de todo y que solo estés presente aquí y ahora,*

nada más importa; todo lo demás ha quedado parado en el tiempo. Ahora estás aquí y quisiera que dirigieses toda tu atención solo a tu respiración. Sé consciente de tu mano derecha en los abdominales para sentir mejor cómo entra y sale el aire. Visualiza tus pulmones y cómo se van llenando. Inspira profundamente por la nariz hinchando primero los abdominales y después los pectorales. Saca el aire a través de tus labios semicerrados en el mismo orden que antes: primero los abdominales y, posteriormente, los pectorales. (Silenci escoltant música i amb l'atenció centrada en la respiració). Nota cómo, cada vez que respiras profundamente, te vas relajando más. Sigue concentrado en tu respiración. El aire entra por tu nariz, circula llenando completamente tus pulmones y sientes cómo sale entre tus labios. (Silenci escoltant música i amb l'atenció centrada en la respiració). Ahora te sientes más relajado, tranquilo, notas tu cuerpo más ligero (Marcador 2: 20 segons). (Silenci escoltant música i amb l'atenció centrada en la respiració).

Finalment, en acabar la imatgeria dels Estudis 1-A i 1-B, el tennista va omplir l'autoavaluació post-imatgeria i va donar *feedback* a la psicòloga sobre l'experiència. Això va consistir en posar nota a la seva activació en la situació *abans*, *durant* i *després* de la situació de pressió, així com també a la seva autoconfiança, motivació i concentració *abans*, *durant* i *després*, per tal de detectar interrelacions (és el que anomenem «monitorització subjectiva»); i també va expressar com havia anat la vivència (per tenir informació extra que confirmi allò expressat amb els números).

Per últim, cadascun dels participants va puntuar la realitat de la imatgeria.

3.6.4. Anàlisi estadística

L'Estudi 1 va analitzar la freqüència cardíaca, les ones cerebrals, l'entropia i els registres subjectius en els diferents intervals de la imatgeria.

Estudi 1-A

- I.1-2: Atenció a la respiració inicial.
- I.2-3: 20 últims segons de l'atenció a la respiració inicial.
- I.3-8: 1r servei.
- I.8-9: Atenció a la respiració final.
- I.9-final: 20 últims segons de l'atenció a la respiració final.

Estudi 1-B

- I.1-2: Atenció a la respiració inicial.
- I.2-3: 20 últims segons de l'atenció a la respiració inicial.
- I.3-4: Club i pista.
- I.4-5: Resultat 1r, 2n i 3r set.
- I.5-6: Inici temps entre punts.
- I.6-7: Nervis i pensar en resultat.
- I.7-8: No capaç.
- I.8-9: Atenció a la respiració final.
- I.9-final: 20 últims segons de l'atenció a la respiració final.

La lectura, gestió i validació de la base de dades va ser realitzada amb el *software* R versió 3.5.0 (2018-04-23)¹. Així mateix, es va fer una validació de la consistència interna de les variables de la base de dades així com dels valors fora de rang i valors faltants per tal d'assegurar-ne totalment la fiabilitat. Un cop finalitzat el procés de validació, es va tancar la base de dades.

En tots els models i proves estadístiques les decisions estadístiques es van dur a terme prenent com a nivell de significació el valor 0,05. No obstant, un 10 % es considera que marca tendència i, per tant, també s'ha tingut en compte en els resultats de l'anàlisi estadística.

Freqüència cardíaca

Per a l'**anàlisi de la freqüència cardíaca** es van utilitzar dues bases de dades en format Excel.

En l'Estudi 1-A es van generar noves variables per tal d'agrupar els intervals inicials i finals: agrupació dels intervals inicials 1-2 i 2-3 en l'interval 1-3 i dels intervals 8-9 i 9-final en l'interval 8-final.

¹ R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available online at <https://www.R-project.org/>.

En l'Estudi 1-B també es van generar noves variables per tal d'agrupar els intervals inicials, del mig i finals: agrupació dels intervals inicials 1-2 i 2-3 en l'interval 1-3; agrupació dels intervals finals 8-9 i 9-final en l'interval 8-final; agrupació dels intervals 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en l'interval 3-8; agrupació dels intervals 5-6, 6-7 i 7-8 en l'interval 5-8.

Es van obtenir taules resum per a totes les variables emmagatzemades seguint el procediment detallat a continuació:

Variables Quantitatives: Taula amb els estadístics de resum: N, Mitjana, Desviació Estàndard, Valors Màxim i Mínim i Interval de confiança al 95 %; per resposta i globalment i diagrama de barres per la mitjana i amb l'interval de confiança.

L'anàlisi principal es va dur a terme mitjançant el model lineal per a la diferència de la freqüència cardíaca. La freqüència cardíaca es va analitzar mitjançant un model lineal amb efectes aleatoris. Es va considerar l'Interval (cinc grups) com un factor fix, l'experiència (Sí/No) com un altre factor fix i es va tenir en compte també la interacció entre ambdós factors. El subjecte es va considerar un factor aleatori.

$$FC_i = \beta_0 + \beta_1 Interval_i + \beta_2 Experiència_i + \beta_3 Interval_i * Experiència_i + \varepsilon_i + u_i$$

El terme independent del model, β_0 , va quantificar l'increment (o decrement) mig en la freqüència cardíaca en el grup de referència respecte a l'interval, l'experiència i la interacció entre ambdues variables.

El terme que acompanya a la variable explicativa d'interval, β_1 , va quantificar l'efecte en la freqüència cardíaca derivat de pertànyer a un determinat interval respecte a l'interval de referència.

El terme que acompanya a la variable explicativa d'experiència, β_2 , va quantificar l'efecte en la freqüència cardíaca derivat del fet de tenir experiència prèvia.

El terme que acompanya a la interacció entre l'interval i l'experiència, β_3 , va quantificar l'efecte en la freqüència cardíaca en un determinat interval combinat amb tenir experiència prèvia respecte a la categoria de referència.

El terme ε_i correspon a l'error aleatori del model i el terme u_i a l'efecte de l'individu i-èssim que és possible quantificar per disposar de mesures repetides per individus.

Per tal d'obtenir l'efecte individual de cadascun dels factors d'interès (interval, experiència i interacció) es van calcular les taules amb els efectes principals. Per treure els efectes principals per interval, es va haver de prendre la mitjana respecte a l'experiència i vice-versa, per treure l'efecte principal de l'experiència prèvia es va haver de prendre la mitjana per tots els intervals.

A continuació, es van comparar dos a dos aquests efectes principals aplicant la correcció de Tukey per multiplicitat de contrastos.

Finalment, es van elaborar les taules amb els efectes principals per grups i comparativa. En incloure la interacció en el model, va ser possible obtenir els efectes principals i la comparativa dels mateixos per a cada grup que defineix l'altra variable.

Ones cerebrals

Pel que fa a l'anàlisi de les ones cerebrals i l'entropia, es van utilitzar dues bases de dades en format Excel.

Es va fer una validació de la consistència interna de les variables de la base de dades així com dels valors fora de rang i valors faltants per tal d'assegurar-ne totalment la fiabilitat. Un cop finalitzat el procés de validació, es va tancar la base de dades.

Les variables recollides a la pestanya OC feien referència als impulsos de les ones cerebrals i l'entropia de l'individu: ones Delta, Theta, Alfa, Beta i Gamma, Entropia aproximada i Entropia mostral. D'altra banda, per a cadascun dels intervals, aquestes ones es van recollir en vuit canals.

Es van generar noves variables: Hemisferi i Zona. Pel que fa a l'Hemisferi (HE = hemisferi esquerre, HD = hemisferi dret), es va generar a partir dels canals:

- HE: F3 + P3 + O1
- HD: F4 + P4 + O2

Pel que fa a la variable Zona, es va generar a partir dels canals:

- Frontal: F3 + FZ + F4
- Centroparietal: P3 + CZ + P4

- Occipital: O1 + O2

Es van obtenir taules resum per a totes les variables emmagatzemades seguint el procediment detallat a continuació:

Variables Quantitatives: Taula amb els estadístics de resum: N, Mitjana, Desviació Estàndard, Valors Màxim i Mínim i Interval de confiança al 95 %; per resposta i globalment i diagrama de barres per la mitjana i amb l'interval de confiança.

Pel que fa a l'anàlisi lineal, donat que els valors recollits per les ones cerebrals són molt petits, per aplicar el model lineal es van transformar les variables resposta relatives a les ones cerebrals prenent logaritmes en base 10.

Donat que el factor Hemisferi està niat en el factor Zona i, al seu torn, el factor Zona està niat en el factor Canal, es van fer models separats per avaluar l'efecte de cadascun d'aquests factors. Finalment, per avaluar les diferències entre els intervals considerats, també es van realitzar models separats:

- Model per Hemisferi:

$$\log_{10} (Ona_i) = \beta_0 + \beta_1 Hemisferi_i + \beta_2 Experiència_i + \beta_3 Hemisferi_i * Experiència_i + \varepsilon_i + u_i$$

- Model per Zona:

$$\log_{10} (Ona_i) = \beta_0 + \beta_1 Zona_i + \beta_2 Experiència_i + \beta_3 Zona_i * Experiència_i + \varepsilon_i + u_i$$

- Model per Canal:

$$\log_{10} (Ona_i) = \beta_0 + \beta_1 Canal_i + \beta_2 Experiència_i + \beta_3 Canal_i * Experiència_i + \varepsilon_i + u_i$$

- Model per Interval:

$$\log_{10} (Ona_i) = \beta_0 + \beta_1 Interval_i + \beta_2 Experiència_i + \beta_3 Interval_i * Experiència_i + \varepsilon_i + u_i$$

El terme independent del model, β_0 , va quantificar l'increment (o decrement) mig en el logaritme del valor de l'ona en el grup de referència respecte a l'interval, l'experiència i la interacció entre ambdues variables.

El terme que acompanya a la variable explicativa d'interval, β_1 , va quantificar l'efecte en el logaritme del valor de l'ona derivat de pertànyer a un determinat interval respecte a l'interval de referència.

El terme que acompanya a la variable explicativa d'experiència, β_2 , va quantificar l'efecte en la freqüència cardíaca derivat del fet de tenir experiència prèvia.

El terme que acompanya a la interacció entre l'interval i l'experiència, β_3 , va quantificar l'efecte en el logaritme del valor de l'ona en un determinat interval combinat amb tenir experiència prèvia respecte a la categoria de referència.

El terme ε_i va correspondre a l'error aleatori del model i el terme u_i a l'efecte de l'individu i-èsim que és possible quantificar per disposar de mesures repetides per individus.

Pel que fa a les taules amb els efectes principals i comparativa, per obtenir l'efecte individual de cadascun dels factors d'interès (Hemisferi, Zona, Canal, Interval, Experiència i Interacció) es van calcular les taules amb els efectes principals. Per extreure els efectes principals per a cada factor, es va haver de prendre la mitjana respecte a l'experiència i vice-versa; per treure l'efecte principal de l'experiència prèvia es va haver de prendre la mitjana per a tots els nivells de l'altre factor. A continuació, es van comparar dos a dos aquests efectes principals aplicant la correcció de Tukey per multiplicitat de contrastos.

Pel que fa a les taules amb els efectes principals per grups i comparativa, en incloure la interacció en el model, és possible obtenir els efectes principals i la comparativa dels mateixos per a cada grup que defineix l'altra variable.

Registres subjectius

L'anàlisi dels registres subjectius es va dur a terme utilitzant dues bases de dades en format Excel.

Es va fer una validació de la consistència interna de les variables de la base de dades així com dels valors fora de rang i valors faltants per tal d'assegurar-ne totalment la fiabilitat. Un cop

finalitzat el procés de validació, es va tancar la base de dades. Les variables analitzades feien referència a les habilitats psicològiques dels participants, les quals es van desglossar en quatre blocs: activació, autoconfiança, motivació i concentració. Aquestes habilitats van ser mesurades en dos moments diferents: abans (*pre-*) i després (*post-*) de la imatgeria. D'altra banda, en cadascun d'ells s'han mesurat tres instants: *abans*, *durant* i *després* de la imatgeria.

A banda de les habilitats psicològiques, es va mesurar també la realitat de la imatgeria en el moment *post-*, el qual es va puntuar en sis dimensions: visual, auditiva, olfactiva, tàctil, gustativa, cinestèsica i emocional. L'escala de realitat de la imatgeria (*post-*) anava d'1 a 5, on 5 corresponia a la puntuació més real. Es van obtenir taules resum per a totes les variables emmagatzemades seguint el procediment detallat a continuació:

Variables Qualitatives: Taula de freqüències amb les freqüències relatives i absolutes per a cadascun dels grups de la variable explicativa principal i globalment.

Variables Quantitatives: Taula amb els estadístics de resum: N, Mitjana, Desviació Estàndard, Valors Màxim i Mínim i Interval de confiança al 95 %; per resposta i globalment i diagrama de barres per la mitjana i amb l'interval de confiança.

L'anàlisi principal es va dur a terme mitjançant la prova de McNemar per comparar les habilitats psicològiques entre els moments (*pre-* vs. *post-*); es va utilitzar la prova de McNemar per dades aparellades, per determinar si les freqüències marginals de la fila i la columna són iguals. En el cas de les taules de dimensió superior a 2x2, es va utilitzar l'extensió de la prova de McNemar anomenada prova de McNemar-Bowker.

D'altra banda, es va fer servir la prova dels rangs signats de Wilcoxon per analitzar la realitat de la imatgeria; així, es va contrastar si la mitjana del valor observat en cadascun dels sis sentits i el nivell emocional va ser igual a 5, el valor més real. Aquest contrast es va realitzar mitjançant la prova de Wilcoxon del rangs signats.

Finalment, es va dur a terme la prova de Mann-Whitney-Wilcoxon per analitzar la realitat de la imatgeria segons l'experiència, per comparar el valor de la mitjana en cadascun dels sis sentits i a nivell emocional entre participants amb experiència prèvia i participants sense experiència.

Les decisions estadístiques es van dur a terme prenent com a nivell de significació el valor 0,05.

3.6.5. Resultats

Per presentar els resultats de l'Estudi 1 diferenciarem les dades tenint en compte la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius per intervals, per una banda, a nivell global i, per una altra banda, segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Estudi 1-A

Freqüència cardíaca

Per intervals

A la Taula 5 es troben les dades descriptives de la freqüència cardíaca corresponents als tennistes segons els intervals.

Taula 5: Resum descriptiu de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (bpm)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	18	63	8	52	80	59	67
I.2-3	18	63	9	50	84	59	68
I.3-8	18	67	10	51	83	61	72
I.8-9	18	64	8	46	81	60	68
I.9-final	18	64	7	52	80	60	67

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 6 es mostren les dades descriptives de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 6: Resum descriptiu de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria. EXP = experiència.

Interval	EXP	N	Mitjana (bpm)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	6	60	4	55	64	56	65
	SÍ	12	64	9	52	80	58	69
I.2-3	NO	6	58	6	50	67	50	66
	SÍ	12	66	9	53	84	60	71
I.3-8	NO	6	59	5	51	64	53	66
	SÍ	12	70	10	54	83	63	76
I.8-9	NO	6	59	9	46	70	48	70

	SÍ	12	66	8	57	81	61	71
I.9-final	NO	6	57	4	52	63	52	63
	SÍ	12	66	7	57	80	62	71

Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca per intervals

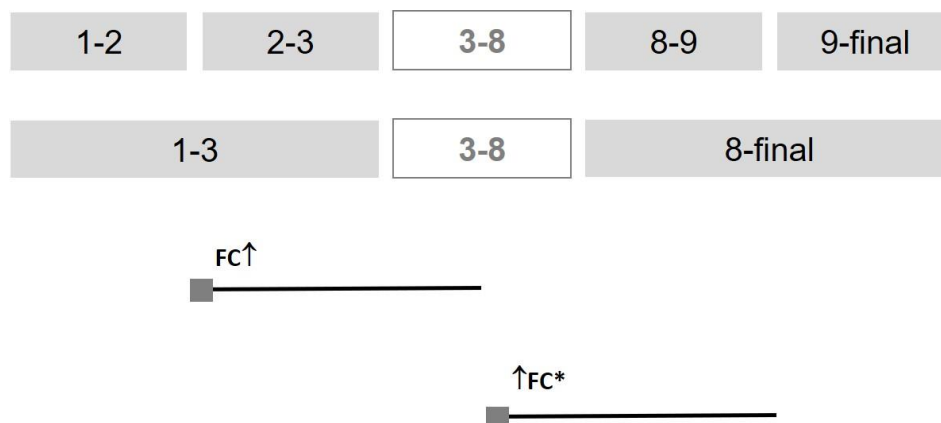


Figura 8: Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final). FC = freqüència cardíaca. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

En la Figura 8 s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, ja que en la majoria de casos no presentaven diferències i, per tant, s'ha considerat adient unificar els intervals per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats. Es pot observar que, en comparar l'interval 1-3 amb el 3-8, en el 3-8 la freqüència cardíaca és més alta. I si comparem el 3-8 amb el 8-final, en el 3-8 també és més alta. Per tant, la imatgeria de la situació neutra ha incrementat significativament, tot i que lleugerament, la freqüència cardíaca.

Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca segons l'experiència prèvia en imatgeria

La diferència observada a nivell global es dona en realitat dins del grup amb experiència, on hi ha diferències significatives entre 1-3 vs. 3-8 i 3-8 vs. 8-final, sent en ambdós casos 3-8 superior.

Per tant, la imatgeria de la situació neutra ha provocat un increment de la freqüència cardíaca sobretot en els tennistes amb experiència en imatgeria.

Ones cerebrals

Ona alfa:

Per intervals

A la Taula 7 es mostren els valors descriptius de l'ona alfa dels tennistes per cada interval.

Taula 7: Resum descriptiu de l'ona alfa dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	3,876139e-11	3,918689e-11	2,998613e-12	2,069760e-10	3,211585e-11	4,540693e-11
I.2-3	144	4,286590e-11	4,606555e-11	2,731778e-12	1,916658e-10	3,505384e-11	5,067796e-11
I.3-8	144	3,495660e-11	3,924458e-11	2,752977e-12	1,960575e-10	2,830127e-11	4,161192e-11
I.8-9	144	4,024615e-11	4,433478e-11	2,900645e-12	2,247936e-10	3,272761e-11	4,776470e-11
I.9-final	144	4,183914e-11	4,846379e-11	2,735824e-12	2,520451e-10	3,362038e-11	5,005791e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 8 es mostren les dades descriptives de l'ona alfa dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 8: Resum descriptiu de l'ona alfa dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	4,439992e-11	4,322199e-11	4,716550e-12	1,669656e-10	3,057686e-11	5,822298e-11
	SÍ	96	3,641200e-11	3,736711e-11	2,998613e-12	2,069760e-10	2,884072e-11	4,398328e-11
I.2-3	NO	48	4,771796e-11	5,220144e-11	3,726159e-12	1,850150e-10	3,102312e-11	6,441279e-11
	SÍ	96	4,084421e-11	4,339125e-11	2,731778e-12	1,916658e-10	3,205233e-11	4,963610e-11
I.3-8	NO	48	3,593255e-11	3,988699e-11	4,027865e-12	1,714620e-10	2,317608e-11	4,868903e-11
	SÍ	96	3,454995e-11	3,917796e-11	2,752977e-12	1,960575e-10	2,661175e-11	4,248814e-11
I.8-9	NO	48	4,241863e-11	4,558990e-11	5,443451e-12	1,670137e-10	2,783828e-11	5,699899e-11
	SÍ	96	3,934095e-11	4,401264e-11	2,900645e-12	2,247936e-10	3,042316e-11	4,825874e-11
I.9-final	NO	48	4,670094e-11	4,767369e-11	4,191635e-12	1,708977e-10	3,145415e-11	6,194773e-11
	SÍ	96	3,981339e-11	4,889321e-11	2,735824e-12	2,520451e-10	2,990671e-11	4,972007e-11

Ona Beta:

Per intervals

A la Taula 9 es mostren els valors descriptius de l'ona beta dels tennistes per cada interval.

Taula 9: Resum descriptiu de l'ona beta dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	1,898068e-11	1,737467e-11	4,341666e-12	1,215122e-10	1,603418e-11	2,192718e-11
I.2-3	144	2,066397e-11	2,006831e-11	3,641395e-12	1,433902e-10	1,726067e-11	2,406727e-11
I.3-8	144	1,886476e-11	1,859758e-11	3,993643e-12	1,362850e-10	1,571087e-11	2,201864e-11
I.8-9	144	2,054278e-11	1,970022e-11	5,171104e-12	1,475234e-10	1,720190e-11	2,388366e-11
I.9-final	144	2,124516e-11	2,243596e-11	4,310993e-12	1,593448e-10	1,744034e-11	2,504997e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 10 es mostren les dades descriptives de l'ona beta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 10: Resum descriptiu de l'ona beta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	2,035638e-11	1,430699e-11	4,341666e-12	6,024429e-11	1,578078e-11	2,493198e-11
	SÍ	96	1,840747e-11	1,854256e-11	6,367252e-12	1,215122e-10	1,465040e-11	2,216454e-11
I.2-3	NO	48	2,277439e-11	1,806012e-11	3,641395e-12	7,202510e-11	1,699848e-11	2,855030e-11
	SÍ	96	1,978463e-11	2,087470e-11	6,492153e-12	1,433902e-10	1,555502e-11	2,401424e-11
I.3-8	NO	48	1,941854e-11	1,659740e-11	3,993643e-12	6,584971e-11	1,411044e-11	2,472665e-11
	SÍ	96	1,863402e-11	1,944807e-11	6,112231e-12	1,362850e-10	1,469347e-11	2,257456e-11
I.8-9	NO	48	2,287616e-11	1,687741e-11	5,171104e-12	6,744259e-11	1,747850e-11	2,827381e-11
	SÍ	96	1,957054e-11	2,076834e-11	6,444835e-12	1,475234e-10	1,536248e-11	2,377860e-11
I.9-final	NO	48	2,376454e-11	2,131078e-11	4,310993e-12	9,809437e-11	1,694903e-11	3,058006e-11
	SÍ	96	2,019541e-11	2,291489e-11	6,697644e-12	1,593448e-10	1,555242e-11	2,483840e-11

Ona delta:Per intervals

A la Taula 11 es mostren els valors descriptius de l'ona delta dels tennistes per cada interval.

Taula 11: Resum descriptiu de l'ona delta dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	2,474280e-11	1,422167e-11	4,473578e-12	7,859115e-11	2,233100e-11	2,715459e-11
I.2-3	144	2,184537e-11	1,257264e-11	3,833629e-12	8,487110e-11	1,971323e-11	2,397751e-11
I.3-8	144	2,197833e-11	1,279918e-11	5,881863e-12	1,062766e-10	1,980777e-11	2,414889e-11
I.8-9	144	2,790723e-11	2,091977e-11	5,109645e-12	1,377068e-10	2,435953e-11	3,145492e-11
I.9-final	144	2,214072e-11	1,165797e-11	4,740440e-12	5,936333e-11	2,016370e-11	2,411775e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 12 es mostren les dades descriptives de l'ona delta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 12: Resum descriptiu de l'ona delta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	2,919976e-11	1,313079e-11	9,480611e-12	7,859115e-11	2,500033e-11	3,339919e-11
	SÍ	96	2,288573e-11	1,431032e-11	4,473578e-12	6,545399e-11	1,998619e-11	2,578527e-11
I.2-3	NO	48	2,506167e-11	8,995257e-12	1,166216e-11	4,228950e-11	2,218485e-11	2,793850e-11
	SÍ	96	2,050525e-11	1,361028e-11	3,833629e-12	8,487110e-11	1,774755e-11	2,326295e-11
I.3-8	NO	48	2,398957e-11	8,415153e-12	6,932776e-12	4,248253e-11	2,129828e-11	2,668087e-11
	SÍ	96	2,114031e-11	1,418842e-11	5,881863e-12	1,062766e-10	1,826547e-11	2,401515e-11
I.8-9	NO	48	3,743556e-11	2,174816e-11	1,134903e-11	7,973455e-11	3,048016e-11	4,439096e-11
	SÍ	96	2,393709e-11	1,932817e-11	5,109645e-12	1,377068e-10	2,002084e-11	2,785334e-11
I.9-final	NO	48	2,314231e-11	7,515746e-12	6,865980e-12	4,019467e-11	2,073865e-11	2,554596e-11
	SÍ	96	2,172340e-11	1,301328e-11	4,740440e-12	5,936333e-11	1,908666e-11	2,436013e-11

Ona gamma:

Per intervals

A la Taula 13 es mostren els valors descriptius de l'ona gamma dels tennistes per cada interval.

Taula 13: Resum descriptiu de l'ona gamma dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	1,467276e-12	7,823568e-13	4,650546e-13	4,465933e-12	1,334600e-12	1,599953e-12
I.2-3	144	1,316201e-12	7,689913e-13	4,435194e-13	4,341320e-12	1,185791e-12	1,446611e-12
I.3-8	144	1,185394e-12	5,786136e-13	4,609340e-13	3,219799e-12	1,087270e-12	1,283519e-12
I.8-9	144	1,413034e-12	1,012446e-12	5,543293e-13	5,791548e-12	1,241338e-12	1,584730e-12
I.9-final	144	1,378055e-12	9,102256e-13	5,319092e-13	4,976891e-12	1,223694e-12	1,532416e-12

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 14 es mostren les dades descriptives de l'ona gamma dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 14: : Resum descriptiu de l'ona gamma dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	1,259211e-12	4,800602e-13	4,697085e-13	2,335765e-12	1,105681e-12	1,412742e-12
	SÍ	96	1,553970e-12	8,656612e-13	4,650546e-13	4,465933e-12	1,378571e-12	1,729369e-12
I.2-3	NO	48	1,011989e-12	3,964884e-13	4,435194e-13	1,996324e-12	8,851861e-13	1,138792e-12
	SÍ	96	1,442955e-12	8,488805e-13	4,984311e-13	4,341320e-12	1,270956e-12	1,614955e-12
I.3-8	NO	48	1,032158e-12	4,961954e-13	4,609340e-13	2,434628e-12	8,734666e-13	1,190849e-12
	SÍ	96	1,249243e-12	6,005641e-13	5,235853e-13	3,219799e-12	1,127557e-12	1,370929e-12
I.8-9	NO	48	1,207872e-12	3,531279e-13	6,728292e-13	2,143477e-12	1,094936e-12	1,320807e-12
	SÍ	96	1,498519e-12	1,174881e-12	5,543293e-13	5,791548e-12	1,260466e-12	1,736572e-12
I.9-final	NO	48	1,111317e-12	3,649886e-13	5,319092e-13	1,946449e-12	9,945881e-13	1,228046e-12
	SÍ	96	1,489196e-12	1,039340e-12	5,814557e-13	4,976891e-12	1,278606e-12	1,699786e-12

Ona theta:

Per intervals

A la Taula 15 es mostren els valors descriptius de l'ona theta dels tennistes per cada interval.

Taula 15: Resum descriptiu de l'ona theta dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	1,366385e-11	9,446950e-12	2,341120e-12	5,977007e-11	1,206178e-11	1,526591e-11
I.2-3	144	1,390623e-11	1,088539e-11	1,803051e-12	7,264697e-11	1,206023e-11	1,575224e-11
I.3-8	144	1,218431e-11	8,540470e-12	1,866020e-12	5,621000e-11	1,073596e-11	1,363265e-11
I.8-9	144	1,399707e-11	9,991388e-12	1,974972e-12	6,136260e-11	1,230268e-11	1,569147e-11
I.9-final	144	1,391415e-11	1,041583e-11	1,940308e-12	7,028999e-11	1,214778e-11	1,568053e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 16 es mostren les dades descriptives de l'ona theta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 16: Resum descriptiu de l'ona theta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	1,615230e-11	8,846525e-12	4,253835e-12	3,867955e-11	1,332304e-11	1,898156e-11
	SÍ	96	1,262699e-11	9,539378e-12	2,341120e-12	5,977007e-11	1,069413e-11	1,455985e-11
I.2-3	NO	48	1,622995e-11	1,000338e-11	3,035493e-12	3,845364e-11	1,303072e-11	1,942919e-11
	SÍ	96	1,293801e-11	1,113919e-11	1,803051e-12	7,264697e-11	1,068100e-11	1,519502e-11
I.3-8	NO	48	1,197222e-11	4,990874e-12	3,172187e-12	2,396262e-11	1,037607e-11	1,356838e-11
	SÍ	96	1,227267e-11	9,664290e-12	1,866020e-12	5,621000e-11	1,031451e-11	1,423084e-11
I.8-9	NO	48	1,690751e-11	9,975828e-12	4,690277e-12	3,959410e-11	1,371709e-11	2,009794e-11
	SÍ	96	1,278439e-11	9,795587e-12	1,974972e-12	6,136260e-11	1,079962e-11	1,476916e-11
I.9-final	NO	48	1,500447e-11	8,750773e-12	2,795954e-12	3,533967e-11	1,220584e-11	1,780311e-11
	SÍ	96	1,345985e-11	1,104643e-11	1,940308e-12	7,028999e-11	1,122164e-11	1,569806e-11

Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals

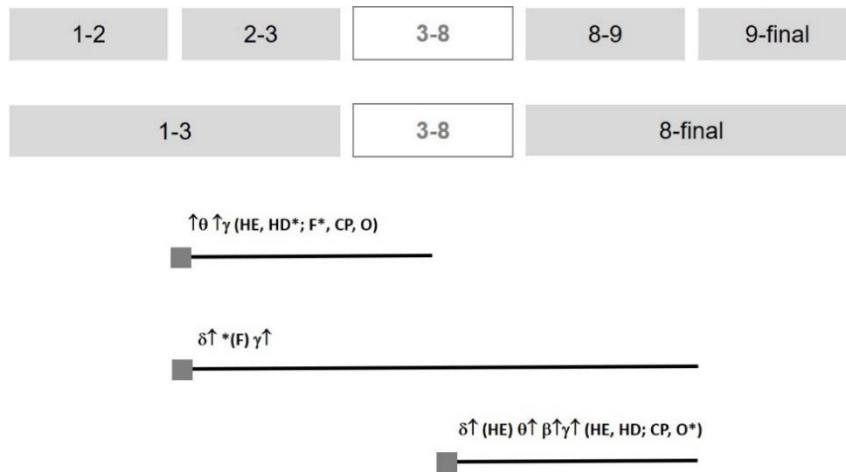


Figura 9: Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final). δ = delta; θ = theta; β = beta ; γ = gamma; HE = hemisferi esquerre; HD = hemisferi dret; F = frontal; CP = centroparietal; O = occipital. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

En la Figura 9 es poden veure les diferències trobades en les ones cerebrals en les agrupacions que s'han fet per intervals, hemisferis, zones i canals. En el gràfic s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, ja que en la majoria de casos no presentaven diferències i, per tant, s'ha considerat adient unificar els intervals per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats.

En primer lloc, es pot observar com, en comparar l'interval 1-3 amb el 3-8, en 1-3 les ones theta i gamma són més altes; més concretament, l'ona gamma és significativament alta tant en l'hemisferi esquerre com en el dret (10 %) i en les regions frontal (10 %), centroparietal i occipital. A més, si comparem 1-3 amb 8-final, també veiem que 8-final presenta més alta l'ona delta (10 %), sobretot en la regió frontal, i l'ona gamma.

En el cas de 3-8 vs. 8-final, en 8-final són més altes l'ona delta en l'hemisferi esquerre i les ones theta, beta i gamma. En el cas de l'ona gamma, és significativament alta també, tant en l'hemisferi esquerre com en el dret, i en les regions centroparietal i occipital (10 %).

Per tant, la imatge de la situació neutra —ja sigui per intervals, hemisferis, zones o canals— ha provocat una disminució de l'activitat de les ones theta i gamma.

Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals segons l'experiència en imatgeria

Tenint en compte l'experiència en imatgeria, en comparar l'interval 1-3 amb el 3-8, en 1-3 són més altes les ones theta en els sense experiència i les ones gamma, tant en els que tenen experiència —en l'hemisferi esquerre i dret (10 %), en les regions frontal, centroparietal i occipital i en el canal Cz (10 %)— com en els que no.

Pel que fa a 1-3 en comparació amb 8-final, són més altes en 8-final les ones delta i gamma en els que tenen experiència en la regió centroparietal (10 %) i en els que no en tenen en l'hemisferi esquerre (10 %).

En el cas de 3-8 vs. 8-final, en 8-final són més altes les ones delta, theta i beta en els sense experiència i l'ona gamma, tant en els que tenen experiència (en la regió centroparietal) com en els que no (en l'hemisferi esquerre, 10 %, i la regió centroparietal).

Per tant, la imatgeria de la situació neutra —ja sigui per intervals, hemisferis, zones o canals— ha provocat una disminució de l'activitat de l'ona theta en els tennistes sense experiència en imatgeria i de l'ona gamma, tant en els que tenen experiència com en els que no.

Entropia

Entropia aproximada:

Per intervals

A la Taula 17 es mostren els valors descriptius de l'EA dels tennistes per cada interval.

Taula 17: Resum descriptiu de l'EA dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	0,4667107	0,05674251	0,3613272	0,6352347	0,4570880	0,4763335
I.2-3	144	0,4727236	0,06589038	0,3481854	0,7006063	0,4615496	0,4838977
I.3-8	144	0,4660767	0,05613933	0,3362986	0,6168084	0,4565563	0,4755971
I.8-9	144	0,4651451	0,06481505	0,3349764	0,6316071	0,4541534	0,4761368
I.9-final	144	0,4746494	0,06917566	0,3638645	0,6938751	0,4629182	0,4863806

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 18 es mostren les dades descriptives de l'EA dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 18: Resum descriptiu de l'EA dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	0,4575835	0,07039860	0,3665329	0,6352347	0,4350689	0,4800981
	SÍ	96	0,4705138	0,04991128	0,3613272	0,5739667	0,4604008	0,4806267
I.2-3	NO	48	0,4686776	0,09128222	0,3824728	0,7006063	0,4394841	0,4978711
	SÍ	96	0,4744095	0,05233648	0,3481854	0,5940884	0,4638051	0,4850138
I.3-8	NO	48	0,4629261	0,06713725	0,3722286	0,6168084	0,4414545	0,4843976
	SÍ	96	0,4673894	0,05120833	0,3362986	0,5760643	0,4570137	0,4777652
I.8-9	NO	48	0,4590216	0,08105500	0,3510771	0,6316071	0,4330990	0,4849443
	SÍ	96	0,4676965	0,05701176	0,3349764	0,5966008	0,4561449	0,4792482
I.9-final	NO	48	0,4844235	0,09222262	0,3927943	0,6938751	0,4549293	0,5139178
	SÍ	96	0,4705768	0,05702286	0,3638645	0,6057861	0,4590229	0,4821307

Entropia mostral:

Per intervals

A la Taula 19 es mostren els valors descriptius de l'EM dels tennistes per cada interval.

Taula 19: Resum descriptiu de l'EM dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	0,4859664	0,06317273	0,3723775	0,6833328	0,4752532	0,4966796
I.2-3	144	0,4925528	0,07378929	0,3584477	0,7581323	0,4800392	0,5050665
I.3-8	144	0,4853104	0,06281377	0,3461190	0,6646416	0,4746581	0,4959627
I.8-9	144	0,4853940	0,07387337	0,3461187	0,6843589	0,4728662	0,4979219
I.9-final	144	0,4959933	0,08061622	0,3747744	0,7623032	0,4823219	0,5096646

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 20 es mostren les dades descriptives de l'EM dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 20: Resum descriptiu de l'EM dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	0,4770476	0,07996458	0,3779258	0,6833328	0,4514737	0,5026216
	SÍ	96	0,4896826	0,05475983	0,3723775	0,6053068	0,4785872	0,5007779
I.2-3	NO	48	0,4893326	0,10350817	0,3946818	0,7581323	0,4562291	0,5224361
	SÍ	96	0,4938946	0,05773120	0,3584477	0,6280771	0,4821972	0,5055920
I.3-8	NO	48	0,4830868	0,07733552	0,3837592	0,6646416	0,4583537	0,5078199
	SÍ	96	0,4862369	0,05611278	0,3461190	0,6098594	0,4748674	0,4976064
I.8-9	NO	48	0,4818013	0,09645431	0,3616917	0,6843589	0,4509537	0,5126488
	SÍ	96	0,4868910	0,06267432	0,3461187	0,6310366	0,4741920	0,4995900
I.9-final	NO	48	0,5103026	0,11174341	0,4058472	0,7623032	0,4745654	0,5460399
	SÍ	96	0,4900310	0,06314408	0,3747744	0,6450864	0,4772368	0,5028252

Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals

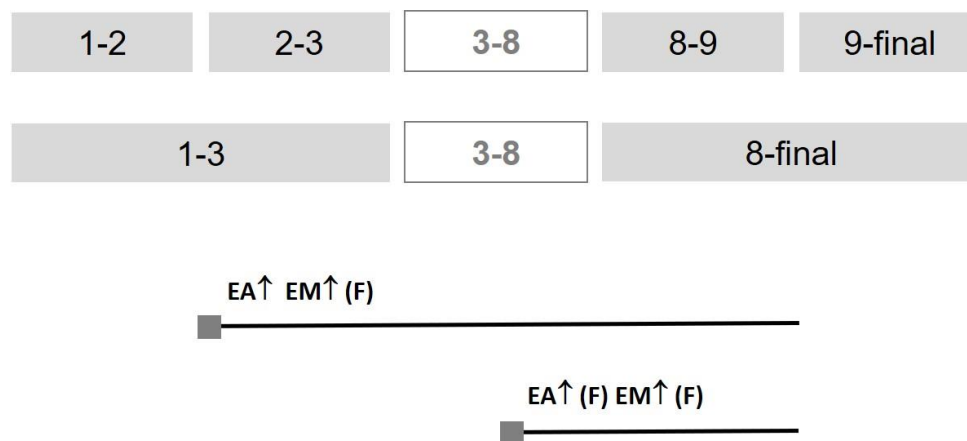


Figura 10: Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final). EA = entropia aproximada; EM = entropia mostral; F = frontal. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

En la Figura 10 es mostren les diferències en l'entropia per les agrupacions que s'han fet per intervals, hemisferis, zones i canals. En el gràfic s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, ja que en la majoria de casos no presentaven diferències i, per tant, s'ha considerat adient unificar els intervals per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats.

En primer lloc, en comparar 1-3 amb 8-final, 8-final presenta tant l'EA com l'EM més altes; aquesta última sobretot en la regió frontal.

En el cas de 3-8 vs. 8-final, en 8-final són més altes tant l'entropia aproximada com la mostral, sobretot en la regió frontal.

Per tant, les entropies no presenten diferències significatives en la imatgeria de la situació neutra.

Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals segons l'experiència en imatgeria

Tenint en compte l'experiència en imatgeria, en comparar l'interval 1-3 amb el 8-final, el 8-final presenta en els sense experiència l'EA i l'EM més altes en les regions frontals i centroparietals i en el canal Fz.

Per tant, l'entropia no presenta diferències significatives en la imatgeria de la situació neutra, ni en els que tenen experiència en imatgeria ni en els que no.

Registres subjectius

Habilitats psicològiques:

Pel que fa a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració), no hi ha diferències significatives entre el *pre-* i el *post-*, ni entre *abans*, *durant* i *després*.

Realitat de la imatgeria:

Per dimensions

A la Taula 21 es mostren els valors descriptius de la realitat de la imatgeria de la situació neutra segons cada dimensió.

Taula 21: Resum descriptiu de la realitat de la imatgeria de la situació neutra dels tennistes per dimensió.

Dimensió	N	Mitjana	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
Auditiva	18	3	1	1	5	2	4
Emocional	18	4	1	2	5	4	4
Gustativa	18	2	1	1	5	2	3
Olfactiva	18	2	1	1	3	1	2
Cinestèsica	18	5	1	3	5	4	5
Tàctil	18	4	1	1	5	3	5
Visual	18	4	1	3	5	4	5

Per dimensions segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 22 es mostren els valors descriptius de la realitat de la imatgeria en la situació neutra segons cada dimensió i segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 22: Resum descriptiu de la realitat de la imatgeria de la situació neutra dels tennistes per dimensió segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Dimensió	EXP	N	Mitjana	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
Auditiva	NO	6	3	1	1	4	2	3
	SÍ	12	3	1	2	5	3	4
Emocional	NO	6	4	1	3	5	3	4
	SÍ	12	4	1	2	5	4	5
Gustativa	NO	6	2	1	1	3	2	2
	SÍ	12	2	1	1	5	2	3
Olfactiva	NO	6	1	0	1	2	1	2
	SÍ	12	2	1	1	3	1	3
Cinestèsica	NO	6	4	1	4	5	4	5
	SÍ	12	5	1	3	5	4	5
Tàctil	NO	6	4	1	3	5	4	4
	SÍ	12	4	1	1	5	4	4
Visual	NO	6	4	0	4	5	4	5
	SÍ	96	4	1	3	5	4	5

ESTUDI 1-B

Freqüència cardíaca:

Per intervals

A la Taula 23 es presenten les dades descriptives de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals.

Taula 23: Resum descriptiu de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (bpm)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	18	63	11	49	86	58	68
I.2-3	18	62	11	49	86	57	68
I.3-4	18	67	12	51	89	62	73
I.4-5	18	69	13	53	91	63	75
I.5-6	18	71	12	53	95	65	77
I.6-7	18	68	14	49	95	61	75
I.7-8	18	65	14	46	93	58	72
I.8-9	18	64	11	48	84	59	69
I.9-final	18	64	11	47	83	58	69

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 24 es presenten les dades descriptives de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 24: Resum descriptiu de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (bpm)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	6	55	6	49	62	49	62
	SÍ	12	67	10	53	86	60	73
I.2-3	NO	6	54	5	49	61	49	59
	SÍ	12	66	11	52	86	60	73
I.3-4	NO	6	58	6	51	66	51	64
	SÍ	12	72	11	54	89	66	79
I.4-5	NO	6	58	6	53	64	53	64
	SÍ	12	75	12	54	91	67	82
I.5-6	NO	6	61	8	53	73	53	69
	SÍ	12	76	11	58	95	68	83
I.6-7	NO	6	57	6	49	64	51	63
	SÍ	12	74	13	57	95	66	82
I.7-8	NO	6	54	5	46	60	49	59
	SÍ	12	70	13	53	93	62	79
I.8-9	NO	6	56	7	48	66	49	63
	SÍ	12	68	10	52	84	62	75
I.9-final	NO	6	54	7	47	63	47	61
	SÍ	12	68	10	53	83	62	74

Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca

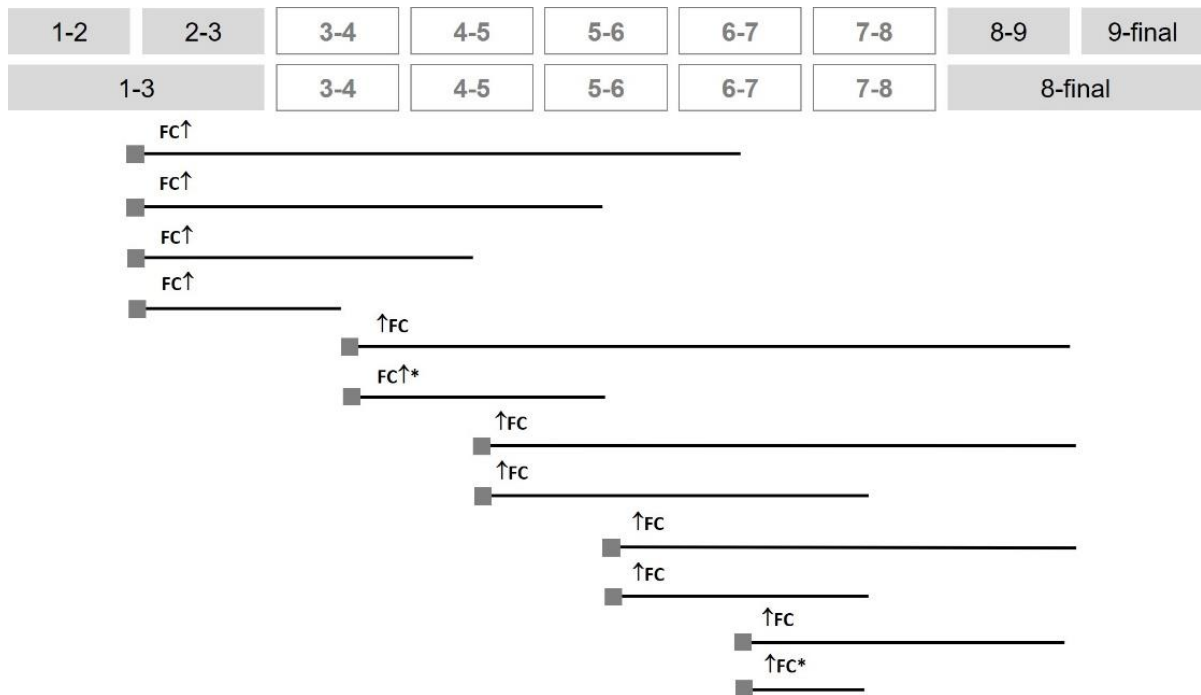


Figura 11: Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final). FC = freqüència cardíaca. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

En la Figura 11 es poden veure els resultats de l'Estudi 1-B en la freqüència cardíaca. En el gràfic s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, ja que en la majoria de casos no presentaven diferències i, per tant, s'ha considerat adient unificar els intervals per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats.

En primer lloc, es pot observar com en comparar els intervals 1-3 i 6-7, 5-6, 4-5 i 3-4, en 6-7, 5-6, 4-5 i 3-4 la freqüència cardíaca és més alta.

En comparar 3-4 vs. 8-final, la freqüència cardíaca és superior en 3-4; no obstant, en 3-4 vs. 5-6 és superior en 5-6 (10 %).

Pel que fa a 4-5 vs. 8-final i 7-8 (10 %), la freqüència cardíaca és superior en 4-5.

En 5-6 vs. 8-final i 7-8, també la freqüència cardíaca és superior en 5-6.

Finalment, si comparem 6-7 amb 8-final i 7-8, 6-7 presenta més altes freqüències cardíques.

En agrupar els intervals de més pressió també trobem diferències (Figura 12).

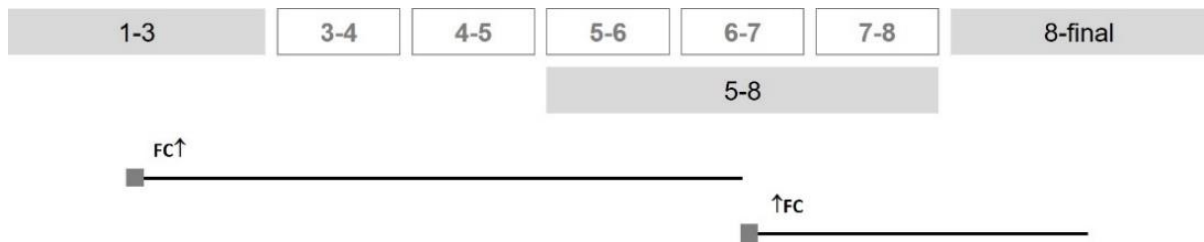


Figura 12: Diferències en la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 5-6, 6-7 i 7-8 en 5-8; 8-9 i 9-final en 8-final). FC = freqüència cardíaca. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat.

A la Figura 12 en comparar 1-3 amb 5-8 veiem en 5-8 una freqüència cardíaca major. Així mateix, en 5-8 vs. 8-final, aquesta també és més alta en 5-8.

Finalment, si agrupem tota la imatgeria en la Figura 13 trobem:

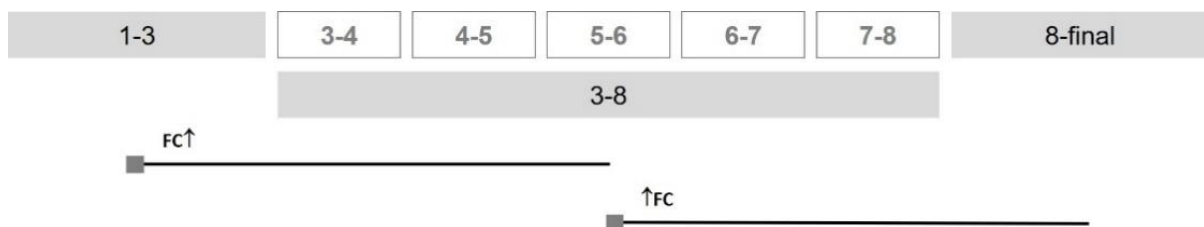


Figura 13: Diferències en la freqüència cardíaca dels tennistes per intervals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9 i 9-final en 8-final). FC = freqüència cardíaca. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat.

A la Figura 13 en comparar 1-3 amb 3-8 observem una major freqüència cardíaca en 3-8. Així mateix, en 3-8 vs. 8-final, també és més alta en 3-8. Per tant, la imatgeria de la situació de pressió ha provocat un increment en la freqüència cardíaca.

Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca segons l'experiència prèvia en imatgeria

La diferència observada a nivell global es dona en realitat dins del grup amb experiència, on hi ha diferències significatives entre 1-3 vs. 7-8, 6-7, 5-6, 4-5, 3-4, amb major freqüència cardíaca en 7-8, 6-7, 5-6, 4-5, 3-4. Així mateix, tant en 3-4 com en 4-5, 5-6 i 6-7 la freqüència cardíaca ha estat més gran en comparació, respectivament, amb 8-final.

Pel que fa als tennistes sense experiència prèvia, han estat significatives, per una banda, 1-3 vs. 5-6 i 3-8, sent més altes 5-6 i 3-8 i, per una altra banda, 5-6 vs. 8-final i 7-8, sent més alta 5-6.

Per tant, la imatgeria de la situació de pressió ha provocat un augment en la freqüència cardíaca tant en els tennistes amb experiència en imatgeria com en els que no en tenien, presentant valors més alts en els primers.

Ones cerebrals:

Ona alfa:

Per intervals

A la Taula 25 es mostren els valors descriptius de l'ona alfa dels tennistes per cada interval.

Taula 25: Resum descriptiu de l'ona alfa dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	4,290901e-11	4,991351e-11	2,919287e-12	2,993614e-10	3,444439e-11	5,137362e-11
I.2-3	144	3,983516e-11	4,825817e-11	2,622403e-12	2,536410e-10	3,165126e-11	4,801905e-11
I.3-4	144	3,468362e-11	3,899687e-11	2,658850e-12	1,941873e-10	2,807031e-11	4,129693e-11
I.4-5	144	3,488754e-11	3,745899e-11	2,554944e-12	1,661366e-10	2,853503e-11	4,124005e-11
I.5-6	144	3,620201e-11	3,933791e-11	2,506454e-12	1,909780e-10	2,953086e-11	4,287316e-11
I.6-7	144	3,714570e-11	4,131152e-11	2,809825e-12	2,550017e-10	3,013986e-11	4,415154e-11
I.7-8	144	3,605105e-11	4,205916e-11	2,236177e-12	2,358729e-10	2,891842e-11	4,318368e-11
I.8-9	144	3,828981e-11	4,402886e-11	2,877975e-12	2,746039e-10	3,082314e-11	4,575647e-11
I.9-final	144	3,593012e-11	4,220199e-11	2,649732e-12	2,434458e-10	2,877326e-11	4,308697e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 26 es mostren les dades descriptives de l'ona alfa dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 26: Resum descriptiu de l'ona alfa dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	3,900859e-11	4,484611e-11	3,117680e-12	1,456307e-10	2,598664e-11	5,203054e-11
	SÍ	96	4,503650e-11	5,259690e-11	2,919287e-12	2,993614e-10	3,389229e-11	5,618072e-11
I.2-3	NO	48	3,453520e-11	4,617233e-11	3,376197e-12	1,500762e-10	2,112815e-11	4,794224e-11
	SÍ	96	4,272604e-11	4,937688e-11	2,622403e-12	2,536410e-10	3,226408e-11	5,318801e-11
I.3-4	NO	48	3,329804e-11	3,645025e-11	3,097056e-12	1,294195e-10	2,271399e-11	4,388209e-11
	SÍ	96	3,543939e-11	4,050180e-11	2,658850e-12	1,941873e-10	2,685788e-11	4,402090e-11
I.4-5	NO	48	3,200457e-11	3,349908e-11	3,362817e-12	1,130619e-10	2,227745e-11	4,173169e-11
	SÍ	96	3,646007e-11	3,954763e-11	2,554944e-12	1,661366e-10	2,808073e-11	4,483941e-11
I.5-6	NO	48	3,511234e-11	3,653838e-11	2,999563e-12	1,541945e-10	2,450270e-11	4,572198e-11
	SÍ	96	3,679637e-11	4,097561e-11	2,506454e-12	1,909780e-10	2,811447e-11	4,547827e-11
I.6-7	NO	48	3,296310e-11	3,448332e-11	2,850742e-12	1,253853e-10	2,295018e-11	4,297601e-11
	SÍ	96	3,942712e-11	4,461987e-11	2,809825e-12	2,550017e-10	2,997307e-11	4,888117e-11
I.7-8	NO	48	3,239836e-11	3,867518e-11	3,345626e-12	1,299308e-10	2,116826e-11	4,362846e-11
	SÍ	96	3,804343e-11	4,388077e-11	2,236177e-12	2,358729e-10	2,874598e-11	4,734088e-11
I.8-9	NO	48	3,488868e-11	3,843819e-11	4,238745e-12	1,403522e-10	2,372739e-11	4,604996e-11
	SÍ	96	4,014497e-11	4,690448e-11	2,877975e-12	2,746039e-10	3,020686e-11	5,008308e-11
I.9-final	NO	48	3,400776e-11	4,071412e-11	4,975554e-12	1,470072e-10	2,218562e-11	4,582991e-11
	SÍ	96	3,697868e-11	4,318537e-11	2,649732e-12	2,434458e-10	2,782857e-11	4,612878e-11

Ona Beta:

Per intervals

A la Taula 27 es mostren els valors descriptius de l'ona beta dels tennistes per cada interval.

Taula 27: Resum descriptiu de l'ona beta dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	2,142453e-11	2,043586e-11	3,791035e-12	1,358725e-10	1,795890e-11	2,489016e-11
I.2-3	144	2,129115e-11	2,116490e-11	3,792685e-12	1,410321e-10	1,770189e-11	2,488042e-11
I.3-4	144	2,121727e-11	2,238367e-11	3,681149e-12	1,501231e-10	1,742132e-11	2,501322e-11
I.4-5	144	2,204122e-11	2,373203e-11	3,987946e-12	1,649874e-10	1,801661e-11	2,606584e-11
I.5-6	144	2,256270e-11	2,214541e-11	5,023215e-12	1,419488e-10	1,880716e-11	2,631825e-11
I.6-7	144	2,113416e-11	2,204884e-11	3,219868e-12	1,522607e-10	1,739499e-11	2,487332e-11
I.7-8	144	2,012041e-11	2,156901e-11	2,927016e-12	1,434732e-10	1,646262e-11	2,377821e-11
I.8-9	144	2,069801e-11	2,076669e-11	3,479503e-12	1,405912e-10	1,717628e-11	2,421974e-11
I.9-final	144	2,097457e-11	2,227067e-11	2,991697e-12	1,550328e-10	1,719778e-11	2,475136e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 28 es mostren les dades descriptives de l'ona beta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 28: Resum descriptiu de l'ona beta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	2,011768e-11	1,398292e-11	3,791035e-12	6,416981e-11	1,605746e-11	2,417790e-11
	SÍ	96	2,213736e-11	2,325843e-11	6,098751e-12	1,358725e-10	1,720937e-11	2,706535e-11
I.2-3	NO	48	1,840484e-11	1,193013e-11	3,792685e-12	5,395497e-11	1,494069e-11	2,186899e-11
	SÍ	96	2,286550e-11	2,472056e-11	5,750998e-12	1,410321e-10	1,762772e-11	2,810329e-11
I.3-4	NO	48	2,068484e-11	1,829713e-11	3,681149e-12	7,999944e-11	1,537191e-11	2,599777e-11
	SÍ	96	2,150768e-11	2,442040e-11	6,293436e-12	1,501231e-10	1,633350e-11	2,668187e-11
I.4-5	NO	48	2,158635e-11	2,066891e-11	3,987946e-12	9,489006e-11	1,558472e-11	2,758797e-11
	SÍ	96	2,228934e-11	2,535707e-11	6,107054e-12	1,649874e-10	1,691669e-11	2,766199e-11
I.5-6	NO	48	2,414240e-11	2,295343e-11	5,023215e-12	1,127035e-10	1,747741e-11	3,080738e-11
	SÍ	96	2,170105e-11	2,177710e-11	6,334263e-12	1,419488e-10	1,708692e-11	2,631518e-11
I.6-7	NO	48	2,039857e-11	2,040816e-11	3,219868e-12	9,109027e-11	1,447265e-11	2,632448e-11
	SÍ	96	2,153539e-11	2,299803e-11	6,481381e-12	1,522607e-10	1,666257e-11	2,640820e-11
I.7-8	NO	48	2,099845e-11	2,285777e-11	2,927016e-12	1,121666e-10	1,436124e-11	2,763565e-11
	SÍ	96	1,964148e-11	2,095187e-11	5,833559e-12	1,434732e-10	1,520221e-11	2,408076e-11
I.8-9	NO	48	2,075554e-11	1,692104e-11	3,479503e-12	7,254705e-11	1,584218e-11	2,566890e-11
	SÍ	96	2,066663e-11	2,268275e-11	6,493278e-12	1,405912e-10	1,586062e-11	2,547265e-11
I.9-final	NO	48	2,091982e-11	1,935293e-11	2,991697e-12	9,084395e-11	1,530032e-11	2,653932e-11
	SÍ	96	2,100444e-11	2,381787e-11	5,896371e-12	1,550328e-10	1,595791e-11	2,605096e-11

Ona delta:

Per intervals

A la Taula 29 es mostren els valors descriptius de l'ona delta dels tennistes per cada interval.

Taula 29: Resum descriptiu de l'ona delta dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	4,071722e-11	8,179147e-11	4,937901e-12	8,221910e-10	2,684656e-11	5,458789e-11
I.2-3	144	3,280890e-11	4,186692e-11	4,704920e-12	2,201714e-10	2,570887e-11	3,990893e-11
I.3-4	144	3,015809e-11	2,803371e-11	5,588379e-12	1,775466e-10	2,540397e-11	3,491221e-11
I.4-5	144	3,762831e-11	6,793396e-11	4,400844e-12	4,341687e-10	2,610768e-11	4,914894e-11
I.5-6	144	3,197912e-11	3,269093e-11	3,909133e-12	1,878545e-10	2,643520e-11	3,752303e-11
I.6-7	144	2,738533e-11	2,159447e-11	5,300619e-12	1,590397e-10	2,372322e-11	3,104744e-11
I.7-8	144	2,337636e-11	1,748664e-11	3,483054e-12	1,390064e-10	2,041087e-11	2,634184e-11
I.8-9	144	2,771362e-11	1,692572e-11	4,857709e-12	1,041782e-10	2,484326e-11	3,058399e-11
I.9-final	144	3,389867e-11	3,417641e-11	4,998034e-12	2,359301e-10	2,810284e-11	3,969450e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 30 es mostren les dades descriptives de l'ona delta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 30: Resum descriptiu de l'ona delta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	3,057732e-11	2,756301e-11	8,185678e-12	1,929251e-10	2,257386e-11	3,858078e-11
	SÍ	96	4,624808e-11	9,941178e-11	4,937901e-12	8,221910e-10	2,518474e-11	6,731142e-11
I.2-3	NO	48	2,615880e-11	1,760211e-11	7,443713e-12	1,037356e-10	2,104768e-11	3,126992e-11
	SÍ	96	3,643623e-11	5,014811e-11	4,704920e-12	2,201714e-10	2,581086e-11	4,706160e-11
I.3-4	NO	48	2,456491e-11	1,079491e-11	9,400490e-12	5,322534e-11	2,143040e-11	2,769943e-11
	SÍ	96	3,320891e-11	3,361332e-11	5,588379e-12	1,775466e-10	2,608693e-11	4,033089e-11
I.4-5	NO	48	2,254375e-11	9,308352e-12	8,121835e-12	5,049245e-11	1,984088e-11	2,524661e-11
	SÍ	96	4,585625e-11	8,318903e-11	4,400844e-12	4,341687e-10	2,823018e-11	6,348233e-11
I.5-6	NO	48	2,924022e-11	1,646188e-11	7,275891e-12	8,694499e-11	2,446018e-11	3,402025e-11
	SÍ	96	3,347307e-11	3,880113e-11	3,909133e-12	1,878545e-10	2,525189e-11	4,169424e-11
I.6-7	NO	48	2,322754e-11	8,275423e-12	1,136949e-11	4,632643e-11	2,082460e-11	2,563047e-11
	SÍ	96	2,965322e-11	2,592036e-11	5,300619e-12	1,590397e-10	2,416122e-11	3,514522e-11
I.7-8	NO	48	1,895857e-11	8,941278e-12	5,602389e-12	4,657025e-11	1,636229e-11	2,155485e-11
	SÍ	96	2,578606e-11	2,036319e-11	3,483054e-12	1,390064e-10	2,147151e-11	3,010061e-11
I.8-9	NO	48	3,449469e-11	1,768008e-11	1,021141e-11	1,041782e-10	2,936093e-11	3,962845e-11
	SÍ	96	2,401486e-11	1,537733e-11	4,857709e-12	8,358215e-11	2,075672e-11	2,727301e-11
I.9-final	NO	48	3,630977e-11	4,160684e-11	5,064858e-12	2,359301e-10	2,422841e-11	4,839114e-11
	SÍ	96	3,258352e-11	2,953457e-11	4,998034e-12	1,599789e-10	2,632574e-11	3,884130e-11

Ona gamma:

Per intervals

A la Taula 31 es mostren els valors descriptius de l'ona gamma dels tennistes per cada interval.

Taula 31: Resum descriptiu de l'ona gamma dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	2,137843e-12	2,930521e-12	4,113893e-13	1,499155e-11	1,640868e-12	2,634817e-12
I.2-3	144	2,164017e-12	3,237637e-12	3,211363e-13	1,744222e-11	1,614960e-12	2,713074e-12
I.3-4	144	1,855179e-12	2,393756e-12	4,005355e-13	1,171250e-11	1,449232e-12	2,261126e-12
I.4-5	144	1,516087e-12	1,622643e-12	4,115898e-13	9,804054e-12	1,240910e-12	1,791264e-12
I.5-6	144	1,770104e-12	2,111096e-12	3,937844e-13	1,193984e-11	1,412092e-12	2,128115e-12
I.6-7	144	1,359145e-12	1,231694e-12	3,318232e-13	7,824765e-12	1,150267e-12	1,568023e-12
I.7-8	144	1,312120e-12	1,278923e-12	3,551887e-13	8,038290e-12	1,095232e-12	1,529007e-12
I.8-9	144	1,395311e-12	1,126418e-12	3,968219e-13	5,365977e-12	1,204286e-12	1,586335e-12
I.9-final	144	1,450406e-12	1,184203e-12	3,040783e-13	6,720999e-12	1,249582e-12	1,651230e-12

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 32 es mostren les dades descriptives de l'ona gamma dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 32: Resum descriptiu de l'ona gamma dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	1,381403e-12	1,005641e-12	4,540288e-13	4,532116e-12	1,089395e-12	1,673410e-12
	SÍ	96	2,550446e-12	3,505980e-12	4,113893e-13	1,499155e-11	1,807600e-12	3,293292e-12
I.2-3	NO	48	1,383902e-12	1,579182e-12	4,194237e-13	8,264052e-12	9,253554e-13	1,842449e-12
	SÍ	96	2,589534e-12	3,794665e-12	3,211363e-13	1,744222e-11	1,785521e-12	3,393546e-12
I.3-4	NO	48	1,150976e-12	6,691843e-13	4,163614e-13	3,523088e-12	9,566647e-13	1,345286e-12
	SÍ	96	2,239290e-12	2,868227e-12	4,005355e-13	1,171250e-11	1,631571e-12	2,847009e-12
I.4-5	NO	48	9,561218e-13	4,863303e-13	4,115898e-13	2,804465e-12	8,149062e-13	1,097337e-12
	SÍ	96	1,821523e-12	1,921070e-12	5,452961e-13	9,804054e-12	1,414487e-12	2,228558e-12
I.5-6	NO	48	1,223664e-12	5,191927e-13	3,937844e-13	3,264875e-12	1,072907e-12	1,374422e-12
	SÍ	96	2,068161e-12	2,552524e-12	5,880093e-13	1,193984e-11	1,527333e-12	2,608990e-12
I.6-7	NO	48	9,254786e-13	5,362364e-13	3,318232e-13	3,068572e-12	7,697718e-13	1,081185e-12
	SÍ	96	1,595690e-12	1,427716e-12	4,743197e-13	7,824765e-12	1,293186e-12	1,898194e-12
I.7-8	NO	48	9,593856e-13	6,171328e-13	3,551887e-13	3,538431e-12	7,801890e-13	1,138582e-12
	SÍ	96	1,504520e-12	1,492056e-12	4,050309e-13	8,038290e-12	1,188383e-12	1,820656e-12
I.8-9	NO	48	1,067285e-12	5,453584e-13	3,968219e-13	3,520949e-12	9,089292e-13	1,225640e-12
	SÍ	96	1,574234e-12	1,310127e-12	4,538014e-13	5,365977e-12	1,296645e-12	1,851824e-12
I.9-final	NO	48	1,208073e-12	6,295969e-13	3,040783e-13	3,410324e-12	1,025257e-12	1,390889e-12
	SÍ	96	1,582588e-12	1,382687e-12	5,111142e-13	6,720999e-12	1,289624e-12	1,875551e-12

Ona theta:

Per intervals

A la Taula 33 es mostren els valors descriptius de l'ona theta dels tennistes per cada interval.

Taula 33: Resum descriptiu de l'ona theta dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	1,784264e-11	1,713084e-11	2,666087e-12	1,295121e-10	1,493749e-11	2,074778e-11
I.2-3	144	1,636265e-11	1,314798e-11	2,515006e-12	6,682100e-11	1,413295e-11	1,859236e-11
I.3-4	144	1,467397e-11	1,053134e-11	2,931031e-12	5,628868e-11	1,288801e-11	1,645994e-11
I.4-5	144	1,669051e-11	1,705847e-11	2,503569e-12	9,298492e-11	1,379764e-11	1,958338e-11
I.5-6	144	1,590735e-11	1,388888e-11	2,352019e-12	1,077426e-10	1,355200e-11	1,826271e-11
I.6-7	144	1,533895e-11	1,172439e-11	2,716128e-12	7,383709e-11	1,335066e-11	1,732724e-11
I.7-8	144	1,511180e-11	1,058550e-11	2,021619e-12	5,601379e-11	1,331665e-11	1,690695e-11
I.8-9	144	1,639758e-11	1,178834e-11	2,861196e-12	6,644680e-11	1,439844e-11	1,839671e-11
I.9-final	144	1,685989e-11	1,278077e-11	2,604761e-12	7,036990e-11	1,469246e-11	1,902733e-11

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 34 es mostren les dades descriptives de l'ona theta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 34: Resum descriptiu de l'ona theta dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (V ²)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	1,936010e-11	1,559095e-11	4,038077e-12	6,963798e-11	1,483296e-11	2,388724e-11
	SÍ	96	1,701493e-11	1,794704e-11	2,666087e-12	1,295121e-10	1,321232e-11	2,081755e-11
I.2-3	NO	48	1,732793e-11	1,485974e-11	3,711399e-12	6,682100e-11	1,301311e-11	2,164275e-11
	SÍ	96	1,583614e-11	1,217217e-11	2,515006e-12	5,848649e-11	1,325710e-11	1,841518e-11
I.3-4	NO	48	1,448476e-11	7,802791e-12	3,675142e-12	3,502123e-11	1,221907e-11	1,675046e-11
	SÍ	96	1,477718e-11	1,179740e-11	2,931031e-12	5,628868e-11	1,227755e-11	1,727681e-11
I.4-5	NO	48	1,429514e-11	9,014596e-12	3,611960e-12	4,020942e-11	1,167758e-11	1,691271e-11
	SÍ	96	1,799707e-11	2,006852e-11	2,503569e-12	9,298492e-11	1,374496e-11	2,224919e-11
I.5-6	NO	48	1,504368e-11	8,312784e-12	4,189984e-12	3,665918e-11	1,262990e-11	1,745747e-11
	SÍ	96	1,637845e-11	1,616669e-11	2,352019e-12	1,077426e-10	1,295305e-11	1,980384e-11
I.6-7	NO	48	1,548447e-11	1,132918e-11	3,595955e-12	4,964304e-11	1,219482e-11	1,877412e-11
	SÍ	96	1,525957e-11	1,199772e-11	2,716128e-12	7,383709e-11	1,271750e-11	1,780165e-11
I.7-8	NO	48	1,468055e-11	9,650771e-12	2,849557e-12	4,049945e-11	1,187825e-11	1,748284e-11
	SÍ	96	1,534704e-11	1,110860e-11	2,021619e-12	5,601379e-11	1,299335e-11	1,770072e-11
I.8-9	NO	48	1,830404e-11	1,283793e-11	4,081945e-12	5,873078e-11	1,457629e-11	2,203179e-11
	SÍ	96	1,535769e-11	1,111304e-11	2,861196e-12	6,644680e-11	1,300306e-11	1,771231e-11
I.9-final	NO	48	2,059513e-11	1,559596e-11	2,604761e-12	7,036990e-11	1,606653e-11	2,512372e-11
	SÍ	96	1,482249e-11	1,049631e-11	2,685910e-12	6,579920e-11	1,259854e-11	1,704645e-11

Entropia

Entropia aproximada:

Per intervals

A la Taula 35 es mostren els valors descriptius de l'EA dels tennistes per cada interval.

Taula 35: Resum descriptiu de l'EA dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	0,4562276	0,07991512	0,2222492	0,6257380	0,4426751	0,4697800
I.2-3	144	0,4556707	0,07424521	0,2679822	0,6725748	0,4430798	0,4682616
I.3-4	144	0,4597642	0,07149646	0,2953725	0,6416160	0,4476394	0,4718889
I.4-5	144	0,4607719	0,08588688	0,2320191	0,7047453	0,4462067	0,4753371
I.5-6	144	0,4611600	0,08673008	0,3079796	0,7306612	0,4464518	0,4758682
I.6-7	144	0,4618389	0,07215617	0,3415065	0,6835172	0,4496022	0,4740756
I.7-8	144	0,4672987	0,08012448	0,3334090	0,7109418	0,4537108	0,4808867
I.8-9	144	0,4579876	0,07089554	0,3131025	0,7172400	0,4459647	0,4700105
I.9-final	144	0,4599297	0,09049827	0,2569020	0,7251803	0,4445825	0,4752769

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 36 es mostren les dades descriptives de l'EA dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 36: Resum descriptiu de l'EA dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	0,4476540	0,06849674	0,2673896	0,6244494	0,4277646	0,4675433
	SÍ	96	0,4609041	0,08551399	0,2222492	0,6257380	0,4427854	0,4790228
I.2-3	NO	48	0,4364945	0,04668379	0,3091288	0,5580133	0,4229390	0,4500501
	SÍ	96	0,4661304	0,08404009	0,2679822	0,6725748	0,4483240	0,4839368
I.3-4	NO	48	0,4518955	0,06178199	0,3471447	0,6084878	0,4339559	0,4698351
	SÍ	96	0,4640561	0,07627029	0,2953725	0,6416160	0,4478960	0,4802163
I.4-5	NO	48	0,4658319	0,09131130	0,3455166	0,7047453	0,4393179	0,4923460
	SÍ	96	0,4580119	0,08318802	0,2320191	0,6781210	0,4403860	0,4756377
I.5-6	NO	48	0,4575185	0,10228253	0,3365827	0,7306612	0,4278188	0,4872183
	SÍ	96	0,4631463	0,07751900	0,3079796	0,6998185	0,4467216	0,4795710
I.6-7	NO	48	0,4586284	0,08194827	0,3622723	0,6813277	0,4348331	0,4824237
	SÍ	96	0,4635901	0,06665103	0,3415065	0,6835172	0,4494681	0,4777121
I.7-8	NO	48	0,4721277	0,09717120	0,3594685	0,7045088	0,4439121	0,5003433
	SÍ	96	0,4646648	0,06957801	0,3334090	0,7109418	0,4499226	0,4794069
I.8-9	NO	48	0,4375189	0,07497609	0,3131025	0,6395351	0,4157481	0,4592897
	SÍ	96	0,4691523	0,06637129	0,3533091	0,7172400	0,4550896	0,4832151
I.9-final	NO	48	0,4518061	0,11599904	0,2569020	0,7103969	0,4181235	0,4854887
	SÍ	96	0,4643608	0,07336919	0,3086942	0,7251803	0,4488154	0,4799062

Entropia mostral:

Per intervals

A la Taula 37 es mostren els valors descriptius de l'EM dels tennistes per cada interval.

Taula 37: Resum descriptiu de l'EM dels tennistes per intervals.

Interval	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	144	0,4754084	0,08779184	0,2279631	0,6715336	0,4605202	0,4902967
I.2-3	144	0,4743554	0,08142371	0,2753744	0,7174164	0,4605471	0,4881637
I.3-4	144	0,4789283	0,07887567	0,3035208	0,6795012	0,4655522	0,4923045
I.4-5	144	0,4805490	0,09540062	0,2385242	0,7725626	0,4643705	0,4967276
I.5-6	144	0,4812339	0,09752127	0,3181782	0,8024857	0,4646957	0,4977721
I.6-7	144	0,4810138	0,08055699	0,3516006	0,7392329	0,4673525	0,4946751
I.7-8	144	0,4877311	0,09153632	0,3440933	0,7772420	0,4722078	0,5032543
I.8-9	144	0,4769080	0,07858859	0,3221978	0,7654208	0,4635805	0,4902355
I.9-final	144	0,4798892	0,10149005	0,2639423	0,7833784	0,4626779	0,4971004

Per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 38 es mostren les dades descriptives de l'EM dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 38: Resum descriptiu de l'EM dels tennistes per intervals segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Interval	EXP	N	Mitjana (a.u.)	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
I.1-2	NO	48	0,4660900	0,07698131	0,2746021	0,6715336	0,4437370	0,4884431
	SÍ	96	0,4804912	0,09318939	0,2279631	0,6622075	0,4607463	0,5002361
I.2-3	NO	48	0,4527226	0,05076393	0,3182236	0,5881880	0,4379823	0,4674629
	SÍ	96	0,4861551	0,09217627	0,2753744	0,7174164	0,4666248	0,5056854
I.3-4	NO	48	0,4704590	0,06974516	0,3572602	0,6527439	0,4502072	0,4907109
	SÍ	96	0,4835480	0,08345540	0,3035208	0,6795012	0,4658655	0,5012305
I.4-5	NO	48	0,4868669	0,10480740	0,3561628	0,7725626	0,4564340	0,5172998
	SÍ	96	0,4771029	0,09030191	0,2385242	0,7212909	0,4579698	0,4962361
I.5-6	NO	48	0,4787576	0,11763154	0,3475350	0,8024857	0,4446009	0,5129142
	SÍ	96	0,4825846	0,08530551	0,3181782	0,7453507	0,4645101	0,5006591
I.6-7	NO	48	0,4781517	0,09321608	0,3729308	0,7392329	0,4510846	0,5052189
	SÍ	96	0,4825749	0,07327096	0,3516006	0,7248834	0,4670503	0,4980996
I.7-8	NO	48	0,4950626	0,11456175	0,3700722	0,7772420	0,4617973	0,5283279
	SÍ	96	0,4837321	0,07658797	0,3440933	0,7570505	0,4675046	0,4999595
I.8-9	NO	48	0,4554398	0,08412069	0,3221978	0,6900618	0,4310137	0,4798659
	SÍ	96	0,4886180	0,07326598	0,3642924	0,7654208	0,4730944	0,5041416
I.9-final	NO	48	0,4729794	0,13196085	0,2639423	0,7833784	0,4346620	0,5112969
	SÍ	96	0,4836581	0,08083948	0,3173840	0,7751066	0,4665299	0,5007864

Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals

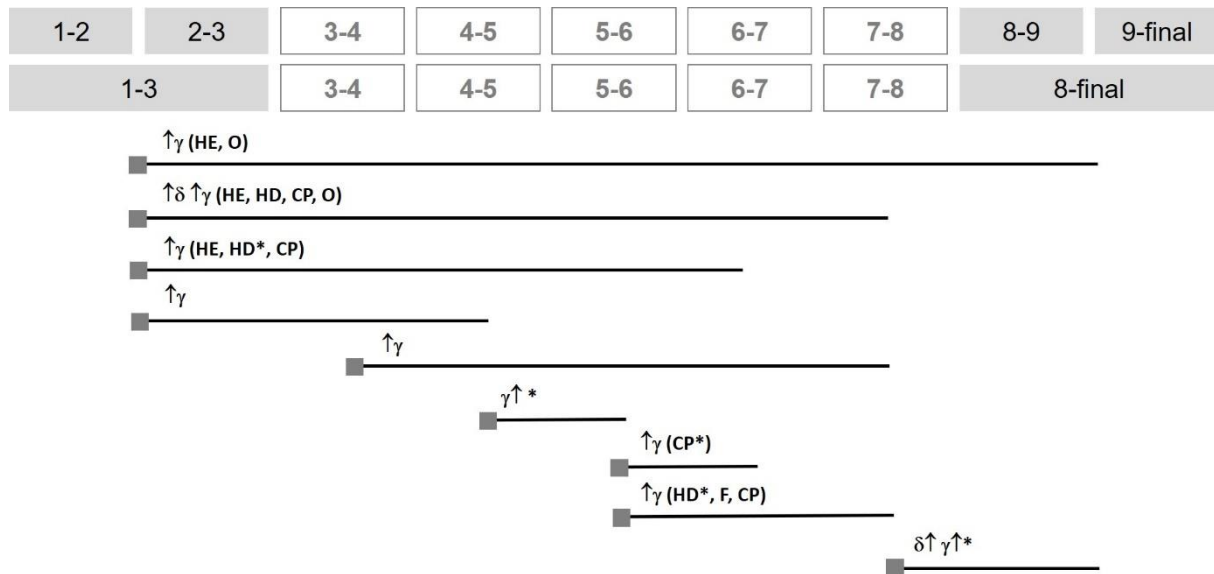


Figura 14: Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final). δ = delta; γ = gamma; HE = hemisferi esquerre; HD = hemisferi dret; F = frontal; CP = centroparietal; O = occipital. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

A la Figura 14 es mostren els resultats de l'Estudi 1-B en les ones cerebrals per les agrupacions que s'han fet per intervals, hemisferis, zones i canals. En el gràfic s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, ja que en la majoria de casos no presentaven diferències i, per tant, s'ha considerat adient unificar els intervals per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats.

En primer lloc, es pot observar com en comparar l'interval 1-3 amb el 8-final, en 1-3 l'ona gamma és més alta en l'hemisferi esquerre i en la regió occipital; en 1-3 vs. 7-8, l'ona delta és més alta en 1-3, així com també ho és l'ona gamma en l'hemisferi esquerre, el dret i les regions centroparietal i occipital; en 1-3 vs. 6-7, és més alta l'ona gamma en 1-3 en l'hemisferi esquerre, el dret (10 %) i en la regió centroparietal; en 1-3 vs. 4-5, l'ona gamma és també superior en 1-3.

En comparar 3-4 vs. 7-8, l'ona gamma és superior en 3-4.

Pel que fa a 4-5 vs. 5-6, l'ona gamma és superior en 5-6 (10 %); i el mateix passa en 5-6 vs. 6-7, on l'ona gamma és superior en 5-6, sobretot en la regió centroparietal (10 %); i en 5-6 vs. 7-8, l'ona gamma superior en 5-6 en l'hemisferi dret (10 %) i en les regions frontal i centroparietal.

Finalment, si comparem 7-8 amb 8-final, 8-final presenta més altes les ones delta i gamma (10 %).

En agrupar els intervals de la imatgeria de més pressió (5-8) trobem (Figura 15):

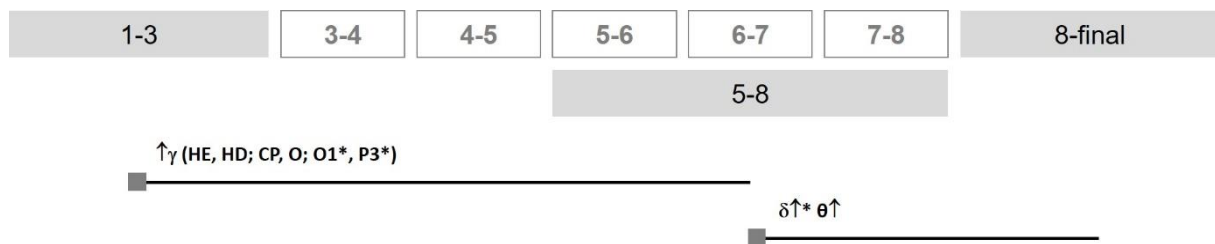


Figura 15: Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 5-6, 6-7 i 7-8 en 5-8; 8-9 i 9-final en 8-final). δ = delta; θ = theta; γ = gamma; HE = hemisferi esquerre; HD = hemisferi dret; CP = centroparietal; O = occipital; canals (posició elèctrodes):P3 = Canal 5, O1 = Canal 7. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

A la Figura 15 en comparar 1-3 amb 5-8 veiem en 1-3 l'ona gamma més alta en l'hemisferi esquerre, el dret, en les regions centroparietal i occipital i en els canals O1 (10 %) i P3 (10 %).

I en 5-8 vs. 8-final, l'ona delta és més alta en 8-final (10 %), així com també ho és l'ona theta.

Finalment, en agrupar tota la imatgeria (3-8) veiem (Figura 16):

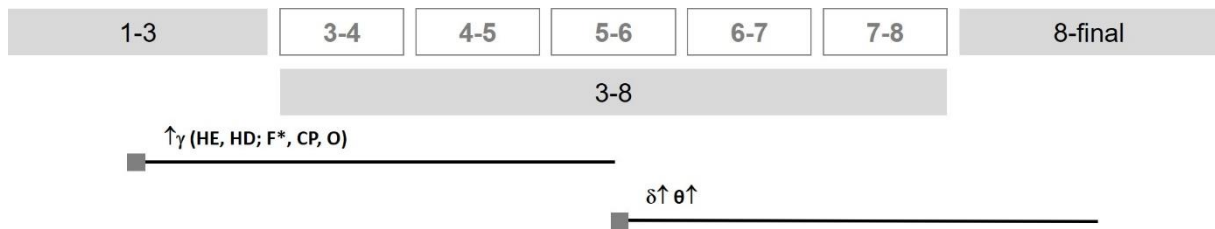


Figura 16: Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9 i 9-final en 8-final). δ = delta; θ = theta; γ = gamma; HE = hemisferi esquerre; HD = hemisferi dret; F = frontal; CP = centroparietal; O = occipital. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos interval·ls de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

A la Figura 16 en comparar 1-3 amb 3-8 observem que en 1-3 l'ona gamma és més alta en l'hemisferi esquerre, el dret, en les regions frontal (10 %), centroparietal i occipital.

I en 3-8 vs. 8-final l'ona delta és més alta en 8-final, com també ho és l'ona theta.

Per tant, la imatgeria de la situació de pressió —ja sigui per interval·ls, hemisferis, zones o canals— ha provocat una disminució de l'activitat de l'ona gamma i un augment d'aquesta en l'interval 5-6, que correspon al moment de màxima pressió.

Anàlisi comparativa de les ones cerebrals per interval·ls, hemisferis, zones i canals segons l'experiència en imatgeria

Tenint en compte l'experiència en imatgeria, en comparar l'interval 1-3 amb el 8-final, en el primer l'ona gamma és més alta en els que tenen experiència en l'hemisferi esquerre i en el dret (10 %) i en les regions frontal (10 %), centroparietal (10 %) i occipital (10 %); en 1-3 vs. 7-8, l'ona delta és més alta en 1-3 en els sense experiència i l'ona gamma és més alta en el primer en els que tenen experiència sobretot en l'hemisferi esquerre (10 %) i en les regions centroparietal i occipital (10 %) i també en els que no tenen experiència; en 1-3 vs. 6-7, és més alta l'ona gamma en 1-3 en els sense experiència; en 1-3 vs. 4-5, l'ona gamma és també superior en 1-3 en els que no tenen experiència.

Quant a 4-5 vs. 5-6, l'ona gamma és superior en 5-6 en els sense experiència; el mateix passa en 5-6 vs. 6-7, on l'ona gamma és superior en 5-6 en els sense experiència; i en 5-6 vs. 7-8 són

superiors tant l'ona delta en els sense experiència en 5-6, com l'ona gamma en els que tenen i els que no.

Finalment, 7-8 comparat amb 8-final, 8-final presenta més alta l'ona delta en els sense experiència, sobretot en la regió centroparietal (10 %).

Pel que fa a les agrupacions, en agrupar els intervals de la imatge de més pressió (5-8), en 1-3 vs. 5-8 veiem que en 1-3 l'ona gamma és més alta, tant en els que tenen experiència —sobretot en l'hemisferi esquerre i en les regions centroparietal (10 %) i occipital— com en els que no. I en comparar 5-8 vs. 8-final en els sense experiència l'ona delta és més alta en 8-final (10 %), així com també ho és l'ona theta.

Finalment, en agrupar tota la imatge (3-8), en 1-3 vs. 3-8 en 1-3 l'ona gamma és més alta en l'hemisferi esquerre i en les regions centroparietal i occipital en els que tenen experiència i en l'hemisferi dret en els que no.

I en 3-8 vs. 8-final en els sense experiència l'ona delta és més alta en 8-final, sobretot en l'hemisferi dret i en la regió frontal, així com també ho és l'ona theta en la regió frontal.

Per tant, la imatge de la situació de pressió —ja sigui per intervals, hemisferis, zones o canals— ha provocat una disminució de l'ona theta en els sense experiència sobretot i, tant en els que tenen experiència com en els que no, una disminució de l'activitat de l'ona gamma i un augment d'aquesta en l'interval 5-6, que correspon al moment de màxima pressió.

Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals

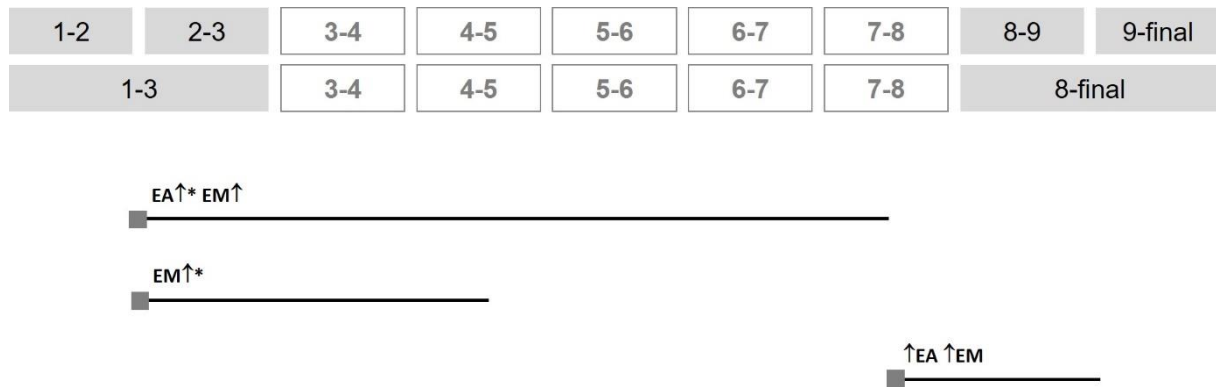


Figura 17: Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final). EA = entropia aproximada; EM = entropia mostral. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

A la Figura 17 en es poden veure els resultats de l'Estudi 1-B en l'entropia agrupats per intervals, hemisferis, zones i canals. En el gràfic s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, ja que en la majoria de casos no presentaven diferències i, per tant, s'ha considerat adient unificar els intervals per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats.

En primer lloc, en comparar 1-3 amb 7-8, 7-8 presenta més altes tant l'EA (10 %) com l'EM. I en comparar 1-3 amb 4-5, 4-5 presenta més alta l'EM (10 %). En el cas de 7-8 vs. 8-final, en 8-final són més altes tant l'EA com l'EM.

En agrupar (Figura 18) els intervals de la imatgeria de més pressió (5-8) trobem:

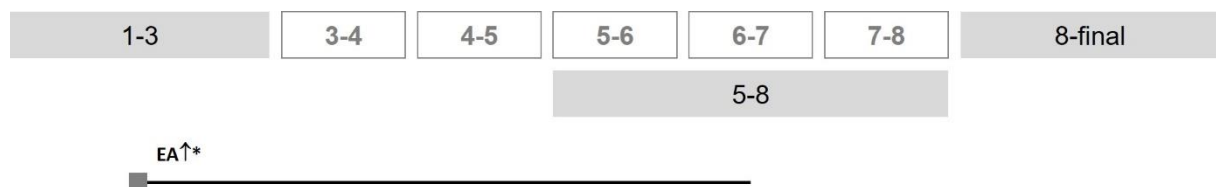


Figura 18: Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 5-6, 6-7 i 7-8 en 5-8; 8-9 i 9-final en 8-final). EA = entropia aproximada; EM = entropia mostral. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat. * Nivell de significació al 10%.

A la Figura 18 en comparar 1-3 amb 5-8 veiem que en 5-8 l'EA és més alta (10 %).

Finalment, en agrupar tota la imatgeria (3-8) observem (Figura 19):

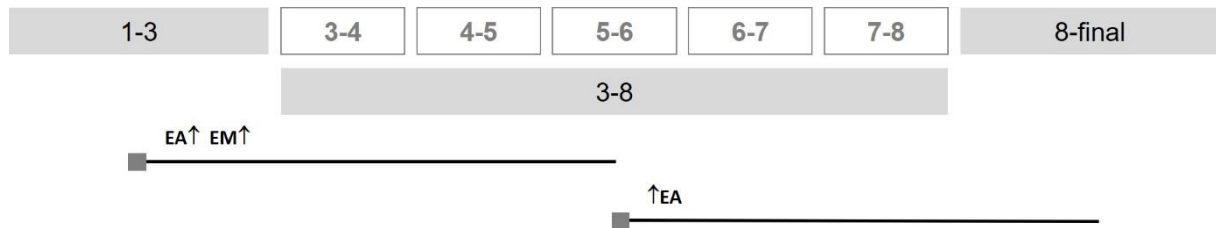


Figura 19: Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9 i 9-final en 8-final). EA = entropia aproximada; EM = entropia mostral. Les fletxes al costat de les variables senyalen quin dels dos intervals de cada comparativa té el valor més alt sent superiors aquells que tenen les fletxes en el seu costat.

A la Figura 19 en comparar 1-3 amb 3-8 veiem que en 3-8 són més altes tant l'EA com l'EM. Si comparem 3-8 vs. 8-final observem que en 3-8 és més alta l'EA. Per tant, l'EA i l'EM són superiors en la imatgeria de la situació de pressió.

Anàlisi comparativa de l'entropia per intervals, hemisferis, zones i canals segons l'experiència en imatgeria

Tenint en compte l'experiència en imatgeria, en comparar 1-3 amb 7-8, 7-8 presenta l'EM més alta en els sense experiència en la regió frontal (10 %).

Pel que fa a les agrupacions, en agrupar els intervals de la imatgeria de més pressió (5-8), trobem que en 1-3 vs. 5-8 en 5-8 són més altes en els sense experiència l'EA (10 %) i l'EM, ambdues sobretot en la regió frontal.

Finalment, en agrupar tota la imatgeria (3-8), comparant 1-3 amb 3-8 veiem que en 3-8 són més altes tant l'EA com l'EM en els sense experiència, sobretot en l'hemisferi esquerre i en la regió frontal. I comparant 3-8 vs. 8-final, observem que en 3-8 l'EM és més alta en els sense experiència. Per tant, l'EA i l'EM són superiors en la imatgeria de la situació de pressió en els que no tenen experiència en imatgeria.

Registres subjectius

Habilitats psicològiques:

Pel que fa a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració), no hi ha diferències significatives entre el *pre-* i el *post-*, ni entre *abans*, *durant* i *després*, amb excepció entre *pre-* i *post-* per l'activació en el moment *durant* a un nivell de significació del 10 %.

Realitat de la imatgeria:

A continuació, presentem les dades que fan referència a la realitat de la imatgeria:

Per dimensions

A la Taula 39 es mostren els valors descriptius de la realitat de la imatgeria de la situació de pressió per cada dimensió.

Taula 39: Resum descriptiu de la realitat de la imatgeria de la situació de pressió dels tennistes per dimensió.

Dimensió	N	Mitjana	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
Auditiva	18	4	1	1	5	3	4
Emocional	18	4	1	3	5	4	5
Gustativa	18	3	1	1	5	3	4
Olfactiva	18	2	1	1	4	1	2
Cinestèsica	18	4	1	4	5	4	5
Tàctil	18	4	1	2	5	3	4
Visual	18	4	1	2	5	4	5

Per dimensions segons l'experiència prèvia en imatgeria

A la Taula 40 es mostren els valors descriptius de la realitat de la imatgeria de la situació de pressió per cada dimensió segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Taula 40: Resum descriptiu de la realitat de la imatgeria de la situació de pressió dels tennistes per dimensió segons l'experiència prèvia en imatgeria.

Dimensió	EXP	N	Mitjana	Desviació estàndard	Mínim	Màxim	Límit inferior	Límit superior
Auditiva	NO	6	4	1	2	5	3	5
	SÍ	12	4	1	1	5	3	4
Emocional	NO	6	4	1	3	5	3	5
	SÍ	12	4	1	3	5	4	5
Gustativa	NO	6	3	1	1	5	3	3
	SÍ	12	3	1	1	5	3	4
Olfactiva	NO	6	2	1	1	4	1	2
	SÍ	12	2	1	1	3	2	3
Cinestèsica	NO	6	4	1	4	5	4	5
	SÍ	12	5	1	4	5	4	5
Tàctil	NO	6	4	1	2	5	3	4
	SÍ	12	4	1	2	5	3	4
Visual	NO	6	4	1	2	5	3	4
	SÍ	96	5	0	4	5	4	5

3.6.6. Discussió

En aquest Estudi, dividit en l'Estudi 1-A i l'1-B, vam marcar l'objectiu de monitoritzar l'activació durant la imatgeria d'una situació neutra (Estudi 1-A) i d'una situació de pressió (Estudi 1-B) a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en tennistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

Pel que fa a la **freqüència cardíaca**, en l'Estudi 1-A va incrementar lleugerament en la imatgeria de la situació neutra (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3) i final (I.8-f), sobretot en els tennistes amb experiència en imatgeria, tal i com ja van mostrar Gemignani et al. (2000). Això pot estar motivat pel fet que, tot i ser una imatgeria neutra, el fet de pensar en una acció motriu de tennis els situa en un context de simulació de l'acció realitzada en un entrenament o competició, durant els quals la freqüència cardíaca sempre és més alta que en repòs. Així mateix, aquest augment també es podria explicar pel fet que l'esportista necessita estar una mica activat per fer bé el servei de tennis; tal i com succeiria a la realitat, doncs, perquè és una acció que defineix gran part de la identitat del jugador de tennis i, per tant, aquest s'activa lleugerament per tal de fer-ho bé.

En l'Estudi 1-B va augmentar la freqüència cardíaca en la imatgeria de la situació de pressió (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3) i final (I.8-f), sobretot en els esportistes amb experiència en imatgeria, tal i com van observar Gemignani et al. (2000). A més, aquests resultats concorden amb estudis com el de Veldhuijzen van Zanten et al. (2002),

que van advertir que la pressió competitiva augmenta la freqüència cardíaca; fet que, segons Woodman i Davis (2008), pot reflectir un increment en l'activació i/o l'ansietat.

Així doncs, si comparem tots dos estudis, tant en l'Estudi 1-A com en l'Estudi 1-B es va incrementar la freqüència cardíaca en la imatgeria de la situació neutra i la de pressió, respectivament, en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial i final, sobretot en els esportistes amb experiència en imatgeria. Cal dir, però, que aquest augment va ser marcadament superior en el cas de la imatgeria de la situació de pressió, tant comparat amb l'atenció a la respiració inicial com amb l'atenció a la respiració final, i va trobar el seu punt més alt en el moment de màxima pressió (I.5-6).

Així, podem dir que es va assolir el mateix efecte fisiològic ja aconseguit en estudis amb hipnosi que van utilitzar estímuls neutres i aversius en fòbies (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a). Cal emfatitzar que tot i que en el cas de les fòbies la intensitat i, per tant, l'activació és molt major que en la pressió estudiada en la present investigació (no es va treballar ni amb ansietat competitiva ni amb fòbia a la competició), es van observar unes diferències similars en els resultats de la present tesi. Per aquest motiu és destacable que, tot i haver creat estímuls de menor intensitat en aquesta tesi (pressió competitiva), a partir dels quals és més difícil presentar canvis fisiològics, s'hagin aconseguit diferències semblants a les recollides en estudis amb estímuls d'extrema intensitat (ansietat i/o fòbies).

Quant a les **ones cerebrals**, en l'Estudi 1-A —ja sigui per intervals, hemisferis, zones o canals— van disminuir les ones theta (sobretot en els sense experiència en imatgeria) i gamma (en tots dos grups) en la imatgeria de la situació neutra (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3) i final (I.8-f). Aquest decrement de l'ona theta pot ser causat per un augment de l'atenció focalitzada (Bakhshayesh et al., 2011), una participació activa en la tasca (J. D. Williams i Gruzelier, 2001) i un augment de l'activació, ja que l'ona theta està relacionada amb la relaxació (Jacobs i Friedman, 2004; Jacobs i Lubar, 1989). Aquesta disminució de l'ona theta ja va ser observada per Sebastiani et al. (2003a) durant la imatgeria neutra que van dur a terme en el seu estudi.

El fet que minvi més en els tennistes sense experiència en imatgeria podria ser conseqüència de que els va costar més posar-se en situació i imaginar el seu servei i, en sentir aquesta dificultat, es van posar més nerviosos (tal i com van comentar alguns d'ells). A més, aquest decrement de l'ona theta va lligat al lleuger increment, ja esmentat, de la freqüència cardíaca, reflectint que tot i ser aquesta imatgeria un estímulo neutre, es van presentar, tal i com esperàvem, lleugers

canvis en passar de realitzar l'atenció a la respiració a fer la imatgeria de la situació neutra. Així, veiem com, tant a nivell cardíac com cerebral, es produeix un lleuger augment de l'activació durant la imatgeria de la situació neutra.

Pel que fa a la disminució de l'ona gamma, pot ser a causa de l'efecte relaxant que provoca la imatgeria neutra, tal i com van posar de manifest Sebastiani et al. (2003a) i també Braboszcz et al. (2017), els quals van observar major ona gamma durant el període centrat en la respiració en comparació amb les meditacions posteriors de ioga Himalaya i Isha Shoonya. Es va tractar, com en el cas del present estudi, d'un període de preparació per a la meditació (en el nostre cas, imatgeria) que consistia en prendre atenció a la respiració sentint com l'aire entra i surt a través del nas i notar les sensacions de l'abdomen associades a la inspiració i l'expiració. Per això, com ja van apreciar Braboszcz et al. (2017), possiblement en l'atenció a la respiració els tennistes van requerir un major esforç atencional per tal de practicar la consciència de la respiració, que, en ser una acció involuntària del nostre cos (sistema nerviós autònom) i, per tant, automàtica, passa més inadvertida i, en conseqüència, suposa més esforç centrar-se en ella i sentir-la plenament. A més, l'increment de l'ona gamma també s'ha relacionat amb una major atenció interna, és a dir, del focus centrat en un mateix, el qual succeeix en prendre consciència de la pròpia respiració.

En l'Estudi 1-B —ja sigui per intervals, hemisferis, zones o canals— va disminuir, tant en els tennistes que tenen experiència com en els que no, l'ona gamma en la imatgeria de la situació de pressió en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3) i final (I.8-f); no obstant, l'ona gamma va augmentar en el moment de màxima pressió (I.5-6).

Una possible explicació del fet que l'ona alfa no disminuís significativament podria ser que aquesta s'hagués atenuat o bloquejat amb els estímuls auditius a causa de l'ús d'àudio (Morillo, 2005) en les respiracions inicials i finals, fent que no es produís un decrement significatiu posterior en la imatgeria de pressió. A més, els canvis es van produir en tots dos grups de tennistes; per tant, tots dos van presentar les mateixes capacitats i habilitats per experimentar la imatgeria de la situació de pressió.

Així doncs, si ens fixem en estudis anteriors, la disminució de l'ona gamma en la imatgeria de la situació de pressió és present, tal i com va succeir en l'Estudi 1-A i com van observar Braboszcz et al. (2017), ja que, possiblement, en l'atenció a la respiració els tennistes van requerir major esforç atencional intern (Hayden, Smith i Platt, 2009; Jerbi et al., 2009; Lachaux et al., 2008) per tal de posar en pràctica la consciència de la respiració. Al mateix temps, quant

a l'augment de l'ona gamma en el moment de màxima pressió (Interval 5-6) pot indicar una alta activitat mental, atenció intensament centrada, por (Riera, 2012), atenció interna (Hayden et al., 2009; Jerbi et al., 2009; Lachaux et al., 2008), unió conjunta d'informació de diferents àrees del cervell (Hammond, 2011), activació emocional (Başar et al., 2001) i presenta una equivalència amb el que ja havien trobat altres estudis sobre estímuls aversius en hipnosi i fòbia (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a). El fet que no s'incrementi l'ona beta però sí l'ona gamma podria venir explicat per haver aconseguit un estímulo de més gran intensitat que va provocar l'augment de les freqüències més altes. Això va en relació amb l'increment significatiu, ja esmentat, de la freqüència cardíaca també en l'interval 5-6, el moment de màxima pressió. D'aquesta manera, podria posar de manifest que veritablement, tant a nivell cardíac com cerebral, els tennistes van sentir la pressió competitiva dissenyada en aquest estudi.

Per tant, si comparem l'Estudi 1-A amb l'1-B —ja sigui per intervals, hemisferis, zones o canals—, van provocar una disminució de l'activitat de l'ona gamma tant en la imatgeria de la situació neutra com en la de pressió, respectivament, en comparació amb l'atenció a la respiració inicial i final, tant en els tennistes amb com sense experiència prèvia en imatgeria. Cal dir, però, que aquest decrement va ser superior en el cas de la imatgeria de la situació de pressió. A més, en l'Estudi 1-A també es va produir una baixada de l'ona theta, sobretot en els tennistes sense experiència. La causa que només succeís a l'Estudi 1-A es pot trobar en el fet que als tennistes sense experiència els costés més imaginar una acció motriu tècnica (servei) que una experiència emocional de pressió que viuen bastant sovint i els queda possiblement més marcada a la memòria, detalls que ajuden a executar una imatgeria més real. Pel que fa a l'Estudi 1-B, també es va produir un augment de l'ona gamma en el moment de màxima pressió (Interval 5-6) en tots dos grups, cosa que concorda amb estudis sobre estímuls aversius en hipnosi i fòbia (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a). El fet que només succeís en l'Estudi 1-B ressaltava l'efecte de la pressió experimentada en aquesta imatgeria, la qual està reflectida en l'augment de les ones de major freqüència.

Quant a l'**entropia**, va ser analitzada del senyal EEG global, no de les diferents freqüències que la componen. En l'Estudi 1-A l'EA i l'EM no van presentar diferències significatives en la imatgeria de la situació neutra (I.3-8) en comparació amb l'atenció a la respiració inicial (I.1-3) i final (I.8-f), ni en els tennistes amb ni sense experiència prèvia en imatgeria. Per tant, la imatgeria de la situació neutra no va presentar canvis significatius a nivell de regularitat (Kim et al., 2005), ni de complexitat (Cheema i Singh, 2019). Això implica la inexistència de canvis

en la integració dels subsistemes corticals neuronals (Sleigh i Donovan, 1999), la complexitat cerebral (Tran et al., 2007) i el grau d'incertesa (Hirsh et al., 2012). Així doncs, l'absència de canvis significatius pot ser deguda al fet que el servei és un moviment tècnic del qual s'espera que no generi canvis en ser una situació neutra.

En l'Estudi 1-B van augmentar l'EA i l'EM en la imatgeria de la situació de pressió (I.3-8) en comparació amb l'atenció a la respiració inicial (I.1-3) i final (I.8-f), sobretot en els esportistes sense experiència en imatgeria. Aquest augment de l'entropia suposa que el senyal és de més complexitat i, per tant, indica un comportament inestable del cervell, el qual pot ser un reflex de l'augment de l'activitat parasimpàtica (Cheema i Singh, 2019). També mostra que és un senyal dispers i difós, a causa de l'ajustament del metabolisme (comportament metabòlic desregulat) i de respostes adaptatives coordinades de l'organisme causades per l'estímul estressor (Veselkov et al., 2010); es produeix un augment en la complexitat cerebral (Tran et al., 2007); major acoblament del sistema i transmissió d'informació entre sistemes (T. Zhang i Turner, 2001) i més gran integració dels subsistemes corticals neuronals (Sleigh i Donovan, 1999); major incertesa i consum de recursos cognitius per aconseguir l'objectiu (X. Zhang, Lei, Yin, Li i Li, 2018); i una restricció computacional reduïda a causa de la manca d'inputs clarament dominants dels sistemes de percepció i de comportament. En conseqüència, aquestes distribucions es caracteritzen per tenir uns nivells més alts de competència i ambigüitat neuronals, com es produeix més sovint en situacions desconegudes o inesperades on hi ha un major rang de possibilitats a escollir i, per tant, més incertesa i malestar psicològic en sentir la motivació de reduir els esmentats nivells en situacions ambigües (Hirsh et al., 2012). A més, en l'estudi de Pijpers, Bakker, Oudejans i Boschker (2001) van advertir que l'increment dels nivells d'entropia està associat a alts nivells d'ansietat i de necessitat de més temps per executar l'acció. El fet que sigui major en els tennistes sense experiència en imatgeria pot estar motivat pel fet que aquests possiblement van processar en la situació de pressió més informació que els que tenen experiència. Això també succeeix, tal i com van demostrar MacPherson, Collins i Obhi (2009), en els escaladors experts, ja que l'entropia aproximada indica la taxa de producció de nova informació en la qual els valors que incrementen suposen més irregularitat, integració i producció de nova informació (Bein, 2006).

Per tant, d'una banda, els que tenen experiència van centrar la seva atenció en determinats factors més concrets i eficients per aconseguir sentir la pressió i posar-se en situació; i, d'altra banda, els sense experiència van treballar amb més informació sense ser, probablement, tan conscients de quina era la informació significativa per a ells per tal de sentir la pressió, per tant,

amb menys autoconsciència de quins factors concretament els generen aquesta pressió en les situacions reals.

Així doncs, si comparem l'Estudi 1-A i l'1-B, en la imatgeria de la situació neutra l'EA i l'EM no van presentar canvis significatius ni en els tennistes amb ni sense experiència prèvia en imatgeria; mentre que en la imatgeria de la situació de pressió l'EA i l'EM van augmentar sobretot en els sense experiència en imatgeria. La raó pot ser que la imatgeria de la situació neutra, com a tal, suposa una acció motriu de la qual no s'esperen canvis; a més, la neutra presenta, generalment, més probabilitat d'absència d'emocions, la qual cosa assegura, probablement, més neutralitat. Per contra, la imatgeria de la situació de pressió reflecteix més irregularitat degut, possiblement, a que constitueix una tasca més complexa, a la necessitat d'haver de processar més informació (més nova pels sense experiència en imatgeria) i a la interferència de les emocions (pressió). A més, els estudis sobre anestèsia (Anderson, Barr, Owall i Jakobsson, 2004; Bruhn et al., 2003; Hans, Dewandre, Brichant i Bonhomme, 2005; Vakkuri, Yli-Hankala, Talja P, Tolvanen-Laakso i Sampson, 2004) recullen que uns alts nivells d'entropia durant l'anestèsia demostren que el subjecte estava despert; així, si entenem això com a activació, podríem pensar que si hi ha més activació s'arriba a la sobreactivació i, per tant, a sentir pressió, a diferència de la imatgeria de la situació neutra.

D'aquesta manera, constatem que l'entropia és una bona eina per discriminar el tipus d'imatgeria (neutra o de pressió), el grau de complexitat i regularitat del senyal EEG, el comportament i comunicació dels sistemes cerebrals, la incertesa i el consum de recursos cognitius que suposa la tasca i, per tant, el grau d'afectació de les imatgeries i els canvis en els estats psicològics i fisiològics que en resulten.

Respecte als **registres subjectius**, en l'Estudi 1-A pel que fa a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) en la imatgeria de la situació neutra no hi va haver diferències significatives entre el *pre-* i el *post-*, ni entre *abans*, *durant* i *després* de l'execució del servei (I.3-8). Això pot estar causat pel fet que en ser una imatgeria neutra s'espera que no tingui efecte sobre les habilitats psicològiques, tal i com s'ha vist en la freqüència cardíaca i les ones cerebrals, on s'ha reflectit una activació òptima (7), ja que no hi ha hagut valors que marquessin una presència de relaxació ni de sobreactivació, sinó una atenció focalitzada. La correlació entre els registres subjectius, la freqüència cardíaca i les ones cerebrals ja va ser trobada per Gemignani et al. (2006) i en el cas dels registres subjectius i la freqüència cardíaca, també per Sartory et al. (1977).

Quant a la realitat de la imatgeria, les dimensions més reals van ser la cinestèsica, la visual, l'emocional, la tàctil i l'auditiva (puntuació de 3 a 5) i les que va costar més percebre com a reals i prendre'n consciència van ser la gustativa i l'olfactiva. Possiblement el motiu és que resulta més difícil ser-ne conscient, ja que habitualment es presta menys atenció als sabors i olors mentre es juga, ja que són sentits que no donen, segurament, la informació imprescindible que generen els altres per tal de llegir-se jugant; com ja van veure Kuan, Morris i Terry (2017). També Clark i Williamon (2011) van trobar menys realitat de la imatgeria en la dimensió olfactiva. Tenint en compte l'experiència en imatgeria, van aparèixer diferències en les dimensions olfactiva i cinestèsica, sent superiors en els tennistes amb experiència en imatgeria. Així, els tennistes amb experiència van presentar més control sobre la imatgeria i, per tant, la van viure com més real en totes les dimensions.

En l'Estudi 1-B —la imatgeria de la situació de pressió—, pel que fa a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) no hi va haver diferències significatives entre el *pre-* i el *post-*, ni entre *abans*, *durant* i *després*, amb excepció d'entre *pre-* i *post-* per l'activació en el moment *durant* del moment de més pressió (l'entre punts: I.5-8) a un nivell de significació del 10 %, sent superior en el post. Això indica que sobretot van sentir-se sobreactivats (8) durant la imatgeria de la situació de pressió i, per tant, van sentir la pressió. Aquestes dades van relacionades amb l'increment durant l'Interval 5-6 (moment de màxima pressió) de la freqüència cardíaca i de l'ona gamma, reflectint la sobreactivació causada per la pressió competitiva viscuda en la imatgeria de pressió. La correlació entre els registres subjectius, la freqüència cardíaca i les ones cerebrals, com en l'Estudi 1-A, ja va ser trobada en puntuacions de por per Gemignani et al. (2006) i en el cas dels registres subjectius i la freqüència cardíaca, també per Sartory et al. (1977).

Pel que fa a la realitat de la imatgeria, les dimensions més reals van ser la cinestèsica, la visual, l'emocional, la tàctil, l'auditiva i la gustativa (puntuació de 3 a 5) i la que va costar més de sentir com a real i prendre'n consciència va ser l'olfactiva. Això pot venir explicat pel fet que les olors són, possiblement, la informació menys rellevant per als tennistes, tal i com van trobar Kuan et al. (2017). També Clark i Williamon (2011) van observar menys realitat de la imatgeria en aquesta dimensió. Així, en són menys conscients perquè habitualment les olors són suaus i, en comparació, s'adonen més a nivell gustatiu en notar molts cops la boca seca per la pressió. Tenint en compte l'experiència en imatgeria, van aparèixer lleugeres diferències en la dimensió cinestèsica i visual, sent superiors en els tennistes amb experiència en imatgeria. Això és degut,

tal i com es creia en l'Estudi 1-A, al fet que els tennistes amb experiència tenen més control sobre la imatgeria i, per tant, la viuen com a més real en totes les dimensions.

Així doncs, si comparem l'Estudi 1-A amb l'1-B, en les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) dels Estudis 1-A i 1-B no hi va haver diferències significatives entre el *pre-* i el *post-* ni entre *abans*, *durant* i *després* de l'execució del servei ni del moment de més pressió, respectivament, amb excepció en l'Estudi 1-B entre el *pre-* i el *post-* per l'activació en el moment *durant* del moment de més pressió (l'entre punts: I.5-8) a un nivell de significació del 10 %. Quant a la realitat de la imatgeria, en tots dos estudis les dimensions més reals van ser la cinestèsica, la visual, l'emocional, la tàctil i l'auditiva; no obstant, en l'Estudi 1-B també ho va ser la gustativa. Les que va costar més de percebre com a reals i prendre'n consciència van ser: en l'Estudi 1-A, la gustativa i l'olfactiva; i en l'1-B, només l'olfactiva. Possiblement, el fet que es visqués com a més real la imatgeria de la situació de pressió troba la seva causa en una major autoconsciència de les sensacions que experimenten en situacions de pressió en comparació amb una situació neutra com realitzar un servei, que tenen més automatitzada. Tenint en compte l'experiència en imatgeria, en tots dos estudis van aparèixer algunes diferències en la dimensió cinestèsica i en l'1-A també en l'olfactiva i en l'1-B en la visual, sent totes superiors en els tennistes amb experiència en imatgeria.

Finalment, un cop comparades la imatgeria de la situació neutra (Estudi 1-A) amb la imatgeria de la situació de pressió (Estudi 1-B) —ja sigui a nivell de freqüència cardíaca, ones cerebrals, entropies o puntuacions subjectives— es va aconseguir la finalitat d'aquest Estudi 1: determinar que els canvis observats en la situació de pressió són generats per aquesta i que en realitzar una imatgeria d'una situació neutra no es produeixen les mateixes alteracions.

El següent pas de la present tesi (Estudi 2) és demostrar que es pot monitoritzar l'entrenament psicològic, tant a despatx com a pista, durant la imatgeria de la situació de pressió; i poder veure com evoluciona l'activació a partir de l'entrenament psicològic realitzat comparant els dos escenaris (despatx i pista) sessió a sessió i utilitzant dos protocols (un amb entrenament i l'altre sense).

3.7. ESTUDI 2. ESTUDI DE CAS

3.7.1. Introducció

Un cop analitzades les diferències entre la imatgeria de la situació neutra i la de la situació de pressió i havent demostrat que els canvis en la imatgeria de pressió són produïts per aquesta i no fortuïts, avancem cap al següent pas de la tesi per monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació comparant dos protocols (un amb entrenament i l'altre sense) en dos escenaris (despatx i pista).

Per tal de fer-ho, hem seleccionat un disseny d'estudi de cas únic perquè ha estat l'únic tennista compromès, interessat i que complia tots els criteris d'inclusió i pels avantatges de la metodologia de cas únic (tenint en compte que es tracta d'un entrenament psicològic personalitzat): acostament a la vida real —a la pràctica—, proximitat a l'objecte d'estudi i *feedback* (Flyvbjerg, 2006); anàlisi exhaustiu i en profunditat d'activitats complexes, observació d'una realitat socialment construïda (no objectivament determinada), èmfasi en els processos i els significats, interès en l'interior, perspectiva holística del fenomen (Mohd Noor, 2008); enteniment d'interrelacions complexes, exploració d'allò inesperat i inusual i anàlisi de processos involucrats en relacions causals (Hodkinson i Hodkinson, 2001).

Com deia H. J. Eysenck (1976), a vegades simplement hem de mantenir els ulls ben oberts i observar acuradament casos individuals; no amb l'esperança de provar res, sinó amb l'esperança d'aprendre quelcom; no de quedar-nos en la superfície, sinó d'explorar en profunditat.

En conseqüència, l'objectiu de l'Estudi 2 va ser monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió mitjançant un protocol amb i sense entrenament psicològic realitzat a despatx (Estudi 2-A) i a pista (Estudi 2-B) a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en un jugador de tennis amb experiència alta en imatgeria. Així mateix, es van comparar els protocols de la imatgeria a despatx (Estudi 2-A) amb els de la imatgeria a pista (Estudi 2-B).

Per tant, la finalitat en relació als altres estudis va ser demostrar que es pot monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació, tant a despatx com a pista, durant la imatgeria de la situació de pressió i poder veure com evoluciona l'activació a partir de l'entrenament psicològic realitzat comparant els dos escenaris (despatx i pista) sessió a sessió. Al nostre entendre, la

monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació del tennista mitjançant un protocol amb entrenament obtindrà millors resultats que un protocol sense entrenament durant la imatgeria a despatx i a pista en una situació de pressió.

3.7.2. Mostra

Dinou tennistes professionals van mostrar-se interessats en l'estudi. Els criteris d'inclusió van ser: ser tennistes homes professionals i dretans, tenir un mínim de deu anys d'experiència en el tennis, tenir disponibilitat de quatre setmanes, expressar compromís i motivació amb l'entrenament psicològic, realitzar imatgeria habitualment i tenir un alt domini d'aquesta, tenir confiança en l'execució del seu primer servei (no els crea pressió, estrès, nervis o ansietat), sentir-se sobreactivats en situacions de pressió de partits de tennis i ser capaços de sentir aquesta pressió en la imatgeria (expressat a nivell subjectiu i amb l'augment de la freqüència cardíaca). Cal esmentar que, a causa de la manca de disponibilitat durant quatre setmanes seguides i l'alt nombre d'hores de dedicació que exigia, només van quedar vuit jugadors disponibles; a continuació, cinc jugadors van ser descartats per no complir l'últim criteri, en no aconseguir sentir la pressió realitzant la imatgeria (tant a nivell subjectiu com de freqüència cardíaca, o bé perquè aquesta última no va augmentar), i un d'ells també per la seva manca de concentració en realitzar les imatgeries.

Així, es va començar l'estudi amb tres tennistes, però només el va poder acabar un per falta de disponibilitat dels altres degut a tornejos internacionals on no esperaven poder anar en començar l'estudi. Finalment, es va realitzar l'Estudi amb un tennista que complia tots els criteris d'inclusió. Les característiques d'aquest tennista es detallen a la Taula 41.

Taula 41: Característiques del tennista de l'Estudi 2.

Participant	Experiència en imatgeria	Rànquing ATP	Edat (anys)	Pes (kg)	Talla (cm)	Anys d'experiència en el tennis	Procedència
Tennista	Alta	–	15	53	173	11	Sofia, Bulgària

3.7.3. Procediment

Les sessions de l'Estudi 2-A i 2-B es van realitzar una a continuació de l'altra durant quatre setmanes en total, amb una separació mínima de dos dies i màxima de cinc dies entre sessions dins de cada estudi. Les imatgeries de l'Estudi 2-A es van dur a terme a despatx, mentre que les de l'Estudi 2-B es van realitzar a pista, fent sempre en primer lloc la imatgeria a despatx. El protocol de l'Estudi 2-A i 2-B va ser el mateix. Som conscients que hauríem d'haver realitzat de forma aleatòria les imatgeries a despatx i pista, però per raons de disponibilitat del tennista i de les instal·lacions esportives no va ser possible.

Un cop escollit el tennista, va ser contactat personalment per la psicòloga, que li va explicar els objectius de la investigació. Se li van donar instruccions perquè no fes esport ni mengés ni dormís durant els 30 minuts anteriors a cada sessió de l'estudi i vingués amb el mòbil en mode avió o apagat per evitar distraccions. En primer lloc, en cada sessió el tennista va realitzar la imatgeria al despatx (Estudi 2-A), per tant, es va asseure en una cadira còmoda d'un despatx tancat sense sons externs, amb llum tènue; se li va col·locar l'EEG i el pulsòmetre, se li van explicar de nou els objectius de l'Estudi 2 i les seves fases i va firmar el consentiment informat. A continuació, se li van donar instruccions al tennista per realitzar la imatgeria amb els ulls tancats, amb els sis sentits, amb perspectiva interna, amb el màxim de detalls personals de pressió, estar tan quiet com fos possible per evitar l'aparició d'artefactes en el senyal i amb la mà dreta als abdominals (per ser més conscient de la respiració). El tennista estava només acompanyat per la psicòloga per tal d'evitar estrès afegit i van seure en diagonal. L'enregistrament es va iniciar quan el tennista es va mostrar calmat. Així mateix, a cada sessió el tennista va omplir l'autoavaluació pre-imatgeria, que va consistir en posar una nota a com estava sent la seva activació *abans*, *durant* i *després* de la situació de pressió (l'entre punts d'un punt important del tercer set d'un partit de tennis). També va posar nota a la seva autoconfiança, motivació i concentració *abans*, *durant* i *després* de la situació de pressió.

En segon lloc, posteriorment a la imatgeria realitzada al despatx (Estudi 2-A), el tennista la va realitzar a pista (Estudi 2-B) amb els ulls oberts, de peu i amb la seva raqueta a la mà per tal de simular l'entre punts real de partit.

La imatgeria de cada sessió es va dur a terme utilitzant els sis sentits (vista, oïda, tacte, olfacte, gust i cinestèsia) i tenint en compte l'autoconsciència emocional. A banda dels altres sentits més estudiats, es va incorporar la cinestèsia com en l'Estudi 1, perquè s'ha vist que la presència de sensacions cinestèsiques durant la imatgeria n'augmenta l'eficàcia (Hardy i Collow, 1999).

Les instruccions de les atencions a la respiració i de la imatgeria van ser proporcionades mitjançant gravacions fetes per la psicòloga amb l'objectiu d'evitar diferències en el to i volum de la veu, la durada de cada moment específic i de la totalitat de la imatgeria. També cal comentar que les atencions a la respiració es van dur a terme amb la música de fons *Thermal Spa -New Age Ambient Songs-* (SpaMusicCollective, 2015).

A més a més, les imatgeries van ser realitzades des d'una perspectiva interna, ja que és el que més s'assembla a l'experiència real i pot estar acompanyada de sensacions cinestèsiques, pensaments i sentiments que normalment sorgeixen durant l'exercici real (Krawietz, 2012). Hardy (1997) va suggerir que una perspectiva interna és més eficaç en l'adquisició i l'acompliment de les tasques que depenen de l'anticipació i la percepció de la situació, com és el cas del tennis i l'hoquei (és a dir, les habilitats obertes). Les habilitats obertes es fan, típicament, en un entorn canviant i interactiu. Aquesta perspectiva produeix imatges més vívides i provoca més respostes fisiològiques (Bakker et al., 1996; Hale, 1982; Hecker i Kaczor, 1988).

Protocol de l'Estudi 2

Aquest estudi estava format per dos protocols: el Protocol 1 i el Protocol 2 (entrenament psicològic) que es van realitzar en aquest ordre a despatx (Estudi 2-A) i a pista (Estudi 2-B) (Figura 20).

Primer de tot, cal dir que els protocols 1 i 2 estan basats en l'estructura general del VMBR (veure pàgines 85 i 86).

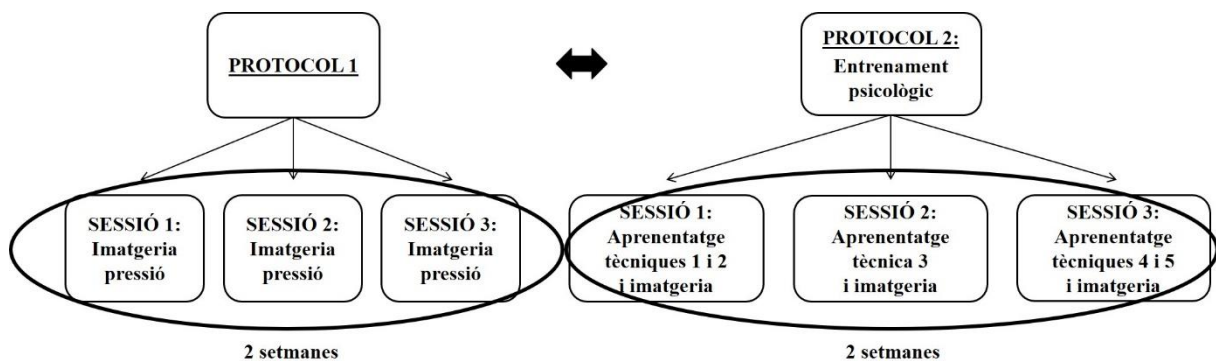


Figura 20: Protocols 1 i 2 de l'Estudi 2. I = Interval; f = final.

✓ **Protocol 1:**

El Protocol 1 va consistir en realitzar tres sessions d'una hora de duració, estructurades en subfases (Figura 21) i dutes a terme en dues setmanes:

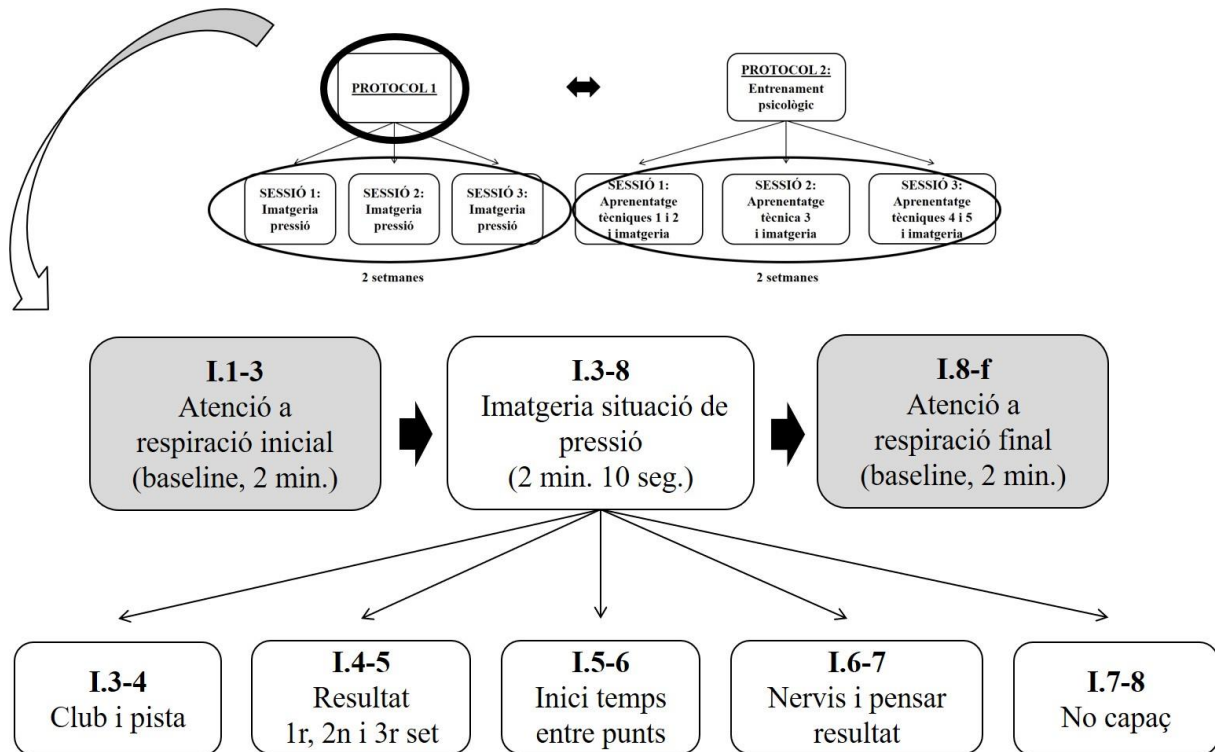


Figura 21: Protocol 1 de l'Estudi 2. I = Interval; f = final.

Les instruccions en els intervals d'atenció a la respiració inicial (línia base), imatgeria de la situació de pressió i atenció a la respiració final (línia base) del Protocol 1 es detallen a l'apartat procediment de l'Estudi 1 (veure pàgines 87-89).

✓ **Protocol 2 (entrenament psicològic):**

L'entrenament psicològic (Protocol 2) va consistir en tres sessions de dues hores de duració (en dues setmanes). A l'inici de cada sessió es van ensenyar diferents tècniques psicològiques al tennista, que detallarem a continuació sessió a sessió. Posteriorment, es va comentar amb el tennista com estaven anant els entrenaments i els partits, es va analitzar el contingut del diari

que se li va demanar que utilitzés per enregistrar subjectivament la seva evolució d'entrenaments i partits i, per últim, es van realitzar les imatgeries.

Cal esmentar que a mesura que aprenia les tècniques a cada sessió, havia de posar-les en pràctica tant en el seu dia a dia d'entrenaments i partits, com en les imatgeries de l'aplicació de les tècniques psicològiques realitzades a despatx com a pista. El contingut de cada sessió va ser:

Sessió 1:

En aquesta sessió es va dur a terme l'aprenentatge de la tècnica psicològica de control de pensaments negatius, limitadors o distorsionats. Per fer-ho, es va elaborar una taula que ajudés el tennista a prendre consciència del que passava a nivell cognitiu al seu cap, amb les columnes següents: situació (quan té el pensament), pensaments negatius o limitadors, paraula clau i/o gest i pensaments positius o potenciadors. En aquesta taula el tennista va anotar quan tenia cada pensament, quin era concretament i quina paraula clau o gest va utilitzar per el canvi a positiu; la psicòloga el va ajudar a canviar cadascun d'ells per un pensament positiu o potenciador i realista. També li va explicar les dues classificacions de la motivació: per una banda, intrínseca i extrínseca; i, per altra banda, enfocada en la tasca o en el resultat.

Finalment, li va explicar que hauria d'utilitzar una llibreta com a diari dels seus entrenaments i partits. En el cas dels entrenaments, havia de fer reflexions post-entrenament, que consistien en puntuar de 0 a 10 les seves quatre habilitats psicològiques: activació, autoconfiança, motivació i concentració; respondre a les preguntes *Quines situacions de pressió has sentit, per què, quan i què has fet per fer-les front?, Quins pensaments negatius has tingut?, En quines situacions has necessitat aplicar les tècniques psicològiques apreses?*; i posar una nota a la utilització adequada de cada tècnica segons la necessitat que tingués cada dia (si no la necessitava, traçava una línia). Així mateix, després de cada partit d'entrenament i de torneig, a banda de puntuar-se en les quatre habilitats, va respondre a les preguntes: *Què has de millorar i què faràs per aconseguir-ho?, Què has fet bé?, Quines situacions de pressió has sentit, en quin set i resultat, per què i què has fet per fer-les front?, Quins pensaments negatius has tingut?, En quines situacions has necessitat aplicar les tècniques psicològiques apreses?*; i va posar nota a la utilització adequada de cada tècnica segons la necessitat que tingués cada dia (si no la necessitava, traçava una línia).

Es va acordar que cada dia el tennista enviaria per WhatsApp a la psicòloga fotografies d'allò escrit en el diari per tal de dur a terme el seguiment.

Sessió 2:

En la següent sessió es van establir les rutines de pre-partit, partit (servei, restar, entre punts i entre jocs/sets) i post-partit.

També es va aprofitar per generar consciència de com estaven anant cada dia els entrenaments i partits (tenint en compte el diari), parlar de les dificultats trobades i fer-hi front; en definitiva, li va preguntar com anava l'evolució en la pràctica i van reforçar les tècniques psicològiques fent-ne els ajustos necessaris.

Sessió 3:

En aquesta sessió es va explicar la teoria de la U invertida de l'activació amb eines per activar-se si s'està massa relaxat (escalfament adequat, música, autoparla activadora, objectius a curt termini, moure cames, saltar, esprintar i fer respiracions curtes) o relaxar-se si s'està sobreactivat (escoltar música, donar-se temps, respirar profundament, autoparla relaxada i positiva, objectius a curt termini, sacsejar les parts del cos tenses i rutines).

A continuació, es va realitzar l'aprenentatge de la tècnica psicològica de respiració aplicada a la situació fent exercicis per ser-ne conscient:

- Inspirar quatre segons i expirar quatre segons.
- Inspirar quatre segons i expirar deu segons.
- Inspirar sis segons i expirar dotze segons.
- Inspirar sis segons i expirar setze segons.

Aquests exercicis li van permetre prendre consciència dels efectes de la respiració i va escollir quant temps li anava bé dedicar a fer respiracions profundes.

També es va generar consciència de com estaven anant cada dia els entrenaments i partits (tenint en compte el diari), es va parlar per ajustar i es va fer front a les dificultats trobades; en definitiva, li va preguntar com anava l'evolució en la pràctica i es van reforçar les tècniques psicològiques fent-ne els ajustos necessaris.

Després de l'aprenentatge de tècniques i la generació d'autoconsciència sobre com estaven anant entrenaments i partits amb el diari, es van realitzar les imatgeries de l'entrenament psicològic (Protocol 2), les quals es dividien en: una fase inicial d'atenció a la respiració, la imatgeria de la situació de pressió, posar en pràctica les tècniques psicològiques apreses en la imatgeria de la situació de pressió i una fase final d'atenció a la respiració (Figura 22).

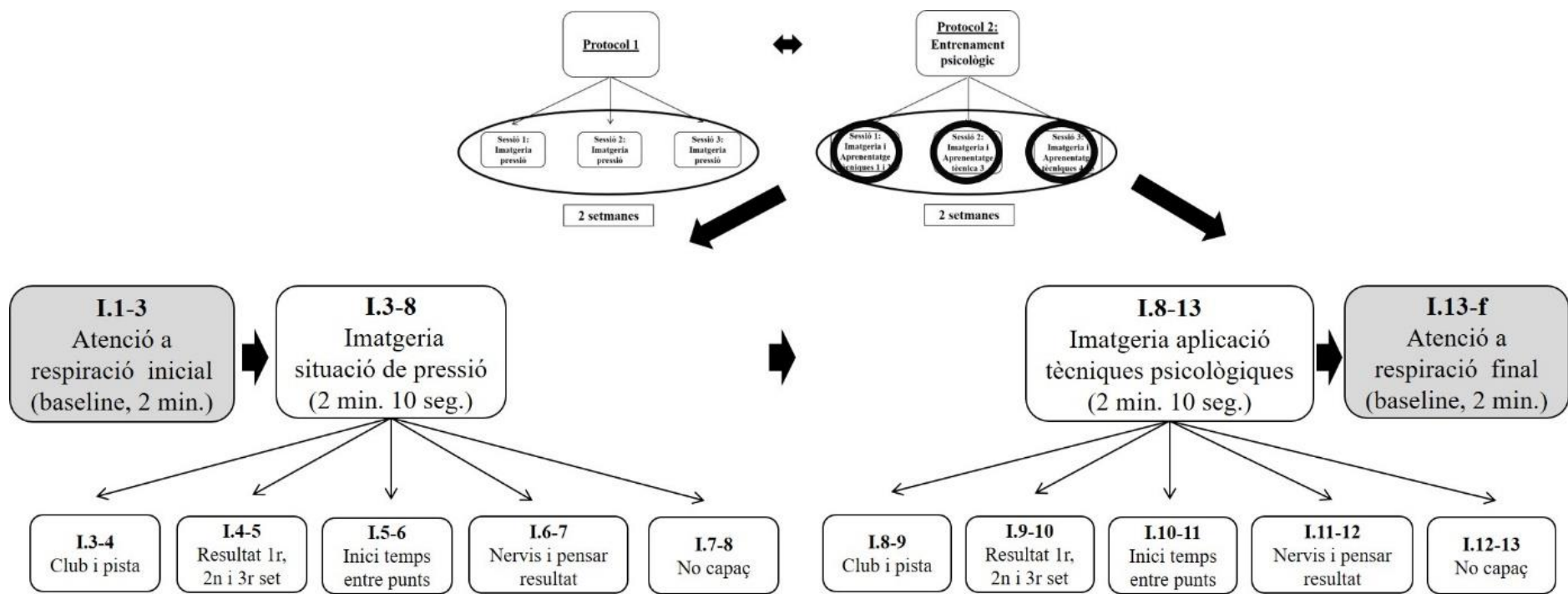


Figura 22: Protocol 2 (entrenament psicològic de l'activació) de l'Estudi 2. I = Interval; f = final.

Veure els detalls de la imatge dels diferents intervals en el protocol de l'Estudi 1 (pàgines 87-89). Cal dir que les instruccions de la imatge de la situació de pressió es van donar dues vegades per tal de dur a terme, també, la imatge d'aplicació de les tècniques psicològiques.

Per últim, cal esmentar que es tenia present que si es percebia que amb tres sessions d'entrenament psicològic no s'arribava a l'objectiu, s'afegirien sessions; finalment, però, no va ser necessari.

3.7.4. Anàlisi de les dades

L'Estudi 2 va consistir en l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals, l'entropia i els registres subjectius.

Les dades es van recollir en els diferents intervals de la imatge.

Protocol 1

- I.1-2: Atenció a la respiració inicial.
- I.2-3: 20 segons inicials.
- I.3-4: Club i pista.
- I.4-5: Resultat 1r, 2n i 3r set.
- I.5-6: Inici temps entre punts.
- I.6-7: Nervis i pensar en resultat.
- I.7-8: No capaç.
- I.8-9: Atenció a la respiració final.
- I.9-final: 20 últims segons de l'atenció a la respiració final.

Protocol 2

- I.1-2: Atenció a la respiració inicial.
- I.2-3: 20 segons inicials.
- I.3-4: Club i pista.
- I.4-5: Resultat 1r, 2n i 3r set.
- I.5-6: Inici temps entre punts.
- I.6-7: Nervis i pensar en resultat.
- I.7-8: No capaç.
- I.8-9: Club i pista.

- I.9-10: Resultat 1r, 2n i 3r set.
- I.10-11: Inici temps entre punts.
- I.11-12: Nervis i pensar en resultat.
- I.12-13: No capaç.
- I.13-14: Atenció a la respiració final.
- I.14-final: 20 últims segons de l'atenció a la respiració final.

Es van generar noves variables agrupant els intervals inicials, del mig i finals:

- Agrupació dels intervals inicials 1-2 i 2-3 en l'interval 1-3.
- Agrupació dels intervals finals 8-9 i 9-final en l'interval 8-f.
- Agrupació dels intervals 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en l'interval 3-8.
- Agrupació dels intervals 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en l'interval 8-13.
- Agrupació dels intervals 13-14 i 14-final en l'interval 13-f.

L'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals, l'entropia i els registres subjectius es va dur a terme mitjançant una base de dades en format Excel. L'anàlisi va ser realitzat amb Excel 2016 per a Windows mitjançant l'elaboració de gràfics.

3.7.5. Resultats i discussió

En aquest estudi, dividit en l'Estudi 2-A i el 2-B, vam marcar l'objectiu de monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant la imatgeria d'una situació de pressió mitjançant un protocol amb i sense entrenament psicològic (Protocol 2 i 1, respectivament) realitzat a despatx (Estudi 2-A) i a pista (Estudi 2-B) a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en un jugador de tennis amb experiència alta en imatgeria.

Per presentar els resultats de l'Estudi 2 diferenciarem les dades tenint en compte la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius. Cal dir que en els gràfics s'han agrupat els intervals 1-2 i 2-3 en 1-3 i 8-9 i 9-final en 8-final, per tal de simplificar l'anàlisi dels resultats tal i com es va fer en l'Estudi 1.

Frequència cardíaca:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 23 es presenta la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

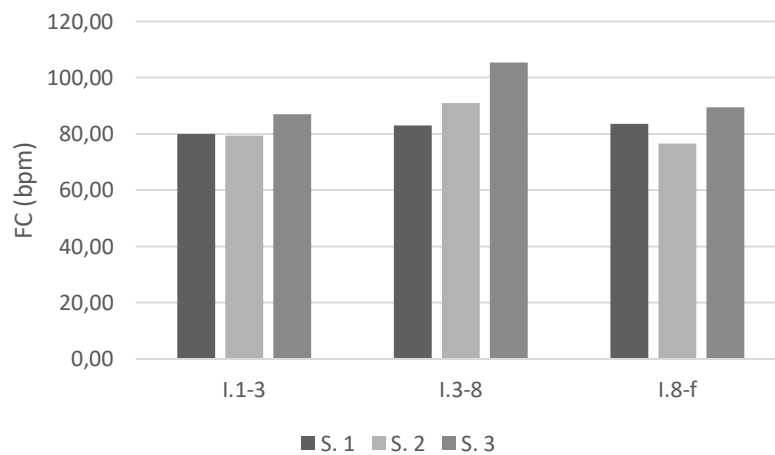


Figura 23: Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 24 es presenta la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

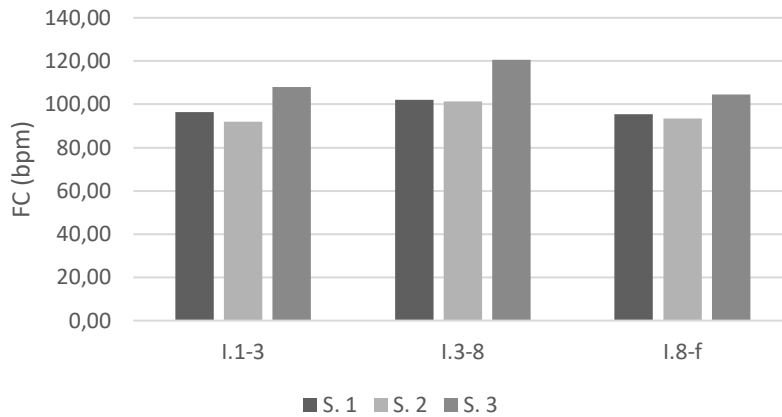


Figura 24: Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 25 es presenta la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

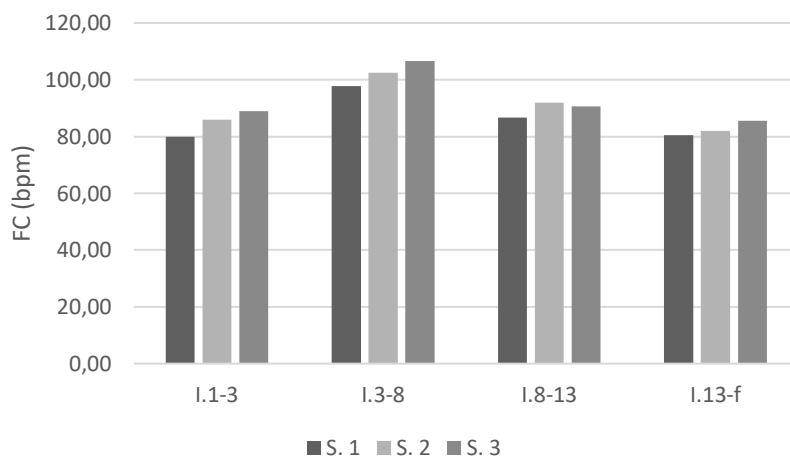


Figura 25: Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 26 es presenta la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

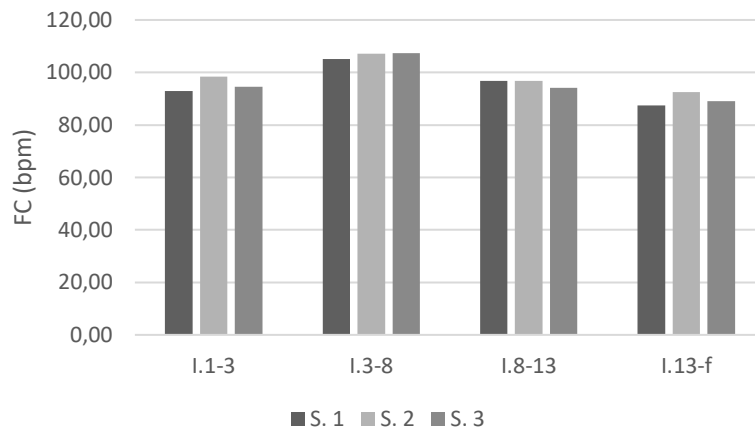


Figura 26: Anàlisi comparativa de la freqüència cardíaca per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 unitats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

Primer de tot cal comentar que, com era d'esperar, en aquest estudi —com en l'Estudi 1-B— també es detecta en el tennista un augment de la freqüència cardíaca en les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3). Pel que fa a l'evolució al llarg de les sessions, a cada sessió hi va haver un augment —en la majoria de casos, progressiu— de la freqüència cardíaca en la imatgeria de la situació de pressió (I.3-8), tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B), i tant en el Protocol 1 (sense entrenament psicològic) com en el 2 (amb entrenament psicològic). En el Protocol 2 (entrenament psicològic) hi va haver una disminució progressiva de la freqüència cardíaca en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13), de nou tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B), en comparació amb les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8). Pel que fa a l'atenció a la respiració final (I.8-f/I.13-f), els valors van disminuir en comparació amb les imatgeries, tant de pressió (I.3-8) com d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13), en tots dos protocols tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B).

A més a més, si comparem les mitjanes de cada grup d'interval, l'increment de la freqüència cardíaca en les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3) va tenir lloc en tots dos protocols, sent superior en el Protocol 2 a partir de l'entrenament psicològic i, sobretot, a despatx (Protocol 1: 13 % vs. Protocol 2: 20 %)

en comparació amb pista (Protocol 1: 9 % vs. Protocol 2: 12 %). Cal esmentar que en el cas del Protocol 2 el decrement de la freqüència cardíaca en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13) en comparació amb les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8) va ser superior al despatx (-12 % vs. -10 %). Quant a la disminució de la freqüència cardíaca en l'atenció a la respiració final (I.13-f), va estar present en tots dos protocols, sent major en el Protocol 1 (comparat amb les imatgeries de la situació de pressió, I.3-8) que en el Protocol 2 (comparat amb les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques, I.8-13, en les quals la freqüència cardíaca ja es va veure reduïda). Així mateix, aquesta disminució de la freqüència cardíaca es va notar més a despatx (Protocol 1: -10 % vs. Protocol 2: -8 %) que a pista (Protocol 1: -9 % vs. Protocol 2: -7 %). Tanmateix, és rellevant que en tots dos estudis es va produir una disminució de la freqüència cardíaca. Així doncs, veiem que es van aconseguir majors canvis en la freqüència cardíaca en el Protocol 2 (entrenament psicològic) i, més concretament, a despatx. Una possible explicació és la major dificultat de realitzar les imatgeries a pista, cosa que requereix més domini pel fet de fer-se amb ulls oberts, de peu i envoltat de distraccions. No obstant això i de tractar-se d'un sol subjecte, aquests resultats suggereixen la importància de combinar el treball de despatx amb el de pista per tal d'aconseguir una adequada aproximació al context real.

Així, les dades obtingudes en relació a les imatgeries de la situació de pressió concorden amb estudis com el de Veldhuijzen van Zanten et al. (2002), els quals van advertir que la pressió competitiva augmenta la freqüència cardíaca, la qual —com van defensar Woodman i Davis (2008)— pot reflectir un increment en l'ansietat i/o l'activació. Podríem dir que s'ha aconseguit el mateix efecte fisiològic en el present estudi en imatgeria que en estudis amb hipnosi que van utilitzar estímuls aversius en fòbies (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a). Així mateix, quant als resultats de les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques i les atencions a les respiracions finals, Mohandas (2008) ja va mostrar que l'activació del sistema parasimpàtic dona lloc a una disminució del ritme cardíac i respiratori; respostes que són observades durant la meditació i que Berntson et al. (1997) van detectar també durant la relaxació.

Ones cerebrals

Ona alfa:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 27 es presenta l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

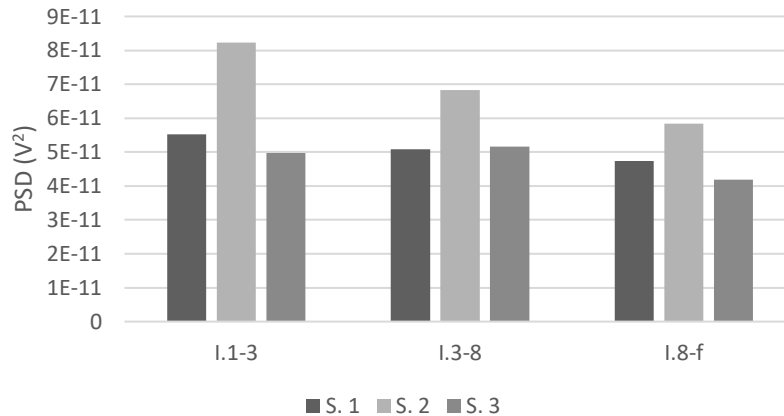


Figura 27: Anàlisi comparativa de l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 28 es presenta l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

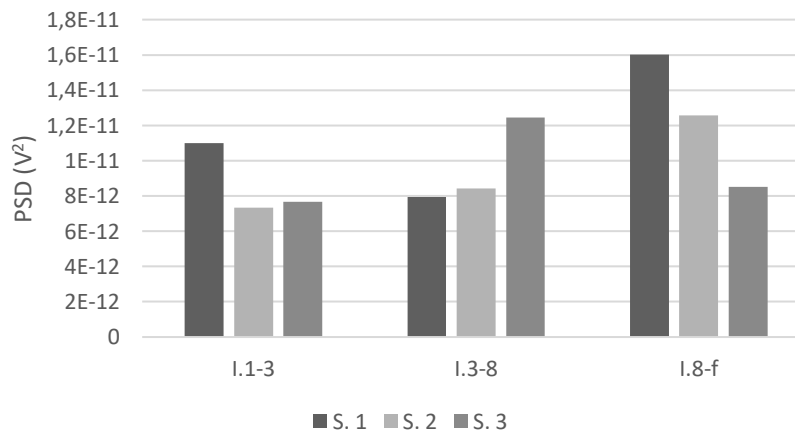


Figura 28: Anàlisi comparativa de l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 29 es presenta l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

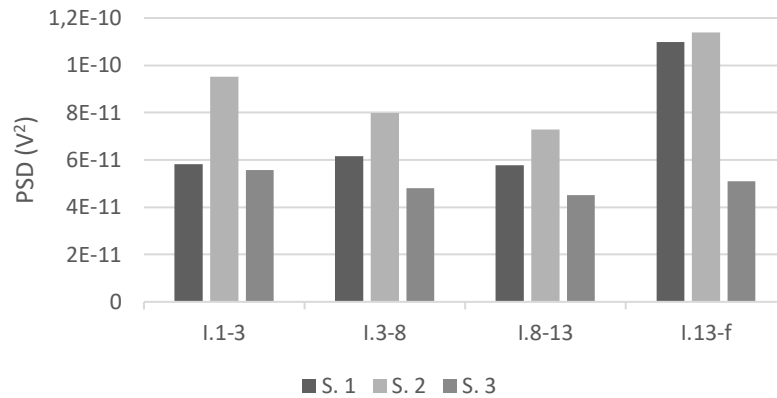


Figura 29: Anàlisi comparativa de l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 30 es presenta l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

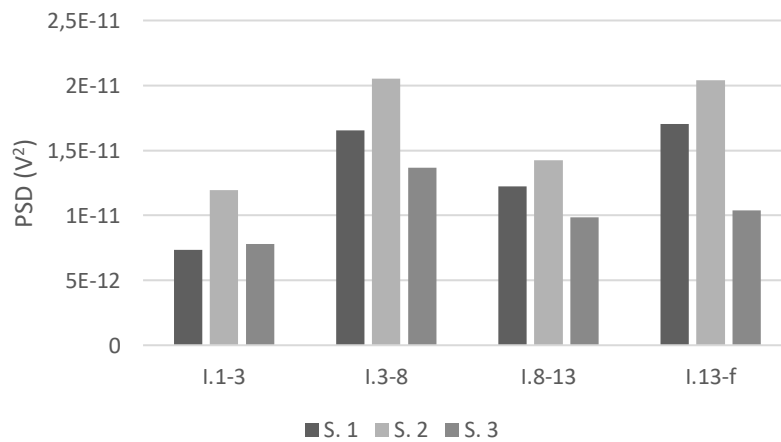


Figura 30: Anàlisi comparativa de l'ona alfa per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Ona Beta:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 31 es presenta l'ona beta per sessions i agrupació d'interval·ls en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

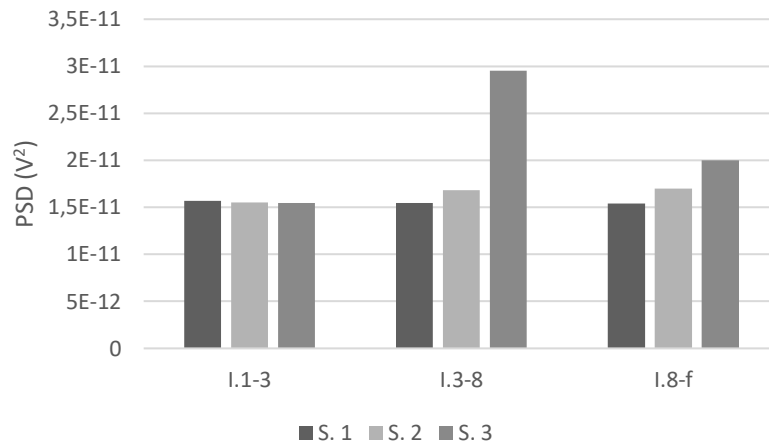


Figura 31: Anàlisi comparativa de l'ona beta per sessions i agrupació d'interval·ls (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 32 es presenta l'ona beta per sessions i agrupació d'interval·ls en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

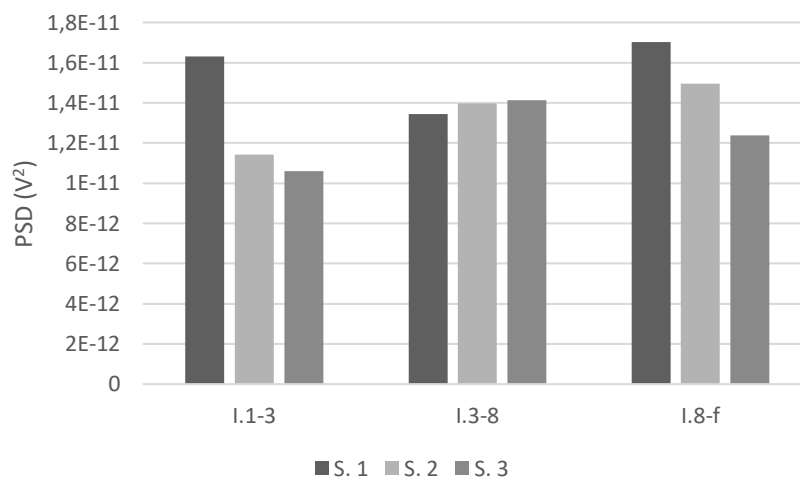


Figura 32: Anàlisi comparativa de l'ona beta per sessions i agrupació d'interval·ls (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 33 es presenta l'ona beta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

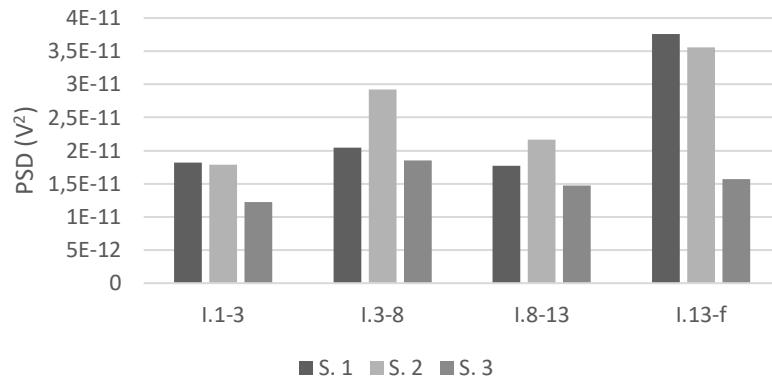


Figura 33: Anàlisi comparativa de l'ona beta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 34 es presenta l'ona beta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

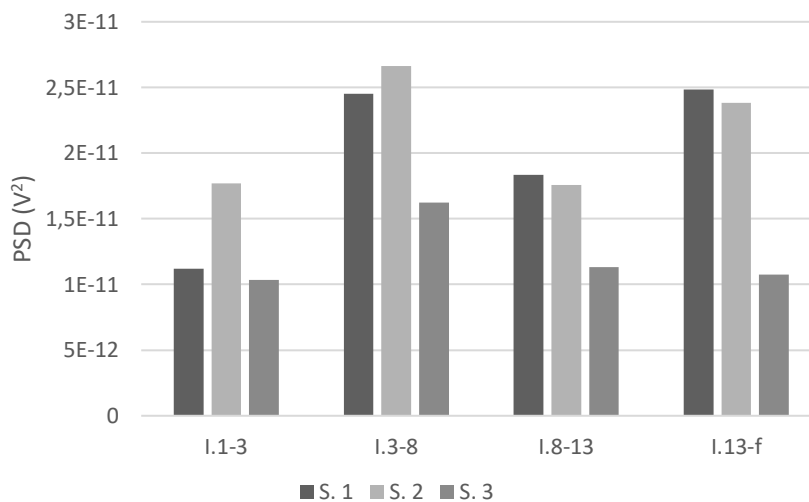


Figura 34: Anàlisi comparativa de l'ona beta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Ona delta:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 35 es presenta l'ona delta per sessions i agrupació d'interval·ls en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

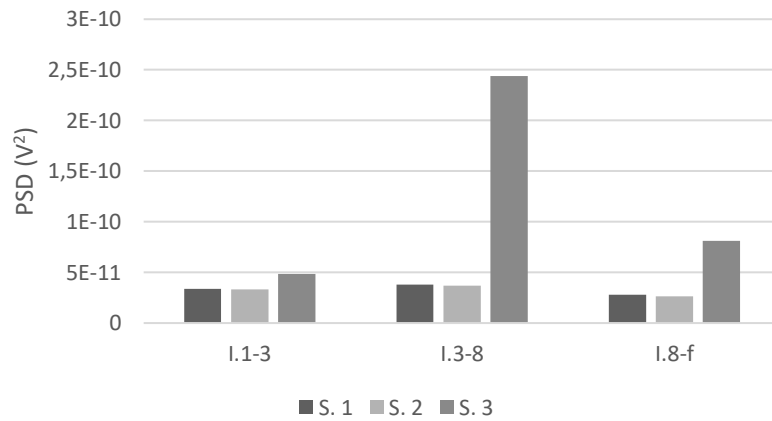


Figura 35: Anàlisi comparativa de l'ona delta per sessions i agrupació d'interval·ls (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 36 es presenta l'ona delta per sessions i agrupació d'interval·ls en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

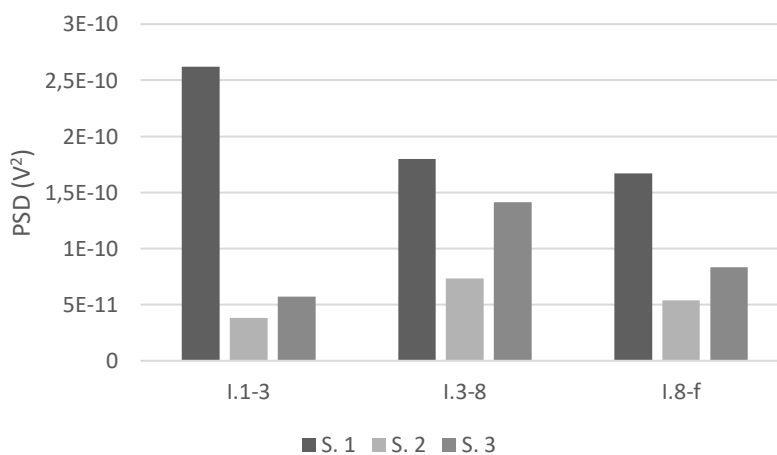


Figura 36: Anàlisi comparativa de l'ona delta per sessions i agrupació d'interval·ls (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 37 es presenta l'ona delta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

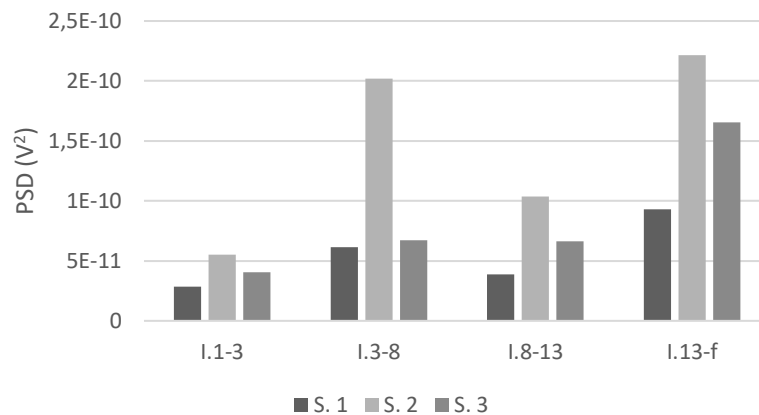


Figura 37: Anàlisi comparativa de l'ona delta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 38 es presenta l'ona delta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

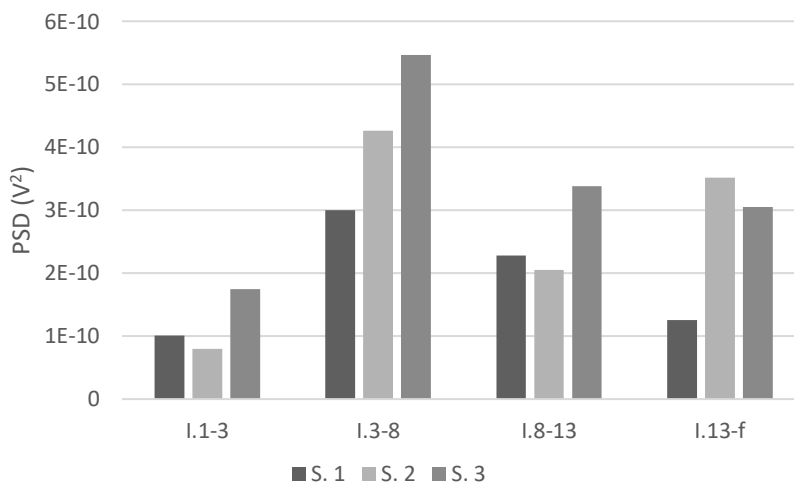


Figura 38: Anàlisi comparativa de l'ona delta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Ona gamma:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 39 es presenta l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval·ls en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

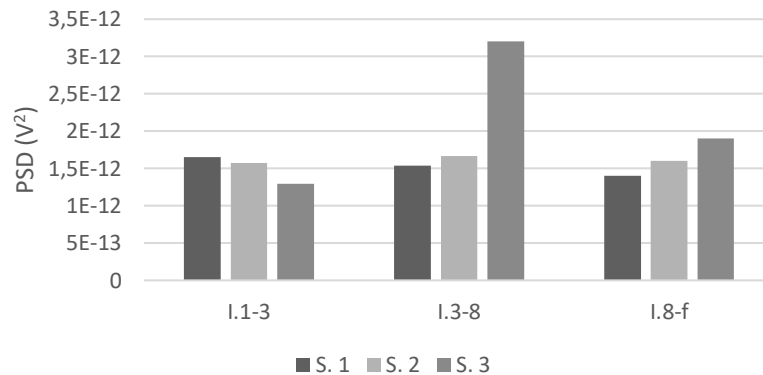


Figura 39: Anàlisi comparativa de l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval·ls (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 40 es presenta l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval·ls en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

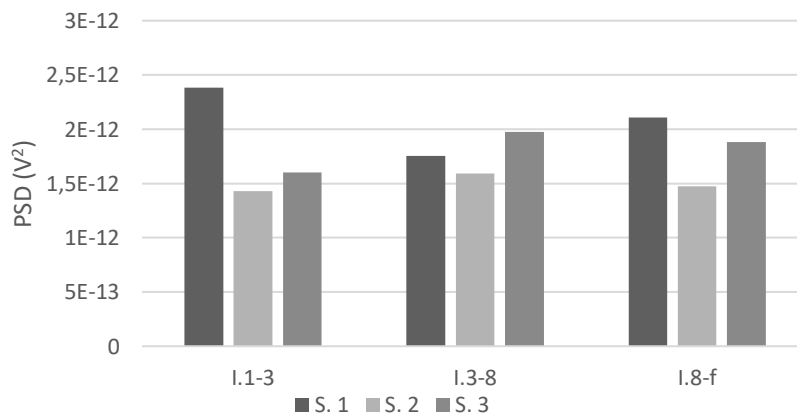


Figura 40: Anàlisi comparativa de l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval·ls (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 41 es presenta l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

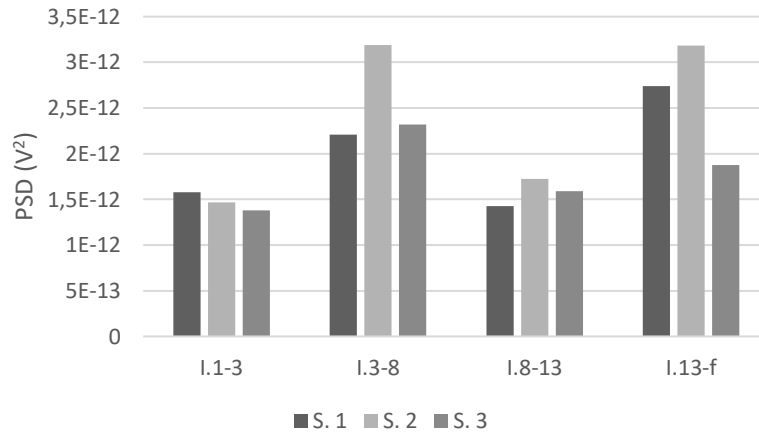


Figura 41: Anàlisi comparativa de l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 42 es presenta l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

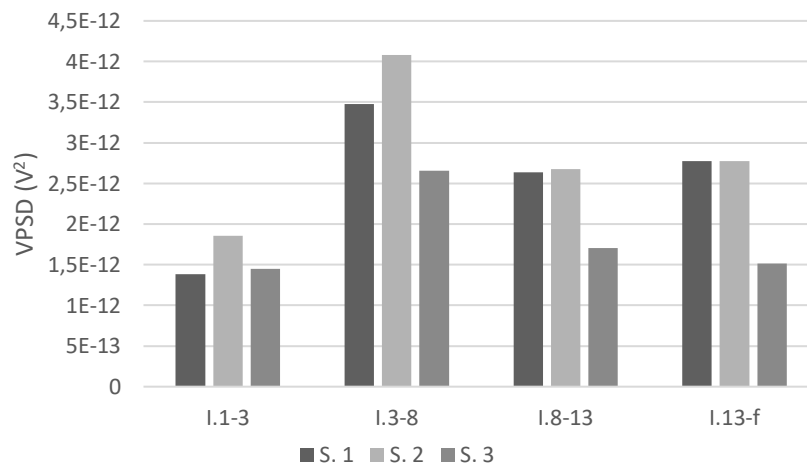


Figura 42: Anàlisi comparativa de l'ona gamma per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Ona theta:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 43 es presenta l'ona theta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

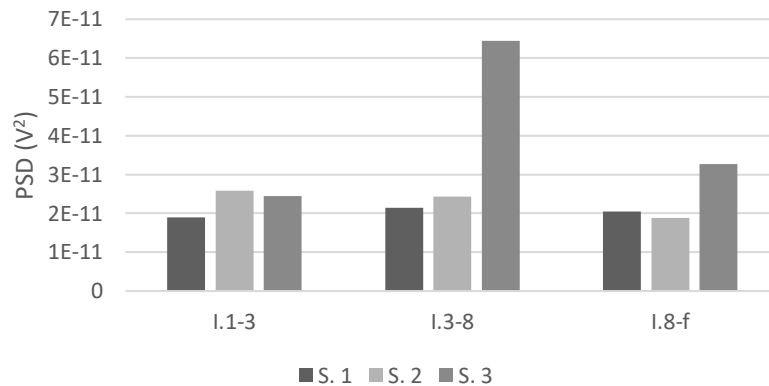


Figura 43: Anàlisi comparativa de l'ona theta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 44 es presenta l'ona theta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

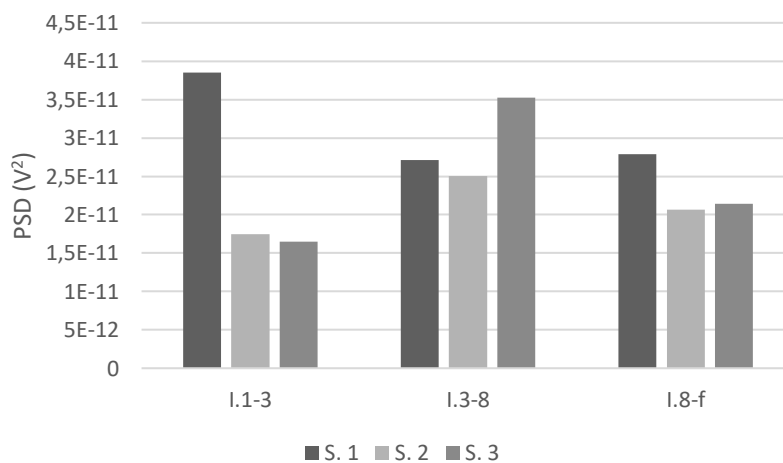


Figura 44: Anàlisi comparativa de l'ona theta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 45 es presenta l'ona theta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

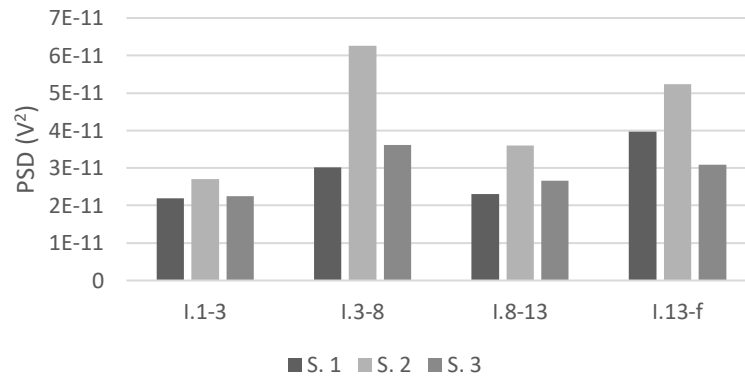


Figura 45: Anàlisi comparativa de l'ona theta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 46 es presenta l'ona theta per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

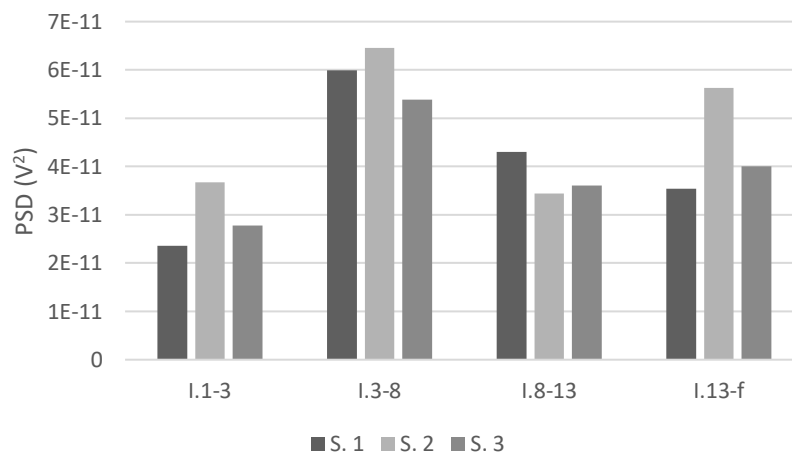


Figura 46: Anàlisi comparativa de l'ona theta per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Primer de tot, cal comentar que al llarg de les sessions hi va haver un increment de l'ona beta en les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3), tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B), sent superior en el Protocol 2 tant a despatx (Protocol 1: 33 % vs. Protocol 2: 43 %), com a pista (Protocol 1: 13 % vs. Protocol 2: 75 %). També van augmentar les ones gamma —tant a despatx (Protocol 1: 49 % vs. Protocol 2: 75 %) com a pista (Protocol 2: 118 %)—, theta —tant a despatx (Protocol 2: 77 %) com a pista (Protocol 2: 108 %)— i delta —tant a despatx (Protocol 2: 149 %) com a pista (Protocol 2: 281 %).

L'augment de l'ona beta s'ha relacionat amb la pressió, com ja indicava l'augment en la freqüència cardíaca, fet que es correspon al que havien trobat diverses investigacions sobre estímuls aversius en hipnosi i fòbia (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a). Altres autors van relacionar l'ona beta amb una ansietat alta (Hammond, 2005; Ramos et al., 2001), amb preocupar-se obsessivament (Hammond, 2005) i amb un augment de l'esforç mental (Howells et al., 2010; Kiroy et al., 1996).

Pel que fa a l'augment de l'ona gamma, indica alta activitat mental, atenció intensament centrada, por (Riera, 2012), atenció interna (Hayden et al., 2009; Jerbi et al., 2009; Lachaux et al., 2008), unió conjunta d'informació de diferents àrees del cervell (Hammond, 2011), activació emocional (Başar et al., 2001) i presenta una equivalència amb el que ja havien trobat altres estudis sobre estímuls aversius en hipnosi i fòbia (Gemignani et al., 2000; Gemignani et al., 2006; Sebastiani et al., 2003a). En relació a l'increment de l'ona theta, ja va ser vist per Crawford et al. (1996), que van expressar que és causat per la implicació cognitiva que hi ha en aquesta fase de pressió. Així mateix, podem pensar que la pujada de l'ona delta va ser deguda, en ser també una ona de baixa freqüència, a l'increment de la implicació cognitiva.

A més, cal remarcar que en el Protocol 2 hi va haver una disminució progressiva de les ones beta i gamma en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13), en comparació amb les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8), tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B), sent superior a pista en l'ona beta (-20 % vs. -30 %) i a despatx en l'ona gamma (-38 % vs. -31 %). També es van donar decrements de les ones delta (-29 % vs. -38 %) i theta (-31 % i -36 %), que van ser majors a pista.

El decrement de les ones beta i gamma va ser provocat, probablement, pel control de la situació de pressió mitjançant les tècniques psicològiques apreses, la qual cosa va reduir la pressió experimentada anteriorment en la imatgeria de la situació de pressió mostrant una adequada

gestió emocional en la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques. Aquestes dades es corresponen amb la disminució de la freqüència cardíaca. Això concorda amb el que ja van observar Shea (1996) i Holliday i Lippmann (2003): una reducció de les ones beta i gamma s'associa a una major presència de relaxació. Pel que fa a la baixada de l'ona theta, tal com van veure Milton et al. (2007), pot estar associada a la necessitat d'una major atenció focalitzada, concretament en aquesta fase, per tal d'aplicar les tècniques. Així mateix, podem pensar que la reducció de l'ona delta va ser deguda, en ser també una ona de baixa freqüència, a l'increment de l'atenció focalitzada; fet vinculat a la idea ja expressada de que resulta més difícil realitzar la imatgeria a pista i amb els ulls oberts, perquè requereix més domini, esforç i atenció.

Pel que fa a l'atenció a la respiració final (I.8-f/I.13-f), es va detectar un augment de les ones alfa i beta tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B) en el Protocol 2 (en comparació amb les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques, I.8-13), sent superior a despatx (ona alfa: 53 % vs. 29 %; ona beta: 61 % vs. 22 %). L'augment de l'ona alfa s'havia observat en estudis de relaxació (Cahn i Polich, 2006) i reducció en la fatiga i l'estrès (Hashim, 2011). La freqüència de banda alfa s'ha associat amb un estat de vigília relaxada, especialment visible en les regions occipitals quan els ulls estan tancats; és per això que cal subratllar l'increment de l'ona alfa, ja que ha succeït també durant les imatgeries amb els ulls oberts realitzades a pista (Estudi 2-B). L'increment de l'amplitud de l'ona alfa en una tasca s'ha relacionat freqüentment amb la desactivació cortical (Kimura et al., 2001), mentre que l'augment de l'ona beta pot venir explicat per l'augment de l'esforç mental (Howells et al., 2010; Kirov et al., 1996).

També cal ressaltar altres diferències entre els estudis pel que fa a despatx (Estudi 2-A), on es va detectar en tots dos protocols una disminució de l'ona alfa en les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8) en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3), sent superior en el Protocol 2 (-7 % vs. -8 %). La disminució de l'ona alfa es correspon amb el que ja havia trobat la investigació de Saarela (2000): que la disminució global de l'ona alfa és indicador d'un augment de l'activació global associada a l'estrès de la situació de pressió.

Pel que fa a l'atenció a la respiració final (I.8-f/I.13-f), es va detectar també a despatx (Estudi 2-A) un augment de les ones delta (135 %), theta (44 %) i gamma (65 %) en el Protocol 2 en comparació amb les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13). L'increment de l'ona delta va ser trobat també en estudis de relaxació progressiva (Stevens et al., 2004) i de meditació (Başar, Schmiedt-Fehr, Oniz i Başar-Eroglu, 2008). En el cas de l'ona theta, succeeix el mateix que en alguns estudis en relaxació (Jacobs i Friedman, 2004; Jacobs i Lubar, 1989) i meditació (Buscombe et al., 2014; Cahn i Polich, 2006; Tang et al., 2009). L'ona theta també

s'ha associat amb l'activació del sistema nerviós parasimpàtic (Aftanas i Golocheikine, 2002; Matthews et al., 2004; Takahashi et al., 2005); i Sauseng et al. (2007) van observar que l'ona theta també s'incrementa quan augmenta la integració visuomotriu mentre els subjectes regulen la seva respiració. Pel que fa a l'augment de l'ona gamma en l'atenció a la respiració final, Braboszcz et al. (2017) ja van trobar major ona gamma durant el període centrat en la respiració en comparació amb les meditacions. Es tractava, com en el present estudi, d'un període per posar l'atenció en la respiració notant com l'aire entra i surt a través del nas i notar les sensacions de l'abdomen associades a la inhalació i l'exhalació.

Per una altra banda, s'observa al llarg de les sessions a pista (Estudi 2-B) un increment progressiu de l'ona alfa en el Protocol 1 durant les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8). L'augment de l'ona alfa, tot i que pugui semblar contradictori en aquesta fase, podria ser una resposta alfa «paradoxal», tal i com va trobar Klimesch (1999), a causa de l'atenció sobre els objectes interns més que els externs, amb cognició prevalent en la sensació.

Com va succeir amb la freqüència cardíaca, el fet que hi hagués, en general, menys canvis a pista (Estudi 2-B) pot trobar la seva causa en la major dificultat per realitzar les imatgeries a pista, que requereixen un major domini en ser amb els ulls oberts, de peu i tenir majors distraccions. No obstant, aquests resultats, tot i tractar-se d'un sol subjecte, suggereixen que l'entrenament a pista, més pròxim a les situacions reals, segurament requereix d'un volum de sessions més gran per assolir valors semblants als obtinguts a despatx.

D'altra banda, va ser en el Protocol 2 on es van observar més canvis en el senyal EEG i en menor nombre de sessions, més concretament, a partir de la sessió 2, en comparació amb el Protocol 1, on el major canvi es va produir en la sessió 3.

Així doncs, el tennista va mostrar a través del senyal EEG la pressió experimentada en la imatgeria de la situació de pressió i en el cas del Protocol 2 una posterior gestió de l'activació. Aquest fet suggereix una gran capacitat per avaluar el propi estat psicològic i una gran gestió emocional en poder sentir la pressió en la imatgeria i poder controlar-la, posteriorment, en la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques. A més, el fet de tenir més experiència en imatgeria li proporciona, probablement, una gran flexibilitat en el vincle entre l'activitat cerebral i la producció autonòmica, tal i com van observar en hipnotitzables Gemignani et al. (2006) i una millor gestió emocional que li permet complir els objectius de sentir pressió i de gestionar-la en cada imatgeria respectivament, en comptes de realitzar una estratègia de fugida (J. C. Shaw, 1996) per no sentir la pressió. Així, les dades obtingudes concorden amb l'estudi

de Sebastiani et al. (2003a), el qual va concloure que durant la imatgeria guiada desplaent utilitzant la imatge d'un animal desagradable per als subjectes, tant el grup susceptible a la hipnosi com el que no, van reportar una experiència negativa, però només els subjectes susceptibles van presentar patrons d'emoció EEG, fet que suggereix que ells tenien una millor capacitat per avaluar el seu propi estat psicològic.

Entropia

Entropia aproximada:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 47 es presenta l'EA per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

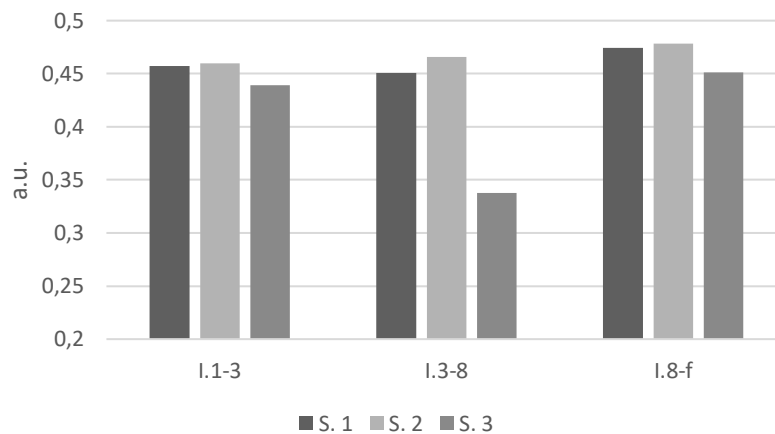


Figura 47: Anàlisi comparativa de l'EA per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 48 es presenta l'EA per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

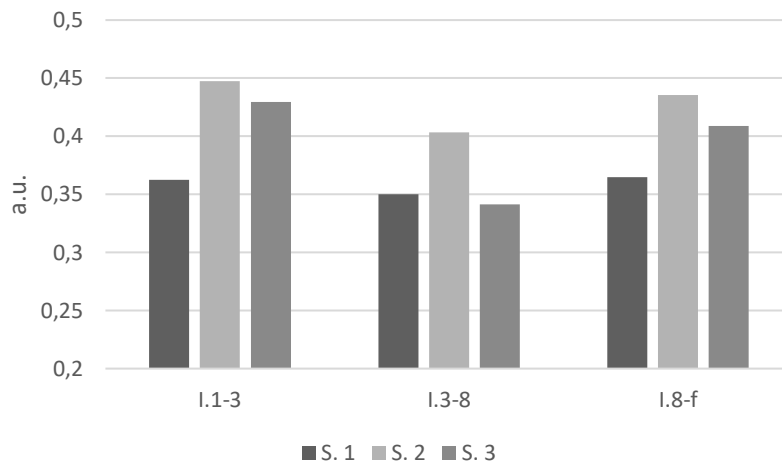


Figura 48: Anàlisi comparativa de l'EA per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 49 es presenta l'EA per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

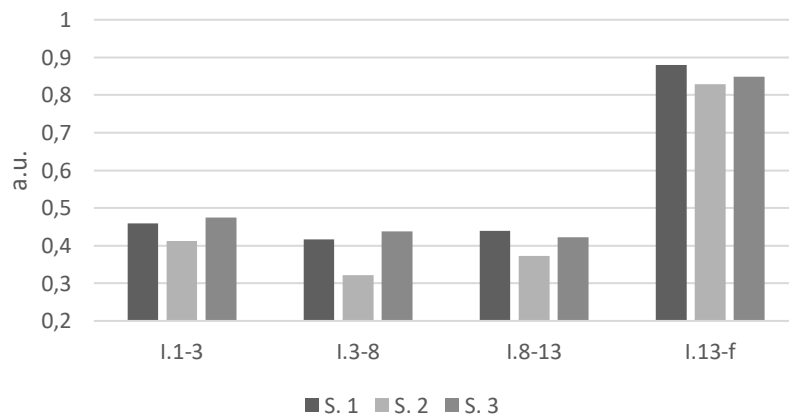


Figura 49: Anàlisi comparativa de l'EA per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 unitats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 50 es presenta l'EA per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

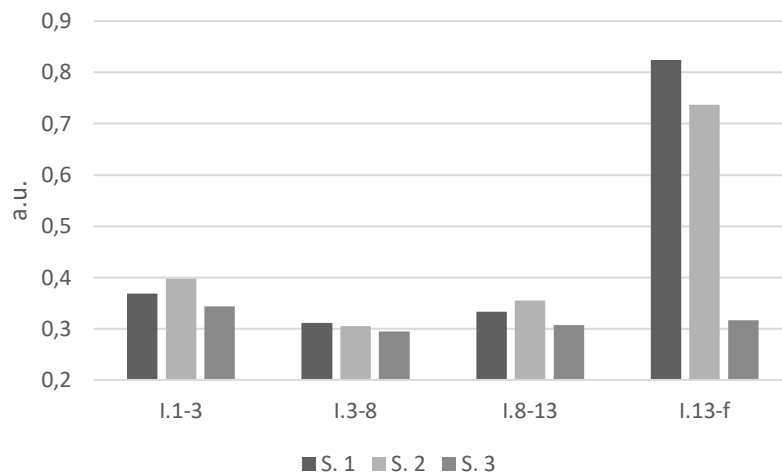


Figura 50: Anàlisi comparativa de l'EA per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Entropia mostral:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 51 es presenta l'EM per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A.

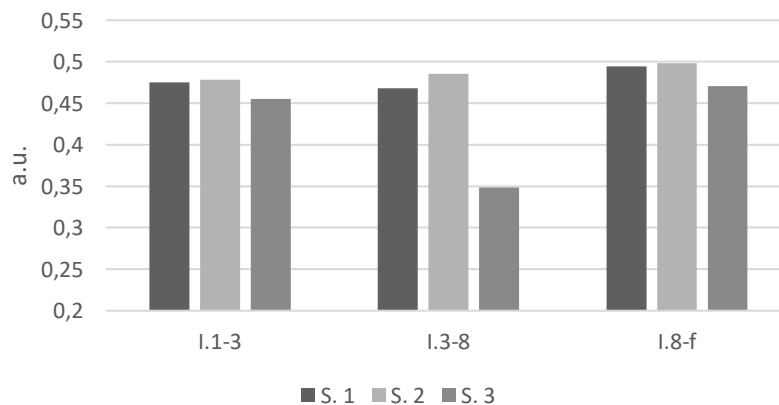


Figura 51: Anàlisi comparativa de l'EM per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 52 es presenta l'EM per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B.

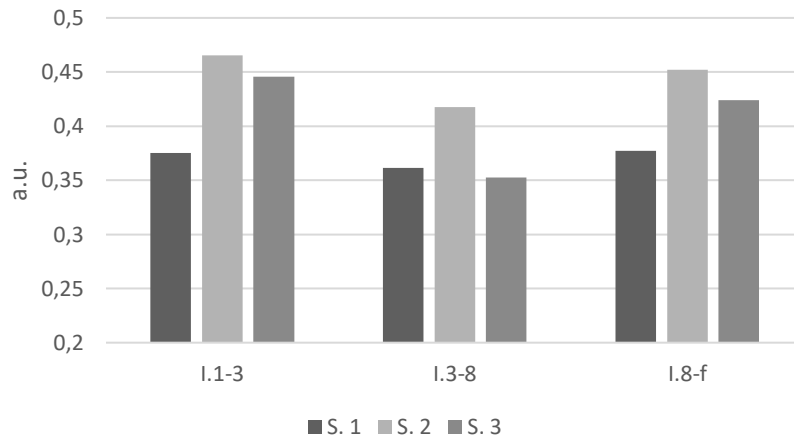


Figura 52: Anàlisi comparativa de l'EM per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 agrupats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; i 8-9 i 9-final en 8-final) en el Protocol 1 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Figura 53 es presenta l'EM per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A.

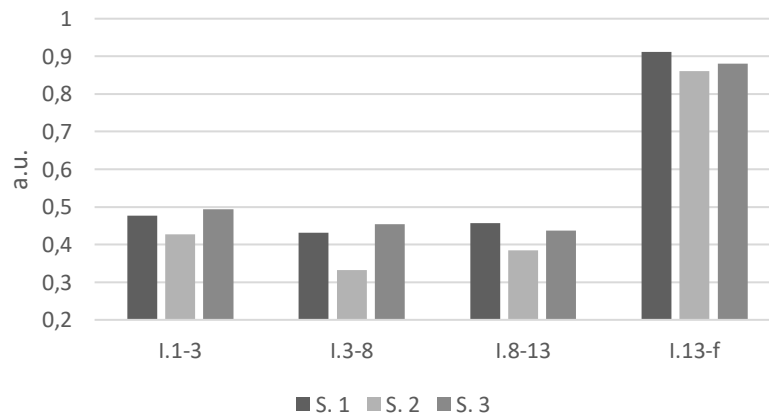


Figura 53: Anàlisi comparativa de l'EM per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 units en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-A. I = interval; f = final; S = sessió.

A la Figura 54 es presenta l'EM per sessions i agrupació d'interval en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B.

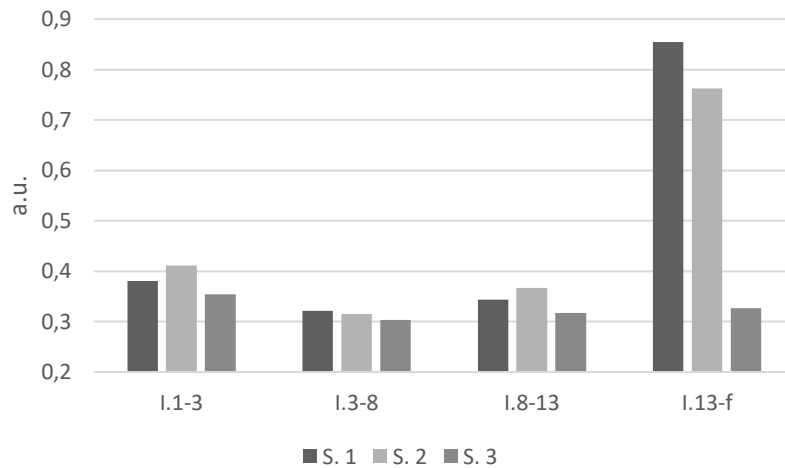


Figura 54: Anàlisi comparativa de l'EM per sessions i agrupació d'interval (1-2 i 2-3 unitats en 1-3; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 i 7-8 en 3-8; 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 i 12-13 en 8-13; i 13-14 i 14-final en 13-final) en el Protocol 2 de l'Estudi 2-B. I = interval; f = final; S = sessió.

Primer de tot, quant a l'entropia, va ser analitzada del senyal EEG global com en l'Estudi 1, no de les diferents freqüències que la componen. Pel que fa a l'evolució al llarg de les sessions, hi va haver una disminució de l'EA i l'EM en les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8), en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial (I.1-3), tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B) i tant en el Protocol 1 com en el 2, sent superior a pista i al Protocol 2 (entrenament psicològic), on el decrement va ser progressiu, sessió a sessió (EA Protocol 1: -11 % vs. Protocol 2: -18 %; EM Protocol 1: -12 % vs. Protocol 2: -18 %), en comparació al despatx (EA i EM Protocol 1: -8 % vs. Protocol 2: -13 %). No obstant, es va produir l'excepció d'un lleuger increment en la segona sessió del Protocol 1 a despatx (Estudi 2-A), que pot ser causada per una dificultat puntual aquell dia per sentir la pressió, fet que explicaria l'increment de l'entropia i, per tant, l'esforç mental. El decrement de l'entropia en tots dos protocols significa que les imatgeries de la situació de pressió van implicar per a aquest tennista una gran regularitat, tal i com van trobar Kim et al. (2005) que succeïa en les tasques que generaven baixa entropia aproximada. Això està relacionat amb vies de comunicació de la xarxa poc desenvolupades (T. Zhang i Turner, 2001) i menor integració dels subsistemes corticals neuronals (Sleigh i Donovan, 1999). El fet que l'entropia presenti valors baixos suposa que el senyal és de poca complexitat i, per tant, indica un comportament del cervell estable i periòdic,

el qual pot ser un reflex de la reducció de l'activitat parasimpàtica que representa un desequilibri simpàtic-vagal (Cheema i Singh, 2019). També es produeix una reducció en la complexitat cerebral (Tran et al., 2007); i *inputs* neuronals més forts, propis de situacions conegudes o familiars, fet que resulta en un major grau de restricció computacional a l'hora d'interpretar la situació i seleccionar la resposta adequada, és a dir, hi ha una manca de competència neural per a *outputs* alternatius i, per tant, menor grau de possibilitats a escollir i més certesa (Hirsh et al., 2012).

Així doncs, el decrement de les entropies aproximada i mostral en les imatgeries de la situació de pressió pot estar motivat pel fet que realitzar les imatgeries de la situació de pressió li va requerir menys esforç mental que les atencions a les respiracions, tal i com va succeir en l'Estudi 1-A. Segurament és així perquè el fet de sentir pressió és una situació habitual i natural per a ell, mentre que possiblement li suposa més esforç mental haver de centrar l'atenció en la seva respiració i fer-la conscient.

A més, cal esmentar que en el Protocol 2 hi va haver un augment de l'EA i l'EM en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13), en comparació amb les imatgeries de la situació de pressió (I.3-8), tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B), sent major a pista (EA i EM: 9 %) que a despatx (EA i EM: 6 %). No obstant, es va donar l'excepció d'un lleuger decrement de les entropies en la sessió 3 al despatx, el qual podria venir explicat per una major regularitat i menor esforç mental requerit, que es podria interpretar com una conseqüència de l'adaptació a l'entrenament i, per tant, a l'assimilació i automatització de les tècniques psicològiques apreses, que es fan de forma més natural i amb menys desgast cognitiu.

Així, l'augment de les entropies aproximada i mostral en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13) indica que el senyal és de més complexitat i, per tant, suposa un comportament inestable del cervell, el qual pot ser un reflex de l'augment de l'activitat parasimpàtica (Cheema i Singh, 2019). També reflecteix que és un senyal dispers i difós, a causa de l'ajustament del metabolisme (comportament metabòlic desregulat) i respostes adaptatives coordinades de l'organisme a causa de l'estímul estressor (Veselkov et al., 2010); es produeix un augment en la complexitat cerebral (Tran et al., 2007); major acoblament del sistema i transmissió d'informació entre sistemes (T. Zhang i Turner, 2001) i més gran integració dels subsistemes corticals neuronals (Sleigh i Donovan, 1999); major incertesa i consum de recursos cognitius per aconseguir l'objectiu (X. Zhang et al., 2018); i una restricció computacional reduïda a causa de la manca d'*inputs* clarament dominants dels sistemes de

percepció i de comportament. En conseqüència, aquestes distribucions es caracteritzen per nivells més alts de competència i ambigüitat neuronals, com es produeix més sovint en situacions desconegudes o inesperades on hi ha un major rang de possibilitats a escollir i, per tant, més incertesa (Hirsh et al., 2012). A més, en l'estudi de Pijpers et al. (2001) van descobrir que l'increment dels nivells d'entropia està associat a la necessitat de més temps per executar l'acció. Tal i com van posar de manifest MacPherson et al. (2009), l'entropia aproximada indica la taxa de producció de nova informació en la qual els valors que s'incrementen suposen més irregularitat, integració i producció de nova informació (Bein, 2006). Aquest aspecte denota la necessitat de més temps, esforç mental, processament de més informació que és necessària per tal de controlar la pressió i tots els pensaments i emocions associades a aquesta imatgeria aplicant les tècniques apreses en l'entrenament psicològic. Per tant, el fet que s'incrementi l'entropia indica que hi ha un major processament cognitiu en aplicar, sessió a sessió, noves tècniques psicològiques.

Pel que fa a l'atenció a la respiració final (I.8-f/I.13-f), en comparació amb les imatgeries de la situació de pressió en el Protocol 1 i les d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13) en el Protocol 2, es va detectar un augment de l'EA i l'EM, tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B) en tots dos protocols, sent superior al despatx i, marcadament, en el Protocol 2 (EA i EM Protocol 1: 14 % vs. EA i EM Protocol 2: 108 %) en comparació amb la pista (EA i EM Protocol 1: 11 % vs. EA i EM Protocol 2: 86 %). Aquest increment és el mateix tipus de senyal irregular que les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques (I.8-13) (veure apartat anterior). Això pot ser degut, com en el cas de l'atenció a la respiració inicial, al fet que al tennista li va suposar més esforç mental i concentració prendre consciència de la seva respiració i, per això, el senyal és més irregular. A més, el fet que sigui major al despatx i en el Protocol 2 va lligat als millors resultats en aquest pel que fa a la freqüència cardíaca i les ones cerebrals, en comparació amb la pista, on possiblement li va costar més al tennista a causa de la dificultat de tenir els ulls oberts i la presència de més distraccions a l'entorn, ja que es requereix un major domini en la realització de les imatgeries.

Aquests resultats, tot i ser sobre un sol subjecte, suggereixen (en mostrar majors nivells d'entropia a pista, que indiquen la major dificultat que ja vàiem a nivell de freqüència cardíaca i ones cerebrals) la importància de combinar el treball de despatx amb el de pista per tal d'aconseguir una adequada aproximació al context real i que l'entrenament a pista, més pròxim a les situacions reals, segurament requereix d'un volum de sessions més gran per assolir valors semblants als obtinguts al despatx.

Per últim, cal esmentar que l'entropia d'un senyal s'està convertint en un mètode matemàtic prometedor i emergent per quantificar la quantitat de flux d'informació especialment en els senyals EEG (Bruhn et al., 2003). A partir de les mesures d'entropia es pot observar qualsevol canvi o fer associacions entre les activitats del cervell i el rendiment cognitiu. Mitjançant l'anàlisi de senyals fisiològics, com són les dades d'EEG, es va poder quantificar l'esforç neuronal cognitiu i físic (Shannon, 1948) emprat pel tennista mentre es troba en una situació de pressió de partit. Per tant, veiem que l'entropia és una eina que permet discriminar el tipus d'imatgeria (neutra o de pressió), el grau de complexitat i regularitat del senyal EEG, el comportament i comunicació dels sistemes cerebrals, la incertesa i el consum de recursos cognitius que suposa la tasca i, en conseqüència, l'efecte de l'entrenament psicològic, és a dir, el grau d'afectació de les imatgeries i els canvis en els estats psicològics i fisiològics que en resulten.

Registres subjectius

Habilitats psicològiques:

Pre-imatgeries

A la Taula 42 es mostren les puntuacions referents a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) de la pre-imatgeria.

Taula 42: Puntuacions subjectives de les habilitats psicològiques per sessió abans, durant i després dels entre punts amb pressió en els tercers sets dels seus últims partits. S = sessió; A = abans; Du = durant; DE = després.

		Pre-imatgeria											
		Activació			Autoconfiança			Motivació			Concentració		
		A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE
Protocol 1	S. 1	5	8	7	6	6	6	5	7	6	4	5	6
	S. 2	5	8	7	6	6	6	5	7	6	4	5	6
	S. 3	5	8	7	6	6	6	5	7	6	4	5	6
Protocol 2	S. 1	8	8	8	6	6	6	6	7	6	5	6	6
	S. 2	8	7	7	6	7	7	7	7	8	6	7	7
	S. 3	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7

Pel que fa a l'activació, en la Taula 42 veiem com, a mesura que anava rebent l'entrenament psicològic, en el Protocol 2 el tennista va anar regulant millor la seva activació tant *abans* com *durant* i *després* en els partits que va jugar durant les sessions, arribant des d'una sobreactivació al nivell òptim: 7.

Quant a l'autoconfiança, veiem com a mesura que va anar controlant l'activació, en el Protocol 2 també va aconseguir gestionar l'autoconfiança arribant, finalment, d'una autoconfiança baixa al nivell òptim.

Pel que fa a la motivació, veiem que amb l'entrenament del Protocol 2 va passar d'una baixa motivació a aconseguir arribar al nivell òptim en els seus partits.

Per últim, la concentració va passar d'un nivell baix al seu nivell òptim en els partits.

Per tant, observem una transferència positiva de l'entrenament realitzat en el Protocol 2 al joc real (fet que no succeeix en el Protocol 1), ja que el que es va treballar va provocar canvis positius en la realitat del tennista permetent-li gestionar millor l'activació, l'autoconfiança, la motivació i la concentració *abans, durant i després* dels entre punts amb pressió. També vam poder observar la interrelació d'aquestes habilitats i com millorar l'afrontament d'una situació de pressió (activació) va tenir un efecte positiu sobre les altres habilitats en la realitat dels seus partits.

Post-imatgeries

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Taula 43 es mostren les puntuacions referents a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) de les imatgeries realitzades en el Protocol 1.

Taula 43: Puntuacions subjectives de les habilitats psicològiques de les imatgeries del protocol 1 per sessió abans, durant i després del moment de màxima pressió (inici de l'entre punts). S = sessió; A = abans; Du = durant; DE = després.

		Post-imatgeria de la situació de pressió											
		Activació			Autoconfiança			Motivació			Concentració		
		A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE
Estudi 2-A (despatx)	S. 1	8	8	8	6	6	6	8	8	9	6	6	7
	S. 2	8	8	8	5	5	5	4	4	5	6	6	7
	S. 3	8	7	8	5	5	6	5	4	5	6	6	6
Estudi 2-B (pista)	S. 1	9	8	8	5	6	6	6	6	7	7	6	7
	S. 2	6	6	7	5	5	5	5	5	4	6	6	7
	S. 3	8	8	8	5	6	6	6	5	6	6	6	6

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Taula 44 es mostren les puntuacions referents a les habilitats psicològiques (activació, autoconfiança, motivació i concentració) de les imatgeries realitzades en el Protocol 2.

Taula 44: Puntuacions subjectives de les habilitats psicològiques de les imatgeries del protocol 2 per sessió abans, durant i després del moment de màxima pressió (inici de l'entre punts). S = sessió; A = abans; Du = durant; DE = després.

		Post-imatgeria de la situació de pressió									Post-imatgeria d'aplicació de tècniques psicològiques																	
		Activació			Autoconfiança			Motivació			Concentració			Activació			Autoconfiança			Motivació			Concentració					
		A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE	A	DU	DE			
Estudi 2-A (despatx)	S.1	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	7	8	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	S.2	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6	6	7	6	6
	S.3	8	8	8	6	6	6	6	5	6	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	6	6	7	6
Estudi 2-B (pista)	S.1	8	9	9	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	7	6	7	6	6	6	7	6	6	7	6	6	7
	S.2	8	8	8	6	6	6	6	6	6	5	5	6	8	8	8	6	6	6	7	7	7	6	6	7	6	6	7
	S.3	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

A les Taules 43 i 44 veiem com en la imatgeria de la situació de pressió, tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B) —sense diferències destacables entre ells—, a nivell d'activació el tennista va sentir pressió *abans*, *durant* i *després* de l'entre punts (moment màxim de pressió), sent aquesta superior en el Protocol 2; per tant, es va sentir sobreactivat, amb baixa autoconfiança, baixa motivació i baixa concentració (tot i que va presentar diferents moments on sí la va tenir òptima) tant *abans*, com *durant* i *després* de l'entre punts. Cal destacar la sessió 2 del Protocol 1 a pista (Estudi 2-B), durant la qual, segons el tennista, no va sentir-se sobreactivat, però la freqüència cardíaca i les ones cerebrals mostren el contrari. Així, veiem en aquesta sessió una manca d'autoconsciència que no es va produir en les altres. Per tant, majoritàriament, les dades observades van relacionades amb l'increment de la freqüència cardíaca i de les ones beta i gamma en les imatgeries de la situació de pressió, reflectint la sobreactivació causada per la pressió competitiva viscuda. La correlació entre els registres subjectius, la freqüència cardíaca i les ones cerebrals, com en l'Estudi 1, ja va ser trobada en puntuacions de por per Gemignani et al. (2006); així com la correlació entre els registres subjectius i la freqüència cardíaca ho va ser per Sartory et al. (1977).

Les Taules 43 i 44 mostren que el tennista va sentir pressió i l'afectació en totes les habilitats psicològiques, posant de manifest la interrelació entre elles. Això està relacionat amb el que defensa Carr (2014), que la memòria de treball augmenta com a resultat de la competició, per la invasió de pensaments conscients sobre la situació i les seves conseqüències. La pressió genera la preocupació sobre si es tindrà èxit o no; ocupar la memòria de treball amb pensaments (recompenses, conseqüències i autopresentació) en comptes dels passos específics i les necessitats d'informació i processament de la tasca genera problemes, ja que s'oblida l'estructura de control (el conjunt i la seqüència d'accions que cal realitzar), falla la codificació i el manteniment de la informació necessària, la planificació i l'execució de l'acció. Chib et al. (2012) deien que l'increment de l'ansietat a nivells alts pot transformar els efectes

motivacionals del que es pot guanyar a partir de l'èxit cap a un focus disfuncional d'evitar les pèrdues que es poden patir en fracassar i, per tant, altera també la concentració. A més, Beilock i Gray (2007) expressen que les habilitats esportives que suposen demandes altes en la memòria de treball (dur a terme estratègies, solucionar problemes, prendre decisions; per exemple, habilitats per considerar múltiples opcions simultàniament i actualitzar informació en temps real) probablement fallen com a resultat del consum de memòria de treball induït per la pressió. Tot això suggereix la importància de monitoritzar l'entrenament psicològic tant subjectivament (per conèixer la percepció i autoconsciència de l'esportista) com objectivament (per conèixer l'afectació a nivell fisiològic). No obstant, cal emfatitzar que, malgrat van aparèixer majors canvis en freqüència cardíaca i ones cerebrals al despatx (Estudi 2-A) en les imatgeries de la situació de pressió, a nivell de registres subjectius, amb excepció de la sessió 2, el subjecte no va percebre subjectivament aquests canvis (en comparació amb pista).

Pel que fa a la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques del Protocol 2 a despatx (Estudi 2-A), en les sessions el subjecte va gestionar la seva activació al nivell òptim (7) *abans, durant i després* de l'entre punts. No obstant, va experimentar més dificultats a pista (Estudi 2-B), on tot i que ho va aconseguir en alguns moments, no ho va fer de forma regular. Tal i com va succeir amb la freqüència cardíaca i les ones cerebrals, el fet que hi hagués, en general, menys canvis a pista (Estudi 2-B) pot estar motivat per la major dificultat de realitzar-hi les imatgeries, perquè es requereix un major domini en fer-se amb els ulls oberts, de peu i amb majors distraccions, com ja s'ha explicat anteriorment.

No obstant, aquests resultats, tot i ser d'un sol subjecte, suggereixen la importància de fer un major nombre de sessions a pista per tal d'aconseguir els mateixos resultats que a despatx. Cal subratllar que, malgrat això, en tots dos estudis el tennista va aconseguir regular la seva autoconfiança, motivació i concentració per sentir-les a un nivell òptim, fet que mostra de nou la correlació entre els registres subjectius, la freqüència cardíaca i les ones cerebrals, com en l'Estudi 1, ja trobat en puntuacions de por per Gemignani et al. (2006) i en el cas dels registres subjectius i la freqüència cardíaca, també per Sartory et al. (1977).

Per últim, cal destacar les reaccions fisiològiques que va observar la psicòloga, confirmades després pel *feedback* del tennista, pel que fa a les imatgeries i que reafirmen les dades tant de la freqüència cardíaca, com de les ones cerebrals i els registres subjectius. Aquestes reaccions visibles van succeir sobretot durant les imatgeries de la situació de pressió, en les quals al subjecte li suaven les mans i els abdominals, respirava ràpidament deixant entrar poc aire,

tensava els músculs de la cara i va assegurar haver sentit alts graus de pressió. Així mateix, durant les imatgeries de l'aplicació de les tècniques psicològiques es notava que aconseguia reduir la pressió i en les atencions a la respiració, relaxava els músculs, respirava profundament i no va fer referència a la presència de suor, sinó que relaxava clarament la cara i el cos.

Realitat de la imatgeria:

Protocol 1 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Taula 45 es mostren les puntuacions de la realitat de les imatgeries realitzades amb el Protocol 1 per cada dimensió.

Taula 45: Puntuacions subjectives de la realitat de les imatgeries del tennista del protocol 1 per sessió i dimensió. S = sessió.

		Post-imatgeria de la situació de pressió						
		Visual	Auditiva	Olfactiva	Tàctil	Gustativa	Cinestèsica	Emocional
Estudi 2-A (despatx)	S. 1	4	2	3	4	3	4	4
	S. 2	3	2	2	2	3	4	4
	S. 3	4	3	2	3	3	4	4
Estudi 2-B (pista)	S. 1	2	2	3	4	2	4	3
	S. 2	4	3	4	4	3	3	4
	S. 3	4	4	3	4	2	3	4

Protocol 2 dels Estudis 2-A i 2-B

A la Taula 46 es mostren les puntuacions de la realitat de les imatgeries realitzades amb el Protocol 2 per cada dimensió.

Taula 46: Puntuacions subjectives de la realitat de les imatgeries del tennista del protocol 2 per sessió i dimensió. S = sessió.

		Post-imatgeria de la situació de pressió							Post-imatgeria d'aplicació de tècniques psicològiques						
		Visual	Auditiva	Olfactiva	Tàctil	Gustativa	Cinestèsica	Emocional	Visual	Auditiva	Olfactiva	Tàctil	Gustativa	Cinestèsica	Emocional
Estudi 2-A (despatx)	S. 1	3	4	2	4	3	4	4	4	2	3	4	3	4	4
	S. 2	4	4	2	4	3	4	4	4	4	2	5	2	4	5
	S. 3	4	3	2	4	2	4	4	4	2	3	4	2	4	4
Estudi 2-B (pista)	S. 1	4	3	2	3	2	4	4	5	3	2	4	2	3	4
	S. 2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	4	3	4	3
	S. 3	3	3	2	4	2	4	4	4	2	3	4	2	4	4

A les Taules 45 i 46 veiem com les dimensions que va sentir com més reals van ser la cinestèsica, la visual, l'emocional i la tàctil (puntuació de 3 a 5) i les que li va costar més de sentir, a nivell general en les imatgeries de la situació de pressió, van ser l'olfactiva a despatx (Estudi 2-A) en tots dos protocols i a pista (Estudi 2-B) en el Protocol 2; la gustativa a pista (Estudi 2-B) en tots dos protocols i també l'auditiva a despatx en el Protocol 1. Pel que fa a les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques, en el Protocol 2 a nivell global aquestes les va sentir més reals, sent la més difícil de sentir la gustativa tant a despatx (Estudi 2-A) com a pista (Estudi 2-B) i també, l'auditiva a pista.

La dificultat de sentir les dimensions gustativa i olfactiva podria venir explicada pel fet que són les dimensions més difícils de ser-ne conscient, ja que habitualment es presta menys atenció als sabors i olors mentre es juga, ja que són sentits que no donen, segurament, la informació imprescindible que generen els altres per tal de llegir-se jugant, per tant, segurament és la informació menys rellevant per als tennistes; tal i com van revelar Kuan et al. (2017). També Clark i Williamon (2011) van trobar menys realitat de la imatgeria en la dimensió olfactiva. Pel que fa a l'auditiva, possiblement aquest tennista ha estat tan centrat en ell mateix que ha utilitzat una atenció més interna i per això li ha costat més percebre els estímuls auditius o, segurament, tenir-ne consciència i record. Així, en són menys conscients perquè habitualment són sentits que no els aporten la informació que necessiten per jugar i prendre decisions (tàctica, control emocional, sensacions, etc.) i, en canvi, magnifiquen la informació que obtenen a nivell visual, emocional, cinestèsic i tàctil. A més, la presència de majors dificultats a pista en la realitat de les imatgeries es corresponen amb els menors canvis observats en la freqüència cardíaca i les ones cerebrals i major entropia. No obstant, la realitat de totes dues imatgeries va augmentar al llarg de les sessions, sobretot en el Protocol 2.

Per tant, totes les imatgeries del Protocol 1 i 2 es van realitzar a despatx (Estudi 2-A) i a pista (Estudi 2-B) amb adequada realitat en les dimensions visual, tàctil, cinestèsica i emocional (puntuacions de 3 a 5), els valors de les quals van augmentar al llarg de les sessions —sobretot en el Protocol 2—, i resultant més difícils de sentir l'olfactiva, la gustativa i l'auditiva.

Aquests resultats poden servir per potenciar les imatgeries per tal de generar més consciència en les dimensions olfactiva, gustativa i auditiva per viure-les encara de manera més real i aconseguir realitzar la imatgeria amb major vivesa.

Gemignani et al. (2006) van concloure que l'estímul amb fòbia emprat en el seu estudi era efectiu perquè durant l'estimulació amb fòbia ambdós grups van reportar altes puntuacions de

por i van exhibir increments en la freqüència cardíaca, fet que està en línia amb estudis previs que mostren una relació lineal positiva entre la freqüència cardíaca i les qualificacions subjectives de por (Sartory et al., 1977). De la mateixa manera, d'acord amb els resultats de l'Estudi 2 —fet a partir de la correlació entre els registres subjectius, la freqüència cardíaca i les ones cerebrals—, podem afirmar que l'estímul de pressió i l'entrenament psicològic realitzats (aplicació de tècniques psicològiques) van ser efectius per al subjecte, ja que va mostrar increments en la freqüència cardíaca, en les ones beta i gamma i puntuacions de sobreactivació en la pressió (que concorden amb el seu diari) i un estat òptim en la imatgeria d'aplicació de les tècniques psicològiques. El fet que es vegin grans canvis en un subjecte amb experiència alta en imatgeria ja va ser trobat per Gemignani et al. (2006).

Així doncs, podem pensar que és necessària una experiència alta en imatgeria perquè l'efecte de l'entrenament psicològic es vegi reflectit, no només a nivell de freqüència cardíaca i puntuacions subjectives, sinó també en l'EEG; mostrant així que, probablement, els subjectes amb aquesta característica experimenten millor les imatgeries i aconseguen una millor gestió emocional a partir de l'entrenament psicològic realitzat, sense presentar l'estratègia de fugida que van mostrar els subjectes amb experiència baixa en imatgeria en altres estudis (J. C. Shaw, 1996). A més, és possible que en estudis futurs alguns subjectes necessitin més sessions en l'entrenament psicològic individualitzat per tal d'automatitzar-lo i aconseguir el patró d'EEG esperat en l'atenció a la respiració i en les imatgeries de la situació de pressió i, sobretot, en l'aplicació de les tècniques psicològiques i en l'Estudi 2-B a pista; que van ser les parts més difícils quant a l'aplicació de les tècniques psicològiques, la fase on es necessita un alt grau de control emocional i l'Estudi 2-B (pista) requereix de més experiència en imatgeria i més gestió emocional en ser a pista amb els ulls oberts, de peu i amb majors distraccions. Aquestes dificultats es van posar de manifest mitjançant l'entropia, ja que es va observar que, majoritàriament, va augmentar en el Protocol 2, l'entrenament psicològic de tots dos estudis, mentre que en el Protocol 1 va disminuir, mostrant-lo com a més regular, estable i de menys complexitat cerebral.

4. CONCLUSIONS

- ✓ La relació ment-cos és tan complexa que cal interpretar una infinitat de dades a nivell autònom, tenint sempre present l'objectiu i sabent destriar quina informació és rellevant i com la podem arribar a entendre.
- ✓ La monitorització de l'entrenament psicològic ha de contemplar la part objectiva (freqüència cardíaca, ones cerebrals...) i subjectiva (registres subjectius...) per tal d'estudiar l'autoconsciència, rebre *feedback* detallat i poder realitzar l'anàlisi des d'una perspectiva holística.
- ✓ La monitorització de l'entrenament psicològic possibilita generar més autoconsciència i coneixement del propi cos, com funciona i reacciona i, en conseqüència, saber gestionar millor ment-cos.
- ✓ L'activació en situacions de pressió pot ser monitoritzada a partir de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius.
- ✓ Durant la realització de les imatgeries cal controlar cada detall; no només de l'espai (silenci, temperatura, llum, sensacions que genera...) sinó també de la persona (horari, menjar, beure, exercici físic realitzat i intensitat d'aquest, evolució personal i esportiva en el moment actual, motivació, preocupacions, pensaments, emocions, estat d'ànim...).
- ✓ L'entropia és una eina que hauria de ser inclosa en futurs estudis per tal de poder discriminar el tipus d'imatgeria (neutra, de pressió o d'aplicació de tècniques psicològiques).
- ✓ S'ha de realitzar un treball a pista que permeti aconseguir una transferència real en els partits i no quedar-se només amb resultats de laboratori o despatx (primer pas), sinó focalitzar-se en la transferència real de l'entrenament psicològic i en què cal fer per aconseguir que aquesta cada cop sigui millor en el terreny de joc (segon pas).
- ✓ La millora de la gestió de l'activació en situacions de pressió pot comportar un increment en l'autoconfiança, la motivació i la concentració, per tant és possible que existeixi una interrelació entre aquestes.

Així mateix, l'elaboració de la present tesi ha permès monitoritzar l'activació assolint els objectius específics de cada estudi.

ESTUDI I

- ✓ La monitorització de l'activació durant la imatge d'una situació neutra, tant en els tennistes amb com sense experiència prèvia en imatge, va mostrar un lleuger augment de la freqüència cardíaca i una disminució de les ones theta (sobretot en els sense experiència) i gamma en comparació amb l'atenció a la respiració inicial i final, sent els valors superiors en els tennistes amb experiència prèvia en imatge. No obstant, les entropies aproximada i mostral no van presentar diferències significatives.
- ✓ La monitorització de l'activació durant la imatge d'una situació neutra, tant en els tennistes amb com sense experiència prèvia en imatge, no va presentar diferències significatives en les habilitats psicològiques i en la realitat de la imatge va mostrar en les dimensions visual, auditiva, tàctil, cinestèsica i emocional puntuacions mitges-altes, sent més difícils de sentir l'olfactiva i la gustativa i amb puntuacions superiors en els tennistes amb experiència prèvia en imatge.
- ✓ La monitorització de l'activació durant la imatge de la situació de pressió, tant en els tennistes amb com sense experiència prèvia en imatge, va mostrar un augment de la freqüència cardíaca i de les entropies aproximada i mostral i una disminució de l'ona gamma en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial i final, sent superiors en comparació amb la imatge de la situació neutra; no obstant, l'ona gamma va augmentar en el moment de màxima pressió (Interval 5-6).
- ✓ La monitorització de l'activació durant la imatge de la situació de pressió, tant en els tennistes amb com sense experiència prèvia en imatge, va presentar una sobreactivació durant l'entre punts (moment de màxima pressió) i en la realitat de la imatge va mostrar puntuacions mitges-altes en les dimensions visual, auditiva, tàctil, gustativa, cinestèsica i emocional, sent més difícil de sentir l'olfactiva, i amb puntuacions superiors en els tennistes amb experiència prèvia en imatge.

ESTUDI 2

- ✓ La monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació durant les imatgeries de la situació de pressió va mostrar, en comparació amb l'atenció a la respiració inicial, un augment de la freqüència cardíaca i de les ones beta, gamma, delta i theta i una disminució de les entropies aproximada i mostral, en comparació amb les fases d'atenció a la respiració inicial i final, sent superiors en el Protocol 2 i a pista, a excepció de la freqüència cardíaca, que va ser superior a despatx.
- ✓ La monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació durant les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques, en comparació amb l'atenció a la respiració inicial, va presentar una disminució de la freqüència cardíaca i de les ones beta, gamma, delta i theta i un augment de les entropies aproximada i mostral, sent superiors a despatx, a excepció de les ones beta, delta i theta, que van ser superiors a pista.
- ✓ La monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació durant l'atenció a la respiració final, en comparació amb les imatgeries tant de la situació de pressió com d'aplicació de les tècniques psicològiques, va reflectir una disminució de la freqüència cardíaca i un augment de les ones alfa i beta i de les entropies aproximada i mostral, sent superiors en el Protocol 2 i a despatx, a excepció de la freqüència cardíaca, que va ser superior en el Protocol 1.
- ✓ La monitorització de l'entrenament psicològic de l'activació durant les imatgeries de la situació de pressió va presentar una sobreactivació *abans, durant i després* de l'entre punts (moment de màxima pressió) i un nivell òptim (7) *abans, durant i després* de l'entre punts en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques. En la realitat de la imatgeria va mostrar puntuacions mitges-altes en les dimensions visual, tàctil, cinestèsica i emocional, sent més difícils de sentir en les imatgeries de la situació de pressió l'olfactiva, la gustativa i l'auditiva; i en les imatgeries d'aplicació de les tècniques psicològiques, la gustativa i l'auditiva.

Així doncs, en síntesi, en la present tesi, en primer lloc, la **prova pilot** va possibilitar verificar que el disseny realitzat en aquesta investigació va augmentar la freqüència cardíaca en realitzar la imatgeria d'una situació de pressió en esportistes que utilitzen la imatgeria en la seva pràctica esportiva i en esportistes que no la utilitzen.

En segon lloc, l'**Estudi 1** va permetre mostrar un increment similar de la freqüència cardíaca en la imatgeria de la situació de pressió comparant aquesta amb una de neutra; demostrant que els canvis observats en la situació de pressió van ser generats per aquesta i no es van produir les mateixes alteracions en la situació neutra. A més, en aquest estudi es va veure com la freqüència cardíaca, les ones theta i gamma, els registres subjectius i, sobretot, l'entropia van discriminar entre el tipus d'imatgeria, de situació neutra i de pressió.

En tercer lloc, l'**Estudi 2** va demostrar que es pot monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació, tant a despatx com a pista, durant la imatgeria de la situació de pressió i observar l'evolució de l'activació a partir de l'entrenament psicològic realitzat a despatx i a pista, sessió a sessió, comparant-lo amb el protocol sense entrenament; deixant palès, per tant, que els canvis observats a partir de l'entrenament psicològic van ser generats per aquest i no es van produir les mateixes alteracions en el protocol sense entrenament psicològic. A més, aquest estudi suggereix que la freqüència cardíaca, les ones beta, gamma, delta i theta, els registres subjectius i, sobretot, l'entropia poden discriminar entre el tipus d'imatgeria, de situació de pressió i d'aplicació de les tècniques psicològiques, i els protocols amb i sense entrenament psicològic de l'activació.

Per tant, s'ha pogut aconseguir l'objectiu general de la tesi: monitoritzar l'entrenament psicològic de l'activació durant una situació neutra i una situació de pressió a partir de l'anàlisi de la freqüència cardíaca, les ones cerebrals i els registres subjectius en esportistes amb i sense experiència prèvia en imatgeria.

5. LIMITACIONS DE LA INVESTIGACIÓ

Pel que fa a les limitacions de la investigació, a nivell general, destaquen: el soroll del propi instrument d'EEG va provocar limitacions en no poder fer la simulació en moviment a pista en partit i haver de dissenyar els estudis tenint en compte aquest factor; el fet de no tenir el *feedback* de les dades EEG en un monitor a temps real mentre es fa la imatge per poder prendre decisions al moment i redirigir; la mostra, que haguéssim volgut que fos més gran en tots dos estudis, però no vam poder aconseguir més tennistes per falta de disponibilitat i, en alguns casos, d'interès; la reduïda disponibilitat i les programacions a curt termini dels tennistes; i, finalment, el reduït nombre de sessions dels Protocols 1 i 2 de l'Estudi 2, però es van ajustar per tal de fer viable l'estudi a la pràctica i a la realitat de la vida dels tennistes.

Pel que fa a les limitacions de la investigació a nivell específic, cal esmentar: aconseguir els contactes d'entrenadors i tennistes de nivell alt; la planificació de les sessions (en el tennis decideixen en funció dels resultats, mai saben amb molta antelació on seran ni fins quan); la dificultat de fer sessions durant els tornejos (només volen fer-les un cop acabat el partit i si no guanyen només volen marxar i, en conseqüència, ja no es fa la sessió ni llavors ni mai...); aconseguir una sala tranquil·la en el seu club per fer l'estudi; compaginar horaris amb ells; organitzar les sessions consecutivament (Estudi 2); la necessitat que dediquessin d'una a dos hores a l'estudi (en cada sessió de l'Estudi 2); els tennistes que et diuen que sí però mai concreten, el desgast personal de perseguir-los i el seu improvisat horari diari, setmanal i mensual; i el tractament i anàlisi de les dades d'EEG, entre d'altres.

6. PERSPECTIVES DE FUTUR

Quant a l'Estudi 1, cal dir que tots aquests resultats poden millorar les imatgeries neutres i de situacions de pressió per tal d'ajudar els esportistes a treballar la seva activació. Així mateix, també serveixen per generar protocols de *neurofeedback* per millorar l'habilitat de realitzar imatgeria en els esportistes —tant amb experiència com sense— i augmentar, així, la seva autoconsciència sobre les situacions de pressió que viuen habitualment, què les genera i com les experimenten, amb l'objectiu de saber com fer-les front. En estudis posteriors es podria ampliar la mostra, tant amb tennistes amb experiència en imatgeria com sense, per analitzar si s'obtenen els mateixos resultats. També es podria estudiar què succeeix en tasques o moments diferents de pressió de situacions reals en el tennis o en diferents esports.

Quant a l'Estudi 2, cal destacar la importància dels resultats obtinguts, ja que no s'havia realitzat abans un entrenament amb monitorització similar. A partir dels presents estudis s'ha demostrat que l'activació sota pressió es pot entrenar en el tennista —tant a nivell de despatx com de pista—, on ens hem apropiat al màxim al que seria la simulació a pista, encara que no s'ha pogut fer en moviment a causa de les limitacions de l'aparell d'EEG (artefactes). No obstant, el fet d'haver posat els peus a pista ja suposa una gran evolució i un enorme pas en l'entrenament psicològic per mostrar la importància de focalitzar-nos en la transferència a la pista, el seu escenari real, i a la realitat dels partits dels tennistes. En estudis posteriors caldrà monitoritzar més entrenaments psicològics de més sessions, diferents situacions de partit i més tennistes per tal de veure la seva evolució i extreure conclusions. No obstant, sense oblidar la importància de la individualització de l'entrenament tenint en compte necessitats, preferències, progrés, etc., també es podria ampliar l'estudi a d'altres esports i comparar resultats. Així mateix, seria realment imprescindible la creació d'un monitor amb dades EEG (de la mateixa manera que tenim els pulsòmetres) per poder veure les dades a temps real i ser capaços de prendre decisions i redirigir al moment. A més, si es disposés d'un EEG portàtil que possibilités el moviment (amb control d'artefactes), es podria conèixer l'activació cerebral real en un partit (el que voldríem haver pogut fer) i això marcaria un abans i un després en l'entrenament psicològic.

Com s'ha vist, la monitorització de l'entrenament psicològic suposa una tasca complicada; en general, es necessita experiència en fisiologia, psicologia i ciències de l'esport per contribuir a una implementació reeixida d'una rutina de monitorització. Per tant, a través del desenvolupament de models matemàtics en cada disciplina es podria alleujar aquesta tasca tediosa i proporcionar recomanacions útils individualitzades, tant als entrenadors com als

esportistes. El procés d'individualització és una tasca fonamental i difícil en el seguiment d'un entorn pràctic i de recerca. Els futurs estudis de monitorització haurien de desenvolupar models per crear procediments pràctics amb finalitats d'avaluació i intervenció, tal i com hem començat a fer en aquesta tesi.

L'entrenament psicològic sembla un fenomen de «caixa negra» que cal resoldre mitjançant la creació de models de control psicològic i fisiològic basats en diverses observacions psicològiques i fisiològiques. Alguns d'aquests models tenen alguns principis comuns, mentre que altres models estan totalment en conflicte i no posen ordre ni serveixen de guia o per avançar. Per tant, les investigacions futures haurien de centrar-se en quantificar els temes i també en analitzar les biosenyals o dades dels sistemes psicològics i fisiològics amb l'esperança d'observar les característiques naturals dels mecanismes de control del sistema que són responsables del comportament humà i controlen les reaccions durant l'execució esportiva. Mitjançant l'anàlisi matemàtica i la modelització matemàtica es podria desbloquejar l'estancament del coneixement en la psicologia de l'esport (comparat amb altres ciències de l'esport que han avançat de manera exponencial) amb la investigació dels mecanismes responsables dels canvis que es produeixen en els sistemes psicològics i fisiològics. D'aquesta manera, les teories matemàtiques, així com les teories psicològiques i fisiològiques, es poden desenvolupar o extrapolar a partir de les teories psicobiològiques existents per entendre millor la monitorització de l'entrenament psicològic i ser capaços d'augmentar el rendiment esportiu.

Finalment, cal afegir que aquesta tesi inicia un camí totalment innovador de la psicologia de l'esport i, més concretament, de l'entrenament psicològic, cap a les neurociències i tot el ventall de descobriments pràctics que aquestes ens poden oferir; i ho fa deixant de banda molts llibres amb continguts similars i obrint la disciplina a una gran àrea per explorar, on sembla imprescindible aventurar-se per tal d'avançar i crear nou coneixement i nova praxis, que són els principals objectius de tota professió.

7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Aarli, J. A., Vaernes, R., Brubakk, A. O., Nyland, H., Skeidsvoll, H., & Tonjum, S. (1985). Central nervous dysfunction associated with deep-sea diving. *Acta Neurologica Scandinavica*, *71*, 2-10.
- Abhang, P. A., Mehrotra, S. C., & Gawali, B. W. (2016). *Introduction to EEG- and Speech-Based Emotion Recognition* (Vol. Academic Press). Orlando.
- Acharya, R., Chua, E. C. P., Chua, K. C., Min, L. C., & Tamura, T. (2010). Analysis and automatic identification of sleep stages using higher order spectra. *International Journal of Neural Systems*, *20*(6), 509-521.
- Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: High-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience Letters*, *310*, 57-60.
- Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2002). Non-linear dynamic complexity of the human EEG during meditation. *Neuroscience Letters*, *330*, 143-146.
- Allen, J. J., Iacono, W. G., Depue, R. A., & Arbisi, P. (1993). Regional electroencephalographic asymmetries in bipolar seasonal affective disorder before and after exposure to bright light. *Biological Psychiatry*, *33*, 642-646.
- Amihai, I., & Kozhevnikov, M. (2014). Arousal vs. relaxation: a comparison of the neurophysiological and cognitive correlates of Vajrayana and Theravada meditative practices. *PLOS ONE*, *22*(7), 1-16.
- Anderson, R. E., Barr, G., Owall, A., & Jakobsson, J. (2004). Entropy during propofol hypnosis including an episode of wakefulness. *Anesthesia*, *59*, 52-56.
- Andrzejak, R. G., Lehnertz, K., Mormann, F., Rieke, C., & Elger, C. E. (2001). Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state. *Physical Review Letters*, *64*(6), 061907-061908.
- Anshel, M. (2011). *Sport psychology: From theory to practice*. Middle Tennessee State University: Pearson Education.
- Arambula, P., Peper, E., Kawakami, M., & Gibney, K. H. (2001). The physiological correlates of Kundalini Yoga meditation: A study of a yoga master. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *26*, 147-153.
- Astin, J. A., Shapiro, S. L., Eisenberg, D. M., & Forsys, K. L. (2003). Mind-body medicine: State of the science, implications for practice. *The Journal of the American Board of Family Practice*, *16*, 131-147.
- Babiloni, C., Del Percio, C., Iacoboni, M., Infarinato, F., Lizio, R., Marzano, N., & Eusebi, F. (2008). Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. *Journal of Physiology*, *586*, 131-139.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Bakhshayesh, A. R., Hansch, S., Wyschkon, A., Rezai, M. J., & Esser, G. (2011). Neurofeedback in ADHD: A single-blind randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *20*, 481-491.

- Bakker, F. C., Boschker, M. S. J., & Chung, T. (1996). Changes in muscular activity while imagining weight lifting using stimulus or response propositions. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 18*, 313-324.
- Balk, Y. A., Adriaanse, M. A., De Ridder, D. T. D., & Evers, C. (2013). Coping Under Pressure: Employing Emotion Regulation Strategies to Enhance Performance Under Pressure. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 35*(4), 408-418.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavior change. *Psychological Review, 84*(2), 191-215.
- Barea, R. (2013). Tema 5: Electroencefalografía. Retrieved from <https://es.slideshare.net/LuiJeenxD/tema-5-electroencefalografia>
- Barry, R. J., Clarke, A. R., McCarthy, R., Selikowitz, M., & Rushby, J. A. (2005). Arousal and activation in a continuous performance task: An exploration of state effect in normal children. *Journal of Psychophysiology, 19*, 91-99.
- Başar, E. (2006). The theory of the whole-brain-work. *International Journal of Psychophysiology, 60*(2), 133-138.
- Başar, E., Başar-Eroglu, C., Karakas, S., & Schurmann, M. (2001). Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes. *International Journal of Psychophysiology, 39*, 241-248.
- Başar, E., Schmiedt-Fehr, C., Oniz, A., & Başar-Eroglu, C. (2008). Brain oscillations evoked by the face of a loved person. *Brain Research, 1214*, 105-115.
- Baumeister, J., Reinecke, K., Liesen, H., & Weiss, M. (2008). Cortical activity of skilled performance in a complex sports related motor task. *European Journal of Applied Physiology, 104*, 625-631.
- Baumeister, J., Reinecke, K., & Weiss, M. (2008). Changed cortical activity after anterior cruciate ligament reconstruction in a joint position paradigm: an EEG study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 18*, 473-484.
- Baumeister, J., von Detten, S., van Niekerk, S. M., Schubert, M., Ageberg, E., & Louw, Q. A. (2013). Brain Activity in Predictive Sensorimotor Control for Landings: an EEG Pilot Study. *International Journal of Sports Medicine, 34*(12), 1106-1111.
- Baumeister, R. F. (1984). Choking underpressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal Of Personality And Social Psychology*(46), 610-620.
- Baumeister, R. F., & Showers, C. J. (1986). A review of paradoxical performance effects: Choking under pressure in sports and mental tests. *European Journal of Social Psychology, 16*, 361-383.
- Beauregard, M., & Paquette, V. (2008). EEG activity in Carmelite nuns during a mystical experience. *Neuroscience Letters, 444*, 1-4.
- Beckmann, J., Gröpel, P., & Ehrlenspiel, F. (2013). Preventing motor skill failure through hemisphere-specific priming: cases of choking under pressure. *Journal of Experimental Psychology General*(142), 679-691.
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*(130), 701-725.

- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: Working memory and "choking under pressure" in math. *Psychological Science*, *16*, 101-105. doi:doi:10.1111/j.0956-7976.2005.00789.x
- Beilock, S. L., & Gray, R. (2007). Why do athletes choke under pressure? In G. Tenenbaum & R. C. Eklund (Eds.), *Handbook of Sport Psychology* (pp. 425-444). Hoboken, NJ: Wiley.
- Beilock, S. L., Wierenga, S. A., & Carr, T. H. (2002). Expertise, attention, and memory in sensorimotor skill execution: Impact of novel task constraints on dual-task performance and episodic memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, *55*, 1211-1240. doi:10.1037//1076-898X.8.1.6
- Bein, B. (2006). Entropy. *Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology*, *20*(1), 101-109.
- Bell, J. J., Hardy, L., & Beattie, S. (2013). Enhancing Mental Toughness and Performance Under Pressure in Elite Young Cricketers: A 2-Year Longitudinal Intervention. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, *2*(4), 281-297.
- Berkovich-Ohana, A., Glicksohn, J., & Goldstein, A. (2012). Mindfulness-induced changes in gamma band activity. Implications for the default mode network, self-reference and attention. *Clinical Neurophysiology*, *123*(4), 700-710.
- Berntson, G. G., Bigger Jr., J. T., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., . . . Van der Molen, M. W. (1997). Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, *34*, 623-648.
- Beyer, L., Weiss, T., Hansen, E., Wolf, A., & Seidel, A. (1990). Dynamics of central nervous activation during motor imagination. *International Journal of Psychophysiology*, *9*(1), 75-80.
- Binkofski, F., Amunts, K., Stephan, K., Posse, S., Schormann, T., Freund, H., & Seitz, R. J. (2000). Broca's region subserves imagery of motion: A combined cytoarchitectonic and fMRI study. *Human Brain Mapping*, *11*, 273-285.
- Bird, E. I. (1987). Psychophysiological processes during rifle shooting. *International Journal of Sports Psychology*, *18*, 9-18.
- Blaxton, T. A. (1996). Distinguishing false from true in human memory. *Neuron*, *17*, 191-194. doi:10.1016/S0896-6273(00)80150-6
- Boutcher, S. H., & Zinsser, N. W. (1990). Cardiac deceleration of elite and beginning golfers during putting. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *12*, 37-47.
- Braboszcz, C., Cahn, B. R., Levy, J., Fernández, M., & Delorme, A. (2017). Increased Gamma Brainwave Amplitude Compared to Control in Three Different Meditation Traditions. *PLOS ONE*, *12*(1), 1-27.
- Breitling, D., Gunther, W., & Rondor, P. (1986). Motor responses measured by brain electrical activity mapping. *Behavioral Neuroscience*, *100*(1), 104-116.
- Brener, J. (1974). A general model of voluntary control applied to phenomena of learned cardiovascular change. In P. A. Obrist, A. H. Black, J. Brewer, & L. W. Dicara (Eds.), *Cardiovascular psychophysiology* (pp. 365-391). Chicago: Aldine.
- Browne, J. (1985). Psychology in softball is not hit and miss. *Sports Coach*, *9*, 13-17.

- Bruder, G. E., Fong, R., Tenke, C. E., Leite, P., Towey, J. P., & Stewart, J. E. (1997). Regional brain asymmetries in major depression with and without an anxiety disorder: A quantitative electroencephalographic study. *Biological Psychiatry, 41*, 939-948.
- Bruhn, J., Bouillon, T. W., Radulescu, L., Hoeft, A., Bertaccini, E., & Shafer, S. L. (2003). Correlation of approximate entropy, bispectral index, and spectral edge frequency 95(SEF95) with clinical signs of “anesthetic depth” during coadministration of propofol and remifentanyl. *Anesthesiology, 98*, 621-627.
- Brunia, C. H. M. (1993). Waiting in readiness: Gating in attention and motor preparation. *Psychophysiology, 30*, 327-339.
- Burbank, D. P. W., J. G. (1978). Reducing skin potential motion artefact by skin abrasion. *Medical and Biological Engineering and Computing, 16*(1), 31-38.
- Burton, D. (1988). Do anxious swimmers swim slower? Reexamining the elusive anxiety-performance relationship. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 10*(1), 45-61.
- Buscombe, R. M., Bottoms, L., Andersson, H., Smyth, A. M., Edwards, S. D., & Edwards, D. J. (2014). Neurophysiological, psychological, sport and health dimensions of three meditation techniques. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation (SAJR SPER), 36*(2), 15-32.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 215-222.
- Busse, E. W., & Silverman, A. J. (1952). Electroencephalographic changes in professional boxers. *Journal of the American Medical Association, 149*(17), 1522-1525.
- Buttagat, V., Eungpinichpong, W., Kaber, D., Chatchawan, U., & Arayawichanon, P. (2012). Acute effects of traditional Thai massage on electroencephalogram in patients with scapulocostal syndrome. *Complementary Therapies in Medicine, 20*, 167-174.
- Buzsáki, G., & Wang, X. J. (2012). Mechanisms of gamma oscillations. *Annual Review of Neuroscience, 35*(1), 203-225.
- Cahn, B. R., Delorme, A., & Polich, J. (2009). Occipital gamma activation during Vipassana meditation. *Cognitive Processing, 11*(1), 39-56.
- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological Bulletin, 132*, 180-211.
- Callow, N., & Waters, A. (2005). The effect of kinesthetic imagery on the sport confidence of flat-race horse jockeys. *Psychology of Sport and Exercise, 6*, 443-459.
- Calmels, C., Hars, M., Jarry, G., & Stam, C. J. (2010). Non-linear EEG synchronization during observation: Effects of instructions and expertise. *Psychophysiology, 47*(5), 799-808.
- Cannon, W. B. (1915). *Bodily changes in pain, fear, hunger and rage*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Cao, C., & Slobounov, S. (2011). Application of a novel measure of EEG non-stationarity as ‘Shannon- entropy of the peak frequency shifting’ for detecting residual abnormalities in concussed individuals. *Clinical Neurophysiology, 122*, 1314-1321.
- Carr, T. H. (2014). Strengths and weaknesses of reflection as a guide to action: pressure assaults performance in multiple ways. *Phenomenology and the Cognitive Sciences, 14*(2), 227-252.

- Carrillo-Mora, P., Ramírez-Peris, J., & Magaña-Vázquez, K. (2013). Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 56(4), 5-15.
- Chan, A. S., Han, Y. M., & Cheung, M. (2008). Electroencephalographic (EEG) measurements of mindfulness-based Triarchic body-pathway relaxation technique: a pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33, 39-47.
- Cheema, A., & Singh, M. (2019, 18/5/2019). *An application of phonocardiography signals for psychological stress detection using non-linear entropy based features in empirical mode decomposition domain*. *Applied Soft Computing Journal*.
- Chen, R., Yassen, Z., Cohen, L. G., & Hallett, M. (1998). The time course of corticospinal excitability in reaction time and self-paced movements. *Annals of Neurology*, 44, 317-325.
- Chen, X., Solomon, I. C., & Chon, K. H. (2006). Comparison of the use of approximate entropy and sample entropy: applications to neural respiratory signal. In *Engineering in Medicine and Biology Society: IEEE-EMBS*.
- Cheng, S., Lee, H., Shu, C., & Hsu, H. (2007). Electroencephalographic study of mental fatigue in visual display terminal tasks. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 27(3), 124-131.
- Cherapkina, L. (2011). The neurofeedback successfulness of sportsmen. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(1), 116-127.
- Chib, V. S., De Martino, B., Shimojo, S., & O'Doherty, J. P. (2012). Neural mechanisms underlying paradoxical performance for monetary incentives are driven by loss aversion. *Neuron*, 74, 582-594.
- Clark, T., & Williamon, A. (2011). Imagining the music: Methods for assessing musical imagery ability. *Psychology of Music*, 40(4), 471-493.
- Collado-Mateo, D., Adsuar, J. C., Olivares, P. R., Cano-Plasencia, R., & Gusi, N. (2015). Using a dry electrode EEG device during balance tasks in healthy young-adult males: Test-retest reliability analysis. *Somatosensory & Motor Research*, 32(4), 219-226.
- Collins, A., & Frankenhaeuser, M. (1978). Stress responses in male and female engineering students. *Journal of Human Stress*, 4, 43-48.
- Collins, D., Powell, G., & Davies, I. (1990). An electroencephalographic study of hemispheric processing patterns during karate performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12, 223-234.
- Connaughton, D., Hanton, S., Jones, G., & Wadey, R. (2008). Mental toughness research: Key issues in the area. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 192-204.
- Conner, C. R., Ellmore, T. M., Pieters, T. A., DiSano, M. A., & Tandon, N. (2011). Variability of the relationship between electrophysiology and BOLD-fMRI across cortical regions in humans. *Journal of Neuroscience*, 31(36), 12855-12865.
- Cooke, A. (2013). Readyng the head and steadyng the heart: A review of cortical and cardiac studies of preparation for action in sport. *International Review of Sport & Exercise Psychology*, 6, 122-138.
- Cooke, A., Kavussanu, M., Gallicchio, G., Willoughby, A., McIntyre, D., & Ring, C. (2014). Preparation for action: Psychophysiological activity preceding a motor skill as a

- function of expertise, performance outcome, and psychological pressure. *Psychophysiology*, *51*(4), 374-384.
- Cooke, A., Kavussanu, M., McIntyre, D., & Ring, C. (2010). Psychological, muscular and kinematic factors mediate performance under pressure. *Psychophysiology*, *47*, 1109-1118.
- Corbin, C. (1972). Mental practice. In W. Morgan (Ed.), *Ergogenic aids and muscular performance* (pp. 688-784). New York: Academic Press.
- Corby, J. C., Roth, W. T., Zarcone, V. P., & Kopell, B. S. (1978). Psychophysiological correlates of the practice of Tantric Yoga meditation. *Archives of General Psychiatry*, *35*, 571-577.
- Cox, R. (1990). *Sport Psychology: Concepts and applications*. Dubuque, IA: William C. Brown.
- Crabbe, J. B., & Dishman, R. K. (2004). Brain electrocortical activity during and after exercise: A quantitative synthesis. *Psychophysiology*, *41*(4), 563-574.
- Crawford, H. J. (1994). Brain dynamics and hypnosis: attentional and disattentional processes. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, *42*, 204-232.
- Crawford, H. J., Clarke, H. J., & Kittner-Triolo, M. (1996). Self-generated happy and sad emotions in low and highly hypnotizable persons during wake and hypnosis: laterality and regional EEG activity differences. *International Journal of Psychophysiology*, *24*, 239-266.
- Cremades, J. G. (2002). The effects of imagery perspective as a function of skill level on alpha activity. *International Journal of Psychophysiology*, *43*, 261-271.
- Cremades, J. G. (2016). Electro-cortical measures during visual and kinesthetic imagery performance following visual- and auditory-guided instructions. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, *14*(4), 369-382.
- Cremades, J. G., & Pease, D. G. (2007). Concurrent validity and reliability of lower and upper alpha activities as measures of visual and kinesthetic imagery ability. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, *5*(2), 187-202.
- Cremades, J. G., Tamesha, M., Hilliard, T. M., & Gapin, J. I. (2010). The effects of physical practice on a novel mental imagery task as measured by electroencephalography (EEG). *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, *5*(1 Article 7), 1-19. doi:10.2202/1932-0191.1050
- Crews, D. J. (2004). What your brain is doing when you putt. *Golf Digest*, *1*, 100-101.
- Crews, D. J., & Landers, D. M. (1993). Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf putt. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *25*, 116-126.
- Cross-Villasana, F., Gröpel, P., Doppelmayr, M., & Beckmann, J. (2015). Unilateral left-hand contractions produce widespread depression of cortical activity after their execution. *PLOS ONE*, *10*, 1-18.
- Davidson, R. J., & Schwartz, G. E. (1976). The psychobiology of relaxation and related states: A multi-process theory. In D. I. Mostofsky (Ed.), *behavior control and modification of physiological activity*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Davidson, R. J., & Schwartz, G. E. (1977). Brain mechanisms sub-serving self-generated imagery: Electrophysiological specificity and patterning. *Psychophysiology*, *14*(6), 598-602.
- De Pascalis, V. W. J. (1999). Psychophysiological correlates of hypnosis and hypnotic susceptibility. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, *47*, 117-143.
- De Pascalis, V. W. J., Ray, I., Tranquillo, D., & D'Amico, D. (1998). EEG activity and heart rate during recall of emotional events in hypnosis: relationships with hypnotizability and suggestibility. *International Journal of Psychophysiology*, *29*, 255-275.
- DeCaro, M. S., Thomas, R. D., Albert, N. B., & Beilock, S. L. (2011). Choking under pressure: Multiple routes to skill failure. *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*(3), 390-406.
- Deeny, S. P., Hillman, C. H., Janelle, C. M., & Hatfield, B. D. (2003). Cortico-cortical Communication and Superior Performance in Skilled Marksmen: An EEG Coherence Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *25*(2), 188-204.
- Dement, W. (1974). *Some Must Watch While Others Must Sleep*. San Francisco: Freeman.
- Denis, M. (1985). Visual imagery and the use of mental practice in the development of motor skills. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, *10*, 4-16.
- Doppelmayr, M., Finkenzeller, T., & Sauseng, P. (2008). Frontal midline theta in the pre-shot phase of rifle shooting: differences between experts and novices. *Neuropsychologia*, *46*(5), 1463-1467.
- Duffy, E. (1932). The relationship between muscular tension and quality of performance. *American Journal of Psychology*(44), 535-546.
- Dushanova, J., & Popivanov, D. (2001). Non-linear dynamics estimation of EEG signals accompanying self-paced goal-directed movements. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, *5*(4), 1397-1401.
- Earle, J. B. (1988). Task difficulty and EEG alpha asymmetry: An amplitude and frequency analysis. *Neuropsychobiology*, *20*, 96-112.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and organization of behavior. *Psychological Review*, *66*, 183-201.
- Eddy, K. A. T., & Mellalieu, S. D. (2003). Mental imagery in athletes with visual impairments. *Adapted Physical Activity Quarterly*, *20*(4), 347-368.
- Ehrlenspiel, F. (2006). *Choking under pressure - Attention and motor control in performance situations*. Humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam Postdam. Retrieved from https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/1144/file/ehrlenspiel_diss.pdf
- Ehrlenspiel, F., Wei, K., & Sternad, D. (2010). Open-loop, closed-loop and compensatory control: performance improvement under pressure in a rhythmic task. *Experimental Brain Research*, *201*, 729-741.
- Essner, A., Sjöström, R., Ahlgren, E., & Lindmark, B. (2013). Validity and reliability of Polar® RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. *Physiology & Behavior*, *114-115*, 1-5.

- Eubank, M., Collins, D., & Smith, N. (2000). The influence of anxiety direction on processing bias. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 22(292-306).
- Eysenck, H. J. (1976). Introduction. In M. W. Eysenck (Ed.), *Case Studies in Behaviour Therapy*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Eysenck, M. W. (1992). *Anxiety: The Cognitive Perspective*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6, 409-434.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7, 336-353.
- Fan, S., Yeh, J., Chen, B., & Shieh, J. (2010). Comparison of EEG approximate entropy and complexity measures of depth of anaesthesia during inhalational general anaesthesia. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 31(5), 359-366.
- Farah, M. J. (1989). The neural basis of mental imagery. *Trends in Neurosciences*, 12, 395-399.
- Farah, M. J., Péronnet, F., Gonon, M. A., & Giard, M. H. (1988). Electrophysiological evidence for a shared representational medium for visual images and visual percepts. *Journal of Experimental Psychology: General*, 3, 248-257.
- Feddersen, B., Ausserer, H., Neupane, P., Thanbichler, F., Depaulis, A., Waanders, R., & Noachtar, S. (2007). Right temporal cerebral dysfunction heralds symptoms of acute mountain sickness. *Journal of Neurophysiology*, 254, 359-363.
- Fenwick, P. B. (1987). Meditation and the EEG. In M. A. West (Ed.), *The psychology of meditation* (pp. 104-117). New York: Clarendon Press.
- Ferrarelli, F., Smith, R., Denticò, D., Riedner, B. A., Zennig, C., & Benca, R. M. (2013). Experienced mindfulness meditators exhibit higher parietal-occipital EEG gamma activity during NREM sleep. *PLOS ONE*, 8(8).
- Finnegan, T. P., Abraham, P., & Docherty, T. B. (1985). Ambulatory monitoring of the electroencephalogram in high altitude mountaineers. *Clinical Neurophysiology*, 60(3), 220-224.
- Flores, T., Islas-Marroquín, J., & Flores-Ávalos, B. (1997). Antecedentes históricos de la neurofisiología y su desarrollo en México. In I. n. d. l. c. humana (Ed.), *Registros electrofisiológicos para el diagnóstico de la patología de la comunicación humana*. México: Autor.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245.
- Fox, N. A., & Davidson, R. J. (1986). Taste-elicited changes in facial signs of emotion and the asymmetry of brain electrical activity in human newborns. *Neuropsychologia*, 24, 417-422.
- Frankenhaeuser, M., Lundberg, U., Rauste von Wright, M., von Wright, J., & Sedvall, G. (1986). Urinary monoamine metabolites as indices of mental stress in healthy males and females. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 24, 1521-1525.
- Fridlund, A. J., & Cacioppo, J. T. (1986). Guidelines for human electromyographic research. *Psychophysiology*, 23, 567-589.

- Fries, P. (2005). A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 474-480.
- Gaillard, R., Dehaene, S., Adam, C., Clémenceau, S., Hasboun, D., & Baulac, M. (2009). Converging intracranial markers of conscious access. *PLoS Biology*, 7(3).
- Gemar, M. (2002). The arousal-athletic performance relationship: Current status and future directions. In T. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology* (pp. 119-141). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gemignani, A., Santarcangelo, E., Sebastiani, L., Marchese, C., Mammoliti, R., Simoni, A., & Ghelarducci, B. (2000). Changes in autonomic and EEG patterns induced by hypnotic imagination of aversive stimuli in man. *Brain Research Bulletin*, 53(1), 105-111.
- Gemignani, A., Sebastiani, L., Simoni, A., Santarcangelo, E. L., & Ghelarducci, B. (2006). Hypnotic trait and specific phobia: EEG and autonomic output during phobic stimulation. *Brain Research Bulletin*, 69, 197-203.
- Gevins, A., Smith, M. E., McEvoy, L., & Yu, D. (1997). Highresolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: Effects of task difficulty, type of processing, and practice. *Cerebral Cortex*, 7, 374-385.
- Goldenberg, G., Podreka, I., Steiner, M., Willmes, K., Suess, E., & Deecke, L. (1989). Regional cerebral blood flow patterns in visual imagery. *Neuropsychologia*, 27, 641-664.
- Gómez, J. M. (2018). Myth and reality: Imaging the river in early colonial spanish writings. In *The Image of the River in Latino American Literature* (pp. 139-164). Lahham, Maryland: Lexington Books.
- Gould, D., Dieffenbach, K., & Moffett, A. (2002). Psychological characteristics and their development in Olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14, 172-204.
- Gould, D., & Petlinchhoff, L. (1988). Psychological stress and age-group wrestler. In E. W. Brown & C. F. Branta (Eds.), *Competitive sports for children and youth: An overview of research and issues* (pp. 63-73). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gould, D., Petlinchhoff, L., & Weinberg, R. (1984). Antecedents of temporal changes in and relationships between CSAI-2 subcomponents. *Journal of Sport Psychology*(6), 289-304.
- Gracz, J., Walczak, M., & Wilinska, K. (2007). Seeking new methods of mental training in sport. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 14(1), 97-102.
- Grego, F., Vallier, J. M., Collardeau, M., Bermon, S., Ferrari, P., Candito, M., . . . Brisswalter, J. (2004). Effects of long duration exercise on cognitive function, blood glucose, and counterregulatory hormones in male cyclists. *Neuroscience Letters*, 364(2), 76-80.
- Gröpel, P., & Beckmann, J. (2017). A pre-performance routine to optimize competition performance in artistic gymnastics. *Sport Psychologist*(31), 199-207.
- Grunwald, M., Weiss, T., Krause, W., Beyer, L., Rost, R., Gutberlet, I., & Gert, H. J. (2001). Theta power in the EEG of humans during ongoing processing in a haptic object recognition task. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 11, 33-37.
- Gucciardi, D. F., & Dimmock, J. A. (2008). Choking under pressure in sensorimotor skills: Conscious processing or depleted attentional resources? *Psychology of Sport and Exercise*, 9, 45-59. doi:10.1016/j.psychsport.2006.10.007

- Gucciardi, D. F., Gordon, S., & Dimmock, J. A. (2009). Evaluation of a mental toughness training program for youth-aged Australian footballers: I. A quantitative analysis. *Journal of Applied Sport Psychology, 21*, 307-323.
- Gwin, J. T., Gramann, K., Makeig, S., & Ferris, D. P. (2010). Removal of movement artifact from high-density EEG recorded during walking and running. *Journal of Neurophysiology, 103*(6), 3526-3534.
- Hale, B. D. (1982). The effects of internal and external imagery on muscular and ocular concomitants. *Journal of Sport Psychology, 4*, 379-387.
- Hall, E., & Erffmeyer, E. S. (1983). The effect of visuo-motor behavior rehearsal with videotaped modeling on free throw accuracy of intercollegiate female basketball players. *Journal of Sport Psychology, 5*, 343-346.
- Hammond, D. C. (2005). Neurofeedback with anxiety and affective disorders. *Child Adolescent Psychiatric Clinics of North America, 14*, 105-123.
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy, 15*, 305-336.
- Hanin, Y. L. (1980). A study of anxiety in sports. In W. F. Straub (Ed.), *Sport psychology: An analysis of athlete behavior* (pp. 236-249). Ithaca, NY: Movement.
- Hans, P., Dewandre, P. Y., Brichant, J. F., & Bonhomme, V. (2005). Comparative effects of ketamine on Bispectral Index and spectral entropy of the electroencephalogram under sevoflurane anesthesia. *British Journal of Anaesthesia, 94*, 336-340.
- Hanton, S., Fletcher, D., & Coughlan, G. (2005). Stress in elite sport performers: A comparative study of competitive and organizational stressors. *Journal of Sports Sciences, 23*(10), 1129-1141.
- Hardy, L. (1997). The Coleman Roberts Griffith address: Three myths about applied consultancy work. *Journal of Applied Sport Psychology, 9*(2), 277-294. doi:10.1080/10413209708406487
- Hardy, L., & Collow, N. (1999). Efficacy of external and internal visual imagery perspectives for the enhancement of performance on tasks in which form is important. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 21*(2), 95-112.
- Hardy, L., & Fazey, J. (1987). *The inverted-U hypothesis: A catastrophe for sport psychology*. Paper presented at the Meeting of the North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity, Vancouver, BC.
- Hardy, L., Jones, G., & Gould, D. (1996). *Understanding Psychological Preparation for Sport*. Chichester: Wiley.
- Hardy, L., & Parfitt, G. (1991). A catastrophe model of anxiety and performance. *British Journal of Psychology, 82*, 163-178.
- Hashim, H. A. (2011). The effects of progressive muscle relaxation and autogenic relaxation on young soccer players' mood states. *Asian Journal of Sports Medicine, 2*, 99-105.
- Hatfield, B. D., Haufler, A. J., Hung, T., & Spalding, T. W. (2004). Electroencephalographic studies of skilled psychomotor performance. *Journal of Clinical Neurophysiology, 21*, 144-156.
- Hatfield, B. D., & Landers, D. M. (1987). Psychophysiology in exercise and sport research: An overview. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 15*, 351-387.

- Hatfield, B. D., Landers, D. M., & Ray, W. J. (1984). Cognitive processes during self-paced motor performance: An electroencephalographic profile of skilled marksmen. *Journal of Sport Psychology*, 6, 42-59.
- Hatfield, B. D., Landers, D. M., & Ray, W. J. (1987). Cardiovascular-CNS interactions during a self-paced, intentional attentive state: Elite marksmanship performance. *Psychophysiology*, 24, 542-549.
- Hatfield, B. D., Landers, D. M., Ray, W. J., & Daniels, F. S. (1982). An electroencephalographic study of elite rifle shooters. *The American Marksman*, 7, 6-8.
- Haufler, A. J., Spalding, T. W., Santa María, D. L., & Hatfield, B. D. (2000). Neuro-cognitive activity during a self-paced visuospatial task: Comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. *Biological Psychology*, 53, 131-160.
- Hauswald, A., Übelacker, T., Leske, S., & Weisz, N. (2015). What it means to be Zen: Marked modulations of local and interareal synchronization during open monitoring meditation. *Neuroimage*, 108, 265-273.
- Hayden, B. Y., Smith, D. V., & Platt, M. L. (2009). Electrophysiological correlates of default-mode processing in macaque posterior cingulate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106(14), 5948-5953.
- Hebb. (1955). Drives in the C.N.S. (Conceptual NErvous System). *Psychological Review*(62), 243-254.
- Hebert, R., & Lehmann, D. (1977). Theta bursts: an EEG pattern in normal subjects practising the transcendental meditation technique. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, 42, 397-405.
- Hecker, J. E., & Kaczor, L. M. (1988). Application of imagery theory to sport psychology: some preliminary findings. *Journal of Sport Psychology*, 10, 363-373.
- Helin, P. (1987). Activation in professional ballet dancers. *Physiology & Behavior*, 43, 783-787.
- Helin, P., & Hänninen, O. (1988). Gender and personality effects on psychophysiological activation in instructor candidates' teaching test. *Journal of Psychophysiology*, 2(1), 49-59.
- Heller, W. (1993a). Gender differences in depression: Perspectives from neuropsychology. *Journal of Affective Disorders*, 29, 129-143.
- Heller, W. (1993b). Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality and arousal. *Neuropsychology*, 7, 476-489.
- Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry: What's right and what's left*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hillman, C. H., Appades, R. J., Janelle, C. M., & Hatfield, B. D. (2000). An electrocortical compadson of executed and rejected shots in skilled marksman. *Biological Psychology*, 52, 71-83. doi:10.1016/S0301-0511(99)00021-6
- Hirsh, J. B., Peterson, B. P., & Mar, R. A. (2012). Psychological entropy: a framework for understanding uncertainty-related anxiety. *Psychological Review*, 119(2), 304-320.
- Hodkinson, P., & Hodkinson, H. (2001). *The strengths and limitations of case study research*. Paper presented at the Learning and Skills Development Agency conference: Making an Impact on Policy and Practice, Cambridge.

- Hogan, M. J., Kilmartin, L., Keane, M., Collins, P., Staff, R. T., Kaiser, J., . . . Upton, N. (2012). Electrophysiological entropy in younger adults, older controls and older cognitively declined adults. *Brain Research, 1445*, 1-10.
- Hogan, M. J., O'Hora, D., Kiefer, M., Kubesch, S., Kilmartin, L., Collins, P., & Dimitrova, J. (2015). The effects of cardiorespiratory fitness and acute aerobic exercise on executive functioning and EEG entropy in adolescents. *Frontiers In Human Neuroscience, 9*(538), 1-14.
- Holliday, J. E., & Lippmann, M. (2003). Reduction in Ventilatory Response to CO₂ With Relaxation Feedback During CO₂ Rebreathing for Ventilator Patients. *Clinical investigations in critical care, 124*(4), 1500-1511.
- Holmes, P., & Calmels, C. (2008). A Neuroscientific Review of Imagery and Observation Use in Sport. *Journal of Motor Behavior, 40*(5), 433-445.
- Holt, R. R. (1964). Imagery: The return of the ostracized. *American Psychologist, 19*, 254-264.
- Howells, F. M., Stein, D. J., & Russell, V. A. (2010). Perceived mental effort correlates with changes in tonic arousal during attentional tasks. *Behavioral and Brain Functions, 6*, 39-53.
- Hugdahl, K., & Davidson, R. J. (2003). *The asymmetrical brain*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. Nova York: Appleton-Century.
- Iani, C., Gopher, D., & Lavie, P. (2004). Effects of task difficulty and invested mental effort on peripheral vasoconstriction. *Psychophysiology, 41*, 789-798.
- Ignaccolo, M., Allegrini, P., Grigolini, P., Hamilton, P., & West, B. J. (2004). Scaling in non-stationary time series. (II). Teen birth phenomenon. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 336*(3-4), 623-637.
- Ignaccolo, M., Latka, M., Jernajczyk, W., Grigolini, P., & West, B. J. (2010). The dynamics of EEG entropy. *Journal of Biological Physics, 36*(2), 185-196.
- Inanaga, K. (1998). Frontal midline theta rhythm and mental activity. *Psychiatry and Clinical Neurosciences, 52*, 555-566.
- Inouye, T., Shinosaki, K., Sakamoto, H., Toi, S., Ukai, S., Iyama, A., . . . Hirano, M. (1991). Quantification of EEG irregularity by use of the entropy of the power spectrum. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology, 79*(3), 204-210.
- Iramina, K., Ueno, S., & Matsuoka, S. (1996). MEG and EEG topography of frontal midline theta rhythm and source localization. *Brain Topography, 8*, 329-331.
- Ishii, R., Shinosaki, K., Ukai, S., Inouye, T., Ishihara, T., & Yoshimine, T. (1999). Medial prefrontal cortex generates frontal midline theta rhythm. *Neuroreport, 10*, 675-679.
- Islas-Marroquín, J. (1997). Bases de la electroencefalografía. In I. n. d. l. c. humana (Ed.), *Registros electrofisiológicos para el diagnóstico de la patología de la comunicación*. México: Autor.
- Isotani, T., Tanaka, H., Lehmann, D., Pascual-Marqui, R. D., Kochi, K., Saito, N., . . . Sasada, K. (2001). Source localization of EEG activity during hypnotically induced anxiety and relaxation. *International Journal of Psychophysiology, 41*, 143-153.

- Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2001). Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1133-1141.
- Jacobs, G. D., & Friedman, R. (2004). EEG spectral analysis of relaxation techniques. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 29, 245-254.
- Jacobs, G. D., & Lubar, J. F. (1989). Spectral analysis of the central nervous system effects of the relaxation response elicited by autogenic training. *Behavioral Medicine*, 15, 125-132.
- Janelle, C. M. (2002). Anxiety, arousal and visual attention: a mechanistic account of performance variability. *Journal of Sports Sciences*, 20, 237-251.
- Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R. J., Murray, N. P., Meili, L., Fallon, E. A., & Hatfield, B. D. (2000). Expertise Differences in Cortical Activation and Gaze Behavior During Rifle Shooting. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 22, 167-182.
- Jasper, H. H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, 10(2), 370-375.
- Jeannerod, M. (1995). Mental imagery in the motor context. *Neuropsychology*, 33, 1419-1432.
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*, 14, 103-109.
- Jerbi, K., Ossandón, T., Hamamé, C. M., Senova, S., Dalal, S. S., Jung, J., . . . Lachaux, J. P. (2009). Task-related gamma-band dynamics from an intracerebral perspective: review and implications for surface EEG and MEG. *Human Brain Mapping*, 30(6), 1758-1771.
- Jokisch, D., & Jensen, O. (2007). Modulation of Gamma and Alpha Activity during a Working Memory Task Engaging the Dorsal or Ventral Stream. *Journal of Neuroscience*, 27(12), 3244-3251.
- Jones, J. G., & Hardy, L. (1989). Stress and cognitive functioning in sport. *Journal of Sport Sciences*, 7, 41-63.
- Kalinichenko, A. N., Manilo, L. A., & Nemirko, A. P. (2015). Analysis of Anesthesia Stages Based on the EEG Entropy Estimation. *Pattern Recognition and Image Analysis*, 25(4), 632-641.
- Kannian, A. (2015). Competitive state anxiety: impact of positive self talk training on junior level football players. *Sport Mont*, 13(43-44-45), 42-49.
- Kawato, M., & Wolpert, D. (1998). Internal models for motor control. *Novartis Foundation Symposium*, 218, 291-307.
- Kerr, J. H. (1985). The experience of arousal: A new basis for studying arousal effects in sport. *Journal of Sport Sciences*, 3, 169-179.
- Kerr, J. H. (1987). Structural phenomenology and performance. *Journal of Human Movement Studies*, 13, 211-229.
- Khare, K. C., & Nigam, S. K. (2000). A study of electroencephalogram in meditators. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 44, 173-178.

- Kim, W. S., Yoon, Y. S., Bae, J. H., & Soh, K. S. (2005). "Nonlinear characteristics of heart rate time series: Influence of three recumbent positions in patients with mild or severe coronary artery disease. *Physiological Measurement*, 26, 517-529.
- Kimura, M., Mori, T., & Suzuki, H. (2001). EEG changes in odor effects after the stress of long monotonous work. *Journal of International Society of Life Information Science*, 19, 271-274.
- Kinrade, N. P., Jackson, R. C., & Ashford, K. J. (2015). Reinvestment, task complexity and decision making under pressure in basketball. *Psychology of Sport & Exercise*, 20, 11-19.
- Kiroy, V. N., Warsawskaya, L. V., & Voynov, V. B. (1996). EEG after prolonged mental activity. *International Journal of Neuroscience*, 85, 31-43.
- Klein, D. (1990). Anxiety and sport performance: A meta-analysis. *Anxiety Research*(2), 113-131.
- Klimesch, W. (1999). "Paradoxical" alpha synchronization in a memory task. *Cognitive Brain Research*, 7, 493-501.
- Konttinen, N., & Lyytinen, H. (1993). Brain slow waves preceding time-locked visuomotor performance. *Journal of Sport Sciences*, 11, 257-266.
- Konttinen, N., Lyytinen, H., & Viitasalo, J. (1998). Preparatory heart rate patterns in competitive rifle shooting. *Journal of Sports Sciences*, 16, 235-242.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., & Ganis, G. (2006). *The case for mental imagery*. New York: Oxford University Press.
- Krawietz, S. A. (2012). *Alleviating choking under pressure using imagery*. Universitat de Notre Dame, Indiana, Etats Units d'América.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*, 84, 394-421.
- Kuan, G., Morris, T., & Terry, P. (2017). Effects of music on arousal during imagery in elite shooters: A pilot study. *PLOS ONE*, 12(4), 1-13.
- Kubota, Y., Sato, W., Toichi, M., Murai, T., Okada, T., & Hayashi, A. (2001). Frontal midline theta rhythm is correlated with cardiac autonomic activities during the performance of an attention demanding meditation procedure. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 11, 281-287.
- Kusserow, M., Amft, O., Gubelmann, H., & Tröster, G. (2010). Arousal pattern analysis of an Olympic champion in ski jumping. *Sports Technology*, 3(3), 192-203.
- Lachaux, J. P., George, N., Tallon-Baudry, C., Martinerie, J., Hugueville, L., & Minotti, L. (2005). The many faces of the gamma band response to complex visual stimuli. *Neuroimage*, 25(2), 491-501.
- Lachaux, J. P., Jung, J., Mainy, N., Dreher, J. C., Bertrand, O., Baciú, M., . . . Kahane, P. (2008). Silence is golden: transient neural deactivation in the prefrontal cortex during attentive reading. *Cerebral Cortex*, 18, 443-450.

- Landau, A. N., Esterman, M., Robertson, L. C., Bentin, S., & Prinzmetal, W. (2007). Different effects of voluntary and involuntary attention on EEG activity in the gamma band. *Journal of Neuroscience*, *27*(44), 11986-11990.
- Landers, D. M. (1980). The arousal-performance relationship revisited. *Research Quarterly for Exercise and Sport*(51), 77-90.
- Landers, D. M., & Boutcher, S. H. (1991). Relación entre el arousal y la ejecución. In J. M. Williams (Ed.), *Psicología aplicada al deporte* (pp. 249-275). Madrid: Biblioteca nueva.
- Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Salazar, W., Crews, D. J., Kubitz, K. A., & Gannon, T. L. (1991). The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *23*(1), 123-129.
- Landers, D. M., Wang, M. Q., & Courtet, P. (1985). Periferal narrowing among experienced and inexperienced rifle shooters under low- and high-stress conditions. *Research Quarterly*(56), 122-130.
- Lane, J. F. (1980). Improving athletic performance through visuo-motor behavior rehearsal. In R. M. Suinn (Ed.), *Psychology in sports: Methods and applications*. Minneapolis: Burgess.
- Lee, M. S., Bae, B. H., Ryu, H., Sohn, J. H., Kim, S. Y., & Chung, H. T. (1997). Changes in alpha wave and state anxiety during ChunDoSunBup Qi-training in trainees with open eyes. *The American Journal of Chinese Medicine*, *25*, 289-299.
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S., Eckberg, D. L., & Edelberg, R. (2003). Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. *Psychosomatic Medicine & Science in Sports & Exercise*, *65*, 796-805.
- Lehrer, P. M., Woolfolk, R. L., Rooney, A. J., McCann, B., & Carrington, P. (1983). Progressive relaxation and meditation. A study of psychophysiological and therapeutic differences between two techniques. *Behavioral Research and Therapy*, *21*, 651-662.
- Lehrer, P. M., Woolfolk, R. L., & Sime, W. E. (2007). Biofeedback training to increase heart rate variability. In P. M. Lehrer (Ed.), *Principles and practice of stress management* (pp. 227-248). Guilford: NY.
- Leocani, L., Toro, C., Manganotti, P., Zhuang, P., & Hallett, M. (1997). Event-related coherence and event-related desynchronization/synchronization in the 10 Hz and 20 Hz EEG during self-paced movements. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, *104*, 199-206.
- Leonards, J. T. (2003). Sport psychophysiology: The current status of biofeedback with athletes. *Biofeedback*, *31*, 20-23.
- Lewis, B. P., & Linder, D. E. (1997). Thinking about choking? Attentional processes and paradoxical performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *23*(9), 937-944.
- Liang, Z., Wang, Y., Sun, X., Li, D., Voss, L. J., Sleigh, J. W., . . . Li, X. (2015). EEG entropy measures in anesthesia. *Frontiers in Computational Neuroscience*, *9*(16), 1-17.
- Liberman, A. M. (1996). *Speech: A special code*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Liebert, R. M., & Morris, L. W. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: A distinction and some initial data. *Psychological Reports*(20), 975-987.

- Logothetis, N. K., Pauls, J., Augath, M., Trinath, T., & Oeltermann, A. (2001). Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature*, *412*(6843), 150-157.
- Lotze, M., & Halsband, U. (2006). Motor imagery. *Journal of Physiology Paris*, *99*, 386-395.
- Lou, H. C., Kjaer, T. W., Friberg, L., Wildschiodtz, G., Holm, S., & Nowak, M. (1999). A 15O-H₂O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness. *Human Brain Mapping*, *7*, 98-105.
- Lowe, R. (1971). *Stress, arousal and task performance of little league baseball players*. University of Illinois, Urbana.
- Loze, G. M., Collins, D., & Holmes, P. S. (2001). Pre-shot EEG alpha-power reactivity during expert air-pistol shooting: A comparison of best and worst shots. *Journal of Sports Sciences*, *19*(9), 727-733.
- Lutz, A., Brefczynski-Lewis, J., Johnstone, T., & Davidson, R. J. (2008). Regulation of the Neural Circuitry of Emotion by Compassion Meditation: Effects of Meditative Expertise. *PLOS ONE*, *3*(3).
- Lutz, A., Greischar, L., Rawlings, N. B., Ricard, M., & Davidson, R. J. (2004). Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *101*(46), 16369-16373.
- Mackay, D. G. (1981). The problem of rehearsal or mental practice. *Journal of Motor Behavior*, *13*, 274-285.
- MacPherson, A. C., Collins, D., & Obhi, S. S. (2009). The importance of temporal structure and rhythm for the optimum performance of motor skills: a new focus for practitioners of sport psychology. *Journal of Applied Sport Psychology*, *21*(1), 1533-1571.
- Magnié, M. N., Bermon, S., Martin, F., Madany-Lounis, M., Suisse, G., Muhammad, W., & Dolisi, C. (2000). P300, N400, aerobic fitness, and maximal aerobic exercise. *Psychophysiology*, *37*(3), 369-377.
- Makeig, S., & Inlow, M. (1993). Lapses in alertness: coherence of fluctuations in performance and EEG spectrum. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, *86*, 23-25.
- Malmö, R. B. (1959). Activation: A neuropsychological dimension. *Psychological Review*(66), 367-386.
- Mann, C. A., Serman, M. B., & Kaiser, D. A. (1996). Suppression of EEG rhythmic frequencies during somato-motor and visuo-motor behavior. *International Journal of Psychophysiology*, *23*, 1-7.
- Marks, D. F., & Isaac, A. R. (1995). Topographical distribution of EEG activity accompanying visual and motor imagery in vivid and non-vivid imagers. *British Journal of Psychology*, *86*, 271-283.
- Martens, R. (1977). *Sport competition anxiety test*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Martens, R. (1987). *Coaches guide to sport psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Human Kinetics: Champaign, IL.
- Martínez, M. I., & Trout, G. (2006). Conceptos básicos de electroencefalografía. *Duazary*, *3*(1), 18-23.

- Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves, and know-how. *British Journal of Psychology*, 83, 343-358.
- Masters, R. S. W. (2000). Theoretical aspects of implicit learning in sport. *International Journal of Sport Psychology*(31), 179-191.
- Matthews, S. C., Paulus, M. P., Simmons, A. N., Nelesen, R. A., & Dimsdale, J. E. (2004). Functional subdivisions within anterior cingulate cortex and their relationship to autonomic nervous system function. *Neuroimage*, 22, 1151-1156.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., & Eves, F. F. (2000). From novice to know-how: a longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 18, 111-120.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., & Eves, F. F. (2003). The role of working memory in motor learning and performance. *Consciousness And Cognition*, 12, 376-402.
- Meichenbaum, D. (1985). *Stress Inoculation Training*. Elmsford: Pergamon Press.
- Mellalieu, S. D., Neil, R., Hanton, S., & Fletcher, D. (2009). Competition stress in sport performers: Stressors experienced in the competition environment. *Journal of Sports Sciences*, 27(7), 729-744.
- Mesagno, C., & Beckmann, J. (2017). Choking under pressure: theoretical models and interventions. *Current Opinion in Psychology*, 16, 170-175.
- Mesagno, C., Geukes, K., & Larkin, P. (2015). Choking under pressure: a review of current debates, literature, and interventions. In S. D. Mellalieu & S. Hanton (Eds.), *Contemporary Advances in Sport Psychology: A Review* (pp. 148-174). Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge.
- Mesagno, C., Marchant, D., & Morris, T. (2008). Using a pre-performance routine to alleviate choking under pressure in "choking-susceptible" athletes. *The Sport Psychologist*, 22, 439-457.
- Mesagno, C., Marchant, D., & Morris, T. (2009). Alleviating choking: the sounds of distraction. *Journal of Applied Sport Psychology*(21), 131-147.
- Mesagno, C., & Mullane-Grant, T. (2010). A comparison of different pre-performance routines as possible choking interventions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22, 343-360.
- Mikicin, M., & Kowalczyk, M. (2015). Audio-Visual and Autogenic Relaxation Alter Amplitude of Alpha EEG Band, Causing Improvements in Mental Work Performance in Athletes. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 40(3), 219-227.
- Mikicin, M., & Mikicin, E. (2011). Trening autogeny i audiowizualna relaksacja (tzw. trening alpha) jako narzędzia odnowy psychosomatycznej w sporcie i rehabilitacji. *Postępy Rehabilitacji*. *Advances in Rehabilitation*, 25(3), 35-41.
- Mikosch, P., Hadrawa, T., Laubreiter, K., Brandl, J., Pilz, J., & Stettner, H. (2010). Effectiveness of Respiratory-sinus-arrhythmia Biofeedback on State-anxiety in Patients Undergoing Coronary Angiography. *Journal of Advanced Nursing*, 66, 1101-1110.
- Milton, J., Solodkin, A., Hlustík, P., & Small, S. L. (2007). The mind of expert motor performance is cool and focused. *Neuroimage*, 35, 804-813.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

- Mizuguchi, N., Nakata, H., Uchida, Y., & Kanosue, K. (2012). Motor imagery and sport performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1(1), 103-111.
- Mizuki, Y., Suetsugi, M., Ushijima, I., & Yamada, M. (1997). Differential effects of dopaminergic drugs on anxiety and arousal in healthy volunteers with high and low anxiety. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 21, 573-590.
- Mohandas, E. (2008). Neurobiology of spirituality. *Mens Sana Monographs*, 6(1), 63-80.
- Mohd Noor, K. B. (2008). Case Study: A Strategic Research Methodology. *American Journal of Applied Sciences*, 5(11), 1602-1604.
- Morillo, L. E. (2005). Analisis visual del electroencefalograma. In *Guia Neurologica 7 - Neuro Electro Diagnóstico* (Vol. 7, pp. 143-163). Colombia: Asociación Colombiana de Neurología.
- Morris, L. W., Davis, D., & Hutchings, C. (1981). Cognitive and emotional components of anxiety: Literature review and revised worry-emotionality scale. *Journal of Educational Psychology*(73), 541-555.
- Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). *Imagery in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Muench, F. (2008). The portable StressEraser heart rate variability biofeedback device: Background and research. *Biofeedback*, 36, 35-39.
- Mulder, L. J. M. (1992). Measurement and analysis methods of heart rate variability and respiration for use in applied environments. *Biological Psychology*, 34, 205-236.
- Mullen, R., Hardy, L., & Tattersall, A. (2005). The effects of anxiety on motor performance: A test of the conscious processing hypothesis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 27, 212-225.
- Munroe, K., Giacobbi, P. R., Hall, C., & Weinberg, R. (2000). The four ws of imagery use: where, when, why, and what? *The Sport Psychologist*, 14, 119-137.
- Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, 60, 306-326.
- Murphy, S. M., & Martin, K. A. (2002). The use of imagery in sport. In T. S. Horn (Ed.), *Advances in Sport Psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Nakamura, Y., Nishimoto, K., Akamatu, M., Takahashi, M., & Maruyama, A. (1999). The effect of jogging on P300 event related potentials. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 39(2), 71-74.
- Neumann, D. L., & Thomas, P. R. (2009). The relationship between skill level and patterns in cardiac and respiratory activity during golf putting. *International Journal of Psychophysiology*, 72(276-282).
- Neuper, C., Wortz, M., & Pfurtscheller, G. (2006). ERD/ERS patterns reflecting sensorimotor activation and deactivation. *Progress in Brain Research*, 159, 211-222.
- Nideffer, R. M. (1976). *The inner athlete*. Nueva York: Crowell.
- Nideffer, R. M., & Sagal, M. S. (1998). Concentration and attention control training. In J. M. Williams (Ed.), *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance* (pp. 296-315). Mountain View, CA: Mayfield.

- Noel, R. C. (1980). The effect of visuo-motor behavior rehearsal on tennis performance. *Journal of Sport Psychology*, 2, 221-226.
- Nunez, P. L. (1995). *Neocortical Dynamics and Human EEG Rhythms*. New York: Oxford University Press.
- Nybo, L., & Nielsen, B. (1985). Perceived exertion is associated with an altered brain activity during exercise with progressive hyperthermia. *Journal of Applied Physiology*, 91(5), 2017-2023.
- Olmedilla-Zafra, A., Rubio, V. J., Ortega, E., & García-Mas, A. (2017). Effectiveness of a stress management pilot program aimed at reducing the incidence of sports injuries in young football (soccer) players. *Physical Therapy in Sport*, 24, 53-59.
- Orlebeke, J. F., & Passchier, J. (1976). Organismic, stimulus and task determinants of phasic and tonic heart rate and skin conductance changes. *Biological Psychology*, 4, 173-184.
- Orlick, T. (1986). *Psyching for sport*. Champaign, IL: Leisure press.
- Oudejans, R. R. D., & Pijpers, J. R. (2009). Training with anxiety has a positive effect on expert perceptual-motor performance under pressure. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1631-1647.
- Oudejans, R. R. D., & Pijpers, J. R. (2010). Training with mild anxiety may prevent choking under higher levels of anxiety. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 44-50.
- Ozel, S., Larue, J., & Dosseville, F. (2004). Effect of arousal on internal clock speed in real action and mental imagery. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 58(3), 196-205.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Papousek, I., & Schuster, G. (2001). Associations between EEG asymmetries and electrodermal lability in low vs. high depressive and anxious normal individuals. *International Journal of Psychophysiology*, 41, 105-117.
- Patel, P., Khosla, D., Al-Dayeh, L., & Singh, M. (1999). Distributed source imaging of alpha activity using a maximum entropy principle. *Clinical Neurophysiology*, 110(3), 538-549.
- Peper, E., & Schmid, A. (1983). The use of electrodermal biofeedback for peak performance training. *Somatics*, 4(3), 16-18.
- Pfurtscheller, G. (1992). Event-related synchronization (ERS): An electrophysiological correlate of cortical areas at rest. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, 83, 62-69.
- Pfurtscheller, G., & Aranibar, A. (1979). Evaluation of event-related desynchronization (ERD) preceding and following voluntary self-paced movement. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, 46, 138-146.
- Pfurtscheller, G., & Lopes da Silva, F. H. (1999). Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: Basic principles. *Clinical Neurophysiology*, 110, 1842-1857.
- Pfurtscheller, G., Stancák, A., & Neuper, C. (1996). Event-related synchronization (ERS) in the alpha band – an electrophysiological correlate of cortical idling: a review. *International Journal of Psychophysiology*, 24, 39-46.

- Pijpers, J. R., Bakker, F. C., Oudejans, R. R. D., & Boschker, M. S. J. (2001). Anxiety and fluency of movements in climbing. Retrieved from www.fbw.vu.nl/~mboschker/ISSP2001anxiety
- Pijpers, J. R., Oudejans, R. R. D., & Bakker, F. C. (2005). Anxiety-induced changes in movement behaviour during the execution of a complex whole-body task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *58*, 421-445.
- Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2007). Neuroelectric and behavioral indices of interference control during acute cycling. *Clinical Neurophysiology*, *118*(3), 570-580.
- Pop-Jordanova, N., & Demerdzieva, A. (2010). Biofeedback Training for Peak Performance in Sport - Case Study. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, *15*(3), 133-118.
- Popivanov, D., & Dushanova, J. (1999). Non-linear EEG dynamic changes and their probable relation to voluntary movement organization. *Neuroreport*, *10*(7), 1397-1401.
- Porges, S. W. (1995). Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neuroscience And Biobehavioral Reviews*, *19*(2), 225-233.
- Porges, S. W. (2007). The polyvagal perspective. *Biological Psychology*, *74*, 116-143.
- Posner, M. I., & Dehaene, S. (1994). Attentional networks *Trends in Cognitive Sciences*, *17*, 75-79.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, *13*, 25-42.
- Pribram, K. H., & McGuinness, D. (1975). Arousal, activation and effort in the control of attention. *Psychological Review*, *82*, 116-149.
- Prinsloo, G. E., Rauch, H., Karpul, D., & Derman, W. E. (2013). The Effect of a Single Session of Short Duration Heart Rate Variability Biofeedback on EEG: A Pilot Study. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, *38*(1), 45-56.
- Prinsloo, G. E., Rauch, H. G., Lambert, M. I., Muench, F., Noakes, T. D., & Derman, W. E. (2011). The Effect of Short Duration Heart Rate Variability (HRV) Biofeedback on Cognitive performance during Laboratory Induced Cognitive Stress. *Applied Cognitive Psychology*, *25*, 792-801.
- Pullum, B. (1977). Psychology of Shooting. *Schiesssportschule Dialogues*, *1*, 1-17.
- Purshotam. (2013). Factors Affecting Mental Imagery among Sports Person. *International Journal of Education and Management Studies*, *3*(1).
- Radlo, S. J., Steinberg, G. M., Singer, R. M., Barba, D. A., & Melinkov, A. (2002). The influence of an attentional focus strategy on alpha brain wave activity, heart rate, and dart throwing performance. *International Journal of Sport Psychology*, *33*, 205-217.
- Ramos, J., Cerdán, L. F., & Guevara, M. A. (2001). Abnormal EEG patterns in treatment resistant schizophrenic patients. *International Journal of Neuroscience*, *109*, 47-59.
- Ravina, A. (1952). Electroencephalographic changes in professional boxers. *La Presse Medicale*, *60*(78), 1575.
- Ray, W. J. (1990). The electrocortical system. In J. T. Cacioppo & L. G. Tassinary (Eds.), *Principles of Psychophysiology: Physical, Social and Inferential Elements* (pp. 385-412). New York: Cambridge.

- Ray, W. J., & Cole, H. W. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, *228*, 750-752.
- Rebert, C. S., & Low, D. W. (1978). Differential hemispheric activation during complex visuomotor performance. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*(44), 724-734. doi:10.1016/0013-4694(78)90207-9
- Rebert, C. S., Low, D. W., & Larsen, F. (1984). Differential hemispheric activation during complex visuomotor performance: Alpha trends and theta. *Biological Psychology*, *19*, 159-168. doi:10.1016/0301-0511(84)90034-6
- Richardson, A. (1969). *Mental imagery*. New York: Springer.
- Richman, J. S., & Moorman, J. R. (2000). Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, *278*, 2039-2049.
- Riera, A. (2012). *Computational Intelligence Techniques for Electro-Physiological Data Analysis*. (PhD Thesis), Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Robazza, C., Bortoli, L., & Nougier, V. (1998). Physiological arousal and performance in elite archers: A field study. *European Psychologist*, *3*(4), 263-270.
- Rodríguez-Sotelo, J. L., Osorio-Forero, A., Jiménez-Rodríguez, A., Cuesta-Frau, D., Cirugeda-Roldán, E., & Peluffo, D. (2014). Automatic Sleep Stages Classification Using EEG Entropy Features and Unsupervised Pattern Analysis Techniques. *Entropy*, *16*, 6573-6589.
- Roland, P. E., & Friberg, L. (1985). Localization of cortical areas activated by thinking. *Journal of Neurophysiology*, *53*(5), 1219-1243.
- Rosso, O. A. (2007). Entropy changes in brain function. *International Journal of Psychophysiology*, *64*, 75-80.
- Saarela, P. I. (2000). The effects of mental stress on cerebral hemispheric asymmetry and psychomotor performance in skilled marksmen. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences & Engineering*, *61*, 580.
- Saifuddin, N. H., & Embong, A. (2013). *EEG Brain Waves Pattern Analysis on the Specified Human Daily Activity*. Paper presented at the 3rd International Conference on Software Engineering & Computer Systems, Universiti Malaysia Pahang.
- Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M. M., Crews, D. J., & Kubitz, K. A. (1990). Hemispheric asymmetry, cardiac response, and performance in elite archers. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, *61*, 351-359.
- Salinas, E., & Sejnowski, T. J. (2001). Correlated neuronal activity and the flow of neural information. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*(8), 539-550.
- Sartory, G., Rachman, S., & Grey, S. J. (1977). An investigation of the relation between reported fear and heart rate. *Behaviour Research and Therapy*, *15*, 435-438.
- Sauseng, P., Hoppe, J., Klimesch, W., Gerloff, C., & Hummel, F. C. (2007). Dissociation of sustained attention from central executive functions: Local activity and interregional connectivity in the theta range. *European Journal of Neuroscience*, *25*, 587-593.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Schabus, M., & Doppelmayr, M. (2005). Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory. *International Journal of Psychophysiology*, *57*, 97-103.

- Scafetta, N., Hamilton, P., & Grigolini, P. (2001). The thermodynamics of social processes: the teen birth phenomenon. *Fractals*, 9(2), 193-208.
- Scafetta, N., & West, B. J. (2003). Solar Flare Intermittency and the Earth's Temperature Anomalies. *Physical Review Letters*, 90, 248701.
- Scanlan, T. K. (1986). Competitive stress in children. In M. R. Weiss & D. Gould (Eds.), *Sport for children and youths* (pp. 118-129). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Scanlan, T. K., Stein, G. L., & Ravizza, K. (1991). An in-depth study of former elite figure skaters - Part 3. Sources of stress. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 13(2), 103-120.
- Schlögl, A., Kemp, B., Penzel, T., Kunz, S., Himanen, S., Värri, A., . . . Pfurtscheller, G. (1999). Quality control of polysomnographic sleep data by histogram and entropy analysis. *Clinical Neurophysiology*, 110(12), 2165-2170.
- Sebastiani, L., Simoni, A., Gemignani, A., Ghelarducci, B., & Santarcangelo, E. L. (2003a). Autonomic and EEG correlates of emotional imagery in subjects with different hypnotic susceptibility. *Brain Research Bulletin*, 60, 151-160.
- Sebastiani, L., Simoni, A., Gemignani, A., Ghelarducci, B., & Santarcangelo, E. L. (2003b). Human hypnosis: autonomic and electroencephalographic correlates of a guided multimodal cognitive-emotional imagery. *Neuroscience Letters*, 338, 41-44.
- Seifried, C. (2008). Examining punishment and discipline: Defending the use of punishment by coaches. *Quest*, 60, 370-386.
- Shannon, C. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal* banner, 27(3), 379-423.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1963). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Shaw, J. C. (1996). Intention as a component of the alpha rhythm response to mental activity. *International Journal of Psychophysiology*, 24, 7-23.
- Shaw, L., Zaichkowsky, L., & Wilson, V. (2012). Setting the Balance: Using Biofeedback and Neurofeedback With Gymnasts. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 47-66.
- Shea, S. A. (1996). Behavioural and arousal-related influences on breathing in humans. *Experimental Physiology*, 81, 1-26.
- Sheer, D. E. (1989). Focused arousal and the cognitive 40-Hz event-related potentials: differential diagnosis of Alzheimer's disease. In K. Iqbal, H. M. Wisniewski, & B. Winblad (Eds.), *Alzheimer's Disease and Related Disorders*. New York: Alan R. Liss, Inc.
- Shelley-Tremblay, J. F., Shugrue, J. D., & Kline, J. P. (2006). Changes in EEG Laterality Index Effects of Social Inhibition on Putting in Novice Golfers. *Journal of Sport Behavior*, 29(4), 353-373.
- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. (1982). *Mental Images and their Transformations*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Sherlin, L., Muench, F., & Wyckoff, S. (2010). Respiratory Sinus Arrhythmia Feedback in a Stressed Population Exposed to a Brief Stressor Demonstrated by Quantitative EEG and sLORETA. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 35, 219-228.

- Shourie, N., Firoozabadi, M., & Badie, K. (2014). Analysis of EEG Signals Related to Artists and Nonartists during Visual Perception, Mental Imagery and Rest Using Approximate Entropy. *BioMed Research International*, 2, 1-11.
- Singer, R. N. (1986). *Peak performance... and more*. New York: Mouvement.
- Sleigh, J. W., & Donovan, J. (1999). Comparison of bispectral index, 95% spectral edge frequency and approximate entropy of the EEG, with changes in heart rate variability during induction of general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, 82(5), 666-671.
- Slobounov, S. M., Fukada, K., Simon, R., Rearick, M., & Ray, W. (2000). Neurophysiological and behavioral indices of time pressure effects on visuomotor task performance. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 9, 287-298.
- Smith, K. C. P., & Apter, M. J. (1975). *A theory of psychological reversals*. Chippenham, Wilts, U.K.: Picton Press.
- Smith, M. E., McEvoy, L. K., & Gevins, A. (1999). Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 7, 389-404.
- Smith, R. E., & Smoll, F. L. (1982). Psychological stress: A conceptual model and some intervention strategies in youth sports. In R. A. Magill, M. J. Ash, & F. L. Smoll (Eds.), *Children in sport* (pp. 178-195). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Smith, R. E., Smoll, F. L., & Curtis, B. (1979). Coach effectiveness training: A cognitive behavioral approach to enhancing relationship skills in youth sport coaches. *Journal of Sport Psychology*(1), 59-75.
- Snyder, A. W., Mulcahy, E., Taylor, J. L., Mitchell, D. J., Sachdev, P., & Gandevia, S. C. (2003). Savant-like skills exposed in normal people by suppressing the left fronto-temporal lobe. *Journal of Integrative Neuroscience*, 2, 149-158. doi:10.1142/S0219635203000287
- Solodkin, A., Hlustik, P., Chen, E. E., & Small, S. L. (2004). Fine modulation in network activation during motor execution and motor imagery. *Cerebral Cortex*, 14(11), 1246-1255.
- Sonstroem, R. J. (1984). An overview of anxiety and sport. In J. M. Silva & R. s. Weinberg (Eds.), *Psychological foundations of sport* (pp. 104-117). Champaign, IL: Human Kinetics.
- SpaMusicCollective. (2015). A Spa Music 2015: The 40 Best Spa Songs Collection. On *Thermal Spa (New Age Ambient Songs)*. EUA: Tobacco Music Edition.
- Sperry, R. W. (1973). Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres. In F. J. McGuigan & R. A. Schoonover (Eds.), *The psychophysiology of thinking* (pp. 5-19). New York: Academic Press.
- Spielberg, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. E. (1970). *Manual for the state-trait anxiety inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists.
- Spielberger, C. D. (1966). Theory and research on anxiety. In C. D. Spielberger (Ed.), *Anxiety and behaviour* (pp. 3-22). Nova York: Academic.
- Stam, C. J. (2005). Nonlinear dynamical analysis of EEG and MEG: Review of an emerging field. *Clinical Neurophysiology*, 116(10), 2266-2301.

- Stancak, A., Kuna, M., Srinivasan, D. C., & Vishnudevananda, S. (1991). Kapalabhati–yogic cleansing exercise. II. EEG topography analysis. *Homeostasis in Health and Disease*, 33, 182-189.
- Stevens, L., Brady, B., Goon, A., Adams, D., Rebarchik, J., Gacula, L., & Verdugo, S. (2004). Electrophysiological alterations during hypnosis for ego-enhancement: A preliminary investigation. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 46(4), 323-344.
- Strizhkova, T., Strizhkova, O., & Cherapkina, L. (2012). Neurofeedback course applying of high skilled gymnastics in competitive period. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(1), 185-193.
- Suetsugi, M., Mizuki, Y., Ushijima, I., Kobayashi, T., Tsuchiya, K., & Aoki, T. (2000). Appearance of frontal midline theta activity in patients with generalized anxiety disorder. *Neuropsychobiology*, 41, 108-112.
- Suinn, R. M. (1972). Removing emotional obstacles to learning and performance by visuo-motor behavior rehearsal. *Behavior Therapy*, 3, 308-310.
- Suinn, R. M. (1987). Psychological approaches to performance enhancement. In J. May & M. Asken (Eds.), *Sport Psychology: The psychological health of the athlete* (pp. 41-57). New York: PMA Publishing.
- Suinn, R. M. (1993). Imagery. In R. N. Singer, M. Murphey, & L. K. Tennant (Eds.), *Handbook of Research on Sport Psychology*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Szachewicz, P. (2013). *Classification of Motor Imagery for Brain-Computer Interfaces*. Poznan University of Technology, Poznan.
- Takahashi, T., Murata, T., Hamada, T., Omori, M., Kosaka, H., & Kikuchi, M. (2005). Changes in EEG and autonomic nervous activity during meditation and their association with personality traits. *International Journal of Psychophysiology*, 55, 199-207.
- Tallon-Baudry, C. (2004). Attention Modulates Gamma-band Oscillations Differently in the Human Lateral Occipital Cortex and Fusiform Gyrus. *Cerebral Cortex*, 15(5), 654-662.
- Tamorri, S. (2004). *Neurociencias y deporte. Psicología deportiva. Procesos mentales del atleta*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Tan, B., Kong, X., Yang, P., Jin, Z., & Li, L. (2013). The difference of brain functional connectivity between eyes-closed and eyes-open using graph theoretical analysis. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*.
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Fan, Y., Feng, H., Wang, J., & Feng, S. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 8865-8870.
- Templin, D., & Vernacchia, R. (1995). The effect of highlight music videotapes upon the game performance of intercollegiate basketball players. *The Sport Psychologist*, 9(1), 41-50.
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11.
- Thayer, J., & Sternberg, E. (2006). Beyond heart rate variability: Vagal regulation of allostatic systems. *Annals of the New York Academy of Science*, 1088, 361-372.
- Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., & Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods*, 45, 279-288.

- Tokumar, O., Mizumoto, C., Takada, Y., & Ashida, H. (2003). EEG activity of aviators during imagery flight training. *Clinical Neurophysiology*, *114*, 1926-1935.
- Tran, Y., Thuraisingham, R. A., Wijesuriya, N., Nguyen, H. T., Member, I., & Craig, A. (2007, May 2-5). *Detecting neural changes during stress and fatigue effectively: a comparison of spectral analysis and sample entropy*. Paper presented at the 3rd International IEEE EMBS Conference on Neural Engineering, Kohala Coast, Hawaii, USA.
- Travis, F., & Wallace, R. K. (1999). Autonomic and EEG patterns during eyes-closed rest and transcendental meditation (TM) practice: The basis for a neural model of TM practice. *Consciousness And Cognition*, *8*, 302-318.
- Tremayne, P., & Barry, R. J. (2001). Elite pistol shooters: Physiological patterning of best vs. worst shots. *International Journal of Psychophysiology*, *41*(19-29).
- Tysvaer, A. T. (1992). Head and neck injuries in soccer. *Sports Medicine*, *14*(3), 200-213.
- Tysvaer, A. T., & Storli, O. V. (1989). Soccer injuries to the brain: A neurologic and electroencephalographic study of active football players. *The American Journal of Sports Medicine*, *17*, 573-578.
- Vaez Mousavi, M., Barry, R. J., Rushby, J. A., & Clarke, A. R. (2007). Arousal and activation effects on physiological and behavioral responding during a continuous performance task. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, *67*(4), 461-470.
- Vakkuri, A., Yli-Hankala, A., Talja P, M., S., Tolvanen-Laakso, H., & Sampson, T. (2004). Time-frequency balanced spectral entropy as a measure of anesthetic drug effect in central nervous system during sevoflurane, propofol and thiopental anesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, *48*, 145-153.
- Varela, F., Lachaux, J. P., Rodriguez, E., & Martinerie, J. (2001). The brainweb: Phase synchronization and large-scale integration. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*(4), 229-239.
- Vaschillo, E., Lehrer, P., Rische, N., & Konstantinov, M. (2002). Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: A preliminary study of resonance in the cardiovascular system. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *27*, 1-27.
- Vaschillo, E., Vaschillo, B., & Lehrer, P. M. (2004). Heartbeat synchronizes with respiratory rhythm only under specific circumstances. *Chest*, *126*, 1385-1386.
- Vealey, R. S. (1991). Entrenamiento en imaginación para el perfeccionamiento de la ejecución. In J. M. Williams (Ed.), *Psicología Aplicada al Deporte* (pp. 307-344). Madrid: Biblioteca Nueva.
- Veldhuijzen van Zanten, J. J. C. S., De Boer, D., Harrison, L. K., Ring, C., Carroll, D., Willemsen, G., & De Geus, E. J. C. (2002). Competitiveness and hemodynamic reactions to competition. *Psychophysiology*, *39*, 759-766.
- Veselkov, K. A., Pahomov, V. I., Lindon, J. C., Volynkin, V. S., Crockford, D., & Osipenko, G. S. (2010). A metabolic entropy approach for measurements of systemic metabolic disruptions in patho-physiological states. *Journal of Proteome Research*, *9*, 3537-3544.
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, Cognition and Decision Training: The Quiet Eye in Action*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing Under Pressure: The Effects of Physiological Arousal, Cognitive Anxiety, and Gaze Control in Biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381-394.
- Wang, C. H., Tsai, C. L., Tseng, P., Yang, A. C., Lo, M. T., Peng, C. K., . . . Liang, W. K. (2014). The association of physical activity to neural adaptability during visuo-spatial processing in healthy elderly adults: A multiscale entropy analysis. *Brain And Cognition*, 92, 73-83.
- Wang, J., Marchant, D. B., & Morris, T. (2004). Coping style and susceptibility to choking. *Journal of Sport Behavior*, 27, 75-92.
- Wankel, L. M. (1972). Competition in motor performance: An experimental analysis of motivational components. *Journal of Experimental Social Psychology*, 8, 427-437.
- Watson, J. B. (1913). The place of the conditioned reflex in psychology. *Psychological Review*, 23, 89-116.
- Weinberg, R. (1978). The effects of success and failure on the patterning of neuromuscular energy. *Journal of Motor Behavior*, 8, 219-224.
- Weinberg, R., & Gould, D. (2007). *Fundamentos de Psicología del Deporte y del Ejercicio Físico*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Weinberg, R., & Hunt, V. V. (1976). The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal of Motor Behavioral*, 8, 219-224.
- Weinberg, R., Seabourne, T., & Jackson, A. (1981). Effects of Visuo-motor Behavior Rehearsal, Relaxation, and Imagery on Karate Performance. *Journal of Sport Psychology*, 3(3), 228-238.
- Weinberg, R., Seabourne, T., & Jackson, A. (1987). Arousal and relaxation instruction prior to the use of imagery. Effects on image, controllability, vividness and performance. *International Journal of Sport Psychology*, 18, 205-214.
- Weiss, T., Beyer, L., & Hansen, E. (1991). Motor imagination - a model for motor performances? *International Journal of Psychophysiology*, 11(2), 203-205.
- Weiss, T., Beyer, L., Hansen, E., Rost, R., & Paproth, A. (1987). Motor imagination: Dynamic of some neurophysiological correlates. *Newoscience*, 22, 511.
- White, A., & Hardy, L. (1998). An indepth analysis of the uses of imagery by high level slalom canoeists and high level artistic gymnasts. *The Sport Psychologist*, 12, 287-403.
- Williams, J. D., & Gruzelier, J. H. (2001). Differentiation of hypnosis and relaxation by analysis of narrow band theta and alpha frequencies. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 49, 185-206.
- Williams, J. M. (2009). *Applied Sport Psychology: Personal Growth to Peak Performance*. Universidad Estatal de Pensilvania: McGraw-Hill Higher Education.
- Willis, J. D., & Campbell, L. F. (1992). *Exercise psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilson, J., & Palaniappan, R. (2011). Analogue mouse pointer control via an online steady state visual evoked potential (SSVEP) brain-computer interface. *Journal of Neural Engineering*, 8(2), 1-6.

- Wilson, M. (2008). From processing efficiency to attentional control: A mechanistic account of the anxiety-performance relationship. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 184-201.
- Wilson, M., Smith, N. C., & Holmes, P. S. (2007). The role of effort in influencing the effect of anxiety on performance: Testing the conflicting predictions of processing efficiency theory and the conscious processing hypothesis. *British Journal of Psychology*, 98, 411-428.
- Wilson, V., & Bird, E. (1981). Effects of relaxation and/or biofeedback training upon hip flexion in gymnasts. *Biofeedback and Self-regulation*, 6, 25-34.
- Wilson, V. E., Ainsworth, M., & Bird, E. I. (1985). Assessment of attentional abilities in male volleyball athletes. *International Journal of Sport Psychology*, 19, 296-306.
- Woodman, T., & Davis, P. A. (2008). The role of repression in the incidence of ironic errors. *The Sport Psychologist*, 22, 183-198.
- Woodman, T., & Hardy, L. (2001). Stress and anxiety. In R. S. Singer, H. A. Hausenblas, & C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 290–318). New York: Wiley.
- Woody, E., & Farvolden, P. (1998). Dissociation in hypnosis and frontal executive function. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 40, 206-216.
- Xing, D., Shen, Y., Burns, S., Yeh, C. I., Shapley, R., & Li, W. (2012). Stochastic generation of gamma-band activity in primary visual cortex of awake and anesthetized monkeys. *Journal of Neuroscience*, 32(40), 13873-13880.
- Yates, F. A. (1966). *The Art of Memory*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*(18), 459-482.
- Zaichkowsky, L. (1994). Biofeedback and imagery assisted self-regulation training in sports: Research evidence and practical application. In S. Tsutsui & M. Kodama (Eds.), *Biobehavioral Self-regulation in the East and West* (pp. 230-234). Tokyo: Springer-Verlag, Inc.
- Zaichkowsky, L. (2012). Psychophysiology and neuroscience in sport: Introduction to the special issue. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 1-5.
- Zaichkowsky, L., & Baltzell, A. (2001). Arousal and performance. In R. Singer, H. Hausenblas, & C. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 319-339). New York: John Wiley & Sons.
- Zaichkowsky, L., Dorsey, J., & Mulholland, T. (1977). *The effects of biofeedback assisted systematic desensitization in the control of anxiety and performance*. Paper presented at the IV Svetory Congress, ISSP Prague.
- Zaichkowsky, L., & Fuchs, C. Z. (1988). Biofeedback applications in exercise and athletic performance. In K. B. Pandolf (Ed.), *Exercise and Sports Science Reviews* (pp. 381-421). New York: Macmillan.
- Zajonc, R. B. (1965). Social facilitation. *Science*, 149, 269-274.
- Zhang, J. Z., Li, J. Z., & He, Q. N. (1988). Statistical brain topographic mapping analysis for EEGs recorded during Qi Gong state. *International Journal of Neuroscience*, 38, 415-425.

- Zhang, T., & Turner, D. (2001). A visuomotor reaction time task increases the irregularity and complexity of inspiratory airflow pattern in man. *Neuroscience Letters*, 297(1), 41-44.
- Zhang, X., Lei, Y., Yin, H., Li, P., & Li, H. (2018). Slow is also fast: feedback delay affects anxiety and outcome evaluation. *Frontiers In Human Neuroscience*, 12(20), 1-10.
- Zhu, F. F., Poolton, J. M., Wilson, M. R., Maxwell, J. P., & Masters, R. S. (2011). Neural co-activation as a yardstick of implicit motor learning and the propensity for conscious control of movement. *Biological Psychology*, 87, 66-73. doi:10.1016/j.biopsycho.2011.02.004