

Conductancia de la piel en deportes de precisión y deportes de equipo. Estudio preliminar¹

Amparo Pozo*, Brezo Cortes y Ángel Martín Pastor*

SKIN CONDUCTANCE IN PRECISION SPORTS AND TEAM SPORTS. A PRELIMINARY STUDY

KEYWORDS: Sport, Skin Conductance, Arousal, Attention.

ABSTRACT: Skin conductance is a sensitive measure of sympathetic activity and the “gold standard” in the measurement of arousal. It is known that performance in different sports needs different energy states depending on the task each type of sport demands. The present study compares the skin conductance of athletes competing in precision sports with players of team sports. Sports performance quality is categorized as low, middle or high according to the judgment of the trainers. Skin conductance measures were recorded during baseline resting period and while athletes were asked emotional questions about their last competition. The results show differences in the high performance group: team players show greater electrodermal activity than precision sport athletes.

La activación o arousal es el estado energético del organismo que facilita las funciones de atención, emoción y los procesos cognitivos. En general se considera un estado de disposición para la acción (Anderson, 1990; Bradley, 2009; Crespo, 1994; Feldman-Barret, 2006; Kreibig, 2010, Malmo, 1959; Öhman, 1992). La función del arousal es preparar al cerebro para que realice en estado óptimo el proceso de información que acompaña a la atención y a los aspectos cognitivos y emocionales. La activación puede ser relativamente global situándose en un continuo desde el estado de somnolencia a la máxima alerta, siendo en este caso más conocida con el término de arousal (Duffy, 1962). También se refiere a estados de activación más específicos, cuando el córtex cerebral, en su relación con el entorno, se implica en una determinada actividad cognitiva para dar una respuesta. Esta actividad mental se considera una preparación para las conductas somáticas que puedan entrar en juego, sean reales o estén en expectativa, abiertas o encubiertas. La activación, entonces, está en consonancia con la acción (o tarea) que se va a realizar.

Los estudios actuales (Jägin, 2003; Oken, Salinsky y Elsas, 2006) sostienen que la activación o preparación para la movilización de energía pone en marcha de manera integrada el sistema nervioso en su conjunto, tanto el central como el sistema nervioso autónomo (SNA). En estrecha relación con la activación central se produce la activación periférica como encargada de disponer o preparar al cuerpo para la respuesta prevista sea activa o pasiva (Collet, Dittmar y Vernet-Maury, 1999). La activación

del SNA, en este contexto, se considera no tanto un componente de la respuesta motórica sino una preparación para la movilización de energía (Decety, Jeannerod, Durozard y Baverel, 1993). Dentro del SNA, la rama simpática está orientada a facilitar la acción motora (Collet, Deschaumes-Molinaro, Delhomme, Dittmar y Vernet-Maury, 1994; Lang, Öhman y Simons, 1978), mientras que la rama parasimpática se dirige preferentemente a funciones vegetativas actuando para restringir el arousal a su nivel homeostático.

La actividad eléctrica de la piel y en concreto la conductancia de la piel, es la medida psicofisiológica periférica que mejor expresa y que más se ha utilizado para medir la actividad del sistema nervioso autónomo a través de las fibras simpáticas (Boucsein, 1992; Dawson, Schell y Filion, 2000; Fowles, 1986; Venables y Christie, 1980). La actividad electrodérmica esta controlada por una red neurológica del sistema nervioso central implicada en procesos de anticipación, afectos y locomoción (Bradley, 2009; Edelberg, 1973; Fredrikson et al., 1998; Tradel y Damasio, 1994). Según esto, las respuestas electrodérmicas reflejan preparación para la acción motora mediada por actividad cognitiva y por sensaciones emocionales (Critchley, 2002).

La ejecución de patrones de movimientos complejos, usuales en las tareas deportivas, ponen en marcha sistemas de atención, cognición y motivación implicados en este tipo de tareas. El presente estudio parte de esta amplia investigación experimental psicofisiológica de la activación y arousal, medida mediante el registro de la actividad electrodérmica y en particular de la con-

Correspondencia: Amparo Pozo Calvo. Centro Regional de Medicina Deportiva. Gerencia Regional de Salud. Junta de Castilla y León. C/ Real de Burgos, s/n. 47011 Valladolid.
E-mail: apozoc@saludcastillayleon.es

¹ Un avance de este trabajo fue presentado en el 13th European Congress of Sport Psychology (Madeira, 2011).

* Centro Regional de Medicina Deportiva. Junta de Castilla y León.

— Fecha de recepción: 29 de Noviembre de 2010. Fecha de aceptación: 6 de Julio de 2012.

ductancia, y su aplicación a la actividad deportiva. Aunque de los estudios citados antes puede generalizarse que la conductancia de la piel es una buena medida del estado de activación mental ante tareas motóricas, muy pocos trabajos han estudiado las respuestas autónómicas en ejecución de tareas propiamente deportivas, es decir durante la competición real. Collet, Roure, Delhomme, Dittmar, Rada y Vernet-Maury (1999) mostraron que midiendo la actividad autonómica (se registraron simultáneamente resistencia de la piel, temperatura de la piel, onda sanguínea periférica, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) de participantes en una tarea prácticamente deportiva (asistencia en voleibol), la única variable capaz de diferenciar buenas de malas ejecuciones deportivas fue la resistencia eléctrica de la piel.

La conductancia dérmica (CD)¹ o conductancia de la piel (función inversa a la resistencia), registra la actividad de las glándulas sudoríparas ecrinas inervadas por el eje simpático del sistema nervioso autónomo. Las fibras sudomotoras están libres de cualquier inervación parasimpática, por lo que su registro indica exclusivamente actividad simpática (Critchley, 2002; Fowles, 1986).

El registro de la CD expresa dos tipos de medidas: a) nivel de conductancia dérmica (NCD) o actividad tónica, pequeños cambios en el nivel basal, y b) respuestas de conductancia dérmica (RCDs) o rápidos cambios fásicos de la CD que se dan como respuestas específicas a acontecimientos externos.

El NCD indica el estado energético de un individuo en un momento particular. Esta relacionado con vigilancia y alerta, sea en reposo (NCD reposo) o en acción, mientras se ejecuta una tarea (NCD tarea). El NCD no se mantiene estable sino que habitualmente soporta ligeros cambios sean estos incrementos o descensos. En los periodos en los que el NCD aumenta parece estar demostrado que se está produciendo actividad cognitiva (Katkin, 1975). Muy relacionado con el NCD están las respuestas espontáneas (RCDs espontáneas) también denominadas respuestas no específicas. Son elevaciones bruscas de la conductancia que se producen en ausencia de estimulación externa, no como las RCDs específicas que reaccionan a estímulos externos puntuales o discretos. Las personas que emiten muchas RCDs espontáneas se denominan lábiles frente a los individuos estables, quienes, por el contrario, tienen baja tasa de respuestas espontáneas y además muestran rápida habituación de las RCDs (Bull y Gale, 1973; Crider, 1993; Lacey y Lacey, 1958a). La labilidad/estabilidad de la conductancia de la piel, pues, puede medirse por la frecuencia de respuestas espontáneas. Hay un tipo de estables que apenas dan respuestas espontáneas y que además, las RCDs específicas son muy poco amplias, se producen con lentitud y se habitúan con facilidad. Este tipo de estables se denomina no respondentes. Un número importante de investigaciones (Crider, 1993; Katkin, 1975; Schell, Dawson, y Filion, 1988; Zimmer, Vossel y Frohlich, 1990) concluyen que existen diferencias entre lábiles y estables en el procesamiento de la información: la alta labilidad está asociada a asignación de recursos cognitivos. Las respuestas no específicas se incrementan ante la realización de tareas que exigen mucho esfuerzo cognitivo, un sobreesfuerzo que va dirigido a controlar las emociones para poder dirigir los recursos a la atención (Crider, 2008; Gendolla y Richter, 2005, Vernet- Maury et al., 1996); también aumentan cuando se produce habla interna y

pensamientos autoreferentes (Nikula, 1991); por otro lado, la labilidad se asocia a baja eficiencia en la tarea cuando hay muchas otras exigencias que compiten al mismo tiempo por la limitada capacidad de procesamiento (Crider, 2008). En general los lábiles son superiores en tareas que requieren atención sostenida a estímulos externos, y tienen mejores tiempos de reacción. Los estables, a su vez, son superiores en tareas que requieren mínima distracción; son capaces de atender a una única tarea con máxima eficiencia.

Las RCDs, las respuestas específicas dadas a cambios externos, registran el aumento de la conductancia que se produce ante un estímulo o situación nueva y/o cargada de significado para el individuo. La medida más utilizada es la amplitud de la respuesta o respuestas que aparecen desde que se produce la nueva situación. Expresa la movilización de energía para la realización de esa tarea y determina la calidad de la ejecución (Vaez-Mousavi, Barry, Rushby y Clarke, 2007; Spinks y Siddle, 1983). Cuando los estímulos que se perciben son relevantes para la tarea y se están procesando como tales, las respuestas son más amplias (Barry, 1987; Filion, Dawson, Schell y Hadlett, 1991). Además, si el acontecimiento o el estímulo tiene carga emocional negativa, aún no siendo la persona consciente de ello, la respuesta de CD aparece aún más amplificada (Öhman, Dimberg y Esteves, 1989). Con anterioridad, Pribram y McGuinness (1975) sugirieron que la amplitud y la forma de las RCDs estaban relacionadas con el sistema de atención de los individuos. Hay personas que enfocan preferentemente su atención en un rango estrecho; focalizan su atención en un solo aspecto. Las RCDs de estas personas son más lentas y se habitúan antes. Otras personas, por el contrario, tienden a distribuir la atención de manera amplia; dirigen la atención hacia muchos estímulos. También sus RCDs son diferentes: la respuesta se presenta de manera rápida y su habituación es más lenta.

Los elementos cognitivos implicados en el proceso de atención que dispensan los deportistas son diferentes según sea la tarea deportiva, abierta o cerrada (Singer, 2000).

Los deportes de equipo están constituidos mayoritariamente por tareas abiertas (p. ej., fútbol, voleibol). En las tareas abiertas (p. ej., iniciar un contraataque en fútbol) el entorno es inconsistente, cambiante, los acontecimientos externos no se pueden predecir fácilmente. También se les llama tareas pautadas (o preparadas) externamente pues el tiempo para dar una respuesta, rápida por lo general, lo decide la marcha de los acontecimientos externos. En los deportes de equipo se generan habitualmente decisiones tácticas, es decir, debe atenderse a situaciones que aparecen inesperadamente e incorporarlas a un plan de juego previo (Kannekens, Elferink-Gemser y Visscher, 2009). Las tareas abiertas requieren, desde un punto de vista cognitivo, anticipar las intenciones de los otros, reconocer estímulos y acontecimientos relevantes entre muchos y simultáneos elementos externos, recuperar acciones de la memoria inmediata y tomar decisiones rápidamente, y finalmente, prepararse para dar una respuesta motora precisa inserta en una secuencia de acción. Los jugadores de equipo dirigen la atención hacia estímulos externos (balón, compañeros, rivales) cambiantes y variados, y la respuesta debe darse rápidamente: el procesamiento de la información se caracteriza por la presión del tiempo de ejecución (para ver implicaciones

¹ Se utiliza la nomenclatura y notación abreviada en español propuesta por Freixa i Baqué (1993).

cognitivas y atencionales en deportes de equipo: Iglesias et al., 2005; Kannekens, Elferink- Gemser y Visscher, 2009; Mora, Zarco y Blanca, 2001; Morilla y Pérez, 2002; Vickers et al., 1996; Ward y Williams, 2003; Williams, 2000; Williams y Ericsson, 2005).

La medición de la atención en la práctica real de los deportes de equipo mediante registros psicofisiológicos tiene grandes dificultades. El movimiento propio de la ejecución de estos deportes introduce artefactos en las señales tanto de medidas centrales como periféricas que oscurecen la interpretación de los datos recogidos. La mayor parte de los estudios se han realizado en condiciones de laboratorio donde se controla la movilidad de los participantes y se reproducen tareas similares a las que se realizan en campo. Se ha comprobado que la mayoría de las medidas psicofisiológicas tanto de la actividad cerebral (imágenes de resonancia magnética, electroencefalografía, potenciales evocados) como de la actividad del SNA (conductancia de la piel) tomadas en laboratorio, que tratan de reproducir tareas similares a las deportivas, muestran niveles vigilancia y atención elevados, si bien la generalización de los resultados a las situaciones reales del deporte hay que hacerla con precaución (Janelle, Duley y Coombes, 2004).

Una valiosa aproximación al estudio de la actividad electrodérmica en el contexto de los juegos de equipo deportivos ha sido llevada a cabo por el grupo de investigación de Lyon: Collet, Dittmar, Vernet- Maury y otros compañeros. Mediante un ingenioso procedimiento Collet et al. (1999) diseñaron una tarea abierta extraída del juego de voleibol y realizada en la propia pista si bien controlando experimentalmente la condiciones del entorno. El objetivo era determinar si las respuestas autonómicas, entre ellas la resistencia electrodérmica, diferenciaban el nivel de ejecución de una compleja tarea deportiva que requiere procesamiento de la información y programación de una respuesta motora. Las respuestas electrodérmicas fueron las que mejor diferenciaron los éxitos de los fracasos.

Los deporte de precisión (p. ej., tiro con arco, tiro con pistola) ejecutan tareas cerradas. La atención se enfoca hacia un objeto fijo, muy concreto y externo: el objetivo diana (Maxwell, Masters y Eves, 2000; Wulf, Höb y Prinz, 1998); el autoanálisis, los pensamientos de duda, miedo o fracaso, así como la atención a elementos externos que no son diana, son distractores que disminuyen la eficacia de la acción. Se dice que son tareas autoprepardadas porque su inicio no lo determinan los acontecimientos exteriores sino la decisión del deportista. Las tareas cerradas, que por lo general se ejecutan mejor cuando se realizan de forma automática, no requieren estado de activación mental elevado (Maxwell, Masters y Eves, 2000).

La moderada actividad motórica de los deportes de precisión ha permitido que se lleven a cabo estudios que miden la actividad psicofisiológica de los tiradores en situaciones reales de tiro, y asociar su nivel de activación con los aciertos. La actividad electroencefalográfica del cerebro de tiradores de alto rendimiento muestra que antes de disparar hay un dominio de activación en el hemisferio derecho, mientras que el hemisferio izquierdo muestra mayor actividad alfa, indicando relajación (Hatfield, Landers y Ray, 1984). En general toda la actividad cerebral de los centros superiores del córtex presentan baja activación con marcada menor actividad en el hemisferio izquierdo (área parietal-temporal-central) en deportistas de precisión de alto rendimiento mientras ejecutan las tareas (Haufler, Spalding, Santa María y Hatfield, 2000). Los estudios

que toman medidas periféricas de activación en deportes de precisión reflejan datos semejantes: los deportistas con mejores resultados registran menor respuesta electrodérmica (Caterini et al., 1995; Tremayne y Barry, 2001; Tretilova y Rodimin, 1979). Puede decirse que los tiradores de elite, mientras realizan el disparo, reducen la actividad mental consciente, las verbalizaciones internas y el examen analítico, a la vez que permiten la actividad motórica automática y la actividad cognitiva se relaja (mente en blanco). Atencionalmente, el foco de atención se estrecha y la vigilancia aumenta concentrada en un reducido punto del entorno, la diana. Tremayne y Barry (2001) sostienen que el decremento de la frecuencia cardiaca de los expertos deportistas de tiro olímpico previo al disparo indica un enfoque atencional sostenido y que el descenso de la conductancia de la piel que se produce en ese momento indica reducción del arousal o actividad cognitiva.

Por otro lado, un buen recurso metodológico para obtener datos psicofisiológicos generalizables a la situación deportiva puede ser utilizar la imaginación mental –en particular, en aquellos deportes que implican gran movilidad como son los de equipo–. La preparación mental en imaginación aplicada a tareas deportivas incorpora los mismos elementos cognitivos y atencionales que durante la realización real del deporte (Felt y Landers, 1983; Weinberg, 1981). Se ha comprobado que se tiende a utilizar los mismos canales autónomos y el mismo patrón de respuesta durante la actividad real que durante la reproducción mental de dicha actividad (Bollett, Collet y Dittmar, 2001; Decety, Jeannerod, Durozard y Baverel, 1993; Deschaumes-Molinaro, Dittmar y Vernet-Maury, 1992; Oisi, Kasai y Maeshima, 2000). No solo la imaginación de actividad motórica elicitó respuestas autonómicas; Cuthbert y Lang (1989) comprobaron que cuando se imagina una situación que en la realidad estaba cargada de contenido emocional se dan el mismo tipo de respuestas electrodérmicas pero con menor amplitud que se da en la situación vivida realmente.

El presente estudio exploratorio examina el efecto de la modalidad deportiva –deporte de precisión o equipo– y el nivel de rendimiento –bajo, medio y alto rendimiento, según valoración de sus entrenadores– en la activación medida mediante el registro de la conductancia dérmica. Las medidas de conductancia se tomaron en reposo –NCD reposo y RCDs espontáneas–, y como respuestas a preguntas con contenido emocional referidas a la última competición reproducida en imaginación –NCD tarea y magnitud de RCDs–, con el objeto de hallar cual de estas medidas está más afectada por el tipo de deporte y el nivel de rendimiento.

Predecimos que los participantes en deportes de equipo tengan un nivel de activación mayor y respuestas más amplias que los deportistas de precisión, y que esta diferencia sea mayor en los grupos mayor rendimiento. Al mismo tiempo, esperamos que los deportistas de precisión sean más estables y que los jugadores de equipo sean más lábiles en cuanto a sus respuestas electrodérmicas espontáneas. No se hace ninguna predicción sobre cual es la medida más sensible para diferenciar la habilidad para el rendimiento en ambos tipos de deporte.

Método

Participantes

Forman la muestra 66 deportistas que compiten en deportes de precisión y deportes de equipo. Los deportistas de precisión son 32 de los cuales 18 practican tiro con arco y 14 tiro con pistola; la

edad de este grupo se encuentra entre 14 y 49 años con una media de 24.85; diez y siete son hombres y 15 mujeres. Por cada modalidad deportiva (arco y pistola) se eligieron dos clubes (o equipos), uno formado por deportistas de muy variado rendimiento, y otro, supuestamente de mayor rendimiento pues participan en la selección nacional. Se solicitó la participación de todos los miembros del club con la condición de que hubieran competido al menos una vez en el último año. Los deportistas de equipo son 34, de ellos 15 pertenecen a un equipo de fútbol y 19 a un equipo de voleibol; ambos equipos son de categoría juvenil y dentro de esta, juegan en primera categoría. Sus edades se encuentran entre 16 y 18 años y todos son varones. En el conjunto de la muestra, el tiempo de práctica del deporte es variado pero todos llevan más de 3 años practicando y compitiendo. El rendimiento se estableció en tres niveles: bajo, medio y alto. Para determinar el nivel de rendimiento se utilizó el procedimiento de valoración interjueces; de esta manera se salvaban las diferencias entre modalidades deportivas y entre distintos clubes. Dos técnicos conocedores directos de los miembros de su equipo (entrenador y otro técnico deportivo, fuese el segundo entrenador o el preparador físico) valoraron la calidad del rendimiento del deportista mediante una escala tipo Likert donde se puntuaba de 1 a 7 (1 = muy bajo; 7 = muy alto). La correlación entre jueces medida mediante coeficiente de correlación de Pearson fue de $r = .832$. Se utilizó como puntuación final, la puntuación media dada por los dos jueces para cada deportista. Posteriormente se transformó la variable en categórica con tres intervalos “Rendimiento bajo”: 1-3; “Rendimiento medio”: 4-5, y “Rendimiento alto”: 6 y 7. Hay que hacer constar que en opinión de los técnicos deportivos que puntuaron como jueces, y en particular en los deportes de precisión, algunos participantes a los que se otorgaba la puntuación máxima, distaban considerablemente del resto en calidad de rendimiento. Es decir, que la escala no se comportó como tipo Likert donde los intervalos son teóricamente iguales sino que algunos de los participantes que obtienen la puntuación máxima de 7, deberían tener, según los jueces, una puntuación más elevada, muy superior al resto.

Material e instrumentos

La actividad electrodermica fue registrada como CD. La captación se hizo mediante electrodos Ag/AgCl de 10 mm de diámetro y sujetos con belcro a la zona interna de la falange media de los dedos índice y medio de la mano no dominante del deportista. El equipo de registro fue ProComp+ y la aplicación informática BioGraph distribuido por Thought Technology. La CD se expresa en microsiemens (μS). Los estímulos utilizados para eliciar respuestas de CD fueron 9 preguntas correspondientes a la escala cognitiva del *Competitive State Anxiety Inventory-2* (CSAI-2) (Martens, Vealey y Burton, 1990). Se utilizó la traducción al español de Barbero García y Pérez-Llantada (1999). Pueden considerarse estímulos emocionales pues su significado se relaciona con aspectos que conciernen a la persona (Bradley, 2009). Los participantes daban una respuesta verbal a la pregunta (escala de 1 a 4), por lo tanto, la tarea requerida puede considerarse como calificación del estado emocional (visualizado) previo a la realización de una competición en la que realmente había participado el deportista con anterioridad.

Procedimiento

Se informa del procedimiento al participante y se pide su colaboración voluntaria en el estudio. Se confirma que el deportista había participado en alguna competición en el último año. Se co-

locan los electrodos y se le pide que permanezca en reposo con los ojos cerrados pensando en lo que quiera. Se contabiliza la CD durante 3 minutos. Pasados los tres minutos, se pide al participante que abra los ojos mientras se le dan las instrucciones de la “tarea”. Las instrucciones son las siguientes: Te voy a decir unas frases que usan los deportistas para describir sus sensaciones antes de competir; me gustaría que te situases imaginariamente en la competición del pasado día... (la competición acordada); para cada frase das una puntuación entre 1 y 4 según como te sintieses antes de la competición: 1 es “nada”, 2 es “poco”, 3 es “bastante” y 4 es “mucho”. Se le pide que cierre los ojos y el experimentador le hace entonces las preguntas estímulo. Estas son las nueve de la escala cognitiva del CSAI-2. A cada pregunta el participante da la respuesta verbal entre 1 y 4, que anota el experimentador. La siguiente pregunta se inicia pasados 15 segundos después de terminar de formular la anterior. Se toma como indicador de respuesta la amplitud de la primera respuesta que aparece en el periodo de seis segundos siguientes al estímulo (pregunta). Se considera respuesta un incremento de al menos $.02 \mu S$. Desde que se inician las preguntas, el participante permanece con los ojos cerrados. Como se ha detallado en el apartado introductorio, la actividad electrodermica producida mientras se visualiza un hecho vivido en la realidad se considera que tiene un patrón similar al producido en el momento de práctica real.

Medidas

Medidas de CD tomadas en reposo:

NCD reposo: media de CD del periodo de 3 minutos de reposo. Se toma como medida de activación en reposo.

RCDs espontáneas: número de RCDs espontáneas durante los 3 minutos de reposo. Se toma como respuesta el cambio positivo de conductancia de al menos $.02 \mu S$. En el estudio se ha considerado estables, los que tienen 2 o menos RCDs espontáneas, durante los 3 minutos de reposo, semiestables los que tienen entre 3 y 7 RCDs espontáneas y lábiles o de alta labilidad los que tiene más de 8 RCDs espontáneas durante el mismo periodo. Se comprobó que las tres categorías tenían semejante proporción de participantes: $\chi^2 = .58$, $gl = 2$, $p = .75$, NS.

Medidas de CD tomadas después de la presentación de las preguntas/estímulo:

Magnitud de RCDs: media de las nueve RCDs. Se considera que da una respuesta cuando se produce un cambio positivo de conductancia de al menos $.02 \mu S$ en los 6 segundos siguientes a la terminación de la pregunta. La base para computar la magnitud es la amplitud de la primera respuesta que se da al estímulo. El ítem que no cumple con el criterio de respuesta (menos de $.02 \mu S$) se anota cero. Esta medida se toma como activación ante el estímulo/tarea.

NCD tarea: media de la CD máxima registrada seis segundos después de finalizada la pregunta, haya o no respuesta. Se toma como nivel de activación durante la ejecución de la tarea. Este índice de activación tiene en cuenta la amplitud de las respuestas, la habituación y el aumento o descenso del nivel de conductancia a lo largo de la tarea.

El recuento de RCDs espontáneas y la amplitud de las RCDs se hizo manualmente sobre la gráfica de la pantalla del ordenador aplicando la función de zoom.

Respuesta verbal a las preguntas:

CSAI-2: media de la puntuación dada a las nueve preguntas de la escala cognitiva del CSAI-2. Puntuación entre 1 y 4.

Resultados

En primer lugar se verifica si existe correlación significativa en el conjunto de la muestra entre todas las medidas de conductancia que indican activación (NCD reposo, magnitud de RCDs, NCD tarea y RCDs espontáneas) hallando el coeficiente de correlación de Pearson entre ellas. Se confirman que todas están positi

sitivamente relacionadas y de manera significativa en la mayor parte de los casos (Tabla 1). Resalta la alta correlación entre nivel de conductancia en reposo y nivel de conductancia durante la ejecución de la tarea, ($r = .927$). Las única correlación que no tiene significación es la frecuencia de RCDs espontáneas con la magnitud de RCDs, ($r = .140$), mientras que la correlación de RCDs espontáneas con NCD reposo y con NCD tarea, sí es significativa ($r = .565$ y $r = .438$, $p < .01$, respectivamente).

	NCD reposo	Magnitud de RCDs	NCD tarea	Nº de RCDs espontáneas	Respuestas a CSAI-2
NCD reposo	-	.47(**)	.93(**)	.56(**)	.01
Magnitud de RCDs			.67(**)	.14	.07
NCD tarea				.44(**)	.02
Nº de RCDs espontáneas					.27(*)
Respuesta a CSAI-2					-

** $p < .01$; * $p < .05$

Tabla 1. Correlación de Pearson entre medidas de CD y entre éstas y respuesta verbal al CSAI-2.

En cuanto a la correlación entre medidas de conductancia de la piel y las respuestas verbales no existe correlación significativa en el conjunto de la muestra entre amplitud de la RCD y la puntuación dada a la pregunta, en ninguno de los nueve ítems. Sin embargo, en el grupo de precisión existe correlación en el ítem 2 ("Tengo dudas") ($r = -.36$, $p = .03$), y en el grupo de equipo hay correlación en el ítem 7 ("Me preocupa conseguir mi objetivo en esta competición") ($r = -.49$, $p < .05$). En ambos casos la correlación es negativa, es decir que los deportistas que verbalmente dan una alta puntuación en estas dos cuestiones son los que más baja respuesta electrodérmica ofrecen.

A continuación se muestra el análisis de la varianza de las dos variables independientes, nivel de rendimiento (bajo, medio y alto) y tipo de deporte (precisión y equipo) para hallar la interacción entre ambas variables y el efecto de dichas variables en cada una de las variables dependientes: medidas electrodérmicas (NCD reposo, NCD tarea, magnitud y RCDs espontáneas) y respuesta verbal.

La interacción entre el tipo de deporte y el nivel de rendimiento es significativa para todas las medidas electrodérmicas consideradas (Figura 1). Sin embargo no se halla efecto de tipo de deporte sobre dichas medidas y tampoco se halla efecto del

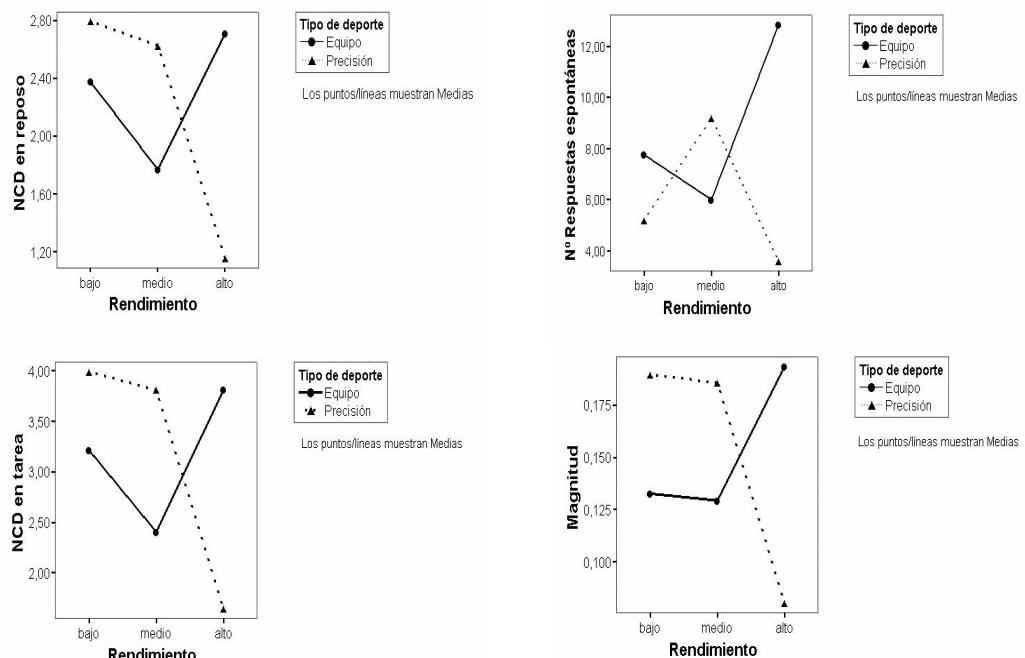


Figura 1. Interacción entre tipo de deporte y nivel de rendimiento en todas las medidas electrodérmicas: NCD en reposo (superior izquierda), Nº de Respuestas espontáneas (superior derecha), NCD en tarea (inferior izquierda), Magnitud de RCDs (inferior derecha).

nivel de rendimiento sobre ellas. La interacción para el NCD reposo es significativa, $F(2.60) = 7.51, p = < .01$; como puede observarse en la figura 1 el NCD reposo es más elevado en los deportes de precisión que en los deportes de equipo cuando el rendimiento es medio. Sin embargo en el grupo de deportistas valorados como de rendimiento alto se invierten los términos y son los jugadores de equipo quienes tienen NCD reposo significativamente más elevado. Para el NCD tarea y la magnitud se observa, así mismo, un efecto de interacción entre el tipo de deporte y el nivel de rendimiento ($F(2.60) = 8.14, p = < .01$, $F(2.60) = 3.91, p = < .025$ respectivamente). En el grupo de rendimiento alto se comprueba, de nuevo, diferencia de NCD tarea y magnitud en los dos tipos de deportes: los deportes de equipo muestran medias significativamente más altas que los deportes de precisión. Tampoco existe efecto de las dos variables independientes (tipo de deporte y nivel de rendimiento) en el NCD tarea y en la magnitud. En RCDs espontáneas se observa una tendencia a la interacción, $F(2.60) = 2.67, p = < .77$, con mayor número de respuestas espontáneas en los deportes de equipo que en los deportes de precisión, en los grupos de rendimiento alto y bajo rendimiento. En la respuesta verbal a la escala cognitiva del CSAI-2 no se observa interacción ni efecto de las dos variables independientes.

La Tabla 2 presenta las medias y desviaciones típicas con las diferencias significativas y no significativas intergrupos obtenidas mediante prueba de DMS. En el conjunto de la muestra, no se comprueba diferencia de medidas de la conductancia de la piel, ni tampoco en la media de las respuestas verbales entre deportes de equipo y deportes de precisión.

En los niveles de rendimiento bajo y medio, contrariamente a lo que ocurre en el nivel de rendimiento alto, las medias de estas variables electrodérmicas, son, en general, más altas en los deportes de precisión que en los deportes de equipo, si bien la diferencia de medias no llega a ser significativa. Puede observarse que cuando el rendimiento es medio las medias son más elevadas en deportes de precisión que en equipo siendo significativa la diferencia de NCD reposo, mientras que la diferencia de medias no es significativa para la RCDs espontáneas, Magnitud y NCD tarea, si bien, los deportes de precisión presentan una desviación típica muy elevada ($X = 3.81$ y $DE = 2.32$; $X = .19$ y $DE = .13$; $X = 9.20$ y $DE = 15.19$, respectivamente). Para las respuestas verbales (media de las 9 preguntas) no hay diferencia significativa en ninguna condición.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis descriptivo intragrupo no paramétrico mediante tablas de contingencia para profundizar en los resultados del grupo de alto rendimiento apoyándonos en las afirmaciones de los jueces que valoraron el nivel de rendimiento de los jugadores. Algunos participantes de los deportes de precisión a los que se otorgaba la puntuación máxima (puntuación 7 en escala tipo Likert de 1 a 7), su rendimiento era valorado como excelente, considerablemente mejor que el resto, no siendo de aplicación la escala Liker de tramos teóricamente iguales. Se comprobó que una alta proporción de deportistas de precisión que eran valorados con la puntuación máxima, 7, tenía muy bajo número de RCDs espontáneas mientras que la proporción de deportistas de equipo con máxima valoración fueron el 50% estables y el 50% lábiles (Tabla 3).

Medidas de CD	Muestra total		Rendimiento bajo		Rendimiento medio		Rendimiento alto	
	Precisión <i>n</i> = 34	Equipo <i>n</i> = 32	Precisión <i>n</i> = 5	Equipo <i>n</i> = 8	Precisión <i>n</i> = 15	Equipo <i>n</i> = 17	Precisión <i>n</i> = 14	Equipo <i>n</i> = 7
NCD reposo	2.00 (1.3)	2.16 (.96)	2.79 (.87)	2.38(.98)	2.63(1.61)*	1.77(.54)*	1.15(.83)*	2.71(1.34)*
NCD tarea	2.94 (2.07)	2.91(1.29)	3.99(.90)	3.21(1.26)	3.81(2.32)	2.40(.82)	1.64(1.32)*	3.81(1.76)*
Magnitud de RCDs	.13 (.12)	.15 (.10)	.19(.08)	.13(.14)	.19(.13)	.13(.09)	.08(.10)*	.19(.09)*
Nº de RCDs espontáneas	6.50 (11.03)	7.64 (7.57)	5.20(3.03)	7.75(6.48)	9.20(15.19)	6.00(5.21)	3.57(4.77)*	12.86(12.14)*
Respuestas a CSAI-2	2.56 (.56)	2.76 (.43)	2.78(.24)	2.71(.47)	2.62(.68)	2.73(.41)	2.49(.50)	2.83(.54)

* Significativo al $p < .05$.

Tabla 2. Media y desviación estandar (entre paréntesis) de nivel de conductancia de la piel en reposo y en tarea, (NCD reposo y NCD tarea) magnitud de las respuesta (Magnitud de RCDs) Nº de Respuestas espontáneas (Nº de RCDs espontáneas) y respuestas verbales a CSAI-2 (Respuestas al CSAI-2), en grupos de rendimiento bajo, medio y alto y, dentro de éstos, en subgrupos de deportes de precisión y deportes de equipo.

Seis de esos los tiradores de precisión puntuados con 7 y además valorados como excelentes (participantes nº: 7, 15, 46, 48, 65 y 66) eran no respondentes o sea daban menos de 2 RCDs espontáneas; hubo un tirador más, puntuado con 7, el cual emitió 7 RCDs espontáneas. Los dos jugadores de equipo valorados con

máxima puntuación fueron dos, uno (participante nº 14) tenía 2 RCDs espontáneas por lo que puede considerarse estable o no respondente y el otro (participante nº 11), tenía 21 RCDs espontáneas, es decir, era lábil.

Tipo de deporte	Precisión				Equipo				
	Nº RCD espontáneas	0-2	3-7	8 y más	Total	0-2	3-7	8 y más	Total
Valoración del rendimiento	Puntuación 7	6 (37.5%) (85.71%)	1 (9.10%) (14.29%)	0 (0%) (0%)	7 (100%)	1 (11.1 %) (50%)	0 (0%) (0%)	1 (8.3 %) (50%)	2 (100%)
	Puntuación 1 a 6	10 (62.5%) (37.04%)	10 (88.9%) (37.04%)	7 (100%) 25.92%	27 (88.89%) (100%)	8 (100%) (26.67%)	11 (91.67%) 36.67%	11 (36.67%)	30 (100%)
	Total	16 (100%)	11 (100%)	7 (100%)	34	9 (100%)	11 (100%)	12 (100%)	32

Tabla 3. Participantes y porcentaje (entre paréntesis) en deportes de precisión y equipo distribuidos por número de respuestas espontáneas y valoración del rendimiento según puntuación de los técnicos.

Discusión y conclusiones

Los hallazgos generales manifiestan que los jugadores de deportes de equipo muestran mayor actividad electrodérmica que los que compiten en deportes de precisión, pero esto solo ocurre en el grupo de rendimiento alto, aquellos que son valorados por sus entrenadores como más hábiles para el deporte, con más alto rendimiento. Los deportistas calificados de menor nivel de rendimiento (grupos de rendimiento medio y bajo) por sus entrenadores no tienen diferencia alguna en las medidas de conductancia dérmica consideradas. Así pues, los deportistas de equipo de mayor rendimiento tienen mayor nivel de conductancia, dan respuestas más amplias a preguntas relacionadas con la competición y tienen mayor número de respuestas espontáneas que los deportistas de precisión de alto rendimiento. Puede decirse que aquellos son más lábiles y estos más estables.

En un primer momento tratamos de hallar cuál de las medidas electrodérmicas registradas era la más adecuada para diferenciar a deportistas de precisión de los deportistas de equipo. En nuestro estudio, en coherencia con resultados previos (Bull y Gale, 1973; Lacey y Lacey, 1958a; Schell, Dawson, y Filion, 1988), se observa que los deportistas lábiles tienen mayor nivel de activación que los deportistas estables: la correlación entre las medidas registradas en la muestra total están todas relacionadas positivamente, es decir, todas ellas miden activación. La proporción de significación, si bien, es diferente: hay elevada correlación entre NCD tarea y NCD reposo, y mas baja, aunque significativa, correlación entre NCD tarea y magnitud de respuesta. Esto parece indicar que durante la tarea el NCD tarea es el mejor índice de activación pues es menos susceptible de cambios influidos sea por la habituación (disminución de la amplitud de la respuesta) o por la disminución de la vigilancia (disminución del nivel anterior a la respuesta), mientras que la magnitud sí se ve afectada por estos factores. Las RCDs espontáneas se relacionan positivamente con el NCD reposo confirmándose que este parámetro contribuye a elevar el nivel de conductancia (Boucsein, 1992). También se relacionan positivamente con el nivel en tarea, es decir que los individuos que tienen alta tasa de respuestas espontáneas tienen elevada la conductancia de la piel cuando ejecutan una tarea cognitiva /emocional. Critchley, (2002) en su revisión de estudios neurológicos asegura que las respuestas espontáneas y las respuestas a estímulos significativos tienen su origen en la misma red neurológica cerebral. Sin embargo las RCDs espontáneas apenas correlacionan con la amplitud de las respuestas que

se emiten en tarea por lo que el criterio de elevada habituación de los estables según el cual la magnitud de las respuestas decrece cuando disminuyen las RCDs espontáneas, no se cumple en nuestros deportistas. Podemos concluir que la habilidad/estabilidad es el indicador que debe tomarse para analizar las diferencias entre los deportistas y su rendimiento.

Las respuestas verbales a las preguntas, a su vez, nocorrelacionan con las medidas de conductancia dérmica. Las RCDs espontáneas es la única correlación significativa aunque poco elevada. La relación entre respuestas verbales y respuestas psicofisiológicas ha sido ampliamente debatida principalmente en la medición de la ansiedad (Brenner, Beauchaine y Silvers, 2005). Crider (1993 y 2008) concluye que las medidas obtenidas mediante autoinforme sobre el estado de ansiedad no se refieren a los mismos procesos que las respuestas electrodérmicas. Admite que la emisión de RCDs espontáneas expresan una alta carga de trabajo cognitivo pero no especifica que el contenido de los pensamientos implique necesariamente preocupación o que sean de tipo ansiógeno.

En cuanto al objetivo principal del estudio, se verifica las diferencias de actividad electrodérmica en deportistas de equipo y de precisión solamente en el grupo de alto rendimiento. Los jugadores de equipo de mayor rendimiento tienen mayor nivel de conductancia, dan respuestas más amplias a preguntas relacionadas con la competición y tienen mayor número de respuestas espontáneas que los deportistas de precisión de alto rendimiento. En los grupos de rendimiento bajo y medio no existe diferencia entre ambos tipos de deporte. Tampoco existe diferencia significativa entre los grupos de bajo, medio y alto rendimiento dentro de un mismo tipo de deporte. Aunque, de acuerdo con lo esperado, en los deportes de precisión las medidas de conductancia dérmica son, en general, más altas en rendimiento bajo y medio que en rendimiento alto, y en deportes de equipo suelen ser más bajas cuando el rendimiento es mas bajo, la elevada variabilidad dentro de cada categoría de rendimiento, no permite hacer ninguna predicción ni en precisión ni en equipo cuando se trata de deportistas menos valorados por su habilidad.

En el análisis intragrupo y caso por caso de los participantes pertenecientes al grupo de alto rendimiento se vio que prácticamente todos los deportistas de precisión calificados como excelentes en su rendimiento tenían como característica común: su actividad electrodérmica correspondía al tipo de no respondentes, es decir, no daban respuestas espontáneas, la amplitud de respuesta en las primeras preguntas era muy pequeña, o no existente,

y desaparecía la respuesta en las últimas preguntas, y su nivel de conductancia era relativamente poco elevado. En los dos jugadores de equipo calificados con máxima puntuación uno era no respondente mientras que el otro por el contrario mostraba alta labilidad electrodérmica. En resumen, y a la luz de este examen intra-suunto posterior, puede interpretarse que la cualidad electrodérmica que marca la diferencia entre deportistas de equipo y deportistas de precisión es la ausencia de responsividad de los deportistas de precisión con rendimiento deportivo muy elevado y la superior responsividad media de los deportistas de equipo de alto rendimiento.

En deportes de precisión, como ya se ha visto, los mejores resultados en tareas cerradas similares a las producidas por los deportistas de precisión de nuestra muestra van precedidos de indicadores electrodérmicos de baja activación (Caterini et. al., 1995; Tretilova y Rodimin, 1979; Tremayne, y Barry, 2001; Vaez-Mousavi, Hashemi-Masoumi y Jalali, 2008). Cuando se han tomado medidas de activación central también se ha comprobado que las buenas actuaciones se han obtenido de manera concomitante con relajación de la actividad cerebral (Hatfield, Landers y Ray, 1984; Haufler, Spalding, Santa María y Hatfield, 2000). Nuestros resultados confirman que la ejecución excelente de los deportes de precisión se obtiene cuando se consigue una actividad mental relajada que permite enfocar la atención en estímulos externos fijos (estímulo diana) sin que otra actividad cognitiva distraiga este foco de atención. Una actividad nerviosa simpática relativamente reducida indicada por el patrón de conductancia dérmica de los establecidos, mejor aún, de los no respondentes, facilita la calidad de la ejecución de los deportes de precisión.

En deportes de equipo la relación entre elevada activación central y buena ejecución de las tareas abiertas implícitas en estos deportes no ha sido claramente confirmada en trabajos previos. Se debe, en parte, a la escasez de estudios llevados a cabo directamente con deportistas. Los estudios realizados en laboratorio y con tareas que pretenden tener requerimientos cognitivos similares a las tareas ejecutadas en el campo de juego, concluyen que estas tareas abiertas exigen alto nivel de activación mental. La activación facilita más rápidos tiempos de reacción y mejores resultados en tareas de vigilancia que requieren detección de señales infrecuentes durante largos períodos de tiempo. Es decir, los lábiles realizan mejor tareas que requieren rápida respuesta y atención sostenida para la detección de estímulos novedosos

durante períodos de tiempo largos, en tareas de vigilancia prolongada (Crider, 1993; Davies y Parasuraman, 1982; Sakai, Baker y Dawson, 1992; Wilson y Graham, 1989). La emisión de respuestas espontáneas detecta la actividad cognitiva esforzada dirigida a mantener la atención (Crider 2008; Gendolla y Richer, 2005).

Nuestros resultados en los deportes de equipo expresan, en general, mejor ejecución con medidas de conductancia dérmica más amplias y elevadas, pero el hallazgo de al menos un jugador de equipo no respondente valorado con máxima puntuación en su rendimiento, y la alta variabilidad intersujetos de las medidas dentro de cada nivel de rendimiento hace pensar que tal vez existan factores que modulen la afirmación de que la alta activación –la labilidad electrotérmica– beneficia a los jugadores de equipo. Collet y otros (1999) en el estudio ya mencionado con jugadores de voleibol donde se relacionaban las respuestas autonómicas con la calidad de la ejecución, encontraron que la media de las respuestas autonómicas eran con frecuencia más amplias y de mayor duración cuando realizaban con éxito la tarea pero las desviaciones estándar eran tan elevadas que las diferencias entre éxito y fracaso fueron débiles. Los autores lo atribuyen a diferencias individuales en la elección de la rama autónoma con la que responden preferentemente las personas, basándose en la hipótesis de la especificidad de las respuestas autónomas (Lacey y Lacey, 1958b; Collet et al., 1997). Otra explicación alternativa a la escasa asociación entre labilidad y rendimiento en juegos de equipo es que podría deberse a las diferencias atencionales y cognitivas del puesto que desempeña el jugador en el equipo. Algunos trabajos (Gendolla y Richter, 2005) han demostrado que es necesaria elevada labilidad para ejecutar con éxito tareas donde predomina la asignación de recursos atencionales, es decir que exigen aguda vigilancia, pero cuando se deben tomar decisiones tácticas o la ejecución de la tarea depende en gran medida de la destreza, la actividad electrodérmica no sirve para predecir la adecuada ejecución de la tarea.

En conclusión podemos decir que el alto rendimiento en los deportes de precisión se asocia con estabilidad electrodérmica mientras que en los deportes de equipo la labilidad, indicada por el número de respuestas espontáneas, tiende a ser más alta en los deportes de equipo pero su fiabilidad es más baja que la estabilidad en los deportes de precisión.

CONDUCTANCIA DE LA PIEL EN DEPORTES DE PRECISIÓN Y DEPORTES DE EQUIPO. ESTUDIO PRELIMINAR

PALABRAS CLAVE: Deporte, Conductancia de la piel, Activación, Atención.

RESUMEN: La conductancia de la piel es una medida muy sensible de la actividad del sistema nervioso simpático y su registro se considera la medida psicofisiológica más adecuada para conocer el nivel de activación (arousal). Es bien conocido que el rendimiento adecuado en diferentes deportes requiere distintos estados de activación mental dependiendo de las exigencias atencionales y cognitivas cada tipo de deporte. El presente estudio compara la conductancia de la piel de deportistas que compiten en deportes de precisión y en deportes de equipo. Se tiene en cuenta el rendimiento deportivo categorizado como bajo, medio y alto según el juicio de los entrenadores. La conductancia de la piel se registra en reposo y como respuesta a preguntas con contenido emocional sobre su última competición mientras la imaginan. Los resultados muestran diferencias en el grupo calificado de rendimiento alto: los jugadores de equipo muestran mayor actividad electrodérmica que los deportistas de precisión.

CONDUTÂNCIA DA PELE EM DESPORTOS DE PRECISÃO E DESPORTOS DE EQUIPA. ESTUDO PRELIMINAR

PALAVRAS-CHAVE: Desportos, Condutância da pele, Activação, Atenção.

RESUMO: A condutância da pele é uma medida muito sensível da actividade do sistema nervoso simpático e o seu registo considera-se a medida psicofisiológica mais adequada para conhecer o nível de activação (arousal). É reconhecido que o rendimento adequado em diferentes desportos requer diferentes estados de activação mental dependendo das exigências atencionais e cognitivas de cada modalidade. O presente estudo compara a condutância da pele de desportistas que competem em desportos de precisão e em desportos de equipa. É tido em conta o rendimento desportivo categorizado como baixo, médio e alto, segundo a avaliação dos treinadores. A condutância da pele é registada em repouso e como resposta a perguntas com conteúdo emocional relativamente à sua última competição. Os resultados revelam diferenças no grupo de rendimento alto: os jogadores de equipa mostram maior actividade electrodérmica que os desportistas de precisão.

Referencias

- Anderson, K. J. (1990). Arousal and the inverted-U hypothesis: A critique of Neiss's "Reconceptualizing arousal". *Psychological Bulletin, 107*, 96-100.
- Barbero García, M. I. y Pérez- Llantada, M. C. (1999). Cuestionarios en psicología del deporte. En A. López de la Llave, M. C. Pérez – Llantada y J. M. Buceta (Eds.), *Investigaciones breves en psicología del deporte* (pp. 51-55). Madrid: Dykinson.
- Barry, R. J. (1987). Orienting and other responses to preliminary process theory. En P. K. Ackles, J. R. Jennings y M. G. H. Coles (Eds.), *Advances in Psychophysiology* (Vol. 2) (pp. 285-327). Greenwich, CT: JAI Press.
- Bolliet, O., Collet, C. y Dittmar, A. (2001). Preparation period in shot put: skin resistance as reliable index in studying concentration. *Science and Sport, 16*, 156-161.
- Boucsein, W. (1992). *Electrodermal activity*. Nueva York: Plenum Press.
- Bradley, M. M. (2009). Natural selective attention: orienting and emotion. *Psychophysiology, 46*, 1-11.
- Brenner, S. L., Beauchaine, T. P. y Silvers, P. D. (2005). A comparison of psychophysiological and self-report measures of BAS and BIS activation. *Psychophysiology, 42*, 108-115.
- Bull, R. H. y Gale, M. A. (1973). The reliability and inter-relationships between various measures of electrodermal activity. *Journal of Experimental Research in Personality, 6*, 300-306.
- Caterini, R., Delhomme, G., Deschaumes-Molinaro, C., Dittmar, A., Economides, S. y Vernet-Maury, E. (1995). Increased activation as a limiting factor of performance in sharp shooters. *Neuropsychology, 33*, 385-390.
- Collet, C., Deschaumes- Molinaro, C., Delhomme, G., Dittmar, A. y Vernet-Maury, E. (1994). Autonomic responses correlate to motor anticipation. *Behavioral Brain Responses, 63*, 71-79.
- Collet, C., Dittmar, A. y Vernet-Maury, E. (1999). Programming or inhibiting action: evidence for differential autonomic nervous system response patterns. *International Journal of Psychophysiology, 32*, 261-276.
- Collet, C., Roure, R., Delhomme, G., Dittmar, A., Rada, H. y Vernet-Maury, E. (1999). Autonomic nervous system responses as performance indicators among volleyball players. *European Journal of Applied Physiology, 80*, 41-51.
- Collet, C., Vernet-Maury, E., Delhomme, G. y Dittmar, A. (1997). Autonomic nervous system response patterns specificity. *Journal of Autonomic Nervous System, 62*, 45-57.
- Crespo, M. (1994). Formulaciones de la significación funcional de la respuesta de orientación. *Psicothema, 6*, 265-281.
- Crider, A. (1993). Electrodermal response lability-stability: Individual difference correlates. En J. C. Roy., W. Boucsein, D. C. Fowles y H. J. Grzelier (Eds.), *Progress in electrodermal research* (pp. 173-186). Nueva York: Plenum.
- Crider, A. (2008). Personality and electrodermal response lability: an interpretation. *Applied Psychophysiological Biofeedback, 33*, 141-148.
- Critchley, H. (2002). Electrodermal responses: What happens in the brain?. *The Neuroscientist, 8*, 132-142.
- Cuthbert, P. y Lang, P. J. (1989). Imagery, memory and emotion: A psychophysiological analysis of clinical anxiety. En G. Turpin (Ed.), *Handbook of clinical psychophysiology*. Chisterter: John Wiley.
- Davies, D. R. y Parasuraman, R. (1982). *The psychology of the vigilance*. Londres: Academic Press.
- Dawson, M. E., Schell, A. M. y Filion, D. L. (2000). Psychophysiology of emotion. En J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary y G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (pp. 200-223). Nueva York: Cambridge University Press.
- Decety, J., Jeannerod, M., Durozard, D. y Baverel, G. (1993). Central activation of autonomic effectors during mental simulation of motor actions in man. *Journal of Physiology, 461*, 549-563.
- Deschaumes-Molinaro, C., Dittmar, A. y Vernet-Maury, E. (1992). Autonomic nervous system response patterns correlate with mental imagery. *Physiology and Behavior, 51*, 1021-1027.
- Duffy, E. (1962). *Activation and behaviour*. Nueva York: Wiley.
- Edelberg, R. (1973). Mechanisms of electrodermal adaptations for locomotion, manipulation, or defense. *Progress in Physiological Psychology, 5*, 155-209.
- Feldman-Barret, L. (2006). Are emotions natural kinds? *Perspectives on Psychological Science, 1*, 25-58.
- Feltz, D. L. y Landers, D. M. (1983). The effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *Journal of Sport Psychology, 5*, 25-57.
- Filion, D. L., Dawson, M. E., Schell, A. M. y Hadlett, E. A. (1991). The relationship between skin conductance orienting and the allocation of processing resources. *Psychophysiology, 28*, 410-424.
- Fowles, D. C. (1986). The eccrine system and electrodermal activity. En M.G. H. Coles, E. Donchin, y S.W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, Processes and Applications* (pp. 51-96). Nueva York: Guilford.
- Fredriksson, M., Furmark, T., Ollsson, M., Fischer, H., Andersson, J. y Langström, B. (1998). Functional neuroanatomical correlates of electrodermal activity: a positron emission tomography study. *Psychophysiology, 35*, 176-185.
- Freixa i Baqué, E. (1993). Nueva clasificación y nomenclatura de la actividad electrodermica. *Psicología Conductual, 1*, 157-170.
- Gendolla, G. H. y Richer, M. (2005). Ego involvement and effort: cardiovascular, electrodermal and performance effects. *Psychophysiology, 42*, 595-603.
- Hatfield, B. D., Landers, D. M. y Ray, W.J. (1984). Cognitive processes during self-paced motor performance: an electroencephalographic profile of skilled marksmen. *Journal of Sport Psychology, 6*, 42-59.
- Haufler, A. J., Spalding, T. W., Santa María, D. L. y Hatfield, B. D. (2000). Neurocognitive activity during a self-paced visuospatial task: comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. *Biological Psychology, 53*, 131-160.
- Iglesias, D., Moreno, M. P., Santos-Rosa, J., Cervelló, E. M. y Del Villar, F. (2005). Cognitive expertise in sport: relationships between procedural knowledge, experience, and performance in youth basketball. *Journal of Human Movement Studies, 49*, 65-76.
- Jägin, W. (2003). The autonomic nervous system and its coordination by the brain. En R. J. Davinson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.). *Handbook of Affective Sciences* (pp. 135-186). Nueva York: Oxford University Press.
- Janelle, C. J., Duley, A. A. y Coombes, S. A. (2004). Psychophysiological and related indices of attention during motor skill acquisition. En A. M. Williams y N. J. Hodges (Eds.). *Skill acquisition in sport. Research theory and practice* (pp. 282-308). Londres: Routledge.
- Kannekens, R., Elferink- Gemser, M. y Visscher, C. (2009). Tactical skills of world-class youth soccer teams. *Journal of Sport Sciences, 27*, 807-812.
- Katkin, E. S. (1975). Electrodermal lability: a psychophysiological analysis of individual differences in response to stress. En I. G. Sarason y C.D. Spielberger (Eds.), *Stress and Anxiety: Vol. 2* (pp. 141-176). Washington: Aldine.

- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*, 84, 394-421.
- Lacey, J. I. y Lacey B. C. (1958a). The relationship of resting autonomic activity to motor impulsivity. *Proceedings of the Association for Research in the Nervous and Mental Disease*, 36, 144-209.
- Lacey, J. I. y Lacey B. C. (1958b). Verification and extension of the principle of autonomic response stereotypy. *American Journal of Psychology*, 71, 50-73.
- Lang, P. J., Öhman, A. y Simons, F. R. (1978). The psychophysiology of anticipation. En J. Requin (Ed.) *Attention and Performance VII* (pp. 469-485). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates
- Malmo, R. (1959). Activation: a neuropsychological dimension. *Psychological Review*, 66, 367-386.
- Martens, R., Vealey, R. S. y Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W. y Eves, F. F. (2000). From novice to no know-how: a longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of Sport Sciences*, 18, 11-120.
- Mora, J. A., Zarco, J. A. y Blanca, M. J. (2001). Atención- concentración como entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo en jugadores profesionales de fútbol. *Revista de Psicología del Deporte*, 10, 49-68.
- Morilla, M. y Pérez, E. (2002). *Entrenamiento de la atención y la concentración en el fútbol*. Sevilla: Difusión gráfica.
- Nicula, R. (1991). Psychological correlates of non-specific skin conductance responses. *Psychophysiology*, 28, 86-90.
- Öhman, A. (1992). Orienting and attention: preferred preattentive processing of potentially phobic stimuli. En B. A. Campbell, H. Hayne y R. Richardson (Eds.), *Attention and Information Processing in Infants and Adults* (pp. 263-295). Hillsdale, NJ: LEA.
- Öhman, A., Dimberg, U. y Esteves, F. (1989). Preattentive activation of aversive emotions. En T. Archer y L.G. Nilsson (Eds.), *Aversion, avoidance, and anxiety* (pp. 169-196). NJ: LEA.
- Oisi, K., Kasai, T. y Maeshima, T. (2000). Autonomic response specificity during motor imagery. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 19, 255-261.
- Oken, B. S., Salinsky, M. C. y Elsas, M. (2006). Vigilance, alertness, or sustained attention: physiological basis and measurement. *Clinical Neurophysiology*, 117, 1885-1901.
- Pribram, K. H. y McGuinness, D. (1975). Arousal, activation, and effort in the control of attention. *Psychological Review*, 82, 116-149.
- Sakai, M. L., Baker, L. A. y Dawson, M. E. (1992). Electrodermal lability: individual differences affecting perceptual speed and vigilance performance in 9 to 16 year-old children. *Psychophysiology*, 29, 207-217.
- Schell, A. M., Dawson, M.E. y Filion, D. L. (1988). Psychophysiological correlates of electrodermal lability. *Psychophysiology*, 25, 619-632.
- Singer, R. N. (2000). Performance and human factors: considerations about cognition and attention for self-paced and externally-paced events. *Ergonomics*, 43, 1661-1680.
- Spinks, J. A. y Siddle, D. A. T. (1983). The functional significance of the orienting response. En D. A. T. Siddle (Ed.), *Orienting and habituation: Perspective in human research* (pp. 237-314). Chichester: Wiley.
- Tradel, D. y Damasio, H. (1994). Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance responses. *Psychophysiology*, 31, 327-338.
- Tremayne, P. y Barry, R. J. (2001). Elite pistol shooters: physiological patterning of best vs. worst shots. *International Journal of Psychophysiology*, 41, 19-29.
- Tretirova, G. A. y Rodimin, E. M. (1979). The study of emotional arousal in shooters (Resumen). *Theory and Practice of Physical Culture*, 5, 28.
- Vaez-Mousavi, S. M., Barry, D.R., Rushby, J. A. y Clarke, A. R. (2007). Evidence for differentiation of arousal and activation in normal adults. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 67, 179-186.
- Vaez-Mousavi, S. M., Hashemi-Masoumi, E. y Jalali, S. (2008). Arousal and activation in a sport shooting task. *World Applied Sciences Journal*, 4, 824-829.
- Venables, P. H. y Christie, M. J. (1980). Electrodermal activity. En I. Martin y P. H. Venables (Eds.), *Techniques in psychophysiology* (pp. 3-67). Chichester U. K.: Wiley.
- Vernet- Maury E., Robin, O., Caterini, R., Delhomme, G., Dittmar, A. y Economides, S. (1996). Skin potential polarity as an index of emotional load. *Homeostasis*, 37, 145-154.
- Vickers, J. N., Bales, J., Pike, R., Dolan, C., Lemieux, C. y Ryan, G. (1996). *Decision training in volleyball*. Calgary: National Coaching Institute.
- Ward, P. y Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25, 93-111.
- Weinberg, N. S. (1981). The relationship between mental preparation strategies and motor performance: a review and critique. *Quest*, 33, 195-213.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer. Implications for talent identification and development. *Journal of Sport Sciences*, 18, 737-750.
- Williams, A. M. y Ericsson K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24, 283-307.
- Wilson, K. G. y Graham, R. S. (1989). Electrodermal lability and visual information procesing. *Psychophysiology*, 26, 321-328.
- Wulf, G., Höb, M. y Prinz, W. (1998). Instruction for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *Journal of Motor Behavior*, 30, 169-179.
- Zimmer, H., Vossel, G. y Frohlich. W. D. (1990). Individual differences in resting heart rates and spontaneous electrodermal as predictors of attentional processes: Effects on anticipatory heart rate deceleration and task performance. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 249-259.