

FACTORES PSICOLÓGICOS EN TENIS. CONTROL DEL ESTRÉS Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

PSYCHOLOGICAL FACTORS IN TENNIS. CONTROL OF STRESS AND ITS RELATION WITH PHYSIOLOGICAL PARAMETERS

Suárez Rodríguez, David¹; Lorenzo García, Oscar²

¹Departamento de Morfología y Biología Molecular. Universidad de Oviedo; ² Universidad Autónoma de Madrid

Fecha de recepción : 22-11-13

Fecha de aceptación : 15-01-14

Resumen

El tenis es un deporte en el que se manifiestan las diversas cualidades físicas de una forma muy específica y en clara interrelación con factores técnicos, tácticos y psicológicos. Continuamente se producen acciones cognitivas con toma de decisión y diversas variaciones en el posible grado de ansiedad del jugador. Como actividad de relación con un oponente y ante tareas abiertas variables, se produce una íntima y continua conexión entre nuestro medio interno y el medio externo. Esto determina que los procesos psicológicos, hormonales, metabólicos, histológicos, biomecánicos, etc., se manifiesten de forma más o menos interrelacionada y compleja. Con el fin de aportar información sobre el comportamiento psicológico y su relación con los parámetros fisiológicos realizaremos un análisis un análisis teórico del estrés y su manifestación y control durante el juego.

Palabras clave

Estrés, activación, frecuencia cardiaca, lactato, percepción subjetiva.

Abstract

The tennis is a sport in which show the various physical qualities in a very specific way, and in clear interrelation with technical, tactical and psychological factors. Continuously cognitive actions with decision making and different variations occur in the possible degree of anxiety of the player. As a activity of relationship with an opponent, and variable open tasks, there is an intimate and continuous connection between our internal environment and the external environment. This determines that processes histological metabolic, hormonal, psychological, biomechanical, etc, are manifested form more or less interconnected and complex form. In order to provide information on the psychological behavior and its relationship with physiological parameters a theoretical analysis of the stress and its manifestation and control conduct an analysis during the game.

Key words

Stress, activation, heart rate, lactate, subjective perception.

Introducción

Desde un punto de vista fisiológico el tipo de esfuerzo intermitente tiene unas características diferenciales respecto a acciones de tipo continuo. Así, parece que se pueden soportar cargas más elevadas cuando se alternan periodos de esfuerzo y recuperación (Zint, 1987; García Verdugo, 2007). Al mismo tiempo el efecto sobre los requerimientos bioenergéticos no son idénticos y el efecto sobre el organismo del deportista varía en algunos apartados.

El factor cognitivo de toma de decisiones sin duda es de gran importancia. La capacidad de mantener un elevado grado de confianza, con un control óptimo de las emociones y de los pensamientos, permitirán llevar a cabo decisiones más acertadas y a una intensidad óptima. Estos factores son los que provocan que sea de gran importancia que el número de competiciones sea realmente elevado y a su vez un porcentaje importante del tiempo preparatorio deba estar compuesto por partidos y “situaciones jugadas”.

Los factores volitivos y emocionales pueden alterar los diversos valores obtenidos a la hora de medir el grado de fatiga, como ocurre al presentarse una “fatiga compensada”, incrementándose los mecanismos para mantener el nivel de juego y esfuerzo. Tanto la capacidad de decisión, el control emocional, el grado de activación, la confianza, capacidad de sufrimiento, voluntad, se van poniendo en escena durante la competición (torneo), y la unidad competitiva (partido), de una forma continua pero variable según se vaya desarrollando el juego.

Podemos suponer que estos factores irán cambiando según los diversos momentos del partido y que las características y exigencias del partido también influirán en los diversos parámetros psicológicos. Para estudiar el desarrollo de un partido de tenis se ha utilizado predominantemente la medida de la frecuencia cardíaca por resultar un parámetro eficaz para controlar las demandas energéticas y la intensidad del esfuerzo. Los primeros trabajos publicados con el uso del pulsómetro (Docherty, 1982; Portes y cols., 1982; Friedeman y cols., 1984; Morgans y cols., 1987; Therminarias y cols., 1991; Christmass y cols., 1993; Reyly y Palmer, 1993; Kavis, 1993), enfocaron sus esfuerzos en aclarar las demandas energéticas dentro del tenis y lo hicieron a través de la toma de frecuencia cardíaca y extrapolando a partir de ella el consumo de oxígeno. Sin embargo el registro de la frecuencia cardíaca y su análisis se ha utilizado con menor frecuencia como un medidor de la intensidad psicológica, posiblemente por la complejidad de la tarea y por su solapamiento con la intensidad fisiológica.

Activación, estrés y rendimiento

Desde hace años se intenta conocer cuáles son los niveles de activación más adecuados para alcanzar el desarrollo máximo del rendimiento de los deportistas. Para ello se han utilizado diversos métodos de biofeedback, entre ellos el análisis de las variaciones de la frecuencia cardíaca. En un estudio realizado por Lowe (1973) en beisbol, a través de la medida de la respuesta cardíaca se ve que el mejor rendimiento se logra con activaciones moderadas. Martens y Landers (1970), hallaron resultados similares con escolares en controles de rendimiento motor. Lo cual está en concordancia con la hipótesis de la U-invertida de Yerkes y Dodson (1908). También se midió la velocidad de respiración, encontrándose una relación entre ambos métodos.

Parece que los niveles de activación tienen que ser suficientemente elevados para cada actividad deportiva, así Tretilova y Rodimiki (1979) vieron que en tiradores había un incremento sustancial de la frecuencia cardíaca a la hora de disparar. Este estudio resulta interesante pues las modalidades de precisión con un bajo componente de fuerza, son actividades de baja demanda de activación y al mismo tiempo de reducida exigencia cardiovascular, por lo que en parte queda restringida la demanda física y el incremento es predominantemente de carácter psicológico. Kozar (1964) registra aumentos considerables en escaladores de competición antes de la prueba.

Sin embargo el exceso de presión, si es demasiado alta para los mecanismos de control y gestión del individuo, provocan un exceso de tensión muscular que se verá reflejada también en un incremento de la tasa cardíaca, y conllevará lo que habitualmente los deportistas y entrenadores describen como agarrotamiento. Esta situación reduce de forma crítica el control motor y la precisión gestual. Al mismo tiempo repercutirá en el grado de concentración del jugador.

Weimberg y Hunt (1976), en un estudio con tenistas en el que se controló el nivel de ansiedad-rasgo mediante la prueba de Spielberg, encontraron resultados más bajos de precisión en los golpes en los tenistas con altos valores de ansiedad. Se pudo ver también que se veía reflejado este mayor grado de ansiedad en la forma de golpear la pelota, modificándose las formas habituales de cada sujeto. Weimberg y Genuchi (1980), encuentran resultados similares en golfistas. No obstante el nivel de los jugadores influirá en el grado de activación óptimo, en la precisión y en la capacidad de mantener la estructura gestual en la ejecución de los golpes bajo situaciones de estrés.

Parece lógico afirmar que el grado de activación tiene un componente individual y, al mismo tiempo específico de la modalidad deportiva e incluso de la situación del juego. Lo que debería ser especialmente relevante en la preparación del jugador sería la capacidad de controlar su percepción de la activación y su control hacia los niveles más óptimos para su rendimiento. En esta dirección en una investigación clásica Fenz y Epstein (1967), midieron los cambios del ritmo cardíaco, respiración y conductancia de la piel en paracaidistas noveles y experimentados desde el momento de llegada al aeródromo hasta el momento de saltar. Los resultados hallados mostraban que en ambos grupos se intensificaban las pulsaciones hasta el despegue del avión, pero mientras que el grupo de noveles seguía incrementándose según se acercaba el momento del salto, en los experimentados se estabilizaba e incluso se reducía. Lo que determinaba un control del estrés y de las reacciones fisiológicas.

Aproximarse al conocimiento del nivel óptimo de activación del tenista para poder desarrollar al máximo su nivel de juego, parece un objetivo prioritario. En tenis no existen estudios que nos acerquen al conocimiento específico de las necesidades propias del deporte. Pero se confirma en estudios en otros deportes como el de Tretilova y Rodimiki (1979), con tiradores de alto nivel en el que encontraron que los mejores resultados se lograron cuando la tasa cardiaca se incrementaba por encima de los valores de reposo entre 8 y 50 latidos por minuto. Valores superiores o inferiores a este rango se relacionaba con bajo rendimiento. Debemos resaltar que se trata de un deporte de baja demanda energética y con un alto componente de precisión.

Factores de intensidad psicológica

Activación

El grado de activación debería ser próximo al óptimo. Ese nivel idóneo estará determinado por las características del tenis, el tipo de juego que desarrolla el propio jugador y en menor medida su oponente, pero al mismo tiempo podrá ir variando según las situaciones del juego y del marcador. Por ello es relevante que el jugador sea capaz de controlar y modificar su grado de activación, pues se trata de algo en continuo “movimiento”.

Al mismo tiempo parece que niveles de activación relativamente elevados facilitarían la atención selectiva, lo que se ve reflejado en los deportistas de alto nivel. Así para una misma tarea el nivel óptimo de arousal es mayor en jugadores avanzados respecto a los noveles (Cox, 2004).

La activación puede estar relacionada con el “impacto” que la determina. En este impacto se agruparían tres fuentes de estímulo: la intensidad del estímulo, el significado, y la variación (Casis y Zumalabe, 2008).

Creemos también que frente a estímulos de alta demanda energética, elevados niveles de activación, podrían ser positivos para el rendimiento dentro de los límites adecuados, pero si la hiperventilación, consumo de oxígenos y frecuencia cardíaca se viera incrementada de forma sustancial ante grandes demandas físicas, podría ser un elemento elevador de la fatiga. El incremento del impacto de la demanda psicológica podría conllevar una elevada intensidad global, que se vería reflejada en niveles más altos de los principales medidores: respuesta cardíaca, parámetros ventilatorios (consumo de oxígeno, cociente respiratorio, equivalentes ventilatorios, hiperventilación), catecolaminas y lactato (Ferrauti y cols., 2001; Ferrauti y cols., 2001).

Motivación

Se puede caer en el error de pensar que motivación y activación son una misma cosa, pero sin embargo si se puede establecer una relación clara entre ambos mediante la intensidad de juego. Por un lado la motivación incrementará la atención y la intensidad de juego y, al mismo tiempo las metas más elevadas y una mayor demanda deportiva elevará la motivación del deportista. Podemos diferenciar dos tipos: motivación **hedonista** (reducción de la tensión y obtención de placer) y motivación **intencional o de metas** (Casis y Zumalabe, 2008).

Esta última sería la que más relación tendría con el deporte de alto nivel, con la necesidad de logros, de la presencia de un reto, con la intensidad del juego, con el estrés y con la elevada activación de los mecanismos fisiológicos y psicológicos.

Estrés

Cuanto más importante sea el evento competitivo, mayor será el estrés que provoque (Goulk y Weimberg, 1996). Al mismo tiempo la dificultad también puede incrementar el estrés, pero niveles más grandes de activación no tiene por qué ser negativo. Pudiendo hablarse, aunque existe discrepancia entre diversos autores, de grados de estrés que incrementan el rendimiento y, otros que por el grado o forma de manifestarse lo reducirán. El estrés influirá en las capaci-

dades del deportista por medio del nivel de vigilancia, lo que incrementará la activación y por ello en ocasiones el rendimiento (Thomas, 1999).

En el campo de la fisiología del ejercicio y del entrenamiento deportivo, el estrés es el elemento determinante e imprescindible para provocar una alteración de la homeostasis del organismo y las consiguientes adaptaciones y sobre adaptaciones, provocando las mejoras energéticas y estructurales del organismo. Pero en caso de ser imposible de superar provocarían un distrés, que producirían el estancamiento e incluso podrían llegar a hacer peligrar la integridad del individuo.

Ansiedad

Lo que sí podría conllevar un rendimiento bajo sería una percepción de complejidad elevada, en la que el individuo no se sintiera con la capacidad suficiente para afrontar este estrés, provocándose una elevada ansiedad (Cox, 2008), o con una activación superior a la óptima para cada deportista frente a la tarea a superar. La manifestación de ansiedad, exceso de activación y de estrés, podrían conllevar una dificultad para focalizar de forma adecuada la atención, con una peor concentración, toma de decisiones, reducción de la autoconfianza, y un incremento excesivo del tono muscular, dificultándose la ejecución de los movimientos técnicos por el incorrecto control de la tensión intra e intermuscular.

Desde una teoría cognitiva se ve la ansiedad como una respuesta a una amenaza externa. Se provocaría por una serie de factores que intentaremos resumir a continuación:

- Percepción capacidad y dificultad de la tarea:

Se trataría de una amenaza por un desequilibrio entre la percepción de la capacidad y de la exigencia de la tarea o del enfrentamiento con el oponente. Sin embargo hay que tener cuidado con las posibles adaptaciones al fracaso que podrían provocar grados de activación y ansiedad muy bajos, pero claramente poco eficaces.

La forma de trabajar en este campo estaría en la línea de controlar la percepción de la realidad, con un establecimiento realista de los objetivos y con los valores de autoconfianza. Es interesante tener en cuenta que establecer valores de rendimiento altos aunque realistas, conllevará el logro de metas más elevadas, lo que podemos llamar “profecía autocumplida” (Horn y cols., 2001).

- Percepción de la importancia del resultado:

Sin duda la importancia de la competición determinará un grado de activación mayor o menor, pero también es un factor que puede provocar niveles de ansiedad que reduzcan el rendimiento. Se trataría de lograr que la competición sea un factor de motivación adecuado y no un factor de presión negativo.

Al mismo tiempo se debería fijar a la atención de las metas y objetivos de las competiciones en elementos de superación y logro personal, y no tanto en el resultado final.

Como podemos deducir existe una importante relación entre la percepción de la capacidad de superar la tarea (oponente-partido), y de la importancia del resultado, pues si la autoconfianza es óptima la capacidad de afrontar las competiciones relevantes será mucho mayor, y será más fácil que sean elementos motivadores y de incremento del rendimiento.

- Ansiedad estado y ansiedad rasgo:

Se diferencia entre la ansiedad rasgo, que es de carácter estable propio del sujeto formando parte de su personalidad pero que parece estar más relacionado con el factor fenotípico que con el genotípico, y, ansiedad estado, que es la forma de percibir el estímulo o situación externa.

Los sujetos con una alta ansiedad rasgo suelen presentar mayores grados de ansiedad estado, recibiendo las situaciones como una amenaza mayor. Además y en relación con ello, suelen mostrar una menor autoconfianza, y ven las situaciones a afrontar como elementos que son de carácter externo, no dependientes de uno mismo, por lo que no afrontan la situación o lo hacen de forma poco decidida.

- Ansiedad global y ansiedad específica:

Sin embargo las situaciones son determinantes para el grado de ansiedad que se produzca, afectando de forma diferente según las situaciones específicas, por lo que resulta interesante enfocar a cada ámbito el análisis de estos factores y la preparación psicológica.

Para conocer cómo reacciona un sujeto ante diversos estímulos significativos para el rendimiento, dentro del tenis, deberemos conocer su forma de afrontar las diversas situaciones que se plantean, y a su vez conocer cuáles son las situaciones que se producen, y las más relevantes para incrementar la eficacia deportiva.

Métodos de biofeedback

El biofeedback es la recogida de información biológica. Trata de medir diferentes parámetros que nos dan una información sobre factores psicofisiológicos. Sería el procedimientos, mediante el uso de instrumentación adecuada, para lograr una información inmediata, directa y precisa, de un sujeto sobre sus procesos psíquicos y fisiológicos, permitiendo percibir su actividad y sometiéndolo a un control voluntario (Labrador, 1984). Por lo tanto conlleva el control de unas funciones, obteniendo la información para mejorar su rendimiento futuro (Jodrá, 2000).

El empleo del biofeedback en el campo de la psicología tiene diversas utilidades:

- Permite una prueba objetiva sobre estados emocionales y de excitación.
- Permite poder comparar la percepción subjetiva con los datos objetivos.
- Permite darle una dirección al enfoque del entrenamiento, para corregir las deficiencias detectadas y seguir progresando.
- Permite buscar los estados óptimos de activación.

Existen diversos tipos de Biofeedback, algunos de ellos son el **electromiograma** (midiendo la actividad muscular de las fibras estriadas), **electroencefalograma** (actividad eléctrica cerebral), de la **temperatura** y **actividad electrodermal**.

Sin embargo a continuación profundizaremos más en el control de la **actividad cardiaca**, **lactacidemia**, control de los **parámetros ventilatorios**, control de los **sistemas hormonales** y, aunque no sea propiamente un sistema de biofeedback biológico, la **escala de Borg**, por considerarlo una herramienta complementaria y relacionada con los otros sistemas. Hemos resaltado estos métodos por tratarse de los más operativos y utilizados en el mundo del entrenamiento deportivo.

Frecuencia cardiaca

Dentro de los métodos de biofeedback, el control de la actividad cardiaca puede ser el registro con más variaciones ante cualquier situación tanto debido a la intensidad física del esfuerzo, como al impacto psicológico (Dosil, 2004).

Resulta un indicador muy válido para el control de la intensidad, en esfuerzos de carácter continuo teniendo una relación directa y lineal con el consumo de oxígeno. Sin embargo es

más discutible en acciones intermitentes, sin bien como ya hemos indicado anteriormente, parece que los últimos estudios en tenis reflejan una evolución similar de ambos parámetros a lo largo del juego. Mediante este parámetro se puede calcular el umbral de lactato o umbral anaeróbico, a partir del cual se considera que el esfuerzo es mayoritariamente glucolítico. En estos puntos de alta intensidad se producen altas cantidades de lactato y/o no se consigue limpiar o reutilizar de forma suficientemente rápida valores más moderados, provocándose altos niveles por saturación. Este umbral se calcula o bien al realizar una prueba de esfuerzo en el punto en el que se alcanza la meseta de la frecuencia cardiaca, o a partir del consumo de oxígeno, o directamente en el momento de incremento exponencial del lactato, habitualmente considerado a partir de los 4 mmol.

Estos datos podrían estar alterados por niveles de activación elevados o por grados de ansiedad que podrían llevar a confusión a la hora de analizar los diversos resultados. Una de las mayores dificultades a la hora de trabajar con este biofeedback es poder percibir convenientemente las respuestas fisiológicas relacionadas con las diversas emociones. Pudiendo resultar en ocasiones poco diferenciables.

Tiene una gran relación con los parámetros ventilatorios, hormonales (especialmente las adrenérgicas), y producción de lactato.

Parámetros ventilatorios

Existen diversos parámetros ventilatorios:

- Ventilación pulmonar: parece existir una relación próxima a la lineal entre el consumo de oxígeno, la frecuencia cardiaca y la hiperventilación. Lo que estaría en relación con la intensidad física y psicológica del juego (Chicharro y cols., 2001; Chicharro y Vaquero, 2004). Resulta un factor alterado de forma sustancial por el estrés.
- Consumo de oxígeno (Vo_2 . Max.): sería la capacidad de captación y metabolización del oxígeno. Estará determinado por los factores centrales como el volumen sistólico y en menor medida por la capacidad de distribución de la sangre, hemoglobina y O_2 (Saltin y Strange, 1992; Gorostiaga e Ibáñez, 1998). La tensión muscular excesiva provocada por un incremento del sistema vegetativo parasimpático podría deteriorar el buen rendimiento muscular.
- Cociente respiratorio (RQ): se trata de la proporción entre dióxido de carbono liberado y el consumo de oxígeno. Los valores oscilan entre 0 y 2 considerándose que cuando supera el valor 1, empieza a ser predominante el uso de glucógeno (Astrand y Rodahl, 1992; Chicharro y cols., 2001).

- Equivalentes ventilatorios (VE/VO₂)-(VE/VCO₂): es uno de los parámetros más utilizados a la hora de fijar el umbral anaeróbico. Es la relación entre aire inspirado y el dióxido de carbono producido, así como del aire inspirado y el consumo de oxígeno (Wilmore y Costill, 1998).

Respuesta hormonal

Se han visto altas relaciones entre la evolución de algunas hormonas y la frecuencia cardiaca, consumo de oxígeno y valores de lactato. Terrados y Fernández (1997) describen, en esfuerzos progresivos, una evolución suave de la curva de adrenalina y noradrenalina, y del lactato, hasta llegar a la zona de transición aeróbica-anaeróbica en la que se produce un salto exponencial en los valores observados. Sin duda es clara la alteración de la segregación de catecolaminas por motivos de carácter psicológico, lo que puede reforzar la importancia de controlar la frecuencia cardiaca como detector de la influencia estresante de la competición.

En esfuerzos de intensidad variable parece que puede haber diferencias con valores mayores de catecolaminas, por lo que al menos en competición y, justificado por el mayor estrés propio del tenis, los valores de catecolaminas pre y post-partido deberían ser ostensiblemente elevados (Köning y cols., 2001).

En un estudio con judokas varones Salvador y cols. (1995), encuentran valores más elevados de testosterona, cortisol y catecolaminas antes de un esfuerzo de entrenamiento y significativamente mayores previamente a una competición oficial. Concluyendo que existe una respuesta hormonal anticipatoria a la situación competitiva, así como unos niveles de ansiedad más elevados respecto a la situación no competitiva.

Lactacidémias

La lactacidemia como método de control de la intensidad fisiológica está totalmente extendido en el mundo del deporte, aunque en algunos casos se da una fuerte polémica a la hora de analizar y determinar pautas del entrenamiento a partir de los datos obtenidos. Pero sin duda no es un método utilizado con frecuencia en el mundo de la psicología del deporte.

Existen diversas formas de medir el lactato en sangre, variando según sea sangre completa o plasma, zona corporal escogida (arteria, capilar o vena), lugar de la toma (miembro en reposo o activo), tiempo que transcurre hasta el análisis y metodología. Sin embargo en el deporte de alto nivel, la sangre capilar arterializada es la muestra más utilizada, pues se considera que se mantiene un buen flujo, resulta un buen reflejo de los valores presentes en sangre capilar, y solo se requiere pequeñas muestras tomadas en el lóbulo de la oreja o el pulpejo del dedo.

Actualmente existen aparatos portátiles que nos proporcionan datos inmediatos y fiables especialmente si los valores no son extremos (Wilkinson, 1994).

La relación una vez más entre las curvas de evolución y umbrales de catecolaminas, frecuencia cardiaca y lactato, nos hace pensar que puede ser un método válido en el campo de la psicología deportiva como complemento de otros métodos.

Escala de Borg

La percepción del esfuerzo consiste en una integración de una serie de señales que tiene su origen en diversos receptores situados en diferentes lugares del cuerpo (Ruiz y Meléndez, 1997). La percepción de la fatiga es un factor relevante para el rendimiento y resulta de interés medir la misma. Para ello se debe valorar la experiencia subjetiva del esfuerzo y con este objeto se han realizado diversas escalas entre ellas la Escala de Borg.

Se trata de un parámetro de fácil uso y que nos aporta unos datos interesantes, pues se trata de conocer que intensidad está vivenciando el propio individuo. A la hora de entrenar pero también de analizar un partido el conocer cuál es la percepción de la dureza del esfuerzo puede ser de gran interés.

TABLA 1. ESCALA DE BORG Y SU RELACIÓN CON LA FRECUENCIA CARDIACA Y EL GRADO DE INTENSIDAD

Escala de Esfuerzo percibido de Borg	Equivalencia aproximada pulsaciones por minuto	Grado de intensidad % de capacidad máxima
6	60-80	10
7 Muy, muy suave	70-90	
8	80-100	20
9 Muy suave	90-110	
10	100-120	30
11 Bastante suave	110-130	
12	120-140	40
13 Algo duro	130-150	50
14	140-160	60
15 Duro	150-170	70
16	160-180	
17 Muy duro	170-190	80
18	180-200	90
19 Muy duro	190-210	100
20	200-220	

Se considera que existe según algunos autores, una relación entre la intensidad subjetiva determinada mediante la Escala de Borg y la frecuencia cardiaca (ver tabla 1). También hay una adaptación de la escala clásica a la numérica. No resulta extraña esta relación pues a la hora de elaborar este método se tuvo en cuenta que tuviera esta conexión entre el parámetro cardiaco y la percepción del esfuerzo. Parece no obstante que para que la valoración presente una alta validez es necesario que el jugador tenga una notable experiencia en el entrenamiento y la autoevaluación.

Biofeedback y tenis

El análisis de los valores de **frecuencia cardiaca** registrada en partidos de tenis, podría indicar que la exigencia metabólica no es muy elevada. Sin embargo la frecuencia cardiaca alcanza valores máximos en repetidas ocasiones, lo que supondría fases del juego con importante déficit y deuda de oxígeno. Siendo la tolerancia a estos periodos intensos en ocasiones relevantes para el resultado parcial y final. Debemos además tener en cuenta que los valores medios incluyen las fases de recuperación largas, que son de 90", y que sin duda reducen de forma importante los datos encontrados, por lo que la intensidad total de juego real sería bastante más elevada. Resulta también relevante a la hora de estudiar la respuesta cardiaca, que en algunas ocasiones, la deuda de oxígeno no parece compensarse lo suficientemente rápido, durante las pausas cortas entre puntos, reflejándose en ocasiones una elevación de la frecuencia cardiaca en los periodos de descanso, posiblemente por la acción refleja post esfuerzo.

Tendremos que considerar, a la hora de valorar los datos cardiacos, que la tasa cardiaca depende de la magnitud del trabajo realizado constituido por el volumen y la intensidad. Y que la intensidad está directamente relacionada con las características del partido (igualdad, duración y velocidad del juego), y estas a su vez con la motivación y actitud de los jugadores.

En el tenis no está suficientemente estudiado, pero en otros deporte como el fútbol, parece comprobado que en los minutos finales de la primera parte y del partido se producen más errores por falta de atención, más goles y más lesiones que en las fases iniciales y sobre todo centrales del partido (Junge y cols., 2002). Sin duda podría ser un campo muy interesante para futuros estudios.

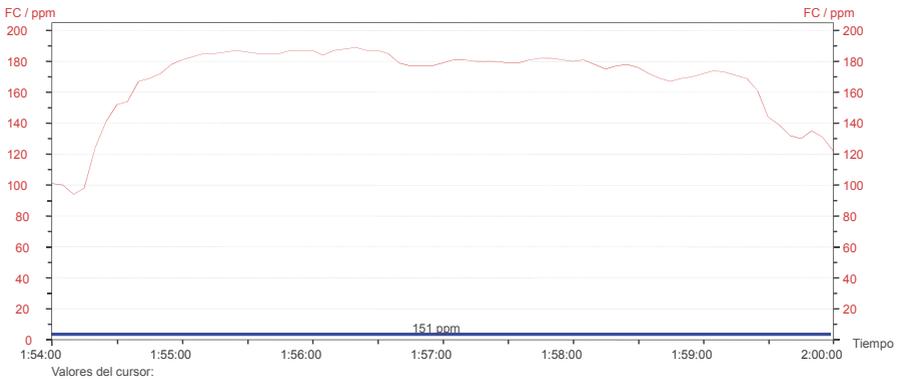
En relación con estas diferencias según la situación del partido, se ven en ocasiones claras diferencias dependientes de la intensidad física y psicológica, que se producen cuando el juego es largo y sobre todo igualado, repercutiendo de forma clara en los parámetros fisiológicos.

Podemos observar que si el esfuerzo y la intensidad psicológica son grandes se pueden dar valores muy superiores a los habituales, con tendencia ascendente durante largos periodos, o con picos elevadísimos y tendencia descendente pero de forma muy lenta, lo que podría ser

debido a estar superándose el nivel máximo de esfuerzo (Graficas 1-2). Este es el caso de algunos juegos en situaciones especiales, lo que se puede producir en los tie-breaks.



Gráfica 1. Curva de frecuencia cardiaca durante un tie-break en un partido de competición. Resultado del partido 6/2 7/6 (17/15). Duración del tie-break 14'55".



Gráfica 2. Curva de frecuencia cardiaca durante el último juego de un partido de competición. Resultado 3/6 6/4 6/4. Duración del juego 5'10".

Dentro del estudio de la influencia del componente psicológico en los parámetros fisiológicos, no debemos olvidar que durante esfuerzos de tipo intermitente, como en el caso del tenis, la **dinámica hormonal** sufre variaciones respecto a actividades continuas con similares valores cardiacos.

Los niveles de catecolaminas pueden ser superiores (Ballor y Volovsek, 1992). Algunas de estas hormonas como la adrenalina tienen una importante conexión con el sistema nervioso autónomo. La relación funcional entre sistema nervioso y endocrino es importante. La regulación nerviosa mediante el sistema autónomo controla el flujo sanguíneo, con un incremento en la musculatura estriada activada por las motoneuronas, y una reducción en los órganos no activos. También el tono muscular es regulado y mantiene una importante relación con el estrés, ansiedad y motivación, variando por efecto del sistema vegetativo simpático y parasimpático (Casis y Zumalabe, 2008).

En esta línea Ferrauti y cols. (2001), concluyen que los valores de las hormonas adrenérgicas en el tenis resultan más elevados que en actividades de tipo continuo, por las características variables del juego, pero también por las características psicológicas del deporte. Estas variaciones, especialmente de la adrenalina se suelen relacionar con los valores de lactato, hasta el punto de poder ser un dato de la intensidad física y psicológica del esfuerzo.

El análisis del **lactato** en sangre en un partido de tenis puede llevar a conclusiones erróneas pues durante los periodos de descanso se puede producir un aclarado del lactato, en menor o mayor medida, y a la hora de captarse la toma, los niveles serían inferiores a los que se han dado en la fibra muscular implicada. Los valores de pH podrían ser inferiores a los que podemos extrapolar por el lactato hallado en la muestra. Este proceso de aclarado o lavado se vería potenciada por las fases de intensidad comprendidas entre el 50 y 70%, bastante frecuentes en los partidos de tenis especialmente en las fases de baja intensidad y recuperación entre puntos.

A la hora de utilizar el lactato como elemento de control del esfuerzo deberemos tener en cuenta que se trata de un indicador de carácter inmediato y que en ocasiones si la recuperación es incompleta se puede acumular. Por lo que en el caso de que la intensidad durante todo el partido sea muy alta, pero el periodo cercano a la prueba sea bajo los valores no serán elevados, al mismo tiempo si el esfuerzo es intenso en el último periodo y la muestra se toma en ese momento el valor será muy elevado. La motivación y el desarrollo del juego próximo a las tomas de lactato serán un factor decisivo.

Cuando se utilizan **escalas de percepción subjetiva de la fatiga** en ocasiones se observa que en algunos partidos de alta demanda fisiológica, la elección puede ser de fatiga moderada. Por lo que no parece, en este tipo de esfuerzos intermitentes y competitivos, existir una relación lineal entre exigencia fisiológica y percepción de fatiga. Se puede comprobar que la motivación, igualdad del partido, diversión, componente agonista, victoria final, realización de los objetivos, sensación de buen juego, auto percepción de buen estado de forma, resultará determinante a la hora de valorar los resultados de la Escala de Borg en competición, especialmente cuanto más relevancia tenga la misma. No debemos tampoco obviar la tendencia que tienen algunas personas a escoger valores centrales, intermedios, que suponen una menor toma de posición, respecto a la pregunta. Esto es algo que deberíamos confirmar para estudios futuros.

Como señala Noakes (2000), Noakes y cols., (2005), la fatiga y la percepción de la misma podría tener una base a nivel del sistema nervioso central, con continuas aferencias entre los diversos órganos y sistemas que de forma inconsciente iría modulando la perspectiva consciente de fatiga, y promoviendo estrategias en el control del ritmo de ejecución y esfuerzo, como mecanismo de control de la homeostasis. De la misma manera los factores psicológicos, podrían alterar estos mecanismos de forma sustancial.

Conclusiones respecto a la investigación y el entrenamiento

A la hora de conocer el grado de activación y estrés durante el juego, nos encontramos principalmente con la dificultad que tiene diferenciar los resultados fisiológicos de los prioritariamente psicológicos. La idea sería que si bien es imposible poder separar ambos factores y resultados, pues el ser humano y el deportista se comporta como un todo indivisible, se trataría de intentar poder conocer un poco más de la actuación del componente psicológico durante el desarrollo de un partido.

Para lograrlo deberíamos escoger diversos elementos que nos permitieran luego dar un sentido a los datos obtenidos.

Vealey (1988), propone varias estrategias para avanzar en la investigación a través del uso del biofeedback:

1. Utilizar diseños de caso único en los que la historia particular del sujeto pueda valorarse suficientemente.
2. Complementar los datos objetivos con otros subjetivos.
3. Aplicar estrategias que permitan abordar múltiples mediciones de un mismo fenómeno.

TABLA 2. ALGUNOS MOMENTOS INTERESANTES PARA CONTROLAR LA FRECUENCIA CARDIACA EN RELACIÓN AL ESTRÉS

Frecuencia cardiaca al inicio del partido
Frecuencia cardiaca al final del partido
Frecuencia cardiaca en los juegos al servicio
Frecuencia cardiaca en los juegos al resto
Frecuencia cardiaca en Tie-break
Frecuencia cardiaca en los tiempos de descanso (periodo largo descanso)
Frecuencia cardiaca según situación juego (inicio, final, importancia...)

Frecuencia cardiaca máxima
Frecuencia cardiaca mínima
Frecuencia cardiaca media

Las diversas diferencias, en los parámetros fisiológicos como la frecuencia cardiaca y el lactato, que se producen durante el juego según la relevancia que tengan para el jugador, determinan que el entrenamiento psicológico debe justificarse al existir unos componentes fisiológicos cuyo comportamiento es diferente en el entrenamiento y en la competición demostrando una relación con el estrés psicológico y la motivación. Por este motivo, estaría justificado el llevar a cabo algún tipo de “entrenamiento psicológico” basado en el control del estrés mediante por ejemplo, técnicas de relajación y aplicación de rutinas de concentración entre puntos.

A su vez, durante el juego se manifiestan diferentes situaciones de mayor o menor trascendencia, determinando diversas respuestas de estrés, con incrementos de los parámetros fisiológicos, lo que confirma el interés de trabajar mediante métodos de relajación, práctica imaginada, o en situaciones de incremento de la dificultad y el estrés competitivo como podría ser con partidos empezando los sets con el marcador en 4-4, con algún hándicap técnico, táctico, de marcador o disputando cada juego con punto de oro (sin ventajas, jugándose un punto decisivo en la situación de iguales), para poder afrontar las diversas situaciones de presión que se presentan durante el juego de forma más eficaz. Al mismo tiempo el preparador y el jugador pueden controlar la frecuencia cardiaca antes de afrontar el servicio, así como entre puntos, buscando la regulación de la vigilancia mediante técnicas rápidas de control del grado de activación o relajación, lo que repercutiría en un mayor rendimiento.

Referencias

- Astrand, P. -O. y Rodahl, K. (1997): Fisiología del trabajo físico. Madrid: Panamericana.
- Ballor, DL., Volovsek, AJ. (1992). Effect of exercise to rest ratio on plasma lactate concentration at work rates above and below maximum oxygen uptake. Eur. J. Appl. Physiol. 65(4): 365-369.
- Casis Saenz, L y Zumalabe JM. (2008): Fisiología y psicología de la actividad física y el deporte. Barcelona: Elsevier.
- Chicharro, J. L. y Vaquero. A. F. (2001): *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Panamericana.

- Chicharro, J. L.; Laín, S. A.; Vaquero, A. F.; López, A. F.; Lucía, A. y Pérez, M. (2004): Transición aeróbica-anaeróbica. Concepto, metodología de determinación y aplicaciones. Madrid: Máster Line.
- Christmas, M. A.; Richmond, S. E.; Cable, N. T. y Hartmann, P. E. (1993): "A metabolic characterization of singles tennis". *Communications to the First World Congress of Science and Racket Sports. Journal of Sports Sciences*. 11: 543-558.
- Cox. R. (2007): *Psicología del deporte. Conceptos y sus aplicaciones*. Barcelona: Panamericana.
- Docherty, D. (1982): "A comparison of heart rate responses in racket games". *British Journal of Sports Medicine*. 16(2): 96-100.
- Dosil, J. (2004): *Psicología de la actividad física y del deporte*. Madrid: McGrawHill.
- Fenz, W. D. y Epstein, S. (1967). "Gradients of psychological arousal in parachutists as a function of an approaching jump". *Psychosomatic Medicine*. 29, 33-51.
- Ferrauti, A.; Neuman, G; Weber, K. y Keul, J. (2001): "Urine catecholamine concentrations and psychophysical stress in elite tennis under practice and tournament conditions". *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. 41 (2): 269-274.
- Ferrauti, A.; Bergeron, M.; Pluim, B. y Weber, K. (2001): "Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake". *European Journal Applied Physiology Online*. 27- 33.
- Friedman, D. B.; Ramo, B. W. y Gray, G. J. (1984): "Tennis and cardiovascular fitness in middle-aged men". *Physician and Sports Medicine*. 12(7): 87-91.
- García Verdugo, M. (2007). Resistencia y entrenamiento. Una metodología práctica. Paidotribo: Barcelona.
- Gorostiaga Ayestaran, E. y Ibáñez Santos, J. (1998). "*Fisiología Aplicada al Alto Rendimiento Deportivo*". Master en Alto Rendimiento Deportivo. Universidad Autónoma de Madrid-COES. España
- Gould, D. J. y Weimberg, R. S. (1996): Fundamentos de psicología del deporte y del ejercicio físico. Barcelona: Ariel.

- Horn, T. S.; Lox, C. L. y Labrador, F. (2001): "The self-fulfilling prophecy theory: when coaches' expectations become reality", en J. M. Williams, (ed), *Applied sport psychology: personal growth to peak performance*. Mountain View, CA: Mayfield.
- Jodrá, P. (2000): "Técnicas de Biofeedback aplicadas al deporte". *Master Psicología de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Centro Olímpico de Estudios Superiores-Universidad Autónoma Madrid.
- Junge, A., Rösch, D.; Peterson, L.; Graf-Baumann, T.; Dvorak, J. (2002). Prevention of Soccer Injuries: A Prospective Intervention Study in Youth Amateur Players. *American Journal of Sports Medicine*, 30: 652 – 659.
- Kavasis, K. (1993): "The fluid replacement needs of young tennis players". *Communications to the First World Congress of Science and Racket Sports. Journal of Sports Sciences*. 11: 543-558.
- Köning, D.; Huonker M.; Schmid, A.; Halle, M.; Berg A. y Keul, J. (2000): "Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 4(33): 654-658.
- Kozar, A. J. (1964): "Anticipatory heart rate in rope climbing". *Ergonomics*. 7, 311-315.
- Lowe, R. (1973): "Stress arousal and task performance of little league baseball players". University of Illinois.
- Martens, R. y Landers, D. M. (1970): "Motor performance under stress. A test of the inverted-U hypothesis". *Journal of Personality and Social Psychology*. 16, 29-37.
- Morgans, L. F.; Jordan, D. L.; Baeyens, D. A. y Franciosa, J. A. (1987): "Heart rate responses during singles and doubles tennis competition". *The Physician and Sport Medicine*. 15(7): 67-74.
- Noakes, TD. (2000). "Physiological models to understand exercise fatigue and the Adaptations predict or enhance athletic performance". *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*. 10: 123-145.
- Noakes, TD; St Clair Gibson, A; Lambert. EV. (2005): "From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions". *British Journal Sports Medicine*. 39 (2): 120-124.

- Paruis – Portes, M. C.; Josse – Potiron, M. y Ginet, J. (1982): “Étude télémetrique de la fréquence cardiaque du joueur de tennis”. *Médecine du Sport*. 2(56): 35-41.
- Reilly, T. y Palmer, J. (1993): “Investigations of exercise intensity in male singles lawn tennis”. *Communications to the First Congress of Science and Racket Sports. Journal of Sports Sciences*.
- Salvador, A.; Suay, F.; González-Bono, E.; Martínez-Sanchis, S. y Carrasco, C. (1995): “Frecuencia cardíaca y respuesta electrodérmica como indicadores de la adaptación en un periodo de entrenamiento”. *Actas del V Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte*. Valencia.
- Terrados, N. y Fernández, B. (1997): “El sistema neuroendocrino durante la fatiga muscular”, en A. Córdoba (ed): *La fatiga muscular en el rendimiento*. Madrid: Síntesis.
- Therminarias, A.; Dansou, P.; Chiraz-Oddou, M. F.; Gharib, C. y Quirion, A. (1991): “A hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match. Effect of ageing”. *International Journal Sports Medicine*. 12: 10-16.
- Thomas, R. (1999): “La preparación psicológica”, en Jean-Pierre Famose (ed.): *Cognición y rendimiento motor*. Zaragoza: Inde.
- Tretilova, T. A. y Rodimiki, E. M. (1979): “Investigation of the emotional state of rifle shooters”. *Theory and Practice of Physical Culture*. 5, 28.
- Vealey, R. S. (1988): “Future directions in psychological skills training”. *The Sport Psychologist*. 2, 318-336.
- Weimberg, R. S. y Hunt, V. V. (1976): “The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography”. *Journal of Motor Behaviour*. 8, 219-224.
- Weimberg, R. S. y Genuchi, M. (1980): “Relationship between competitive trait anxiety, state anxiety and golf performance: A field study”. *Journal of Sport Psychology*. 2, 148-152.
- Wilkinson, D. M. (1994): “The effect of using two different whole blood lactate analysers on the results obtained from a graded exercise test”. *Journal os Sports Sciences*, 12 (2), 155.
- Wilmore, J. H. y Costill, D. L. (1998): *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Yerkes, R. M. y Dodson, J. D. (1908): “The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation”. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*. 18, 459-482.

Zintl, F. (1991): *Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. Barcelona: Martínez Roca.