

Correspondencia entre esfuerzo percibido y variables biomédicas durante un partido simulado de tenis de mesa

Correspondence between perceived exertion and biomedical variables during a simulated table tennis match

Yonael Díaz Gutiérrez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-0243-7914>

María Elena González Revuelta² <https://orcid.org/0000-0001-7019-6414>

Annia M. Pérez Palma³ <https://orcid.org/0000-0003-0924-7416>

¹Instituto de Medicina del Deporte, Médico del Equipo de Tenis de Mesa, Departamento de Docencia. La Habana, Cuba.

²Instituto de Medicina del Deporte, Subdirección de Docencia e Investigaciones. La Habana, Cuba.

³Instituto de Medicina del Deporte. Subdirección de Psicología. La Habana, Cuba.

^{1*}Autor para la correspondencia: yonadg83@nauta.cu

RESUMEN

El tenis de mesa es una especialidad poco estudiada, tanto en lo que respecta a la condición morfofuncional y psicológica ideal de sus jugadores, como en lo referente a los métodos específicos de control del entrenamiento. **Objetivo:** Analizar el comportamiento de la percepción del esfuerzo durante la aplicación de un test de resistencia especial competitiva en correspondencia con las modificaciones sufridas durante el mismo por la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en sangre **Material y Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo en seis tenistas de mesa de ambos sexos de la selección nacional (tres mujeres y tres hombres) Los tenistas realizaron un partido en el multibolas, con las características de un partido oficial. En cada set se determinaron la frecuencia cardíaca máxima alcanzada, la concentración de lactato en sangre, y el rango de esfuerzo percibido el que se estimó mediante la escala de Borg de 10 puntos. **Resultado:** Las variables biomédicas mostraron un comportamiento diferente durante el transcurso del partido en ambos sexos caracterizado por un incremento progresivo de la frecuencia cardíaca no así de la lactacidemia que mostro una tendencia variable durante la progresión del partido. El esfuerzo percibido por los tenistas no mostró correspondencia con el

comportamiento de la frecuencia cardiaca y el lactato durante el test realizado. **Conclusiones** No se encontró correspondencia entre las modificaciones sufridas por las variables biomédicas y el esfuerzo percibido durante un test de resistencia especial competitiva, en tenistas de mesa.

Palabras clave: tenis de mesa; esfuerzo percibido; test de resistencia especial competitiva.

ABSTRACT

Table tennis is a little-studied specialty, both in terms of the ideal morphofunctional and psychological condition of its players, and in terms of specific training control methods.

Objective: To analyze the behavior of the perception of effort during the application of a special competitive endurance test in correspondence with the modifications suffered during it by heart rate and blood lactate concentration. **Materials and Methods:** A descriptive study was carried out in six table tennis players of both sexes from the national team (three women and three men) The tennis players played a match on the multiball, with the characteristics of an official match. In each set, the maximum heart rate reached, the blood lactate concentration, and the range of perceived exertion were estimated using the 10-point Borg scale. **Result:** The biomedical variables showed a different behavior during the course of the match in both sexes characterized by a progressive increase in heart rate, not lactacidemia, which showed a variable trend during the progression of the match. The effort perceived by the tennis players did not show correspondence with the behavior of heart rate and lactate during the test performed. **Conclusion:** No correspondence was found between the modifications suffered by the biomedical variables and the perceived effort during a special competitive endurance test in table tennis players.

Keywords: table tennis; perceived exertion; competitive special endurance test.

Recibido: 17/05/21

Aceptado: 21/07/21

INTRODUCCIÓN

El tenis de mesa es una disciplina que se caracteriza por el carácter preciso y explosivo de sus ejecuciones técnicas, efectuadas a una alta velocidad, junto a la dificultad para predecir las

acciones del contrario, características que otorgan a este deporte una alta complejidad de las acciones que se producen.⁽¹⁾

La mejoría en el rendimiento del tenis de mesa, depende no solo del desarrollo de una adecuada técnica y táctica, sino también de las diferentes adaptaciones alcanzadas por el jugador, a nivel metabólico y cardiovascular, como resultado de la realización de la propia actividad que realiza.^(2,3)

Por esta razón, el control de las cargas de entrenamiento y de competencia, van a resultar de vital importancia y utilidad en esta disciplina como en cualquier especialidad deportiva.⁽⁴⁾

Aunque universalmente se acepta a la frecuencia cardiaca y las concentraciones de lactato en sangre, como recursos para determinar la intensidad del esfuerzo y efectuar el control de las cargas, resulta necesario también conocer la opinión del atleta, es decir, cómo valora éste la repercusión de la carga de trabajo sobre su organismo), y de ahí la estimación del esfuerzo que ha tenido que realizar para cumplir con las tareas encomendadas,^(5,6) luego la percepción subjetiva del esfuerzo, es un indicador psicológico que permite evaluar subjetivamente el esfuerzo realizado.⁽⁷⁾ Consiste en la descripción del conjunto de sensaciones que se producen, y que parten de señales fisiológicas periféricas, cardiorrespiratorias y metabólicas tales como tensión en músculos y articulaciones, estado de los sistemas energéticos, concentración percibida del lactato, etc.⁽⁸⁾ Se trata por lo tanto de una dimensión de carácter psicofisiológico pero subjetiva, que complementa y enriquece la información del proceso de entrenamiento, ayudando a la toma de decisiones para favorecer la adaptación.

A pesar de lo antes expuesto, el tenis de mesa es una disciplina deportiva poco estudiada tanto en lo que respecta a la condición física como funcional y psicológica ideal de sus jugadores, por lo que partiendo del postulado de que si los deportistas aprenden a estandarizar sus escalas de esfuerzo percibido podrán sustituirlas por la frecuencia cardíaca a la hora de evaluar los esfuerzos que realizan,⁽⁸⁾ lo que beneficiaría la conducción del proceso de entrenamiento.

El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de la percepción del esfuerzo durante la aplicación de un test de resistencia especial competitiva en correspondencia con las modificaciones sufridas durante el mismo por la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato en sangre.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prueba consistió en realizar un partido de tenis de mesa, utilizando el sistema multibolas como herramienta para mejorar todos los aspectos relacionados al tenis de mesa (técnicos tácticos y físicos), con la participación de 6 deportistas (tres del sexo masculino y tres del femenino) de la selección nacional de Cuba, con una edad cronológica promedio de 17 años. Las características del sistema multibolas utilizado, fueron las definidas por el entrenador del equipo, en el cual cada jugador pudo realizar dos servicios y dos recibos y tomar un tiempo cada seis puntos. Se efectuaron cinco sets con un minuto de descanso entre cada uno. Se lanzaron un total de 6 pelotas en cada tanto y se jugaron 19 puntos en cada set.

La frecuencia cardíaca máxima alcanzada en cada set, fue determinada mediante un pulsómetro marca POLAR.

Además se tomó muestra de sangre capilar a nivel de la yema de un dedo de la mano para la determinación de lactato en reposo y al final de cada uno de los sets, utilizando para ello un Lactímetro marca Accutrend®Plus (química seca).

El esfuerzo percibido fue estimado en cada uno de los sets mediante la escala modificada de percepción de esfuerzo de Borg 1982 (0-10 puntos).⁽⁹⁾

Para el análisis de los resultados se confeccionó un cuadro que agrupa las características de la escala de Borg con las equivalencias aproximadas de la frecuencia cardíaca, según Buceta en 1998⁽¹⁰⁾ y del lactato (Tabla 1).

Tabla I. Escala Borg y equivalencias aproximadas con variables biomédicas.

Escala de Esfuerzo Percibido de 0 a 10 puntos	Equivalencia aproximada latidos/min	Lactacidemia aproximada mmol/l	% de la capacidad máxima de esfuerzo
0 (ninguno)	60-80	1-2	10
1 muy poco	70-90	1-2	10
2 poco	80-110	1-2	20
3 moderado	100-130	2-3	30
4 un poco severo	120-140	2-3	40
5 severo	130-150	3-4	50
6 sigue severo	140-160	3-4	60
7 muy severo	150-180	4-6	70
8 sigue muy severo	170-190	4-6	80
9 muy muy severo	180-200	6-8	90
10 máximo	190-220	>8	100

Fuente: Borg 1982, Buceta 1998.

Se utilizó el programa estadístico SPSS© versión 20.0 para Windows determinándose las estadísticas descriptivas (media, desviación típica (DS), mínimo y máximo) de las variables e

indicadores determinados. Los resultados se analizaron aplicando el método del análisis cuanti y cualitativo del comportamiento de cada variable e indicadores según el criterio de expertos. Todos los deportistas dieron su consentimiento informado para participar de la investigación.

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la frecuencia cardíaca (1-A) y del lactato (1-B) en cada uno de los 5 sets y en ambos sexos. Puede observarse que la frecuencia cardíaca mostro una tendencia a crecer con el avance del partido en ambos sexos, moviéndose en un rango entre 170-181 lat/min en los hombres y constatándose una tendencia más marcada al incremento en el caso de las mujeres, las que presentaron frecuencias entre 174 y 186 lat/min. En ambos sexos los valores de frecuencia cardíaca constatados se encontraron en el rango de esfuerzo 7-8 correspondiente a un esfuerzo muy severo.

Con relación al comportamiento de los valores promedio del lactato se observa que en ambos sexos se alcanzaron valores por encima de los 4 mmol de lactato durante el partido simulado que se realizó, alcanzando un valor máximo de 5,8 mmol/l. de lactato en las mujeres en el segundo set y de 5,4 mmol/l en los hombres en el cuarto set. Estas cifras de lactato se sitúan en el rango de esfuerzo 8 (muy severo) de acuerdo con los valores que muestra el cuadro 1-A. Se aprecia además una tendencia errática en el comportamiento de este indicador a medida que transcurrió el partido, a diferencia de la tendencia más sostenida y homogénea observada en la frecuencia cardíaca, siendo esta tendencia más marcada en el sexo femenino.

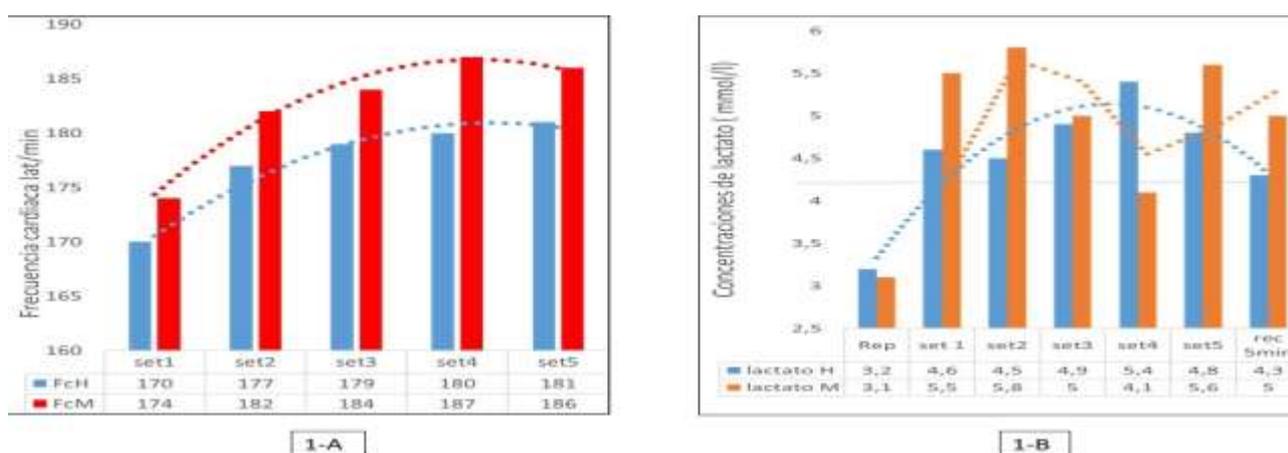


Figura 1. Valores promedio de la frecuencia cardíaca (1-A) y de las concentraciones de lactato (1-B) en cada set y ambos sexos.

Fuente: Base datos de los autores.

En la Figura 2 se muestra el esfuerzo percibido ante los cambios de frecuencia cardiaca en cada set del partido tanto en hombres como en mujeres.

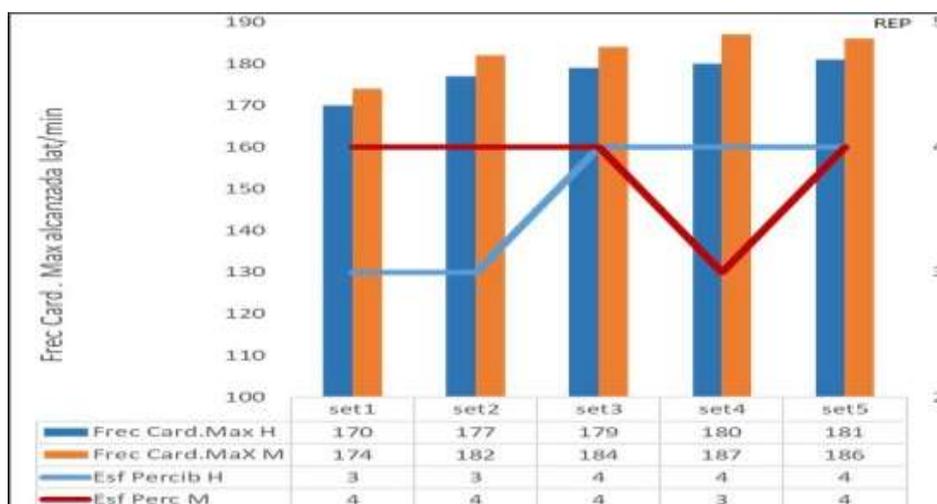


Figura 2. Valores promedio de frecuencia cardiaca en cada set y cada sexo, y su relación con el rango de esfuerzo percibido (REP).

Fuente: Base datos de los autores.

Aunque la frecuencia cardiaca crece progresivamente en ambos sexos, con el transcurso del partido, en el caso de los hombres, este cambio es percibido de forma similar (nivel 3 moderado) entre los dos primeros sets, a pesar de que hubo una diferencia de 7 lat/min entre ellos, mientras que entre el set 2 y el 3 donde solo se produjo un cambio de frecuencia cardiaca de 2 lat/min se expresó un cambio del nivel 3 al 4 (de moderado a un poco severo) en la percepción del esfuerzo. Durante los tres últimos sets no se manifestaron cambios en el esfuerzo percibido.

En el caso de las mujeres se inició el partido con una percepción de esfuerzo nivel 4 (un poco severo) que se mantuvo estable hasta el set 3, a pesar de que entre los sets 1 y 2 hubo un incremento de 7 lat/min en la frecuencia cardiaca. Sin embargo entre el set 3 y 4, aunque se constató un incremento de frecuencia cardiaca de 3 lat/min el índice de percepción disminuyó de 4 a 3 (de un poco severo a moderado) para ascender nuevamente a 4 (un poco severo) en el set 5.

En la Figura 3 se muestran los cambios de la concentración del lactato en sangre durante cada uno de los sets del partido.

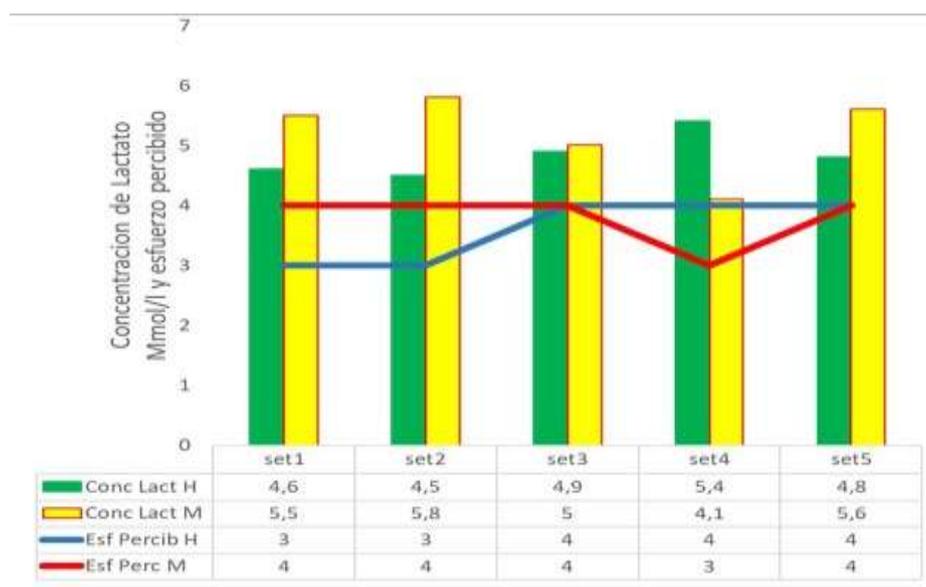


Figura 3. Valores promedio de la concentración de lactato en cada set y cada sexo y su relación con el rango de esfuerzo percibido (REP).

Fuente: Base datos de los autores.

En relación al esfuerzo percibido con los cambios de lactato en sangre, en el caso de los hombres se inició el partido con un nivel similar de esfuerzo percibido (3 moderado) en los sets 1 y 2, produciéndose un aumento ligero de la percepción de esfuerzo del nivel 3 al 4 (un poco severo) entre el set 2 y 3, que se correspondió con un incremento de la concentración de lactato de 0,4 mmol/l, y manteniéndose el mismo nivel perceptivo de esfuerzo de 4 hasta el final del partido, a pesar de que entre el set 3 y 4 se produjo un incremento de la concentración de este metabolito de 0,5 mmol/l y que entre el set 4 y 5 se constató una reducción de la concentración de lactato en sangre de 0,6 mmol/l.

En el caso de las mujeres se manifestó un nivel de percepción 4 sostenido entre los primeros 3 sets, a pesar de que entre el set 1 y 2 hubo un incremento de la concentración de lactato de 0,3 mmol/l y entre el set 2 y el 3 se produjo una caída del lactato en sangre de 0,8 mmol/l. Sin embargo, entre el set 3 y el 4 se apreció una mejor correspondencia entre el nivel de esfuerzo percibido y el lactato en sangre, produciéndose una disminución del esfuerzo percibido a 3 (esfuerzo moderado) lo que se correspondió con una disminución de 0,9 mmol/l, para luego ascender nuevamente el nivel perceptivo a 4 (un poco severo) lo que se correspondió con un aumento de la concentración de lactato de 1,5 mmol/l entre el set 4 y el set 5.

DISCUSIÓN

Las relaciones entre frecuencia cardíaca (Fc), concentración de lactato sanguíneo (L) y el rango de esfuerzo percibido (REP) son aceptados como válidos indicadores del control de la intensidad y respuestas en el ejercicio físico.⁽¹¹⁾ Estas herramientas han sido utilizadas conjuntamente para valorar la exigencia competitiva en deportes individuales y de adversario, como el tenis, judo o ski⁽¹²⁾ ya que son comúnmente aceptados como válidos indicadores del gasto energético, intensidad y respuestas al ejercicio.⁽¹²⁾

Se ha venido planteando desde hace ya algún tiempo que el REP es un parámetro de utilidad para valorar la intensidad del esfuerzo en entrenamientos y competencias,^(4,6,7,8) sobre todo cuando se analiza la evolución en el tiempo de esta variable junto a la de otras de índole más fisiológica.⁽⁴⁾

Cada individuo puede percibir el esfuerzo que conlleva un mismo ejercicio de forma diferente. El esfuerzo que para unos puede ser realmente agotador, para otros no pasa de un ejercicio liviano. Noble y Robertson (1996),⁽¹³⁾ indican que la percepción de esfuerzo físico implica la evaluación subjetiva de esfuerzo, tensión, incomodidad y/o fatiga que se experimenta durante el ejercicio. Esta percepción tiene unos mediadores fisiológicos, que según Robertson y cols. (1998)⁽¹⁴⁾ se pueden agrupar en “mediadores centrales” (relacionados con procesos cardiorrespiratorios) y mediadores periféricos”(relacionados con procesos propios del músculo esquelético y con la acidosis de la sangre).

Respecto a los mediadores centrales, son numerosos los estudios que establecen correlaciones importantes entre RPE y FC (entre $r=0,80$ y $r=0,90$),⁽⁸⁾ y afirman que el valor RPE refleja una predicción tan fidedigna de la intensidad del ejercicio como la FC.^(5,8,15) Sin embargo, en los deportistas incluidos en este estudio, no se encontró una adecuada correspondencia entre estos dos parámetros, en ninguno de los dos sexos, existiendo incluso en algunos sets cambios opuestos entre la percepción del esfuerzo y las modificaciones sufridas en la frecuencia cardíaca. Por otra parte, los rangos de frecuencia cardíaca dentro de los que se movió esta variable, tanto en las mujeres como en los hombres (174-181 lat/min en hombres) y de 174-186 lat/min en mujeres se correspondió con un nivel de percepción 8 en una escala de 0 a 10, mientras que lo que se estaba refiriendo durante la realización del partido era solamente un RPE entre 3 y 4.

Estos resultados pueden estar ocasionados por una deficiente capacidad de los deportistas para identificar el esfuerzo que estaban realizando con los niveles establecidos en la escala utilizada. Precisamente una limitación a tener en cuenta para administrar la escala de Borg es la

percepción real del participante ya que diversos trabajos^(16,17) sugieren la necesidad de familiarizarse con la escala y realizar un tiempo de aprendizaje de no menos de 8 semanas.

En cuanto a los “mediadores periféricos”, no hay total unanimidad en la literatura en cuanto a la importancia que tiene la relación existente entre la percepción subjetiva del esfuerzo realizado y las concentraciones de lactato. Algunos autores indican que existe una estrecha relación entre la concentración de lactato en sangre y la valoración del REP,⁽¹⁸⁾ mientras que otros plantean que esta afirmación no es del todo cierta, e indican que la concentración intramuscular de ion hidrógeno parece estar más relacionada con la valoración del REP.⁽¹⁹⁾

En este trabajo se observó que aun cuando el comportamiento del lactato durante el transcurso del partido mostro un comportamiento algo errático en ambos sexos, en el caso de los hombres hubo una mejor correspondencia entre el REP y las concentraciones de lactato en los primeros sets del partido, cuando las concentraciones de lactato mostraron valores por debajo de 5 mmol/l, mientras que en las mujeres este comportamiento fue mejor en los tres últimos sets del partido, también con valores de lactato por debajo de 5 mmol/l con excepción del último set donde la concentración de lactato aumento discretamente.

No obstante si tenemos en cuenta que durante el partido efectuado el REP se movió entre 3 y 4 de la escala de Borg de 0 a 10 puntos, niveles en los que se estima debería producirse una concentración aproximada de lactato en sangre de 2-3 mmol/l cuando en realidad se encontraron concentraciones de lactato mayores de 4 y por debajo de 6 mmol /l cifras que corresponderían a un valor de esfuerzo 8 en la escala de 0-10 , se puede afirmar que tampoco en estos casos hubo una adecuada correspondencia entre las dos variables., lo que también puede estar relacionado con una falta de entrenamiento de estos deportistas con el uso de esta escala para percibir su real nivel de esfuerzo ante la tarea que se le impuso.

Otro aspecto que podría estar condicionando los resultados encontrados es el pequeño número de casos utilizados lo que se ve agravado por el hecho de haberlos separado por sexos, ya que aunque en este trabajo no se apreciaron diferencias en cuanto al nivel de percepción referida ante los cambios de frecuencia cardiaca ni de lactato, entre hombres y mujeres si se conoce que este aspecto que podrían influir en el esfuerzo percibido.^(8,20)

Se concluye que aun cuando las relaciones entre frecuencia cardíaca ,concentración de lactato sanguíneo y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo son aceptados como válidos indicadores del control de la intensidad no se pudo comprobar la utilidad del REP como indicador del esfuerzo realizado, en correspondencia con las modificaciones sufridas por la

frecuencia cardiaca y las concentraciones de lactato en sangre en los tenistas de mesa estudiados durante un test de resistencia especial competitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Melero C, Pradas F, Vargas MC. Control biomédico del entrenamiento en tenis de mesa. Ejemplo de test de campo. Revista Apuntes: Educación Física y Deportes 2005; 81: 67-7.
- 2-Pradas F, Castellar C, Coll I, Quintas A, Rapún M. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca. Universidad de Zaragoza. IV Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y la Educación Física. (VIII Seminario Nacional de Nutrición, Medicina y Rendimiento Deportivo) Pontevedra, España, 10-12 mayo 2012.
- 3-Allen GD. Physiological characteristics of élite Australian table tennis athletes and their responses to high level competition. J. Hum. Mov. Stud. 1991; 20(3): 133-47
- 4-Calahorra Cañada F, Torres Luque G, Lara Sánchez AJ. Percepción subjetiva de esfuerzo como herramienta válida para la monitorización de la intensidad del esfuerzo en competición de jóvenes futbolistas. Cuadernos de Psicología del Deporte. Enero 2014; 14(1) Murcia Versión On-line.
- 5-Borg G. Perceived Exertion as an indicator of somatic stress. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicin. 1970; 3: 82-88.
- 6-Barrios Duarte R. Consideraciones sobre métodos de control psicológico en el entrenamiento de resistencia. [monografía en internet]. Revista Digital. 1996; Año 8(45). Buenos Aires. [acceso 20 de enero de 2021] Disponible en: <http://www.efdeportes.com>
- 7-Moya Morales JM. La percepción subjetiva del esfuerzo como parte, de la evaluación de la intensidad del entrenamiento. [monografía en internet]. Revista Digital; 2004; Año 10(73). Buenos Aires. [acceso 20 de enero de 2021] Disponible en: <http://www.efdeportes.com>
- 8-Arruza J, et al. Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de Judo. Revista de Psicología del Deporte. 1996; 9(10): 29 - 40.
- 9-Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise.1982; 14: 337-381.

- 10-Buceta JM. Psicología del entrenamiento deportivo. Dykinson. Madrid 1998.
- 11-Bonitch J, Ramirez J, Femia P, Feriche B y Padiá P. Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a judo competition. *Medicina dello Sport*. 2005; 58(1): 23-28.
- 12-Alexiou H y Coutts AJ. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*. 2008; 3(3): 320-330.
- 13-Noble BJ, Robertson RJ. Perceived Exertion. Champaign IL: Human Kinetics. En: Robertson RJ. *Exercise Testing and Prescription Using RPE as a Criterion Variable*. *Int. J. Sport Psychol*. 2001; 32: 177-188.
- 14-Robertson RJ, Goss FL, Metz KF. Perception of physical exertion during dynamic exercise: a tribute to professor Gunnar AV. *Bor. Perceptual and Motor Skills*. 1998; 86: 183-191.
- 15-Borg G, Linderholm H. Perceived Exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. *Acta Médica Escandinava*. 1967; 472: 194-206.
- 16-Naclerio F, Barriopedro I, Rodríguez G. Control de la Intensidad en los Entrenamientos de Fuerza por medio de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo. *Kronos*. 2009; 8(14): 59-66.
- 17-Faulkner J, Parfitt G, Eston R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. *European Journal of Applied Physiology*. 2007; 101(3): 397-407.
- 18-Seip RL, Snead D, Pierce EF, Stein P, Weltman A. Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1991; 23(1): 80-87.
- 19-Robertson RJ, Falkel JE, Drash AL, Swank AM, Metz KF, Spungen SA, Leboeuf JR. Effect of blood pH on peripheral and central signals of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1986; 18(1): 114-122.
- 20-Held T, Marti B. Substantial influence of level of endurance capacity on the association of perceived exertion with blood lactate accumulation. *Int. J. Sports Med*. 1999; 20(1): 34-39.

Declaración de Autoría

Yonael Díaz Gutiérrez: concepción de ideas, obtención de los datos y Revisión del artículo.

María Elena González Revuelta: Procesamiento de datos y elaboración del artículo.

Annia Mariela Pérez Palma: aplicación del test de esfuerzo percibido de Borg (escala de 10 puntos).

Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.