



Análisis de la frecuencia cardíaca en función del resultado durante partidos de competición oficial en tenis de mesa

Heart rate analysis according to match outcome during official table tennis competition matches

Picabea, JM^{1ABC}, Errekagorri, I^{2AC}, Pinedo-Jauregi, A^{3AD}, Ozaeta-Beaskoetxea, E^{4AC}

¹ Gizartea, kirola eta ariketa fisikoa ikerkuntza taldea (GIKAFIT), Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), España, jomikel.picabea@ehu.eus.

² Gizartea, kirola eta ariketa fisikoa ikerkuntza taldea (GIKAFIT), Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), España, ibai.errekagorri@ehu.eus.

³ Gizartea, kirola eta ariketa fisikoa ikerkuntza taldea (GIKAFIT), Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), España, aitor.pinedo@ehu.eus.

⁴ Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), España, enaut.ozaeta@ehu.eus.

Responsabilidades. (A Diseño de la investigación; B Recolector de datos; C Redactor del trabajo; D Tratamiento estadístico; E Apoyo económico; F Idea original y coordinador de toda la investigación)

Recibido el 15 de junio de 2025

Aceptado el 18 de diciembre de 2025

DOI: 10.24310/riccafd.14.3.2025.22001

Correspondencia: Eñaut Ozaeta Beaskoetxea. enaut.ozaeta@ehu.eus

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar la respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) y el índice de esfuerzo percibido (RPE) en un jugador de tenis de mesa antes y después de una competición oficial, considerando el resultado del partido (ganar o perder). Se midió la FC y el RPE a un jugador en un total de 16 partidos oficiales. Se observaron diferencias significativas en los valores PRE en comparación con el POST en la FC mínima (FC Min), FC media (FC Media) y FC máxima (FC Máx), debido a la fatiga generada por el partido. Por otro lado, se observaron diferencias en los valores POST en función del resultado en las variables FC Min y FC Máx, observándose valores menores en los partidos que se ganaron. Además, se observaron valores más bajos en la percepción subjetiva del esfuerzo muscular en los partidos ganados en comparación con las

derrotas. No obstante, estas diferencias deben interpretarse con cautela debido al reducido tamaño muestral y a la ausencia de información detallada sobre la carga externa de los partidos.

PALABRAS CLAVE: fatiga, deporte de raqueta, partido, rendimiento.

ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the heart rate (HR) and the rate of perceived exertion (RPE) in a table tennis player before and after an official competition, considering the match outcome (win or loss). HR and RPE were registered in a player over 16 official matches. Significant differences were observed in the PRE values compared to the POST values in minimum HR (HRmin), mean HR (HRmean), and maximum HR (HRmax), due to the fatigue generated by the match. Additionally, differences were found in the POST values based on the outcome for the variables HRmin and HRmax, with lower values observed in won matches. Moreover, lower levels of perceived muscular exertion were registered in matches won compared to those lost. However, these differences should be interpreted with caution due to the small sample size and the absence of detailed information on the external load of the matches.

KEY WORDS: fatiga, racquet sport, final result, performance,

INTRODUCCIÓN

El tenis de mesa (TM) es un deporte que tiene aproximadamente 300 millones de practicantes en todo el mundo (1,2), de los cuales, alrededor de 40 millones son jugadores y jugadoras que compiten en alguna liga (3). Este deporte se caracteriza por la realización de esfuerzos intermitentes que requieren una elevada coordinación motriz y oculo-manual. Concretamente, los esfuerzos realizados durante un partido de TM son esfuerzos de alta intensidad y corta duración con cambios constantes de dirección, que requieren a su vez golpear una bola a gran velocidad para dar respuesta a una situación de juego condicionada por las acciones del rival (4,5). Los requerimientos técnico-tácticos y físicos del TM han variado a medida que se ha ido actualizando el reglamento (6), con cambios como el aumento del diámetro y peso de la pelota, el sistema de puntuación a 11 puntos y las limitaciones en el saque, entre otros (7). Estas modificaciones han llevado cambios en la estructura del deporte, pero también en las respuestas fisiológicas del deportista (8).

Dentro de las variables fisiológicas, la frecuencia cardíaca (FC) ha sido una de las más utilizadas para determinar la intensidad en muchos deportes y tareas específicas (9), incluido en el TM (7,10,11). En este sentido, las variables más utilizadas han sido la FC máxima (FC Máx) y la FC media (FC Media), además de la FC mínima (FC Min). Entre los estudios que han utilizado las variables mencionadas anteriormente para analizar la intensidad de los partidos, se ha observado que la FC Media obtenida en partidos se sitúa entre 135 y 163 latidos/min, mientras que los valores de FC Máx se sitúan entre los 177 y 183 latidos/min (11–13). La intensidad relativa a la cual se juega un partido de TM es de entre el 68% y el 82% de la FC Máx (11). Sin embargo, los datos registrados

corresponden normalmente a partidos simulados y a un único partido por jugador (10,11). Otra variable utilizada para cuantificar la fatiga en el ámbito deportivo es el esfuerzo percibido (9), y para ello, los deportistas califican mediante la escala de percepción de esfuerzo (RPE) la fatiga percibida durante la actividad (14). No obstante, a pesar de que se haya recomendado asociar marcadores objetivos con marcadores subjetivos como el RPE (15), en el TM tan solo se ha encontrado el uso del RPE en entrenamiento de multibolas (16), por lo que sería interesante el uso de esta herramienta en situación de partido, junto con el uso de indicadores objetivos como la FC.

Por otro lado, varios estudios han comparado la FC Min, FC Máx y FC Media antes y después de diferentes esfuerzos físicos, con el objetivo de examinar cómo afecta la actividad física sobre la FC (14,17,18). En otros deportes de raqueta como el bádminton, deporte similar al TM en cuanto a lógica interna del juego, se ha observado que los valores de FC Min, FC Máx y FC Media aumentan durante la actividad y post-actividad en comparación con valores pre-ejercicio, mostrando así un cambio en la intensidad del esfuerzo (19). Además, en dicho estudio analizaron los valores de FC en función del resultado deportivo, observando que los jugadores que ganaban obtuvieron valores más bajos en las variables FC Min, FC Máx y FC Media, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas (19). Este tipo de evidencias, junto con hallazgos recientes en otros deportes de raqueta como el pádel, sugiere la utilidad de analizar la respuesta cardíaca en contextos competitivos reales para comprender mejor las demandas específicas de estos deportes (20). En esta línea, no se han encontrado estudios que analice en el TM la variación de la FC en función del resultado en competición oficial, a pesar de que esto permitiría hacer un análisis más exhaustivo de las necesidades competitivas y ver cómo afecta el resultado del partido a la fatiga generada. Además, parece ser que la FC puede reflejar el estado emocional y de estrés del jugador (21), lo cual puede ser muy interesante en el TM debido a que durante la competición se requieren tiempos de reacción cortos y decisiones tácticas constantes, lo que supone una elevada demanda cognitiva y un alto nivel de estrés (22).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue 1) analizar la respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) en un jugador de tenis de mesa durante competiciones oficiales, tanto antes como después del partido, en función del resultado (victoria o derrota); 2) examinar las diferencias en la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), diferenciando entre el componente muscular (RPE MUS) y el respiratorio (RPE RES), según el resultado del encuentro; y 3) explorar las posibles correlaciones entre las variables de frecuencia cardíaca (FC mínima, media y máxima) y las puntuaciones de esfuerzo percibido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Para llevar a cabo el estudio, se analizó la actividad de un jugador de TM (edad: 21 años; altura: 1,78 m; masa: 72 kg; índice de masa corporal: 22,72 kg·m⁻²), con licencia federativa en vigor expedida por la Real Federación Española de

Tenis de Mesa. El jugador competía en la segunda división nacional masculina, correspondiente a la liga oficial de dicha federación, y no presentaba ninguna lesión ni se encontraba en proceso de recuperación durante el periodo de recogida de datos. Asimismo, el participante tenía 15 años de experiencia en competición de TM. El participante fue informado de los objetivos, procedimientos y aspectos éticos de la investigación y aceptó voluntariamente formar parte de esta. La investigación siguió las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (23). Así mismo, el estudio fue aprobado por el Comité de Ética para las Investigaciones con Seres Humanos (CEISH, Nº 2080310018-INB0059) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

Procedimientos

Se analizaron 16 partidos de TM jugados al mejor de 5 sets disputados dentro de la temporada competitiva 2022-2023. En cada uno de los partidos se tuvo en cuenta el resultado obtenido por el jugador (ganar o perder), de los cuales 8 fueron victorias y 8 derrotas. Durante los partidos se monitorizó la FC. Asimismo, se realizaron registros en los periodos previos (PRE) y posteriores (POST) al encuentro, con una duración de 8 minutos cada uno. El registro PRE se llevó a cabo antes del calentamiento reglamentario (2 minutos), mientras que el registro POST se inició inmediatamente tras la finalización del partido. Para el análisis, se consideraron los últimos 3 minutos del periodo PRE y los primeros 3 minutos del periodo POST, siguiendo el procedimiento descrito en estudios previos (24,25), que permite disponer de intervalos suficientemente estables para la interpretación de las respuestas cardíacas. De manera simultánea, se recogió la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) del jugador. Se realizó un calentamiento previo a cada partido, que consistió en 2 min de peloteo tanto de derecha como de revés y con golpeo de *topspin*, siguiendo lo indicado por el árbitro.

Mediciones

Análisis de la frecuencia cardíaca: Se utilizó un monitor de FC portátil (Polar V800, Kempele, Finlandia) con banda Polar H7 para registrar los datos de FC cada segundo, utilizado anteriormente en TM (26). Los datos obtenidos se transfirieron al ordenador mediante el software Polar V4 (Polar Flow, Kempele, Finlandia). Se obtuvieron las siguientes variables: (i) frecuencia cardíaca media (FC Media), (ii) frecuencia cardíaca máxima (FC Máx) y (iii) frecuencia cardíaca mínima (FC Min). Para el cálculo de la media de la FC PRE, durante y POST partido, se consideraron los registros de los últimos 3 minutos PRE, el partido completo y los primeros 3 minutos POST partido, respectivamente.

Índice de esfuerzo percibido: Inmediatamente después de terminar el partido, el jugador indicó su esfuerzo percibido en el partido. El participante indicó de forma diferenciada el esfuerzo respiratorio percibido (RPE RES) y el esfuerzo muscular percibido (RPE MUS) (9).

Análisis estadístico

Los resultados se muestran como media y desviación estándar (DE). La normalidad de los datos se analizó mediante el test de Shapiro-Wilk, prueba de homogeneidad de Levene y análisis visual del gráfico Q-Q, observándose que los datos mostraban una distribución normal en las variables de FC, pero no en las variables RPE. Por ello, se utilizó la prueba T para muestras independientes para analizar las diferencias en función del resultado del partido tanto en el momento PRE, durante el partido y en el POST en las variables de FC. Por otro lado, se realizó una prueba T de muestras relacionadas para comparar los valores PRE y POST, en función del resultado del partido. En cuanto a las variables de RPE, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los resultados en función del resultado del partido. Se calcularon el tamaño de efecto (TE) d de Cohen (27) y r_b de correlación biseriada de rangos. Tamaños del efecto de d de Cohen menores de 0,2; entre 0,2 y 0,5; entre 0,5 y 0,8 y superiores a 0,8 se consideraron triviales, bajos, moderados y altos respectivamente (27). Por otro lado, la r_b de correlación biseriada de rangos menor a 0,1; entre 0,1 y 0,29; entre 0,3 y 0,49 y superiores a 0,5 se consideraron triviales, bajos, moderados y altos, respectivamente (28). También se analizó la relación entre las variables RPE y FC mediante el coeficiente de correlación de Spearman (Rho). Las correlaciones obtenidas se consideraron altas cuando el valor absoluto se encontraba entre 1 y 0,70; moderadas, entre 0,69 y 0,50; bajas, entre 0,49 y 0,20 y muy bajas, entre 0,19 y 0,09 (29). La significatividad estadística se estableció en $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for the Social Sciences (versión 28,0, SPSS® Inc. Chicago, IL, EE.UU.).

RESULTADOS

La Figura 1 muestra los resultados obtenidos en los valores de FC en el PRE, durante el partido y POST partido, tanto en los partidos ganados como en los perdidos. Los valores de FC Máx, FC Media y FC Min fueron significativamente mayores en la situación POST partido en los partidos perdidos respecto a los partidos ganados ($p < 0,05$; TE = 0,77 a 0,97, moderado a alto), sin que se encontraran diferencias en los valores PRE ni durante el partido en función del resultado.

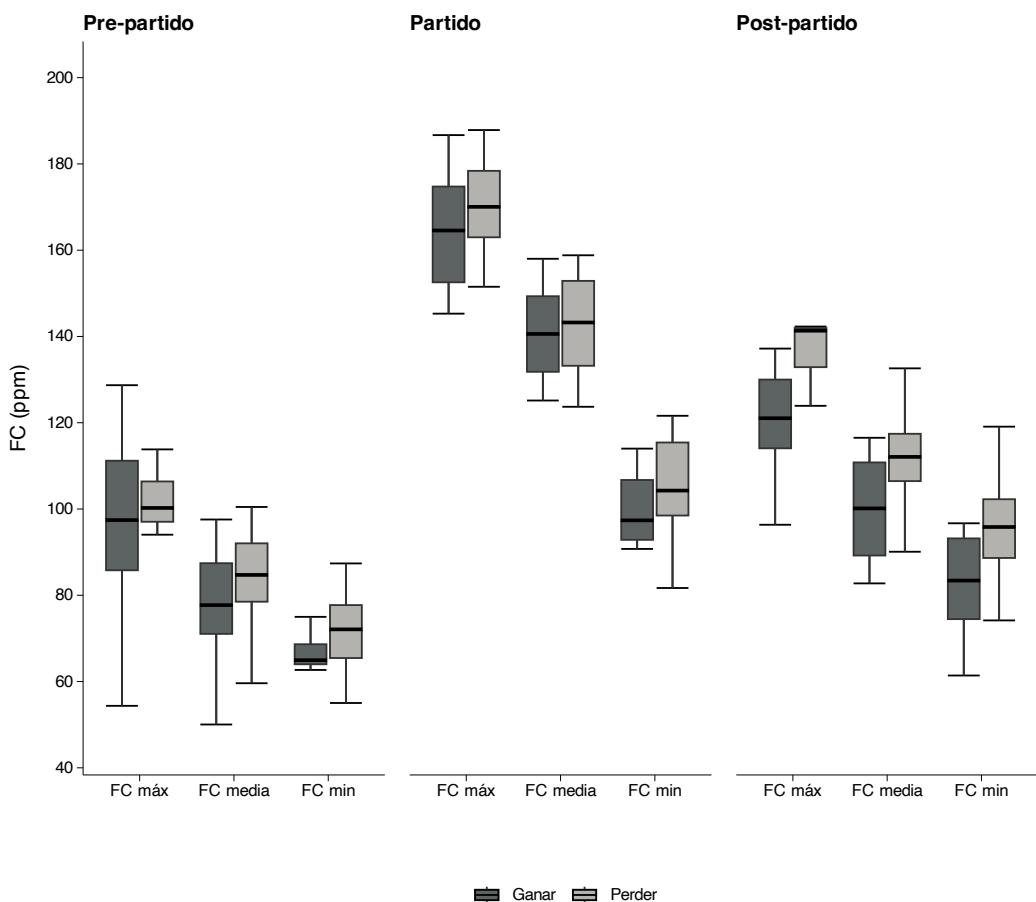


Figura 1. Resultados de la frecuencia cardíaca tanto en el Pre-partido como en el Post-partido, divididos por el resultado del partido (ganar o perder).

Nota: FC Media = Media de la frecuencia cardíaca, FC Min = Frecuencia cardíaca mínima, FC Máx = Frecuencia cardíaca máxima, PRE = valores antes del partido, POST = valores después del partido.

La Tabla 1 muestra los datos de esfuerzo percibido diferenciado. Si bien tanto el RPE MUS como el RPE RES son menores en los partidos finalizados con victoria, solo en el caso del RPE MUS esa diferencia ha sido significativa ($p < 0,05$; TE = 0,73, alto).

Tabla 1. Resultados de la percepción subjetiva del esfuerzo tras el partido, muscular y respiratorio, divididos por el resultado del partido (ganar o perder).

	GANAR	PERDER	p	TE
RPE MUS	$4,13 \pm 0,99$	$6,00 \pm 1,20$	0,01*	0,73
RPE RES	$2,75 \pm 1,04$	$3,25 \pm 1,04$	0,27	0,31

RPE MUS = Índice de esfuerzo percibido muscular, RPE RES = Índice de esfuerzo percibido respiratorio, * $p < 0,05$

La Tabla 2 muestra las correlaciones observadas entre las variables de la FC y los datos RPE. Se observaron correlaciones significativas entre el RPE MUS y

la FC Min POST ($r = 0,68$, moderado). Asimismo, el RPE RES se correlacionó con la FC Media PRE y la FC Min PRE (Rho = 0,49, bajo).

Tabla 2. Análisis de correlación entre las variables RPE y FC en situación POST partido.

	FC Media POST	FC Min POST	FC Máx POST
RPE MUS	0,47	0,68**	0,32
RPE RES	0,44	0,49	0,28

FC Media = Media de la frecuencia cardíaca, FC Min = Frecuencia cardíaca mínima, FC Máx = Frecuencia cardíaca máxima, POST = valores después del partido, RPE MUS = Índice de esfuerzo muscular percibido, RPE RES = Índice de esfuerzo respiratorio percibido,

** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, Correlaciones significativas entre variables

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue analizar la respuesta fisiológica a través de la FC y el RPE de un jugador de tenis de mesa teniendo en cuenta el resultado del partido (ganar o perder). Los resultados muestran que hay diferencias en la FC Min POST, FC del partido POST, FC Máx POST y el RPE MUS en función del resultado, así como correlaciones entre las variables previamente mencionadas.

La respuesta cardíaca es un parámetro que ha sido utilizado en el TM para cuantificar las demandas fisiológicas de los jugadores durante los partidos (6,11,30). En este estudio se observaron diferencias en los valores de FC Min, FC Partido y en la FC Máx post partido en función del resultado del partido, siendo la situación en la que se ganaron los partidos donde se obtuvo valores más bajos de FC. En lo que respecta a la FC Media durante el partido, los valores observados en estudios anteriores (11,30) concuerdan con los resultados obtenidos en este estudio. Concretamente, durante partidos simulados en competición masculina, se observó que la FC Media oscilaba entre 137 y 176 latidos/min (11,30), coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio durante la competición oficial, tanto en los partidos que se ganó como en los que se perdió. Por otro lado, en lo que respecta a la FC Máx, estudios previos (6,11) mostraron que la FC Máx puede oscilar entre 160 y 180 latidos/min, coincidiendo también con los resultados obtenidos en este estudio.

Además, en los partidos en los que se logró la victoria se obtuvieron valores menores POST partido en la FC Min, FC Media y FC Máx en comparación con los partidos perdidos. Esto coincide con lo observado en otros deportes de raqueta, concretamente en el bádminton (19), en el que observaron valores de FC menores en los partidos en los que se obtuvo la victoria. Resultados en línea se han descrito también en el pádel, donde los jugadores perdedores tienden a mostrar una mayor carga interna y respuestas cardíacas más elevadas durante el juego, a pesar de que no siempre se observen diferencias claras en todos los indicadores analizados (20). Hay que tener en cuenta, no obstante, que tanto la FC Media como la FC Máx pueden verse

condicionados por diferentes factores, como puede ser el material utilizado (e.g., las pelotas y las palas ralentizan el juego del tenis de mesa actual), las situaciones específicas que se pueden dar en la competición, el marcador, el estilo de juego y la táctica, entre otros. Además, es posible que, en los partidos en los que se perdió, el jugador se esforzara más que en los partidos en los que obtuvo la victoria, tratando de remontar el partido, lo que hizo que los momentos finales del partido fueran más intensos, lo cual podría explicar las diferencias post-partido observadas en este estudio.

En lo que respecta al RPE, en este estudio se analizaron por separado el RPE MUS y el RPE RES. Concretamente, se observaron diferencias significativas en función del resultado del partido en el RPE MUS, pero no en el RPE RES, siendo en ambos casos los valores menores en los partidos que se ganaron. Estos datos reflejan que la percepción subjetiva de esfuerzo puede ser menor en los partidos que se ha obtenido la victoria, tal y como se ha podido observar en otros deportes de raqueta como el bádminton (19). Concretamente, en el estudio de Bisschoff et al. (19) observaron que los jugadores que ganaron sus partidos obtuvieron una percepción de esfuerzo menor en comparación con los jugadores que perdieron sus partidos. Sin embargo, estos datos no se han podido comparar con otros estudios que analicen el RPE en competiciones de TM, ya que a conocimiento de los autores tan solo existe un artículo que haya analizado el RPE en este deporte, siendo este con la escala RPE 6-20 y en situación de multi-bolas, el cual suele ser un ejercicio muy exigente debido a la intensidad del ejercicio (1).

Por último, en lo que respecta al análisis de correlaciones, se observaron correlaciones significativas entre el RPE MUS y la FC Min POST ($\rho = 0,68$, moderado, $p < 0,01$), por lo que se puede entender que la fatiga generada tras un partido, observada mediante la FC, puede estar relacionada con el esfuerzo muscular percibido por parte del deportista, más que con el respiratorio. En este sentido, no se han encontrado estudios que analicen las correlaciones entre las variables de FC y RPE en el TM, ni tampoco estudios que analicen correlaciones entre la FC con el RPE MUS y RPE RES por separado. Sin embargo, estudios anteriores sí que han encontrado correlaciones significativas entre el RPE y la FC en diferentes disciplinas deportivas, como el fútbol o el hockey hierba, con un coeficiente de correlación entre 0,6 y 0,74 ($p < 0,01$) (31,32), coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio. Aun así, debido a las limitaciones existentes a la hora de comparar los resultados y al diseño intensivo de caso único, son necesarios más estudios en esta línea para poder corroborar y generalizar lo observado.

LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

A pesar de que este estudio, en conocimiento de los autores, sea el primer estudio que analiza la FC en competición oficial teniendo en cuenta el resultado del partido (ganar o perder), presenta varias limitaciones que podrían haber afectado a los resultados obtenidos, siendo estas las principales: i) la muestra está compuesta por tan solo un jugador masculino de categoría nacional, ii) no se han tenido en cuenta variables contextuales como el nivel del jugador rival, el

estilo de juego o el marcador, entre otras, iii) no se registraron variables de carga externa directamente relacionadas con el desarrollo del partido, como la duración total del encuentro, el número de sets disputados o el número de puntos jugados, que habrían permitido interpretar con mayor detalle las variaciones de la FC y del RPE en función de las demandas reales del juego, y iv) tan solo se han tenido en cuenta la FC y el RPE, pudiendo haberse utilizado otras variables para medir la fatiga, como puede ser la VFC o test físicos. Aunque es un estudio con varias limitaciones, la ausencia de trabajos similares hace que nuestro estudio pueda aportar valor, pudiendo ayudar a que futuras investigaciones continúen el camino iniciado.

Teniendo en cuenta las limitaciones indicadas, futuros trabajos podrían centrarse en ampliar la muestra, incluyendo jugadores de distintas categorías, tanto masculinos como femeninos y realizar estudios longitudinales, para poder comparar los resultados obtenidos con otras temporadas o competiciones. Además, sería interesante tener en cuenta variables contextuales, como el marcador, el estilo de juego o la situación competitiva. Por otro lado, también podría tenerse en cuenta el impacto psicológico o emocional de los jugadores, debido a que el estrés y la ansiedad competitiva pueden afectar al rendimiento deportivo.

CONCLUSIONES

Tal y como se ha observado en este estudio de caso, el resultado del partido parece asociarse a los valores de FC después del partido de competición oficial, mostrando valores posteriores más elevados en las derrotas que en las victorias. Además, el RPE, especialmente en su componente muscular (RPE MUS), también se presenta como una variable condicionada por el resultado del partido, observándose una mayor percepción de esfuerzo en los encuentros perdidos. Por otro lado, se han encontrado correlaciones significativas entre el RPE MUS y la FC, lo que refuerza la relación entre la fatiga muscular percibida y la respuesta cardíaca tras la competición.

Estos resultados podrían ser útiles para que entrenadores y jugadores de categoría nacional ajusten la exigencia de los entrenamientos a las necesidades reales de los partidos. En concreto, la identificación de mayores valores de FC POST y de un incremento del RPE muscular en las derrotas puede orientar al entrenador hacia la necesidad de diseñar tareas que reproduzcan escenarios de alta demanda física y emocional, acercando el entrenamiento a las condiciones más estresantes de la competición. Del mismo modo, la observación de respuestas fisiológicas más controladas y de menores niveles de esfuerzo percibido en las victorias sugiere que determinados perfiles tácticos o situaciones de juego podrían asociarse a una gestión más eficiente de la carga interna, lo cual puede incorporarse a la planificación mediante tareas específicas que favorezcan dicha gestión. No obstante, la falta de información detallada sobre la carga externa de los partidos impide afirmar que las diferencias observadas en la FC se deban únicamente al resultado del encuentro, por lo que futuros estudios deberían integrar de forma conjunta indicadores de carga interna y externa.

REFERENCIAS

1. Bańkossz Z, Winiarski S. Kinematic parameters of topspin forehand in table tennis and their inter-and intra-individual variability. *J Sports Sci Med.* 2020;19(1):138–48.
2. Pradas F, Toro-Román V, de la Torre A, Moreno-Azze A, Gutiérrez-Betancur JF, Ortega-Zayas MÁ. Analysis of Specific Physical Fitness in High-Level Table Tennis Players—Sex Differences. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19:5119.
3. He Y, Lyu X, Sun D, Baker JS, Gu Y. The kinematic analysis of the lower limb during topspin forehand loop between different level table tennis athletes. *PeerJ.* 2021;9:1–14.
4. Faber IR, Elferink-Gemser MT, Faber NR, Oosterveld FGJ, Nijhuis-Van Der Sanden MWG. Can perceptuo-motor skills assessment outcomes in young table tennis players (7-11 years) predict future competition participation and performance? An observational prospective study. *PLoS One [Internet].* 2016;11(2):593–601. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0151902>
5. Pradas F, Toro-román V, Castellar C, Carrasco L. Analysis of the spatial distribution of the serve and the type of serve-return in elite table tennis . Sex differences. *Front Psychol.* 2023;14:1243135.
6. Zagatto AM, Kondric M, Knechtle B, Nikolaidis PT, Sperlich B. Energetic demand and physical conditioning of table tennis players. A study review. *J Sports Sci [Internet].* 2017;36(7):724–31. Available from: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1335957>
7. Leite JV de M, Barbieri FA, Miyagi W, De Souza Malta E, Zagatto AM. Influence of game evolution and the phase of competition on temporal game structure in high-level table tennis tournaments. *J Hum Kinet.* 2017;55(1):55–63.
8. Kondric M, Furjan-mandi G, Kondri L, Gabaglio A. Physiological demands and testing in table tennis. *International Journal of Table Tennis Sciences.* 2010;6(6):165–71.
9. Yancı J, Calleja-González J, Romaratezabala E, Iturriastillo A. Perceived exertion in small sided-games internal load quantification in wheelchair basketball players. *Revista de Psicología del Deporte.* 2021;30(2):145–51.
10. Picabea JM, Cámara J, Yancı J. Heart Rate Response, Temporal Structure and the Stroke Technique Distribution in Table Tennis National Category Matches. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(1):739.
11. Pradas F, de la Torre A, Castellar C, Toro-Román V. Physiological profile, metabolic response, and temporal structure in elite individual table tennis: Differences according to gender. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:11898.
12. Pradas F, Salvà P, González-Campos G, González-Jurado JA. Análisis de los indicadores de rendimiento que definen el tenis de mesa moderno. *Journal of Sports an Health Research.* 2015;7(2):149–62.
13. Zagatto AM, Morel EA, Gobatto CA. Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association [Internet].* 2010;24(4):942–9. Available from:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20300034%5Cnhttp://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00124278-201004000-00008>
14. Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiol Behav* [Internet]. 2017;181:86–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.09.004>
 15. Saw AE, Main LC, Gastin PB. Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *Br J Sports Med.* 2016 Mar 1;50(5):281–91.
 16. Gu Y, Yu C, Shao S, Baker JS. Effects of table tennis multi-ball training on dynamic posture control. *PeerJ* [Internet]. 2019 Jan 16 [cited 2025 Jun 12];2019(1):e6262. Available from: <https://peerj.com/articles/6262>
 17. Garrido A, De La Cruz B, Medina M, Garrido MA, Naranjo J. Heart rate variability after three badminton matches. Are there gender differences? *Archivos de Medicina del Deporte.* 2011;28(144):257–64.
 18. Hernández-Cruz G, Quezada-Chacon JT, González-Fimbres RA, Flores-Miranda FJ, Naranjo-Orellana J, Rangel-Colmenero BR. Effect of consecutive matches on heart rate variability in elite volleyball players. *Revista de psicología del deporte.* 2017;26(2):9–14.
 19. Bisschoff CA, Coetzee B, Esco MR. Heart rate variability and recovery as predictors of elite, African, male badminton players' performance levels. *Int J Perform Anal Sport* [Internet]. 2018;18(1):1–16. Available from: <http://doi.org/10.1080/24748668.2018.1437868>
 20. Marcos-Rivero B, Yanci J, Granados C, Picabea JM, Ascondo J. Evolution of Physiological Responses and Fatigue Analysis in Padel Matches According to Match Outcome and Playing Position. *Sensors.* 2025 Sep 1;25(17). Available from: <http://doi.org/10.3390/s25175240>
 21. Baron R, Petschnig R, Bachl N, Raberger G, Smekal G, Kastner P. Catecholaminic excretion and heart rate as factors of psychophysical stress in table tennis. *Int J Sports Med.* 1992;13(7):501–5.
 22. Le Mansec Y, Pageaux B, Nordez A, Dorel S, Jubeau M. Mental fatigue alters the speed and the accuracy of the ball in table tennis. *J Sports Sci* [Internet]. 2018;36(23):2751–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1418647>
 23. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants. *JAMA* [Internet]. 2025 Jan 7;333(1):71–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39425955>
 24. Schmitt L, Regnard J, Millet GP. Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: An avenue beyond RMSSD? *Front Physiol.* 2015;6(NOV):2013–5.
 25. Plews DJ, Laursen PB, Le Meur Y, Hausswirth C, Kilding AE, Buchheit M. Monitoring training with heart rate-variability: how much compliance is needed for valid assessment? *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(5):783–90.
 26. Picabea JM, Cámaras J, Yanci J. Análisis de la evolución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca antes y después de un partido de tenis de mesa en función del resultado. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2022;39(2):81–8.

27. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd edition. Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
28. López-Martín E, Ardura-Martínez D. The effect size in scientific publication. Educacion XX1. 2023;26(1):9–17.
29. Salaj S, Markovic G. Specificity of jumping, sprinting, and quick change of direction motor abilities. J Strength Cond Res. 2011;25(5):1249–55.
30. Kondrić M, Zagatto AM, Sekulić D. The physiological demands of table tennis: A review. J Sports Sci Med. 2013;12(3):362–70.
31. Scantlebury S, Till K, Atkinson G, Sawczuk T, Jones B. The within-participant Correlation between s-RPE and Heart Rate in Youth Sport. Sports Med Int Open. 2017 Oct;1(06):E195–9.
32. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S, Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. Eur J Appl Physiol. 2013 Jan;113(1):147–55.