

Originales

Relación entre composición corporal, ansiedad y modulación autonómica cardíaca en deportistas de combate de alta latitud: análisis por sexo



Matías Navarro-Aránguiz^a, Juan Borquez^{b,c}, Paula Aravena^b, Catalina Díaz^b, Analía Ríos^b, Matías Castillo-Aguilar^d, Cristian Núñez-Espinosa^{d,*}

^a Departamento de Kinesiología, Universidad de Magallanes, Chile.

^b Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Magallanes, Chile.

^c Centro de Excelencia en Biomedicina de Magallanes (CEBIMA), Universidad de Magallanes, Chile.

^d Escuela de Medicina, Universidad de Magallanes, Chile.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la relación entre la composición corporal, la ansiedad estado-rasgo y la modulación autonómica cardíaca en deportistas de combate residentes en alta latitud sur, con comparación por sexo. **Método:** Estudio observacional, transversal y correlacional en 42 deportistas de combate (31 hombres y 11 mujeres; 15-34 años). La ansiedad se evaluó mediante el State-Trait Anxiety Inventory; la composición corporal mediante bioimpedancia segmentaria; y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en reposo con banda Polar H10. Se emplearon la prueba de suma de rangos de Wilcoxon y correlaciones de Spearman. **Resultados:** Las mujeres presentaron mayor porcentaje de grasa corporal (28,15% frente a 10,90%; $p < 0,001$) y mayor potencia en la banda de alta frecuencia (HF) (859 frente a 449 ms²; $p = 0,013$). La masa muscular total se asoció positivamente con el RR medio ($\rho = 0,32$; $p = 0,041$) y negativamente con la frecuencia cardíaca media ($\rho = -0,31$; $p = 0,046$) y con HF ($\rho = -0,34$; $p = 0,031$). El porcentaje de grasa corporal se asoció negativamente con LF ($\rho = -0,37$; $p = 0,018$). No se observaron correlaciones significativas entre ansiedad y composición corporal o VFC. **Conclusión:** En deportistas de combate que viven en alta latitud sur, la composición corporal se relaciona con marcadores de modulación autonómica cardíaca en reposo, con patrones diferenciales por sexo. La ansiedad estado-rasgo evaluada en reposo no mostró asociaciones significativas con la VFC ni con la composición corporal.

Palabras clave: variabilidad de la frecuencia cardíaca; composición corporal; ansiedad; deportes de combate; sexo biológico; fotoperiodo.

Relationship between body composition, anxiety and cardiac autonomic modulation in high-latitude combat athletes: analysis by sex

ABSTRACT

Objective: To analyze the relationship between body composition, state-trait anxiety and cardiac autonomic modulation in combat athletes living at high southern latitudes, with sex-based comparisons. **Method:** Cross-sectional observational study including 42 combat athletes (31 men and 11 women; 15-34 years). Anxiety was assessed with the State-Trait Anxiety Inventory, body composition by segmental bioimpedance, and resting heart rate variability (VFC) using a Polar H10 chest strap. Wilcoxon rank-sum tests and Spearman correlations were applied. **Results:** Women showed a higher body fat percentage (28.15% vs. 10.90%; $p < 0.001$) and higher high-frequency power (859 vs. 449 ms²; $p = 0.013$). Total muscle mass was positively associated with mean RR interval ($\rho = 0.32$; $p = 0.041$) and negatively associated with mean heart rate ($\rho = -0.31$; $p = 0.046$) and HF power ($\rho = -0.34$; $p = 0.031$). Body fat percentage was negatively associated with low-frequency power ($\rho = -0.37$; $p = 0.018$). No significant correlations were observed between anxiety scores and body composition or VFC markers. **Conclusion:** In combat athletes living at high southern latitudes, body composition is associated with resting cardiac autonomic markers, with differential patterns according to sex. Resting state-trait anxiety showed no significant associations with VFC or body composition.

* Autor de Correspondencia: Cristian Núñez-Espinosa, Escuela de Medicina, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile. Centro Asistencial de Docencia e Investigación CADI-UMAG, Chile. e-mail: cristian.nunez@umag.cl. Address: Avenida Bulnes 01855, Box 113-D. Phone: +56 61 2201411. (Cristian Núñez-Espinosa)

Keywords: heart rate variability; body composition; anxiety; combat sports; biological sex; photoperiod.

Relação entre composição corporal, ansiedade e modulação autonômica cardíaca em atletas de esportes de combate de alta latitude: análise por sexo

RESUMO

Objetivo: Analisar a relação entre a composição corporal, a ansiedade estado-traço e a modulação autonômica cardíaca em atletas de esportes de combate residentes em altas latitudes do hemisfério sul, com comparação por sexo. **Método:** Estudo observacional, transversal e correlacional realizado com 42 atletas de esportes de combate, sendo 31 homens e 11 mulheres, com idades entre 15 e 34 anos. A ansiedade foi avaliada por meio do State-Trait Anxiety Inventory; a composição corporal, por bioimpedância segmentar; e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso, utilizando uma cinta Polar H10. Foram empregados o teste de soma de postos de Wilcoxon e correlações de Spearman. **Resultados:** As mulheres apresentaram maior percentual de gordura corporal (28,15% versus 10,90%; $p < 0,001$) e maior potência na banda de alta frequência (HF) (859 versus 449 ms²; $p = 0,013$). A massa muscular total associou-se positivamente ao intervalo RR médio ($\rho = 0,32$; $p = 0,041$) e negativamente à frequência cardíaca média ($\rho = -0,31$; $p = 0,046$) e à HF ($\rho = -0,34$; $p = 0,031$). O percentual de gordura corporal associou-se negativamente à LF ($\rho = -0,37$; $p = 0,018$). Não foram observadas correlações significativas entre ansiedade e composição corporal ou VFC. **Conclusão:** Em atletas de esportes de combate que vivem em altas latitudes do hemisfério sul, a composição corporal está relacionada a marcadores da modulação autonômica cardíaca em repouso, com padrões distintos de acordo com o sexo. A ansiedade estado-traço avaliada em repouso não apresentou associações significativas com a VFC nem com a composição corporal.

Palavras-chave: variabilidade da frequência cardíaca; composição corporal; ansiedade; esportes de combate; sexo biológico; fotoperíodo.

Introducción

Los deportes de combate exigen una regulación psicofisiológica eficiente, ya que el rendimiento depende de la capacidad para responder a la carga física, al estrés anticipatorio y a las exigencias del entorno competitivo (1). En este contexto, la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se ha utilizado como un marcador no invasivo de la modulación autonómica cardíaca y del estado de recuperación del deportista (2).

La composición corporal también es un componente central en estas disciplinas. La masa muscular y el porcentaje de grasa no solo condicionan el rendimiento y la categoría de peso, sino que además pueden relacionarse con el control cardiovascular y autonómico. Una mayor masa muscular suele asociarse a adaptaciones propias del entrenamiento, como menor frecuencia cardíaca en reposo y mayor eficiencia cardiovascular (3). En cambio, aumentos del tejido adiposo se han vinculado con peor perfil metabólico e inflamatorio, lo que potencialmente afecta la regulación autonómica (4). Este vínculo es particularmente relevante en deportes de combate, donde las fluctuaciones de peso son frecuentes y pueden comprometer tanto la CC como el estado del balance autonómico del atleta. (5)

El aspecto psicológico, principalmente la ansiedad, influye también en esta ecuación. Si bien la ansiedad competitiva es un factor que altera la modulación autonómica cardíaca (6), el papel de la ansiedad (rasgo) medida en condiciones de reposo es menos claro, considerando que factores de CC más estables. Esta distinción es crucial, ya que sugiere que el impacto psicológico en la fisiología del atleta puede ser altamente dependiente del contexto (7).

La ecuación se vuelve más compleja al considerar el sexo biológico. Existe evidencia sólida de que las mujeres, poseen una tendencia a tener mayor tono vagal en reposo y que a su vez, presenta una diferente respuesta autonómica al estrés, relacionándose en parte con la influencia de hormonas como los estrógenos. (7,8). Además, el contexto ambiental de vivir en zonas de alta latitud sur, caracterizada por cambios extremos en el fotoperíodo, puede actuar como un modulador externo, afectando ciclos circadianos, estados de ánimo y, en consecuencia, el balance autonómico cardíaco (BAC) y la sintomatología ansiosa en residentes de esta región (9,10).

Considerando la escasez de estudios que integren composición corporal, ansiedad y VFC en deportistas de combate residentes en ambientes australes o de alta latitud, el objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre ansiedad estado-rasgo, composición corporal y modulación autonómica cardíaca en deportistas de combate de alta latitud sur, comparando además los resultados por sexo. Se planteó como hipótesis que una composición corporal menos favorable y mayores niveles de ansiedad se asociarían con un perfil autonómico menos favorable en reposo.

Métodos

Diseño del estudio

Estudio observacional, transversal y correlacional, realizado en el Centro Asistencial Docente e Investigación CADI-UMAG (Punta Arenas, Chile), entre las 09:00 y las 11:00 h, en una única visita por participante. El protocolo fue aprobado por el comité de ética institucional (N°003-SH-2025). Todos los participantes firmaron consentimiento informado; en menores de 18 años se obtuvo además asentimiento y autorización del tutor legal.

Participantes

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo a la facilidad de acceso y disponibilidad de los participantes. Los criterios de inclusión fueron: Tener entre 14 a 35 años de edad; practiquen con regularidad, al menos dos veces por semana, deportes de combate; haber firmado el consentimiento y asentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron: Usar dispositivos médicos que alteren el ritmo cardíaco, como marcapasos; Deportistas con implantes metálicos; Deportistas gestantes; Deportistas que amamantan, porque la composición corporal de madres que amamantan varía durante la lactancia.

Tabla 1. Características sociodemográficas.

Característica	General N = 41	Mujer N = 10	Hombre N = 31	p-valor
Edad (años)	20.00 (7.41)	20.00 (4.45)	21.00 (8.90)	>0.999
Deporte				
Boxeo	24 (58.54%)	5 (50.00%)	19 (61.29%)	
Kickboxing	1 (2.44%)	0 (0.00%)	1 (3.23%)	
Mixto	1 (2.44%)	0 (0.00%)	1 (3.23%)	
Taekwondo	15 (36.59%)	5 (50.00%)	10 (32.26%)	
Talla (cm)	171.00 (9.64)	160.25 (2.97)	173.20 (6.38)	<0.001
Peso (kg)	67.20 (13.64)	64.80 (9.49)	69.40 (15.12)	0.268
Grasa corporal (%)	17.80 (13.64)	28.15 (4.08)	10.90 (7.56)	<0.001
Masa muscular (kg)	53.90 (8.30)	44.45 (6.30)	57.70 (8.60)	<0.001
Total STAI (puntos)	59.00 (10.38)	69.50 (14.08)	58.00 (8.90)	0.054

En la tabla se presentan los datos como mediana (desviación mediana absoluta) para variables numéricas y como frecuencia absoluta y relativa para las variables categóricas. El valor-p corresponde a la prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

Instrumentos

Composición corporal

Se utilizó el tallímetro portátil SECA 213 para medir la altura de los sujetos. Parámetros de CC considerados fueron: Peso Bruto (kg); porcentaje de grasa corporal; masa muscular (kg); masa muscular brazo izquierdo (kg); masa muscular brazo derecho (kg); masa muscular tronco (kg); masa muscular pierna izquierda (kg); masa muscular pierna derecha (kg). Esta evaluación se realizó mediante bioimpedancia tanita BC-558 (Tanita Ironman, Arlington Heights, IL, Estados Unidos), la cual posee una concordancia 89.3% con la prueba de absorción dual de rayos X, utilizados en protocolos de medición estándar (11).

Ansiedad

Para evaluar los niveles de ansiedad se utilizó el cuestionario STAI en su adaptación al español (State-Trait Anxiety Inventory) de Spielberger Gorsuch y Lushene (1970). Este instrumento se subdivide en dos escalas, ansiedad como rasgo y ansiedad como estado, conformadas por 20 ítems cada uno puntuados de 0 a 3 en una escala de Likert. Ambas escalas poseen una buena consistencia interna, fluctúa entre 0.90 y 0.94 en ansiedad-estado y entre 0.84 y 0.87 en la ansiedad-rasgo (12).

Parámetros cardíacos

Parámetros vitales como la presión arterial, se utilizó un monitor de presión Omron®, Posicionando al paciente decúbito supino, se evaluaron 10 minutos de los cuales los primeros 5 minutos son para la recuperación de la VFC y los últimos 5 minutos se consideran los parámetros en reposo. Para este estudio solamente se utilizaron los parámetros en reposo.

Para la evaluación de la VFC, se utilizó la banda de frecuencia cardíaca Polar H10 (Kempele, Finland). La frecuencia respiratoria de los deportistas fue espontánea. Los artefactos y latidos ectópicos que no excedieron el 3% de los datos registrados fueron excluidos del análisis (13). De las mediciones de intervalos R-R se estimaron dominios de tiempo y frecuencia. De los parámetros de tiempo se consideró el promedio de intervalos R-R, expresados en milisegundos (ms), y el promedio de frecuencia cardíaca. Con respecto a los parámetros de dominio temporal, se consideró la raíz cuadrada de las diferencias cuadradas medias de los intervalos R-R sucesivos (RMSSD) (14), ampliamente reconocido de la influencia parasimpática sobre la modificación autonómica cardíaca. Del mismo modo, se evaluó la desviación estándar de los intervalos R-R (SDNN) (15), parámetro que refleja la variabilidad cardíaca total, por lo tanto, integra la contribución simpática como parasimpática.

Por otro lado, los dominios de frecuencia que se consideraron fueron la banda de alta frecuencia (HF) (0.15-0.40 Hz), que refleja

la influencia parasimpática y la contribución de la arritmia sinusal respiratoria (16); la banda de baja frecuencia (LF) (0.04 - 0.15 Hz) entre ambos se relaciona con un reflejo de actividad parasimpática y simpática; la banda de muy baja frecuencia (VLF) (0.0033 - 0.04 Hz) (17).

Finalmente, se incluyeron parámetros de espectro, que se consideran indicadores compuestos de actividad autonómica específica, tales como el índice parasimpático (PNS), el índice simpático (SNS) y el índice de estrés (SI). El índice PNS permite observar la estimulación vagal total y se calcula a partir del RMSSD y el índice derivado del gráfico de Poincaré correspondiente al ancho de la elipse (SD1) en unidades normalizadas, lo cual permite indicar las desviaciones estándar tanto por encima como por debajo del umbral promediado de la población (16). El índice SNS, que refleja la contribución simpática total, se calcula a partir del promedio temporal de los intervalos R-R, el índice de estrés de Baevsky (relacionada positivamente con el estrés del sistema cardiovascular y la influencia simpática cardíaca y el índice Poincaré Plot SD2 en unidades normalizadas (correlacionando con SDNN) interpretando de manera similar al índice PNS (18).

Análisis estadístico

Se evaluó la distribución de los datos para determinar el uso de pruebas paramétricas para el análisis correlacional y de diferencias por sexo de las variables de interés en esta investigación. Para la descripción de las variables numéricas se usó la mediana y la desviación mediana absoluta (MAD) como medidas de tendencia central y dispersión.

Para evaluar la asociación entre variables se utilizó la prueba estadística no paramétrica de correlación de Spearman (ρ) para estimar obtener la asociación entre variables continuas y la prueba de suma de rangos de Wilcoxon para evaluar la diferencia en los rangos medios de las variables de interés entre hombres y mujeres. Los datos fueron procesados en el programa estadístico Software R (v4.4.1), para analizar los datos, relacionar variables y para realizar las visualizaciones de los datos.

Resultados

La muestra obtenida se compone de 41 deportistas de combate (73.8% hombres, $n=31$; 26.2% mujeres, $n=10$), con una edad mediana de 20 años (MAD = 5.9). Por otro lado, la variedad de deportes de contacto fueron boxeo, taekwondo y kickboxing. No se registraron abandonos durante las evaluaciones. El resto de las características sociodemográficas pueden observarse en la [Tabla 1](#).

Tabla 2. Características autonómicas cardíacas.

Característica	General N = 41	Mujer N = 10	Hombre N = 31	p-valor
RR medio (ms)	776.00 (121.57)	719.50 (143.07)	797.00 (148.26)	0.309
FC media (lpm)	77.00 (13.34)	83.50 (14.83)	75.00 (16.31)	0.394
SDNN (ms)	54.20 (30.99)	58.85 (20.98)	54.20 (32.17)	0.915
RMSSD (ms)	42.70 (18.24)	41.85 (23.35)	43.30 (17.94)	0.727
VLF (ms ²)	61.00 (56.34)	55.00 (56.34)	63.00 (59.30)	>0.999
LF (ms ²)	915.00 (883.63)	744.00 (439.59)	1,677.00 (1,716.85)	0.071
HF (ms ²)	556.00 (480.36)	859.00 (566.35)	449.00 (474.43)	0.013

En la tabla se presentan los datos como mediana (desviación mediana absoluta). El valor-p corresponde a la prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

Diferencias entre sexo en ansiedad, composición corporal y VFC

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la mayoría de las variables de CC. Los hombres presentaron una mayor altura ($W = 10$, $p < 0.001$) y peso ($W = 118$, $p = 0.268$). El porcentaje de grasa corporal fue significativamente mayor en las mujeres ($W = 290.5$, $p < 0.001$). En cuanto a los parámetros de masa muscular total y segmentales, fueron mayores en el sexo masculino ($p < 0.001$ para todas las comparaciones).

Con respecto a la ansiedad evaluada mediante el formulario STAI, se observó una tendencia hacia niveles elevados de ansiedad de manera no significativa hacia puntuaciones más altas en mujeres ($W = 219$, $p = 0.054$).

Siguiendo con los parámetros de VFC en el dominio de tiempo, no se encontraron diferencias significativas entre sexos para la media de intervalos RR, FC media, SDNN y RMSSD. Sin embargo, en el análisis espectral, se identificó una diferencia estadísticamente significativa en la banda de alta frecuencia HF. Las mujeres presentaron valores medios de HF notablemente superiores en comparación con los hombres ($W = 237$, $p = 0.013$). No se hallaron diferencias significativas por sexo en las bandas de LF y VLF. Los valores obtenidos de VFC pueden observarse en la [Tabla 2](#).

Correlaciones

El análisis de correlaciones de Spearman reveló asociaciones significativas entre los componentes de la CC y diversos marcadores de VFC. La masa muscular total mostró una correlación positiva moderada con el intervalo RR medio ($\rho = 0.32$, IC 95% [0, 0.58], $p = 0.041$) y una correlación negativa moderada con la FC media ($\rho = -0.31$, IC 95% [-0.57, 0], $p = 0.046$) y la potencia de la banda HF ($\rho = -0.34$, IC 95% [-0.59, -0.02], $p = 0.031$). Por otro lado, el porcentaje de grasa corporal se correlacionó negativamente con LF ($\rho = -0.37$, IC 95% [-0.61, -0.06], $p = 0.018$). No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre puntuaciones de ansiedad y ningún parámetro de CC o de VFC en esta muestra.

Discusión

El principal hallazgo de este estudio fue que la composición corporal se asoció con diferentes marcadores de modulación autonómica cardíaca en reposo en deportistas de combate residentes en alta latitud sur. En particular, una mayor masa muscular se relacionó con RR más prolongados y menor frecuencia cardíaca media, patrón compatible con adaptaciones cardiovasculares propias del entrenamiento.

La asociación negativa entre masa muscular y HF debe interpretarse con cautela. Aunque HF suele considerarse un índice relacionado con la modulación vagal y la arritmia sinusal respiratoria, su magnitud también puede verse influida por el patrón ventilatorio y por características específicas de la muestra. Dado que la respiración fue espontánea, este resultado no debe interpretarse como evidencia aislada de menor control vagal.

En segundo lugar, y al contrario de lo esperado, la ansiedad en reposo no se asoció significativamente ni con la CC ni con la VFC. Finalmente, se confirmaron diferencias significativas por sexo, tanto en CC como en el perfil espectral de la VFC. Estos resultados, obtenidos en un contexto ambiental particular, ofrecen una perspectiva integral sobre factores que se relacionan con la regulación autonómica en deportistas de combate.

Relación entre Composición Corporal y Modulación Autonómica Cardíaca

La correlación significativa entre los componentes de la composición corporal y la modulación autonómica cardíaca, destaca la importancia de la morfología como modulador del BAC ([7,11](#)). Como era predecible, una mayor masa muscular total se correlacionó con un intervalo RR medio más prolongado y una FC media más baja, hallazgos que se alinean con las adaptaciones cardiovasculares que se consiguen con el entrenamiento de fuerza y resistencia, características de los deportes de combate ([3,5](#)). Estas adaptaciones incluyen una mejora en la sensibilidad de los barorreceptores y un aumento del tono vagal en reposo ([2,14](#)).

Sin embargo, un resultado que merece especial atención fue la correlación negativa moderada entre la masa muscular total y la potencia en la banda de HF. Aunque aparentemente contradictorio con la noción de un mayor tono vagal, este hallazgo podría reflejar un perfil autonómico particular en deportistas de combate entrenados. Es probable suponer que una masa muscular más desarrollada, junto con adaptaciones cardiovasculares asociadas al deporte, se asocie a una arritmia sinusal respiratoria, reflejada en la HF de menor amplitud en reposo, sin que eso signifique una regulación vagal deficiente ([5,16,18](#)). De hecho, la ausencia de correlación con RMSSD sugiere que la contribución parasimpática podría expresarse de manera diferente en esta población, o que el análisis espectral en reposo es influenciado por otros factores como el patrón respiratorio voluntario ([5,13,18](#)).

Por el contrario, el porcentaje de grasa corporal se correlacionó negativamente con la potencia de la banda LF. Esto se relaciona con la evidencia que vincula el exceso de tejido adiposo, particularmente el visceral, con un estado de inflamación crónica de bajo grado y de una disregulación del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal ([4,19,21](#)). En deportistas, incluso incrementos moderados de grasa pueden activar vías que conducen a una hiperactividad simpática central y a disfunción endotelial, comprometiendo la respuesta barorrefleja y reduciendo la modulación autonómica cardíaca ([20](#)). Esta cascada fisiológica, aunque típicamente descrita en condiciones clínicas, podría estar operando de forma subclínica en atletas con fluctuaciones constantes de peso, afectando el BAC ([4,5](#)).

Modulación Autonómica Cardíaca y Diferencias por sexo

Nuestros resultados confirman la influencia y la relevancia del sexo biológico en la modulación autonómica cardíaca en

reposo. Las mujeres deportistas presentaron un porcentaje de grasa significativamente mayor y una potencia en la banda HF notablemente superior a la de los hombres. Este último hallazgo se relaciona con la literatura que reporta un mayor tono vagal basal en mujeres, atribuido en parte a los efectos cardioprotectores de los estrógenos (7,8,22,23). Estas hormonas mejoran la función endotelial, reducen el estrés oxidativo y promueven un perfil lipídico favorable, mecanismos que en conjunto contribuyen a una modulación autonómica más equilibrada y a una mejor capacidad de adaptación cardiovascular (22).

En el ámbito psicológico, se observó que la muestra presenta niveles elevados de ansiedad con una tendencia, no significativa, hacia valores más altos en mujeres. Esto es consistente con la evidencia científica, la cual señala una mayor prevalencia de síntomas ansiosos en mujeres y en contextos donde factores ambientales, como la disminución de la disponibilidad de luz natural, pueden influir en el estado de ánimo, aspecto relevante en deportes individuales (6,9,10). Sin embargo, los resultados que más destacan se observaron en la modulación autonómica cardíaca, el sexo masculino presenta mayor un predominio simpático, en comparación con las mujeres.

Consideraciones sobre el Contexto de Alta Latitud y la Ansiedad

Un aspecto distintivo de este estudio es el contexto ambiental de los participantes, residentes en una región de alta latitud sur caracterizada por cambios extremos en el fotoperíodo. Este factor puede actuar como un modulador externo de los ritmos circadianos, el estado de ánimo y, en consecuencia, del BAC (6,8,9). La ausencia de asociación entre las puntuaciones del STAI y los parámetros de VFC o CC constituye un hallazgo relevante. Si bien estudios previos asocian los trastornos de ansiedad con una VFC desfavorable (6), nuestra evaluación se realizó en reposo y en un contexto no competitivo. Es posible que la ansiedad-rasgo, un constructo más estable, tenga un impacto menos directo sobre la fisiología autonómica en reposo que en un periodo relacionado a la competencia (7,10). Además, la resiliencia psicofisiológica propia de los deportistas y los posibles efectos moduladores del entorno de alta latitud sobre la percepción del estrés podrían explicar esta desconexión. Futuras investigaciones deberían evaluar la ansiedad en situaciones específicas, como pre y post competitivas y evaluar también la sensibilidad estacional, para así dilucidar esta interacción.

Implicaciones para la Salud y el Entrenamiento Deportivo

Nuestros hallazgos poseen implicaciones prácticas directas para el entrenamiento de deportistas de combate. En primer lugar, destacan la importancia de monitorizar de forma integrada la CC y la VFC como parte de la planificación precompetitiva (1,7). La relación observada entre la masa muscular y la grasa corporal con distintos dominios de la VFC sugiere que las estrategias de manejo del peso deben priorizar la preservación de la masa magra y minimizar la pérdida de grasa de manera acelerada, ya que estas últimas pueden perjudicar el estado autonómico y el rendimiento físico (5,13,24,25). En segundo lugar, el perfil autonómico diferencial por sexo sugiere que las estrategias de recuperación y periodización del entrenamiento podrían beneficiarse de ser individualizadas considerando este factor biológico. Finalmente, para los atletas que residen y entrenan en alta latitud, se recomienda considerar los posibles efectos de la sensibilidad estacional al periodizar las cargas de entrenamiento y al evaluar el estado psicológico, ajustando las estrategias de acuerdo con la disponibilidad de luz natural (9,10).

Fortalezas y limitaciones

De las principales limitaciones de este estudio es el reducido tamaño muestral, sumado a una cantidad mayor de hombres que de mujeres, limitando la posibilidad de elaborar generalizaciones respecto de las diferencias por sexo. Por otro lado, la ansiedad es un aspecto amplio, complejo y multifactorial, por ende su abordaje con un único instrumento de evaluación, dificulta la posibilidad de comprender su naturaleza multidimensional, así como su relación con la CC y la VFC.

Sabemos que la ciudad de origen de la muestra evaluada comparte características de localidades de alta latitud sur, por lo tanto, los deportistas estudiados podrían haberse visto afectados por la sensibilidad estacional. Esto puede haber sido determinante al momento de evaluar los niveles de ansiedad, puesto que se ha demostrado que una disminución de la disponibilidad de luz natural, sumado a un aumento de luz artificial, puede contribuir a una mayor prevalencia la sintomatología ansiosa y depresiva (6,9,10).

Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el tamaño muestral efectivo, controlando por efectos estacionales y sociodemográficos. Adicionalmente se recomienda incorporar diseños longitudinales que permitan evaluar las dinámicas temporales de estas relaciones. Esto con la intención de poder analizar cómo la CC y la ansiedad interactúan sobre la modulación autonómica cardíaca en deportistas de combate de alta competencia, especialmente en regiones de alta latitud sur.

Conclusión

En deportistas de combate residentes en alta latitud sur, la composición corporal mostró asociaciones consistentes con la modulación autonómica cardíaca en reposo. Una mayor masa muscular se relacionó con menor frecuencia cardíaca y RR más prolongados, mientras que un mayor porcentaje de grasa corporal se asoció con un perfil autonómico menos favorable. Además, las mujeres presentaron HF más alta y mayor porcentaje de grasa corporal que los hombres. La ansiedad estado-rasgo evaluada en reposo no mostró asociaciones significativas con la VFC ni con la composición corporal. Estos hallazgos respaldan la utilidad de integrar indicadores de composición corporal y VFC en el seguimiento del deportista, con interpretación prudente de las diferencias por sexo y del contexto ambiental austral.

Referencias

1. Tossici G, Zurloni V, Nitri A. Stress and sport performance: a PNEI multidisciplinary approach. *Front Psychol.* 2024;15:1358771. doi:10.3389/fpsyg.2024.1358771.
2. Fuentes-Barria H, Aguilera-Eguía R, Alarcón-Rivera M, Angarita-Dávila L, Rojas-Gómez D, Maureira-Sánchez J, et al. Relación entre la variabilidad de la frecuencia cardíaca, nivel de actividad física y factores sociodemográficos en adultos jóvenes: estudio transversal. *Retos.* 2025;64:211-220. doi:10.47197/retos.v64.111922.
3. Lucini D, Spataro A, Giovanelli L, Malacarne M, Spada R, Parati G, et al. Relationship between body composition and cardiac autonomic regulation in a large population of Italian Olympic athletes. *J Pers Med.* 2022;12(9):1508. doi:10.3390/jpm12091508.
4. Reilly SM, Saltiel AR. Adapting to obesity with adipose tissue inflammation. *Nat Rev Endocrinol.* 2017;13(11):633-643. doi:10.1038/nrendo.2017.90.
5. Yang WH, Heine O, Mester J, Grau M. Impact of rapid weight reduction on health and performance related indicators of athletes representing the Olympic combat sports. *Arch Budo.* 2017;13:147-160.

6. Chalmers JA, Quintana DS, Abbott MJ, Kemp AH. Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: a meta-analysis. *Front Psychiatry*. 2014;5:80. doi:10.3389/fpsyt.2014.00080.
7. D'Ascenzi F, Alvino F, Natali BM, Cameli M, Palmitesta P, Boschetti G, et al. Precompetitive assessment of heart rate variability in elite female athletes during play offs. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014;34(3):230-236. doi:10.1111/cpf.12088.
8. Dutra SG, Pereira AP, Tezini GC, Mazon JH, Martins-Pinge MC, Souza HC. Cardiac autonomic modulation is determined by gender and is independent of aerobic physical capacity in healthy subjects. *PLoS One*. 2013;8(10):e77092. doi:10.1371/journal.pone.0077092.
9. Alvarado C, Castillo-Aguilar M, Villegas V, Estrada Goic C, Harris K, Barria P, et al. Physical activity, seasonal sensitivity and psychological well-being of people of different age groups living in extreme environments. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(3):1719. doi:10.3390/ijerph20031719.
10. Adamsson M, Laike T, Morita T. Seasonal variation in bright daylight exposure, mood and behavior among a group of office workers in Sweden. *J Circadian Rhythms*. 2018;16:2. doi:10.5334/jcr.153.
11. Tomás CC, Oliveira E, Sousa D, Uba-Chupel M, Furtado G, Rocha C, et al. Proceedings of the 3rd IPLeiria's International Health Congress: Leiria, Portugal, 6-7 May 2016. *BMC Health Serv Res*. 2016;16 Suppl 3:200. doi:10.1186/s12913-016-1423-5.
12. Guillén-Riquelme A, Buela-Casal G. Metaanálisis de comparación de grupos y metaanálisis de generalización de la fiabilidad del cuestionario State-Trait Anxiety Inventory (STAI). *Rev Esp Salud Publica*. 2014;88(1):101-112. doi:10.4321/S1135-57272014000100007.
13. Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(6):1153-1167. doi:10.1007/s00421-009-1317-x.
14. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Front Physiol*. 2014;5:73. doi:10.3389/fphys.2014.00073.
15. Buchheit M, Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006;291(1):H451-H458. doi:10.1152/ajpheart.00008.2006.
16. Goldstein DS, Benth O, Park MY, Sharabi Y. Low-frequency power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes. *Exp Physiol*. 2011;96(12):1255-1261. doi:10.1113/expphysiol.2010.056259.
17. Fisher AC, Groves D, Eleuteri A, Mesum P, Patterson D, Taggart P. Heart rate variability at limiting stationarity: evidence of neuro-cardiac control mechanisms operating at ultra-low frequencies. *Physiol Meas*. 2014;35(2):309-323. doi:10.1088/0967-3334/35/2/309.
18. Bernardi L, Porta C, Gabutti A, Spicuzza L, Sleight P. Modulatory effects of respiration. *Auton Neurosci*. 2001;90(1-2):47-56. doi:10.1016/S1566-0702(01)00267-3.
19. Brandes RP. Endothelial dysfunction and hypertension. *Hypertension*. 2014;64(5):924-928. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03575.
20. Holwerda SW, Vianna LC, Restaino RM, Chaudhary K, Young CN, Fadel PJ. Arterial baroreflex control of sympathetic nerve activity and heart rate in patients with type 2 diabetes. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2016;311(5):H1170-H1179. doi:10.1152/ajpheart.00384.2016.
21. Thorp AA, Schlaich MP. Relevance of sympathetic nervous system activation in obesity and metabolic syndrome. *J Diabetes Res*. 2015;2015:341583. doi:10.1155/2015/341583.
22. Trexler CL, Odell AT, Jeong MY, Dowell RD, Leinwand LA. Transcriptome and functional profile of cardiac myocytes is influenced by biological sex. *Circ Cardiovasc Genet*. 2017;10(5):e001770. doi:10.1161/CIRCGENETICS.117.001770.
23. Jiménez Morgan S, Molina Mora JA. Effect of heart rate variability biofeedback on sport performance, a systematic review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2017;42(3):235-245. doi:10.1007/s10484-017-9364-2.
24. Herrera-Valenzuela T, Valdés-Badilla P, Soto-Voisier E, Verdugo-Miranda F, Cancino-López J, Sáez-Fuentes M, et al. Pérdida rápida de peso: el caso de los deportes de combate. *Rev Med Chil*. 2018;146(8):947-948. doi:10.4067/s0034-98872018000800947.
25. Zhong Y, Song Y, Artioli GG, Gee TI, French DN, Zheng H, et al. The practice of weight loss in combat sports athletes: a systematic review. *Nutrients*. 2024;16(7):1050. doi:10.3390/nu16071050.