

La especificidad en la preparación de un boxeador: Más allá de la carrera

Rodrigo D. Merlo, 19 de noviembre del 2025.

Resumen

En el presente capítulo, hablaremos de las adaptaciones fisiológicas y anatómicas requeridas para moverse eficientemente en el *ring*, y las contrastaremos con las provocadas con el entrenamiento de carrera continua. Históricamente, el atletismo a sido utilizado como base de la preparación de los pugilistas, aunque esta actividad no cubre correctamente las exigencias específicas de los gestos observados en el boxeo, donde las técnicas de ataque se utilizan de forma intermitente, los cambios de dirección en el cuadrilátero son habituales y las fuerzas aplicadas desde las piernas son multidireccionales (Dinu and Louis, 2020). El rendimiento pugilístico, depende en gran medida de la posibilidad de moverse de forma ágil y continua sobre el *ring*, incorporando frenados abruptos necesarios para las defensas y las fintas, giro sobre el pie delantero o trasero para realizar los pivotes ofensivos y defensivos, y aceleraciones del cuerpo desde múltiples planos, todo esto ejecutado con una alta intermitencia y sobre todo con un elevado nivel de atención observando los riesgos y las posibilidades que nos ofrece el rival (Martusciello et al., 2025). Lo antes dicho, dista bastante de las características biomecánicas que se observan en la carrera. La propulsión sagital, así como la economía lineal optimizadas en esta actividad, son tangencialmente diferentes a las líneas de fuerza que se utilizan en el boxeo, donde la diversidad en la direccionalidad de los movimientos es frecuente, elevando las exigencias neuromusculares de los miembros inferiores, así como en las estructuras óseas implicadas en los gestos específicos del desplazamiento pugilístico (Harper et al., 2022). En la actualidad, se sabe que las adaptaciones óseas dependen de la dirección en que se aplican las fuerzas desde los músculos a los huesos, y por lo tanto el patrón de uso mecánico determina la adaptación esquelética (Ferretti et al., 2021). A su vez, los gestos deportivos que impliquen cambios de dirección constantes, elevarán el costo metabólico de la actividad y provocarán mayores exigencias en las motoneuronas que colaboran en esos movimientos (Usher and Babraj, 2023). Del mismo modo, las adaptaciones tendinosas como la rigidez funcional, asociadas generalmente a las exigencias de estímulos exéntricos, o el comportamiento elástico en líneas de acción laterales o diagonales de los desplazamientos sobre el cuadrilátero, son características que la carrera

continua no replica y no puede optimizar. Finalmente, el perfil intermitente del boxeo, reflejado en los análisis de tiempo-movimiento que se han hecho (Davis et al., 2016), deja entender que los esfuerzos de alta intensidad intercalados por breves lapsos de recuperación no son respetados en una carrera continua. Por lo tanto, creemos que la optimización del entrenamiento en la capacidad de desplazarse de los boxeadores necesita de un enfoque más específico, que priorice ejercicios similares a los gestos técnicos por sobre los trabajos de índole general.

Introducción

En este capítulo, analizaremos las adaptaciones fisiológicas y anatómicas que se dan al utilizar el desplazamiento específico del boxeo como ejercicio de preparación, y argumentaremos los motivos por los cuales creemos que la carrera continua es una actividad insuficiente para el correcto desempeño de los pugilistas sobre el cuadrilátero (Ruddock et al., 2021). Para ello, mostraremos cómo las demandas neuromusculares, metabólicas, neurocognitivas y estructurales son exigidas de manera diferente durante los desplazamientos de boxeo y en las carreras, resaltando la importancia de diseñar entrenamientos específicos que contemplen los cambios de dirección, aceleraciones, desaceleraciones y reaceleraciones propias del desplazamiento boxístico.

Creemos que programar ejercicios bajo el principio de correspondencia dinámica (Siff and Verkoshansky, 1999), tomando como referencia los gestos específicos del boxeo, y utilizándolos durante el entrenamiento con las intensidades y en los tiempos en que se ejecutan habitualmente, se vuelve fundamental para obtener las adaptaciones óseas, tendinosas, neurocognitivas, metabólicas y neuromusculares transferibles al rendimiento pugilístico. Entendemos que los boxeadores necesitan entrenar de forma integral las exigencias fisiológicas junto con las demandas de agilidad técnica propias de este deporte, puesto que la capacidad de moverse de forma explosiva, precisa y reactiva durante todo el combate es central en el boxeo (Tshibangu, 2023).

La carrera en la preparación de un boxeador

Si bien el uso de la carrera como elemento central en la preparación de un boxeador es algo pocas veces discutido por la mayoría de los entrenadores, los beneficios que esta trae al rendimiento pugilístico son limitados. La actividad boxística es de carácter intermitente y compleja, con líneas de acción multidireccionales, las cuales no son replicables desde la locomoción lineal de la carrera. Por tanto, se comprende que esta actividad no provoca las adaptaciones neuromusculares necesarias en la preparación de un boxeador (Martusciello et al., 2025).

El estímulo generado con la carrera, provoca adaptaciones en la arquitectura de los huesos, en el *stiffness* funcional ligamentario y en general, en las modificaciones de índole periféricas sobre el plano sagital, pero poco aporta en los cambios bajo otras líneas de acción como son los giros, movimientos laterales, diagonales, etc. (Bohm, Mersmann and Arampatzis, 2015; Ferretti et al., 2021).

Principio de especificidad

Este principio del entrenamiento, destaca la importancia de diseñar ejercicios físicos que posean rasgos biomecánicamente similares a los gestos técnicos que queremos mejorar. Por tanto, debemos estudiar los patrones biomecánicos de los movimientos que se dan durante la competencia, así como su cinética y cinemática, y los tiempos de acción y descanso reportados con el fin de interpretar las implicancias metabólicas, neurocognitivas, óseas, ligamentarias y neuromusculares que exige la práctica del boxeo (Stone et al., 2022).

Dada la naturaleza del boxeo, un deporte impulsado primordialmente por la vía fosfagénica, visible en la explosividad de sus acciones (Merlo, 2014), su entrenamiento debería enfocarse en programar ejercicios representativos de las dinámicas observadas en los combates. Enfocándose en optimizar las rutas energéticas involucradas y, sobre todo, intensificar el desarrollo de la fuerza, no olvidando la vital importancia de mejorar el tiempo de reacción en los movimientos.

Para optimizar los gestos explosivos característicos de este deporte, tales como los golpes o los desplazamientos pendulares, es crucial desarrollar la mejora en la tasa del desarrollo de la fuerza, finalizando los procesos de preparación con cargas que promuevan aceleraciones

muy cercanas a las velocidades competitivas, utilizando movimientos técnicos similares a los realizados en el boxeo (Suchomel, Nimphius and Stone, 2016).

Un programa HIIT que incorpore técnicas pugilísticas específicas, podría optimizar la condición física y la actividad durante un combate, lo cual señala que este entrenamiento pudiera ser más ventajoso que la carrera continua (Herrera-Valenzuela et al., 2021). Este planteamiento se revela más propicio para robustecer la resistencia cardiorrespiratoria en atletas de deportes de combate, necesitando un tiempo de trabajo de alta intensidad superior a 10 minutos acumulados, así como una cantidad mayor de asaltos para simular, de manera apropiada, una competición (Ojeda-Aravena et al., 2021).

Principio de especificidad en el boxeo

El boxeo, al ser un deporte fundamentalmente acíclico, presenta exigencias energéticas variables de acuerdo a las acciones del combate, como son los golpes, defensas, movimientos o hasta las pausas entre *rounds* (Merlo et al., 2019). La naturaleza intermitente de este deporte, genera exigencias a la flexibilidad metabólica que deben poseer los peleadores, las cuales no están presentes en la carrera continua (Usher and Babraj, 2023).

Los momentos de alta intensidad que se dan durante los cruces en los ataques, imponen una alta demanda energética por parte de la ruta fosfagénica y glucolítica, aunque en los periodos de descanso activo o pasivo, la recuperación del ATP depende directamente de la vía oxidativa. Por lo tanto, un programa de entrenamiento efectivo para este deporte, debe tener en cuenta la dinámica de la saturación y resaturación del oxígeno muscular, emulando la variabilidad de intensidades que se dan durante los combates (Usher and Babraj, 2023).

Bases fisiológicas y biomecánicas del desplazamiento específico

La naturaleza de los desplazamientos en el boxeo, que implican frenados, giros y aceleraciones en variados planos, demanda un entendimiento cabal de cómo el cuerpo interactúa con las fuerzas externas y las demandas metabólicas (Merlo, 2024).

En el ámbito del entrenamiento pugilístico, la carrera continua exhibe limitaciones notables; puntualmente podemos decir que las adaptaciones óseas no se optimizan de forma específica, porque su reestructuración depende de las direcciones en que se aplican las fuerzas desde los músculos a los huesos, y por ello, la biomecánica a utilizar en los ejercicios va a determinar

el tipo de adaptación esquelética (Ferretti, 2021). De esta consideración emana la necesidad imperante de focalizar el entrenamiento en la resistencia a la fatiga periférica, a través de movimientos biomecánicamente adaptados. Este enfoque, tiene por objetivo potenciar la capacidad de desplazamiento explosivo en los boxeadores y su capacidad de recuperación entre asaltos (Casas, 2008).

La especificidad biomecánica y fisiológica, se presenta como un pilar fundamental en el deporte, y es imprescindible para el desarrollo de la destreza pugilística, permitiéndole al boxeador golpear desde distintos ángulos, pudiendo al mismo tiempo ejecutar rápidos cambios de dirección para evitar el contragolpe de su rival; habilidades que resultan primordiales para un óptimo desempeño en el boxeo (Merlo, 2014). Complementariamente, la fuerza explosiva emerge como un componente crítico. Su fortalecimiento es crucial para refinar la eficiencia del desplazamiento y la contundencia de los golpes (Chottidao et al., 2022; Yi et al., 2022).

En cuanto a las adaptaciones óseas direccionales inducidas por el estrés mecánico, el mecanostato óseo (Frost, 1987) demuestra sensibilidad a la direccionalidad de las cargas. Por consiguiente, el entrenamiento debe integrar estímulos mecánicos que reproduzcan las fuerzas multidireccionales presentes durante los movimientos particulares del boxeo.

Distintos modos de locomoción producen adaptaciones esqueléticas contradictorias, como bien se aprecia en la fibula de corredores de fondo frente a atletas con cambios de dirección y giros (Varley et al., 2022). A propósito, la flexibilización proximal del peroné en los corredores de largas distancias, algo fundamental para una propulsión lineal más eficiente, se contrapone a la rigidez lateral observada en atletas de deportes con variaciones direccionales, esto es clave para el control lateral y movimientos semejantes al *footwork* del boxeo (Ferretti, 2021). Tales modificaciones óseas resultan imprescindibles puesto que la intensidad de las cargas dinámicas, como las aceleraciones y frenadas, se relaciona positivamente con las transformaciones en las características óseas, destacando la importancia del entrenamiento que incorpore movimientos de elevada intensidad y una direccionalidad puntual, con el fin de provocar una adaptación ósea específica. Este fundamento subraya que la estructura esquelética se ajusta a las demandas mecánicas, prefiriendo el diseño direccional por encima de la mera masa ósea (Varley et al. 2022).

Comprendiendo la especialización en la adaptación esquelética, se resalta que el entrenamiento en carrera lineal, al ignorar las fuerzas laterales, rotacionales y diagonales presentes en el boxeo, no propicia las adaptaciones estructurales esenciales en el esqueleto ni en los tejidos blandos. Esto disminuye su aplicabilidad funcional al desempeño en el cuadrilátero.

Así, la adaptación óptima de las estructuras óseas para el boxeo demanda un plan de entrenamiento que involucre activamente movimientos con modificaciones de dirección y rotaciones que sobrecarguen mecánicamente los huesos y tendones de forma específica (Varley et al. , 2022).

Especificidad neuromuscular y control motor al cambiar de dirección

La habilidad de un boxeador para realizar cambios de dirección con eficacia y velocidad se fundamenta en una integración de factores neuromusculares intrínsecos. Estos comprenden la fuerza reactiva, la potencia muscular, y la efectividad del control motor (Chaabène et al., 2014). Estas habilidades resultan cruciales para reaccionar ante los estímulos aleatorios del combate, facilitando la reorientación corporal y el reposicionamiento táctico en cuestión de fracciones de segundos.

El control motor en boxeo, principalmente durante los cambios de dirección, demanda una coordinación precisa de contracciones musculares en los miembros inferiores. Para ejecutar movimientos tan exactos con alta explosividad, y luego, frenar con eficiencia antes de que llegue el golpe del rival; es crucial una alta anticipación que habilite una respuesta táctica durante el combate (Krabben, Orth and Van Der Kamp, 2019). Ese intrincado proceso neuromuscular comprende mucho más que solo la capacidad de los músculos para aplicar fuerza rápida, puesto que requiere una óptima participación del sistema nervioso central, el cual deberá juntar toda la información sensorial y motora; lo que optimizará la ejecución de los movimientos complejos bajo la presión del combate (Brughelli et al., 2008).

Considerando lo mencionado, podemos ver que la particularidad de los cambios de dirección en el boxeo, varía notablemente a la de la carrera lineal, ya que pide una activación muscular distinta, y patrones en el reclutamiento de unidades motoras ajustados a las fuerzas de frenado y aceleración multidireccionales (Grazioli et al., 2019).

Adaptaciones de los tendones y las fascias

El desarrollo de la rigidez funcional de los tendones, articulaciones y del sistema fascial es clave en la eficiencia del desplazamiento, así como para absorber y liberar la energía elástica durante los movimientos explosivos típicos del boxeo (Ramírez-delaCruz et al., 2022). Estas adaptaciones están vinculadas con la mejora de la habilidad del boxeador para realizar cambios de dirección y movimientos de pivote, permitiendo una mayor transferencia de las fuerzas desde las piernas hacia el resto del cuerpo (Dann et al., 2022).

La elasticidad tendinosa afecta la longitud y rapidez muscular, cambiando así su potencial para transmitir fuerzas e incrementando la eficiencia energética (Weidlich et al., 2024). Este conjunto de ajustes es primordial para mitigar las fuerzas de impacto, y mejorar la economía del movimiento durante el desplazamiento de boxeo, el cual no solo es irregular sino que también debe ser explosivo y preciso, diferenciándose significativamente de las modificaciones logradas por el entrenamiento de la carrera continua (Komi, 2000; Spurrs et al., 2003; Barnes and Kilding, 2015). Por lo tanto, un programa de entrenamiento para boxeadores necesita incorporar ejercicios que resalten la elasticidad y el almacenamiento de energía en estos tejidos, empleando tareas excéntricas, pliométricas y ejercicios que impliquen cambios de dirección con alta precisión.

La optimización en la capacidad de frenado, junto a la mejora en los cambios direccionales, se relaciona con un aumento en la fuerza excéntrica, especialmente en los músculos cuádriceps (Ramírez Campillo et al., 2020). Tal aptitud resulta crucial para absorber impactos, favoreciendo con esto la producción de fuerza propulsora (Deng et al., 2023).

En el boxeo, un deporte predominantemente acíclico e intermitente, las exigencias energéticas varían notablemente, pasando de acciones de alta intensidad en los golpes, esquives, contragolpes y fintas, a periodos de baja intensidad, en los momentos donde prima la observación, preparación y recuperación del boxeador (Merlo et al., 2019). Esta naturaleza intermitente demanda complejos procesos metabólicos que el entrenamiento de carrera continua no reproduce eficientemente (Usher and Babraj, 2023).

Un adiestramiento exitoso precisa considerar la dinámica de desaturación y resaturación del oxígeno muscular, imitando la actividad persistente y la fluctuación inherente al combate,

factor crítico para potenciar la recuperación y el rendimiento durante todo el evento (Usher and Babraj, 2023). Esta alteración se observa en los patrones de tiempo-movimiento del boxeo, con instantes de actividad explosiva combinados con pausas activas o pasivas, asimilándose así a otros deportes de combate (Yue et al., 2025).

Metabolismo intermitente en el boxeo

En las peleas de boxeo, durante los intercambios de golpes el sistema fosfagénico es predominante, entregando una alta cantidad de energía en lapsos cortos de tiempo. Cuando los combates se tornan muy intensos, la vía glucolítica es cada vez más importante, debido a que asiste a la vía fosfagénica en la producción energética necesaria para librar la contienda (Tortu et al., 2024).

A su vez, en combates de campeonato del mundo, donde los encuentros son a 12 *rounds* de 3 x 1, la energía generada en la fosforilación oxidativa es primordial para la recuperación intra e inter *rounds*, pudiendo superar el 60% del aporte energético en varios deportes de combate (Franchini, 2023). Estas particularidades en el aporte de las rutas metabólicas, destacan la importancia de implementar entrenamientos enfocados en la utilización de esas vías energéticas bajo movimientos biomecánicamente similares a los propios de este deporte. Estimulando la adaptación a la resistencia, por medio de los mecanismos adaptativos de factores periféricos (Casas, 2008), mediante la utilización de acciones como los desplazamientos, esquives, golpes, contragolpes y fintas implementados en metodologías similares al HIIT (Herrera-Valenzuela et al., 2021).

Análisis de la relación esfuerzo-pausa

Durante los combates de boxeo, puede observarse una elevada relación entre el tiempo de esfuerzo y el de pausa, generando una alta densidad de trabajo en las competencias (Franchini, 2020). Pero no solo la densidad de la carga es grande, sino que además, es biomecánicamente compleja, constituida por diversos patrones de movimientos acíclicos, que buscan sorprender al oponente al mismo tiempo que intentan no dejarse impactar por él (Merlo, 2021). Esta actividad intermitente, en la que se utilizan patrones de movimientos sorpresivos intercalados con momentos de observación y toma de decisión, deja ver que el cuerpo es expuesto a altas demandas fisiológicas muy distintas a las ofrecidas en los

entrenamientos con actividades como la carrera, lo que apoya aun más la hipótesis de la importancia de realizar trabajos que simulen las condiciones dinámicas propias del combate (Usher and Babraj, 2023).

En definitiva, la naturaleza intermitente del boxeo respalda la idea de utilizar métodos de entrenamiento como el HIIT con biomecánicas específicas (considerando los tiempos de esfuerzo y pausas observados en los combates), contemplando a su vez la selección de ejercicios según las técnicas que cada boxeador utilice con más frecuencia, buscando con esto optimizar la transferencia de las ganancias del entrenamiento al campo competitivo (Franchini, 2020).

Para lograr las adaptaciones necesarias, es primordial diseñar programas de entrenamiento que modulen las cargas de trabajo de acuerdo con la posibilidad que cada deportista tiene de soportar la fatiga. También, se debe considerar el tiempo de recuperación individual para ajustar la periodización de los esfuerzos, dosificando las cargas según sea el caso. Así, la implementación de bloques de trabajo que simulen los periodos de esfuerzo-pausa deben orientarse con los registros de los combates de cada deportista, los cuales servirán como referencia para individualizar la carga.

La especificidad del desplazamiento

Movimientos como el paso péndulo, los cambios de ángulos y las extensiones explosivas de las piernas para conectar golpes desde abajo, son fundamentales para el desempeño ofensivo y defensivo de los boxeadores. Estos desplazamientos no solo deben ser rápidos, sino que su funcionalidad se basa en la precisión del gesto, marcando la importancia de una elevada coordinación neuromuscular de las piernas con el core, los miembros superiores e incluso el cuello, puesto que no solo se trata de lanzar golpes ubicando al cuerpo en la distancia y el ángulo preciso, sino que también es necesario evitar los golpes del rival mientras se lanzan los ataques (Loturco et al., 2015).

A su vez, la posibilidad de generar altos niveles de potencia en los golpes, está asociada con la colocación de las piernas en la posición de guardia, desde donde se permita desarrollar una elevada tasa del desarrollo de la fuerza (Liu et al., 2024). Por tanto, la preparación física de un boxeador, debe considerar utilizar cargas que estimulen la tasa del desarrollo de la fuerza

en ejercicios que respeten patrones biomecánicos específicos, vinculados tanto al golpeo como al esquivar y el contragolpe (Ojeda-Aravena et al., 2021).

Por lo antes mencionado, la especificidad del entrenamiento, debe centrarse en realizar ejercicios explosivos, acíclicos y con biomecánicas similares a los golpes, las esquivas y los desplazamientos, buscando provocar adaptaciones metabólicas, estructurales y neuromusculares requeridas posteriormente en los combates (Filho et al., 2021).

Conclusión

En vista de la índole intermitente, explosiva y reactiva del boxeo, resulta idóneo planificar programas de entrenamiento que incluyan ejercicios biomecánicamente adaptados, que reproduzcan las exigencias neuromusculares, metabólicas y neurocognitivas apreciadas en los combates.

Por lo antes dicho, los movimientos a incorporar en los programas de entrenamiento son: desplazamientos desde la posición de guardia que se direccionen hacia adelante, atrás, a los laterales, en diagonal y con una precisa flexoextensión de la triple cadena articular (Lenetsky et al., 2020), incorporando dinámicas de frenos, giros, cambios de dirección y engaños de forma intermitente, e incluso frente a estímulos que les obliguen a tomar decisiones en la dirección del movimiento de forma abrupta, ajustándose continuamente a un entorno dinámico como es el del combate (Tshibangu, 2023).

Además, debemos decir que la efectividad del desplazamiento pugilístico, no solo se centra en la propulsión de las piernas, sino y sobre todo en el control motor que posea la persona. Por ello, la agilidad y la resistencia en gestos explosivos que posean los boxeadores para realizar cambios de dirección precisos y de forma rápida, tanto por decisión propia, como por reacción a un estímulo externo será fundamental en el rendimiento deportivo (Dinu and Louis, 2020).

Esta perspectiva integral, reconoce la importancia de las mejoras centrales generadas por la carrera, pero también entiende que es necesario complementarlas con otras adaptaciones de índole periféricas (Joyner and Coyle, 2008), obtenidas mediante la realización de trabajos que contemplen la complejidad de los movimientos explosivos del boxeo, así como los cambios de dirección abruptos, los giros y las fintas de desplazamientos.

Es importante que a medida que se acerque la fecha de combate, estos entrenamientos se realicen con cargas que se asemejen a las movilizadas en las acciones competitivas, de tal manera que podemos comenzar a entrenar con chalecos lastrados, luego pasar a las bandas elásticas, pero definitivamente tenemos que terminar el proceso de entrenamiento utilizando solo el peso corporal de los boxeadores en los desplazamientos que programemos como estímulos (Suchomel, Nimphius and Stone, 2016). Lo antes dicho se realiza con el fin de optimizar la tasa del desarrollo de la fuerza y de la velocidad de los movimientos, por la mejora del aporte energético a través de la vía fosfagénica.

El enfoque propuesto se alinea a la idea planteada en el principio de especificidad (Stone et al., 2022), debido a que utiliza gestos biomecánicamente similares a los del boxeo, estimulando el desarrollo de las vías energéticas implicadas en el combate, y atendiendo a la relación entre el tiempo de esfuerzo y pausa observados en las peleas (Davis et al., 2016), pero no de forma general, sino de manera específica, considerando los tiempos de los combates de los peleadores que entrenaremos, alineándose con ello también al principio de individualidad.

Con todo esto, comprendemos que el entrenamiento físico para boxeadores trasciende el simple acto de correr, y exige una cuidadosa consideración de otros factores, como la necesidad de optimizar el aporte energético mediante el desarrollo de las rutas metabólicas, o la posibilidad de incrementar la fuerza de forma eficiente a través de una mayor tasa del desarrollo de la fuerza, y de refinar la capacidad de reacción específica de los boxeadores. Todo esto se logra mediante la implementación de estímulos precisos, guiados por principios fisiológicos y biomecánicos rigurosos, dado que, estos son críticos para el éxito en el cuadrilátero (Buse and Santana, 2008).

Referencias

- Barnes KR, Kilding AE. Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Med Open*. 2015 Dec;1(1):8. doi: 10.1186/s40798-015-0007-y. Epub 2015 Mar 27. PMID: 27747844; PMCID: PMC4555089.
- Bohm, S., Mersmann, F., & Arampatzis, A. (2015). Human tendon adaptation in response to mechanical loading: A systematic review and meta-analysis of exercise

intervention studies on healthy adults. *Sports Medicine – Open*, 1, 7.
<https://doi.org/10.1186/s40798-015-0009-9>

- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding Change of Direction Ability in Sport [Review of Understanding Change of Direction Ability in Sport]. *Sports Medicine*, 38(12), 1045. Springer Science+Business Media.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00007>
- Buse, G. J., & Santana, J. C. (2008). Conditioning Strategies for Competitive Kickboxing. *Strength and Conditioning Journal*, 30(4), 42.
<https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e31817f19cd>
- Casas, A. (2008). Fisiología y metodología del Entrenamiento de Resistencia intermitente para deportes acíclicos.
- Chottidao, M., Kuo, C., Tsai, S.-C., Hwang, I., Lin, J., & Tsai, Y.-S. (2022). A Comparison of Plyometric and Jump Rope Training Programs for Improving Punching Performance in Junior Amateur Boxers. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.878527>
- Dann, E., Quinn, S., Russell, M., Kilduff, L. P., Turner, A. N., & Hills, S. P. (2022). Alternate Leg Bounding Acutely Improves Change of Direction Performance in Women’s Team Sports Players Irrespective of Ground Type. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(6), 1199.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004378>
- Davis, P., Benson, P. R., Waldock, R., & Connorton, A. J. (2016). Performance analysis of elite female amateur boxers and comparison with their male counterparts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, 55–60.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0133>
- Dinu, D., & Louis, J. (2020). Biomechanical Analysis of the Cross, Hook, and Uppercut in Junior vs. Elite Boxers: Implications for Training and Talent Identification. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2.
<https://doi.org/10.3389/fspor.2020.598861>
- Ferretti, J. L., Pisani, L., Pilot, N., Lüscher, S., Nocciolino, L., Mackler, L., Cointry, G., & Capozza, R. (2021). El peroné: mal alumno, pero buen profesor (¿Qué tiene

prioridad biológica: la integridad, o la supervivencia?). Actualizaciones en Osteología, 17(2), 78–91. <http://www.osteologia.org.ar>

- Filho, D. M. P., Sancassani, A., Siqueira, L. O. da C., Massini, D. A., Santos, L. G. A. dos, Neiva, C. M., & DiMenna, F. J. (2021). Energetics contribution during no-gi Brazilian jiu jitsu sparring and its association with regional body composition. *PLoS ONE*, 16(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259027>
- Franchini, É. (2023). Energy System Contributions during Olympic Combat Sports: A Narrative Review [Review of Energy System Contributions during Olympic Combat Sports: A Narrative Review]. *Metabolites*, 13(2), 297. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/metabo13020297>
- Franchini, E. (2020). High-intensity interval training prescription for combat-sport athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1123/ijpspp.2020-0289>
- Frost, H. M. (1987). Bone “mass” and the “mechanostat”: A proposal. *The Anatomical Record*, 219(1), 1–9. <https://doi.org/10.1002/ar.1092190104>
- Grazioli, R., López, P., Machado, C. L. F., Farinha, J. B., Fagundes, A. de O., Voser, R. da C., Reischak-Oliveira, Á., Setuain, I., Izquierdo, M., Pinto, R. S., & Cadore, E. L. (2019). Moderate volume of sprint bouts does not induce muscle damage in well-trained athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1), 206. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.019>
- Harper, D., McBurnie, A., Santos, T. D., Eriksrud, O., Evans, M., Cohen, D. D., Rhodes, D., Carling, C., & Kiely, J. (2022). Biomechanical and Neuromuscular Performance Requirements of Horizontal Deceleration: A Review with Implications for Random Intermittent Multi-Directional Sports [Review of Biomechanical and Neuromuscular Performance Requirements of Horizontal Deceleration: A Review with Implications for Random Intermittent Multi-Directional Sports]. *Sports Medicine*, 52(10), 2321. Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01693-0>
- Herrera-Valenzuela, T., Carter, J., Leiva, E., Valdés-Badilla, P., Ojeda-Aravena, A., & Franchini, É. (2021). Effect of a Short HIIT Program with Specific Techniques on

Physical Condition and Activity during Simulated Combat in National-Level Boxers. *Sustainability*, 13(16), 8746. <https://doi.org/10.3390/su13168746>

- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: The physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>
- Krabben, K., Orth, D., & van der Kamp, J. (2019). Combat as an interpersonal synergy: An ecological dynamics approach to combat sports. *Sports Medicine*, 49(12), 1825–1836. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01173-y>
- Komi, P. V. (2000). Stretch–shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197–1206. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00064-6)
- Lenetsky, S., Brughelli, M., Nates, R. J., Neville, J. G., Cross, M. R., & Lormier, A. V. (2020). *Defining the phases of boxing punches: A mixed-method approach*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34 (4), 1040–1051.
- Liu, Y., Huang, Z., Zhou, Z., Zhang, L., Guo, Y., & Chen, C. (2024). Effects of variable resistance training within complex training on strength and punch performance in elite amateur boxers. *Frontiers in Physiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1472258>
- Loturco, I., Nakamura, F. Y., Artioli, G. G., Kobal, R., Kitamura, K., Abad, C. C. C., Cruz, I. de F., Romano, F., Pereira, L. A., & Franchini, É. (2015). Strength and Power Qualities Are Highly Associated With Punching Impact in Elite Amateur Boxers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 109.
- Martusciello, F., Perazzetti, A., Kaçurri, A., Consolati, M., & Tessitore, A. (2025). Time–Motion Analysis of the 2023 Women’s World Boxing Championships Finals. *Sports*, 13(6), 187. <https://doi.org/10.3390/sports13060187>
- Merlo, R. (2021). *Boxeo analítico*. Independently published. Zihuatanejo.
- Merlo, R. D., Hernández, J., Carbone, L., Narrea Vargas, J., Vázquez Salomón, C., Sosa Cortés, D., Bonaga López, R., Soberanes Maya, L., & Aguilar Saavedra, E. (2019). Entrenamiento para deportes de combate: Bases científicas, teóricas y prácticas para la preparación de un peleador. CPLED.

- Merlo, R. (2024). La ciencia del boxeo: Construyendo campeones. Independently published.
- Merlo, R. (2014). La preparación física en el boxeo. Autor Editor.
- Ojeda-Aravena, A., Herrera-Valenzuela, T., Valdés-Badilla, P., Martín, E. B.-S., Cancino-López, J., Gallardo, J. A., Zapata-Bastías, J., & García-García, J. M. (2021). Effects of High-Intensity Interval Training With Specific Techniques on Jumping Ability and Change of Direction Speed in Karate Athletes: An Inter-individual Analysis. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.769267>
- Ramírez-de la Cruz, M., Bravo-Sánchez, A., García, P. E., Díaz, J. F. J., & Abián-Vicén, J. (2022). Effects of Plyometric Training on Lower Body Muscle Architecture, Tendon Structure, Stiffness and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis [Review of Effects of Plyometric Training on Lower Body Muscle Architecture, Tendon Structure, Stiffness and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis]. *Sports Medicine - Open*, 8(1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00431-0>
- Ruddock, A., James, L. P., French, D. N., Rogerson, D., Driller, M., & Hembrough, D. (2021). High-Intensity Conditioning for Combat Athletes: Practical Recommendations. *Applied Sciences*, 11(22), 10658. <https://doi.org/10.3390/app112210658>
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. V. (1999). *Supertraining*. Denver, Col: Supertraining International.
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), 1–7.
- Stone, M. H., Hornsby, W. G., Suarez, D. G., Duca, M., & Pierce, K. C. (2022). Training specificity for athletes: Emphasis on strength–power training—A narrative review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(4), 102.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449.
- Tortu, E., Ouergui, I., Ulupinar, S., Özbay, S., Gençoğlu, C., & Ardigo, L. P. (2024). The contribution of energy systems during 30-second lower body Wingate anaerobic

test in combat sports athletes: Intermittent versus single forms and gender comparison. PLoS ONE, 19(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303888>

- Tshibangu, A. M. N. (2023). Boxing Practitioners Physiology Review: 2. Systemic Responses and Adaptations. Open Journal of Molecular and Integrative Physiology, 13(1), 1. <https://doi.org/10.4236/ojmip.2023.131001>
- Usher, A., & Babraj, J. (2023). Use of NIRS to explore skeletal muscle oxygenation during different training sessions in professional boxing. European Journal of Applied Physiology, 124(2), 595. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05305-1>
- Varley, I., Ward, M., Thorpe, C., Beardsley, N., Greeves, J. P., Sale, C., & Saward, C. (2022). External training load is associated with adaptation in bone and body composition over the course of a season in elite male footballers. *Bone Reports*, 18, 101643. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2022.101643>
- Weidlich, K., Domroes, T., Böhm, S., Arampatzis, A., & Mersmann, F. (2024). Addressing muscle–tendon imbalances in adult male athletes with personalized exercise prescription based on tendon strain. European Journal of Applied Physiology. <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05525-z>
- Yue, F., Wang, Y., He, Y., & Zhang, X. (2025). Effects of high-intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity in olympic combat sports: a systematic review and meta-analysis [Review of Effects of high-intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity in olympic combat sports: a systematic review and meta-analysis]. *Frontiers in Physiology*, 16. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1576676>