

Propuesta de valoración y entrenamiento de la fuerza y estabilidad del core orientado al pádel

**GRADO EN
CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

CURSO ACADÉMICO 2024-2025

Alumno: Javier Baidez Valero
Tutora académica: Amaya Prat Luri

Índice

Introducción.....	3
Método.....	5
Participante.....	5
Valoraciones del core.....	5
- Evaluación de la fuerza del core.....	5
- Evaluación de la estabilidad del core.....	8
- Propuesta de ejercicios focalizados en el core.....	10
Tratamiento de los datos.....	13
Resultados.....	14
Discusión.....	15
Conclusiones.....	16
Bibliografía.....	17



Introducción

El pádel es un deporte de raqueta que se practica en parejas y tiene la peculiaridad de jugarse en una pista de 20x10 metros rodeada de cristales y verjas, que interfieren en el juego hasta en un 25% de las acciones totales, lo que aumenta el número de acciones y golpes por jugador en comparación con otros deportes de raqueta (Martín-Miguel et al., 2023). Es considerado el deporte de mayor crecimiento a nivel mundial, lo que a su vez conlleva una mayor profesionalización, aumentando el nivel de exigencia de las competiciones (Ryman Augustsson et al., 2024). Según Ungureanu et al. (2024), a lo largo de la última década se ha observado una creciente intensidad en el juego, evolucionando hacia acciones más explosivas y complejas a nivel coordinativo. Por ejemplo, esto se puede ver reflejado en que los jugadores profesionales tienden a ejecutar acciones más complejas y variadas en comparación con los jugadores de menor nivel (Martín-Miguel et al., 2023); además de que recorren mayor distancia por punto que éstos (Llin et al., 2020). Debido a estos factores, diversos autores coinciden en que la condición física es un factor clave para el rendimiento de los jugadores de pádel, incluyendo 5 grandes capacidades a nivel general: la fuerza, la capacidad cardiorrespiratoria, la coordinación, la agilidad y la estabilidad del tronco (Martín-Miguel et al., 2023; Ryman Augustsson et al., 2024).

En cuanto a la dinámica del juego y la actividad de los jugadores durante los partidos, el pádel se ha definido como una actividad intermitente de alta intensidad que combina acciones repetidas y de baja intensidad durante los intercambios (Sánchez-Muñoz et al., 2020). La mayoría de las acciones que se producen son desplazamientos en diferentes direcciones combinados con cambios de dirección bruscos, siendo importante la fuerza que generan los miembros inferiores contra el suelo para provocar fuerzas reactivas, fundamentales para producir el movimiento (Reid y Schneiker, 2008). Por otro lado, en estos movimientos que implican decelerar, detenerse y volver a acelerar, tener un buen control postural y estabilidad del tronco se relaciona con poder desplazarse de manera más rápida (Sasaki et al., 2011). Además, durante esas acciones se realizan un alto número de saltos para golpear (Priego et al., 2013) que suelen venir acompañados de rotaciones e inclinaciones del tronco, las cuales son fundamentales para poder alcanzar altas velocidades en los golpes en tenis (Reid y Schneiker, 2008). Por consiguiente, las acciones del juego implican una gran coordinación motora de los diferentes segmentos corporales y una eficaz transmisión de fuerzas desde los miembros inferiores hacia los superiores, siendo relevante el trabajo de la musculatura del tronco para transmitir la fuerza y poder generar golpes veloces (Reid y Schneiker, 2008).

Considerando la relevancia de la musculatura del tronco en estas acciones, el concepto de *core* emerge como un aspecto que puede ser importante durante los movimientos de la modalidad al entenderse más como un sistema funcional, debido a que actúa como una base que proporciona estabilidad para el movimiento de los segmentos distales del cuerpo en acciones como desplazamientos o golpes (Kibler et al., 2006), estableciendo un canal para la transmisión de fuerzas entre las extremidades (Anant y Venugopal, 2021). El *core* se ha definido como un conjunto de 29 músculos, entre los que se incluye la musculatura abdominal, paravertebral, glútea, del suelo pélvico y el diafragma (Akuthota y Nadler, 2004); que, conectados a través de la columna vertebral y la fascia toracolumbar, una de sus principales funciones reside en estabilizar la columna vertebral (Willardson, 2007). Asimismo, la musculatura del *core* es capaz de generar resistencia frente a las perturbaciones que sufre el cuerpo, permitiendo aumentar la estabilidad dinámica y mejorar el control postural, al crear una base de sustentación sólida que permite un mejor movimiento de las extremidades inferiores (Barrio et al., 2022). Según Luo et al. (2022), el entrenamiento de la musculatura del *core*, principalmente de la fuerza y la estabilidad, ha demostrado influir de manera positiva en el rendimiento de numerosos deportes que pueden tener similitud con el pádel; por ejemplo, se ha demostrado que el entrenamiento de la estabilidad del *core* aumenta la velocidad y la precisión del remate en deportes de raqueta como el bádminton (Ibrahim Hamed Ibrahim Hassan, 2017), mientras que el entrenamiento de la fuerza de la región lumbo-pélvica mejora el control postural y la transmisión de fuerzas en deportes dinámicos como el balonmano (Manchado et al., 2017). La

estabilidad del *core* hace referencia a la capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares, coordinadas por el sistema de control motor, para mantener o retomar una posición o trayectoria del tronco ante las perturbaciones (Vera-García et al., 2015a); mientras que la fuerza del *core* se entiende como la capacidad de la musculatura para producir fuerza mediante fuerzas contráctiles y presión intraabdominal (Faries y Greenwood, 2007). En concreto, Kibler et al. (2006) establecieron que una buena estabilidad del tronco se relaciona con una buena agilidad en los movimientos, como los desplazamientos laterales y giros, ya que permite realizarlos con un mayor control; y que una musculatura del *core* fuerte permite realizar golpes potentes, al transmitir la fuerza de los miembros inferiores hacia los superiores.

A pesar de la creciente popularidad del pádel, la investigación científica al respecto sigue siendo escasa comparada con otros deportes, centrándose principalmente en el análisis del rendimiento en cuanto a las acciones técnico-tácticas o el movimiento de los jugadores durante el juego (Sánchez-Alcaraz et al., 2022). Son pocos los estudios que analizan la condición física general de esos deportistas (Courel-Ibáñez y Herrera-Gálvez, 2020; Ungureanu et al., 2024). Esta situación se acentúa en cuanto a la evaluación de las capacidades del *core* en la literatura y su posible influencia en el rendimiento específico del pádel, ya que son conceptos que no se mencionan en las revisiones que analizan la condición física de los jugadores (Courel-Ibáñez y Herrera-Gálvez, 2020; Ungureanu et al., 2024). Además, existe una gran ambigüedad terminológica general en la literatura y el ámbito profesional que dificulta la evaluación de las capacidades de esta musculatura (Vera-García et al., 2015a). Con respecto a esta evaluación, centrada en la fuerza y la estabilidad del *core*, se puede realizar tanto a través de tests de laboratorio como de campo, donde si bien los primeros tienen una mayor fiabilidad, implican aparatos de coste muy elevado y una mayor complejidad en el uso y posterior análisis de datos (Vera-García et al., 2015b). Por un lado, el método *gold standard* para la medición de la fuerza del *core* en laboratorio es la dinamometría isocinética, ya que permite medirla en diferentes ángulos y a distintas velocidades (Ellenbecker y Roetert, 2004); sin embargo, se están usando alternativas más ecológicas como los dinamómetros manuales, que han mostrado ser un método fiable y válido para la valoración de la fuerza del tronco en condiciones isométricas (De Blaiser et al., 2018) y que ofrecen otras ventajas como su facilidad de uso, portabilidad y bajo coste (Stark et al., 2011). Por otro lado, para medir la estabilidad del *core* se suelen realizar test de laboratorio como el asiento inestable o la respuesta ante perturbaciones, que proporcionan información sobre diferentes aspectos relacionados con la estabilidad de estas estructuras (Barbado et al., 2016), pero que al igual que pasa con la medición de la fuerza, su uso está limitado por las limitaciones anteriormente mencionadas (Vera-García et al., 2015b). El uso de dispositivos alternativos que sean más asequibles económicamente, fáciles de usar y portables para facilitar las mediciones en campo, como es el caso de los acelerómetros integrados en *smartphones*, que además han sido reconocidos como instrumentos fiables para la medición de la estabilidad del *core*, puede ser una alternativa para su medición (Barbado et al., 2018).

El uso de dispositivos más económicos y portables puede ayudar a realizar el registro de la fuerza y estabilidad del *core* de los deportistas en contextos más ecológicos. Además, estas mediciones pueden ayudar a seleccionar ejercicios focalizados en el *core*, pudiendo adaptarlos en base a las carencias encontradas. De este modo, el objetivo del presente trabajo de fin de grado reside en desarrollar una propuesta de evaluación de la fuerza y la estabilidad de la musculatura del *core*, utilizando un dinamómetro de tracción (*Tindeq Progressor*®) para la evaluación de la fuerza y un acelerómetro integrado en un *smartphone* para evaluar la estabilidad durante ejercicios que se usan habitualmente para retarla (i.e., puentes frontal, lateral y dorsal y *bird-dog*); evaluando en ambas la musculatura flexora, extensora, rotadora e inclinadora del *core*. Asimismo, se realizará una propuesta de tres ejercicios de *core* orientados a acciones específicas del pádel, con la ventaja de poder adaptarlos usando los resultados obtenidos en las valoraciones, pudiendo focalizarlos para demandar los grupos musculares que se considere.

Método

Participante

Un jugador de pádel (edad: 22 años; altura: 171 cm; peso: 72,7 kg) participó en el estudio, siendo una persona físicamente activa que realiza 3 entrenamientos semanales de pádel y juega alrededor de 3 partidos a la semana, además de 4 sesiones semanales complementarias de fuerza (2 de ellas focalizadas en los miembros superiores y las otras 2 en los miembros inferiores, incluyendo entrenamiento de *core* los días de miembro inferior). El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética (TFG.GAF.APL.JBV.241028) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (España).

Valoraciones del core

El estudio tuvo lugar en el Laboratorio de Biomecánica y Salud del Centro de Investigación del Deporte de la Universidad Miguel Hernández. Se realizó una sesión única de 2 horas y 30 minutos compuesta por un calentamiento, una familiarización de las pruebas a realizar y la evaluación en sí misma. Para el calentamiento, se realizaron 10 repeticiones de los siguientes ejercicios: movilidad lumbo-pélvica (*cat-camel*, puente de glúteo y rotaciones de cadera (internas y externas) en bipedestación), *crunch* abdominal tumbado, hiperextensiones en banco, *crunch* lateral y rotaciones de tronco en polea horizontal. Posteriormente, se llevó a cabo la medición de la fuerza del *core* empezando cada ejercicio con una familiarización al movimiento, que consistió en la realización de 2 repeticiones para los ejercicios de fuerza (flexión, extensión, inclinación y rotación del tronco) con el objetivo de obtener mediciones fiables y reducir el error asociado al aprendizaje (Amarante do Nascimento et al., 2013). Se realizaron las repeticiones de familiarización antes de cada ejercicio con el fin de agilizar el proceso de medición y evitar el cambio continuo en la colocación de material. Tras ello, se llevó a cabo la medición de la estabilidad del core durante los ejercicios de puente frontal, puente dorsal, puente lateral y *bird-dog*, verificando de manera previa a la medición que el participante tuviera una posición adecuada.

- Evaluación de la fuerza del *core*

Se evaluó la fuerza de la musculatura del *core* a través de los ejercicios de flexión, extensión, rotación e inclinación del tronco. Los cuatro ejercicios se realizaron de manera isométrica y con dos variantes distintas (libre o con fijación de los tobillos mediante una cincha), con el objetivo de obtener la fuerza aplicada en condiciones de mayor y menor estabilidad. En ambas, el participante partía sentado sobre un cajón de madera (modelo Box Jump, Corength, Decathlon; medidas de 40 cm x 60 cm x 50 cm) sin apoyar los pies en el suelo, las fosas poplíteas de sus piernas debían mantenerse en contacto con el cajón y los brazos se mantenían en cruz sobre el pecho (excepto en la rotación de tronco). La diferencia entre las dos variantes estaba en la forma de aplicar la fuerza a nivel biomecánico, variando el brazo de palanca en función de la posición de los miembros inferiores: en la primera variante, el participante no podía usar sus piernas para hacer fuerza contra el cajón, por lo que solo contaba con el apoyo de sus muslos durante el movimiento (véase la parte “A” de las figuras 1, 2, 3 y 4); mientras que, en la segunda variante, se cinchó al participante al cajón (a la altura de sus tobillos) y se le permitió ejercer fuerza con los miembros inferiores aprovechando el mayor brazo de palanca (véase la parte “B” de las figuras 1, 2, 3 y 4). Por otro lado, el evaluador se encargó de fijar el cajón para que no se desplazara durante la ejecución de los tests. Además, una vez colocado en la posición de partida, el participante debía pretensar la cuerda (realizando el gesto de cada ejercicio) para que, durante la evaluación, su columna quedara en posición neutra al realizar la fuerza y el dinamómetro se mantuviera en el vector horizontal respecto al punto de aplicación de la fuerza. El dinamómetro se unió por un extremo a la polea, mientras que por el otro se enganchó a un cinturón colocado alrededor de la parte baja de las axilas del participante, cambiando la posición del enganche en función de cada ejercicio. A continuación, se detallan cada uno de los ejercicios realizados:

Flexión de tronco: el participante se colocó de espaldas a la polea en posición de partida. Cuando el evaluador lo indicó, el participante debía realizar fuerza de flexión con el tronco, tomando de referencia el punto de anclaje, en la dirección de la flecha (Figura 1).

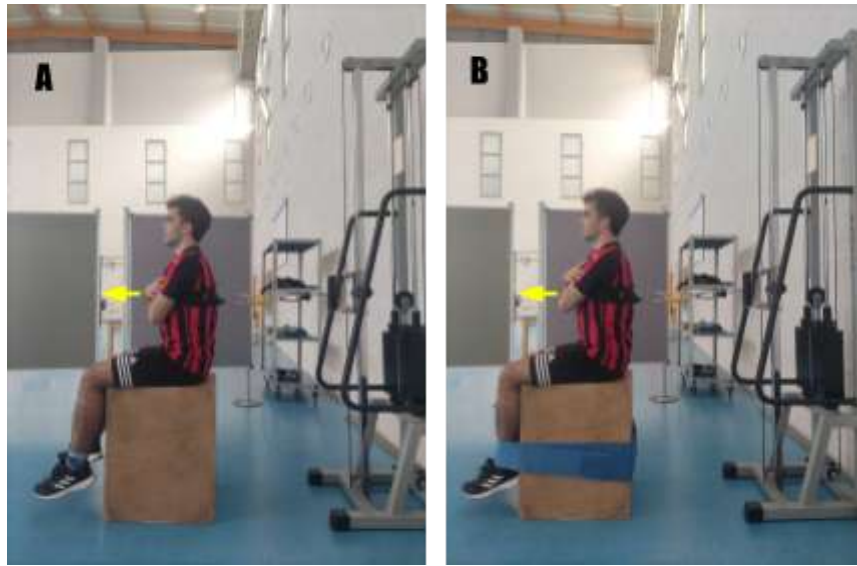


Figura 1. Ejecución de la *flexión de tronco*, variante libre (A) y fija (B).

Extensión de tronco: el participante se colocó de frente a la polea en posición de partida. Cuando el evaluador lo indicó, el participante debía realizar fuerza de extensión con el tronco, tomando de referencia el punto de anclaje, en la dirección de la flecha (Figura 2).



Figura 2. Ejecución de la *extensión de tronco*, variante libre (A) y fija (B).

Inclinación de tronco: el participante se colocó de lado a la polea en posición de partida. Cuando el evaluador lo indicó, el participante debía realizar fuerza de inclinación con el tronco, tomando de referencia el punto de anclaje, en la dirección de la flecha (Figura 3). Se evaluó la inclinación del lado derecho e izquierdo.



Figura 3. Ejecución de la *inclinación de tronco*, variante libre (A) y fija (B).

Rotación de tronco: el participante mantuvo los codos extendidos con los hombros flexionados 90° aproximadamente, con las manos sujetando una agarradera. El participante debía colocarse de lado a la polea, formando un ángulo de 90° entre sus brazos y el cable de la polea. Cuando el evaluador lo indicó, el participante debía realizar fuerza rotacional con el tronco, tomando de referencia el punto de anclaje en sus manos, en la dirección de la flecha, manteniendo la posición de partida y sin flexionar los codos (Figura 4). En este caso, el dinamómetro se enganchó a la agarradera que sujetaba la persona. Se evaluó la rotación hacia el lado derecho e izquierdo.

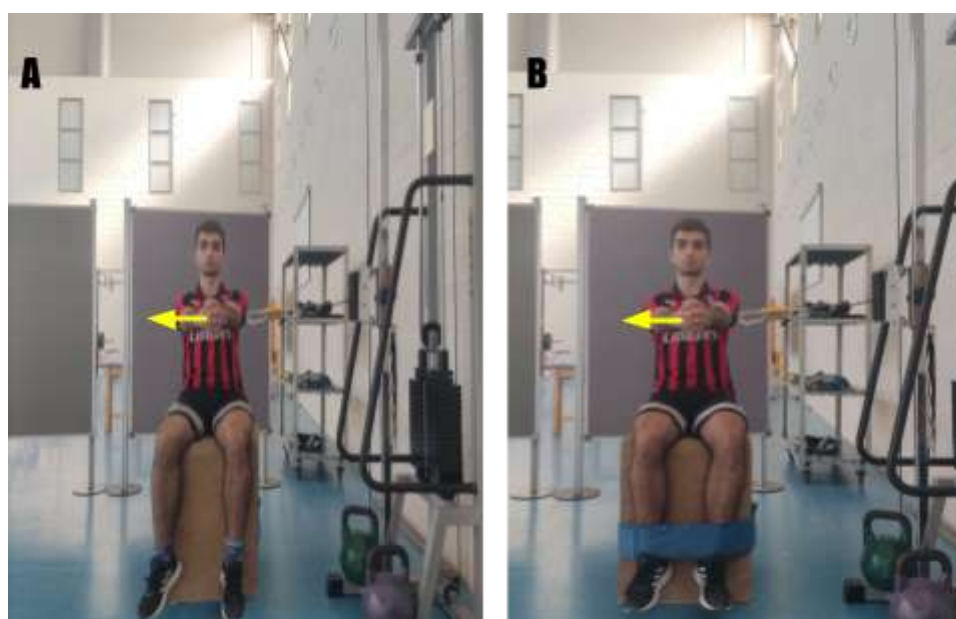


Figura 4. Ejecución de la *rotación de tronco*, variante libre (A) y fija (B).

En cuanto al protocolo, se realizaron cuatro repeticiones por ejercicio (dos en cada variante, realizando primero las dos de la variante libre y después las de la variante con fijación), excepto en la inclinación de tronco y en la rotación de tronco que, al realizarse hacia el lado derecho e izquierdo, se hicieron ocho repeticiones. Si la variación en el resultado entre ambas repeticiones fue superior al 10%, se realizó una tercera. El tiempo de trabajo de cada repetición fue de 5 segundos, dejando un tiempo de recuperación de 10 segundos entre ellas y de 5 minutos entre ejercicios (Juan-Recio et al., 2024). Se dio la premisa al participante de tratar de realizar la mayor fuerza posible, de manera explosiva, en cada repetición, mientras que el evaluador le animaba verbalmente. Para considerar las repeticiones como válidas, el participante debía mantener en todo momento la posición de partida y mantener la posición neutra de la columna. La evaluación de la fuerza se llevó a cabo utilizando el dinamómetro de tracción (*Tindeq Progressor*®), el cual se basa en una célula de carga, que registró la fuerza máxima realizada en cada repetición en *Newtons*. Se vinculó el dispositivo con un *smartphone* (*iPhone SE* de 2020) a través de tecnología Bluetooth (Labott et al., 2022; Merry et al., 2021) para controlar la medición en tiempo real a través de la aplicación *Tindeq Progressor*.

- Evaluación de la estabilidad del *core*

Se evaluó la estabilidad del *core* de la musculatura flexora, extensora, inclinadora y rotadora a través de los ejercicios del puente frontal, puente dorsal, puente lateral y el *bird-dog* (Barbado et al., 2018; Heredia-Helvar et al., 2024). En el puente frontal, la musculatura que mantiene en mayor medida la estabilidad de la columna y la postura son los flexores del tronco (en concreto, el recto abdominal), aunque también existe una activación alta de los oblicuos (García-Vaquero et al., 2012). Durante el puente supino, los grupos musculares que intervienen mayoritariamente son los extensores del tronco (principalmente, los erectores espinales), permitiendo resistir el torque gravitacional y mantener la columna vertebral en posición neutra (García-Vaquero et al., 2012). En cuanto al puente lateral, la musculatura protagonista reside en los inclinadores/rotadores del tronco (oblicuos), encargados de proporcionar soporte al tronco en esta posición (principalmente la musculatura que se encuentra en el lado inferior), aunque también hay una activación considerable de la musculatura flexora y extensora, indicando que se requiere una alta co-activación de la musculatura durante estas posiciones (García-Vaquero et al., 2012). Por último, el ejercicio del *bird-dog* o perro de muestra, representa un ejercicio demandante para la estabilidad de la columna (Kavcic et al., 2004) y que, asimismo, representa un mayor reto a nivel coordinativo al tener que activar la musculatura oblicua a nivel contralateral (García-Vaquero et al., 2012).

En cuanto al protocolo, se realizaron 2 repeticiones de 15 segundos (Barbado et al., 2018), dejando un tiempo de recuperación entre ellas de 30 segundos. Para que las mediciones se considerasen válidas, el participante debía de mantener la postura de inicio, manteniendo la alineación de la cabeza, el tronco y las extremidades (columna vertebral y pelvis en posición neutra) y tratando de reducir el movimiento del tronco al mínimo (Heredia-Helvar et al., 2021). Para asegurarse de que la posición del participante era la adecuada, el registro de la aceleración comenzaba cuando el investigador daba el visto bueno a la postura del participante. La evaluación se llevó a cabo a partir de acelerómetros integrados en un *smartphone* (*iPhone SE* de 2020), que registran las aceleraciones lineales de la zona lumbopélvica, pues ha mostrado ser una herramienta fiable para medir la intensidad de ejercicios habituales para retar la estabilidad del *core* (Barbado et al., 2018). Se utilizó la aplicación "*Core Maker*" para el registro de la acelerometría. El dispositivo móvil se unió, mediante un velcro colocado en su parte posterior, a un cinturón colocado en la zona lumbar del participante. El participante realizó todos los ejercicios descalzo. A continuación, se detallan cada uno de los ejercicios realizados:

Puente frontal: el participante se colocó en posición tendido prono sobre una colchoneta (modelo Superconfort, Elksport) y procedió a separar la pelvis del suelo, apoyándose solo sobre los antebrazos y las puntas de los pies, de manera que su cuerpo quedó alineado y paralelo al suelo. Los pies se

mantuvieron abiertos a la anchura de las caderas y los brazos se colocaron flexionados a 90º con las manos unidas (Figura 5) (García-Vaquero et al., 2012).



Figura 5. Ejecución del *puente frontal*.

Puente dorsal: el participante se colocó en posición tendido supino sobre la colchoneta y procedió a separar la pelvis del suelo mediante una extensión de cadera, con los pies apoyados en el suelo, las rodillas flexionadas y manteniendo también apoyados el cuello y los hombros. Los pies quedaron abiertos a la anchura de las caderas y los brazos se colocaron cruzados sobre el pecho. El tronco debía mantenerse alineado con los muslos en todo momento, manteniendo la pelvis y la columna en posición neutra (Figura 6) (García-Vaquero et al., 2012).



Figura 6. Ejecución del *puente dorsal*.

Puente lateral: el participante se colocó tendido decúbito lateral sobre la colchoneta, con el antebrazo del brazo inferior apoyado en el suelo (formando un ángulo de 90º) y perpendicular al cuerpo. La pierna de arriba se colocó cruzada por encima de la otra, mientras que el brazo de la parte superior sobre la parte lateral del tronco. Posteriormente, procedió a separar la pelvis del suelo, manteniendo alineados el tronco y los miembros inferiores, de manera que solo el antebrazo y los pies quedaran apoyados sobre el suelo (García-Vaquero et al., 2012). Es importante recordar que el ejercicio se realizó tanto del lado derecho como del izquierdo (Figura 7).



Figura 7. Ejecución del *puente lateral* desde el lado derecho.

Bird-dog: el participante se colocó en cuadrupedia sobre la colchoneta y procedió a realizar una flexión de un hombro y una extensión de cadera contralaterales, de manera que quedaran paralelos al suelo y alineados con el tronco (García-Vaquero et al., 2012). Es importante recordar que el ejercicio se realizó hacia la derecha e izquierda, cambiando el brazo y la pierna de apoyo (Figura 8). Para la parte posterior de resultados, matizar que cuando se hace referencia a “derecha” se indica la pierna de apoyo, como es el caso que aparece en la Figura 8.



Figura 8. Ejecución del *bird-dog*.

- Propuesta de ejercicios focalizados en el *core*

Como aspecto complementario a la evaluación, se proponen tres ejercicios focalizados en el *core* orientados al pádel. La propuesta está orientada a poder usar los datos obtenidos en las evaluaciones para enfocar los ejercicios hacia la intervención de los grupos musculares necesitados. Se compone de 3 ejercicios que tratan de simular en la medida de lo posible golpes específicos de la modalidad deportiva. Cada uno cuenta con 3 niveles de progresión, organizados de menor a mayor complejidad en función de la resistencia y perturbaciones aplicadas. En los 3 ejercicios, se realizó un primer nivel en el que la resistencia que debía vencer el participante era el propio material necesario para hacer cada ejercicio (una polea en el caso de los ejercicios 1 y 2, una maza en el ejercicio 3); mientras que, en el segundo nivel, se añadió una resistencia extra al participante mediante una banda elástica (en este caso usamos una con rango de resistencia media de 22,67 a 54,43 kg) que, colocada rodeando su tronco (tomando como referencia la parte baja de las axilas) y sujeta por el evaluador, generaba tensión constante contra unos grupos musculares u otros en función de los datos obtenidos en la evaluación; y, por último, el tercer nivel consistió en la aplicación de perturbaciones espontáneas al participante a través de esa misma banda elástica, por ejemplo mediante movimientos de *release* (soltar la tensión del elástico repentinamente) o aplicando fuerzas repentinas.

El primer ejercicio (Figura 9) es una variante de *cable lift* de pie que tiene como objetivo retar la fuerza de los músculos rotadores e inclinadores del tronco principalmente y la estabilidad del *core* durante la maniobra de *bracing*, simulando golpes de la modalidad en dirección ascendente (como los golpes de fondo). Para ello, se dio la premisa de que el tronco debía actuar como un bloque para generar el movimiento. El participante parte de frente a la polea con las piernas separadas y con las rodillas ligeramente flexionadas, con los codos extendidos y ambas manos sujetando una agarradera colocada a la altura de la rodilla (Figura 9: 1A, 2A); y debe de rotar el tronco, manteniendo los codos extendidos y flexionando los hombros progresivamente mientras rota, de manera que quede de espaldas respecto a la polea y las manos alcancen la altura de su cabeza (Figura 9: 1B, 2B). En el primer nivel, el movimiento es contra la resistencia que genera la polea (Figura 9: 1A, 1B); mientras que en el segundo y el tercero se añade la banda elástica (Figura 9: 2A, 2B) actuando de la manera explicada anteriormente (el tercer nivel no se representa gráficamente al ser igual que el segundo, solo cambia que el evaluador incluye perturbaciones

espontáneas a través del elástico en vez de mantener la tensión constante como en el segundo nivel).



Figura 9. Ejecución del ejercicio *cable lift* de pie hacia la derecha. Se representa el nivel 1 con la resistencia de la polea (1A, 1B) y el nivel 2 añadiendo el elástico con tensión (2A, 2B). El nivel 3 se corresponde con las imágenes 2A y 2B, salvo que el evaluador decide cuando aplicar perturbaciones. La fase A es la parte inicial del movimiento, la fase B es el final.

El segundo ejercicio (Figura 10) es una variante de *cable chop* de pie, igual que el *lift* pero el movimiento parte desde arriba, que tiene como objetivo retar también la fuerza de los músculos rotadores e inclinadores del tronco y la estabilidad del *core* durante el *bracing*, simulando golpes de la modalidad en este caso en dirección descendente (como los golpes por encima de la cabeza o voleas). Para ello, se dio la premisa de que el tronco debía actuar como un bloque para generar el movimiento. El participante parte de la misma posición que el ejercicio anterior, con los codos extendidos y ambas manos sujetando una agarradera colocada en este caso por encima de su cabeza (Figura 10: 1A, 2A); y debe rotar el tronco, manteniendo los codos extendidos y extendiendo los hombros progresivamente mientras rota, de manera que quede de espaldas a la polea y en la misma línea (Figura 10: 1B, 2B). En el primer nivel, el movimiento es contra la resistencia que genera la polea (Figura 10: 1A, 1B); mientras que en el segundo y el tercero se añade la banda elástica (Figura 10: 2A, 2B) actuando de la manera explicada anteriormente (el tercer nivel no se representa gráficamente al ser igual que el segundo, solo cambia que el evaluador incluye perturbaciones espontáneas a través del elástico en vez de mantener la tensión constante como en el segundo nivel).

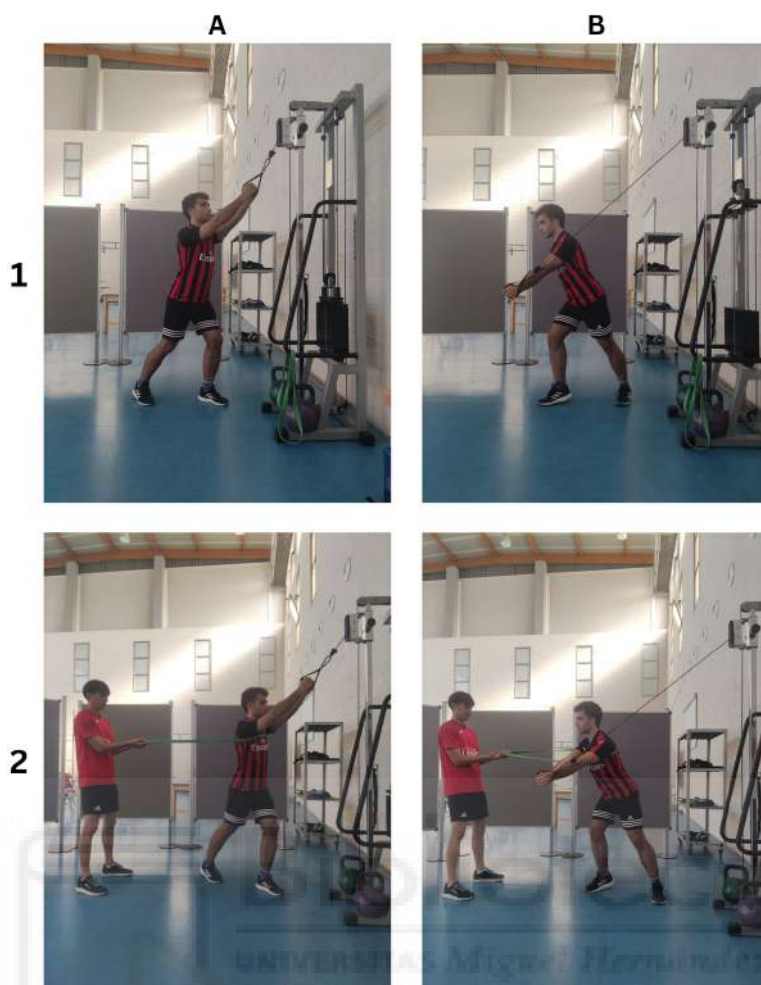


Figura 10. Ejecución del ejercicio *cable chop* de pie hacia la derecha. Se representa el nivel 1 con la resistencia de la polea (1A, 1B) y el nivel 2 añadiendo el elástico con tensión (2A, 2B). El nivel 3 se corresponde con las imágenes 2A y 2B, salvo que el evaluador decide cuando aplicar perturbaciones. La fase A es la parte inicial del movimiento, la fase B es el final.

El tercer y último ejercicio (Figura 11) es una simulación del gesto del remate en posición de sedestación sobre un cajón (mismo modelo usado en las evaluaciones), que tiene como objetivo demandar la estabilidad del tronco durante el *bracing*, exigiendo sobre todo a la musculatura extensora (fase inicial) y flexora (fase final) del tronco, durante la ejecución del gesto con el brazo dominante, debido a la inercia que coge la maza. El participante parte sentado en el cajón sin apoyar los pies en el suelo y con las fosas poplíteas de sus piernas en contacto con el borde del cajón, además de tener el tronco erguido en posición neutra. El brazo dominante se coloca por detrás de la cabeza, con el hombro y el codo flexionados al máximo, sujetando una maza (*Clubbell* de 2 kg, Elksport), mientras que el brazo no dominante reposa sobre el muslo (Figura 11: 1A, 2A). Tras esto, realiza una extensión de hombro y codo (el codo debe quedar extendido completamente) llevando la maza hacia delante, manteniendo el tronco en posición neutra durante el movimiento del brazo (Figura 11: 1B, 2B). Antes de finalizar y volver al inicio pasa por una posición intermedia, extendiendo el hombro y flexionando el codo, a la vez que mantiene el tronco en posición neutra, llevando la maza hacia su hombro (Figura 11: 1C, 2C); y, una vez en esa posición, vuelve a la de partida flexionando el hombro para llevar la maza detrás de la cabeza. En el primer nivel, el movimiento es contra la resistencia que genera la maza (Figura 11: 1A, 1B, 1C); mientras que en el segundo y el tercero se añade la banda elástica (Figura 11: 2A, 2B, 2C) actuando de la manera explicada

anteriormente (el tercer nivel no se representa gráficamente al ser igual que el segundo, solo cambia que el evaluador incluye perturbaciones espontáneas a través del elástico en vez de mantener la tensión constante como en el segundo nivel).

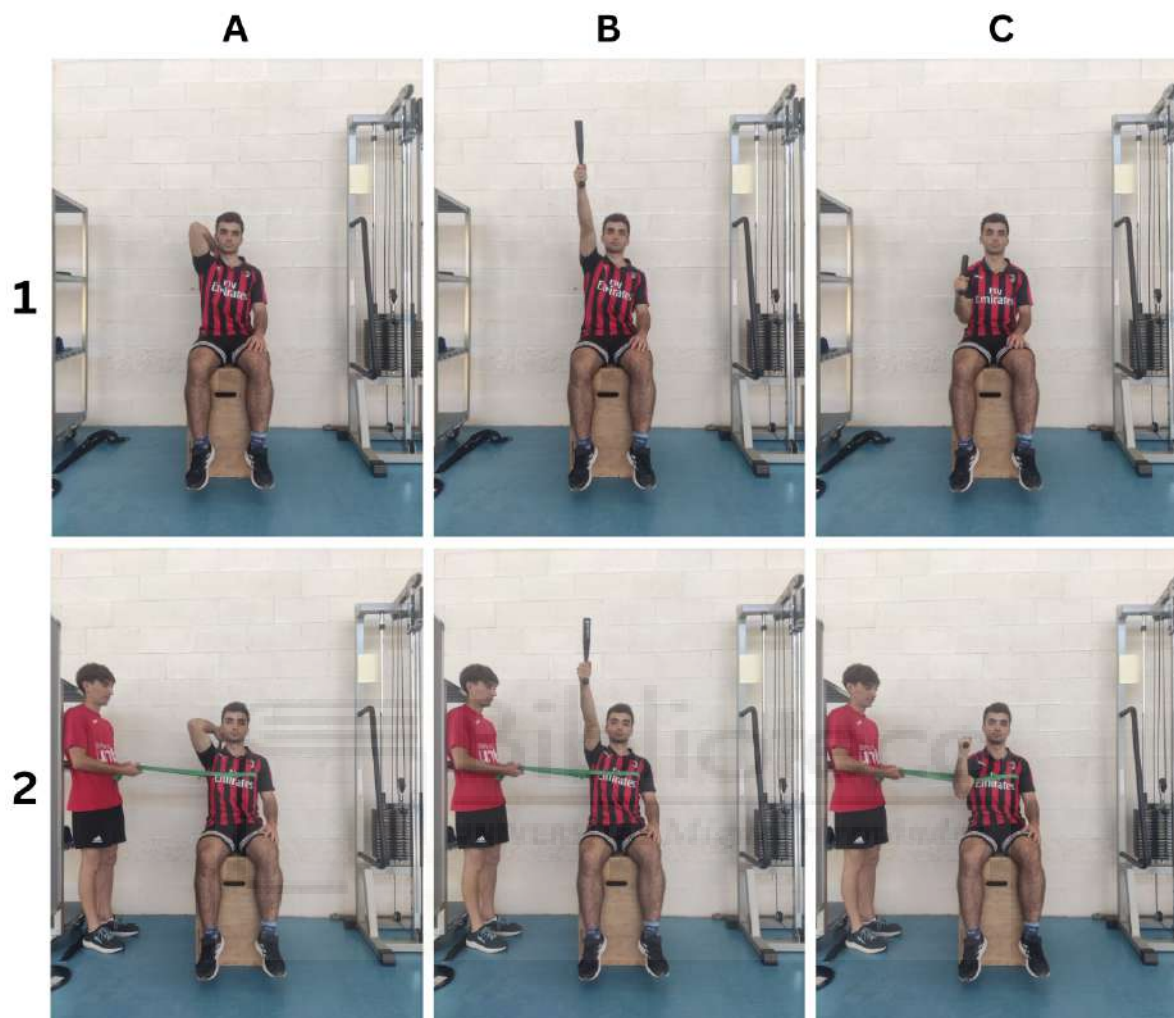


Figura 11. Ejercicio de simulación del remate en sedestación. Se representa el nivel 1 con la resistencia de la maza (1A, 1B, 1C) y el nivel 2 añadiendo el elástico con tensión (2A, 2B, 2C). El nivel 3 se corresponde con las imágenes 2A/2B/2C, salvo que el evaluador decide cuando aplicar perturbaciones. La fase A es la parte inicial del movimiento, la fase B corresponde al “final” y la fase C es la posición intermedia por la que se pasa para volver a ejecutar.

Tratamiento de los datos

En las valoraciones, para considerar los dos intentos de cada variante del ejercicio válidos, se dejó un margen de variación entre las mediciones del 10%; y, si la variación fue superior al 10%, se realizó una tercera repetición y se descartó el dato más alejado de los tres para la interpretación. Para el análisis de los datos en el caso de la evaluación de la fuerza, una vez se tengan dos mediciones con una variación menor a la indicada, se tendrá en cuenta el valor más elevado de los dos en cada variante y ejercicio. En el caso de la evaluación de la estabilidad, se tendrá en cuenta el valor promedio de los datos de cada ejercicio indicado en la tabla.

Resultados

En primer lugar, los datos obtenidos en la valoración de la fuerza (Tabla 1) indican que existe diferencia entre variantes, al obtenerse mayores valores de producción de fuerza durante la variante con fijación en todos los ejercicios, excepto en el ejercicio de rotación del tronco, donde se obtiene un valor más grande en el lado derecho sin fijación (85.9 N) respecto a con fijación (70.3 N). Además, existe una diferencia notable entre la fuerza ejercida en la flexión de tronco con fijación (473 N) respecto a la extensión (320.3 N). Por su parte, los valores obtenidos del lado derecho e izquierdo son similares en los ejercicios de inclinación y rotación, con una ligera tendencia a obtener mejores resultados en el lado derecho salvo en el ejercicio de rotación con fijación, donde el lado izquierdo (102.8 N) superó al lado derecho (70.3 N).

Tabla 1. Valores obtenidos en la evaluación de la fuerza del core (valores Newtons)

<i>Ejercicio</i>		Libre - Intento 1	Libre - Intento 2	Con fijación – Intento 1	Con fijación – Intento 2
Flexión de tronco		213.4	201.2	470.1	473
Extensión de tronco		226.8	233.2	315.5	320.3
Inclinación de tronco	<i>Derecha</i>	205.9	208.9	240.4	269.9 236.6
	<i>Izquierda</i>	187.9	177.6	200.4	217.1
Rotación de tronco	<i>Derecha</i>	78.8	94.1 85.9	64.3	70.3
	<i>Izquierda</i>	79.1	60.1 79.9	102.8	97.5

En segundo lugar, los datos obtenidos en la evaluación de la estabilidad (Tabla 2) muestran que en todos los ejercicios se obtuvieron resultados de aceleración similares (promedios entre 0.140 y 0.160 m/s²) excepto en el puente lateral, donde se alcanzaron valores de hasta 0.374 m/s².

Tabla 2. Valores obtenidos en la evaluación de la estabilidad del core (valores m/s²)

<i>Ejercicio</i>		Intento 1	Intento 2	Promedio
Puente frontal		0.156	0.163	0.159
Puente dorsal		0.154	0.141	0.147
Puente lateral	<i>Derecha</i>	0.300	0.278	0.289
	<i>Izquierda</i>	0.359	0.389	0.374
Bird-dog	<i>Derecha</i>	0.165	0.133	0.149
	<i>Izquierda</i>	0.142	0.140	0.141

Los datos obtenidos en las valoraciones permiten complementar la propuesta de ejercicios planteada, con la ventaja de que se pueden adaptar los ejercicios en función del deportista y los resultados obtenidos en cada momento. En este caso, analizando los resultados de la Tabla 1, se puede observar que la mayor diferencia de fuerza producida se da entre la flexión (473 N) y la extensión (320.3 N) con fijación, por lo que añadir la resistencia con el elástico en contra de los músculos extensores puede ser beneficioso para tratar de paliar esa diferencia. Además, teniendo en cuenta los resultados mostrados en la Tabla 2, el puente lateral es el ejercicio donde mayores demandas de estabilidad presentó el participante (0.289 m/s² en el lado derecho y 0.374 m/s² en el izquierdo), por lo que se podría poner el foco también en la musculatura inclinadora durante los ejercicios.

Discusión

La importancia del *core* en la estabilización de la columna y la producción de fuerza ha sido estudiada en numerosos deportes (Zemková, 2022). En el pádel, incluir ejercicios que trabajen esta musculatura en los entrenamientos podría ser beneficioso para aumentar el rendimiento (Courel-Ibáñez et al., 2019). Sin embargo, existe poca evidencia científica al respecto debido a su reciente profesionalización y a la escasa literatura sobre variables de condición física específicas (Sánchez-Alcaraz et al., 2022). Por estas razones, el objetivo de este estudio era plantear una propuesta de evaluación de las capacidades del *core*, centrada en la fuerza y la estabilidad, siendo una propuesta más ecológica y que esta sirviera para plantear unos ejercicios focalizados en el *core* y con orientación al pádel.

En relación con los resultados obtenidos en la evaluación de la fuerza del *core*, se observa una mayor producción de fuerza en la variante con fijación en comparación con la libre, en prácticamente todos los ejercicios analizados. Esta diferencia destaca principalmente en la flexión de tronco, donde el valor máximo con fijación (473 N) duplicó al obtenido en la variante libre (213.4 N), lo que representa un incremento superior al 120%; mientras que en la extensión de tronco también se observó una mejora con la fijación, aunque no tan grande, obteniendo como valor 320.3 N en comparación con los 233.2 N recogidos en la variante libre (mejora cercana al 40%). Estas mejoras en la variante con fijación en los tobillos respecto a la libre se podrían deber a la estabilidad que proporcionan los músculos de la pelvis y los miembros inferiores al estar estos fijados, permitiendo que el tronco pueda ejercer fuerza eficazmente (Kocjan y Sarabon, 2014); o también a que, al fijar los miembros inferiores, la superficie de apoyo aumenta y también lo hace el brazo de palanca, relacionado con el aumento del momento de fuerza (Nordin y Frankel, 1989). En el ejercicio de inclinación del tronco, aunque se encontraron también mejoras en ambos lados en la variante con fijación, estas diferencias no fueron tan grandes como en los ejercicios de flexión y extensión, obteniendo un valor en el lado derecho de 208.9 N en la variante libre a frente a 240.4 N con fijación, mientras que en el lado izquierdo pasó de 187.9 N de forma libre a 217.1 N con fijación. Además, esta diferencia entre variantes no se dio en el ejercicio de rotación del tronco, pues en la rotación hacia la izquierda se obtuvieron 102.8 N con fijación y 79.1 N en la variante libre; e incluso en la rotación hacia la derecha se obtuvieron unos valores mayores en la variante libre (94.1 N) que en la fijada (70.3 N). Una posible explicación biomecánica sería que, al estar de lado respecto a la polea, se dificulta el aprovechamiento del tren inferior como punto de apoyo directo que permita ejercer fuerza en la misma dirección a la polea (Hill, 2021). Recapitulando, aún sabiendo que el tronco puede generar fuerza de manera más eficaz con la contribución de los miembros inferiores y esto puede parecerse más a la práctica deportiva, evaluar su fuerza mediante una variante sin fijación también podría ser interesante para intentar obtener resultados minimizando la contribución de otras estructuras y grupos musculares; teniendo en cuenta que ya existen estudios que tratan de aislar la musculatura del tronco durante su evaluación y que obtienen una tendencia similar a la de este trabajo, observando una mayor producción de fuerza en la extensión del tronco, seguida de la flexión

y luego de la rotación (Müller et al., 2014; Paalanne et al., 2009). Esto refuerza la necesidad de emplear variantes sin fijación cuando el objetivo es valorar la capacidad contráctil de la musculatura del tronco en condiciones aisladas.

En cuanto a la valoración de la estabilidad del *core*, se obtienen resultados similares en los ejercicios de puente frontal (0.159 m/s^2), puente dorsal (0.147 m/s^2) y *bird-dog* (0.141 m/s^2 en el lado izquierdo y 0.149 m/s^2 en el derecho), lo que sugiere que son ejercicios con demandas de estabilidad similares. Sin embargo, el puente lateral fue el ejercicio que presentó mayores demandas de estabilidad, especialmente en el lado izquierdo (0.374 m/s^2), seguido del derecho (0.289 m/s^2). Los resultados concuerdan con la tendencia existente en otras mediciones, siendo el puente lateral el ejercicio que más demandas de estabilidad genera de los cuatro (Barbado et al., 2018; Heredia-Elvar et al., 2021). Además, la naturaleza unilateral del ejercicio y su ejecución en posición lateral sobre el plano frontal aumenta la activación de la musculatura implicada, como el glúteo medio y el oblicuo externo, que puede explicar el aumento de las aceleraciones producidas durante su ejecución (Ekstrom et al., 2007).

Los resultados obtenidos deben ser utilizados con precaución debido a que el estudio tiene ciertas limitaciones. Generalizar los datos obtenidos en la evaluación está limitado debido a que la muestra estaba compuesta por un único deportista, por lo que harían falta más datos para obtener unas conclusiones más sólidas. Es necesario que surjan nuevas investigaciones en este ámbito que analicen muestras más numerosas y que obtengan valores de referencia.

Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran que el protocolo propuesto permite valorar la musculatura del *core*, durante la evaluación de capacidades como la fuerza y la estabilidad, a través de un protocolo ecológico. En este sentido, el uso de instrumentos portables y económicos como dinamómetros y acelerómetros integrados en *smartphones* permiten obtener de una manera sencilla y replicable información sobre la fuerza y estabilidad del *core* de los deportistas; además de servir como referencia para plantear el entrenamiento del *core* en base a las necesidades detectadas. En el caso evaluado, se observó una mayor producción de fuerza en la flexión (473 N) que en la extensión (320.3 N) del tronco, así como mayores aceleraciones en el ejercicio del puente lateral (especialmente en el lado izquierdo, obteniendo una aceleración de 0.374 m/s^2) respecto al *bird-dog* y a los puentes frontal y dorsal, lo que sugiere una base sobre la que orientar la programación del entrenamiento en este deportista. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el presente trabajo reside en un estudio de caso, por lo que se recomienda validar este protocolo en estudios con muestras amplias y estratificadas por nivel competitivo.

Bibliografía

- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(3 Suppl 1), S86–S92. <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- Amarante do Nascimento, M., Januário, R. S., Gerage, A. M., Mayhew, J. L., Cheche Pina, F. L., & Cyrino, E. S. (2013). Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1636–1642. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182717318>
- Anant, S. K., & Venugopal, R. (2021). Effect of eight-week core muscles strength training on physical fitness and body composition variables in male players of team games. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 14(1). <https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.06.001>
- Barbado, D., Irlles-Vidal, B., Prat-Luri, A., García-Vaquero, M. P., & Vera-Garcia, F. J. (2018). Training intensity quantification of core stability exercises based on a smartphone accelerometer. *PloS one*, 13(12), e0208262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208262>
- Barbado, D., Lopez-Valenciano, A., Juan-Recio, C., Montero-Carretero, C., van Dieën, J. H., & Vera-Garcia, F. J. (2016). Trunk Stability, Trunk Strength and Sport Performance Level in Judo. *PloS one*, 11(5), e0156267. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156267>
- Barrio, E. D., Ramirez-Campillo, R., Garcia de Alcaraz Serrano, A., & RaquelHernandez-García, R. (2022). Effects of core training on dynamic balance stability: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*, 40(16), 1815–1823. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2110203>
- Courel-Ibáñez, J., & Herrera-Gálvez, J. J. (2020). Fitness testing in padel: Performance differences according to players' competitive level. *Science & Sports*, 35(1), e11-e19. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.05.009>
- Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz Martinez, B. J., & Muñoz Marín, D. (2019). Exploring Game Dynamics in Padel: Implications for Assessment and Training. *Journal of strength and conditioning research*, 33(7), 1971–1977. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002126>
- De Blaiser, C., De Ridder, R., Willems, T., Danneels, L., & Roosen, P. (2018). Reliability and validity of trunk flexor and trunk extensor strength measurements using handheld dynamometry in a healthy athletic population. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 34, 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.10.005>
- Ekstrom, R. A., Donatelli, R. A., & Carp, K. C. (2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37(12), 754–762. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2471>
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2004). An isokinetic profile of trunk rotation strength in elite tennis players. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(11), 1959–1963. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000145469.08559.0e>
- Faries, M. D., & Greenwood, M. (2007). Core training: stabilizing the confusion. *Strength & Conditioning Journal*, 29(2), 10–25. <https://doi.org/10.1519/00126548-200704000-00001>
- García-Vaquero, M. P., Moreside, J. M., Brontons-Gil, E., Peco-González, N., & Vera-Garcia, F. J. (2012). Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 22(3), 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.02.017>
- Hall, S. (2021). *Basic Biomechanics (9th ed.)*. McGraw Hill.

- Ibrahim Hamed Ibrahim Hassan. (2017). The Effect of Core Stability Training on Dynamic Balance and Smash Stroke Performance in Badminton Players. *International Journal of Sports Science and Physical Education*, 2(3), 44-52. <https://doi.org/10.11648/j.ijsspe.20170203.12>
- Heredia-Elvar, J. R., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2021). Observational screening guidelines and smartphone accelerometer thresholds to establish the intensity of some of the most popular core stability exercises. *Frontiers in physiology*, 12, 751569. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.751569>
- Heredia-Elvar, J. R., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., de Los Ríos-Calonge, J., & Vera-Garcia, F. J. (2024). Exercise Intensity Progressions and Criteria to Prescribe Core Stability Exercises in Young Physically Active Men: A Smartphone Accelerometer-Based Study. *Journal of strength and conditioning research*, 38(2), 266–273. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004630>
- Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., Vera-Garcia, F. J., & Moreno-Pérez, V. (2023). Reliability of a Trunk Flexion and Extensor Muscle Strength Test with Hand-Held and Isokinetic Dynamometers in Female Athletes. *Journal of human kinetics*, 92, 43–52. <https://doi.org/10.5114/jhk/172640>
- Kavicic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine*, 29(20), 2319–2329. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000142222.62203.67>
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Kocjan, A., & Sarabon, N. (2014). Assessment of Isometric Trunk Strength - The Relevance of Body Position and Relationship between Planes of Movement. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 365–370.
- Labott, B. K., Held, S., Wiedenmann, T., Rappelt, L., Wicker, P., & Donath, L. (2022). Validity and Reliability of a Commercial Force Sensor for the Measurement of Upper Body Strength in Sport Climbing. *Frontiers in sports and active living*, 4, 838358. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.838358>
- Llin, J. R., Llana, S., Guzmán, J., Vuckovic, G., Muñoz, D., & Alcaraz, B. J. S. (2020). Análisis de la distancia recorrida en pádel en función de los diferentes roles estratégicos y el nivel de juego de los jugadores. *Acción Motriz*, 25(1), 59-67. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.79322>
- Luo, S., Soh, K. G., Soh, K. L., Sun, H., Nasiruddin, N. J. M., Du, C., & Zhai, X. (2022). Effect of Core Training on Skill Performance Among Athletes: A Systematic Review. *Frontiers in physiology*, 13, 915259. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.915259>
- Manchado, C., García-Ruiz, J., Cortell-Tormo, J. M., & Tortosa-Martínez, J. (2017). Effect of Core Training on Male Handball Players' Throwing Velocity. *Journal of human kinetics*, 56, 177–185. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0035>
- Martín-Miguel, I., Escudero-Tena, A., Muñoz, D., & Sánchez-Alcaraz, B. J. (2023). Performance Analysis in Padel: A Systematic Review. *Journal of human kinetics*, 89, 213–230. <https://doi.org/10.5114/jhk/168640>
- Merry, K., Napier, C., Chung, V., Hannigan, B. C., MacPherson, M., Menon, C., & Scott, A. (2021). The Validity and Reliability of Two Commercially Available Load Sensors for Clinical Strength Assessment. *Sensors*, 21(24), 8399. <https://doi.org/10.3390/s21248399>

- Müller, J., Müller, S., Stoll, J., Fröhlich, K., Baur, H., & Mayer, F. (2014). Reproducibility of maximum isokinetic trunk strength testing in healthy adolescent athletes. *Sport-Orthopädie-Sport-Traumatologie-Sports Orthopaedics and Traumatology*, 30(3), 229-237. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2014.02.007>
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (1989). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system (2nd ed.)*. Lea & Febiger.
- Paalanen, N. P., Korpelainen, R., Taimela, S. P., Remes, J., Salakka, M., & Karppinen, J. I. (2009). Reproducibility and reference values of inclinometric balance and isometric trunk muscle strength measurements in Finnish young adults. *Journal of strength and conditioning research*, 23(5), 1618-1626. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3cdfc>
- Priego, J. I., Melis, J. O., Belloch, S. L., Soriano, P. P., García, J. C. G., & Almenara, M. S. (2013). Padel: A Quantitative study of the shots and movements in the high-performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(4), 925-931. <https://doi.org/10.4100/jhse.2013.84.04>
- Reid, M., & Schneiker, K. (2008). Strength and conditioning in tennis: current research and practice. *Journal of science and medicine in sport*, 11(3), 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.05.002>
- Rodríguez-Perea, Á., Reyes-Ferrada, W., Jerez-Mayorga, D., Chirisa Ríos, L., Van den Tillar, R., Chirisa Ríos, I., & Martínez-García, D. (2023). Core training and performance: a systematic review with meta-analysis. *Biology of sport*, 40(4), 975-992. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.123319>
- Ryman Augustsson, S., Olsson, M. C., & Haglund, E. (2024). Changes in Physical Fitness in Youth Padel Players during One Season: A Cohort Study. *Sports (Basel, Switzerland)*, 12(7), 193. <https://doi.org/10.3390/sports12070193>
- Sánchez-Alcaraz, B. J., Cánovas Martínez, J., Sánchez Pay, A., & Muñoz, D. (2022). Investigación en pádel. Revisión sistemática. *Padel Scientific Journal*, 1(1), 71-105. <https://doi.org/10.17398/2952-2218.1.71>
- Sánchez-Muñoz, C., Muros, J. J., Cañas, J., Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz, B. J., & Zabala, M. (2020). Anthropometric and Physical Fitness Profiles of World-Class Male Padel Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 508. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020508>
- Sasaki, S., Nagano, Y., Kaneko, S., Sakurai, T., & Fukubayashi, T. (2011). The Relationship between Performance and Trunk Movement During Change of Direction. *Journal of sports science & medicine*, 10(1), 112-118.
- Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 3(5), 472-479. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.025>
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. (2015a). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 8(2), 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.004>
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. (2015b). Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 8(3), 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.005>

- Ungureanu, A. N., Lupo, C., Contardo, M., & Brustio, P. R. (2024). Decoding the decade: analyzing the evolution of technical and tactical performance in elite padel tennis (2011–2021). *International Journal of Sports Science & Coaching*, 19(3), 1306-1313. <https://doi.org/10.1177/17479541241228059>
- Willardson J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *Journal of strength and conditioning research*, 21(3), 979–985. <https://doi.org/10.1519/R-20255.1>
- Zemková, E. (2022). Strength and power-related measures in assessing core muscle performance in sport and rehabilitation. *Frontiers in physiology*, 13, 861582. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.861582>

