



**Universidad
Europea**

Efectos de un programa de intervención con
dispositivo inercial en el Ratio ADD/ABD en
practicantes de Brazilian Jiu-Jitsu

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte Facultad de
Ciencias de la Salud Universidad Europea de Canarias
Curso académico: 2024-2025

MODALIDAD DE TRABAJO

Diseño Estudio

AUTORES

Alejandro González Dorta

Samuel Morales Cabrera

TUTOR/A

Fernando Martín Lozano

Junio de 2025
Villa de La Orotava, Santa Cruz de Tenerife

Índice

Resumen	7
Abstract	9
Introducción	11
Justificación	15
Pertinencia del Estudio.....	15
Fundamentación del Estudio.....	17
Hipótesis y objetivos	21
Hipótesis.....	21
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos.....	21
Metodología	22
Diseño.....	22
Muestra y Formación de Grupos.....	24
Variable y Material de Medida.....	25
Procedimiento de Intervención.....	26
Variables Frecuencia y Toma de Datos.....	30
Análisis de datos.....	31
Equipo investigador.....	32
Viabilidad del Estudio	33
Conclusiones	35
Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	36
Referencias Bibliográficas	36
Anexos	41
Anexo 1. Consentimiento informado	41

Índice de tablas y figuras.

Tabla 1. Incidencia y tasa de recaída de lesiones aductoras en deportes de contacto.

Tabla 2. Valores recomendados del ratio ADD/ABD en atletas.

Tabla 3. Entrenamiento con polea cónica con frecuencia de dos veces por semana.

Tabla 4. Progresión del programa de intervención.

Tabla 5. Análisis de datos.

Figura 1. Representación de los roles inherentes del deporte.

Figura 2. Valoración Fuerza Isométrica Máxima Aductores y Abductores de Cadera.

Figura 3. Representación de dispositivo inercial.

Figura 4. Ejercicio de Aducción de Cadera con Polea Cónica.

Figura 5. Ejercicio de Abducción de cadera con polea cónica.

Figura 6. Línea Temporal de la Intervención del Estudio.

Índice de abreviaturas.

ADD - Aducción.

ABD - Abducción.

BJJ - Brazilian Jiu-Jitsu.

ECA - Estudio Controlado Aleatorizado.

ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible.

SPSS - Statistical Package for the social Sciencies

MMA - Mixed Martial Arts

RGPD - Reglamento General de Protección de Datos.

SD - Desviación estándar.

Resumen

Introducción: El Jiu-Jitsu Brasileño (Brazilian Jiu-Jitsu, BJJ) es una disciplina de combate con alta exigencia física, técnica y biomecánica. Entre sus componentes clave está el equilibrio entre la fuerza de aducción (ADD) y abducción (ABD) de cadera (ratio ADD/ABD), que influyen directamente en el rendimiento y en la prevención de lesiones. El presente trabajo plantea una intervención de ocho semanas basada en un programa de entrenamiento de fuerza mediante polea inercial, con el objetivo de mejorar dichos parámetros en luchadores de BJJ.

Justificación: El estudio se sostiene en la falta de investigaciones específicas sobre el ratio ADD/ABD en el BJJ, a pesar de tener una cierta incidencia de lesiones en la región inguinal y de cadera. Se fundamenta además en evidencia científica que vincula los desequilibrios musculares con un mayor riesgo de lesiones.

Hipótesis y objetivo: La hipótesis central plantea que un programa de entrenamiento de fuerza con dispositivo inercial mejorará significativamente el ratio ADD/ABD y la fuerza isométrica en aductores y abductores, reduciendo el riesgo lesional. Partiendo de dicha hipótesis, se establece como objetivo general evaluar los efectos en luchadores adultos de BJJ. Los objetivos específicos incluyen la aplicación del programa, la medición de las fuerzas musculares antes y después de la intervención y la comparación con un grupo control.

Metodología: Se trata de un estudio controlado aleatorizado (ECA) con diseño pretest-postest, con una muestra de 40 atletas varones de BJJ con al menos dos años de experiencia, asignados aleatoriamente a un grupo experimental (entrenamiento con polea cónica) o a un grupo control (rutina habitual). La intervención tuvo una duración de 8 semanas, con dos sesiones semanales. Se midió la fuerza isométrica en aductores y abductores y se calculó el ratio ADD/ABD mediante dinamometría portátil.

Equipo investigador: El equipo está conformado por dos estudiantes del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, supervisados por un tutor académico, con la colaboración del entrenador del club donde se realizó la

intervención. Las fases de evaluación y ejecución fueron divididas y programadas para garantizar rigor metodológico y compromiso con los participantes.

Viabilidad del estudio: La intervención es altamente viable gracias a la disponibilidad de recursos materiales, humanos y temporales. Se previeron posibles dificultades como la adherencia de los participantes, lesiones y limitaciones de equipamiento, y se propusieron soluciones como horarios flexibles y el uso de equipamiento alternativo. La simplicidad del protocolo y su enfoque práctico favorecen su implementación en contextos similares.

Conclusiones: Se espera que el programa mejore el ratio ADD/ABD y la fuerza muscular, con beneficios tanto en el rendimiento como en la prevención de lesiones. El trabajo destaca la importancia del equilibrio funcional de cadera en BJJ y propone un enfoque novedoso y específico de intervención, contribuyendo al avance del conocimiento aplicado en deportes de combate.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Este estudio contribuye al ODS #3 (Salud y Bienestar), promoviendo una práctica deportiva segura, basada en evidencia, que mejora la salud musculoesquelética y reduce el riesgo de lesiones. Además, abre la puerta a futuras investigaciones aplicables en otros deportes y poblaciones.

Palabras clave: Brazilian Jiu-Jitsu, abducción, aducción, ratio ABD/ADD, biomecánica deportiva, prevención de lesiones, entrenamiento de fuerza, polea inercial.

Abstract

Introduction: Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ) is a combat discipline with high physical, technical, and biomechanical demands. Among its key components is the balance between hip adduction and abduction strength (ADD/ABD ratio), which directly influences performance and injury prevention. This study proposes an eight-week intervention based on a strength training program using an inertial pulley system, aiming to improve these parameters in BJJ athletes.

Justification: The study is grounded in the lack of specific research on the ADD/ABD ratio in BJJ, despite the sport's high incidence of groin and hip injuries. It is also supported by scientific evidence linking muscular imbalances to an increased risk of injury.

Hypothesis and Objective: The central hypothesis posits that a training program using an inertial device will significantly improve the ADD/ABD ratio and isometric strength in hip adductors and abductors, thus reducing injury risk. Based on the hypothesis, the general objective is to evaluate these effects in adult BJJ athletes. The specific objectives include applying the training program, measuring muscular strength pre- and post-intervention, and comparing outcomes with a control group.

Methodology: This is a randomized controlled trial (RCT) with a pretest-posttest design, involving a sample of 40 BJJ males athletes with at least two years of experience, randomly assigned to an experimental group (inertial pulley training) or a control group (usual routine). The intervention lasted 8 weeks with two sessions per week. Isometric strength of the adductors and abductors was measured using handheld dynamometry, and the ADD/ABD ratio was calculated.

Research Team: The study was conducted by two undergraduate students in Sport Sciences, under the supervision of an academic advisor and with the support of the head coach from the BJJ training facility. Responsibilities were distributed across different study phases to ensure methodological rigor and participant engagement.

Study Feasibility: The study is highly feasible due to the availability of material, human, and time resources. Anticipated challenges such as participant adherence, injury risks, and equipment limitations were addressed through flexible scheduling and potential use of alternative tools (e.g., resistance bands). The protocol's simplicity and applied nature support its potential replication.

Conclusions: It is expected that the training program will significantly improve the ADD/ABD ratio and hip strength, yielding benefits for performance and injury prevention. The study highlights the importance of functional hip balance in BJJ and offers a novel, targeted intervention strategy, contributing to the applied sports science literature in combat sports.

Contribution to Sustainable Development Goals (SDG): This study aligns with SDG #3 (Good Health and Well-being) by promoting evidence-based, safe sport practices that improve musculoskeletal health and reduce injury risk. It also provides a foundation for future interventions applicable to other sports and non-competitive populations, broadening its societal impact.

Keywords: Brazilian Jiu-Jitsu, abduction, adduction, ABD/ADD ratio, sports biomechanics, injury prevention, strength training, inertial pulley.

Introducción

En las últimas décadas, los deportes de combate han adquirido un creciente protagonismo tanto en el ámbito competitivo como en contextos educativos y recreativos. Estas disciplinas, caracterizadas por el enfrentamiento directo entre dos oponentes, se distinguen por un conjunto de reglas que regulan el contacto físico y definen las condiciones de victoria, como la obtención de puntos o la finalización anticipada del combate (Cynarski & Skowron, 2014). Además de su función formativa y social, estos deportes representan un entorno de alta exigencia física, técnica y psicológica, en el que el rendimiento del deportista depende de múltiples factores interrelacionados.

Los deportes de combate, según la modalidad de contacto, se agrupan habitualmente en tres tipos principales: aquellos centrados en el agarre, los enfocados en el golpeo y los de estilo mixto. Las disciplinas de agarre priorizan exclusivamente las técnicas de control y sujeción, dejando de lado los golpes, mientras que el golpeo sucede lo contrario, ya que se concentran en acciones ofensivas como los puñetazos o patadas. Por su parte, los estilos mixtos integran elementos tanto de golpeo como de agarre (Barley et al., 2019).

Uno de los exponentes más complejos de este mundo multidisciplinar son las Artes Marciales Mixtas (*Mixed Martial Arts*, MMA), una modalidad que integra técnicas de diferentes disciplinas como el boxeo, el judo, el muay thai o el BJJ, y que exige al deportista una preparación física y mental especialmente completa. Es en este último, donde se centrará la propuesta de entrenamiento.

El BJJ es un arte marcial y sistema de defensa personal enfocado en la lucha cuerpo a cuerpo. Aunque existe la lucha de pie y derribos, se centra especialmente en el combate en el suelo. Su estrategia principal consiste en controlar al oponente y someterlo a través del uso de técnicas como luxaciones, estrangulaciones e inmovilizaciones, utilizando principios de palanca y control biomecánico en lugar de golpes directos, (Gracie & Danaher, 2003). Esta orientación técnica permite que un

practicante con menor masa corporal pueda neutralizar a un oponente físicamente más dominante, haciendo uso eficiente del apalancamiento, el equilibrio y la posición corporal.

Este deporte tiene sus raíces en el judo japonés, fue introducido en Brasil a comienzos del siglo XX por el maestro Mitsuyo Maeda, experto en judo japonés. Específicamente en las técnicas de ne-waza (combate en el suelo). El sistema fue adaptado y perfeccionado por la familia Gracie, quienes desarrollaron un enfoque centrado en la eficiencia técnica, minimizando la dependencia de la fuerza bruta. Este desarrollo ha consolidado al BJJ como un arte marcial con identidad propia, con influencia directa en otras disciplinas como las MMA y en la formación táctica de unidades de seguridad y defensa personal (Del Vecchio et al., 2011).

En el desarrollo del combate se distinguen dos roles fundamentales: el *guardiero* y el *pasador*. El primero adopta una posición en el suelo desde la cual busca controlar, desequilibrar y someter al oponente mediante el uso activo de la guardia, mientras que el segundo intenta superar dicha barrera para alcanzar posiciones de control absoluto y finalizar el combate. Estas funciones conllevan exigencias condicionales y biomecánicas diferenciadas. El *guardiero* presenta una predominancia de movimientos en cadena cinética cerrada, con énfasis en la flexión de cadera, abducción y rotaciones, lo que implica una elevada activación de la musculatura estabilizadora del *core* y de los grupos abductores y aductores de la cadera (De lima et al., 2017). Por su parte, el *pasador* suele adoptar posturas más erguidas, priorizando la movilidad global, la extensión del tronco y la capacidad de generar desplazamientos (Andreato et al., 2017).

Figura 1.

Representación de los roles inherentes del deporte.



(Guardiero Kimono Azul /Pasador Kimono Blanco)

Desde el punto de vista fisiológico, el BJJ se caracteriza por ser un deporte intermitente, que combina acciones de alta, media y baja intensidad. La preparación física del deportista debe contemplar tanto la capacidad de producir fuerza de forma rápida como la aplicación de fuerza isométrica para mantener posiciones de control prolongadas (Franchini et al., 2018; Whittaker et al., 2015). En este sentido, la musculatura de la cadera, y particularmente el equilibrio entre abductores y aductores, desempeña un papel determinante en la estabilización del complejo articular de la cadera (Whittaker et al., 2015).

Durante el combate, en especial desde el rol de *guardiero*, los movimientos de apertura y cierre de piernas, rotaciones de cadera y control del oponente con las extremidades inferiores requieren una participación constante de los músculos aductores y abductores (De Lima et al., 2017). En este contexto, un desequilibrio funcional entre la musculatura aductora y abductora no solo puede afectar al rendimiento técnico, sino también podría aumentar el riesgo lesional, como se ha visto en otros contextos deportivos (Whittaker et al., 2015; Núñez et al., 2020,

Engebretsen et al., 2010; O'Connor., 2004). Conocer en profundidad el funcionamiento y balance de estos grupos musculares puede permitir diseñar estrategias de entrenamiento más específicas y preventivas (Markovic et al., 2020).

El análisis del ratio entre la fuerza de ADD/ABD se ha consolidado como una herramienta válida y fiable para valorar el equilibrio funcional de la cadera (Moreno-Pérez et al., 2022), el cual se calcula dividiendo la fuerza isométrica máxima de los aductores entre la fuerza isométrica máxima de los abductores. Sin embargo, tras revisar la literatura científica disponible, no se han encontrado estudios que analicen este ratio específicamente en luchadores de BJJ. Ante esta falta de referencias directas en esta disciplina, se han tomado como valores de referencias mínimos los propuestos en otros deportes, como el fútbol (0,90) y el hockey (0,80) (Núñez et al., 2020; Olson y Schindler., 2022). Por tanto, esto refuerza la necesidad de investigaciones que profundicen en su evaluación y utilidad práctica para este deporte.

En función de esta necesidad, el presente Trabajo Fin de Grado propone una intervención de ocho semanas orientada al fortalecimiento de la musculatura abductora y aductora mediante un dispositivo inercial (polea cónica), con el objetivo de analizar los efectos del entrenamiento sobre la fuerza isométrica máxima de ambos grupos musculares y sobre el ratio ADD/ABD. Por tanto, este trabajo pretende aportar evidencia aplicada a un ámbito que, hasta la fecha, no ha sido abordado en la literatura científica. Su relevancia radica en el potencial que ofrece para optimizar la prevención de lesiones, mediante el empleo de herramientas objetivas y protocolos validados en el campo de las ciencias del deporte.

Justificación

El BJJ, como disciplina de combate cuerpo a cuerpo, requiere de una gran estabilidad del tren inferior, específicamente de la región de la cadera, debido a la diversidad de posiciones de combate, transiciones y controles en el suelo. Dentro de este contexto, el equilibrio de la musculatura de la cadera se posiciona como un componente esencial, no sólo para optimizar el rendimiento, sino también como un elemento crítico en la prevención de lesiones (Kloskowska et al., 2016). El presente estudio se focaliza exclusivamente en analizar el ratio ADD/ABD como indicador funcional de dicho equilibrio, en una muestra de varones practicantes de BJJ, con el fin de observar los efectos de un programa específico de entrenamiento y sus implicaciones para la prevención de lesiones.

Pertinencia del Estudio

El crecimiento del BJJ ha traído consigo un aumento de las investigaciones orientadas a la caracterización biomecánica y epidemiológica de este deporte. Estudios recientes han evidenciado que las lesiones en la región anatómica de la cadera son una de las más predominantes en deportes de lucha y agarre como el BJJ (Hunker et al., 2023; Petrisor et al., 2019), particularmente cuando existe un desequilibrio entre la fuerza de los aductores y abductores (McCall et al., 2016). En otros deportes, el desequilibrio entre la musculatura aductora y abductora ha sido vinculado con una mayor probabilidad de sufrir desgarros, sobrecargas crónicas, e incluso lesiones de tipo tendinoso que afectan de forma directa la funcionalidad del deportista (Kloskowska et al., 2016).

Tabla 1.
Incidencia y tasa de recaída de lesiones aductorales en distintos deportes.

Deporte	% de incidencia de lesión aductora	% de recaída	Fuente
Fútbol	23–28%	>30%	Hölmich et al., 2014
Hockey sobre hielo	8%	44%	Tyler et al., 2001
Brazilian Jiu-Jitsu.	No reportado	No reportado	Hunker et al., 2023; Petrisor et al., 2019.

Un ratio ADD/ABD inadecuado, especialmente valores inferiores a 0.90, ha sido asociado en la literatura científica con un mayor riesgo de lesión aductora en distintos deportes (Núñez et al., 2020; Thorborg et al., 2011). Dicho ratio representa una forma estandarizada de evaluar la simetría funcional entre grupos musculares. Un ratio excesivamente bajo (por debajo de 0.85) refleja una debilidad significativa de los aductores.

Las causas del desequilibrio pueden atribuirse a múltiples factores: descompensaciones provocadas por la especificidad del entrenamiento, hábitos técnicos del deportista, déficit de fuerza excéntrica en los aductores, o falta de inclusión de ejercicios específicos en la preparación física general (Thorborg et al., 2023).

En el caso particular del BJJ, la musculatura aductora se activa de forma reiterada en acciones como el cierre de guardia, el mantenimiento de posiciones de control desde la espalda y las transiciones laterales desde la media guardia. Por otro lado, los abductores permiten estabilizar la pelvis y generar rotaciones externas de la cadera, fundamentales tanto para la defensa como para la generación de potencia en desplazamientos cortos.

De este modo, los estilos de combate, las posiciones predominantes y el número de sesiones semanales pueden contribuir a estas alteraciones (Hunker et al., 2023).

Tabla 2.

Valores recomendados del ratio ADD/ABD en atletas.

Ratio ADD/ABD	Interpretación clínica	Riesgo de lesión.	Fuente
< 0.85	Déficit importante de aductores	Alto	Thorborg et al., 2011
0.90 – 1	Equilibrio funcional (óptimo)	Bajo	Thorborg et al., 2011; Núñez et al., 2020

En este contexto, se hace evidente la necesidad de diseñar programas específicos de intervención orientados a mejorar este ratio, no solo como estrategia de prevención, sino también como medio para incrementar la eficiencia mecánica del deportista.

Fundamentación del Estudio

La literatura científica respalda el uso del ratio ADD/ABD como un indicador válido y fiable para evaluar el equilibrio funcional de la cadera en atletas de distintas modalidades deportivas (Thorborg et al., 2011; Núñez et al., 2020; Marušič et al., 2023). A pesar de su uso más extendido en el ámbito del fútbol profesional, donde ha demostrado ser predictivo de lesiones, su aplicación en el BJJ aún no ha sido explorada en la literatura científica. Este estudio propone aplicar dicho parámetro en luchadores de BJJ, independientemente del rol que adopten los luchadores, ya sea como guardieros o pasadores, con el objetivo de obtener una visión global y

funcional del equilibrio de fuerzas entre los principales grupos musculares implicados en la estabilización de la cadera.

La decisión de centrarse exclusivamente en el ratio ADD/ABD responde al objetivo de aislar una variable clave. Esta elección permite diseñar una intervención orientada al entrenamiento equilibrado de la musculatura aductora y abductora, utilizando ejercicios con polea cónica que favorezcan la progresión de cargas y la mejora de la estabilidad lumbopélvica.

La intervención tendrá una duración de 8 semanas, período altamente utilizado en la literatura como suficiente para generar adaptaciones neuromusculares y mejoras significativas en fuerza isométrica y ratio de fuerza funcional (Petré et al., 2018; Brigatto et al., 2019; Wirth et al., 2016) . Se realizan 2 sesiones semanales, en línea con los hallazgos de Grgic et al., (2018) (Grgic et al., 2018; Brigatto et al 2019; Wirth et al., 2016) que demuestran que una frecuencia mínima de dos veces por semana es efectiva para lograr mejoras en fuerza máxima, fuerza excéntrica y la resistencia muscular localizada, sin generar interferencias con la carga técnica y táctica propia del entrenamiento del deporte aplicado. Asimismo, se ha optado por un volumen de 3 a 4 series con un rango de 6 a 8 repeticiones, siguiendo las recomendaciones de diversos autores que señalan que estas dosis son suficientes para inducir adaptaciones crónicas y mejoras significativas en el rendimiento muscular (Maroto – Izquierdo et al., 2017; Perna et al., 2024).

Esta dosificación ha sido seleccionada con el fin de respetar los procesos producidos por la supercompensación, reducir el riesgo de sobre entrenamiento y facilitar la adherencia al programa por parte de los deportistas. Además, esta frecuencia permite introducir una progresión razonable en la sobrecarga sin perjudicar la recuperación muscular ni alterar negativamente la programación del luchador (Grgic et al., 2018).

Se utilizará un sistema de polea cónica para llevar a cabo los ejercicios de aducción y abducción. Estudios como el de Tous et al. (2016) han empleado esta herramienta con resultados satisfactorios en el desarrollo de la fuerza excéntrica, el

control neuromuscular y la activación del core. La resistencia inercial generada por la polea permite simular con mayor fidelidad las demandas excéntricas que se producen durante el combate, especialmente en gestos como la apertura de la guardia y derribos. Estudios como el de Tous et al. (2016), han demostrado que el entrenamiento en polea cónica mejora significativamente la fuerza excéntrica, el control neuromuscular y las adaptaciones funcionales unilaterales y multilaterales.

Los ejercicios son ejecutados con un control biomecánico estricto, integrando componentes de estabilidad y activación lumbopélvica. Se controlará el rango de movimiento, incrementando el volumen de forma progresiva, durante las 8 semanas de intervención.

Tabla 3.
Entrenamiento con polea cónica con frecuencia de 2 veces por semana.

Variable trabajada	Beneficio observado	Fuente
Fuerza excéntrica	Incremento significativo en 6-8 semanas	Tous-Fajardo et al., 2016
Control neuromuscular	Mejora de la estabilidad lumbopélvica	Tous-Fajardo et al., 2016
Prevención de lesiones	Reducción del riesgo en isquiotibiales y cadera	Tous-Fajardo et al., 2016
Transferencia deportiva	Alta transferencia a gestos deportivos.	Tous-Fajardo et al., 2016

Este estudio se construye sobre una necesidad práctica y clínica clara: reducir la incidencia de lesiones musculares en luchadores de BJJ mediante la optimización del ratio ADD/ABD. Al centrarse únicamente en este indicador, el trabajo permite una evaluación precisa de los efectos del entrenamiento sobre dicho ratio sin interferencias de otras variables biomecánicas.

Como objetivo final se alcanza un ratio funcional igual o superior a 0.90, valor que ha sido ampliamente aceptado como umbral seguro para retorno a la práctica deportiva de manera segura (Núñez et al., 2020; Thorborg et al., 2011). Alcanzar este valor no solo tendría implicaciones en la prevención, sino también en la mejora del rendimiento, al dotar al atleta de una base más sólida para ejecutar técnicas de control, defensa de posiciones y resistencia a desplazamientos laterales (Whittaker et al., 2015).

Además, este estudio servirá de precedente metodológico para futuras investigaciones que deseen explorar los efectos del trabajo excéntrico con polea

cónica en la musculatura de cadera en deportes de combate, y contribuirá con evidencia específica al ámbito de las ciencias del deporte aplicadas al Jiu-Jitsu Brasileño.

Hipótesis y objetivos

Hipótesis

Un programa de entrenamiento con sobrecarga excéntrica mediante dispositivo inercial, aplicado durante ocho semanas al final de sesiones de fuerza convencionales, mejorará significativamente el ratio de fuerza ADD/ABD en luchadores de BJJ, reduciendo así el desequilibrio muscular y el riesgo potencial de lesión en la musculatura aductora.

Objetivo general

Analizar los efectos de un programa de entrenamiento excéntrico con dispositivo inercial sobre la fuerza isométrica de la musculatura abductora y aductora de la cadera, y sobre el ratio ADD/ABD, en practicantes adultos de BJJ.

Objetivos específicos

1. Aplicar un protocolo de entrenamiento estructurado con dispositivo inercial centrado en la musculatura abductora y aductora de la cadera durante un periodo de ocho semanas.
2. Evaluar los cambios en la fuerza isométrica máxima de abducción y aducción de cadera antes y después de la intervención.
3. Analizar la evolución del ratio ADD/ABD como indicador de equilibrio muscular y posible marcador de riesgo lesional.
4. Comparar los resultados obtenidos entre el grupo experimental (entrenamiento inercial) y el grupo control (entrenamiento habitual sin intervención adicional).

Metodología

En este apartado se describe el enfoque metodológico seguido para analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza sobre el ratio de fuerza entre los músculos abductores y aductores de cadera en luchadores de BJJ. Se detallan los aspectos relacionados con el diseño del estudio, la selección de los participantes, los instrumentos de evaluación utilizados, el procedimiento de intervención y las estrategias empleadas para el análisis de datos. Este planteamiento metodológico se fundamenta en estudios previos que han validado la utilidad del ratio ADD/ABD como marcador de equilibrio muscular y riesgo de lesión (Núñez et al., 2020; Thorborg et al., 2011) La metodología planteada no solo se alinea con principios ya contrastados en la literatura científica, sino que también permite adaptar dichos enfoques al contexto específico del BJJ, un deporte aún poco explorado desde la perspectiva biomecánica de la cadera.

Diseño

El presente trabajo se plantea como un estudio controlado aleatorizado (ECA), cuyo objetivo principal es analizar los efectos de un programa específico de fortalecimiento de la musculatura abductora y aductora de la cadera sobre el rendimiento deportivo en una población adulta de luchadores de BJJ. Para la implementación de la intervención, se contará con la colaboración de un centro especializado en la práctica del BJJ, concretamente el gimnasio Athletic Visión, seleccionado por su idoneidad para garantizar el desarrollo del protocolo de forma segura, estructurada y con condiciones óptimas para los participantes. La intervención general se desarrollará a lo largo de un periodo total de 10 semanas (Maroto-Izquierdo et al., 2017).

En la primera y en la décima semana se llevarán a cabo las evaluaciones correspondientes al pretest y posttest, respectivamente. Además, durante la primera semana se incluirá una sesión específica de familiarización con el dispositivo de

entrenamiento utilizado, la polea inercial, dado que ninguno de los participantes había trabajado previamente con esta herramienta. La duración del programa de intervención se ha establecido conforme a la evidencia científica, que señala que un periodo de 8 semanas es suficiente para provocar adaptaciones funcionales relevantes a nivel neuromuscular (Brigatto et al., 2019; Maroto-Izquierdo et al., 2017; Wirth et al., 2016). La frecuencia de entrenamiento será de dos sesiones semanales a lo largo de todo el programa (Maroto-Izquierdo et al., 2017).

El diseño del entrenamiento propuesto se basa en el análisis de los estudios precedentes a la hora de abordar este tipo de intervención. La dosificación de las cargas contempla una progresión gradual del volumen de trabajo, es decir, número de repeticiones y series, manteniéndose constante la variable intensidad (índices de esfuerzo asociados al peso o resistencia de la herramienta inercial) de la carga. Durante las dos primeras semanas, los participantes realizarán 3 series de 6 repeticiones; en las dos semanas siguientes, el volumen se incrementará a 3 series de 8 repeticiones; en las semanas siguientes, se realizarán 4 series de 6 repeticiones; y en las dos últimas semanas, se llevarán a cabo 4 series de 8 repeticiones. El tiempo de recuperación solo se contempla entre series y será de 2 minutos, dada las características y dinámica del ejercicio no habrá descanso controlado entre repeticiones dado que el ejercicio es continuo y alternando la carga entre una y otra pierna.

El momento idóneo para la aplicación del programa de intervención propuesto, dado el carácter de la carga, será al inicio de la parte principal de cada sesión de entrenamiento, justo después de la activación (calentamiento general y especial) que realizan de forma habitual. El grupo experimental desarrollará los ejercicios propuestos, mientras que el grupo control continuará con el trabajo de fuerza convencional. Una vez finalizado el programa de intervención, se procederá a la realización de los análisis estadísticos correspondientes a partir de los datos obtenidos en las evaluaciones pretest y postest.

Muestra y Formación de Grupos

Tomando como referencia los estudios precedentes se determinó una muestra de 40 participantes varones (Coratella et al., 2019), todos ellos practicantes de BJJ con un mínimo de 2 años de experiencia y perteneciente al centro de entrenamiento del Athletic Vision. Los criterios de inclusión serán: ser mayor de edad, tener al menos un año de práctica continuada de BJJ, asistir a un mínimo de 2 sesiones semanales de entrenamiento de BJJ durante los últimos 6 meses, no presentar lesiones musculoesqueléticas en el momento de iniciar la intervención y comprometerse a asistir al 85% de las sesiones programadas y no modificar sus hábitos de entrenamiento durante el periodo de intervención. Como criterios de exclusión se establecerán: la existencia de patologías previas que impidan realizar ejercicios de fuerza, haber sufrido lesiones en la cadera, pelvis o extremidades inferiores en los últimos seis meses, hayan realizado un protocolo específico de entrenamiento de fuerza para la musculatura aductora y abductora de la cadera en los 6 meses previos a la intervención y el uso de suplementos o tratamientos farmacológicos que puedan alterar el rendimiento.

Una vez seleccionados los participantes y tras la firma del consentimiento informado (véase Anexo 1), se procedió a la asignación aleatoria de los sujetos mediante el software OxMAR. Este programa, de bajo coste, fácil manejo y alta fiabilidad, permite una adecuada ocultación de la secuencia de aleatorización, en línea con las recomendaciones metodológicas establecidas por la declaración CONSORT para ensayos clínicos controlados.

La asignación a los grupos se realizó mediante un procedimiento de aleatorización simple. Tras la asignación, cada participante fue informado de forma individual acerca del grupo al que había sido asignado, garantizando la confidencialidad de la información en todo momento. Asimismo, antes del inicio de la intervención, todos los participantes otorgaron su consentimiento voluntario e informado, de acuerdo con los principios éticos recogidos en la Declaración de Helsinki para investigaciones con seres humanos.

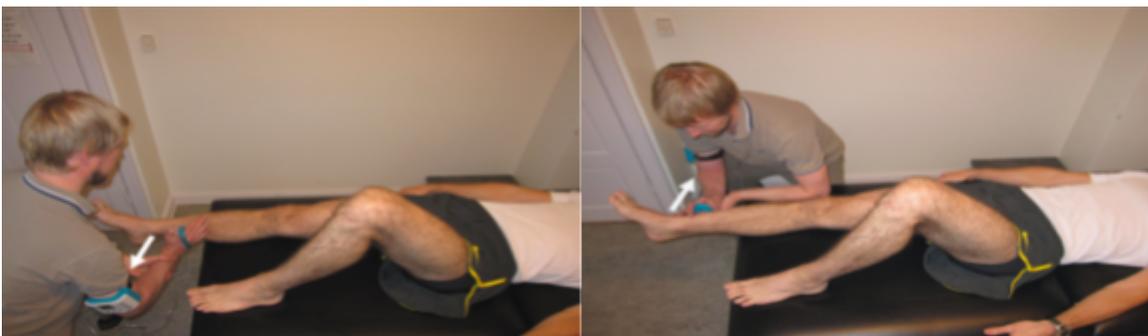
Variable y Material de Medida

En el presente estudio se evaluarán tres variables tanto en la fase pre-intervención como post-intervención, con el objetivo de determinar posibles mejoras en el rendimiento y en la prevención de lesiones. Las variables analizadas serán: la fuerza isométrica máxima en los movimientos de abducción y aducción de cadera, y el ratio ADD/ABD.

Fuerza Isométrica Máxima en Aducción y Abducción de Cadera.

La medición de la contracción isométrica máxima de la aducción y abducción de cadera (figura 2) se realizó durante un periodo de 5 segundos en cada pierna. Las evaluaciones se llevaron a cabo en posición supino, siguiendo el protocolo descrito por Thorborg et al. (2010), y utilizando un dinamómetro portátil de la marca Lafayette Instrument Company. Los participantes ejecutaron una contracción voluntaria máxima de acuerdo con la metodología descrita por Núñez et al. (2020). Cada pierna fue evaluada en cuatro intentos, con un periodo de recuperación de 30 segundos entre ellos. Para el análisis estadístico, se consideró el valor más alto registrado en cada pierna durante las mediciones.

Figura 2.



Valoración Fuerza Isométrica Máxima Aductores y Abductores de Cadera.

Nota: reproducido de Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S. P., & Hölmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is

*reliable. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 20(3), 493–501.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00958.x>*

Ratio ADD/ABD de Cadera. El ratio entre la fuerza isométrica máxima de aducción y abducción de cadera (ADD/ABD) se emplea como un indicador indirecto del riesgo potencial de lesión, especialmente en la musculatura aductora. Según lo establecido por Núñez et al. (2020), un valor inferior a 0,90 puede asociarse con un mayor riesgo de lesión en dicha musculatura.

Para su cálculo, se divide el valor máximo registrado en la prueba de fuerza isométrica de aducción de cadera entre el mayor valor obtenido en la prueba de fuerza isométrica de abducción. Un resultado por debajo del umbral de 0,90 se considera un marcador de desequilibrio funcional que podría aumentar la susceptibilidad a lesiones en los aductores.

Procedimiento de Intervención

En este apartado se detalla el protocolo de intervención diseñado para el presente estudio, incluyendo la metodología aplicada y las características específicas de los dos grupos de participantes: grupo experimental y grupo control. El objetivo principal de esta intervención es analizar si un programa de entrenamiento con dispositivo inercial puede mejorar el ratio ADD/ABD de cadera y, en consecuencia, reducir el riesgo potencial de lesiones musculares, especialmente en la musculatura aductora.

Grupo Experimental. Los participantes asignados al grupo experimental llevarán a cabo un programa de entrenamiento centrado en el fortalecimiento específico de la musculatura aductora y abductora de la cadera con una polea cónica (Figura 3; Conic-Pulley; Twister Pulley: Element Sport, Cádiz, Spain). Este programa tendrá una duración total de 8 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones semanales.

La intervención se desarrollará al final de cada sesión de entrenamiento de fuerza general que los deportistas realizan como parte de su rutina habitual. De esta

forma, el trabajo específico con el dispositivo inercial se integra como un bloque final complementario, evitando interferencias con los ejercicios principales de fuerza.

Figura 3.

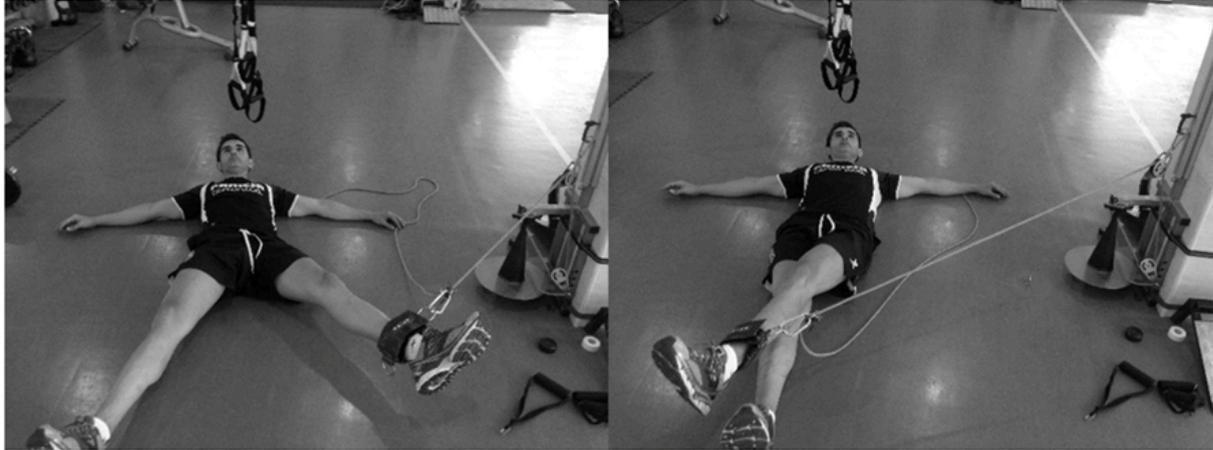
Representación de dispositivo inercial.



Los participantes adoptaron una posición en decúbito supino, situándose de forma perpendicular al eje de trabajo de la polea cónica. Para garantizar una adecuada estabilización durante el ejercicio, colocaron las manos en el suelo con los hombros en una abducción de aproximadamente 90 grados. La cuerda de la polea cónica se fijó en la parte distal de la pierna, justo por encima del tobillo, de modo que el vector de fuerza quedará alineado con el eje de movimiento de abducción–aducción de la cadera (figura 4 y 5). Con el objetivo de generar la inercia necesaria en el dispositivo, se realizaron inicialmente dos repeticiones consecutivas antes de ejecutar el número de repeticiones correspondiente al protocolo de entrenamiento establecido para esa semana (Núñez et al., 2020).

Figura 4.

Ejercicio de Aducción de Cadera con Polea Cónica.



Nota: reproducido de Núñez, F. J., Fernández, I., Torres, A., García, S., Manzanet, P., Casani, P., & Suárez-Arrones, L. (2020). Strength Conditioning Program to Prevent Adductor Muscle Strains in Football: Does it Really Help Professional Football Players? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176408>

Figura 5.

Ejercicio de abducción de cadera con polea cónica.



Nota: reproducido de Núñez, F. J., Fernández, I., Torres, A., García, S., Manzanet, P., Casani, P., & Suárez-Arrones, L. (2020). Strength Conditioning Program to

Prevent Adductor Muscle Strains in Football: Does it Really Help Professional Football Players? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176408>

A continuación, se presenta la planificación del programa de intervención aplicado al grupo experimental, centrado en el fortalecimiento de la musculatura aductora y abductora de la cadera mediante el uso de tecnología inercial. El diseño sigue una estructura fija en cada sesión, incorporando una progresión semanal en el volumen de trabajo, con el objetivo de mejorar el ratio ADD/ABD y disminuir el riesgo de lesiones. La Tabla 4 muestra cómo se estructuran las sesiones de entrenamiento (véase Tabla 4).

Tabla 4.

Progresión del programa de intervención.

SEMANA	EJERCICIOS	SERIES	REPETICIONES	DESCANSO
1 - 2	Aducción de cadera	3	6	2 minutos
	Abducción de cadera	3	6	2 minutos
3 - 4	Aducción de cadera	3	8	2 minutos
	Abducción de cadera	3	8	2 minutos
5 - 6	Aducción de cadera	4	6	2 minutos
	Abducción de cadera	4	6	2 minutos
7 - 8	Aducción de cadera	4	8	2 minutos
	Abducción de cadera	4	8	2 minutos

Grupo Control. Los participantes asignados al grupo control mantendrán su rutina habitual de entrenamiento de BJJ durante las 8 semanas que dura la intervención. Al igual que el grupo experimental, serán evaluados en dos momentos: semana 1 (pretest) y semana 10 (postest), con el fin de comparar posibles cambios en las variables analizadas.

Variables Frecuencia y Toma de Datos

Este apartado expone la planificación temporal de la intervención diseñada para el estudio, la cual se desarrolla a lo largo de 10 semanas y se divide en tres fases claramente diferenciadas: una fase inicial de evaluación preintervención, una fase central de intervención, y una fase final de evaluación postintervención.

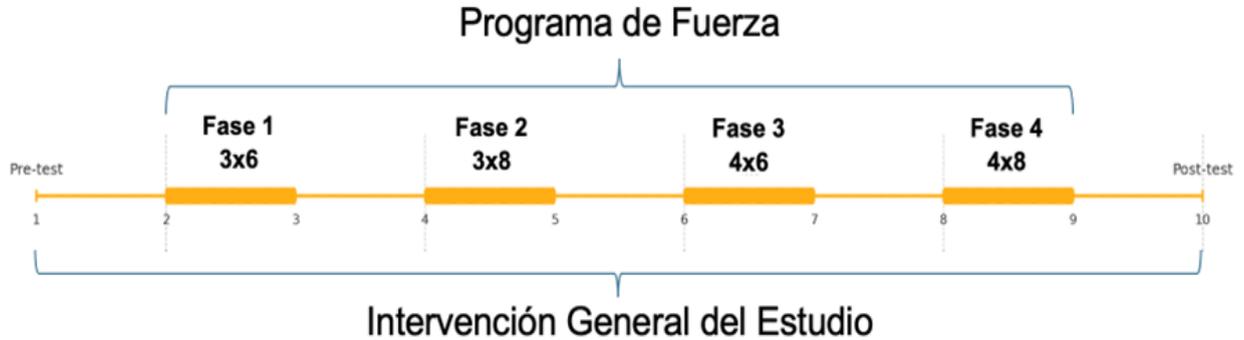
Durante la fase 1 (semana 1) se efectuarán las mediciones iniciales de la fuerza isométrica máxima de la musculatura abductora y aductora de la cadera. Estas evaluaciones tendrán lugar en las instalaciones del club de lucha Athletic Vision y se dividirán en dos sesiones, en las que participarán tanto el grupo experimental como el grupo control.

Las fases 2 a 5 comprenden el periodo de intervención, que se extenderá desde la semana 2 hasta la semana 9. Durante este intervalo, el grupo experimental llevará a cabo un programa de entrenamiento específico con dispositivo inercial, orientado al fortalecimiento de los músculos abductores y aductores de la cadera, mientras que el grupo control continuará con su entrenamiento habitual sin introducir variaciones. A lo largo de estas fases, el volumen de trabajo en el grupo experimental aumentará progresivamente, pasando de 3 a 4 series y de 6 a 8 repeticiones.

Por último, en la fase 6 (semana 10) se repetirán las pruebas de fuerza isométrica máxima empleadas en el pretest, respetando el mismo protocolo de evaluación, con el fin de comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención en ambos grupos.

Figura 6.

Línea Temporal de la Intervención del Estudio.



Análisis de datos

El análisis estadístico se llevará a cabo mediante el software IBM SPSS Statistics (versión 27.0; SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU). En primer lugar, se aplicará estadística descriptiva mediante el cálculo de la media y la desviación estándar de cada una de las variables consideradas (véase Tabla 5). Los resultados serán tratados inicialmente a nivel individual, analizando las mediciones de cada participante, para posteriormente realizar una interpretación a nivel grupal. A partir de estos datos se derivarán análisis posteriores.

Tabla 5

Análisis de datos.

Variables	Pre	Post	Media	Desviación estándar
Aducción				
Abducción				
ADD/ABD				

Antes de aplicar las pruebas inferenciales, se evaluará la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, dado que es especialmente adecuada para muestras inferiores a 50 sujetos. Una vez determinada la normalidad se establecerán los grados de asociación por medio de la Correlación de Pearson (paramétricas) o la Correlación de Spearman (no paramétricas) para relacionar la evolución entre los resultados obtenidos por cada grupo y las variables empleadas para las diferentes mediciones, dando así respuesta a la hipótesis planteada. Junto a ello, se elaborarán gráficos de dispersión donde se puedan observar las líneas descritas por cada grupo de forma más representativa.

Equipo investigador

El desarrollo del estudio requerirá la participación de diferentes perfiles en función de la fase del protocolo. Durante las semanas 1 y 10, correspondientes a las mediciones pre y postintervención, estarán presentes dos investigadores principales, ambos estudiantes del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFYD), quienes se encargarán de la recogida de datos y aplicación de los protocolos de medición.

Este proceso contará con la supervisión directa del tutor académico, quien garantizará la correcta ejecución metodológica. Asimismo, se contará con la colaboración del entrenador responsable del club de Jiu-Jitsu Brasileño, cuya función será facilitar la organización de los participantes y coordinar los tiempos de intervención.

Durante la fase de intervención (semanas 2 a 9), será suficiente con la presencia de los dos investigadores principales, quienes se encargarán de aplicar el programa de entrenamiento de fuerza siguiendo el protocolo establecido. En la semana 10, para la medición post intervención, se replicará exactamente la misma estructura de equipo utilizada en la semana 1.

Viabilidad del Estudio

La viabilidad del presente estudio es elevada, tanto en términos logísticos como metodológicos. Uno de los investigadores principales desarrolla su actividad profesional en el gimnasio donde se plantea llevar a cabo la intervención, lo que facilita de manera significativa el acceso a la muestra, la disponibilidad de espacios y de los recursos necesarios para el estudio. Esta circunstancia permite una organización más eficiente del proceso de recogida de datos, seguimiento de los participantes y gestión de imprevistos.

Metodológicamente, el estudio destaca por su sencillez y aplicabilidad. Las variables seleccionadas pueden medirse con herramientas accesibles y de uso frecuente en el ámbito deportivo, como un dinamómetro para evaluar la fuerza de los grupos musculares implicados en la abducción y aducción de cadera, lo que reduce la dependencia de equipamiento complejo o costoso. Esto contribuye a una mayor replicabilidad del diseño y a su posible aplicación en otros entornos similares.

Desde el punto de vista científico, el tema resulta novedoso y con gran potencial de aplicación. El análisis del ratio ADD/ABD en deportistas de BJJ es un enfoque que no se ha explorado en la literatura actual, a pesar de que estas acciones musculares son fundamentales para la estabilidad y el rendimiento durante la práctica del BJJ. Esta falta de estudios previos refuerza la originalidad del trabajo y sugiere una posible utilidad práctica para entrenadores, especialmente en el diseño de programas de fuerza orientados a la prevención de lesiones y a la mejora del control neuromuscular en el tren inferior.

No obstante, a pesar de su viabilidad general, podrían surgir algunos retos durante la implementación del estudio. Una de las principales debilidades del estudio podría ser la adherencia al programa de fuerza por parte de los participantes. Existe la posibilidad de que algunos de ellos abandonen la intervención o no acudan con regularidad, ya sea por falta de interés o por dificultades para compaginarlo con su rutina diaria. Para prevenir la desmotivación, se organizará una charla informativa

previa al inicio del programa, en la que se explicará la importancia de la musculatura aductora y abductora de cadera en la práctica del BJJ, y cómo su fortalecimiento puede influir directamente en el rendimiento y la prevención de lesiones. Esta toma de conciencia pretende aumentar el compromiso de los deportistas con el proceso. Por otro lado, en relación con la posible falta de tiempo, el hecho de que uno de los investigadores trabajen directamente en el gimnasio donde se va a realizar la intervención permite una mayor flexibilidad organizativa. Se podrían establecer varios turnos de entrenamiento, adaptados a los horarios individuales de los participantes, de modo que puedan realizar el programa sin interferir con sus sesiones habituales de entrenamiento técnico.

Otra posible complicación sería la aparición de lesiones a lo largo del estudio, ya que el BJJ es un deporte de contacto con una alta incidencia lesiva. Para minimizar este riesgo, se propone programar la intervención en una etapa de la temporada con menor carga competitiva, lo cual permitirá a los participantes mantener una mayor continuidad. Además, se podría incluir otro criterio de inclusión, como que los deportistas no tengan previsto competir en los próximos seis meses, con el fin de evitar interferencias que puedan comprometer su participación o aumentar su riesgo lesional. Como medida adicional, se incorporarán ejercicios complementarios de movilidad al final de cada sesión, con el objetivo de mejorar la preparación física general y reducir el riesgo de sobrecarga o compensaciones durante el trabajo específico propuesto.

En cuanto al equipamiento, existe la posibilidad de que no se disponga de una polea cónica con las características específicas que exige el estudio. Como alternativa, se contempla el uso de una polea cónica portátil o, en su defecto, el empleo de bandas elásticas. Estas permiten igualmente trabajar la fase excéntrica del movimiento de forma eficiente, conservando la lógica de carga planteada inicialmente. Esta adaptación metodológica mantendría la validez del diseño y permitiría continuar con la intervención sin comprometer sus objetivos.

Asimismo, es importante señalar que la muestra del presente estudio estará compuesta exclusivamente por varones. Esta decisión responde a la necesidad de controlar posibles variables de confusión relacionadas con el sexo, como las diferencias hormonales o biomecánicas que podrían influir en los resultados. No obstante, esta elección también supone una limitación, ya que restringe la generación de los hallazgos a la población femenina practicante del BJJ. Futuras investigaciones deben contemplar la inclusión de mujeres deportistas para ampliar el alcance y la aplicabilidad de los resultados obtenidos.

En definitiva, el presente estudio cuenta con una base sólida que garantiza su viabilidad. La facilidad de acceso a los recursos, la sencillez del protocolo, la implicación directa de uno de los investigadores en el contexto de aplicación y la posibilidad de ajustar el diseño a posibles contingencias técnicas o logísticas permiten afirmar que el desarrollo de esta investigación es factible.

Conclusiones

El presente trabajo explora la aplicación de un programa de entrenamiento con polea cónica como posible estrategia para optimizar el equilibrio funcional de la musculatura aductora y abductora de la cadera en practicantes de BJJ.

A través del diseño metodológico propuesto, se considera que el protocolo podría contribuir a la mejora de la fuerza isométrica. El seguimiento del ratio ADD/ABD facilita la identificación de desequilibrios funcionales, lo cual puede tener implicaciones positivas en el rendimiento técnico y en la prevención de lesiones durante la práctica regular del BJJ.

Además, este tipo de intervención presenta un alto potencial de aplicación práctica, ya que utiliza herramientas accesibles y fácilmente replicables en otros entornos deportivos. Su enfoque centrado en una necesidad concreta sugiere una vía de avance en la preparación física específica de deportes de combate, abriendo nuevas posibilidades para investigaciones futuras.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Este Trabajo de Fin de Titulación está directamente relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: Salud y Bienestar, que busca asegurar una vida sana y promover el bienestar para todas las personas, sin importar su edad.

Al investigar el equilibrio muscular entre la abducción y aducción de la cadera en practicantes de BJJ, este estudio no solo impulsa el rendimiento físico, sino que también ayuda a prevenir lesiones en los atletas. Al desarrollar intervenciones específicas basadas en evidencia científica, se mejora la capacidad funcional de los deportistas y se contribuye a su bienestar general, disminuyendo el riesgo de lesiones musculares y articulares que son comunes en este tipo de disciplinas.

Además, al centrarse en la biomecánica y el entrenamiento personalizado, el estudio promueve una práctica deportiva más segura, permitiendo que más personas disfruten de los beneficios físicos y psicológicos del deporte sin poner en riesgo su salud. De esta manera, el trabajo subraya la importancia del deporte como una herramienta para promover la salud, alineándose con los objetivos del ODS 3 en cuanto a fomentar estilos de vida activos y saludables.

Por último, la investigación proporciona una base sólida para futuras aplicaciones en programas de actividad física que podrían adaptarse a otros deportes o incluso a poblaciones no competitivas, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de manera más amplia.

Referencias Bibliográficas

- Andreato, L. V., Lara, F. J. D., Andrade, A., & Branco, B. H. M. (2017). Physical and physiological profiles of Brazilian jiu-jitsu athletes: a systematic review. *Sports medicine-open*, 3, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40798-016-0069-5>
- Barley, O. R., Chapman, D. W., Guppy, S. N., & Abbiss, C. R. (2019). Considerations when assessing endurance in combat sport athletes. *Frontiers in Physiology*, 10, 205. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00205>

- Cynarski, W. J., & Skowron, J. (2014). An analysis of the conceptual language used for the general theory of martial arts—Japanese, Polish and English terminology. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 14(3), 49–66. <https://doi.org/10.14589/ido.14.3.7>
- Coratella, G., Beato, M., Cè, E., Scurati, R., Milanese, C., Schena, F., & Esposito, F. (2019). Effects of in-season enhanced negative work-based vs traditional weight training on change of direction and hamstrings-to-quadriceps ratio in soccer players. *Biology of Sport*, 36(3), 241–248. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2019.87045>
- De Paula Lima, P. O., Lima, A. A., Coelho, A. C. S., Lima, Y. L., Almeida, G. P. L., Bezerra, M. A., & de Oliveira, R. R. (2017). Biomechanical differences in Brazilian jiu-jitsu athletes: the role of combat style. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 67. <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscar.html?task=detalhes&id=W2989720605>
- Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 639–648. <https://doi.org/10.2466/05.25.PMS.112.2.639-648>
- Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for groin injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(10), 2051–2057. <https://doi.org/10.1177/0363546510375544>
- Fernández-Gonzalo, R., Fernández-Gonzalo, S., Turon, M., Prieto, C., Tesch, P. A., & García-Carreira, M. D. C. (2016). Muscle, functional and cognitive

adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0144-7>

Franchini, E., Schwartz, J., & Takito, M. Y. (2018). Maximal isometric handgrip strength: comparison between weight categories and classificatory table for adult judo athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(6), 968. <https://doi.org/10.12965/jer.1836396.198>

Gracie, R., & Danaher, J. (2003). *Mastering jujitsu*. Human Kinetics.

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazinica, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018). Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48, <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>

Hölmich, P., Thorborg, K., Dehlendorff, C., Krogsgaard, K., & Glud, C. (2014). Incidence and clinical presentation of groin injuries in sub-elite male soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1245–1250. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092627>

Hunker, J. J., Tarpada, S. P., Khoury, J., Goch, A., & Kahn, M. (2023). Injuries common to the Brazilian jiu-jitsu practitioner. *Cureus*, 15(4). <https://doi.org/10.7759/cureus.37502>

Kloskowska, P., Morrissey, D., Small, C., Malliaras, P., & Barton, C. (2016). Movement patterns and muscular function before and after onset of sports-related groin pain: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46, 1847–1867. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0523-z>

- Markovic, G., Šarabon, N., Pausic, J., & Hadžić, V. (2020). Adductor muscles strength and strength asymmetry as risk factors for groin injuries among professional soccer players: A prospective study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 4946. <https://doi.org/10.3390/ijerph17144946>
- Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernández-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J., & de Paz, J. A. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(10), 943–951. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.004>
- Marušič, J., Kozinc, Ž., Hadžić, V., & Šarabon, N. (2024). Isometric hip abduction and adduction strength ratios: A literature review with quantitative synthesis. *Isokinetics and Exercise Science*, 32(1), 1–10. <https://doi.org/10.3233/IES-220128>
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725–730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
- Moreno-Pérez, V., Peñaranda, M., Soler, A., López-Samanes, Á., Aagaard, P., & Del Coso, J. (2022). Effects of whole-season training and match-play on hip adductor and abductor muscle strength in soccer players: a pilot study. *Sports Health*, 14(6), 912-919. <https://doi.org/10.1177/19417381211053783>
- Núñez, J. F., Fernandez, I., Torres, A., García, S., Manzanet, P., Casani, P., & Suarez-Arrones, L. (2020). Strength conditioning program to prevent adductor muscle strains in football: does it really help professional football players? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6408. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176408>
- O'Connor, D. M. (2004). Groin injuries in professional rugby league players: a prospective study. *Journal of Sports Sciences*, 22(7), 629–636. <https://doi.org/10.1080/02640410310001655804>
- Olson, M. L., & Schindler, G. (2022). Hip adduction and abduction strength profiles among bantam, high school, juniors, and collegiate American ice hockey players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(4), 605. <https://doi.org/10.26603/001c.34444>
- Petersen, J., Magnusson, S. P., & Hölmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scandinavian Journal of*

- Medicine and Science in Sports*, 20(3), 493–501.
<https://doi.org/10.1111/j.16000838.2009.00958.x>
- Petré, H., Wernstål, F., & Mattsson, C. M. (2018). Effects of flywheel training on strength-related variables: A meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 4, 1–15.
<https://doi.org/10.1080/02640410310001655804>
- Petrisor, B. A., Del Fabbro, G., Madden, K., Khan, M., Joslin, J., & Bhandari, M. (2019). Injury in Brazilian jiu-jitsu training. *Sports Health*, 11(5), 432–439.
<https://doi.org/10.1177/1941738119849112>
- Perna, P., de Keijzer, K. L., & Beato, M. (2024). Flywheel resistance training in football: a useful rehabilitation tool for practitioners. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1434995. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1434995>
- Thorborg, K. (2023). Current clinical concepts: Exercise and load management of adductor strains, adductor ruptures, and long-standing adductor-related groin pain. *Journal of Athletic Training*, 58(7-8), 589–601.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-0496.21>
- Thorborg, K., Serner, A., Petersen, J., Madsen, T. M., Magnusson, P., & Hölmich, P. (2011). Hip adduction and abduction strength profiles in elite soccer players: implications for clinical evaluation of hip adductor muscle recovery after injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(1), 121–126.
<https://doi.org/10.1177/0363546510378081>
- Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing change-of-direction speed in soccer players by functional inertial eccentric overload and vibration training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 66–73.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0010>
- Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Campbell, R. J., & McHugh, M. P. (2001). The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(2), 124–128. <https://doi.org/10.1177/03635465010290020301>
- Welsh, P., Howitt, S., & Howarth, S. J. (2020). The influence of hip joint angle on the ratio between adduction and abduction torque in experienced, recreational male ice hockey players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(1), 22.
<https://doi.org/10.26603/ijspt20200022>
- Wirth, K., Keiner, M., Hartmann, H., Sander, A., & Mickel, C. (2016). Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance. *Journal of Human Kinetics*, 53, 201.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0010>
- Whittaker, J. L., Small, C., Maffey, L., & Emery, C. A. (2015). Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 49(12), 803–809. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094287>

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

Título: *Efectos de un programa de intervención con dispositivo inercial en el Ratio ADD/ABD en practicantes de Brazilian Jiu-Jitsu*

Investigadores: Alejandro González Dorta y Samuel Morales Cabrera

Tutor: Fernando Martín Lozano

Institución: Universidad Europea de Canarias

Centro de realización: Club Athletic Vision

Duración del estudio: 10 semanas

- **Información General**

Se le invita a participar voluntariamente en un estudio de investigación cuyo objetivo es evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza mediante polea inercial sobre la fuerza de aducción y abducción de cadera, y su relación funcional (ratio ADD/ABD) en practicantes de Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ).

Este estudio ha sido diseñado como un ensayo clínico controlado y aleatorizado (ECA), con una duración total de 8 semanas de intervención y 2 semanas adicionales para evaluaciones iniciales y finales. Usted será asignado aleatoriamente a un grupo experimental (que realizará el entrenamiento con polea cónica) o un grupo control (que continuará con su rutina habitual de entrenamiento).

- **Riesgos y Beneficios**

Los riesgos derivados de su participación son mínimos y no mayores que los del entrenamiento habitual. Se tomarán todas las medidas necesarias para garantizar su seguridad. Como posible beneficio, podría mejorar su rendimiento físico, equilibrio muscular y reducir el riesgo de lesión en la musculatura de la cadera.

- **Confidencialidad**

Toda la información recogida será tratada de forma confidencial y anónima, cumpliendo con la normativa vigente en materia de protección de datos personales

(Reglamento General de Protección de Datos - RGPD). Los resultados serán utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos.

- **Voluntariedad y retiro**

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que esto conlleve perjuicio alguno.

- **Declaración del participante**

He leído y comprendido la información contenida en este documento. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento.

Por lo tanto, doy mi consentimiento para participar en este estudio.

Nombre del Participante:

DNI/NIE:

Firma del participante:

Firma del investigador responsable:

Nombre y cargo:

Firma del tutor académico: