



POSGRADOS

MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA CON MENCIÓN EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

RPC-SO-26-No.634-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

PERFIL FUERZA-VELOCIDAD Y SU
RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO
DEPORTIVO EN GIMNASTAS DE
NIVELES PRINCIPIANTE, MEDIO Y
AVANZADO ENTRE 10 Y 15 AÑOS DE
LA PROVINCIA DEL AZUAY

AUTORA:

VIVIANA CAROLINA VARGAS AULESTIA

DIRECTOR:

VÍCTOR CUADRADO PEÑAFIEL

CUENCA – ECUADOR
2025

Autora:**Viviana Carolina Vargas Aulestia**

Licenciada en Ciencias de la Educación en Cultura Física.
Candidata a Magíster en Actividad Física con Mención
en Entrenamiento Deportivo por la Universidad
Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.
carovargas_gym@hotmail.com

Dirigido por:**Víctor Cuadrado Peñafiel**

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Doctor Internacional en Ciencias de la Actividad Física y el
Deporte.
victor.cuadrado@uam.es

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025© Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

VIVIANA CAROLINA VARGAS AULESTIA

Perfil fuerza-velocidad y su relación con el rendimiento deportivo en gimnastas de niveles principiante, medio y avanzado entre 10 y 15 años de la provincia del Azuay

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a Dios, ya que gracias a él he podido conseguir cada logro en mi vida.

En segundo lugar, a mi familia, mi esposo y mi hija, quienes han sido mi pilar en todo este proceso. Su amor y apoyo incondicional me ha dado la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo que se ha presentado en mi camino.

A mis padres, por inculcarme la responsabilidad y la disciplina a lo largo de mi vida, y por enseñarme el amor al deporte, que es lo que me ha llevado hasta aquí.

A mis hermanas, que, a pesar de la distancia, siempre han estado para mí, alentándome y apoyándome cuando más lo he necesitado.

"Cada logro es el resultado del apoyo incondicional de quienes caminan a nuestro lado.

A ustedes, les dedico este esfuerzo con todo mi corazón."

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme la oportunidad de ser parte de la maestría en Entrenamiento Deportivo, un proceso que me ha dejado grandes aprendizajes y que contribuirá a mi crecimiento profesional.

A mi tutor, Víctor Cuadrado Peñafiel, por compartir conmigo sus conocimientos y guía, permitiendo que este trabajo tenga el mayor rigor científico y relevancia posible.

A la Federación Deportiva del Azuay, por facilitarme sus instalaciones para la realización de las pruebas. A las deportistas y a sus familias, por su confianza y disposición para participar en este estudio, permitiéndome evaluar sus capacidades y hacer posible este trabajo.

A mis compañeras de trabajo, por su incondicional apoyo, por ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance y por alentarme siempre a concluir este proyecto con éxito.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	7
Abstract	8
1. Introducción	9
2. Determinación del Problema.....	12
3. Marco teórico referencial.....	14
3.1 Perfil fuerza – velocidad (FV).....	15
3.2 Perfil F-V en la gimnasia	17
3.3 Caracterización neuromuscular y mecánica de las acciones balísticas	20
3.4 Factores determinantes en el rendimiento de la gimnasia	21
4. Materiales y metodología.....	23
4.1 Diseño del estudio	23
4.2 Participantes	23
4.3 Instrumentos	24
4.4 Medición del perfil fuerza-velocidad.....	24
4.5 Medición del salto drop jump	26
4.6 Variables de rendimiento	27
4.6.1 Salto split	27
4.6.2 Flic-flac.....	27
4.6.3 Mortal atrás	28
4.7 Procedimiento de evaluación	28
4.8 Análisis estadístico.....	29
5. Resultados y discusión.....	31
5.1 Resultados	31
5.2 Discusión.....	37
6. Conclusiones.....	40
Referencias	41

PERFIL FUERZA-VELOCIDAD Y
SU RELACIÓN CON EL
RENDIMIENTO DEPORTIVO
EN GIMNASTAS DE NIVELES
PRINCIPIANTE, MEDIO Y
AVANZADO ENTRE 10 Y 15
AÑOS DE LA PROVINCIA DEL
AZUAY

AUTOR:

VIVIANA CAROLINA VARGAS AULESTIA

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo analizar a través del perfil fuerza-velocidad (F-V) en salto a 41 gimnastas artísticas femeninas de entre 10 y 15 años de la provincia del Azuay con diferentes niveles técnicos y experiencia competitiva, todas con al menos un año de entrenamiento. El propósito principal fue identificar la magnitud y dirección del desequilibrio entre fuerza y velocidad (FVIMB), además de comparar la capacidad de salto con diversas variables relacionadas con sus habilidades técnicas. Para las mediciones, se utilizó la aplicación *My Jump 2*, evaluando dos tipos de salto: **Drop Jump (DJ)** y salto **contramovimiento (CMJ)** con cargas progresivas ajustadas al nivel de cada deportista. Asimismo, se analizaron acrobacias gimnásticas específicas como el **salto split, flic-flac y mortal atrás**. Estas pruebas se emplearon para categorizar a las gimnastas en tres niveles de rendimiento técnico: **nivel 1 (principiante)**, **nivel 2 (medio)** y **nivel 3 (avanzado)**. Se observó que una proporción considerable de gimnastas presentaba déficit de fuerza, independientemente de su nivel técnico: un 71% de gimnastas principiantes, 44% de nivel medio y 50% de avanzadas. No se encontraron diferencias significativas en el desequilibrio del perfil F-V entre los distintos niveles técnicos. Los resultados muestran correlaciones positivas moderadas entre la altura de los saltos y el desempeño en las acrobacias más simples. Sin embargo, en las acrobacias más complejas, como el mortal atrás, requiere un enfoque combinado en técnica, fuerza y velocidad.

Palabras clave:

Gimnasia Artística, perfil fuerza velocidad, rendimiento técnico, habilidades gimnásticas, capacidad de salto.

ABSTRACT

This study's purpose is to analyze, through the strength-speed profile in jumping, 41 female artistic gymnasts between 10 and 15 years old from the province of Azuay with different technical levels and competitive experience, all with at least one year of training. The main purpose was to identify the magnitude and direction of the imbalance between strength and speed, in addition to comparing the jumping capacity with various variables related to their technical skills. For the measurements, the My Jump 2 application was used, evaluating two types of jumps: **Drop Jump (DJ)** and **countermovement jump (CMJ)** with progressive loads adjusted to the level of each athlete. Likewise, specific gymnastic acrobatics such as the **split jump, flic-flac and back flip** were analyzed. These tests were used to categorize the gymnasts into three levels of technical performance: **level 1 (beginner), level 2 (intermediate) and level 3 (advanced)**. It was observed that a considerable proportion of gymnasts have strength deficits, regardless of their technical level: 71% of beginners, 44% of intermediates and 50% of advanced gymnasts. No significant differences were found in the strength-speed profile imbalance between the different technical levels. The results show moderate positive correlations between the height of the jumps and the performance in the simplest acrobatics. However, in the more complex acrobatics, such as the back flip, a combined approach is required in technique, strength and speed.

Keywords: Artistic Gymnastics, strength-speed profile, technical performance, gymnastic skills, jumping ability.

1. INTRODUCCIÓN

La Federación Internacional de Gimnasia (FIG) clasifica a la gimnasia en las siguientes modalidades: gimnasia acrobática, gimnasia aeróbica, gimnasia artística para mujeres, gimnasia artística para hombres, gimnasia rítmica y trampolín. Según Abuwarda et. al (2020) en las diferentes modalidades gimnásticas existen movimientos de salto, acrobacias, giros y aterrizajes precisos, que llegan a convertirse en demandas motoras habituales en la gimnasia.

La gimnasia es considerada un deporte de iniciación y especialización temprana donde se busca una "excelencia deportiva" que implica demostraciones de dificultad acrobática junto con los componentes artísticos de ejecución y originalidad, para conseguir esto se necesita tener una correcta planificación del entrenamiento que abarque diferentes habilidades y capacidades físicas, siendo la fuerza explosiva una de las más importantes, ya que, en diversos estudios se ha comprobado que la calidad de movimientos explosivos pueden determinar el nivel técnico de un deportista (June et al. 2021).

“El perfil fuerza-velocidad (FV) es una representación gráfica y analítica de la relación entre la fuerza que un músculo o grupo muscular puede generar y la velocidad a la que se produce dicha contracción” (Morin y Samozino, 2016, p. 270). En este sentido, esta relación es crucial en el ámbito deportivo para diseñar entrenamientos específicos que optimicen el rendimiento atlético, buscar el perfil adecuado de un deportista se puede entender como el producto de fuerza y velocidad en un punto óptimo de la curva.

Para maximizar el rendimiento balístico individual es importante considerar el perfil FV, ya que se considera un parámetro relevante para la evaluación de la capacidad de salto (Leite et al., 2024). En el caso de las gimnastas, estas realizan diferentes tipos de saltos durante su práctica diaria desde las etapas de iniciación, especialmente en los implementos de manos libres y salto de caballo, donde el rebote, el aterrizaje, y las carreras cortas seguidas de despegues dinámicos requieren un ciclo de estiramiento-acortamiento CEA (SCC) eficaz de los músculos, por lo que se requiere un perfil de fuerza/potencia adecuado desde una edad temprana para aprender técnicamente correcta las nuevas habilidades (Marina et al. 2013).

Para determinar el talento deportivo en gimnastas principiantes Rozin (1979) nos dice que un aspecto muy importante a tener en cuenta es el estado y desarrollo de las capacidades físicas como: la fuerza-velocidad refiriéndose a la rapidez y capacidad de salto, donde no sólo la armonía de todas las cualidades garantiza un exitoso nivel técnico, si no la estrecha relación de la técnica con el nivel de fuerza muscular, fundamentalmente la fuerza relativa.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el perfil FV durante el CMJ en gimnastas artísticas entre 10 y 15 años y su correlación con el rendimiento deportivo, identificar la magnitud y dirección del desequilibrio, comparar la capacidad de salto CMJ, DJ y RSI con diferentes variables de habilidades técnicas en gimnastas de la provincia del Azuay, ya que, desde hace unos años atrás la gimnasia artística en la provincia se ha ido masificando gracias a los clubes formativos especializados, integrados por una cantidad significativa de gimnastas que se encuentran en diferentes niveles competitivos desde

las principiantes hasta un nivel avanzado llegando a representar a la provincia a nivel nacional e internacional.

En este trabajo se evaluó el desempeño de las gimnastas en acciones balísticas mediante el análisis del perfil F-V en salto, se utilizó la aplicación My Jump 2 para tener una amplia gama de pruebas con sus resultados. Mediante las mismas se observó cómo cambia la curva del perfil fuerza-velocidad según el nivel de rendimiento deportivo en la gimnasia y la correlación entre las diferentes variables especialmente en las acrobacias técnicas del deporte.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La gimnasia, como disciplina deportiva, requiere un equilibrio excepcional entre fuerza, velocidad, flexibilidad y coordinación para alcanzar el éxito competitivo. (Leite et al. 2023). La fuerza y la velocidad son componentes esenciales en la ejecución de las diferentes acrobacias gimnásticas y es indispensable entender la relación entre ambos, ya que esto puede contribuir a optimizar el entrenamiento y mejorar el desempeño de las deportistas de la provincia del Azuay mediante programas de entrenamiento efectivos y seguros.

De tal forma, Cagno (2008) plantea que “se puede decir que la gimnasia por su característica balística es un deporte exigente en saltos de altura, y la capacidad de salto puede considerarse uno de los indicadores más importantes para la identificación del talento” (p.2). De aquí la importancia de conocer la relación entre esta capacidad y el rendimiento deportivo.

Hablando sobre la capacidad de un gimnasta de producir la cantidad de fuerza necesaria en cada elemento, Mkaouer et al. (2018) indica que el gimnasta debe ser capaz de utilizar correctamente la cantidad de fuerza necesaria en cada movimiento o acrobacia a ejecutar a ejecutar, por lo tanto, la aparición de tensión muscular está estrechamente relacionada con la capacidad del gimnasta para aplicar la fuerza a la velocidad necesaria, en el momento adecuado, ya que si esto no se realiza de la manera correcta se puede provocar cambios en la técnica lo que produciría un aterrizaje dificultoso pudiendo ocasionar ciertas lesiones.

En la literatura existente podemos encontrar diversos estudios que hablan sobre la fuerza y capacidad del salto en la gimnasia, pero no sobre la relación del perfil fuerza-velocidad con el rendimiento deportivo, de aquí surge el interés de realizar este estudio y poder observar la correlación entre estas variables, y de esta manera comprender si es que existe una relación positiva entre un perfil F-V equilibrado y un mejor rendimiento deportivo, o si a una mayor capacidad de salto de las gimnastas existe una mayor eficacia técnica.

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

La Federación Colombiana de Gimnasia (FEDECOLGIM, 2021) define a este deporte como: “una disciplina deportiva donde se realizan composiciones coreográficas, y combinan en forma simultánea y a una gran velocidad, los movimientos del cuerpo, lo que exige deportistas con condiciones físicas excepcionales”.

Smolevski (1999) define a la gimnasia artística como: “un deporte en el que las acciones coordinativas complejas se realizan en condiciones relativamente estables y con evaluación de la maestría deportiva según los criterios de dificultad de los ejercicios competitivos, su composición y calidad de ejecución” (p. 4).

Al ser la gimnasia un deporte de especialización temprana requiere que el mayor progreso en la adquisición de habilidades y destrezas fundamentales se logre durante la niñez o la pubertad. Aunque los mejores resultados deportivos suelen alcanzarse en la adultez, resulta indispensable alcanzar niveles óptimos de fuerza, flexibilidad y coordinación en la infancia.

Por otro lado, González et al. (2009) proponen la iniciación deportiva como un momento comprendido en edades de 6 a 15 años aproximadamente, aunque también dan por hecho que en cualquier edad se puede iniciar el deporte, esta característica no se apega al 100% a la gimnasia ya que pensar en una iniciación a los 15 años sería un error pues a esta edad las deportistas a nivel internacional son consideradas categoría senior, es decir deben estar ya alcanzando una maestría deportiva.

El rendimiento deportivo en la gimnasia requiere de un equilibrio excepcional entre la fuerza y habilidades técnicas, sabiendo que, desde edades tempranas el entrenamiento tiene cargas de carácter físico, técnico, táctico, y psicológico. Para aumentar el nivel de rendimiento, los gimnastas deben desarrollar principalmente la fuerza dinámica, estática y estable, así como otras habilidades de movimiento donde la fuerza es una de las capacidades más importantes para este deporte (Potop, 2014).

Es importante comprender que el rendimiento deportivo en la gimnasia no está determinado únicamente por las capacidades físicas, sino también por un correcto aprendizaje de las acrobacias, es decir tener unas habilidades técnicas dentro de un rango óptimo. De hecho, Brooks (2003, p.23) indica que un déficit de fuerza, flexibilidad y precisión de movimiento puede conducir a rendimientos graves o incluso catastróficos.

3.1 PERFIL FUERZA – VELOCIDAD (FV)

La primera referencia que se tiene sobre la relación entre la fuerza y la velocidad se encuentra en Hill (1922) quien descubrió que la fuerza ejercida era mayor cuanto menor era la velocidad de movimiento y viceversa. Posteriormente, se demostró que la contracción de un músculo o grupos de músculos creaba una curva F-V hiperbólica (Alcázar et al., 2006).

No obstante, estudios más recientes, como el de Bobbert (2012) que no tan centrados en la fisiología interna del músculo aislado, sino en la biomecánica de movimientos multiarticulares, dieron como resultado que las curvas que creaban eran

lineales), a partir de este enfoque apareció la metodología del perfil F-V, donde se demostró que el método es válido y fiable.

Por otro lado, Samozino et al. (2008) indica que medir el perfil FV es un método conveniente y práctico ya los cálculos solo requieren un salto en cuclillas (estandarizado y realizado con precisión) y tres parámetros bastante fáciles de medir: masa corporal, altura del salto y distancia de impulso. La particularidad de este método es que podemos determinar que, si tenemos dos atletas con diferentes pesos corporales pero que ambos son capaces de alcanzar la misma altura de salto, el más pesado desarrolla una mayor cantidad de potencia, así mismo dos atletas con la misma masa corporal, que alcanzan la misma altura, pero comienzan sus respectivas fases de empuje desde diferentes alturas de partida, no desarrollan la misma cantidad de potencia.

De modo que, este método es ideal para entrenadores y profesionales del deporte que buscan evaluar el rendimiento de sus atletas de manera precisa y económica. Además, puede emplearse en diversos estudios para monitorear el impacto de programas de entrenamiento sobre el perfil F-V y de esta manera optimizar el rendimiento físico y disminuir el rango de lesiones deportivas.

Por ello, el enfoque propuesto por Samozino et al. (2008) destaca por su capacidad para ofrecer una evaluación detallada del perfil F-V con un enfoque práctico y accesible, promoviendo su uso en diversas disciplinas deportivas. El perfil FV puede considerarse una prueba precisa para evaluar la potencia de salida máxima durante los saltos en sentadilla, al conocer estas características de cada deportista, se puede

desarrollar los entrenamientos de una manera más individualizada, y abarcar las necesidades de cada atleta.

3.2 PERFIL F-V EN LA GIMNASIA

El perfil fuerza-velocidad (F-V) se ha convertido en una herramienta esencial para evaluar y optimizar el rendimiento físico, especialmente en deportes que requieren un gran rango de potencia, como la gimnasia artística y rítmica, este perfil describe la relación entre la fuerza aplicada y la velocidad alcanzada durante un movimiento balístico, proporcionando información detallada sobre las capacidades mecánicas de los músculos extensores de las extremidades inferiores (Samozino et al., 2008). Además, permite identificar desequilibrios entre fuerza y velocidad, los cuales pueden limitar el rendimiento deportivo y aumentar el riesgo de lesiones (Ferreira et al., 2021).

La evaluación del perfil F-V en gimnastas suele realizarse mediante el salto contramovimiento (CMJ, por sus siglas en inglés). Este tipo de salto refleja las características balísticas de varios movimientos gimnásticos y permite calcular parámetros como la fuerza máxima teórica (F_0), la velocidad máxima teórica (V_0) y la potencia máxima (P_{max}) (Samozino et al., 2008; Ferreira et al., 2021). Herramientas como la aplicación *MyJump2* han facilitado este proceso al proporcionar mediciones precisas y reproducibles en condiciones de campo, lo que permite una personalización del entrenamiento según las características individuales de cada gimnasta (Leite et al., 2023).

Es importante recalcar que, la capacidad de salto es un componente técnico crítico en las diferentes modalidades gimnásticas. En gimnasia rítmica, por ejemplo, la

altura del salto debe ser suficiente para mostrar las formas corporales exigidas por el código de puntuación, en gimnasia acrobática el salto debe coordinarse con el impulso generado por compañeros de equipo, y en la gimnasia artística se requiere de una suficiente altura para ejecutar las acrobacias técnicamente correctas y evitar sanción por falta de altura según el código de puntuación (Leite et al., 2023). Estudios recientes han señalado que el perfil F-V es una medida clave para maximizar el rendimiento balístico, dado que la capacidad de aplicar fuerza y velocidad óptimas puede mejorar la altura del salto y la ejecución técnica de acrobacias (Ferreira et al., 2021; Leite et al., 2023).

Dentro de la gimnasia, Ferreira et al. (2023), ha analizado el perfil FV durante el salto en contra movimiento de atletas de gimnasia rítmica, para identificar la magnitud y dirección del desequilibrio entre las dos variables (fuerza y velocidad) y comparar la capacidad de salto y las variables mecánicas de diferentes grupos de edad, donde concluye que debido a las exigencias del deporte es fundamental incluir el entrenamiento de fuerza en las rutinas habituales de entrenamiento de las gimnastas.

Así mismo, Leite et al. (2023) investiga cómo el rendimiento en el salto difiere entre gimnastas acrobáticas y rítmicas, centrándose en las variables mecánicas del perfil Fuerza Velocidad (FV), concluyendo que se requiere un perfil de fuerza/potencia adecuado desde una edad temprana para que las gimnastas puedan aprender las nuevas habilidades. Así también en el estudio de Leite et al. (2024) se demostró que el desequilibrio del perfil FV aumenta con mayor fuerza y disminuye con mayor potencia máxima, porcentaje de grasa, velocidad y altura, por este motivo los entrenadores

deben priorizar el desarrollo de la fuerza, seguido de la potencia máxima y la velocidad para buscar un perfil FV óptimo para cada gimnasta.

La mayoría de las investigaciones en gimnastas jóvenes han encontrado déficits significativos de fuerza en el perfil F-V, lo que resalta la necesidad de incorporar entrenamiento de fuerza en los programas regulares. En un estudio con gimnastas rítmicas, el 72.3% presentó un déficit de fuerza, mientras que solo el 11% mostró un déficit de velocidad y el 16.6% tenía un perfil balanceado (Ferreira et al., 2021). De manera similar, Leite et al. (2023) observaron que las gimnastas rítmicas tienden a presentar mayores déficits de fuerza en comparación con otras disciplinas gimnásticas, como la acrobática y artística.

La identificación y corrección de los desequilibrios en el perfil F-V es crucial para mejorar el rendimiento en el salto. Intervenciones específicas, como programas de entrenamiento pliométrico y ejercicios de fuerza han demostrado ser eficaces para aumentar la altura del salto y reducir los déficits de fuerza (Leite et al., 2023). Además, un enfoque equilibrado que integre la preparación técnica y física puede optimizar el desarrollo a largo plazo de las gimnastas, así como alargar su vida deportiva ya que las lesiones pueden reducirse.

El análisis del perfil F-V en gimnastas proporciona información valiosa para el diseño de entrenamientos personalizados, ayudando a maximizar el rendimiento técnico y físico. Los hallazgos recientes subrayan la importancia de abordar los déficits de fuerza desde edades tempranas y de monitorear regularmente las adaptaciones al entrenamiento.

3.3 CARACTERIZACIÓN NEUROMUSCULAR Y MECÁNICA DE LAS ACCIONES BALÍSTICAS

Jiménez et al. (2009) refieren que “la máxima potencia mecánica desarrollada por la musculatura es un elemento esencial en el rendimiento físico de muchos deportes, aún más en deportes que implican saltos o cambios rápidos de posición” (p.5), como es el caso de la gimnasia. Aunque las mediciones tradicionales de rendimiento, como los tiempos de sprint y la altura de los saltos, son de gran importancia, especialmente para seguir de cerca las adaptaciones neuromusculares generadas con el entrenamiento a lo largo del tiempo, presentan limitaciones en cuanto a la optimización individualizada del entrenamiento, esto se debe a que la información sobre las capacidades neuromusculares permanece en gran medida desconocida.

El perfil FV ha tomado fuerza en la última década ya que proporciona una información completa sobre las capacidades neuromusculares como: fuerza máxima, velocidad máxima, potencia máxima, fuerza explosiva, velocidad de la fuerza, resistencia muscular a alta velocidad, (Morin y Samozino, 2016, p. 269). Lo que posibilita trabajar de manera individualizada según las necesidades específicas de cada uno.

En el estudio de Samozino et al. (2012) se indica que el rendimiento balístico está influido principalmente, no solo por la potencia individual, sino que existe un perfil F-V óptimo que maximiza el rendimiento, mientras que los perfiles F-V desfavorables conducen a diferencias en el rendimiento de hasta el 30 %. Por lo tanto, se puede concluir que los altos rendimientos balísticos están determinados tanto por la máxima

capacidad de producción de potencia como por la optimización del perfil mecánico F-V del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores.

3.4 FACTORES DETERMINANTES EN EL RENDIMIENTO DE LA GIMNASIA

La gimnasia artística requiere una gran precisión y consistencia, ya que durante la competición las gimnastas realizan rutinas que han repetido cientos de veces en su gimnasio, (Gerodimos et al. 2008). Por otro lado, Viitasalo (1988) señaló que, independientemente de la edad, las gimnastas superan a sus pares en las tareas relacionadas al salto, esto puede deberse a que tres de los cuatro tipos de aparatos (salto, viga y manos libres) utilizados en la gimnasia artística femenina requieren el uso de los miembros inferiores para realizar la mayoría de los ejercicios acrobáticos donde, Knudson et al. (2009), refiere que la velocidad vertical del cuerpo en el despegue y el impulso vertical neto son factores determinantes del rendimiento del salto, influenciado claramente por una técnica adecuada.

El código de puntuación varía constantemente con el paso del tiempo, ya que nuevas acrobacias aéreas se han implementado siendo éstas más complejas y difíciles, lo que ha contribuido a dar forma a un nuevo perfil de la gimnasta, donde se requiere altas producciones de potencia, esto se puede adquirir únicamente a través de un entrenamiento de potencia especializado complementado con una alta producción de fuerza aparte del entrenamiento técnico o de habilidades cotidianas.

Cagno (2008), nos dice que “la flexibilidad, la fuerza explosiva, el tiempo de reacción en el suelo y las características antropométricas suponen el 41% del éxito en la

ejecución de elementos de dificultad de la gimnasia” (p.8). Además; se ha encontrado una correlación significativa entre los atributos físicos (antropométricamente hablando), con la potencia de las piernas, la flexibilidad y el rendimiento. Esta es una de las razones por lo que se requiere un perfil de fuerza/potencia adecuada desde una edad temprana para que las gimnastas sean capaces de aplicar fuerza en un período corto de tiempo. Para conseguir esto, Marina et al. (2013) indican que:

Los saltos de entrenamiento pliométrico requieren una cantidad considerable de tiempo dentro de la gimnasia, la planificación inadecuada de estas sesiones y la selección de la altura de caída versus la edad podrían tener serias implicaciones en la mejora del rendimiento del salto, la salud y la seguridad de las gimnastas (p.1).

Marina et al. (2014) recalca que saltar y rebotar son algunas de las habilidades cruciales que las gimnastas deben adquirir a edades tempranas y así permitirles realizar a futuro saltos mortales triples y dobles seguidos con o sin giros. Por este motivo surge la necesidad de conocer en la gimnasia, la relación que tiene el perfil FV con el rendimiento deportivo, en búsqueda de un trabajo más individualizado y de esta manera cubrir las necesidades específicas de cada deportista para mejorar su rendimiento. Es de vital importancia conocer el perfil FV y mediante el mismo conocer las deficiencias de cada deportista para mejorar así las acrobacias que dependen de un perfil óptimo.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

El presente estudio fue de naturaleza cuantitativa con enfoque descriptivo correlacional y de corte transversal.

4.2 PARTICIPANTES

Los sujetos de estudio fueron gimnastas entre 10 y 15 años que pertenecen a Federación Deportiva del Azuay y a diferentes clubes formativos especializados de la provincia, las mismas se encontraban en etapa de preparación precompetitiva.

En el estudio se incluyeron a todas las gimnastas que se mantenían en un entrenamiento continuo, es decir que cumplían con el 85% de asistencia mensual de los 3 meses anteriores al momento que se realizaron las pruebas. Se excluyó del estudio a deportistas que se encontraban con alguna lesión que pueda afectar el resultado de las pruebas, así también a gimnastas que llevaban menos de un año de entrenamiento.

La elección de esta población de estudio fue fundamental debido a los rápidos cambios físicos y biomecánicos que experimentan durante esta fase. A medida que las gimnastas progresan en su entrenamiento, es vital comprender cómo los componentes de fuerza y velocidad contribuyen al desarrollo de habilidades técnicas y al logro de los objetivos competitivos.

Tabla 1*Cantidad de sujetos de estudio según el nivel de rendimiento*

CANTIDAD DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO	
NIVEL	EDAD (10-15)
Principiante	17 (41%)
Medio	16 (39%)
Avanzado	8 (20%)
TOTAL	41 (100%)

4.3 INSTRUMENTOS

En primera instancia se realizó la toma de datos, donde el peso se midió con una balanza digital de marca polar, la estatura y palanca con un altímetro de marca secca, y la longitud de pierna con una cinta metálica de la misma marca. Para la medición de la altura del salto y posterior cálculo del perfil FV se utilizó la aplicación para teléfonos inteligentes científicamente validada: Myjump2 (Balsalobre et al. 2015), que fueron grabados en un Ipad con una resolución de cámara de 4x. Para determinar el perfil F-V de cada deportista se utilizó regresión matemática de Excel validada por Samozino y Morin.

4.4 MEDICIÓN DEL PERFIL FUERZA-VELOCIDAD

Para determinar el perfil FV se midió el salto vertical con contramovimiento - Counter Movement Jump (CMJ), donde se evalúa la fuerza explosiva con reutilización

de energía elástica, pero sin aprovechamiento del reflejo miotático (Vélez, 1992). Esta evaluación se realizó con el peso corporal y posteriormente se agregó una carga externa (chaleco de lastre de peso ajustable) subiendo 2kg, 5kg y 10kg según la capacidad de cada deportista para realizar el salto CMJ con peso, ya que medir con cargas permite identificar si el atleta necesita mejorar su capacidad de aplicar fuerza o si debe enfocarse en desarrollar más velocidad. La máxima producción de potencia ocurre con una carga óptima específica para cada atleta. Para encontrar esta carga, es necesario probar diferentes pesos y determinar en cuál se logra la mayor potencia por esto cada deportista realizó de 3 a 4 saltos en dependencia de sus capacidades.

Para poder determinar el rango de desequilibrio en el perfil F-V de cada deportista, fue necesario registrar inicialmente el peso corporal en kilogramos y medir la longitud desde el trocánter mayor hasta el extremo distal del dedo pulgar del pie, asegurando una flexión plantar completa. Adicionalmente, se tomó la medida desde el trocánter mayor hasta el suelo, realizando una flexión de rodillas de aproximadamente de 90 grados, con el objetivo de calcular la distancia de empuje específica de cada deportista durante la ejecución del salto CMJ, estos datos permitieron calcular con mayor precisión la altura y potencia generada en los saltos realizados.

Los saltos se evaluaron mediante la aplicación Myjump2 que se basa en las leyes fundamentales de la mecánica y propone un método de campo preciso y reproducible para evaluar la potencia de las extremidades inferiores con una precisión similar a la obtenida con ergómetros específicos como la plataforma de fuerza (Balsalobre et al. 2015).

4.5 MEDICIÓN DEL SALTO DROP JUMP

En la gimnasia artística la mayoría de acrobacias y saltos requieren coordinar la flexo-extensión de piernas con el movimiento de brazos, por lo que, buscando un patrón de movimiento que se asemeje lo mayor posible a las condiciones habituales del salto pliométrico de la gimnasta se permitió el uso de los brazos.

La gimnasia es un deporte donde los tiempos de DJ son muy cortos y se ajustan al patrón de salto llamado por Eloranta (2003) “quick drop jump (QDJ)”. Por ello, la técnica usada en este salto prioriza un tiempo de impulsión lo más breve posible, repercutiendo en una amplitud menor del movimiento de flexo-extensión. Según Vittori (1990), “la super excitación nerviosa refleja causada por el uso de los brazos facilita a los músculos del cuádriceps la frenada del cuerpo al final de la fase de amortiguación durante el descenso”.

En este deporte es de gran importancia conocer el índice de fuerza reactiva (RSI), el mismo que se deriva de la altura ejecutada de un salto con una caída previa y el tiempo transcurrido en el suelo y las fuerzas necesarias que desarrolla para ese salto. Lloyd et. al (2011) nos indica que, el RSI se ha desarrollado para monitorear el estrés en el músculo-tendinoso durante ejercicios pliométricos y de esta manera describir la explosividad de esta acción, definiendo al RSI como la capacidad de un sujeto para cambiar rápidamente de una contracción excéntrica a una concéntrica, acción que se considera de suma importancia para la gimnasia ya que conduce a un mejor rendimiento en el salto.

4.6 VARIABLES DE RENDIMIENTO

Según avanza el nivel técnico de una deportista va adquiriendo diferentes habilidades técnicas, desde un salto gimnástico hasta acrobacias con vuelo con y sin apoyo de manos, en todas estas se requiere de una potencia, velocidad y técnica de salto adecuadas para que se ejecuten las acrobacias con la mayor eficacia técnica. Según la federación internacional de gimnasia (F.I.G.) tenemos elementos técnicos que se dividen en elementos gimnásticos, elementos acrobáticos con/sin vuelo y con/sin apoyo de manos. Según esto, se realizaron tres elementos técnicos, un elemento gimnástico (salto Split) que ejecutaron las deportistas de todos los niveles, un elemento acrobático con vuelo con apoyo de manos (flic-flac) que realizaron las deportistas de nivel medio y avanzado, y por último un elemento acrobático con vuelo sin apoyo de manos (mortal atrás) que realizaron únicamente las deportistas de nivel avanzado debido al rango de dificultad de la acrobacia.

4.6.1 SALTO SPLIT

Las deportistas desde una posición estática, con pies juntos y con movimiento de brazos realizan un salto con apertura de piernas desde 120 hasta 180 grados, retornando al piso con los pies juntos.

4.6.2 FLIC-FLAC

Las deportistas desde una posición estática con pies juntos y movimiento de brazos realizan un impulso hacia atrás provocando una curvatura de la columna, donde el primer punto en tocar el piso son las manos, seguidamente se realiza un rechazo de

hombros con un curvet o latigazo para incorporarse y ponerse de pie con el cuerpo extendido.

4.6.3 MORTAL ATRÁS

Las deportistas inician desde una posición estática, con pies juntos y movimiento de brazos, con un impulso buscando la mayor altura posible se realiza una vuelta completa en el aire manteniendo una posición agrupada del cuerpo durante todo el movimiento hasta el aterrizaje que se realiza con pies cerrados y el tronco extendido.

4.7 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El presente estudio se enfocó en determinar la relación entre el perfil de fuerza-velocidad y el rendimiento deportivo en gimnastas de edades comprendidas entre 10 y 15 años, la muestra de las gimnastas se dividió en tres grupos según su nivel de rendimiento y experiencia competitiva: el G1 de gimnastas principiantes, G2 compuesto de gimnastas de categoría intermedia y G3 de gimnastas de un nivel técnico avanzado, para identificar las diferencias entre gimnastas principiantes, medias y avanzadas en las variables relacionadas con el perfil FV.

La clasificación de los gimnastas en niveles principiante, medio y avanzado facilitará la identificación de posibles patrones o diferencias en el perfil de fuerza-velocidad en función del nivel de habilidad técnica y experiencia competitiva. Este enfoque permitirá adaptar las conclusiones del estudio a las necesidades específicas de cada gimnasta y de esta manera optimizar el rendimiento deportivo e identificar posibles talentos.

Para la evaluación de los diferentes saltos para determinar el perfil FV en las gimnastas, se realizó un calentamiento dinámico de 20 minutos con todas las deportistas donde se incluyó saltos con diferentes variables, como salto alto, salto largo, de frente, de espaldas, laterales, unipodales, bipodales, etc., donde realizaron una línea de la pista de manos libre (pedana) de cada variable a más de realizar una familiarización una semana antes de las evaluaciones con el CMJ y DJ que fueron dos variables a evaluar, donde se les indicó a las deportistas la técnica de ejecución adecuada de los mismos, realizaron tres saltos del CMJ con diferentes cargas para determinar la capacidad de las deportistas para aumentar progresivamente el peso y así poder determinar el perfil f-v de cada una.

4.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences SPSS, se realizó la mediana y rango intercuantil de las diferentes medidas obtenidas en la ejecución de DROP JUMP, CMJ, y el Perfil F-V de cada deportista, así mismo con este programa se evaluó la normalidad de los datos aplicando las pruebas de Shapiro-Wilk, donde el valor p obtenido en esta prueba fue en su mayoría inferior a 0.05, confirmando la evidencia de que los datos no se ajustan a una distribución normal.

Tabla 2

Datos generales por nivel mediana y rango inter-cuartil de diferentes variables

	Nivel 1 (n = 8)	Nivel 2 (n = 16)	Nivel 3 (n = 17)
Peso (kg)	46.75 (18.40)	30.50 (6.8)	37.70 (11.50)
Talla (cm)	148.00 (14.00)	133 (15.00)	142.00 (20.00)
Hi(m)	0.64 (0.17)	0.54 (0.10)	0.57 (0.06)
Longitud de miembro inferior (m)	0.91 (0.12)	0.81 (0.09)	0.86 (0.11)

DJ Altura (cm)	30.20 (7.0)	24.20 (6.10)	23.50 (6.60)
RSI	1.03 (0.31)	0.81 (0.18)	0.70 (0.22)
DJ velocidad de despegue (m/s)	2.41 (0.33)	2.18 (0.30)	2.15 (0.31)
DJ Fuerza (N)	1002.15 (469.3)	560.05 (133.00)	632.00 (206.50)
DJ Potencia Relativa (W/kg)	22.80 (6.10)	20.20 (5.50)	20.10 (4.70)
CMJ Altura (cm)	29.95 (4.20)	23.50 (3.90)	24.20 (3.70)
CMJ Fo (N/kg)	33.00 (10.68)	29.90 (8.82)	26.60 (7.00)
CMJ Vo	3.36 (1.84)	2.67 (1.42)	3.36 (1.96)
CMJ Potencia Relativa (W/kg)	26.5 (5.75)	20.15 (6.31)	23.90 (6.20)

Nota: (DJ) Drop jump, (CMJ) Counter movement jump. (RSI) Índice de fuerza reactiva (Hi) Medida del trocánter mayor al piso con flexión de 90 grados de rodillas.

Tabla 3

Pruebas de normalidad de Shapiro-wilk

	Estadístico	gl	Sig.
PESO	0,949	41	0,066
TALLA	0,966	41	0,249
LOWER LIMB			
LENGTH	0,979	41	0,656
Hi	0,959	41	0,14
RSI	0,978	41	0,583
ALTURA	0,983	41	0,805
VEL.			
DESPEGUE(m/s)	0,987	41	0,906
FUERZA(N)	0,911	41	0,003
POT. RELATIVA			
(W/kg)	0,96	41	0,154
Fo(N/kg)	0,928	41	0,012
Vo	0,917	41	0,005

Potencia máxima (W/kg)	0,83	41	0
ALTURA CMJ	0,957	41	0,121
DESEQUILIBRIO %	0,858	41	0

Nota: (Hi) Medida del trocánter mayor al piso con flexión de 90 grados de rodillas (RSI) Índice de fuerza reactiva (Fo) Fuerza Inicial (Vo) velocidad inicial (CMJ) Counter movement jump

Dado que los datos no siguen una distribución normal, se optó por utilizar la correlación de Spearman para analizar la relación entre las variables numéricas como es los años de entrenamiento y diferentes variables. Este método no paramétrico es apropiado para este tipo de situaciones, ya que no requiere el supuesto de normalidad y permite evaluar relaciones monótonas entre las variables, independientemente de la naturaleza exacta de su distribución.

De igual manera se utilizó la correlación de variables independientes de Kruskal-Wallis, que es una prueba no paramétrica para analizar variables categóricas como es el nivel de rendimiento de cada deportista (principiante, medio y avanzado) con diferentes variables.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

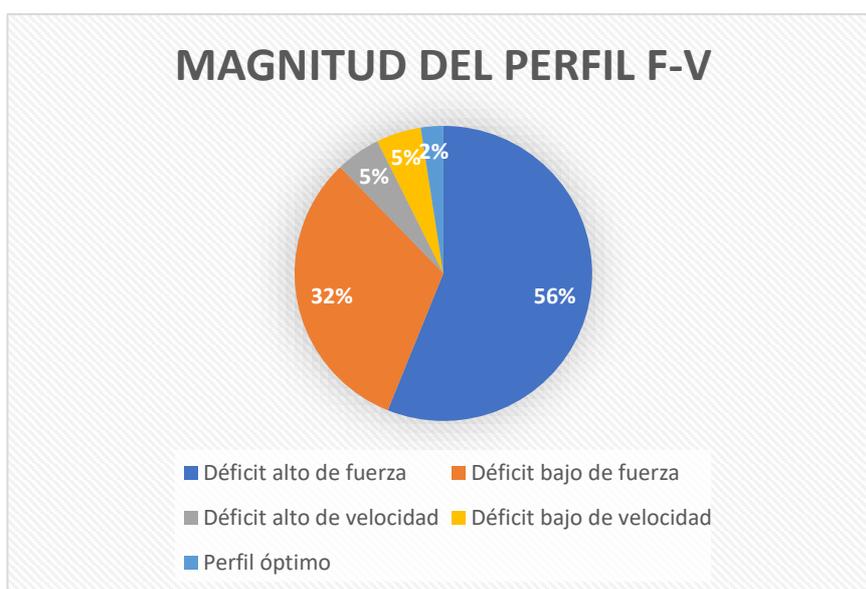
5.1 RESULTADOS

Utilizando la regresión matemática de Excel validada por Samozino y Morin, se determinó el rango del perfil fuerza-velocidad en las gimnastas evaluadas, y según el valor obtenido del porcentaje de cada perfil se ubicó a las deportistas en los siguientes niveles: <60 alto déficit de fuerza, 60-90 bajo déficit de fuerza, 90-110 perfil óptimo,

110-140 bajo déficit de velocidad y >140 alto déficit de velocidad. Donde se pudo observar que, 23 deportistas presentaron un déficit alto de fuerza, 13 un déficit bajo de fuerza, 2 gimnastas con un déficit alto de velocidad, 2 con déficit bajo de velocidad, únicamente 1 gimnasta presentó un perfil óptimo.

Figura 1

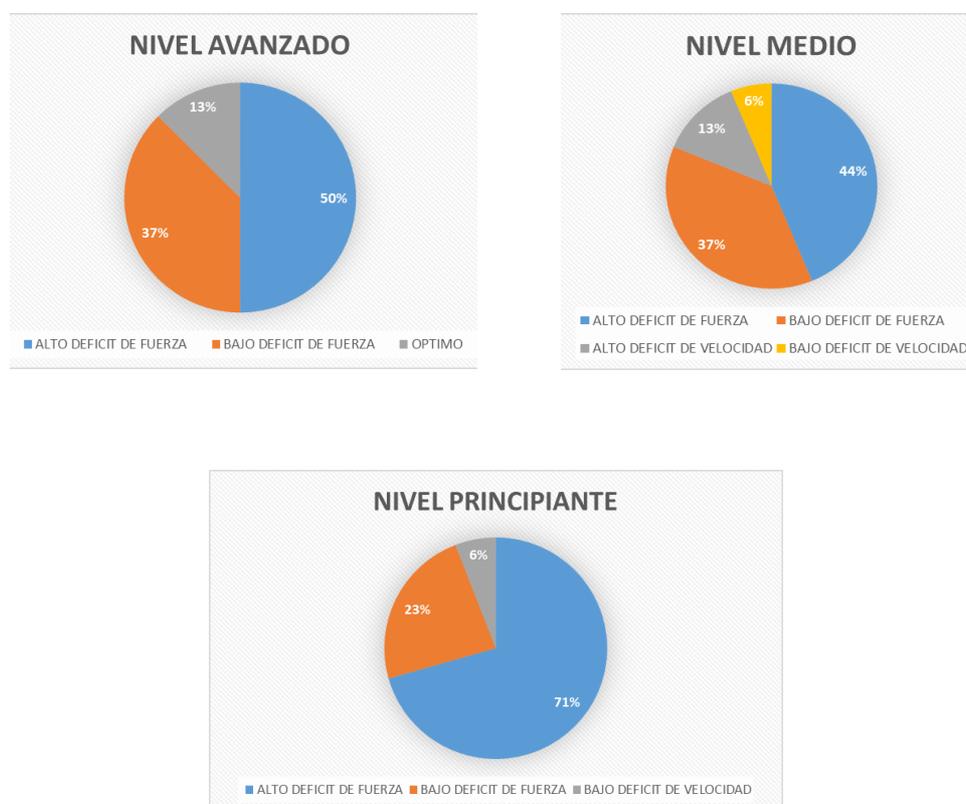
Rango del desequilibrio de perfil de toda la muestra n=41



Se analizó el rango de los perfiles según el nivel de rendimiento, donde en el nivel avanzado los resultados fueron: el 50% de alto déficit de fuerza, 37% bajo déficit de fuerza y 13% de nivel óptimo. En el nivel medio los resultados fueron: 44% alto déficit de fuerza, 37% bajo déficit de fuerza, 13% alto déficit de velocidad y 6% bajo déficit de velocidad. Por último, en el nivel principiante los resultados fueron: 71% alto déficit de fuerza, 23% bajo déficit de fuerza y 6% bajo déficit de velocidad.

Figura 2

Rango del desequilibrio de perfil en los diferentes niveles



Nota: Avanzado n=8, medio n=16, principiante n=17

Con las gráficas podemos observar que sin importar el nivel de rendimiento técnico en el que se encuentren las deportistas, existe una tendencia a que la gran mayoría se encuentre con un déficit alto de fuerza.

Tabla 4

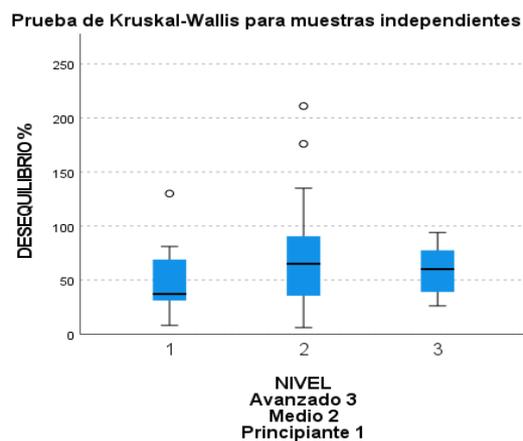
Cantidad de deportistas y su rango del desequilibrio de perfil según los niveles

RANGO	Avanzado n=8	Medio n=16	Principiante n=17
Alto déficit de fuerza <60	4	7	12
Bajo déficit de fuerza 60-90	3	6	4
Alto déficit de velocidad >140	0	2	0
Bajo déficit de velocidad 110-140	0	1	1
Perfil óptimo 90-110	1	0	0

Teniendo ya el rango de déficit del perfil de cada deportista continuamos con las pruebas de Kruskal-Wallis para muestras independientes, donde analizamos la variable categórica del nivel de rendimiento de las deportistas con el % del desequilibrio de perfil FV de cada una, donde el valor de p fue 0,315 lo que indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en términos del porcentaje de desequilibrio.

Figura 3

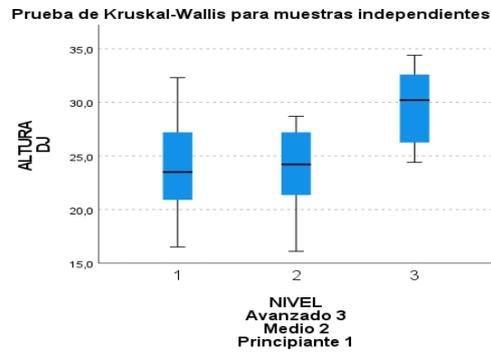
Correlación entre el desequilibrio del perfil f-v y el nivel de las deportistas.



Se continuó analizando el nivel de rendimiento con la altura del DJ, donde el valor de p es 0,014, lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre los 3 niveles, se observa que las gimnastas de nivel avanzado han sido quienes obtuvieron los valores más altos.

Figura 4

Correlación entre la altura del DJ y el nivel de las deportistas.

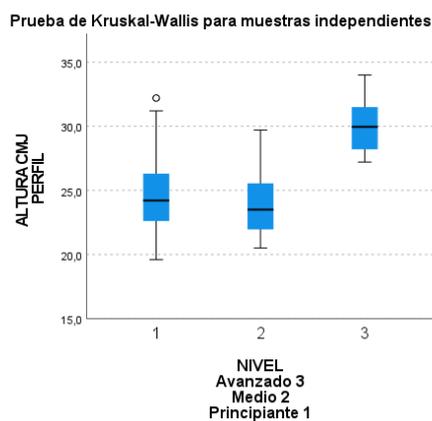


Nota: (DJ) drop jump

Otra variable que se correlacionó fue la altura del CMJ con el nivel de rendimiento, donde el valor de p es $<0,001$ lo que sugiere que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, siendo las gimnastas avanzadas quienes obtuvieron una mayor altura de salto.

Figura 5

Correlación entre la altura del CMJ y el nivel de las deportistas.



Se analizaron también diferentes variables donde se utilizó la correlación de Spearman al ser una prueba para datos no paramétricos, en primera instancia realizamos una correlación entre años de entrenamiento y altura en DJ, CMJ, RSI, altura de Split, altura de flic-flac y altura de mortal.

Tabla 5

Correlación entre años de entrenamiento y altura en DJ, CMJ, RSI, ALTURA SPLIT, FLIC-FLAC y MORTAL

		RHO DE SPEARMAN					
		ALTURA DJ	RSI	ALTURA CMJ	ALTURA (cm) SPLIT	ALTURA (cm) FLIC-FLAC	ALTURA (cm) MORTAL
AÑOS	Coeficiente de correlación	.323*	.527**	0.263	.447**	-0.096	0.576
ENTRENA.		0.039	0	0.096	0.003	0.655	0.135
	n	41	41	41	41	24	8

Nota: *. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). **. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral). (DJ) Drop Jump, (RSI) Índice de fuerza reactiva, (CMJ) Counter movement jump.

Posteriormente se analizó la correlación de las diferentes acrobacias gimnásticas con la altura del DJ, CMJ y RSI

Tabla 6

Correlación entre las acrobacias gimnástica SPLIT, FLIC-FLAC, MORTAL y el RSI, DJ Y CMJ

		RHO DE SPEARMAN		
		RSI	ALTURA DJ	ALTURA CMJ
ALTURA SPLIT (cm)	Coeficiente correlación	.526**	.556**	.805**
	Sig. (bilateral)	0	0	0
ALTURA (cm)	Coeficiente correlación	0.03	0.157	-0.001
FLIC-FLAC	Sig. (bilateral)	0.889	0.463	0.995

ALTURA (cm)	Coeficiente de correlación	0.048	-0.319	0.325
MORTAL	Sig. (bilateral)	0.91	0.441	0.432

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral), (RSI) Índice de fuerza reactiva, (DJ) drop jump, (CMJ) salto en contra movimiento, Split n=41, Flic-flac n=24, Mortal n=8

5.2 DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue relacionar el rendimiento deportivo en la gimnasia artística con el rendimiento físico mediante el estudio de la capacidad neuromuscular y mecánica de producir fuerza en acciones balísticas (determinantes en la gimnasia), como es el salto vertical. Dicha cuestión se ha llevado a cabo mediante la medición del perfil F-V en salto, así como, otros saltos verticales y acrobáticos propios del deporte en cuestión

Los resultados del análisis del perfil F-V en gimnastas reflejan una inclinación hacia un déficit de fuerza, independientemente del nivel de rendimiento técnico. Un 50% de las gimnastas avanzadas, 44% de las gimnastas de nivel medio y 71% de las gimnastas principiantes mostraron un déficit alto de fuerza. Estos hallazgos concuerdan con lo observado por Marina & Jemni (2014), quienes en su estudio indicaron que, a pesar del entrenamiento técnico intensivo, las gimnastas prepúberes no alcanzaron un desarrollo óptimo del perfil de fuerza-velocidad, lo que limita su capacidad para ejecutar movimientos acrobáticos con una altura de salto adecuada, siendo esto una consecuencia de que una gran mayoría de técnicos se enfocan en el aprendizaje técnico acrobático dejando en segundo plano la preparación física.

Analizar el desequilibrio del perfil FV en la gimnasia también ha sido de interés en otros estudios como Ferreira et al (2023), donde pudo determinar que un 72,3% de las gimnastas rítmicas presentó un déficit de fuerza, inclusive más alto que en nuestro estudio que fue un 56%, lo que resalta la importancia de incluir el entrenamiento de fuerza en la planificación de las gimnastas, tanto en gimnasia rítmica como artística, el déficit de fuerza observado en este estudio destaca la importancia de conocer el perfil neuromuscular de los deportistas desde etapas tempranas.

Mkaouer et al. (2018) destacaron que la fuerza, potencia y flexibilidad son determinantes en el rendimiento de la gimnasia masculina de élite. En nuestro estudio, se pudo determinar que existe un mejor rendimiento en el DJ y CMJ en los niveles avanzados, lo que nos indica que, en la gimnasia femenina también existe una necesidad de trabajar la fuerza y potencia ya que son factores indispensables en la preparación de gimnastas de todos los niveles (incluyendo la iniciación) especialmente en miembros inferiores ya que la gimnasta femenina 3 de los 4 aparatos que ejecuta son predominantes de miembros inferiores. Así mismo, Marina et al (2014) y Mkaouer et al (2018), afirman que la fuerza y la potencia son determinantes clave del rendimiento en gimnasia y si hablamos sobre la relación entre los años de entrenamiento y la capacidad de salto, este estudio demostró que existe una correlación significativa; estos autores también enfatizan la importancia del desarrollo de la fuerza explosiva para la ejecución eficaz de las habilidades acrobáticas en la gimnasia.

Según Marina et al. (2012), los gimnastas requieren desarrollar altos niveles de fuerza en períodos muy cortos, reconociendo que esta es una habilidad indispensable para mejorar el rendimiento acrobático. La adaptación neuromuscular es un factor clave

en este contexto, lo cual puede indicarnos por qué las gimnastas avanzadas de este estudio lograron mejores resultados en el DJ y CMJ en comparación con otros niveles, y aunque uno de los limitantes encontrados en este estudio fue la muestra, el nivel avanzado se obtuvieron mejores resultados en las pruebas físicas, incluyendo un hallazgo en el perfil óptimo.

Los hallazgos de Feng et al. (2024) subrayan que el entrenamiento pliométrico basado en clusters ayuda a mejorar el índice de fuerza reactiva (RSI) en gimnastas, comparado con métodos tradicionales, destacando la importancia de la capacidad de salto en la gimnasia, pues facilita la ejecución de maniobras aéreas y aumenta el rendimiento en rutinas complejas. Esto se relaciona con los resultados de este estudio que indican que el RSI de las gimnastas tiende a mejorar con los años de entrenamiento, y al optimizar esta capacidad las gimnastas pueden responder con mayor velocidad y eficiencia en los diferentes movimientos acrobáticos, mejorando el rendimiento en el salto y reduciendo el déficit de fuerza observado.

Finalmente, es importante resaltar que la técnica juega un papel crucial en la ejecución de acrobacias gimnásticas, especialmente en las de mayor dificultad técnica como se observó en nuestro análisis de correlaciones. Esto coincide con Marina et al (2012) quienes argumentan que el rendimiento en gimnasia depende de un equilibrio entre la aptitud física y las habilidades técnicas. En consecuencia, aunque el desarrollo de la fuerza y la potencia es esencial, no es suficiente por sí solo para optimizar el rendimiento acrobático, siendo igualmente necesaria una técnica refinada.

6. CONCLUSIONES

El análisis del perfil fuerza-velocidad en gimnastas muestra que la mayoría presenta un déficit de fuerza, independientemente de su nivel técnico (71% en principiantes, 44% en nivel medio y 50% en avanzadas). Esto podría deberse a que las gimnastas aún están en desarrollo, a la muestra limitada del estudio y a la falta de conocimiento del cuerpo técnico sobre la importancia del entrenamiento de fuerza en edades tempranas.

Es importante recalcar que, el perfil óptimo conseguido en este estudio se encontró únicamente en el nivel avanzado donde las deportistas llevan un mayor tiempo de preparación física con un mínimo de entrenamiento de 5 años, abriendo la posibilidad de que, si se realizara la preparación de cada deportista según sus necesidades individuales mejorarían su capacidad de salto, por lo que se encontrarían en un mejor perfil f-v y consecuentemente su rendimiento deportivo llegaría a mejorar consiguiendo así una correlación positiva entre el perfil f-v y el rendimiento deportivo.

Es importante recalcar también que, se identificó una correlación positiva moderada a fuerte entre la altura del Split y variables como el RSI, altura del DJ y CMJ. Sin embargo, no hubo correlación significativa entre la altura del salto y acrobacias más complejas como el flic-flac o el mortal, lo que indica que estas requieren no solo potencia de salto, sino también una técnica bien desarrollada, fundamental en la gimnasia.

REFERENCIAS

- Abuwarda, K. (2020). The Effectiveness of Cross Training on Mental Toughness, Development of Special Physical Abilities, and The Degree of Skilled Performance in Aerobic Gymnastics. *International Journal of Sports Science and Arts*, 16(1), 122-140.
- Ávila-Carvalho, L., Conceição, F., Escobar-Álvarez, J. A., Gondra, B., Leite, I., & Rama, L. (2021). The effect of 16 weeks of lower-limb strength training in jumping performance of ballet dancers. *Frontiers in Physiology*, 1(12), 314- 327. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.774327>
- Aydin, E. M., Gündoğan, B., & Demirkan, E. (2023). How does artistic gymnastics and trampoline gymnastics training affect dynamic balance, abdominal strength, jump performance, and flexibility in adult females? *Acta Gymnica*, 53. <https://doi.org/10.5507/ag.2023.002>
- Batista, A., Garganta, R., & Ávila-Carvalho, L. (2017). Strength in Young rhythmic gymnasts. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1162-1175.
- Bogdanis, G. C., Donti, O., Papia, A., Donti, A., Apostolidis, N., & Sands, W. A. (2019). Effect of plyometric training on jumping, sprinting and change of direction speed in child female athletes. *Sports*, 7(5), 105 - 116. <https://doi.org/10.3390/sports7050116>
- Bradley, E. J., Harrington, K., & Tiffin, C. (2020). A comparison of a tucked back somersault between novice and experienced acrobatic gymnasts: An inertial measurement approach. *ISBS Proceedings Archive*, 38(1), 140. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol38/iss1/37>
- Čeklić, U., & Šarabon, N. (2021). Strength and jumping asymmetries in gymnast and their non-gymnast peers. *Science of Gymnastics Journal*, 13(3), 411–424. <https://doi.org/10.52165/sgj.13.3.411-424>
- Cuk, I., Markovic, M., Nedeljkovic, A., Ugarkovic, D., Kukolj, M., & Jaric, S. (2014). Force-velocity relationship of leg extensors obtained from loaded and unloaded vertical jumps. *European Journal of Applied Physiology*, 114(8), 1703–1714. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2901-2>

- Eloranta, V. (2003). Influence of sports background on leg muscle coordination in vertical jumps. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 43(3), 141–156.
- Escobar Álvarez, J. A., Reyes, P. J., Pérez Sousa, M. Á., Conceição, F., & Fuentes García, J. P. (2020). Analysis of the force-velocity profile in female ballet dancers. *Journal of Dance. Medicine & Science: Official Publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 24(2), 59–65. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.24.2.59>
- Feng, D., Yang, W., & Li, L. (2024). Countermovement jump and reactive strength index of artistic gymnasts improve more with cluster-based plyometric training than with traditional methods. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76150-1>
- Ferreira Melo de Sá, L., Leite, I., Batista Santos, A., & Tristão Ávila Carvalho, M. de L. (2023). Jump ability and force-velocity profile in Rhythmic Gymnastics. *Science of gymnastics journal*, 15(2), 225–237. <https://doi.org/10.52165/sgj.15.2.225-237>
- French, D. N., Gómez, A. L., Volek, J. S., Rubin, M. R., Ratamess, N. A., Sharman, M. J., Gotshalk, L. A., Sebastianelli, W. J., Putukian, M., Newton, R. U., Hakkinen, K., Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). Longitudinal tracking of muscular power changes of NCAA division i collegiate women gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 101–107. <https://doi.org/10.1519/00124278-200402000-00015>
- González, S., García, L. M., Contreras, O. R. y Sánchez-Mora, D.. (2009). El concepto de iniciación deportiva en la actualidad. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 1(15), 14–20. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i15.34992>
- González-Valencia, H., Isaza-Gómez, G. D., & Parra-Estrada, L. K. (2021). Práctica pedagógica para la enseñanza de la gimnasia artística: Etapa de iniciación deportiva. *Cultura Educación Sociedad*, 12(2), 95–112. <https://doi.org/10.17981/10.17981/cultedusoc.12.2.2021.06>
- Ikonomi, E., Bano, E., & Bozaxhiu, A. (2024). Training process for developing movement skills in male gymnasts. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(3), 673–682. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.03079>

- Leite, I., Goethel, M., Conceição, F., & Ávila-Carvalho, L. (2023). How does the jumping performance differs between acrobatic and rhythmic gymnasts? *Biomechanics (Basel, Switzerland)*, 3(4), 457-468. <https://doi.org/10.3390/biomechanics3040037>
- Jaric, S. (2015). Force-velocity relationship of muscles performing multi-joint maximum performance tasks. *International Journal of Sports Medicine*, 36(9), 699–704. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1547283>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2019). Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: *Individual adaptation kinetics. PloS One*, 14(5), 216- 236. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216681>.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J.-B. (2016). Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping. *Frontiers in Physiology*, 7(1), 677- 689. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Cuadrado-Peñañiel, V., Conceição, F., González-Badillo, J. J., & Morin, J.-B. (2014). Effect of countermovement on power-force-velocity profile. *European Journal of Applied Physiology*, 114(11), 2281–2288. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2947-1>
- Junge, N., Lundsgaard, A., Hansen, M. F., Samozino, P., Morin, J.-B., Aagaard, P., Contreras, B., & Nybo, L. (2021). Force-velocity-power profiling of maximal effort sprinting, jumping and hip thrusting: Exploring the importance of force orientation specificity for assessing neuromuscular function. *Journal of Sports Sciences*, 39(18), 2115–2122. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1920128>
- Leite, I., Goethel, M., Conceição, F., & Ávila-Carvalho, L. (2023). How does the jumping performance differs between acrobatic and rhythmic gymnasts? *Biomechanics (Basel, Switzerland)*, 3(4), 457–468. <https://doi.org/10.3390/biomechanics3040037>
- Leite, I., Goethel, M., Fonseca, P., Vilas-Boas, J. P., Ávila-Carvalho, L., Mochizuki, L., & Conceição, F. (2024). A hierarchy of variables that influence the force–velocity profile of acrobatic gymnasts: A tool based on artificial intelligence. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 14(8), 3191. <https://doi.org/10.3390/app14083191>

- Lloyd RS, Oliver JL, Hughes MG, Williams CA. (2011). Specificity of test selection for the appropriate assessment of different measures of stretch-shortening cycle function in children. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011 Dec;51(4):595-602. PMID: 22212261.
- Marina, M., & Jemni, M. (2014). Plyometric Training Performance in Elite-Oriented Prepubertal Female Gymnasts. *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 28(4), 1015-1025. <https://doi.org/10.1519/jsc.000000000000247>
- Marina, M., Jemni, M., & Rodríguez, F. (2013). Jumping performance profile of male and female gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(4), 378–386.
- Marina, Michel, & Jemni, M. (2014). Plyometric training performance in elite-oriented prepubertal female gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1015– 1025. <https://doi.org/10.1519/jsc.000000000000247>
- Marina, Michel, & Torrado, P. (2013). Does gymnastics practice improve vertical jump reliability from the age of 8 to 10 years? *Journal of Sports Sciences*, 31(11), 1177–1186. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.771816>
- Marina, Michel, Jemni, M., Rodríguez, F. A., & Jimenez, A. (2012). Plyometric jumping performances of male and female gymnasts from different heights. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1879–1886. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823b4bb8>
- Mkaouer, B., Hammoudi-Nassib, S., Amara, S., & Chaabène, H. (2018). “Evaluating the physical and basic gymnastics skills assessment for talent identification in men’s artistic gymnastics proposed by the international gymnastics federation”. *Biology of Sport*, 35(4), pp. 383-392. DOI: [10.5114/biolsport.2018.78059](https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.78059)
- Moeskops, S., Oliver, J. L., Read, P. J., Haff, G. G., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2022). Effects of a 10-month neuromuscular training program on strength, power, speed, and vault performance in young female gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(5), 861–871. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002862>
- Morin, J.-B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267–272. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-063> 8

- Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 867–873. <https://doi.org/10.1519/00124278-200611000-00024>
- Potop, V., (2014). “Theory and practice in artistic gymnastics. Bucharest”. “Discobolul” Publishing House, 20, pp. 68 -71, 204-213
- Rozin, E.Y. (1979). Fundamentos básicos de la orientación deportiva, de la selección y pronóstico en la Gimnasia. *Gimnastika 1*. Moscú: Fizkultura y sport
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J.-B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6), 505–510. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1354382>
- Samozino, Pierre, Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J.-B. (2012). Optimal force–velocity profile in ballistic movements—altius. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(2), 313–322. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31822d757a>
- Samozino, P., Rivière, J. R., Rossi, J., Morin, J.-B., & Jimenez-Reyes, P. (2018). How fast is a horizontal squat jump? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 910-916. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0499>
- Torrado Pineda, P., & Marina Evrard, M. (2012). Fiabilidad de los tests de salto vertical en gimnastas prepuberales. *Apunts Medicina de l Esport*, 47(175), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.12.006>
- Viitasalo, J. T. (2010). Evaluación de la fuerza explosiva para los atletas jóvenes y adultos. RED: *Revista de entrenamiento deportivo = Journal of Sports Training*. 24(4). 1 - 15.
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 4(3), 2-8.
- Wu, X. (2023). Effects of strength training on the female athlete’s lower extremity. *Revista brasileira de medicina do esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0364

ANEXOS

