

## Monitoreo de un ciclo competitivo en barras paralelas categoría juvenil

### Monitoring a competitive cycle in parallel bars youth category

### Acompanhamento de um ciclo competitivo em barras paralelas, categoria juvenil

**Jairo Ruiz Casas\***

<https://orcid.org/0000-0002-7557-0177>

Selección Colombia de Gimnasia Artística. Federación Colombiana de Gimnasia, Colombia

**Arles Javier Ortega Parra**

<https://orcid.org/0000-0003-0691-5490>

Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia

**Brian Johan Bustos Viviescas**

<https://orcid.org/0000-0002-4720-9018>

Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. Cúcuta, Colombia

**Carlos Enrique García Yerena**

<https://orcid.org/0000-0002-9973-552X>

Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia

**Oscar Narciso Muñoz Hernández**

<https://orcid.org/0000-0001-5390-7130>

Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba

**Milton Correa Viloria**

<https://orcid.org/0000-0001-8936-8642>

Micovi Sports Technology. Cartagena, Colombia

\*Email: [brian.bustos.v@uniminuto.edu](mailto:brian.bustos.v@uniminuto.edu)

**Como citar este artículo:** Ruiz Casas, J., Bustos Viviescas, B. J., García Yerena, C. E., Muñoz Hernández, O. N y Correa Viloria, M. (2025). Monitoreo de un ciclo competitivo en barras paralelas categoría juvenil. *Arrancada*, 25(13), 30-43. <https://arrancada.cuaje.edu.cu>

## RESUMEN

En la actualidad, el profesionalismo de la gimnasia artística en el deporte ha tenido un creciente interés por las ciencias deporte, buscando encontrar control, medición de los entrenamientos y de la recuperación de los deportistas. Para ello, han intentado encontrar herramientas e instrumentos que permitan medir las ejecuciones de rutinas en distintos aparatos y así obtener la mayor puntuación posible. También, se ha identificado que para lograrlo es necesario obtener un equilibrio preciso entre las aptitudes físicas y la fatiga muscular; para esto,

dosificar correctamente cada una de las repeticiones en las sesiones de entrenamiento es necesario, ya que, se podrá reducir la fatiga y de esa manera prevenir el sobre entrenamiento y las lesiones. Seguidamente, este estudio, presenta el análisis detallado de un atleta de gimnasia artística de la categoría juvenil, específicamente en las barras paralelas, presentando así, datos puntuales en la importancia de la planificación del entrenamiento, como lo son, edad, horario, experiencia deportiva, entre otros. Como complemento, se propone la utilización del Indicador de Calidad Micovi (ICM), siendo esta una metodología que permite tener una evaluación de la calidad de la técnica en las barras paralelas, generando datos valiosos sobre la eficacia y la eficiencia.

**Palabras clave:** ejercicio, carga de trabajo, deporte, medicina deportiva.

## ABSTRACT

Currently, the professionalism of artistic gymnastics in sport has had a growing interest in sports sciences, seeking to find control, measurement of training and recovery of athletes. To do this, they have tried to find tools and instruments that allow them to measure the execution of routines on different devices and thus obtain the highest possible score. Also, it has been identified that to achieve this it is necessary to obtain a precise balance between physical abilities and muscular fatigue; For this, correctly dosing each of the repetitions in the training sessions is necessary, since fatigue can be reduced and thus prevent overtraining and injuries. Next, this study presents the detailed analysis of an artistic gymnastics' athlete in the youth category, specifically in the parallel bars, thus presenting specific data on the importance of training planning, such as age, schedule, sports experience, among others. As a complement, the use of the Micovi Quality Indicator (ICM) is proposed, this being a methodology that allows for an evaluation of the quality of the technique on parallel bars, generating valuable data on effectiveness and efficiency.

**Keywords:** exercise, workload, sport, sports medicine.

## RESUMO

Atualmente, a profissionalização da ginástica artística no esporte tem visto um interesse crescente nas ciências do esporte, buscando controlar e mensurar o treinamento e a recuperação dos atletas. Para isso, eles têm buscado encontrar ferramentas e instrumentos que permitam mensurar a execução de rotinas em diferentes aparelhos e, assim, obter as maiores pontuações possíveis. Também foi identificado que, para isso, é necessário atingir um equilíbrio preciso entre capacidade física e fadiga muscular; para isso, é necessário dosar corretamente cada repetição nas sessões de treinamento, pois isso reduzirá a fadiga e, assim, evitará o overtraining e as lesões. Este estudo apresenta então uma análise detalhada de uma atleta juvenil de ginástica artística, especificamente nas barras paralelas, apresentando assim dados específicos sobre a importância do planejamento do treinamento, como idade, horário, experiência esportiva, entre outros. Como complemento, é proposto o uso do Indicador de Qualidade Micovi (ICM). Essa metodologia permite uma avaliação da qualidade da técnica nas barras paralelas, gerando dados valiosos sobre eficácia e eficiência.

**Palavras chave:** aptidão física, força muscular, desempenho atlético, medicina esportiva (Fonte: DeCS).

Recibido: mayo/25

Aceptado: agosto/25

## INTRODUCCIÓN

Se ha observado en las últimas décadas un aumento significativo del profesionalismo en el deporte, lo que ha generado mayor interés en la ciencia del deporte con respecto a el entrenamiento deportivo y a la recuperación de los atletas (Hamlin et al., 2019). Por su parte, la gimnasia artística es un deporte olímpico que tiene como característica principal, ejecutar rutinas en distintos aparatos, con el objetivo de obtener la mayor puntuación posible en sus intervenciones (Campbell et al., 2019); por lo que, para lograr el máximo nivel deportivo es necesario tener control del acondicionamiento físico de cada uno de los atletas y la integración de múltiples situaciones que generan el equilibrio entre la aptitud física de los atletas y la fatiga muscular (Cudeiro et al., 2023; Schumann et al., 2023).

Por este motivo, cada entrenador, médico y colaboradores encargados de coadyuvar con la preparación de los ejercicios físicos, tienen el reto de graduar o dosificar de forma correcta la cantidad de repeticiones que se aplicaran en cada sesión de entrenamiento, teniendo en cuenta la adaptación anatómica del atleta que permita minimizar la fátiga, prevenir el sobre entrenamiento y disminuir las lesiones óseas musculares, las cuales pueden llevar a disminuir el rendimiento (Halson, 2014; Jones et al., 2017). No obstante, es importante destacar que existen otros factores que influyen en el riesgo de lesiones, entre los que se destacan, el horario de entrenamiento, las edades de los deportistas y la experiencia deportiva (Sastre-Munar et al., 2022).

Para optimizar el rendimiento deportivo es importante la planificación adecuada del trabajo que se ejecutará por parte del entrenador, preparador físico, psicólogo y deportista. En fin, la gimnasia artística requiere la aplicación de varios tipos de entrenamientos y ejercicios según la exigencia y pruebas a desarrollar, las cuales serán ajustados a la cantidad de series y repeticiones en el entrenamiento (Imbach et al., 2022).

Por lo anterior mencionado, el Comité Olímpico Internacional recomienda, tener en cuenta la cantidad de tiempo de trabajo utilizado por sesiones, con el objetivo de monitorear y controlar el riesgo de adquisición de lesiones en los gimnastas, por ende, también ha generado umbrales que logran minimizar el riesgo de lesiones y que son tenidos en cuenta al momento de diseñar programas de entrenamientos por los entrenadores (Wang et al., 2020), siendo esto una herramienta importante que contribuye al equilibrio entre entrenamiento y la recuperación total del gimnasta, evitando así la fatiga diaria y el dolor (Sekiguchi et al., 2021).

Como complemento, recientemente Ruiz et al., (2023) propusieron la utilización de una rubrica por medio de la metodología ágil de Indicador de Calidad Micovi (ICM), para valorar calidad del desempeño en la técnica de los ejercicios en barras paralelas, permitiendo obtener datos puntuales como la eficacia, la eficiencia, la nota final del esquema, entre otras, que ayudan a los entrenadores de gimnasia artística en la cuantificación y control del programa de entrenamiento.

Sin embargo, hasta la fecha, no hay estudios previos que monitorearan un ciclo competitivo en la gimnasia artística a través de la metodología ICM, a su vez, surge la necesidad de explorar indicadores de relación aguda/crónica específicos para la metodología; por lo tanto, el presente estudio tuvo dos objetivos: 1) cuantificar el ciclo competitivo en un gimnasta de la categoría juvenil para la competencia de barras paralelas, y, 2) analizar el indicador de la relación Eficacia ICM aguda/crónica durante el ciclo competitivo en un gimnasta de la categoría juvenil para la competencia de barras paralelas.

## **MUESTRA Y METODOLOGÍA**

### ***Diseño del informe***

El informe incluyó a un gimnasta masculino juvenil. El gimnasta tenía 15 años, 54,5 kg de masa corporal, 161 cm de altura, 5,5% de grasa corporal, 49,4% de masa muscular y tenía 11 años de experiencia en barras paralelas (8 campeonatos nacionales y 7 internacionales). Antes del informe del caso, el participante firmó un consentimiento informado por escrito, que fue aprobado por el comité de ética e impacto ambiental de la Universidad de Pamplona mediante el acta N° 07 del 15 de junio de 2022 y describió completamente el propósito, los protocolos, los procedimientos y los riesgos asociados. Así mismo, la ingesta de alimentos y la suplementación no se controlaron durante el estudio.

### ***Sesiones de capacitación***

El gimnasta completó 10 sesiones de entrenamiento (6 días / semana) que generalmente siguieron el formato de: Flexibilidad, Calentamiento de articulaciones, Fortalecimiento y circuito

de fuerza específica, Circuito de propiocepción, Aparato de barras paralelas (Calentamiento, trabajo de esquemas y pasadas de elementos nuevos) Las sesiones de entrenamiento y la periodización fueron desarrolladas por un experimentado entrenador de gimnasia artística masculina (con experiencia en atletas olímpicos de gimnasia artística). Durante las sesiones, el gimnasta fue apoyado por un entrenador.

El objetivo de las sesiones de entrenamiento fueron realizar los esquemas y los elementos de alta dificultad con la mejor técnica y ejecución posible, buscando reducir las deducciones en la nota final del esquema, a partir de esto la rutina y sus elementos en cada competición se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1 Rutina y elementos en las competiciones**

<b>Campeonato Nacional Gimnasia Artística Juvenil y Abierto</b>	<b>Juegos Suramericanos de la Juventud Rosario 2022</b>	<b>Campeonato Panamericano de Adultos y Juvenil de Gimnasia Artística 2022</b>
Healy	Healy	Felge medio giro $\frac{1}{2}$
Felge medio giro $\frac{1}{2}$	Felge medio giro $\frac{1}{2}$	Felge
Felge	Felge	Healy
Molino diamidov	Molino diamidov	Molino diamidov
Typelt	Typelt	Typelt
Bhavsar	Bhavsar	Bhavsar
Dominación al frente	Dominación al frente	Dominación al frente
Salida doble mortal adelante con medio giro $\frac{1}{2}$	Salida doble mortal adelante con medio giro $\frac{1}{2}$	Salida doble mortal adelante con medio giro $\frac{1}{2}$
Resultado: 12,800	Resultado: 13,350	Resultado: 13,267

La temporada comenzó en enero de 2022 y terminó en julio de 2022 (siete meses) y estuvo compuesta por tres competiciones mayores, el Campeonato Nacional Gimnasia Artística Juvenil y Abierto (Medellín, Colombia) en la semana 4, Los Juegos Suramericanos de la Juventud Rosario 2022 (Rosario, Argentina) en el microciclo 13, y el Campeonato Panamericano de Adultos y Juvenil de Gimnasia Artística 2022 en el microciclo 20 (Rio de Janeiro, Brasil). La Tabla 2 presenta el calendario de competiciones y la clasificación durante la temporada.

**Tabla 2 Calendario de competiciones y ranking durante la temporada**

<b>Mes</b>	<b>Competición</b>	<b>Clasificación</b>
Marzo 2022	Campeonato Nacional Gimnasia Artística Juvenil y Abierto	Plata
Abril - Mayo 2022	Juegos Suramericanos de la Juventud Rosario 2022	Oro
Julio de 2022	Campeonato Panamericano de Adultos y Juvenil de Gimnasia Artística 2022	Bronce

### ***Cuantificación de variables de la metodología ICM***

La eficiencia se refiere a ejecutar los movimientos con la menor cantidad de recursos posibles, esta se realiza buscando relacionar los recursos empleados con los resultados obtenidos, por ello, en las disciplinas deportivas hay eficacia cuando se cumplen con los objetivos que se plantearon en la preparación del deportista. (Correa, 2017).

En el contexto de las disciplinas deportivas, se hace referencia a la eficiencia cuando se logra ejecutar un gesto técnico correcto con el menor gasto energético posible.

La ecuación para medir la eficiencia se expresa como:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Resultado Alcanzado} / \text{Resultado Previsto}) \times 100\%.$$

Este enfoque matemático proporciona una medida cuantitativa de la eficiencia, al comparar los resultados reales con los esperados, sirviendo como indicador clave para evaluar y mejorar el desempeño en diversas áreas.

Por otra parte, en el ámbito de las disciplinas deportivas, se alcanza la eficacia cuando se cumplen los objetivos establecidos durante la preparación del deportista. La ecuación para medir la eficacia se expresa como:

$Eficacia = [(Resultado Alcanzado \times Recurso Utilizado) / (Resultado Previsto \times Recurso Previsto)] \times 100\%$

Esta ecuación proporciona una medida cuantitativa que evalúa cómo los resultados obtenidos, comparados con los recursos utilizados, se alinean con las expectativas previstas. Este es un indicador clave para evaluar la efectividad en la consecución de metas deportivas y para optimizar los procesos de preparación y rendimiento deportivo.

Seguidamente, se calcula el Indicador de Calidad Micovi (ICM). De la siguiente manera:

$$ICM = \sum \text{Porcentaje Ponderado del Indicador} * \text{Nivel del Indicador}$$

Por otro lado, el promedio del esquema se calcula sumando el ICM de cada elemento en el esquema y luego dividiendo el resultado por el número de elementos (Imagen 1), como se puede observar marcado de color rojo en el cuadro a continuación:

$$\text{Promedio del esquema} = \text{Sumatoria ICM de cada elemento} * \text{número de elementos del esquema}$$

Análisis de la Rutina de BARRAS PARALELAS 2024													
Elemento (Rúbrica)	Fases	Grupo de Elemento	Número del Elemento	Nombre del Elemento	Valor y Ponderación del Elemento	Deducción por Elemento	Eficacia del Elemento	Calificación de 1 hasta 5	Calificación Ponderada	Elementos Ponderados en la Rutina	ICM del Elemento (Rúbrica)	Valor Relativo Real	Valor Relativo
1	4	I	70	Healy	D 0,4 12,1%		100,0%	5,0	0,61	80,0%	5,00 ICM	13,5%	0,61 ICM
2	6	III	107	Felge medio giro 1/2	E 0,5 15,2%	0,2	60,0%	3,0	0,45	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM
3	5	III	106	Felge	D 0,4 12,1%	0,1	75,0%	3,8	0,45	80,0%	4,40 ICM	11,9%	0,53 ICM
4	4	III	29	Molino diamidov	E 0,5 15,2%	0,1	80,0%	4,0	0,61	100,0%	4,50 ICM	15,2%	0,68 ICM
5	5	III	4	Tippelt	D 0,4 12,1%		100,0%	5,0	0,61	80,0%	4,70 ICM	12,7%	0,57 ICM
6	6	III	5	Bkavsar	E 0,5 15,2%	0,3	40,0%	2,0	0,30	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM
7	4	II	1	Dominación al frente	A 0,1 3,0%		100,0%	5,0	0,15	20,0%	4,70 ICM	3,2%	0,14 ICM
8	5	IV	11	Doble mortal	E 0,5 15,2%	0,2	60,0%	3,0	0,45	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM
Bonificación=						0,9							
Nota Final Según ICM= 11,937						Sumatoria Elementos= 3,3	Eficiencia de la ICM= 89.8%			Promedio= 4,49 ICM	Σ = 4,44 ICM		

Por consiguiente, la nota final según el ICM se calcula sumando la nota de partida con el número de elementos del esquema (8) y luego multiplicándola por la eficiencia del ICM (Imagen 2), y, la eficacia actual se calcula dividiendo la nota final real entre la sumatoria de la nota de partida más 8, que sería la cantidad de elementos (Imagen 3).

Análisis de la Rutina de BARRAS PARALELAS 2024																													
Elemento (Rúbrica)	Fases	Grupo de Elemento	Número del Elemento	Nombre del Elemento	Valor y Ponderación del Elemento			Deducción por Elemento	Eficacia del Elemento	Calificación de 1 hasta 5	Calificación Ponderada	Elementos Ponderados en la Rutina	ICM del Elemento (Rúbrica)	Valor Relativo Real	Valor Relativo Real														
1	4	I	70	Healy	D	0,4	12,1%		100,0%	5,0	0,61	80,0%	5,00 ICM	13,5%	0,61 ICM														
2	6	III	107	Felge medio giro 1/2	E	0,5	15,2%	0,2	60,0%	3,0	0,45	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM														
3	5	III	106	Felge	D	0,4	12,1%	0,1	75,0%	3,8	0,45	80,0%	4,40 ICM	11,9%	0,53 ICM														
4	4	III	29	Molino diamidov	E	0,5	15,2%	0,1	80,0%	4,0	0,61	100,0%	4,50 ICM	15,2%	0,68 ICM														
5	5	III	4	Tippelt	D	0,4	12,1%		100,0%	5,0	0,61	80,0%	4,70 ICM	12,7%	0,57 ICM														
6	6	III	5	Bkavsar	E	0,5	15,2%	0,3	40,0%	2,0	0,30	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM														
7	4	II	1	Dominación al frente	A	0,1	3,0%		100,0%	5,0	0,15	20,0%	4,70 ICM	3,2%	0,14 ICM														
8	5	IV	11	Doble mortal	E	0,5	15,2%	0,2	60,0%	3,0	0,45	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM														
Bonificación=								0,9																					
Nota Final Según ICM= 11,937					Sumatoria Elementos= 3,3			Eficiencia de la ICM= 89,8%			Promedio= 4,49 ICM		Σ = 4,44 ICM																
ICM=ΣPromedioPorcentualDeLaFase • CalificaciónDeLaFase															ICM=Σ [(PfF1•cF1) + (PfF2•cF2) + (PfF3•cF3) + (PfF4•cF4) + (PfF5•cF5) + (PfF6•cF6)]														
Elementos Grupo I				1	SI	Elementos Grupo II				1	SI	Elementos Grupo III				5	SI	Elementos Grupo IV				1	SI						
Cumple Exigencia GRUPOS SI						Bonificación por Exigencia GRUPOS 2,0						Nota de Partida 5,3																	



Análisis de la Rutina de BARRAS PARALELAS 2024													
Elemento (Rúbrica)	Fases	Grupo de Elemento	Número del Elemento	Nombre del Elemento	Valor y Ponderación del Elemento	Deducción por Elemento	Eficacia del Elemento	Calificación de 1 hasta 5	Calificación Ponderada	Elementos Ponderados en la Rutina	ICM del Elemento (Rúbrica)	Valor Relativo Real	Valor Relativo Real
1	4	I	70	Healy	D 0,4 12,1%		100,0%	5,0	0,61	80,0%	5,00 ICM	13,5%	0,61 ICM
2	6	III	107	Felge medio giro 92	E 0,5 15,2%	0,2	60,0%	3,0	0,45	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM
3	5	III	106	Felge	D 0,4 12,1%	0,1	75,0%	3,8	0,45	80,0%	4,40 ICM	11,9%	0,53 ICM
4	4	III	29	Molino diamidov	E 0,5 15,2%	0,1	80,0%	4,0	0,61	100,0%	4,50 ICM	15,2%	0,68 ICM
5	5	III	4	Tippelt	D 0,4 12,1%		100,0%	5,0	0,61	80,0%	4,70 ICM	12,7%	0,57 ICM
6	6	III	5	Bhaesar	E 0,5 15,2%	0,3	40,0%	2,0	0,30	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM
7	4	II	1	Dominación al frente	A 0,1 3,0%		100,0%	5,0	0,15	20,0%	4,70 ICM	3,2%	0,14 ICM
8	5	IV	11	Doble mortal	E 0,5 15,2%	0,2	60,0%	3,0	0,45	100,0%	4,20 ICM	14,2%	0,64 ICM
Bonificación=					0,9								
Nota Final Según ICM= 11,937					Sumatoria Elementos= 3,3		Eficiencia de la ICM= 89,8%			Promedio= 4,49 ICM		Σ= 4,44 ICM	
ICM=ΣPromedioPorcentualDeLaFase • CalificaciónDeLaFase ICM=Σ [(PpF1 • cF1) + (PpF2 • cF2) + (PpF3 • cF3) +...+ (PpFn • cFn)]													
Elementos Grupo I 1 SI				Elementos Grupo II 1 SI				Elementos Grupo III 5 SI				Elementos Grupo IV 1 SI	
Cumple Exigencia GRUPOS SI				Bonificación por Exigencia GRUPOS 2,0				Nota de Partida 5,3				Deducciones: 0,9	
Eficacia ACTUAL 94,1%						Nota Final REAL 14,400							

### Cálculo de la relación eficacia microciclo ICM aguda/crónica

Los datos de una semana del entrenamiento representaron una cantidad de trabajo aguda, mientras que un promedio de cuatro semanas de cantidad de trabajo aguda representó una cantidad de trabajo crónica (que duró semanas) (Tibana et al., 2019), en este caso se tuvo en cuenta la eficacia del microciclo como parámetro de la cantidad aguda del microciclo de entrenamiento.

En este caso, la relación aguda/crónica se calculó dividiendo la cantidad de trabajo aguda por la cantidad de trabajo crónica (Gabbett, 2016; Windt & Gabbett, 2017), por lo que, se tomarían como valor agudo la eficacia del microciclo ICM en mención, y el valor crónico correspondiente a la eficacia del microciclo ICM de las 4 semanas anteriores.

El estímulo agudo y el estímulo crónico son dos términos que se utilizan para describir diferentes tipos de situaciones o condiciones relacionadas con el estrés o el sobreestímulo en el cuerpo. Estos dos conceptos desempeñan un papel crucial en el desarrollo y progreso de los atletas, ayudándoles a evitar lesiones, incluyendo la fascitis plantar, y maximizar su rendimiento a largo plazo.

El estímulo agudo se refiere a una situación en la que el cuerpo se enfrenta a un estrés repentino o a un estímulo intenso durante un período de tiempo corto. Por ejemplo, levantar un objeto pesado de repente o realizar una actividad física intensa durante un corto período de tiempo, pueden generar un estímulo agudo en los músculos y en el sistema cardiovascular.

El estímulo crónico se refiere a una situación en la que el cuerpo está sometido a un estrés constante o un estímulo prolongado durante un período de tiempo más largo.

También es importante considerar el sobreestímulo por estímulo agudo o crónico, que puede llevar a lesiones y problemas de salud si no se gestiona adecuadamente.

### Análisis estadístico

Los datos de entrenamiento diario del gimnasta masculino se organizaron en promedios o sumas correspondientes a una semana (por ejemplo, cantidad de entrenamiento semanal, la suma de la cantidad de entrenamiento de cada día durante una semana; cantidad del entrenamiento semanal media, promedio de cantidad de entrenamiento durante una semana). Los valores medios se calcularon correspondientes al programa de entrenamiento total (28 semanas) o a

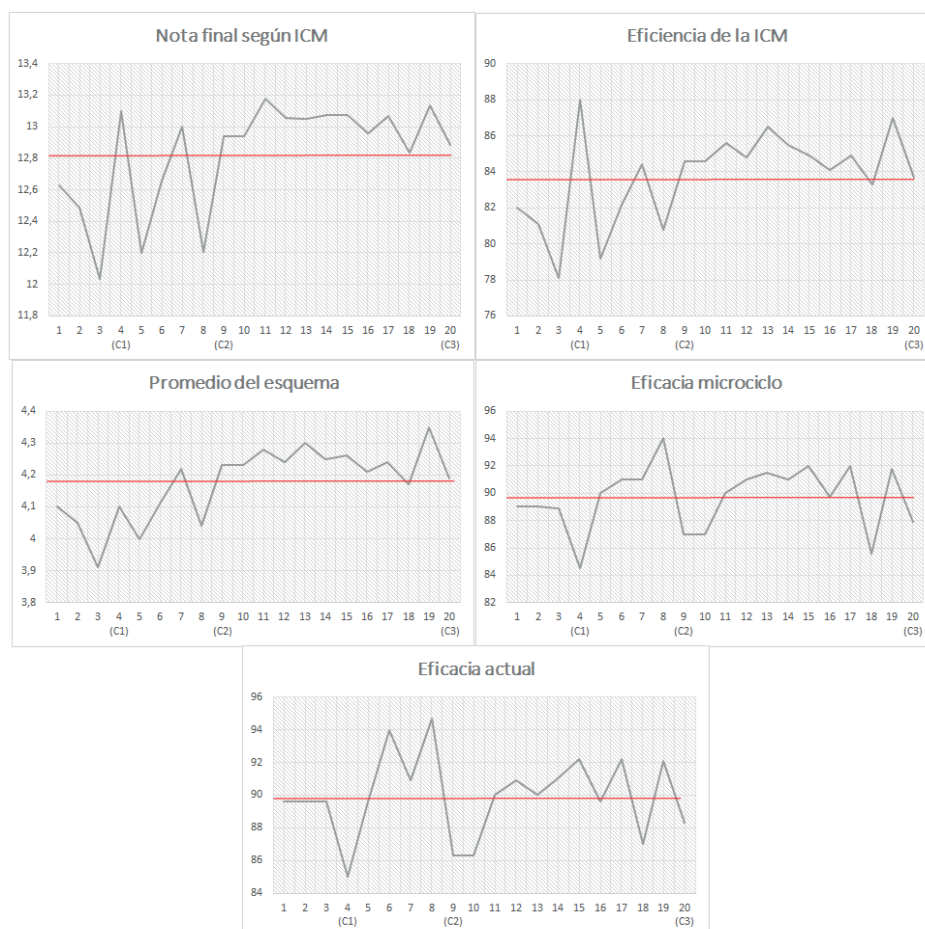
un período específico de entrenamiento (por ejemplo, durante el Campeonato Panamericano de Adultos y Juvenil de Gimnasia Artística 2022).

### ***Normas éticas***

Esta investigación tiene el aval del comité de ética e impacto ambiental de la Universidad de Pamplona mediante el acta N° 07 del 15 de junio de 2022.

## **RESULTADOS**

La nota final del esquema, eficiencia, promedio del esquema, eficacia microciclo y eficacia actual se presentan en la Figura 1. Todas las variables tuvieron alta variabilidad durante el ciclo competitivo y los diferentes periodos entre cada competición.



**Figura 1. Nota final del esquema, eficiencia, promedio del esquema, eficacia microciclo y eficacia actual. C1: Campeonato Nacional Gimnasia Artística Juvenil y Abierto. C2: Juegos Suramericanos de la Juventud Rosario 2022. C3: Campeonato Panamericano de Adultos y Juvenil de Gimnasia Artística 2022. Los valores promedio de cada variable se representaron con una línea roja**

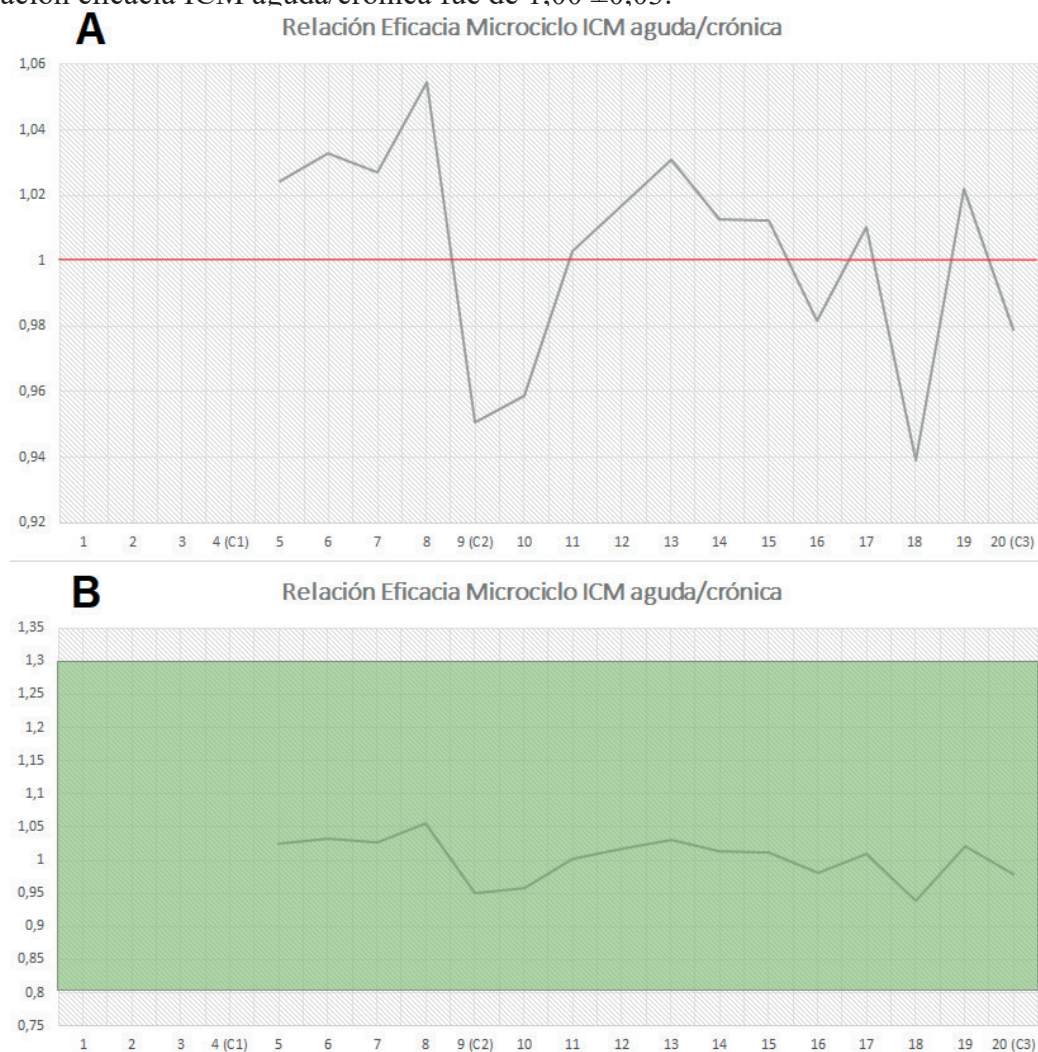
Seguidamente, en la Tabla 2 se presentan la estadística descriptiva de las variables analizadas durante el ciclo competitivo (promedio, desviación estándar, mínimo y máximo).

En este caso, los parámetros de eficiencia y eficacia resultaron muy favorables ( $> 80\%$ ) y el promedio del esquema se clasificó en máximo ( $> 4$  ICM).

**Tabla 2 Promedios, desviación estándar, mínimos y máximos de las variables de entrenamiento del estudio**

	Nota final según ICM	Eficiencia de la ICM	Promedio del esquema	Eficacia microciclo	Eficacia actual	Relación Eficacia ICM aguda/crónica
<b>Promedio</b>	<b>12,82</b>	<b>83,77</b>	<b>4,17</b>	<b>89,70</b>	<b>89,95</b>	<b>1,00</b>
<b>Desv. Est.</b>	<b>0,34</b>	<b>2,54</b>	<b>0,11</b>	<b>2,37</b>	<b>2,51</b>	<b>0,03</b>
<b>Mínimo</b>	<b>12,034</b>	<b>78,1</b>	<b>3,91</b>	<b>84,5</b>	<b>85</b>	<b>0,94</b>
<b>Máximo</b>	<b>13,176</b>	<b>88</b>	<b>4,35</b>	<b>94</b>	<b>94,7</b>	<b>1,05</b>

La Figura 1 presenta la relación Eficacia ICM aguda/crónica durante el ciclo competitivo en un gimnasta categoría juvenil en barras paralelas durante las 20 semanas de entrenamiento. La relación eficacia ICM aguda/crónica fue de  $1,00 \pm 0,03$ .



**Figura 1. Relación eficacia ICM aguda/crónica durante el ciclo competitivo. A: Relación eficacia ICM aguda/crónica con valor promedio durante el ciclo competitivo (línea roja). B: Relación eficacia ICM aguda/crónica con la “zona segura” teórica durante el ciclo competitivo. C1: Campeonato Nacional Gimnasia Artística Juvenil y Abierto. C2: Juegos Suramericanos de la Juventud Rosario 2022. C3: Campeonato Panamericano de Adultos y Juvenil de Gimnasia Artística 2022. Los valores entre 0,8 y 1,3 representan la “zona segura” teórica (color verde) propuesta por Gabbet (2016)**



## DISCUSIÓN

A nivel internacional este constituye el primer estudio que monitorea longitudinalmente un ciclo de entrenamiento en gimnasia artística masculina por medio de la metodología ICM, por tal motivo, se dificultó la comparación de los hallazgos de esta investigación con la literatura disponible, debido a la insuficiencia de trabajos académicos relacionados con la metodología ICM, y en este caso, la nueva propuesta de la relación aguda/crónica ICM.

En primera medida, la Metodología Ágil de MICOVI integra el concepto de eficiencia en el proceso de preparación deportiva, buscando optimizar cada componente del estímulo para mejorar el desempeño del deportista. Por ende, considera la eficiencia no solo en términos de gasto energético, sino también en la gestión del tiempo, los recursos materiales y el talento humano, promoviendo un enfoque holístico y sinérgico que maximiza el potencial del deportista.

La Metodología Ágil de MICOVI considera el concepto de eficacia en su enfoque para mejorar el desempeño deportivo, por ello, no solo busca eficiencia en el uso de recursos, sino también eficacia en la consecución de los objetivos específicos de entrenamiento y competición, de igual forma, el concepto de eficiencia en el proceso de preparación deportiva, buscando optimizar cada componente del estímulo para mejorar el desempeño del deportista, en vista de ello, los hallazgos de esta investigación sugieren una elevada eficacia y eficiencia del ciclo de entrenamiento desarrollado.

En primer lugar, la gimnasia artística es un deporte físicamente exigente que requiere flexibilidad, agilidad y fuerza extrema en la parte superior e inferior del cuerpo (Desai et al., 2019). Es así como la naturaleza repetitiva del deporte y las fuerzas de alto impacto involucradas predisponen a los gimnastas a lesiones por uso excesivo (Heck et al., 2021), por lo que, los atletas de gimnasia están expuestos a un alto riesgo de lesiones y al desarrollo de dolor musculoesquelético (Farì et al., 2021), y, también, los adolescentes varones experimentan una mayor tasa de lesiones en general (Tisano et al., 2022).

A partir de lo anterior, con la presión creciente por especializarse a una edad temprana y aprender nuevas habilidades de mayor nivel, los atletas jóvenes son más susceptibles a las lesiones agudas (Albright et al., 2022), debido a que, la especialización temprana es la norma en la gimnasia, que también tiene el mayor número de horas de participación entre todos los deportes juveniles (Bonazza et al., 2022); en vista de ello, el control de la cantidad de entrenamiento es cada vez más común en los atletas adolescentes (Dudley et al., 2023).

Por otro lado, es esencial mantener un equilibrio entre los estímulos estresantes (cantidad de repeticiones) y la recuperación, para promover cambios psicofisiológicos positivos en los atletas (Kellmann et al., 2018); del mismo modo, algunos eventos de gimnasia son fisiológicamente menos exigentes que otros, y generan más estrés cardiovascular y metabólico según el aparato (Mkaouer et al., 2018).

Por ejemplo, el sistema anaeróbico es la fuente de energía predominante durante la rutina en anillas fijas (Seemann-Sinn et al., 2023) y caballo con arzones (Seemann-Sinn et al., 2024), aunque en suelo, la contribución energética predominante es aeróbica (Kaufmann et al., 2022). En consecuencia, el monitoreo y control de la cantidad de entrenamiento puede variar por cada aparato.

Por otra parte, una revisión sistemática encontró que la mayoría de los deportistas tienen mayor riesgo de sufrir una lesión que les impida hacer ejercicio cuando la relación de la cantidad aguda/crónica es más alta, que cuando es más bajo o moderado (Andrade et al., 2020), y, otra revisión sistemática determinó que existe una tendencia hacia las proporciones de 0,80 a 1,30 que demuestran el menor riesgo de lesiones (Maupin et al., 2020).

Es importante tener en cuenta que, los períodos de tiempo agudos y crónicos más apropiados, y las variables de cantidad de entrenamiento, pueden depender del deporte específico y su estructura (Griffin et al., 2020), por ejemplo, un estudio realizado con gimnastas del grupo sénior nacional brasileño de gimnasia rítmica, identificó que, cada período competitivo mostró un aumento de la cantidad de entrenamiento en comparación con el período anterior, así mismo, los picos de cantidad (ratio de cantidad de trabajo aguda: crónica  $\geq 1,5$ ) ocurrieron durante el 18,1% de la temporada (Debien et al., 2020).

Por otro lado, los atletas de gimnasia rítmica muestran una mayor magnitud de cantidad durante el periodo precompetitivo, con respecto al periodo preparatorio general y específico (Fernandes et al., 2022). En este contexto, las variables de estudio tuvieron diferente comportamiento durante el ciclo de entrenamiento, aunque se mantuvieron en valores adecuados para optimizar los resultados del deportista, obteniendo ponderaciones importantes que permitieron mantenerse en el pódium en cada competición.

La principal limitación del estudio corresponde a la escasa literatura sobre cuantificación de entrenamiento en gimnasia artística masculina; de igual forma, con respecto a la metodología ICM, la mayoría de las investigaciones disponibles corresponden a la gimnasia rítmica. Adicionalmente, las variables y métodos (p. ej., dispositivos portátiles, medidas autoinformadas por los atletas, calificación de la sesión del esfuerzo percibido) y las métricas (p. ej., cantidad aguda y crónica) que se informan comúnmente en la literatura sobre la cantidad de entrenamiento y otros deportes, no se utilizaron con frecuencia en la gimnasia rítmica (Debien et al., 2022). Por lo que, existen pocos estudios sobre los cuales se pueden comparar métricas similares a las valoradas en esta investigación.

Es pertinente considerar que, las pruebas generales y, en particular, las pruebas específicas del deporte son un aspecto integral de la optimización del rendimiento en la gimnasia artística (Mkaouer et al., 2023); en consecuencia, es necesario la selección de pruebas funcionales adecuadas según el aparato en los deportistas de gimnasia artística, para llevar un adecuado proceso de metrología deportiva, a su vez esto posibilite el seguimiento del entrenamiento deportivo.

Por otra parte, la Metodología Ágil de MICOVI define al Estímulo como una serie de impulsos psicosociomotores, cognitivos y afectivos capaces de perturbar la homeostasis del organismo. Esta perturbación desencadena respuestas defensivas del organismo, generando la transformación de las estructuras de los sistemas de órganos. En el ámbito deportivo, el estímulo se convierte en un mecanismo clave que induce cambios en el estado del deportista, y su efectividad se maximiza mediante una planificación y control precisos en la dosificación.

En la gimnasia artística, el estímulo se materializa a través de la interrelación de indicadores que el entrenador incorpora en las distribuciones de las dosificaciones de ejercicios. Estos indicadores incluyen aspectos como tareas, cantidad, calidad promedio ponderado pausas, frecuencia y duración del ejercicio, todos ellos diseñados para influir de manera específica en el desempeño del deportista.

Así mismo, la función del ICM se emplea específicamente cuando se utiliza una rúbrica analítica. Su propósito es sumar los productos resultantes de multiplicar los porcentajes ponderados con las calificaciones de los niveles asignados a cada indicador presente en los ejercicios técnicos. Este proceso transforma la calidad, que es de naturaleza cualitativa, en una representación cuantitativa. Así, los entrenadores pueden disponer de un valor numérico para el control y evaluación de la calidad en los respectivos ejercicios técnicos, facilitando la gestión y análisis de la información programada y ejecutada.

Del mismo modo, cuando se efectúa un ejercicio en la sesión de entrenamiento en cualquier en la gimnasia artística, se realiza por lo general más de una repetición, por tal razón, hay que

realizar el promedio ponderado del respectivo ejercicio, ya que la calidad que tendría el mismo varía en cada una de las respectivas repeticiones, lo que implica ejecutar el cálculo de la misma para que podamos determinar cuál sería la respectiva calidad representativa del ejercicio, que se denomina promedio ponderado del ejercicio. Se utiliza la calidad promedio de cada ejercicio de las sesiones de entrenamiento por los especialistas del entrenamiento deportivo en la gimnasia artística determinan por consenso sacan un valor apropiado o la calculan por información pasada ese valor que represente el 100% como unidad patrón, para cuando se vaya a comparar los ejercicios de lo planificado o ejecutado de cada sesión de entrenamiento o competición.

Por último, la metodología ágil de MICOVI sugiere la eficacia desde un enfoque estratégico y adaptativo que maximiza los resultados deseados con las acciones más efectivas y pertinentes en cada contexto del deporte; a su vez, desde la eficiencia se reconoce no solo en términos de gasto energético, sino también en la gestión del tiempo, los recursos materiales y el talento humano, promoviendo un enfoque holístico y sinérgico que maximiza el potencial del deportista. Por ello, se recomienda para futuras investigaciones aplicar la metodología ICM en diferentes deportes y modalidades, para identificar nuevas estrategias en la optimización del rendimiento, del mismo modo, es importante seguir empleando la relación de la eficacia ICM aguda/crónica como indicador de cada de entrenamiento en la metodología ICM.

## **CONCLUSIONES**

Se tuvieron en cuenta los parámetros de la conceptualización, automatización, sincronización y mecanización, con el objetivo de buscar mejor calidad en la ejecución, que, al lograrlo, los elementos serán realizados técnicamente mejor, con menor gasto de energía y mayor plasticidad, dándole fluidez al elemento.

Con la utilización de una rubrica por medio en la metodología ágil de MICOVI, la calidad de la ejecución de los ejercicio a través de la ecuación del Indicador de Calidad MICOVI (ICM), se pudo valorar la calidad del desempeño en la técnica de los ejercicios en barras paralelas, permitiendo obtener datos puntuales como la eficacia, eficiencia, nota final del esquema, entre otras, que ayudan a los entrenadores de gimnasia artística en la cuantificación y control del programa de entrenamiento, que se verá reflejada en tener una nota de partida alta, con las menores deducciones, y con un mejor resultado.

En efecto, la evaluación mediante esta metodología para la ejecución correcta de la técnica basada en la estimulación exteroceptiva en el ejercicio de la barra paralela en la gimnasia artística masculina de la selección Colombia categoría juvenil, se logró conjugar en función de nuevos aprendizajes que se muestran en competiciones a nivel nacional como internacional; lo que condujo a alcanzar buenos resultados en las competencias que participaron.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Albright, J. A., Meghani, O., Lemme, N. J., Owens, B. D., & Tabaddor, R. (2023). Characterization of musculoskeletal injuries in gymnastics participants from 2013 to 2020. *Sports Health*, 15(3), 443–451. <https://doi.org/10.1177/19417381221099005>

Andrade, R., Wik, E. H., Rebelo-Marques, A., Blanch, P., Whiteley, R., Espregueira-Mendes, J., & Gabbett, T. J. (2020). Is the acute: Chronic workload ratio (ACWR) associated with risk of time-loss injury in professional team sports? A systematic review of methodology, variables and injury risk in practical situations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(9), 1613–1635. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01308-6>

Bonazza, N. A., Saltzman, E. B., Wittstein, J. R., Richard, M. J., Kramer, W., & Riboh, J. C. (2022). Overuse elbow injuries in youth gymnasts. *The American Journal of Sports Medicine*, 50(2), 576–585. <https://doi.org/10.1177/03635465211000776>

Campbell, R. A., Bradshaw, E. J., Ball, N. B., Pease, D. L., & Spratford, W. (2019). Injury epidemiology and risk factors in competitive artistic gymnasts: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 53(17), 1056–1069. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099547>

Casas, J. R., Parra, A. J. O., Bustos-Viviescas, B. J., & Vilorio, M. C. (2023). Evaluación de la calidad del desempeño en la técnica de los ejercicios en barras paralelas. *Revista cubana de ortopedia y traumatología*, 37(4). <https://revortopedia.sld.cu/index.php/revortopedia/article/view/611>

Correa Vilorio M. (2017). Planificación metodología indicadores de calidad MICOVI. 2017.

Cudeiro González, O., Piña Fonseca, R., & Trejo del Pino, F. C. (2023). Sistema didáctico para la identificación de posibles talentos en el béisbol en la iniciación deportiva. *Arrancada*, 23(46), 140–157. Recuperado de: <https://revistarrancada.cujae.edu.cu/index.php/arrancada/article/view/662>

Debien, Paula B., Timoteo, T. F., Gabbett, T. J., & Bara Filho, M. G. (2022). Training-load management in rhythmic gymnastics: Practices and perceptions of coaches, medical staff, and gymnasts. *International journal of sports physiology and performance*, 17(4), 530–540. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0279>

Debien, Paula Barreiros, Miloski, B., Werneck, F. Z., Timoteo, T. F., Ferezin, C., Filho, M. G. B., & Gabbett, T. J. (2020). Training load and recovery during a pre-Olympic season in professional rhythmic gymnasts. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 977–983. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-402.19>

Desai, N., Vance, D. D., Rosenwasser, M. P., & Ahmad, C. S. (2019). Artistic gymnastics injuries; Epidemiology, evaluation, and treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(13), 459–467. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-18-00147>

Dudley, C., Johnston, R., Jones, B., Till, K., Westbrook, H., & Weakley, J. (2023). Methods of monitoring internal and external loads and their relationships with physical qualities, injury, or illness in adolescent athletes: A systematic review and best-evidence synthesis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(8), 1559–1593. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01844-x>

Fari, G., Fischetti, F., Zonno, A., Marra, F., Maglie, A., Bianchi, F. P., Messina, G., Ranieri, M., & Megna, M. (2021). Musculoskeletal pain in gymnasts: A retrospective analysis on a cohort of professional athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5460. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105460>

Fernandes, I., Gomes, J. H., Oliveira, L. de, Almeida, M., Claudino, J. G., Resende, C., Neto, D. R., Galán, M. H., Oliveira, P. M. P., Aidar, F. J., Mendes, R., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2022). Monitoring of the training load and well-being of elite rhythmic gymnastics athletes in 25 weeks: A comparison between starters and reserves. *Sports*, 10(12), 192. <https://doi.org/10.3390/sports10120192>

Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>

Griffin, A., Kenny, I. C., Comyns, T. M., & Lyons, M. (2020). The association between the acute:Chronic workload ratio and injury and its application in team sports: A systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(3), 561–580. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01218-2>



Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(S2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>

Hamlin, M. J., Wilkes, D., Elliot, C. A., Lizamore, C. A., & Kathiravel, Y. (2019). Monitoring training loads and perceived stress in young elite university athletes. *Frontiers in physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00034>

Heck, K., Zeppieri, G., Jr, Bruner, M., Moser, M., Farmer, K. W., & Pozzi, F. (2021). Preseason upper extremity range of motion and strength in relation to in-season injuries in NCAA Division I gymnasts. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(1), 232596712097709. <https://doi.org/10.1177/2325967120977090>

Imbach, F., Perrey, S., Chailan, R., Meline, T., & Candau, R. (2022). Training load responses modelling and model generalisation in elite sports. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05392-8>

Jones, C. M., Griffiths, P. C., & Mellalieu, S. D. (2017). Training load and fatigue marker associations with injury and illness: A systematic review of longitudinal studies. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(5), 943–974. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>

Kaufmann, S., Ziegler, M., Werner, J., Noe, C., Latzel, R., Witzany, S., Beneke, R., & Hoos, O. (2022). Energetics of floor gymnastics: Aerobic and anaerobic share in male and female sub-elite gymnasts. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00396-6>

Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>

Kolar, E., Pavletič, M. S., Smrdu, M., & Atiković, A. (2017). Athletes' perception of the causes of injury in gymnastics. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(5). <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06228-9>

Maupin, D., Schram, B., Canetti, E., & Orr, R. (2020). The relationship between acute: Chronic workload ratios and injury risk in sports: A systematic review. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 11, 51–75. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s231405>

Mkaouer, B., Jemni, M., Chaabene, H., Amara, S., Njah, A., & Chtara, M. (2018). Effect of two different types of Olympic rotation order on cardiovascular and metabolic variables in men's artistic gymnastics. *Journal of Human Kinetics*, 61(1), 179–187. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0120>

Sastre-Munar, A., Pades-Jiménez, A., García-Coll, N., Molina-Mula, J., & Romero-Franco, N. (2022). Injuries, pain, and catastrophizing level in gymnasts: A retrospective analysis of a cohort of Spanish athletes. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(5), 890. <https://doi.org/10.3390/healthcare10050890>

Schumann, C., Wojciechowski, M., & Bunn, J. A. (2023). Comparing two methods of acute: Chronic workload calculations in girls' youth volleyball. *Sports*, 11(3), 51. <https://doi.org/10.3390/sports11030051>

Seemann-Sinn, A., Rüdrieh, P., Gorges, T., Naundorf, F., & Wolfarth, B. (2023). Physiological and energetic demands during still-rings routines of elite artistic gymnasts. *International journal of sports physiology and performance*, 18(7), 704–710. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0380>

Seemann-Sinn, A., Rüdrieh, P., Gorges, T., Sandau, I., Naundorf, F., & Wolfarth, B. (2024). Determining physiological and energetic demands during High-Level pommel horse routines using a modified method based on heart rate–oxygen uptake functions. *Sports*, 12(1), 27. <https://doi.org/10.3390/sports12010027>

Sekiguchi, Y., Curtis, R. M., Huggins, R. A., Benjamin, C. L., Walker, A. J., Arent, S. M., Adams, W. M., Anderson, T., & Casa, D. J. (2021). The relationships between perceived wellness, sleep, and acute: Chronic training load in National Collegiate Athletics Association division I male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1326–1330. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004003>

Tibana, R. A., Sousa, N. M. F. de, Prestes, J., Feito, Y., Ernesto, C., & Voltarelli, F. A. (2019). Monitoring training load, well-being, heart rate variability, and competitive performance of a functional-fitness female athlete: A case study. *Sports*, 7(2), 35. <https://doi.org/10.3390/sports7020035>

Tisano, B., Zynda, A. J., Ellis, H. B., & Wilson, P. L. (2022). Epidemiology of pediatric gymnastics injuries reported in US emergency departments: Sex- and age-based injury patterns. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 10(6), 232596712211024. <https://doi.org/10.1177/23259671221102478>

Wang, C., Vargas, J. T., Stokes, T., Steele, R., & Shrier, I. (2020). Analyzing activity and injury: Lessons learned from the acute:Chronic workload ratio. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(7), 1243–1254. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01280-1>

Windt, J., & Gabbett, T. J. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload—injury aetiology model. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 428–435. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096040>

#### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que la presente investigación y su redacción no presenta ningún conflicto de interés; es un artículo inédito; y no ha sido aceptada para publicación en otra editorial.

#### **CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES**

Jairo Ruiz Casas\*: Conceptualización, investigación y aplicación del experimento, redacción y edición del documento final.

Arles Javier Ortega Parra: Conceptualización, investigación y aplicación del experimento, redacción y edición del documento final.

Brian Johan Bustos-Viviescas: Conceptualización, investigación y aplicación del experimento, redacción y edición del documento final.

Carlos Enrique García Yereña: redacción y edición del documento final.

Oscar Narciso Muñoz Hernández: redacción y edición del documento final.

Milton Correa Vilorio: redacción y edición del documento final.