

GIMNASIA ARTISTICA: ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA INVERSIÓN ADELANTE
REVISIÓN SISTEMÁTICA
ARTISTIC GYMNASTIC: BIOMECHANICS ANALISYS WALKOVER FORWARD
SYSTEMATIC REVIIEW

Ligia Diener-González
Facultad de Educación. Universidad Mayor, Chile.
Correo electrónico: ligia.dienerg@mayor.cl

RECIBIDO: 27.08.2018
ACEPTADO: 03.12.2018

Resumen

Este estudio tuvo por objetivo analizar las variables cinemáticas del elemento gimnástico inversión adelante. Se realizó una revisión sistemática cualitativa en cinco bases de datos de literatura específica: Google Académico, Elsevier, Medline, ScienceDirect y Journal of Human Kinetics, bajo los caracteres: inversión adelante, cinemática, gimnasia artística, biomecánica. En base a los datos recopilados, se dividió la técnica deportiva en cinco fases: preparación, impulso, posición invertida, inversión y recuperación, cada una de ellas se estudió individualmente. Los resultados apuntaron que los indicadores cinemáticos de mayor influencia en la ejecución de la Inversión Adelante son: distancia, altura del centro de masa, trayectoria del centro de masa, desplazamiento del centro de masa, velocidad de la pierna impulso, tiempo de contacto de manos, porcentaje de deformación del suelo, desaceleración pierna impulso, mayor momento y aceleración angular de la columna.

Palabras clave: Inversión adelante, cinemática, gimnasia artística, biomecánica.

Abstract

This study has for aim analyze the cinematic variables of the gymnastic element Walkover Forward. A qualitative systematic review was realized in five specific literature databases: Google Academic, Elsevier, Medline, ScienceDirect and Journal of Human Kinetics, under the characters: walkover forward, kinematics, gymnastic and biomechanics. In order to compiled information, the sports technique was divided in five phases: preparation, impulse, handstand, investment and recovery, each of them was studied individually. The results highlight cinematics indicators of major influence in Walkover Forward execution are: distance, height center of mass, trajectory center of mass, displacement center of mass, speed impulse leg, hands contact time, percentage deformation, deceleration impulse leg, major angular moment and angular acceleration of the column.

Key words: Walkover forward, kinematic, artistic gymnastics, biomechanics.

Introducción

La inversión adelante (IA) en Gimnasia Artística (GA) es una habilidad utilizada en la modalidad de viga o barra de equilibrio en mujeres y en suelo por hombres. Forma parte del grupos 4: Posiciones de mantenimiento y acrobático de vuelo en el aparato de barra de equilibrios (Fédération Internationale de Gymnastique International, 2017). Como todos los ejercicios en gimnasia debe caracterizarse por mostrar dinamismo, precisión y continuidad para obtener la máxima eficiencia en su ejecución (Potop & Timnea, 2017).

Las características específicas de cada elemento en GA tienen base en el análisis biomecánico a través del cual es posible identificar la técnica deportiva (Arampatzis & Brüeggmann, 1998), especificar errores en el rendimiento (Živčić & Šadura, 1996) (Nakamura & Kato, 1999), y determinar las características biomecánicas del aparato gimnástico (Daly & Bass, 2001). La investigación biomecánica en gimnasia artística puede realizarse utilizando métodos biomecánicos y métodos tomados de otros campos del conocimiento tales como; pedagógico, mecánico, fisiológico, psicológico y médico, entre otros (Potop, 2007). El aumento del nivel de objetividad va desde los criterios pedagógicos hacia los biomecánicos, ésta es la razón por la cual los criterios biomecánicos se usan para dividir elementos de gimnasia en partes. Por lo tanto, la estructura técnica de los elementos de gimnasia contiene tres niveles: períodos, etapas y fases (Suchilin, 2010). Relevante a este estudio, las fases de la IA identificadas en la literatura clásica son: 1. Preparación 2. Impulso 3. Posición Invertida con piernas separadas 4. Inversión 5. Recuperación (Stroescu, 2015). Cada fase posee un propósito mecánico (PM), que hace referencia a la característica mecánica que utiliza para conseguir su efectividad, cada PM origina indicadores cinemáticos (ICm) involucrados en el movimiento. Siendo nuestro objeto de estudio los ICm cabe mencionar, son aspectos evaluables por la biomecánica del deporte enfatizado en el estudio del movimiento, con independencia de las causas que podrían modificarlo (Ibañez-Mingual, Martín-Rodríguez, & Zamarro-Minguell, 1989; Aedo-Muñoz & Bustamante-Garrido, 2012).

La cinemática como resultado del estudio del movimiento humano determina en la técnica deportiva un objetivo general de rendimiento (OGR), el cual corresponde a su característica principal implicada en el cumplimiento de dicha tarea motora (Morante & Izquierdo, 2008). Es el caso de la IA, como resultado de la traslación sucesiva de una posición posterior a una anterior sin una fase de vuelo (Foidart-Dessalle & Krier, 2005). Requiere de un elevado nivel técnico pues demanda control en la velocidad descendente del tronco, abducción del ángulo de la cadera e hiper-extensión de hombros (Michotte, 1990). Además la columna vertebral juega un papel vital para ayudar al movimiento y existe estrecha relación entre la máxima hiperextensión lumbar y la fuerza de impacto (Hall, 1986). Biomecánicamente, el dominio y la regulación durante el ejercicio se pueden hacer respetando el principio de la proyección permanente del centro de gravedad en el área de apoyo (Şlemin, 1976). La revisión de la literatura especializada certifica la importancia de la investigación en gimnasia, no obstante, los problemas generales del análisis biomecánico y el conocimiento de los factores decisivos para la formación técnica en gimnasia, es conocida pero insuficientemente tratada (Potop, Manolr & Andreyena, 2014).

Metodología

El propósito de este estudio fue analizar las características cinemáticas de los componentes claves de la técnica deportiva del elemento gimnástico Inversión Adelante. Se realizó una revisión sistemática cualitativa de los últimos 20 años en cinco bases de datos de literatura específica: Google Académico, Elsevier, Medline, ScienceDirect y Journal of Human Kinetics. Las palabras claves utilizadas fueron: inversión adelante, cinemática, gimnasia, biomecánica. siendo los criterios de selección: coherencia con la temática en cuestión, artículos de revisión e investigación experimental. Se excluyeron estudios vinculados a publicaciones no formales como resúmenes y/o comunicaciones cortas, referentes directos no escritos en inglés y cuya temática no abordara directamente la temática cinemática. A partir de las referencias seleccionadas se construyó el presente artículo de revisión acerca del análisis cinemático de la Inversión Adelante. En la Figura 1 se puede observar una descripción sintetizando el proceso de selección de los instrumentos utilizados para la revisión.

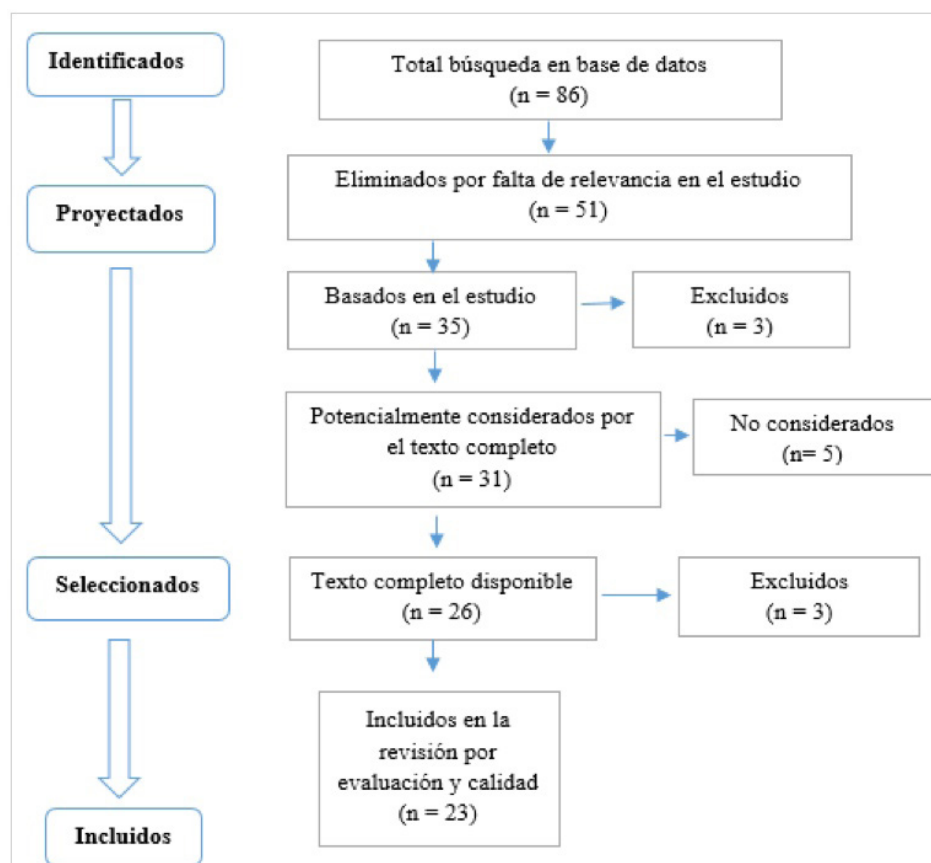


Figura 1. Descripción de la revisión

Proceso de selección de los instrumentos utilizados en la revisión.

Tabla 1. Tabla resumen de la revisión

Nº	Autor	Muestra	Método	Variables que se evaluaron	Resultado
1	Aedo-Muñoz, E. & Bustamante, A. (2011)	13 artículos.	Revisión bibliográfica cualitativa.	Objeto de estudio y tareas de biomecánica	Tareas de la biomecánica en el deportista son: Describir las técnicas deportivas, corregir defectos de la técnica deportiva, proponer técnicas más eficientes y eficaces.
2	Araújo, C. (2004)	No tiene.	Método de investigación cualitativa.	Distancia, altura CM, velocidad.	Ayudas mecánicas en gimnasia.
3	Barrios, J. & Ranzola, A. (1999)	No tiene.	Método de investigación cualitativa.	Cinética y cinemática.	Manual para la iniciación al deporte.
4	Bermejo, J. (2013)	46 libros, 26 artículos y 2 tesis doctorales.	Revisión bibliográfica cualitativa.	Biomecánica del deporte.	Técnica deportiva es un movimiento ideal relativo al deporte y al deportista, se ejecuta siguiendo una secuencia de patrón lógico establecido en función de las reglas internas y externas al deporte y en función de los conocimientos previos en mecánica y las experiencias prácticas.
5	Čuljak, Z., Sunčica, D., Kalinski, F., Kezić, A. & Miletić, D. (2014)	20 gimnastas 1 escuela de niños.	Método de investigación experimental.	Evaluación de destrezas gimnásticas.	Participantes que tuvieron mejores resultados iniciales en habilidades de movimiento fundamentales para superar los obstáculos también tuvieron mejores resultados de habilidades de gimnasia en el punto de medición final.
6	Daly, R., Bass., & Finch., C. (2001)	60 artículos de revisión.	WinSpiers 4.0 Biblioteca electrónica de referencia de Silverplatter en Deakin University.	Lesiones en Gimnasia	Las lesiones clave en gimnasia incluyen: entrenamiento (preparación física, educación, detección y rendimiento técnica), el equipo y la salud sistema de apoyo (examen médico, tratamiento, y rehabilitación).
7	Federación Internacional de Gimnasia-FIG. (2017)	Niveles Internacionales.	Método de expertos y aprobado por el Comité Ejecutivo FIG, actualizado después del Curso Intercontinental de Jueces GAF (12 al 18/ diciembre/ 2016).	Código de puntuación en gimnasia artística.	Código de puntuación para juegos olímpicos, campeonatos del mundo, competencias regionales e intercontinentales y eventos con participantes internacionales.
8	Foidart-Dessalle, P. Krier, V. De Pasqua & J. M. Crielaard (2005)	6 gimnastas experimentados 6 gimnastas principiantes.	Cámara infrarroja (sistema Elite) y EMG.	Distancia, altura CM, desplazamiento CM, velocidad, momento y aceleración angular.	Las gimnastas de miembros inferiores más cortos controlan mejor la velocidad descendente del tronco, abra más el ángulo entre la cadera y el tronco, y respaldan más el hombro en postura ATR.
9	Ibáñez, J. (1989)	No tiene.	Método de investigación cuantitativa.	Distancia, altura, trayectoria, desplazamiento, velocidad, porcentaje de deformación, aceleración, momento angular.	Análisis de la cinemática.
10	Izquierdo, M. (2008)	No tiene.	Método de investigación cualitativa y cuantitativa.	Objeto de estudio de tareas biomecánica en deportes colectivos e individuales.	Análisis biomecánico en actividad física.
11	Jemni, N. (2013)	No tiene.	Método de investigación cuantitativa.	Trayectoria, posición, distancia, desplazamiento, velocidad, aceleración.	Análisis de la cinemática y cinética en gimnasia.

12	Kay, D. (1968)	1 gimnasta.	Camara Cine-Kodac 48 fotos por segundo.	Distancia, altura CM, trayectoria CM, desplazamiento CM, velocidad, tiempo de contacto de manos, porcentaje de deformación del suelo, desaceleración pierna impulso.	La cinemática resulta ser clave en la ejecución de ejercicios en gimnasia.
13	Knirsch, K. (1974)	No tiene.	Método de investigación cualitativa.	Metodología de los ejercicios en Gimnasia Artística.	Material metodológico en gimnasia artística.
14	Mómen, J. (2013)	No tiene.	Revisión bibliográfica cualitativa.	Trayectoria, desplazamiento, velocidad.	Aspectos cinemáticos y cinéticos en Gimnasia Artística
15	Potop, V., Cretu, M. & Timnea, O. (2013)	1 gimnasta de 10 años de edad.	Programa de análisis biomecánico (World in motion).	Aspectos metodológicos del aprendizaje y la transferencia en la gimnasia artística femenina.	El uso eficiente de la transferencia y el análisis biomecánico en el aprendizaje de elementos técnicos en la gimnasia artística de las mujeres contribuye a mejorar el nivel de preparación y obtener mejores actuaciones en las competiciones
16	Potop, V., Manolr, e., Andreyena, N. (2014)	13 gimnastas.	Kinovea & Physics Toolkit.	Indicadores antropométricos biomecánicos.	Indicadores antropométricos y biomecánicos son necesarios para el análisis biomecánico.
17	Potop, V., Niculescu, G. & Timnea, C. (2013)	8 gimnastas de 12 a 14 años de edad.	Physics ToolKit.	Velocidad de la de pierna impulso, tiempo de contacto, porcentaje de deformación del suelo.	El análisis biomecánico de los elementos acrobáticos en el haz destacó la cinemática y dinámica características de los componentes clave de la técnica deportiva y su influencia en los desempeños logrados en la competencia
18	Potop & Timnea (2017)	13 gimnastas de 12 a 15 años de edad.	Video computarizado de análisis biomecánico.	Altura CM, trayectoria CM, desplazamiento CM, velocidad.	Influencia de las características cinemáticas y dinámicas en la ejecución técnica consistente con los desempeños logrados en las competiciones.
19	Requejo, P., McNitt-Gray, J. & Flashner, S. (2004)	3 gimnastas de elite.	Modelo dinámico multi-variante experimentalmente validado.	Velocidad, aceleración, momento angular.	La modificación en la torsión del hombro durante la fase de vuelo permite a los gimnastas mantener la cinemática del tren inferior.
20	Sands, W., Caine, D. & Borms, J. (2003)	No tiene.	Revisión bibliográfica cualitativa.	Distancia, altura, trayectoria, desplazamiento, velocidad, porcentaje de deformación, aceleración, momento angular.	Aspectos cinemáticos y cinéticos en gimnasia artística femenina.
21	Stroescu, S. (2015)	6 gimnastas mujeres.	Programa de análisis biomecánico.	Altura CM, trayectoria CM, desplazamiento CM, velocidad.	Los errores cinemáticos y dinámicos conducen a causar otros errores.
22	Wyatt, H. (2015)	No tiene.	Método de investigación cuantitativa.	Velocidad de la de pierna impulso, tiempo de contacto de manos, desaceleración, momento angular.	Análisis de la cinemática en gimnasia femenina.
23	Živčić-Marković, K., Sporiš, G., Čavar, I., Aleksić-Veljković, Al. & Milanović, Z. (2012)	1 gimnasta profesional.	2 vhs (panasonic nv-ms1 hq s-vhs) video cámaras a 60 a velocidad de 60 fotos por segundo.	Posición, trayectoria, distancia, desplazamiento, aceleración.	Los procedimientos metodológicos de enseñanza de gimnasia, coinciden principalmente en parámetros cinemáticos espaciales.

Resultados y discusión

El estudio cinemático determina en la técnica deportiva un OGR, como característica principal implicada en el cumplimiento de la tarea motora (Morante & Izquierdo, 2008). El OGR de la IA es desplazar el cuerpo de una posición a otra vale decir, desplazamiento y velocidad (Foidart-Dessalle & Krier, 2005). La literatura clásica divide esta técnica deportiva en cinco fases: 1. Preparación 2. Impulso 3. Posición invertida con piernas separadas 4. Inversión 5. Recuperación (Stroescu, 2015). En la individualidad de su estudio, cada fase muestra un PM que precisa del conocimiento de sus respectivos ICm para su correcta ejecución.







	
<p>Fase 1. Preparación Óptima separación de piernas para el impulso necesario de la próxima fase (Stroescu, 2014). PM: Separación de piernas. ICm: Distancia</p>	
<p>Fase 2. Impulso Elevar el Centro de masa (CM) a través de la velocidad de la pierna de impulso (Zoran Čuljak et al., 2014). PM: Elevar el CM, Velocidad de la pierna de impulso. ICm: Altura CM, Trayectoria CM, Desplazamiento CM, Velocidad pierna impulso, Tiempo de contacto de las manos, Porcentaje de deformación del suelo.</p>	
<p>Fase 3. Posición invertida con piernas separadas Separar a 180 <sup>o</sup> cadera y frenar la pierna de impulso producto de la fuerza de gravedad (Stroescu, 2015) PM: Frenar la pierna de impulso. ICm: Desaceleración pierna impulso, Altura CM, Desplazamiento CM, Tiempo de contacto de las manos, Porcentaje de deformación del suelo.</p>	
<p>Fase 4. Inversión Disminuir el <sup>o</sup> columna a través del aterrizaje del pie para mantener altura del CM (Stroescu, 2014). PM: Disminuir el <sup>o</sup> columna. Altura del CM. ICm: Aceleración angular columna, Altura CM, Trayectoria CM, Velocidad CM, Velocidad pierna impulso, Tiempo de contacto de las manos, Porcentaje de deformación del suelo, > Momento angular.</p>	
<p>Fase 5. Recuperación Elevar el CM a través del empuje de manos con el suelo (Zoran Čuljak et al., 2014). PM: Elevar el CM, Empuje de manos con el suelo. ICm: Altura CM, Velocidad CM, Desplazamiento CM, Tiempo de contacto de las manos, Porcentaje de deformación del suelo, > Momento angular.</p>	

Figura 2. Secuencia Inversión Adelante

Tabla 2. Variables Cinemáticas de la Inversión Adelante

Objetivo General de Rendimiento Desplazamiento y Velocidad		
Fases	Propósito Mecánico	Indicadores Cinemáticos
1.Preparación	Separación de piernas	Distancia
2.Impulso	Elegir el CM	Altura CM
		Trayectoria CM
		Desplazamiento CM
	Velocidad de la pierna de impulso	Velocidad pierna impulso
		Tiempo de contacto de las manos
% deformación del suelo		
3.Posición invertida con piernas separadas	Frenar la pierna de impulso	Desaceleración pierna impulso
		Altura CM
		Desplazamiento CM
		Tiempo de contacto de las manos
		% deformación del suelo
4.Inversión	Disminuir el \angle columna	Aceleración angular columna
		>Momento angular
	Altura del CM	Altura CM
		Trayectoria CM
		Velocidad CM
		Velocidad pierna impulso
		Tiempo de contacto de las manos
% deformación del suelo		
5.Recuperación	Elegir el CM	Altura CM
		Velocidad CM
		Desplazamiento CM
		>Momento angular
	Empuje de manos con el suelo	Tiempo de contacto de las manos
		% deformación del suelo

Sin duda que en los deportes individuales la contribución de la biomecánica ha sido un factor determinante en el rendimiento de los deportistas de elite (Morante & Izquierdo, 2008). Más allá de esto, es poca la atención que se demanda en entrenamiento al componente mecánico de una técnica deportiva, centrando el aprendizaje de un movimiento en base al componente biológico a través de la adquisición de las cualidades físicas determinantes. En los estudios que centran el rendimiento de la gimnasia en el factor mecánico, como en Vladimir Potov (2004 en adelante), se evidencia la importancia del análisis biomecánico en el aprendizaje y el perfeccionamiento de los elementos técnicos, así como la dinámica de los elementos técnicos en la relación de transferencia de movimiento y corrección de errores técnicos para nuevos y mejores resultados en la competencia. La mayoría de estos estudios coinciden en que las variables cinemáticas de mayor influencia en la gimnasia artística son entre otros, distancia, velocidad y desplazamiento. La aplicabilidad de las variables descritas, anexo a la sistematización en la planificación y programación de los procesos de formación en artística gimnasia (desde más fácil a más difícil, de simple a complejo, de lo conocido a lo desconocido) suelen tener un carácter profesional dentro de las sesiones de rendimiento. Podemos suponer un aprendizaje elocuente, basado en la calidad y tiempo de desarrollo de cada fase en términos de su objetivo y propósito.

Los resultados de las variables cinemáticas analizadas en la IA arrojan que los indicadores que más se reiteran son: altura y velocidad del CM, velocidad de la pierna de impulso, aceleración y momento angular de la columna. En la fase 1 la separación de piernas debe ser suficiente para acumular energía y ser transferida a la fase de impulso, elevar el CM suele ser difícil en iniciantes por lo que en esta fase se requiere de la instrucción del entrenador en varias sesiones de enseñanza, utilizando metodologías descritas en otras investigaciones. La velocidad de la pierna de impulso en la fase 2 es el principal elemento al considerar la ejecución perfeccionada de la posición invertida, por lo general no se utiliza este elemento antes de lograr una correcta alineación y adaptabilidad de las estructuras osteomusculares comprometidas. Desacelerar la pierna de impulso una vez lograda la posición invertida, puede ser la dificultad clave en la

precisión y limpieza de la IA, y es que por consecuencia requiere la capacidad de transferir controladamente los pesos de ambas piernas balanceadamente (Fase 3). La inversión como tal se puede explicar a través de la segunda ley de Newton descrita en 1987 acerca de la aceleración centrípeta: "a menor radio de curvatura, mayor velocidad aceleración"; gimnásticamente, "a menor ángulo de columna, mayor empuje para la recuperación" (Fase 5). Una ejecución con posicionamiento de manos muy cerca del tronco resultara en la falta de traslación del CM así como la falta de extensión en la columna vertebral conduce a un aterrizaje poco limpio.

Cabe destacar que la preparación física en el periodo preparatorio específico de la gimnasta debe estar a merced de las exigencias biomecánicas que presenta el elemento en sí, resultando en una destacada transferencia del movimiento. La estructura física de un elemento de gimnasia se va puliendo a medida que avanza el proceso de preparación técnica en la que se pueden identificar períodos de movimiento en donde la preparación física interviene para lograr el objetivo o propósito motor.

Conclusiones

El análisis de cada una de las fases de esta técnica deportiva proporciona los indicadores cinemáticos de la IA detallando: distancia, altura CM, trayectoria CM, desplazamiento CM, velocidad de la de pierna impulso, tiempo de contacto de las manos en el suelo, porcentaje deformación del suelo, desaceleración pierna impulso, mayor momento y aceleración angular de la columna, siendo el desplazamiento y la velocidad su principal característica implicada en el cumplimiento de dicha tarea motora. Cada indicador exige un proceso de aplicabilidad anexo a los procesos de formación en gimnasia. En otras palabras, cada indicador requiere un entrenamiento individualizado dentro del tiempo estipulado para la adquisición de cada fase. Cabe mencionar a su vez, la particularidad de los ejercicios para entrenar cada variable cinemática, que deben ser familiares a la fase del gesto, de otra manera, en la literatura científica existen múltiples similitudes de movimientos gimnásticos que llevan al mismo propósito motor.

Bibliografía

- Aedo-Muñoz, E., & Bustamante-Garrido, A. (2012). Conceptualización de la Biomecánica Deportiva y de la Educación Física. *Physical Education, Chile*, 270, 63–68.
- Arampatzis A, B. G. (1998). A mathematical high bar-human body model for analyzing and interpreting mechanical-energetic processes on the high bar. *J Biomech.*, 31, 1083–1092.
- Barrios, J., & Ranzola, A. (1999). Manual para el deporte de iniciación y desarrollo. (Ediciones Deportivas Latinoamericanas, Ed.) (Ediciones). DF Mexico: Ediciones Deportivas Latinoamericanas.
- Bermejo, J. (2013). Revisión del concepto de Técnica Deportiva desde la perspectiva biomecánica del movimiento. *Revista Digital de Educación Física*, 25, 45–59.
- Čuljak, Z., Sunčica, D., Kalinski, F., Kezić, A. & Miletić, D. (2014). Influence of fundamental movement skill on basic gymnastic skill acquisition. *University of Split, Faculty of Kinesiology. Croatia.*, 6(2), 73–82.
- Daly RM, Bass SL, F. C. (2001). Balancing the risk of injury to gymnastics: how effective are the counter measures? *Br J Sports Med*, 35, 1–19.
- Donskoi, D. (1959). *Biomecánica exercițiilor fizice*. (Editura Tineretului, Ed.). Timișoara.
- Federation International Artistic Gymnastic. (2017). Olympic Code of Points. United State American.
- Hall, S. (1986). Mechanical contribution to lumbar stress injuries in female gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.*, 18(6), 599–602.
- Ibañez Mengual, J., Martín Rodríguez, E., & Zamarro Minguell, J. (1989). Física. Murcia: Universidad de Murcia.
- Izquierdo, M., Echeverría, J. M., & Morante, J. C. (2008). Estructura y análisis del movimiento. In *Biomechanics and neuromuscular bases of physical activity and sport*. (Panamerica, p. 770). Madrid.
- Jemni, M. (2013). *The Science of Gymnastics*. (Routledge, Ed.). Taylor & Francis.
- Knirsch, K. (1974). *Manual de gimnasia artística*. Ediciones Castilla.
- Foidart-Dessalle, P, Krier, V. D. P. & J. M. C. (2005). Cinematic and Electromyographic Analysis of a Basic Athletic Test: The Walkover in Well Trained and Beginners Young Female Gymnasts. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 1, 101–103.
- Michotte, C. (1990). *Gymnastique artistique au sol*. *Revue de l'Education Physique*, 68, 29–40.
- Mkaouer, B., Jemni, M., Amara, S., Chaabene, H., & Tabka, Z. (2013). Kinematic and kinetic analysis of two gymnastics acrobatic series to performing the backward stretched somersault. *Journal of Human Kinetics*, 37, 17–26. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0021>
- Morante, J. C., & Izquierdo, M. (2008). Técnica deportiva, modelos técnicos y estilo personal. In *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte* (Panamerica, p. 771). Barcelona.

- Nakamura T, Kato S, W. Y. A. (1999). A Case Study on the Forward Handspring of Beginning Gymnasts. *Bulletin of Institute of Health and Sports Sciences. University of Tsukuba.*, 1(22), 33–42.
- Potop, V., Manolr, e., Andreyena, N. (2014). Biomechanical characteristics of the dismounts off beam of junior gymnasts 12 -15 years old. *Journal of Physical Education and Sport*, 3(14), 406–412.
- Potop & Timnea. (2017). Analysis of Biomechanical Characteristics of Acrobatic Elements on Balance Beam. *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*, 6(1).
- Potop V. (2007). *Reglarea conduitei motrice în gimnastica artistică feminină prin studiul biomecanic al tehnicii*. Ed. Bren, București., 140.
- Requejo, P. S., McNitt-Gray, J.L. y Flashner, H. (2004). Modification of landing conditions at contact via flight. *Biological Cybernetics*.
- Sands, W., Caine, D. & Borms, J. (2003). *Scientific Aspects of Women's Gymnastics*. Sydney.
- Șlemin, A. (1976). *Pregătirea tinerilor gimnaști*. București. Sport-Turism.
- Stroescu, S. (2014). Valorificarea factorilor interni ai capacității de performanță prin algoritimizarea învățării unor elemente tehnice cu rotație în ax transversal din Gimnastica Artistică feminină. UNEFS, București.
- Stroescu, S. (2015). Biomechanical Analysis of "Free (Aerial) Forward Walkover, Landing on One Foot" (Forward Danilova) on Balance Beam. *European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*.
- Suchilin, N. (2010). *Gymnastics – theory and practice*. "Sovetskij Sport" Publishing House, Moscow., 1, 5–25.
- Wyatt, H. (2015). *Physical development contributions to biomechanical injury risk in female gymnastics*. Cardiff Metropolitan University.
- Živčić K, Šadura T, D. S. M. D. (1996). Kinematic descriptions basic techniques somersault forward. In III Conference of sport (pp. 161–165). Zagreb: Faculty of Kinesiology.

Conflicto de intereses

Yo Ligia Diener, identificado con el documento de identidad número 16.956.337-3 Chile, declaro que he leído y entiendo las posibles situaciones causales de conflicto de interés y doy fe de que no es posible que tenga afiliación o relación causal de conflicto de interés que pueda impedirme llevar a cabo mi tarea como investigador. Igualmente, me declaro como autor terciario y otorgo a la revista el derecho de primera publicación, entendiendo que después de la publicación se licenciará simultáneamente bajo una Licencia de Atribución de Creatividad Común para compartir el trabajo con reconocimiento de la autoría de la obra y la publicación inicial en esta revista. Tengo conocimiento que puedo celebrar acuerdos contractuales adicionales por separado para la distribución no exclusiva de la versión publicada de la revista (por ejemplo, publicarla en un repositorio institucional o publicarla en un libro), con el reconocimiento de su publicación inicial en este diario