



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

Presentado para solicitar su inscripción en marco normativo de la
carrera de Licenciatura en Actividad Física

Título:

“ENTRENAMIENTO DE LA LATERALIDAD Y SUS EFECTOS EN EL DESEMPEÑO
MOTRIZ EN GIMNASTAS PRE PÚBERES”

Autora:

Delfina Conrad

DNI 41521987

Directora:

Lic. Paula Escobar

Fecha de Presentación:

17/07/2023

Firma de Autora

ABSTRACT

Introducción: La lateralidad es un fenómeno que se ve reflejado en todos los ámbitos de las personas, un constructo multidimensional que incluye un proceso activo afectado tanto por factores ambientales como genéticos y que influye en el ámbito deportivo. Es relevante para múltiples aspectos de la gimnasia artística debido a que existen comportamientos lateralizados en los giros, el uso de extremidades y en habilidades específicas. Esto influye en el entrenamiento, la adquisición de habilidades y el desarrollo del atleta, por lo que la comprensión neurofisiológica y su profundización puede proporcionar recomendaciones a profesionales sobre la práctica y su aplicación.

Objetivo: Conocer mediante una revisión bibliográfica, los efectos del entrenamiento de la lateralidad en gimnastas pre púberes.

Métodos: Se llevo a cabo una revisión bibliográfica a través de las bases de datos PubMed y Google Scholar. Fueron tenidos en cuenta aquellos artículos comprendidos entre los años 2000 y 2023.

Conclusión: El entrenamiento de la lateralidad basado en la educación cruzada genera beneficios y adaptaciones en el sistema nervioso central. En la gimnasia artística es importante reconocer la dominancia en cada gesto y respetar su homogeneidad en las diferentes destrezas, sin dejar de tener en cuenta los aportes positivos que un entrenamiento bilateral generaría. Recomendamos intervenciones prácticas tanto con el lado dominante como con el lado no dominante de habilidades motrices y en el entrenamiento de la fuerza, sobre todo en la población de gimnastas pre púberes ya que, para esta población las habilidades en su mayoría son novedosas y muestran una mayor predisposición al aprendizaje motor.

Palabras clave: lateralidad del control motor; lado dominante; gimnasia artística; educación cruzada / "laterality", "skillful side", "dominant side", "gymnastic", "cross-education", "motor skill"

ÍNDICE:

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	JUSTIFICACIÓN.....	4
III.	OBJETIVOS.....	4
IV.	METODOLOGÍA.....	5
V.	LATERALIDAD Y CONTROL MOTOR.....	7
VI.	LADO DOMINANTE VS. LADO NO DOMINANTE.....	8
VII.	EDUCACIÓN CRUZADA.....	9
VIII.	CONSIDERACIONES PRÁCTICAS.....	11
IX.	CONCLUSIONES.....	12
X.	DISCUSIÓN.....	12
XI.	REFERENCIAS.....	13

I. INTRODUCCIÓN

La lateralidad es relevante para una variedad de aspectos del deporte, existen comportamientos lateralizados en los giros, el uso de manos, pies y en habilidades específicas. Esto influye en el entrenamiento, la adquisición de habilidades, el rendimiento y el desarrollo del atleta. Por lo que la comprensión del control motor y su profundización puede proporcionar recomendaciones a profesionales sobre la práctica y su aplicación. En la presente revisión se indagó en la contribución del entrenamiento de la lateralidad en gimnastas en período de formación deportiva cuyas edades se encuentran dentro de la población infanto-juvenil.

Controversiales hipótesis se conocen sobre el entrenamiento del lado dominante y/o no dominante en personas zurdas y/o diestras y los efectos que el mismo produce, o también llamado entrenamiento de la lateralidad. En algunas de las investigaciones realizadas en los últimos 20 años podemos ver que dentro de los efectos buscados se encuentra la “educación cruzada”, que se refiere al efecto contralateral de la actividad motora crónica en una extremidad. Este efecto puede potenciar o disminuir la actividad motora y es específico para los músculos homólogos y la tarea de entrenamiento. (1)

Interiorizándonos en el deporte, debemos destacar que la gimnasia artística se basa en la repetición de gestos técnicos y es por ello que el entrenamiento de la técnica y su perfeccionamiento son el motor principal de la disciplina. Su predominancia asimétrica, hace que la lateralidad resulte de gran interés, haciendo de esto un gran desafío, debido a que no solo para su entrenamiento es eficiente tener una lateralidad coordinada, sino que, en la gimnasia artística, la lateralidad homogénea constituye un elemento de juzgamiento. Heinen et al. (2) mostraron que hay una relación entre algunos gestos técnicos y la preferencia rotacional de las gimnastas, sugiriendo que la práctica sistemática de diferentes habilidades con diferentes sentidos de giros y el conocimiento de la preferencia rotacional entre diferentes tareas, puede ser apropiada para desarrollar habilidades complejas de este deporte. Así mismo, es algo poco convencional que en la gimnasia artística el entrenamiento sea realizado con el hemicuerpo contrario además de su lado dominante. Se pretende esclarecer ciertas inquietudes relacionadas a los efectos que producirían un entrenamiento de la “bilateralidad” en gimnastas prepúberes.

I. JUSTIFICACION

Nuevas miradas de la enseñanza de la gimnasia artística podrían potenciar las habilidades de sus practicantes a los fines de mejorar el rendimiento y acervo motor, así como también, una mejora de la condición física de las implicadas. La presente revisión pretende dar luz a metodologías que amplíen dichas miradas a partir del entrenamiento de la lateralidad. Corregir errores en la misma, evitará que los éstos repercutan en las series de las deportistas, ya que, como se menciona anteriormente, la lateralidad no sólo es una herramienta para la metodología de enseñanza, sino que, en la gimnasia artística es un parámetro más de juzgamiento que acarreará consecuencias en el rendimiento deportivo final de las gimnastas. Esto último quiere significar la búsqueda de una mejora en la performance y la salud de las atletas, ya que, a través del entrenamiento repetitivo de un mismo hemicuerpo podemos caer en asimetrías o compensaciones por sobrecarga. Pretendemos, por lo tanto, revisar qué sucede en metodologías de entrenamiento asimétricas, en la lateralidad de las deportistas y los efectos que un cambio en las estrategias de entrenamiento podría desencadenar.

Se considera que la población infanto-juvenil es de sumo interés para la presente investigación debido a que en estos períodos de edad se aprenden y consolidan las habilidades motrices tanto las básicas, como las específicas y especializadas. Investigaciones sugieren que el fenómeno de educación cruzada disminuye con la edad, es por ello, que el foco de atención aumenta en esta población específica (3). Por otro lado, podemos pensar al entrenamiento de la lateralidad como parte de un entrenamiento neuromuscular. Este mismo abarca una variedad de intervenciones de entrenamiento que incluye ejercicios como movilidad, entrenamiento de la fuerza, equilibrio y movimiento impulsivo, y se ha demostrado que prepara mejor a los niños para las exigencias de sus deportes (4). Un objetivo clave de dicho tipo de entrenamiento es mejorar la competencia en el movimiento y, a la luz de esto, puede considerarse importante para el desarrollo de habilidades fundamentales de movimiento que se promueven en modelos de desarrollo atlético juvenil. A su vez, mejorar las bases atléticas en jóvenes atletas y presentar una diversidad de demandas físicas al sistema neuromuscular se consideran medios importantes para mitigar el riesgo de lesiones. (4) Se piensa también que esta población tiene un mayor acervo motor por explorar, lo cual podría ser beneficioso a los fines de la investigación y se podrían generar más y mejores intervenciones prácticas.

II. OBJETIVOS

III.I Objetivo general:

- Conocer mediante una revisión bibliográfica los efectos del entrenamiento de la lateralidad en gimnastas pre púberes.

III.II Objetivos específicos:

- Identificar los métodos y procedimientos utilizados para el entrenamiento de la lateralidad
- Analizar los fundamentos neuro-fisiológicos que se encuentren destacados para justificar dicho entrenamiento
- Proporcionar recomendaciones prácticas para el entrenamiento bilateral en programas de gimnasia artística.

III. METODOLOGÍA

Se realizará una revisión de artículos, bibliografía y ensayos relacionados con la temática. La revisión bibliográfica incluye las siguientes palabras: “lateralidad” “lado dominante” “gimnastas” “educación cruzada”. En inglés “laterality”, “skillful side”, “gymnastic”, “gymnast”, “dominant side”, “cross-education”, “cross-transfer” “motor skill”. Los períodos de búsqueda se redujeron desde los años 00 hasta la actualidad y, por su lado, la base de datos a consultar fue Pubmed y Google Académico.

III.I Fuentes de consulta:

- Google académico
- Pubmed

III.II Estrategia de búsqueda bibliográfica:

PALABRA CLAVE	TÉRMINO MeSH	TÉRMINO LIBRE
Lateralidad de control motor	Functional Laterality	Motor control laterality
Gimnasia	Gymnastics	-
Educación cruzada	-	Cross-education
Lado dominante / Lado hábil	-	dominant side skillful side motor skill dominance

Transferencia bilateral	-	cross-transfer contralateral transfer
-------------------------	---	--

- **PubMed:**

- (("dominant side" [All fields] OR "dominance" [All fields] OR "dominated" [All fields]) OR - "functional laterality"[MeSH Terms] OR ("functional"[All Fields] AND "laterality"[All Fields]) OR "functional laterality")) AND ("motor skills" [MeSH terms] OR ("motor" [All fields] AND "skill" [All fields]))
- ("cross"[All Fields] OR "crosse"[All Fields] OR "crossed"[All Fields] OR "crosses"[All Fields] OR "crossing"[All Fields] OR "crossings"[All Fields]) AND ("dominant side" [All fields] OR "dominance" [All fields] OR "dominated" [All fields]) OR ("motor skills" [MeSH terms] OR ("motor" [All fields] AND "skill" [All fields]) OR ("motor learning" [Mesh terms]) OR ("motor [all fields] AND "learning" [All fields]))
- ("transfer"[All Fields] OR "transferability"[All Fields] OR "transferable"[All Fields] OR "transferred"[All Fields] OR "transferring"[All Fields] OR "transferred"[All Fields] OR "transferring"[All Fields] OR "transfers"[All Fields]) ("dominant side" [All fields] OR "dominance" [All fields] OR "dominated" [All fields]) OR ("motor skills" [MeSH terms] OR ("motor" [All fields] AND "skill" [All fields]))

- **Google académico:**

Búsqueda de términos libres

Los artículos que se contemplaron fueron tanto estudios de caso como revisiones y ensayos. Como criterio de inclusión se observó que el estudio desarrolle el fenómeno de la lateralidad o del transfer en educación cruzada en sujetos sanos. Luego de seleccionar artículos según título y abstract, se consideraron criterios aplicados al cuerpo del artículo en donde se excluyeron los artículos que hacían referencia a la lateralidad o la educación cruzada pero que, en sus investigaciones, el objeto de estudio no era el movimiento sino, por ejemplo, el habla.

Se consideró como período de búsqueda desde el año 2000 hasta la actualidad, quedando una cantidad de 22 artículos.

IV. LATERALIDAD Y CONTROL MOTOR

La lateralidad es un constructo multidimensional que incluye el desarrollo como un proceso activo afectado tanto por factores ambientales como genéticos (5). Encontramos numerosas definiciones y clasificaciones, una primera aproximación de la lateralidad según R. Rigal es “el dominio de un costado con relación a otro en cuanto a nivel de fuerza y precisión”. (6) Por otra parte, A. García y F. Fernández, realizan una diferenciación de la lateralidad y consideran que existen dos tipos: lateralidad morfológica y lateralidad funcional. La primera, es aquella que se expresa en el movimiento involuntario y en las respuestas motoras gestuales y de adaptación espontánea. Mientras que la última, los autores la describen como que “expresa la habilidad motriz dominante adquirida por uno u otro miembro (mano-pie) en los aprendizajes sociales, y se construye en interacción voluntaria con el entorno” (7). La lateralidad funcional se refiere, como su nombre indica, a la función de una parte del cuerpo en relación con la preferencia de su uso o el predominio de su rendimiento (8). Esta dominancia o preferencia, puede manifestarse de diferentes maneras en todo el cuerpo, dando lugar a tipos de lateralidades, como son: lateralidad de giro, de mano, de pie, de capacidad auditiva y de capacidad ocular. Así mismo, surge una controversia sobre el origen, si es el entorno quien la produce o si está condicionada por factores genéticos. En este proyecto, no se discutirá sobre el origen de la misma ya que ese no es el principal interés del mismo, pero sí se intentará saber cómo el entorno puede condicionar o no a la misma.

La lateralidad y el control motor están vinculados a través de la organización funcional de los hemisferios cerebrales y la especialización en ciertos procesos de control en cada uno. Esta especialización o preferencia por un lado del cuerpo sobre el otro se asocia con la dominancia manual, es decir, la preferencia por el uso de una mano sobre la otra, a lo que posteriormente se describirá como “lado dominante” o en inglés “dominance side” y que se desarrollará en el próximo apartado. En términos de control motor, se ha observado que el hemisferio cerebral contralateral a la mano dominante (izquierdo en diestros) está especializado en procesos de control predictivo; este tipo de control implica anticipar y ajustar la ejecución de movimientos en función de la dinámica de las extremidades y las demandas de la tarea. Por otro lado, el hemisferio no dominante (derecho en diestros) tiende a especializarse en procesos de control de impedancia, que son esenciales para estabilizar el rendimiento y reducir errores en situaciones en las que el entorno mecánico es inesperado o cambia rápidamente. (9). Cada hemisferio contribuye a la ejecución de movimientos, generando patrones de control diferentes entre el brazo dominante y el no dominante. Esta

organización funcional se traduce en preferencias motoras y habilidades específicas para cada extremidad, afectando la ejecución de tareas diarias, deportivas y otras actividades que requieren coordinación motora. Los autores recomiendan la práctica de ambos hemicuerpos, que harán que las asimetrías marcadas por la lateralidad se vean disminuidas y generen mejoras en el rendimiento deportivo. (9)

Un estudio de Sainburg (10) demostró que este fenómeno sucede a partir de la teoría de la dominancia dinámica de la lateralidad, que es una explicación alternativa a la teoría tradicional de la lateralidad estática, la cual consideraba que una mano (derecha o izquierda) es dominante en todas las tareas. Por el contrario, la teoría de la dominancia dinámica sugiere que la lateralidad puede depender del tipo de tarea que se esté realizando. Según esta hipótesis, las habilidades motoras pueden no estar vinculadas de manera rígida a una mano específica y la lateralidad puede cambiar dependiendo de la naturaleza dinámica de la tarea. El estudio utiliza experimentos para investigar la relación entre la lateralidad y la dinámica del movimiento, particularmente en el contexto de la manipulación de objetos y los resultados indican que, en ciertos casos, la mano no dominante puede desempeñar un papel crucial y puede ser más eficiente en la realización de ciertas tareas motoras específicas. En resumen, la teoría de la dominancia dinámica sostiene que la lateralidad no es un fenómeno estático y que la elección de la mano dominante puede depender de la tarea en cuestión. El estudio proporciona evidencia empírica para respaldar esta hipótesis, destacando la importancia de considerar la dinámica del movimiento al estudiar la lateralidad y la destreza manual. (10)

V. LADO DOMINANTE VS. LADO NO-DOMINANTE

El término “lado dominante”, también encontrado en inglés como “motor skill dominance” hace referencia a la preferencia o superioridad de un lado del cuerpo sobre el homólogo. Dicho término puede ser asociado a la fuerza, al dominio de una habilidad motora o una destreza. Existen diferentes opiniones sobre la dominancia de los hemisferios del cerebro en las diferentes conductas del ser humano, se observa que el hemisferio derecho presenta una mayor actividad en el procesamiento visuoespacial, mientras que el hemisferio izquierdo presenta una mayor implicancia en actividades lingüísticas, cognitivas y de motricidad fina (11). Investigaciones recientes han revelado que una organización similar existe para el control de las acciones motoras, en el sentido de que cada hemisferio cerebral contribuye con mecanismos de control únicos para los movimientos de cada brazo. (12) Dicha dominancia de un miembro por sobre el homólogo, puede estar condicionada por diversos factores y es ésta

la que determinará la lateralidad en cada individuo. Por este motivo, podemos decir que la lateralidad es el uso preferencial del lado dominante.

Centrándonos en el dominio de las habilidades motoras, Stöckel & Weigelt (13), investigaron sobre las tareas de precisión espacial y descubrieron que dependiendo de si la tarea requiere un mayor procesamiento de la información visuo-espacial o si enfatiza el control de la dinámica de movimiento, se aprenden mejor después de la práctica inicial con la mano no dominante o con la dominante en sujetos diestros. En el mismo estudio, se demostró que en la adquisición de habilidades que demandan una alta complejidad en coordinación e información visual, hay un transfer positivo del lado no dominante al lado dominante; comparado con el aumento de la coordinación en la realización de la misma actividad con el lado dominante hacia el no dominante, el transfer del primer caso fue mayor. Los efectos se discuten en términos de lateralización cerebral y programaciones de práctica bilateral debido a que los investigadores pensaban que posiblemente las ganancias en términos de habilidad en el lado dominante o no dominante, dependen también de la lateralidad que tengan previamente. Finalmente, en un estudio de Woytowicz, EJ. et al (14), se demostró que la asimetría en la transferencia intermiembro del rendimiento motor depende de la especialización hemisférica. Así mismo, Mc Grath y Katak (15) observaron que la lateralidad manual parece afectar la adquisición de habilidades motoras. Se ha demostrado que el entrenamiento del lado no-dominante en personas zurdas, generó mejoras al miembro homólogo no entrenado. Los investigadores realizaron un estudio de dos habilidades motoras en individuos zurdos y diestros y comprobaron que las personas diestras mostraron una mejora significativamente mayor en las habilidades para su mano derecha dominante en comparación con su mano izquierda no dominante, mientras que, los sujetos zurdos demostraron efectos de aprendizaje comparables en cada mano. De aquí, los autores concluyen que, si bien la especialización hemisférica influye en el aprendizaje de habilidades motoras, estos efectos pueden estar influenciados por la lateralidad de cada individuo. Sin embargo, Bhandeo & Mishra (16) afirman que conocer el hemisferio dominante de las gimnastas no revela ningún impacto estadísticamente significativo en su rendimiento y la predicción del mismo.

VI. EDUCACIÓN CRUZADA

El término “educación cruzada” se refiere a la mejora en el rendimiento en el miembro no entrenado después de un período de entrenamiento unilateral (17). A pesar de la extensa

investigación, varios aspectos del fenómeno de transferencia siguen siendo controvertidos. La primera persona en realizar investigaciones basadas en este concepto fue Emily Brown en 1894, cuyo trabajo fue el primero en identificar formalmente la “cross-education” (18). Los conocimientos en materia de educación cruzada se han ido incrementando en el tiempo y, diferentes términos han sido utilizados para hacer referencia a este concepto tales como transferencia entre miembros, efectos contralaterales, transferencia contralateral, transferencia cruzada y transferencia bilateral. El término educación cruzada generalmente se ha utilizado para describir la transferencia de fuerza, mientras que los términos transferencia interlateral o transferencia bilateral se han utilizado para describir la transferencia de habilidades, esto se debe a que se cree que la transferencia de habilidades y la transferencia de fuerza entre las extremidades son fundamentalmente diferentes (19). Actualmente, el término cross-education es definido por Manca A. et al. (11) como el aumento de la producción motora (es decir, generación de fuerza, habilidad) en el miembro opuesto y no entrenado después de un período de entrenamiento unilateral. Ésta, no sólo es una de las definiciones más utilizadas actualmente, sino que, los mismos autores recomiendan utilizar el término de cross-education para referir también al fenómeno de transferencia especificando también si se refiere a la transferencia de fuerza o habilidad.

En relación a la transferencia de habilidades, el efecto de la educación cruzada después del entrenamiento unilateral en individuos saludables ha demostrado de manera consistente una transferencia mayor a la extremidad no entrenada en tareas más novedosas o poco familiares (20). Por otro lado, en un estudio realizado en niños de entre 7 y 11 años de Stöckel & Weigelt (13) comentan que en la adquisición de habilidades que demandan una alta complejidad en coordinación hay un transfer positivo del lado no dominante al lado dominante, comparándolo con el aumento de la coordinación en la realización de la misma actividad con el lado dominante hacia el no dominante.

Por otro lado, el entrenamiento unilateral de fuerza que involucra un componente de aprendizaje motor más grande, como sería el caso al entrenar con una tarea de fuerza más compleja o novedosa, parecería favorecer la adquisición por la extremidad dominante y la transferencia a la extremidad no dominante. Muchos movimientos de fuerza (por ejemplo, la fuerza de agarre manual) se caracterizan como tareas simples y parecen mostrar menos asimetría entre las extremidades en comparación con los movimientos hábiles, pero el grado de asimetría debe depender de varios factores, como la habilidad o complejidad de la tarea y cuán novedosa sea para el individuo que la realiza. (21) Estos factores parecerían influir en la

cantidad de aprendizaje motor que tiene lugar en el contexto del entrenamiento de fuerza. Ciertas tareas motoras específicas pueden transferirse en una sola dirección, en ambas direcciones o no transferirse en absoluto, dependiendo de la complejidad de la habilidad elegida. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre transferencia interlateral respaldan la dirección de transferencia del lado dominante al lado no dominante. (17)

En el año 2009, J. P. Farthing realizó una revisión acerca de las adaptaciones generadas por cross-education encontrando que éstas están principalmente asociadas a cambios en regiones de la corteza motora primaria (M1), corteza premotora y área motora suplementaria producidos por la plasticidad del cerebro. Dicho estudio demostró que los cambios en la activación de las áreas motoras contralaterales son similares para cada brazo después del entrenamiento unilateral de fuerza, sugiriendo que puede haber cambios en las redes neuronales en el cerebro que son compartidas entre los hemisferios corticales (19).

Un dato curioso que se ha observado en un estudio realizado por Wang (22) fue que se encontraron ciertas diferencias en el rendimiento manual y en la transferencia entre miembros después de una práctica unilateral de habilidades motoras a corto plazo entre individuos con dominancia en la mano izquierda y derecha. Según los datos del estudio, los sujetos diestros no mejoraron el rendimiento en su mano derecha ni después de la práctica con la mano derecha ni después de la práctica con la mano izquierda; sin embargo, mostraron mejoras en la mano izquierda en cada condición. Por otro lado, se vieron efectos consistentes de transferencia entre miembros en sujetos zurdos, independientemente de si se entrenó inicialmente el brazo izquierdo dominante o el derecho no dominante. Estos datos amplían la literatura sobre los efectos de la lateralidad en la adquisición de habilidades motoras y la transferencia de las mismas en sujetos con diferente dominancia. Estudios futuros deberían detectar los posibles mecanismos neurales subyacentes de tales diferencias después de practicar con la extremidad dominante o no dominante durante un período más prolongado. (22)

VII. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

A fines de poder generar intervenciones en los entrenamientos teniendo en cuenta la lateralidad como una estrategia, se ve conveniente realizar prácticas bilaterales considerando que la cross-education dependerá de diferentes factores; estos son:

- 1) complejidad de la tarea,

- 2) lateralidad de los sujetos,
- 3) naturaleza de la tarea, es decir, si demanda mayor percepción visuoespacial o, mayores expresiones de fuerza;
- 4) novedad en la tarea, cuán novedosa será para el sujeto que la práctica.

Dentro de la gimnasia artística, se observa que en sus expresiones deportivas predominan las de fuerza explosiva, por lo que se podría llegar a observar un transfer positivo del miembro dominante al no dominante. Sin embargo, podría ser interesante realizar aquellas destrezas novedosas y/o aquellas que tengan una predominancia visuoespacial, comenzando desde el lado no dominante al dominante.

VIII. CONCLUSIONES:

Concluimos que el entrenamiento del lado no dominante puede ser beneficioso en sujetos diestros dependiendo la naturaleza de la tarea y en todos los casos en sujetos zurdos cuando aprenden habilidades. Por otro lado, en el entrenamiento de la fuerza, se recomienda entrenar primero el lado dominante y luego el lado no dominante debido a que el transfer, en estos casos, es mayor en esta dirección.

Basándonos en la teoría de la dominancia dinámica de Sainburg (10), resaltamos la importancia de entrenar ambos hemisferios ya que, según el autor, la lateralidad puede ser predominante de un lado u otro dependiendo la tarea. Consideramos que, en la gimnasia artística es importante reconocer la dominancia en cada gesto y respetar su homogeneidad en las diferentes destrezas, sin dejar de tener en cuenta los beneficios que un entrenamiento bilateral generaría. Recomendamos este entrenamiento a los fines de generar mejores adaptaciones en los hemisferios cerebrales, ya que, Sainburg (9) y Farthing (18) muestran la implicancia de cada uno de ellos y sus adaptaciones durante y luego de la práctica de las habilidades motrices, tanto con el lado dominante como el lado no dominante.

IX. DISCUSIONES:

Se invita a estudiar esta temática en el contexto de la gimnasia artística y a la discusión sobre la aplicación de lo encontrado en las investigaciones presentadas, así como también sus posibles repercusiones. Nuevas investigaciones a futuro podrían generar diferentes estrategias de entrenamiento y posibilidades en el ámbito de la gimnasia artística y, sobre todo en poblaciones jóvenes (específicamente púberes). Debido a que posiblemente para esta población, las habilidades sean en su mayoría novedosas y muestren una mayor predisposición al aprendizaje motor. Por otro lado, las poblaciones más jóvenes tienen mejor transfer de un miembro al otro que las poblaciones más adultas (3). Otra dificultad es encontrar tecnología

que evalúe las adaptaciones que genera la cross-education en el sistema nervioso central, ya que se requieren aparatos muy costosos y poca accesibilidad para el contexto de la actividad deportiva.

Invitamos también a la inclusión de estudios con sujetos zurdos ya que, pese a los esfuerzos en la búsqueda de artículos que se hayan realizado con ellos, ha resultado difícil encontrar investigaciones que los incluyan. Se cree que podría ser muy rico conocer un poco más sobre las diferencias que existen y los motivos que las justifican en las adaptaciones de sujetos zurdos y diestros en el entrenamiento de lateralidad.

X. REFERENCIAS

1. Zhou S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: mechanisms of cross education. *Exerc Sport Sci Rev.* 2000 Oct;28(4):177-84. PMID: 11064852.
2. Heinen T, Jeraj D, Vinken P, Velentzas K. Preferencia rotacional en gimnasia. *Revista de cinética humana.* 2012;33:33–43.
3. Hinder MR, Schmidt MW, Garry MI, Carroll TJ, Summers JJ. Absence of cross-limb transfer of performance gains following ballistic motor practice in older adults. *J Appl Physiol.* (2011)
4. Williams MD, Ramirez-Campillo R, Chaabene H, Moran J. Neuromuscular training and motor control in youth athletes: A meta-analysis. *Percept Mot Skills [Internet].* 2021;128(5):1975–97. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/00315125211029006>
5. Utesch T, Mentzel SV, Strauss B, Büsch D. Measurement of laterality and its relevance for sports. En: *Laterality in Sports.* Elsevier; 2016. p. 65–86.
6. Musálek M. Development of test batteries for diagnostics of motor laterality manifestation: Link between cerebellar dominance and hand performance. Prague: Karolinum Press; 2014.
7. Soler, E. I. Estudio de la lateralidad funcional en la ejecución de las habilidades específicas del Judo a partir de dos modelos de entrenamiento. (Tesis doctoral) Las Palmas de Gran Canaria. Facultad de Ciencias de la Actividad física y el Deporte. 1999. Ibid. p12-13
8. Weineck J. Entrenamiento total. Paidotribo Editorial; 2005. p521
9. Sainburg, R. L. (2016). Laterality of Basic Motor Control Mechanisms. *Laterality in Sports*, 155–177. doi:10.1016/b978-0-12-801426-4.00008-0
10. Sainburg R. Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Exp Brain Res [Internet].* 2002;142(2):241–58. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-001-0913-8>
11. Manca A, Hortobágyi T, Carroll TJ, Enoka RM, Farthing JP, Gandevia SC, et al. Contralateral effects of unilateral strength and skill training: Modified Delphi consensus to establish key aspects of cross-education. *Sports Med.* (2021)
12. Mutha, P. K., Haaland, K. Y., & Sainburg, R. L. (2012). The Effects of Brain Lateralization on Motor Control and Adaptation. *Journal of Motor Behavior*, 44(6), 455–469. doi:10.1080/00222895.2012.747482
13. Stöckel T, Weigelt M, editores. Brain lateralisation and motor learning: Selective effects of dominant and non-dominant hand practice on the early acquisition of throwing skills, *Laterality: Asymmetries of Body.* *Laterality: Asymmetries of Body.* 2012;17(1):18–37.
14. Woytowicz EJ, Westlake KP, Whittall J, Sainburg RL. Handedness results from complementary hemispheric dominance, not global hemispheric dominance: evidence from mechanically coupled bilateral movements. *J Neurophysiol [Internet].* 2018;120(2):729–40

15. McGrath RL, Kantak SS. Reduced asymmetry in motor skill learning in left-handed compared to right-handed individuals. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2016;45:130–41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2015.11.012>
16. Milind Bhandeo DVM. Effect of left, right and integrated hemispheric dominance on performance of female gymnasts. *Journal of Physical Education, Sports and Health*. 2016;3.
17. Farthing JP, Chilibeck PD, Binsted G. Cross-education of arm muscular strength is unidirectional in right-handed individuals. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2005;37(9):1594–600. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000177588.74448.75>
18. Pearcey GEP, Smith LA, Sun Y, Zehr EP. 1894 revisited: Cross-education of skilled muscular control in women and the importance of representation. *PLoS One* [Internet]. 2022;17(3):e0264686. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0264686>
19. Farthing JP. Cross-education of strength depends on limb dominance: implications for theory and application: Implications for theory and application. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. 2009;37(4):179–87. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/JES.0b013e3181b7e882>
20. Magnus, C. R. A., Barss, T. S., Lanovaz, J. L., and Farthing, J. P. (2010). Effects of cross-education on the muscle after a period of unilateral limb immobilization using a shoulder sling and swathe. *J. Appl. Physiol.* 109, 1887–1894. doi: 10.1152/jappphysiol.00597.2010
21. Steenhuis RE, Bryden MP. The relation between hand preference and hand performance: What you get depends on what you measure. *Laterality* [Internet]. 1999;4(1):3–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/135765099397079>
22. Wang YF, Zhao J, Negyesi J, Nagatomi R. Differences in the magnitude of motor skill acquisition and interlimb transfer between left- and right-handed subjects after short-term unilateral motor skill practice. *Tohoku J Exp Med* [Internet]. 2020;251(1):31–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1620/tjem.251.31>