



**UGR** Universidad  
del Gran Rosario

## **TESINA**

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de  
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Titulo:

“Factores de riesgo y de asociación en el desarrollo de lesiones deportivas musculoesqueléticas en gimnastas”

Autora:

Arias María José – DNI 38597049

Director:

Lassaga Ignacio

Rosario, 30 de noviembre del 2021.

## Resumen

La gimnasia artística es un deporte muy exigente en donde los atletas están expuestos a diferentes tipos de lesiones, por tales razones es muy importante comprender los factores predisponentes a los cuales el deportista está expuesto, y así poder trabajar en la prevención de las mismas. Por consiguiente, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores de riesgo para el desarrollo de las lesiones deportivas musculoesqueléticas más frecuentes en gimnasia artística? Esto se respondió a través de una revisión bibliográfica, clasificando a los factores de riesgo y de asociación en intrínsecos y extrínsecos; a su vez se especificaron las lesiones más frecuentemente registradas en la gimnasia artística.

Los datos obtenidos indicaron que las largas horas de entrenamiento, una mayor trayectoria en gimnasia de competición, una mayor edad, un nivel competitivo más alto, y peso y estatura más elevados fueron los factores más influyentes para el desarrollo de lesiones. La mayoría de las mismas ocurrieron en el aparato del suelo. Con respecto a la localización, los miembros inferiores fueron los más afectados, específicamente la articulación del tobillo y la del pie. El esguince de tobillo fue el diagnóstico más frecuente. Por último, con lo que respecta a la prevención el foco de las estrategias debe apuntar a aquellas situaciones en donde se generan la mayor cantidad de lesiones: en los miembros inferiores, en los aterrizajes y desmontes de todos los aparatos, y en el aparato del suelo específicamente.

# Índice

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos .....	3
II.a.	Objetivo general.....	3
II.b.	Objetivos específicos.....	3
III.	Marco teórico .....	4
III.a.	Gimnasia artística .....	4
III.b.	Lesiones deportivas musculo esqueléticas.....	9
III.c.	Factores de riesgo y de asociación.....	12
III.c.1.	Factores intrínsecos .....	13
III.c.2.	Factores extrínsecos .....	14
III.d.	Prevención.....	15
IV.	Justificación .....	18
V.	Metodología.....	19
VI.a.	Palabras claves .....	19
VI.b.	Criterios.....	20
VI.	Resultados .....	21
VII.a.	Selección de artículos .....	21
VII.b.	Resultados de variables: .....	32
VII.b.1.	Incidencia.....	32
VII.b.2.	Lesiones musculoesqueléticas más frecuentes .....	32
VII.b.3.	Factores de riesgo .....	34
VII.b.4.	Factores asociados .....	35
VII.b.5.	Tratamiento / Prevención .....	37

VII.	Discusión: .....	38
VIII.	Conclusión .....	43
IX.	Referencias Bibliográficas.....	44

## I. Introducción

La gimnasia artística representa una de las disciplinas más antiguas, con una historia que data con más de 150 años y que se adentró en el mundo de las olimpiadas en Atenas en 1896. El organismo encargado de regularla es la Federación Internacional de Gimnasia, la cual fue fundada en 1881, que también se encarga de controlar las disciplinas de gimnasia aeróbica, gimnasia en trampolín y gimnasia rítmica. En sus comienzos este deporte era realizado solo por hombres, por su lado las mujeres recién pudieron participar por primera vez en las competencias a partir de los Juegos Olímpicos en Ámsterdam en 1928. <sup>1</sup>

Se caracteriza por secuencias coreográficas que combinan elementos acrobáticos con elementos de fuerza desarrollados en diferentes aparatos. Los hombres participan en 6 aparatos: suelo, salto en potro, anillas, barras paralelas, barra fija y potro con arzones, mientras que las mujeres participan solo en cuatro: suelo, barras asimétricas, viga y salto en potro. Gracias a esta gran variedad de elementos, es uno de los deportes que se caracteriza por una gran combinación de diversas habilidades físicas como son la fuerza, agilidad, flexibilidad, coordinación y resistencia. <sup>1</sup>

Esta disciplina se distingue por ser una de las más exigentes y con más preparación física existente para quienes lo realicen, no solo por los elementos acrobáticos que tienen que desarrollar, sino por las largas horas de entrenamiento que llevan a cabo. La diversidad de destrezas y habilidades que tienen que tener los y las gimnastas hace que sea un deporte muy demandante y de mucha carga para todas las estructuras del cuerpo humano, lo que puede llevar en muchos casos al desarrollo de diferentes tipos de lesiones.

El abanico de lesiones deportivas en la gimnasia artística es muy amplio debido a la biomecánica compleja que la caracteriza, las mismas pueden ser el resultado de un esfuerzo excesivo o, más comúnmente en este deporte, por el uso repetitivo. Así mismo también, las lesiones varían según el tipo de estructuras que afecten incluyendo, por ejemplo, a las lesiones musculares, tendinosas, ligamentosas, óseas, entre otras. De todos modos, cualquier sea el tipo de lesión, todas suponen

una alteración en la integridad del tejido o parte del cuerpo afectada, lo que conlleva a una modificación o disminución en el rendimiento deportivo del atleta en cuestión. <sup>2</sup>

La medicina o kinesiología deportiva no solo se encarga del tratamiento de estas lesiones para poder devolver al deportista a su estado pre lesional, sino también de la prevención de las mismas, en la medida que sea posible. Para lograr esto es indispensable conocer los factores de riesgo a los que están expuestos los y las gimnastas, entendiendo a estas lesiones justamente como un modelo multifactorial. Estos factores se pueden clasificar en intrínsecos o internos, relacionados con el propio gimnasta, y en extrínsecos o externos, relacionados con el medio ambiente y su exposición al mismo. Conocerlos y entenderlos ayudaría a generar planes o estrategias de prevención de lesiones, comprendiendo que nunca se dan de manera aislada, sino como una compleja interacción. <sup>3</sup>

El presente trabajo de revisión bibliográfica analiza a los diversos factores de riesgo y de asociación a los que las y los gimnastas artísticos están expuestos para el potencial desarrollo de diversas lesiones musculoesqueleticas.

## II. Objetivos

### II.a. Objetivo general

Describir a partir de una revisión bibliográfica los factores de riesgo y de asociación relacionados al desarrollo de lesiones deportivas musculoesqueléticas en gimnastas

### II.b. Objetivos específicos

Identificar los factores de riesgo y de asociación intrínsecos y extrínsecos relacionados a la lesión en gimnastas

Determinar las lesiones musculoesqueléticas más frecuentes documentadas en las publicaciones

Identificar en los artículos analizados medidas o planes para evitar el desarrollo de lesiones deportivas en gimnastas

### III. Marco teórico

#### III.a. Gimnasia artística

La gimnasia de competición es un deporte que se divide en diferentes disciplinas como son por ejemplo la gimnasia rítmica, acrobática, en trampolín, aeróbica o artística. Esta última se convirtió en parte de las Olimpiadas en 1896 y se caracteriza por secuencias coreográficas entre 30 a 90 segundos sobre elementos o sin ellos, medidas y puntuadas según un reglamento específico. El organismo encargado de controlar las normas de este deporte, así como las competencias, es la Federación Internacional de Gimnasia; mientras que en Argentina lo es la Confederación Argentina de Gimnasia. Para su ejecución requiere por parte de sus practicantes una combinación de condiciones físicas como son la flexibilidad, fuerza y resistencia, sumado a un gran control propioceptivo de todas las extremidades. Es uno de los deportes con más técnicas de ejecución existente, debido a que está compuesto por una variedad de elementos que cada uno de ellos requiere técnicas absolutamente diferentes. Los hombres compiten en 6 eventos: suelo, anillas, barra fija, salto en potro/caballo/caballette, barras paralelas y caballette/potro con arcos; mientras que las mujeres compiten en 4 eventos: suelo, salto en potro/caballo/caballette, barras asimétricas y barra de equilibrio o viga. A continuación, se describirán cada uno: (4, 5)

- Suelo: es una superficie elástica de 12 x 12 metros en donde se tiene que realizar una secuencia coreografía entre 70 a 90 segundos que incluya una combinación de elementos acrobáticos, gimnásticos y de danza. El deportista debe recorrer toda el área, tocando las 4 esquinas a través de movimientos diagonales y laterales, sin pasar los límites del suelo. (4, 5)



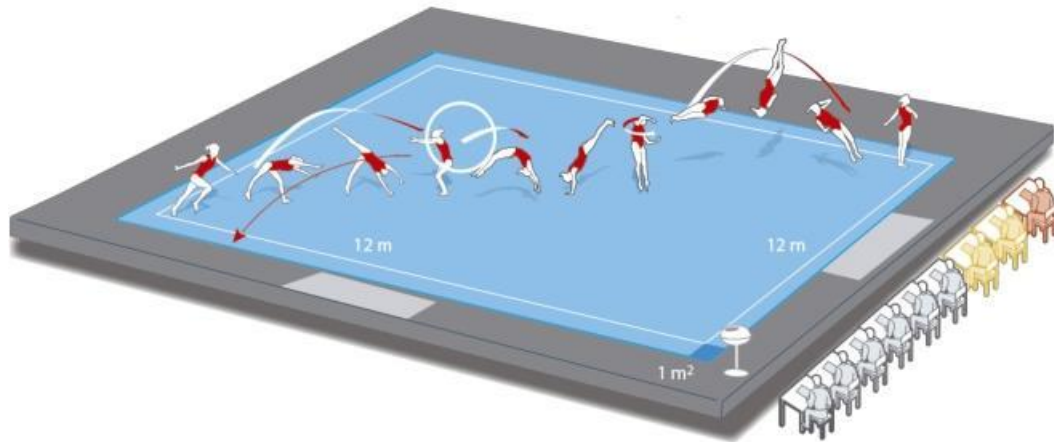


Figura N° 1: Aparato de suelo 4

- Anillas: las mismas cuelgan a 2,75m del suelo, aquí el gimnasta debe combinar elementos de fuerza, balance y mantenimiento del peso corporal con apoyos y la rutina debe incluir al menos dos paradas de manos. (4, 5)
- Caballete/potro con arcos: el gimnasta debe realizar una sucesión de movimientos circulares y pendulares con las piernas sobre el aparato. Durante toda la secuencia solo las manos pueden tocar el caballete y el ejercicio termina cuando el gimnasta se desmonta y cae por fuera del mismo. (4,5)
- Barra/viga de equilibrio: el ejercicio debe durar entre 70 a 90 segundos y cubrir todo el largo del aparato, que es de 5 m. Se ejecuta una sucesión de giros, posiciones estáticas, saltos y elementos acrobáticos que culminan con la salida de la gimnasta por uno de los extremos de la barra, si ésta llegara a caerse tiene tan solo 10 segundos para volver a subir y continuar con la rutina. Se encuentra a una altura de 1,5m desde el suelo y solo presenta 10cm de ancho. (4, 5)

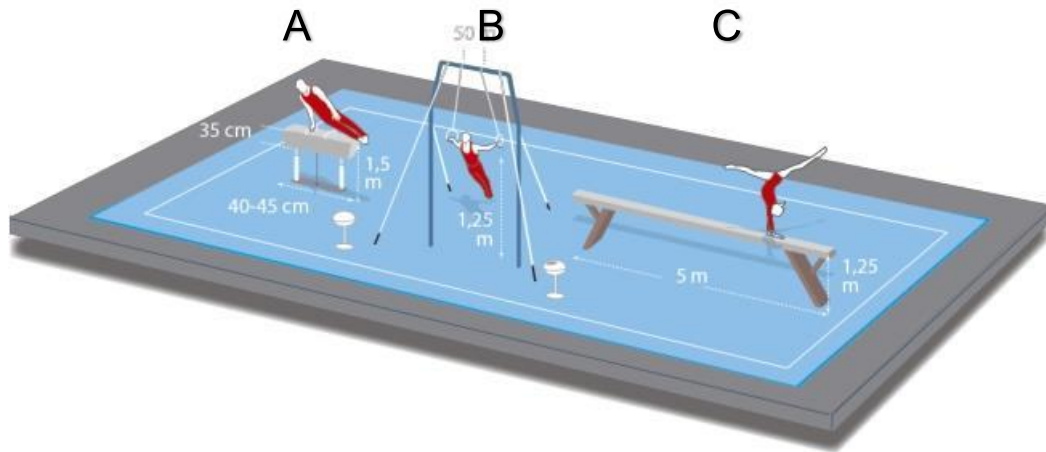


Figura Nº 2: A. Caballete/potro con arcos. B. Anillas. C. Viga/Barra de equilibrio 4

- Barra fija: es una combinación de movimientos de impulso y balanceo continuos; donde el deportista debe realizar giros, cambios de agarre y sueltas a través de sus manos sin que el resto del cuerpo toque el aparato. Se encuentra a una altura de 2,5m respecto al suelo. (4, 5)
- Barras asimétricas: la barra superior se encuentra a una altura de 2,5m y la inferior a 1,7m; aquí es donde se cierra el orden de aparatos para las gimnastas femeninas. Se deben realizar movimiento de balanceo, giros y sueltas constantemente entre las dos barras. (4, 5)

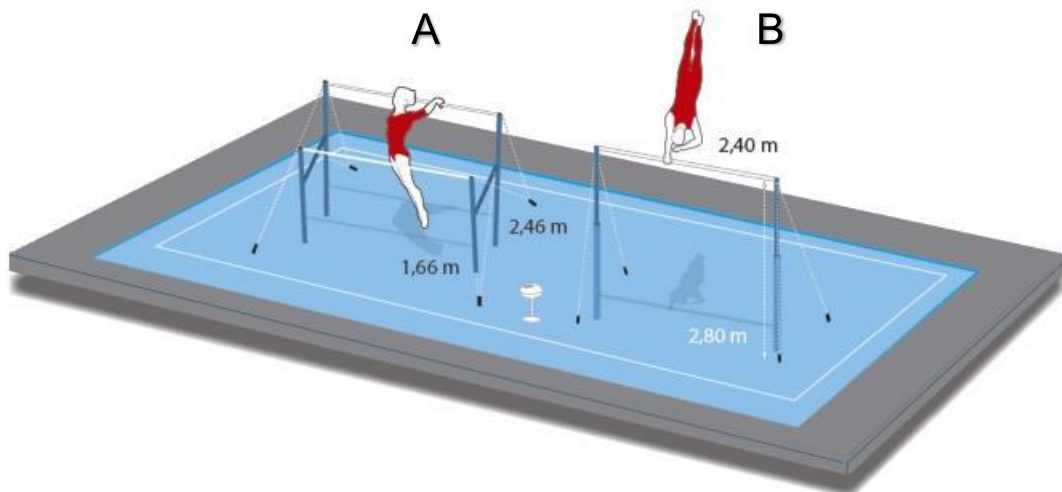


Figura Nº 3: A. Barras asimétricas. B. Barra fija 4

- Salto en potro/caballo/caballote: tras una carrera el gimnasta realiza un salto sobre este aparato, el cual se encuentra a 1,20m del suelo para mujeres y 1,35m para hombres, para luego aterrizar controladamente en el piso. El nivel de dificultad varía según la altura, la longitud del salto y las rotaciones con el cuerpo que el deportista realice; el aterrizaje deberá ser firme y en alineación con el potro. (4, 5)

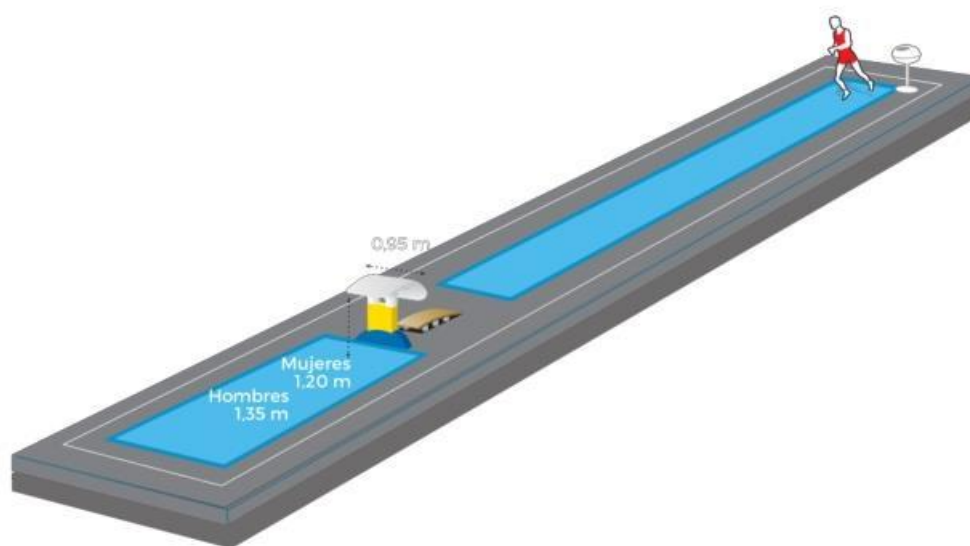


Figura N° 4: Salto en potro/caballo/caballote 4

- Barras paralelas: se encuentran a 1,95 m del suelo y tienen una longitud de 3,5m; aquí el gimnasta debe realizar movimientos de balanceo, vuelo, parada de manos y fuerza recorriendo todo el largo del aparato. (4, 5)

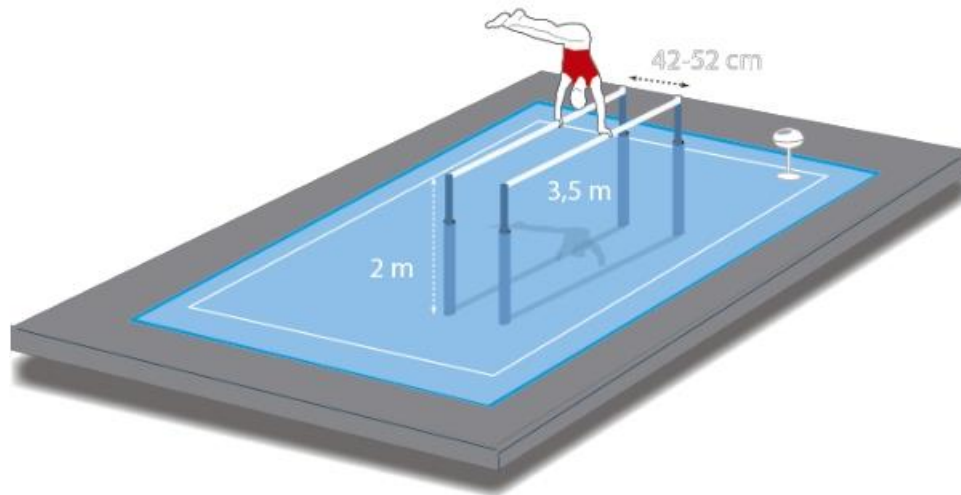


Figura N° 5: Barras paralelas 4

En las competiciones oficiales hay diferentes modalidades competitivas, tanto para hombres como para mujeres. Por un lado, tenemos la competencia individual general en donde cada gimnasta participa en cada aparato correspondiente (6 para hombres y 4 para mujeres); aquí compiten 24 atletas entre sí, ya clasificados (2 por país), y la puntuación total para cada uno es la sumatoria de las que recibió en los distintos aparatos definiendo así a los 3 mejores gimnastas de la competencia. Luego tenemos la competencia individual por aparatos, aquí participan 8 gimnastas con las mejores puntuaciones clasificatorias por aparato en donde se define al mejor deportista en cada uno de ellos, permitiéndose un máximo de 2 por nacionalidad. Por último, tenemos la competencia por equipos en donde participan los 8 grupos con las mejores puntuaciones en las rondas clasificatorias en donde la puntuación final es acumulativa para todo el grupo, definiendo así al mejor equipo del evento. Para cada modalidad hay 3 puestos según la medalla otorgada, pudiendo ser en orden jerárquico de oro, plata y bronce. (5, 6)

Como se mencionó anteriormente, la Federación Internacional de Gimnasia (FIG) es la encargada de regular los Campeonatos Mundiales y los Juegos Olímpicos, y de establecer el código de puntuación. Actualmente existe una tabla de elementos que forma parte del sistema de puntuación, en la cual figuran todos los posibles elementos que el atleta pueda ejecutar según el nivel de dificultad. Los jueces son

los responsables de evaluar y calificar el desempeño de los y las gimnastas en sus actuaciones dividiéndose en grupos dependiendo que aspecto analice cada uno; por cada aparato hay 2 jueces en el panel de dificultad, 5 jueces en el panel de ejecución y 2 jueces de referencia. Los primeros, como dice su nombre, son los encargados de valorar el nivel de dificultad de los elementos sumando la puntuación de los 8 más difíciles en toda la rutina, los requisitos de composición que son necesidades que se tienen que respetar según cada aparato y, por último, el valor del enlace entre los diferentes elementos. Por otra parte, tenemos los jueces del panel de ejecución que son los que evalúan la ejecución y presentación artística de la secuencia coreográfica y tienen en cuenta las penalizaciones de la misma, como por ejemplos las caídas. En este caso cada uno da su puntuación y luego se eliminan la nota más alta y la más baja para luego hacer un promedio entre las 3 notas intermedias, siendo el máximo una calificación de 10. La suma de las puntuaciones de los jueces de dificultad y de ejecución establece la nota final del ejercicio. (5,6)

Por otro lado, cabe mencionar que las y los gimnastas se dividen en distintas categorías según la edad: en la categoría infantil se encuentran aquellos que tiene entre 7 y 8 años, infantil A entre 9 y 10 años, infantil B 11 y 12 años, juvenil de 13 a 15 años y, por último, la categoría de mayores con 16 años en adelante. 7

### III.b. Lesiones deportivas musculo esqueléticas

En el deporte de alta competición las lesiones deportivas son muy frecuentes y se definen como aquellas que suceden en la práctica deportiva y que afectan a los tejidos del cuerpo generando una disminución en el rendimiento físico y funcional de quien las padece. Se dan por fuerzas de tracción, cizallamiento o presión que pueden afectar a todas las estructuras musculoesqueléticas como son los músculos, ligamentos, capsula articular, tendones, huesos, cartílago, entre otros. Dependiendo del tipo de lesión tenemos aquellas que son agudas, que se dan por accidentes deportivos, es decir de aparición súbita, como son los esguinces o conmociones cerebrales; o las que se dan por microtraumatismos repetitivos generados por un mal gesto deportivo o por la propia biomecánica de la disciplina que lleva a un stress reiterativo sobre ciertas estructuras llevando a la lesión, como por ejemplo las tendinopatías. (8,9)

A medida que aumenta el nivel de exigencia en los gimnastas, sumado a los cambios físicos y morfológicos de los mismos, se puede observar el incremento en el número de lesiones deportivas. Se puede afirmar que la mayoría de las lesiones ocurren durante las competencias, en comparación con las que suceden durante los entrenamientos. La razón de esto puede apoyarse en una combinación de diversos factores como pueden ser la falta de preparación física o de habilidades técnicas, presencia de una lesión que no resolvió del todo, falta de pre calentamiento, entrenamientos insuficientes o inadecuados, aumento en el stress y nerviosismo del deportista, falta de elementos de protección, presencia de fatiga al tener que finalizar una rutina completa, entre otros. <sup>10</sup>

A sí mismo, podemos clasificar dichas lesiones según su localización y frecuencia de aparición incluyendo las que ocurren en cráneo, como son las conmociones cerebrales, y en columna vertebral como la espondilosis, que puede progresar a una espondilolistesis por los repetidos movimientos de hiperextensión lumbar que requieren ciertas posturas o destrezas específicas de la gimnasia. Con lo que respecta a miembro superior en hombro podemos encontrar comúnmente inestabilidad articular, lesiones de SLAP o del manguito rotador y luxaciones glenohumorales; en codo el stress en valgo repetitivo puede llevar a lesiones ligamentosas del compartimiento medial, también podemos evidenciar en muchos casos osteocondritis disecante, y por último en muñeca es muy reiterativo la aparición de ruptura del complejo triangular fibrocartilaginoso, así como también lesión fisaria del radio distal y, en menor frecuencia, fractura de escafoides. Finalizando con este orden de clasificación, tenemos las lesiones que sobrevienen en miembros inferiores que son las de cadera, en donde podemos encontrar impingement acetabular y desgarros labrales, las de rodilla que suceden comúnmente lesiones del ligamento cruzado anterior o síndromes de dolor patelofemoral y por último en tobillo que, efectivamente, los esguinces son las lesiones deportivas más frecuentes en esta disciplina. También cabe destacar que, independientemente del área de localización, las contusiones, distensiones y contracturas musculares son lesiones que se pueden observar a menudo. <sup>10</sup>

Investigaciones recientes que hablan de la incidencia de lesiones en gimnastas profesionales de ambos sexos, entre los años 2001 a 2011, registraron que la incidencia de lesiones fue de 8,78 por 1000 exposiciones de deportistas para

hombres y 9,37 por 1000 exposiciones de deportistas para mujeres. Las gimnastas femeninas sufrieron lesiones graves con mayor frecuencia en comparación con los hombres, y con mayor frecuencia se sometieron a una cirugía después de una lesión (el 24,4% de las lesiones femeninas requirieron cirugía frente al 9,2% en los hombres). La región anatómica más lesionada en los hombres fue la mano y muñeca (24%), mientras que en las mujeres lo fueron el pie y el tobillo (39%).<sup>11</sup>

Paralelamente, con lo que respecta a las diferencias de incidencia según el género, las mujeres sufren más lesiones en comparación con los hombres, y del mismo modo, están más expuestas a la probabilidad de tener que recurrir a tratamientos quirúrgicos y, consecuentemente, a un mayor tiempo de participación en competencia perdido. Se ha evidenciado que las mismas sufren más lesiones en miembros inferiores, específicamente lesiones en pie, por el tipo de aparatos en donde se desempeñan. En concordancia con esto, los esguinces de tobillo son las lesiones de mayor porcentaje de aparición en las gimnastas y suceden principalmente en el suelo por las grandes fuerzas de reacción al mismo durante los aterrizajes y también por ser el lugar donde los deportistas pasan más tiempo entrenando, ya que allí realizan el calentamiento, la preparación física y practican sobre el mismo otros aparatos además de los del propio suelo. Por el contrario, los hombres se lesionan mayoritariamente en miembro superior, más que nada en muñeca y hombro, por la complejidad de los aparatos como son por ejemplo las anillas o caballete con arcos, en donde tienen que realizar grandes fuerzas para poder sostener todo su peso corporal con sus brazos.<sup>10</sup>

Cabe destacar, además, que un gran porcentaje de lesiones suceden durante los aterrizajes, ya sea durante los ejercicios o los desmontes sobre los diferentes aparatos. Las extremidades inferiores son las más afectadas y las lesiones más comunes incluyen lesiones del ligamento cruzado anterior en rodilla u otros de la misma, esguinces de tobillo y varias fracturas del pie. Esto se debe a las grandes fuerzas de reacción al piso y el gran impacto que reciben las articulaciones, ligamentos y tendones en el intento de amortiguar las caídas desde grandes alturas que, combinadas con las fuertes desaceleraciones angulares del movimiento corporal, generan estas lesiones deportivas. Situaciones específicas como el gran nerviosismo por la propia competencia, una hiperlaxitud articular marcada, falta de coordinación entre las extremidades, fatiga muscular por las largas horas de

entrenamiento, aumento de rigidez muscular, mala alineación corporal a la hora de la recepción del salto, reducción de flexión de rodillas o un tronco demasiado erguido en los aterrizajes, son varios ejemplos que pueden predisponer a los gimnastas a sufrir una gran variedad de lesiones. Por esta razón, es de gran importancia prestar atención especial a la biomecánica de los saltos y recepciones en las gimnastas y a la buena alineación corporal al momento de los mismos para poder mejorar la técnica. <sup>10</sup>

### III.c. Factores de riesgo y de asociación

Según la Organización Mundial de la Salud (2013) un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su posibilidad de sufrir una lesión o enfermedad. Teniendo en cuenta esto, como kinesiólogos, es importante saber reconocer estos factores predisponentes para el desenlace de estas lesiones, así como su mecanismo de acción y sus consecuencias, y entender que en muchos casos no se dan de manera aislada sino como un conjunto de variables que aumentan el riesgo de sufrir lesiones deportivas. Dentro de dichos factores predisponentes tenemos los de riesgo y los de asociación. Los primeros se definen como cualquier característica o atributo individual o grupal que se vincula estadísticamente con el desenlace de una enfermedad en un periodo de tiempo dado, mientras que los de asociación son factores que nacen de la comparación entre grupos para determinar si la frecuencia, magnitud o presencia de una de las variables modifica la aparición de la otra. Es de vital consideración poder identificarlos, así como también a los patrones de alto riesgo al que el deportista está expuesto, así podremos trabajar en la prevención primaria de estas lesiones musculoesqueléticas, siempre y cuando sean previsibles. <sup>12</sup>

Para aprender a identificar estos factores de riesgo en los deportistas hay que saber que los mismos se dividen en intrínsecos y extrínsecos. Los primeros son propios de deportista, es decir, características morfológicas, antropométricas o personales como por ejemplo son la edad, el peso, IMC, alteraciones biomecánicas como una desalineación articular, déficits/debilidad muscular, menor flexibilidad musculotendinosa, características psicológicas del gimnasta, estatura, factores nutricionales, densidad ósea, entre otros. Mientras que los factores extrínsecos se definen como variables de riesgo al que el deportista está expuesto como por ejemplo el tiempo de práctica y las largas horas semanales de entrenamiento que pueden llevar a una



sobrecarga funcional, mal calzado o mala superficie de juego, errores técnicos o mala prescripción del ejercicio, utilería o elementos específicos usados en ciertos ejercicios, condiciones ambientales o las propias reglas y normas de las competencias que suelen ser muy exigentes. 9

### III.c.1. Factores intrínsecos:

#### III.c.1.a Edad

Notablemente la gimnasia artística es un deporte que se practica desde temprana edad, pudiendo esto inferir en el desarrollo de las lesiones deportivas. La combinación de menor edad cronológica con un mayor nivel de exigencia lleva un gran número de lesiones en niños. Generalmente en esta población se dan más afecciones óseas debido al esqueleto inmaduro de los mismos, sumado a las posibles faltas de habilidades técnicas específicas del deporte por la falta de experiencia. En adolescentes se dan más lesiones en el cartílago de crecimiento gracias al desequilibrio entre músculos y huesos por el propio desarrollo y, por último, los adultos son más propensos a presentar lesiones en ligamentos y tendones. 9

#### III.c.1.b Sexo

Como se mencionó anteriormente, las mujeres presentan un mayor porcentaje de lesiones en relación a los hombres, preferentemente en miembros inferiores. Comúnmente se observan lesiones en rodilla como dolor patelofemoral o lesiones del ligamento cruzado anterior y, por otro lado, en tobillo en donde se dan mayormente los esguinces del mismo. Una de las teorías es que las mujeres al tener una pelvis más ancha y en posición de anteversión, presentan una anteversión femoral con tendencia al genu valgo y, por ende, aumento del Angulo Q lo que repercute directamente sobre el compartimiento ligamentario medial de la rodilla, exponiendo a la misma a lesiones ligamentosas; que muchas veces son compensadas con adaptaciones biomecánicas por parte del tobillo. En adición a esto, las gimnastas femeninas son más hiperlaxas que los hombres, lo que puede llevar a inestabilidad articular o, nuevamente, a lesiones ligamentosas. Además, se ha demostrado una asociación positiva entre la menarca y el riesgo de sufrir lesiones deportivas; se ha propuesto que las gimnastas post menarquales presentan un mayor riesgo fisiológico para la aparición de quejas de dolor lumbar.

Una de las teorías es que la prevalencia del dolor aumenta en la transición al desarrollo puberal, por la gran variedad de los cambios corporales. La relación entre las hormonas reproductivas femeninas y un mayor riesgo de desarrollar dolor esta bien establecida y los datos indican que este también puede ser el caso del dolor lumbar, por lo que se requiere precaución en esta etapa de la vida. Otra teoría es que las gimnastas más jóvenes, premenarqueales, presentan mayor plasticidad ósea lo que funcionaria como un factor de protección contra las lesiones deportivas. (9,13)

### III.c.1.c Composición corporal

Con lo que respecta al peso, altura y el IMC del atleta, efectivamente valores elevados en cada una de estas variables llevan a un aumento de probabilidad de sufrir una lesión deportiva. Respecto al peso específicamente, se asocia positivamente a la aparición de dolor de espalda baja ya que una gran parte de fuerzas de reacción al piso es trasladada a la columna axial durante los aterrizajes y rebotes en el piso; estas fuerzas aumentan de manera proporcional al peso corporal del deportista e, inevitablemente, también lo hace la carga axial. Por otra parte, valores altos de peso y altura predisponen a los gimnastas a sufrir lesiones tendinosas y ligamentarias. (13, 14)

### III.c.1.d Alteración postural

El desequilibrio y las alteraciones en la alineación postural generan compensaciones que son fuentes de dolor y también, en varias ocasiones, de lesiones ya que estas alteraciones generan tensiones y sobrecarga funcional que pueden llevar a las gimnastas a generar patrones posturales compensatorios para poder ejecutar las habilidades gimnásticas. Ejemplos de estas situaciones son pie cavo, pie plano, disimetría en miembros inferiores, escoliosis, hiperlordosis lumbar, rectificación cervical, excesiva anteversión o retroversión pélvica, genu valgo, ganu varo, entre otras. 13

## III.c.2. Factores extrínsecos:

### III.c.2.a Años de practica y nivel competitivo

Los niveles profesionales presentan más horas de entrenamiento pudiendo llegar a ejercitar entre 20 a 40 hs semanales que, en adición al aumento de la complejidad

en sus rutinas, genera un riesgo para la exposición de lesiones deportivas. Se puede afirmar que las gimnastas de nivel internacional presentan mayores horas de entrenamiento semanales y mayores fuerzas de reacción al suelo, lo que lleva inevitablemente a un aumento en el nivel de carga funcional. Los atletas que se encuentran en categorías superiores realizan más esfuerzos musculoesqueléticos que los que se encuentran en un nivel inferior, sumado a las destrezas complejas que tienen que realizar. (9,15)

#### III.c.2.b Aparatos de gimnasia:

Se ha evidenciado que el aparato donde se presentan la mayor parte de las lesiones es en el suelo, tanto para hombres como para mujeres, pero especialmente para las segundas. Esto se debe a las grandes fuerzas de reacción al piso las cuales deben ser soportadas por las articulaciones que intentan absorber las fuerzas de impacto, y por los músculos y ligamentos que tratan amortiguar de manera estable los aterrizajes durante los saltos, verticales y volteretas. 16

#### III.c.2.c Volumen de entrenamiento

Las largas horas semanales de entrenamiento en combinación con la alta intensidad del proceso de preparación física para la competencia expone a los atletas al riesgo de sufrir lesiones. Muchas veces los descansos son inadecuados en relación a las cargas lo que puede llevar a un estado de agotamiento y sobrecarga funcional en el deportista que supere su capacidad de regeneración, llevando a daños por microtraumatismos repetitivos o fatiga muscular. Los niveles competitivos más altos llegan a entrenar más de 30 horas semanales, por eso es muy importante hacer hincapié en una buena planificación y periodización del entrenamiento. (9,10)

#### III.d. Prevención

Como se mencionó anteriormente, es muy valioso registrar los factores de riesgo, gestos técnicos y etiología de las lesiones deportivas, así como su incidencia y prevalencia en la gimnasia artística de competición con el fin de poder generar programas de prevención. También hay que tener en cuenta las numerosas secuelas o efectos adversos que pueden dejar estas lesiones como son trastornos musculoesqueléticos severos, aumento de riesgo de re lesión, riesgo de discapacidad permanente o a largo plazo, falta de bienestar en el deportista, gastos médicos asociados o una disminución en la participación deportiva. 16

Para hablar de prevención deportiva hay que tener un conocimiento en anatomía, fisiopatología, biomecánica del deporte y como responden los tejidos a las diferentes cargas dadas. Es de vital importancia inferir en los factores de riesgo modificables, específicamente los que se refieren al propio entrenamiento. Por ejemplo, si se planea aumentar las cargas en el deportista se tiene que hacer de manera gradual y con sus respectivos descansos para no sobrecargar a los tejidos, por el contrario, tampoco es conveniente dar cargas bajas o insuficientes en los periodos de precompetición ya que los tejidos no trabajan a la intensidad dada en las competencias. Además, no solo se tienen que entrenar los gestos deportivo específicos de la gimnasia, sino que se tienen que combinar con sesiones de entrenamiento de fuerza y resistencia, insistir en trabajos que fortalezcan el core y ejerciten la estabilidad lumbo pélvica, hacer hincapié en el trabajo de control propioceptivo, coordinación y flexibilidad, y prestar atención a las horas de sueño, estado psicológico del atleta y su alimentación. <sup>16</sup>

En efecto es fundamental que un fisioterapeuta trabaje en conjunto con el entrenador físico para la propia seguridad del gimnasta para poder registrar los riesgos por la intensidad del entrenamiento, y así evaluar los riesgos potenciales del deporte. Así mismo, es sustancial hacer un entrenamiento individualizado para aquellas gimnastas que hayan presentado lesiones deportivas o en situaciones especiales como las pre temporadas, para no forzar a los tejidos a cargas que no están preparados. Por otro lado, los entrenadores deben asegurarse que se utilicen los elementos de protección necesarios como son por ejemplo las colchonetas, que eliminen obstáculos que puedan interferir en las rutinas y poder ayudar a las gimnastas con ciertas maniobras como son las rondadas y los aterrizajes. <sup>8</sup>

La vigilancia de lesiones debe incluir información detallada de los cambios antropométricos de los gimnastas, ya que es una disciplina que se practica desde corta edad, esto incluye registrar cambios en el peso, estatura, IMC; así como también registrar en que momentos sucedieron dichas lesiones como puede ser en el calentamiento, periodo competitivo, en que aparatos y que gestos o movimientos específicos deportivos fueron los más peligrosos. Finalmente, en cualquier programa de prevención deportiva el fisioterapeuta está encaminado a evitar los perjuicios intrínsecos del desarrollo de la actividad deportiva, ya sea mediante vendajes funcionales que protejan articulaciones o ligamentos, con masaje deportivo

con función de calentamiento o descarga, con indicaciones sobre los hábitos posturales correctos en la realización de cualquier actividad, entre otros. <sup>13</sup>

## IV. Justificación

La gimnasia artística es una de las disciplinas con mayor tasa de lesiones deportivas, por dicha razón como kinesiólogos es muy importante conocer tanto los factores de riesgo como de asociación para el desarrollo de las mismas, entendiendo que su aparición es de carácter multifactorial. El fisioterapeuta es un eslabón importante en la cadena de prevención ya que presenta un contacto continuo con el deportista de competición, es por esto que conocer la presencia de dichos factores, ya sean intrínsecos o extrínsecos, así como la incidencia y prevalencia de dichas lesiones resulta beneficioso para lograr identificar aquellos sobre los cuales el terapeuta puede incidir; ya que estas lesiones pueden resultar muy limitantes o en ocasiones inhabilitantes para la práctica deportiva de dicha población.

A partir de lo anteriormente mencionado surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores de riesgo para el desarrollo de las lesiones deportivas musculoesqueléticas más frecuentes en gimnasia artística?

## V. Metodología

Para cumplir los objetivos de esta investigación anteriormente mencionados se llevó a cabo una revisión bibliográfica recolectando información sobre estudios de las siguientes fuentes de búsqueda:

- Pubmed
- BVS (Biblioteca Virtual en Salud) búsqueda en base de datos: BIREME
- SciELO

### VI.a. Palabras claves

Palabras Clave	Decs	Mesh
Lesiones	Heridas Traumatismos Lesiones	Wounds Injuries
Gimnasia	Gimnasia	Gymnastics
Lesiones deportivas	Traumatismos en atletas Traumatismo en deporte Lesiones en atletas Lesiones en deportes	Athletic injuries
Factores de riesgo	Factores de riesgo	Risk factors
Prevalencia	Prevalencia	Prevalence
Incidencia	Incidencia	Incidence
Factores predisponentes	Causalidad	Casuality

#### VI.a.1. Combinaciones Decs:

1. “Lesiones” AND “Gimnasia”
2. “Lesiones” AND “Factores de riesgo” AND “Gimnasia”
3. (“Lesiones” OR “Traumatismos”) AND “Gimnasia”
4. “Lesiones” AND “Incidencia” AND “Gimnasia”
5. (“Incidencia” OR “Prevalencia”) AND “Gimnasia”
6. “Lesiones” AND “Causalidad” AND “Gimnasia”

#### VI.b.2. Combinaciones Mesh:

1. "Injuries" AND "Gymnastics"
2. "Risk factors" AND "Gymnastics"
3. "Injuries" AND "Risk factors" AND Artistic gymnastics
4. ("Prevalence" OR "Incidence") AND Artistic gymnastics

### VI.b. Criterios

Los criterios de inclusión utilizados fueron los siguientes: artículos científicos de los últimos 10 años que hablen sobre aquellos factores que pueden incidir sobre el desarrollo de las lesiones musculo esqueléticas deportivas más frecuentes en gimnastas; estudios que manifiesten la incidencia o prevalencia de las lesiones deportivas en estos atletas sobre los distintos segmentos corporales y sus consecuencias; artículos que informen sobre medidas preventivas o medidas de tratamiento por parte de fisioterapeutas, en deportistas de ambos géneros, para dichas lesiones.

Los criterios de exclusión utilizados fueron: artículos científicos que hablen sobre otras disciplinas de la gimnasia de competición exclusivamente como es la rítmica o aeróbica; estudios que informen sobre las lesiones deportivas en gimnastas de nivel recreacional o no competitivo; artículos que hayan sido publicados antes del 2010.



## VI. Resultados

### VII.a. Selección de artículos

Se recolectaron datos de las fuentes de búsqueda antes mencionadas a través de palabras claves y sus respectivas combinaciones, que también fueron nombradas en el apartado metodología. Se obtuvo un total de 301 artículos a los cuales se les aplicaron los criterios de inclusión, exclusión y, además, fueron eliminados aquellos que estaban duplicados; quedando un remanente de 9 publicaciones científicas para el análisis de resultados. Dentro de estas se incluyen estudios retrospectivos, un estudio prospectivo y tres revisiones sistemáticas, entre las cuales abarcan un total de 1014 artículos científicos.

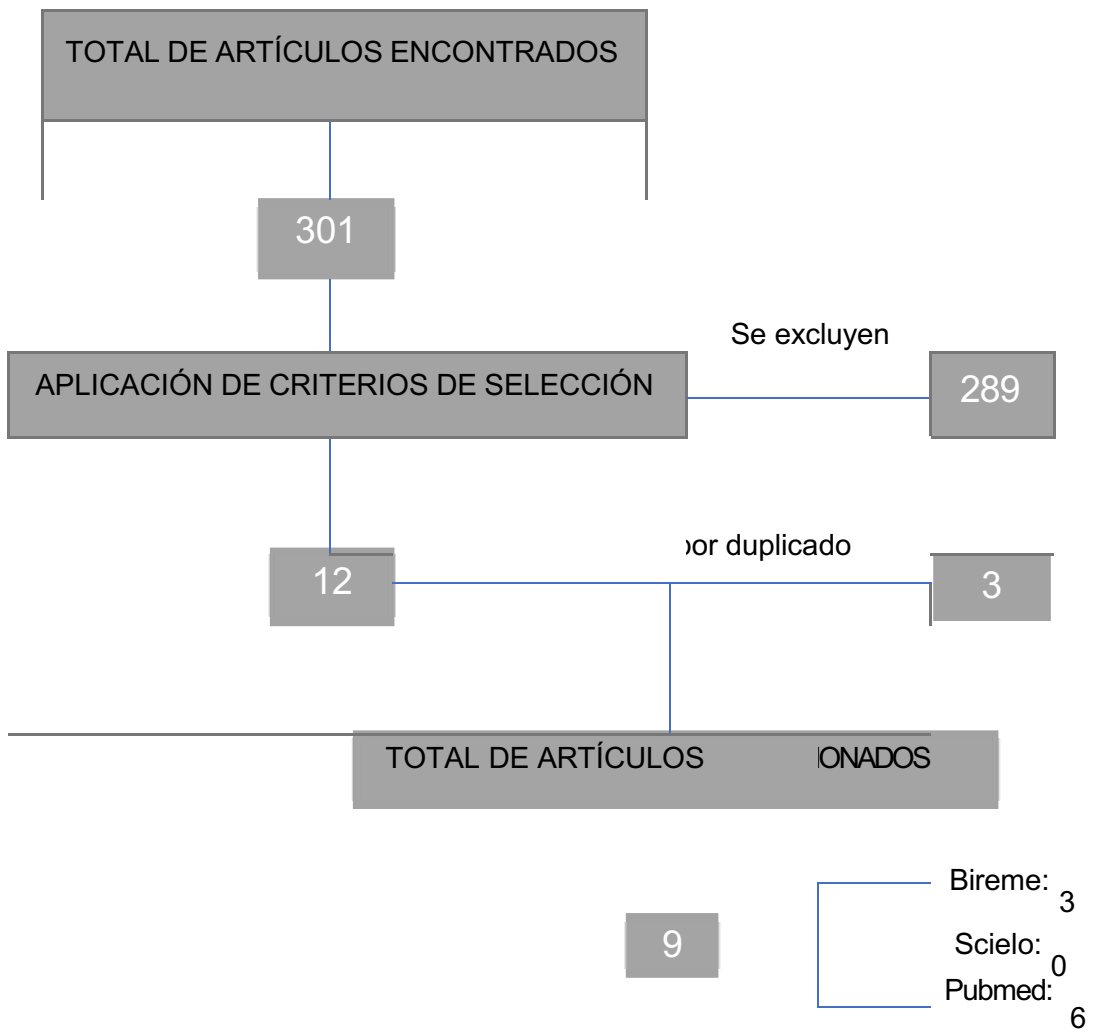


Figura N° 6: Diagrama de flujo

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
<b>Kerr et al. (24)</b> 2015	Estudio epidemiológico retrospectivo	Describir la epidemiología de las lesiones de gimnastas femeninas de la Asociación Nacional de Atletismo Universitario (NCAA) durante los años académicos 2009/2010 a 2013/2014	Estudiantes atletas universitarios que participaron en gimnasia artística femenina durante los años académicos 2009/2010 a 2013/2014	Tasas de lesiones en competición y práctica, mecanismo de lesión y aparato; todo medido según data recolectada del NCAA ISP (Programa de Vigilancia de Lesiones)	La tasa de lesiones en competencia fue de 1,67 veces la tasa de lesiones en práctica. La mayoría de lesiones ocurrieron en suelo y barras asimétricas.

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
Kruse (18) 2020	Análisis retrospectivo observacional	Determinar la incidencia y características de las lesiones en gimnastas artísticos masculinos de elite de EE. UU, durante las competencias de gimnasia realizadas entre 2008-2018.	2102 gimnastas masculinos de elite en gimnasia artística en las categorías Junior (entre 12 a 18 años) y Senior (16 años en adelante)	Incidencia de lesiones por cada 1000 gimnastas, causa, evento y severidad de las lesiones más frecuentes, según documentación realizadas por medico principal y entrenadores atléticos certificados en competencias de junior y senior de elite de EE. UU entre 2008-2018.	180 lesiones en 2102 gimnastas con una incidencia de lesiones de 85,6 cada 1000 gimnastas. La causa más común fue el contacto con una superficie inmóvil y el evento más común fue el salto en potro. La incidencia de lesiones fue mayor en competición que en práctica.

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
<b>Salazar (22)</b> 2017	Estudio cuantitativo descriptivo- exploratorio	Identificar la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en deportistas de gimnasia artística de la Liga Antioqueña de Gimnasia en el periodo de 2014-2016	30 deportistas, 11 mujeres y 19 hombres de diferentes categorías con un rango de edad de 7 a 23 años, en gimnasia artística de la Liga Antioqueña de Gimnasia.	Prevalencia de LME, zonas del cuerpo más afectadas, momento de aparición de lesión, aparato en gimnasia artística, intervenciones y retorno a la actividad; todo medido a través de una encuesta voluntaria.	Las LME más frecuentes fueron contusión, esguinces y espasmos musculares. Las zonas más afectadas fueron tobillo, pie y hombro y el aparato más representativo para las lesiones fue el suelo. El periodo de entrenamiento fue el momento donde hubo más lesiones. La intervención más común para todas las categorías fue la fisioterapia a través de medios físicos.

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
<p><b>Edouard et al.</b> (17) 2017</p>	<p>Estudio descriptivo, retrospectivo y observacional</p>	<p>Determinar la incidencia y características de lesiones en las disciplinas de gimnasia artística, rítmica y en trampolín durante 3 Juegos Olímpicos (años 2008, 2012 y 2016) con miras de mejorar en la prevención de lesiones.</p>	<p>963 gimnastas registradas en los 3 Juegos Olímpicos en gimnasia artística (292 mujeres y 290 hombres), 286 mujeres en gimnasia rítmica y en gimnasia en trampolín (48 hombres y 47 mujeres).</p>	<p>Numero e incidencia (cada 1000 gimnastas) de injurias, localización, tipo, diagnostico, circunstancias y causas; registradas por los médicos jefes del Comité Olímpico Nacional y los equipos médicos del Comité Organizador Local de los Juegos Olímpicos que informaron diariamente sobre la ocurrencia (o no ocurrencia) de lesiones.</p>	<p>81 lesiones en 963 gimnastas (84 lesiones cada 1000). La localización más frecuente fue tobillo y el tipo de lesión más común fue el esguince, seguido de tendinopatías/artritis/impigment. El diagnostico más frecuente fue esguince de tobillo. La mayoría de lesiones ocurrieron durante el entrenamiento comparado con la competición, y fueron, en su mayoría, lesiones agudas por contacto con una superficie inmóvil. La incidencia de lesiones fue mayor en gimnasia artística femenina y masculinas, y en segundo lugar la gimnasia rítmica femenina.</p>

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivos	Muestra y grupos	Variables	Resultados
<p><b>Campbell et al.</b> (19) 2019</p>	<p>Revisión sistemática (22 artículos)</p>	<p>Valorar la literatura epidemiológica sobre patrones de lesión y factores de riesgo en gimnasia artística competitiva.</p>	<p>16 estudios solo investigaron gimnastas femeninas, 3 solo gimnastas masculinos y los 3 restantes ambos sexos. Se realizó una búsqueda de la literatura en seis bases de datos electrónicas relevantes (CINHAL, MEDLINE, SPORTDiscus, Scopus, PubMed y Web of Science) utilizando esta combinación de palabras claves: '(gymnast* OR 'artistic gymnast') AND (injury OR fracture OR sprain OR strain OR ligament) AND ('risk factor' OR overuse OR 'training load' OR maturation)'</p>	<p>Prevalencia e incidencia de lesiones, severidad, tipo, localización, mecanismo de lesión, factores de riesgo y asociados.</p>	<p>La incidencia varía de 0,3 a 3,6 por gimnasta y la prevalencia de 2,0 a 2,3. Los gimnastas masculinos sufrieron más lesiones en MMSS y las femeninas en MMII. El tipo de lesión más frecuente para mujeres fue distensión y esguinces, y para hombres fueron las de manguito rotador en hombro. Un nivel competitivo más alto y la exposición o la competencia fueron factores de riesgo. La edad, masa corporal, tamaño corporal, duración de entrenamiento y el estrés fueron factores asociados.</p>

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
<b>Burt (21)</b> 2020	Analítico, prospectivo, de cohorte	Determinar los efectos del nivel de participación (nivel internacional y nacional), los aparatos (viga y suelo) y la fase de entrenamiento (precompetición y competición) en las estimaciones de carga de entrenamiento en 25 gimnastas artísticas.	25 gimnastas artísticas femeninas de entre 7 y 13 años (edad media de 9,5 +- 1,6 años) de nivel internacional (n 12) y nacional (n 13), sin lesiones y con edad mínima de entrenamiento de 1 año.	Evaluaciones antropométricas, estimación de carga de entrenamiento por análisis de video midiendo el impacto en tobillo y muñeca, aterrizajes y habilidades relacionadas con equilibrio y rotaciones y, por último, fuerzas de reacción al suelo a través de pruebas específicas del deporte con plataforma de fuerza portátil (en suelo y viga)	Las gimnastas internacionales mostraron aumento de las horas de entrenamiento y estuvieron expuestas a una mayor frecuencia de impactos en ambos aparatos. No hubo diferencias significativas entre grupos en las fuerzas de reacción al suelo.



Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
Rodríguez (23) 2016	Estudio observacional, transversal	Estimar la prevalencia de lesiones y los factores correlacionados en gimnastas perteneciente a la Liga de Gimnasia de Bogotá, Colombia.	19 gimnastas (11 hombres y 8 mujeres) mayores de 14 años, 9 entre 15 y 19 años y uno de 22 años; pertenecientes a la Liga de Gimnasia de Bogotá, Colombia.	IMC, peso corporal, talla, jump squad contra movimiento, pliometría de miembros superiores, dinamometría de espalda y sit and reach. Edemas, se realizó una encuesta de prevalencia de lesiones.	14 deportistas presentaron lesiones el último año. El lugar de lesión más prevalente fue codo con 24%, seguido de pie con 21%. El tipo de lesión más prevalente fue esguince con 31.6%, seguido por tendinopatía con 21%. No hubo correlación entre squat jump, contra movimiento, pliometría en miembros superiores, dinamometría de espalda y sit and reach. Las variables edad, peso, IMC y duración del entrenamiento se correlacionan con la aparición de lesiones.

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Variables	Resultados
Cugusi et al. (20) 2020	Revisión sistemática (6 artículos)	Investigar los factores de riesgo asociados con el dolor lumbar en gimnastas de competición.	Seis estudios transversales (3 sobre gimnasia artística y 3 sobre gimnasia rítmica) en los que participaron 284 gimnastas de competición. Se realizó una búsqueda bibliográfica de la evidencia en las siguientes bases de datos: PubMed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scopus y el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (CENTRAL) sin restricción de fecha.	Variables demográficas, antropométricas y fisiológicas, además de características de la práctica del deporte.	El aumento de la edad, el peso corporal y, en menor medida, la práctica de gimnasia más prolongada parece diferenciar a las gimnastas artísticas con dolor lumbar de las que no lo tienen; a la inversa, estos posibles factores de riesgo parecen menos relevantes para las gimnastas rítmicas.

Autor Año	Tipo de estudio	Objetivos	Muestra y grupos	Variables	Resultados
Bradshaw (25) 2012	Revisión sistemática (988 artículos)	Describir los beneficios potenciales de la investigación biomecánica para contribuir a las estrategias de prevención de lesiones en gimnastas artísticas femeninas mediante la identificación de los mecanismos de lesiones y la cuantificación de los efectos de los factores de riesgo de lesión.	988 artículos que proporcionaran información relevante para la epidemiología, posibles mecanismos de lesión, factores de riesgo, manejo y prevención de lesiones en gimnasia artística. Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de Medline, Sports Discus, ProQuest Direct, Google Scholar, Cinahl y Scirus desde 1975 hasta agosto de 2011 usando como palabras clave gymnastic, injury and mechanics, variability, coordination, wobbling mass, landing	Mecanismos de injuria, factores de riesgo y posibles estrategias de prevención de lesiones basadas en análisis biomecánicos.	Las grandes fuerzas de impacto en combinación con una mala geometría de las extremidades inferiores durante los aterrizajes en gimnasia provocan lesiones predominantemente en MMII. Se dispone de información limitada sobre cómo el análisis biomecánico puede ser eficaz para identificar y cuantificar los mecanismos de lesión, así como la frecuencia y la magnitud de la carga durante los aterrizajes, y los factores de riesgo.

## VII.b. Resultados de variables:

### VII.b.1. Incidencia

La incidencia fue tenida en cuenta por 3 artículos. En los estudios de Edouard<sup>17</sup> y Kruse<sup>18</sup>, la misma se midió por cada 1000 gimnastas registrados (GR); en el primero mostraron una incidencia del género femenino de 106,2 lesiones por cada 1000 GR (31 gimnastas mujeres lesionadas en un total de 292) y para los hombres fue menor, 82,8 por cada 1000GR (24 gimnastas hombres lesionados en un total de 290); también cabe destacar en este artículo que la incidencia fue mayor en las Olimpiadas del año 2016 en comparación con las del 2008. Por su parte en el artículo de Kruse, que solo estudiaron a gimnastas masculinos, la incidencia fue de 85,6 por cada 1000GR (180 lesiones en 2102 gimnastas); además la incidencia fue significativamente mayor durante la competición (58,2 por 1000GR) frente al entrenamiento (27,1 por cada 1000GR) y predominantemente durante el evento de salto (21,9 por cada 1000GR).

Por último, en la revisión sistemática de Campbell<sup>19</sup> recalcan que la incidencia de lesiones para gimnastas femeninas fue de 3,7 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento, mientras que para los hombres fue de 1,0.

### VII.b.2. Lesiones musculoesqueléticas más frecuentes:

#### VII.b.2.a Según segmentos corporales:

Fue analizada por 6 artículos. En el estudio de Kerr<sup>24</sup> el sitio más comúnmente lesionado fue el tobillo (17,9%), seguido de parte inferior de pierna/tendón de Aquiles (13,6%), tronco (13,4%) y el pie (12,4%). La rodilla tuvo la proporción más alta de lesiones graves (30,2%), mientras que el hombro (29,6%), tobillo (26,7%) y tendón de Aquiles (21,1%) presentaron lesiones recurrentes.

Diez estudios de la revisión de Campbell<sup>19</sup> informaron que para las gimnastas femeninas las extremidades inferiores eran el área del cuerpo más lesionada; lo mismo fue planteado por Kruse<sup>18</sup> pero para gimnastas masculinos, quien asegura que estos sufrieron preferentemente lesiones del tipo muscular, ya sea distensiones, desgarros o roturas y esguinces de ligamentos.

Edouard<sup>14</sup> notifico que la localización más frecuente de lesiones fue el tobillo (21,8%), columna lumbar (14,1%) y el pie (12,8%). Por otro lado, para Rodríguez<sup>23</sup> lo fue el codo (24%), seguido del pie (21,05%), mano (10%) y espalda, rodilla y pierna (5,2%).

Por último, se encuentra Salazar<sup>22</sup> quien informo el lugar de localización más frecuente según las categorías, para la pre infantil y juvenil el área más afectada fue el tobillo (23,53% y 20%, respectivamente), para la infantil lo fue el pie (17,39%) y para la categoría de mayores fue el hombro (23,68%), seguido del tobillo (18,42%).

#### VII.b.2.b Según el tipo de lesión:

Esta variable fue estudiada por los mismos 6 artículos anteriormente mencionados, en donde la mayoría coinciden que el esguince es el diagnóstico de lesión más frecuente. Kerr<sup>24</sup> informo que junto con los ya mencionados esguinces (20,3%), la distensión de músculos/ tendones (18,7%) fueron el tipo de lesión más prevalente. Las sub/ luxaciones (64,3%) y las fracturas (60%) fueron el tipo de lesión más graves. Otras lesiones comunes incluyeron distensiones de músculos de cadera / muslo / parte superior de la pierna (4,8%), inflamaciones de la parte inferior de la pierna / tendón de Aquiles (4,3%) y trastornos internos de la rodilla (4,1%).

Ocho estudios de la revisión sistemática de Campbell<sup>19</sup> mencionaron a los esguinces y las distensiones como el tipo de lesión más frecuente para gimnastas femeninas, seguidos de dolor inespecífico. Por su parte para Kruse<sup>18</sup>, que solo analizo a gimnastas masculinos, fueron la distensión, desgarró o rotura muscular y los esguinces de ligamentos.

Para Edouard<sup>17</sup> también la lesión más frecuente fue el esguince (34,6%), seguido de tendinopatías/ artritis/ pinzamientos (17,3%), contusiones (9,9%) y fracturas (7,4%). El diagnóstico más común fue el esguince de tobillo (13,6%) y el tipo de lesión con pérdida de tiempo más común fueron los esguinces (41,9%). Por su lado Rodríguez<sup>23</sup> planteo algo similar, en primer lugar, esguinces de tobillos (31,6%) y, en segundo lugar, las tendinopatías (21%).

Por último, se encuentra Salazar<sup>22</sup> quien planteo que para las categorías pre infantil e infantil el diagnóstico más común fue la contusión (35,9% y 26,9%, respectivamente), para la juvenil fue el espasmo muscular (24,44%) y para la

categoría de mayores fue el esguince (26,32%), seguido de contusión (18,42%) y el espasmo muscular (17,79%).

### VII.b.3. Factores de riesgo:

#### VII.b.3.a Factores extrínsecos:

##### Años de practica y nivel competitivo

En la revisión sistemática realizada por Campbell<sup>19</sup> 2 artículos consideraron esta variable como un factor de riesgo extrínseco considerable para el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas, destacando que el nivel de competitividad y una mayor exposición a las competencias también influye en la localización y tipo de lesión. Se observó que las gimnastas de elite experimentaron una mayor tasa de lesiones por uso excesivo (lesión aguda: 44,1%-50,3%, lesión por uso excesivo: 49,7-55,9%<sup>5</sup>), mientras que las de nivel nacional/estatal sufrieron más lesiones del tipo agudas (lesión aguda: 65,7%-75,0%, lesión por uso excesivo: 25,0%-34,3%).

Por su parte en el estudio de Burt<sup>21</sup> la carga de entrenamiento fue mayor en las gimnastas de nivel internacional, que entrenaban un promedio de 26 horas semanales y estaban expuestas a fuerzas de reacción al suelo de hasta 14 veces su peso corporal (las nacionales hasta 10 veces su peso corporal y entrenaban 14 horas por semana), tal es así que cuando se analiza las fuerzas de reacción al suelo, los patrones de movimientos específicos de la gimnasia y el total de horas de entrenamiento, la carga es mucho mayor para las gimnastas de nivel internacional, lo que las expone a una mayor posibilidad de lesionarse.

##### Volumen de entrenamiento

Fue considerada como factor de riesgo solo por el estudio de Burt<sup>21</sup>, asegurando que una exposición más prolongada al entrenamiento representa una mayor carga para los y las gimnastas, llevando a mayores probabilidades de sufrir una lesión.

##### Aparatos

Para Burt<sup>21</sup> fue considerado el suelo como el aparato en donde se expuso rutinariamente a las gimnastas a mayores fuerzas en relación con el peso corporal, junto con la viga. Del mismo modo, los MMII estuvieron expuestos a mayores fuerzas de reacción al suelo que los MMSS en ambos aparatos

(viga y suelo). En la viga el salto Split demostró las mayores fuerzas de reacción al suelo en los tobillos, mientras que en el aparato de suelo fue la rondada para ambos niveles de gimnastas.

#### VII.b.4. Factores asociados:

##### VII.b.4.a Factores intrínsecos:

###### Sexo

Esta variable fue analizada por tres estudios en donde todos coinciden que las gimnastas femeninas se lesionan en un mayor porcentaje en comparación con los masculinos. En el estudio realizado por Edouard se puede destacar que las mujeres se lesionan mayoritariamente en la articulación del tobillo, lo que coincide con lo planteado en la revisión sistemática de Campbell que agrega que los gimnastas masculinos se lesionan más en miembros superiores, particularmente el manguito rotador del hombro. (17, 19, 23)

###### Edad

Esta variable fue analizada por tres artículos. En el realizado por Edouard<sup>17</sup> se puede resaltar que las gimnastas mujeres se lesionan a una edad más temprana en comparación con los hombres (19,6 +- 3,3 vs 24,1 +-4,5 años, respectivamente) y que la edad media de lesiones de fue de 21,1 ± 4,3 años (rango de 16 a 36 años); además destaco que el 18% de los gimnastas lesionados tenían menos de 18 años y el 51% eran menores de 20 años. Por otra parte, en el estudio de Cugusiz<sup>20</sup> concluyen que las gimnastas que sufrían dolor lumbar eran significativamente mayores que las que no lo tenían. Por último, cabe marcar que dentro de la revisión de Campbell<sup>19</sup> dos estudios consideraron una mayor edad como un factor asociado significativo para la aparición de lesiones.

###### Composición corporal

Fue contemplada por tres estudios en donde todos coinciden que hay una relación entre las variables antropométricas y la aparición de lesiones musculoesqueléticas, es decir, valores elevados en el IMC, peso y estatura se asocian significativamente con la presencia de las mismas. (19, 20, 23)

###### Alteración postural

Solo el estudio de Bradshaw<sup>25</sup> considero esta variable concluyendo que un posible desequilibrio muscular funcional entre las extremidades inferiores genera asimetría entre las mismas lo que aumenta el riesgo de sufrir una lesión crónica por sobre uso, especialmente durante los aterrizajes. También planteo que una rigidez articular excesiva o insuficiente puede generar lesiones, ya que conlleva a inestabilidad.

#### VII.b.4.b Factores extrínsecos:

##### Aparatos

Fue analizada por tres artículos en donde todos concuerdan que el suelo fue el evento donde se presentaron la mayor cantidad de lesiones. En la revisión sistemática de Campbell<sup>19</sup>, dos estudios informaron que las lesiones tenían las mismas posibilidades de ocurrir en la viga para gimnastas femeninas como en las barras asimétricas para gimnastas masculinos. Por su parte Salazar<sup>22</sup> informo que para las cuatro categorías de su estudio (pre infantil, infantil, juvenil y mayores) el suelo fue el aparato donde se presentaron el mayor número de lesiones.

Por último, Kerr<sup>24</sup> concluyo que de las 291 (69,6%) lesiones reportadas durante un evento de aparatos, la mayoría ocurrió durante el ejercicio de piso (41,9%, n = 122) y en las barras asimétricas (28,2%, n = 82). Las lesiones de hombro componen una mayor proporción de lesiones en las barras asimétricas (18,3%, n = 15) que en otros aparatos y las lesiones de la parte inferior de la pierna / tendón de Aquiles fueron responsables de una mayor proporción de lesiones en el ejercicio de suelo (27,8%, n = 34) que en otros aparatos.

##### Volumen de entrenamiento

Dos estudios consideraron esta variable. En el artículo realizado por Cugusi<sup>20</sup> destaca que las gimnastas con dolor lumbar informaron una participación más prolongada que aquellas sin dolor lumbar. Por otro lado, en la revisión sistemática de Campbell<sup>19</sup> un estudio destaco al entrenamiento prolongado como un factor asociado significativo para el desarrollo de las lesiones en gimnastas.

##### Años de practica y nivel competitivo:



Tres artículos de la revisión de Campbell<sup>19</sup> consideraron esta variable como un factor de asociación para la exposición de lesiones musculoesqueléticas. Por otro lado, se encuentra el estudio de Kruse<sup>18</sup> quien asegura que la incidencia de lesiones fue más baja en las competiciones de clasificación nacional y más alta en las competiciones del Campeonato Nacional de EE. UU y en las Pruebas Olímpicas.

#### VII.b.5. Tratamiento / Prevención:

Solo 2 artículos tuvieron en cuenta estas variables. En el artículo llevado a cabo por Salazar<sup>22</sup> afirman que la modalidad terapéutica más utilizada para el tratamiento de las lesiones musculoesqueléticas fue la fisioterapia, por medio de distintas modalidades como la termoterapia, crioterapia, ultrasonido, TENS y electroestimulación neuromuscular, utilizadas con el fin de disminuir el dolor y la inflamación, según cada caso.

Por su parte en la revisión de Bradshaw<sup>25</sup> propusieron posibles medidas preventivas basadas en investigaciones biomecánicas concluyendo que, ya que la tasa de lesiones es más alta durante la competencia, más del 50% de las mismas se dan en miembros inferiores y el 70% suceden durante los aterrizajes de los ejercicios de piso o desmontes de los aparatos, estos tendrían que ser el foco de las estrategias de prevención de lesiones; además de asegurarse de contar con los equipos de seguridad correspondientes para los entrenamientos y la correcta supervisión de los entrenadores.

## VII. Discusión:

La realización de esta revisión fue impulsada para dar respuesta a la problemática presentada, en donde se plantea la pregunta de cuáles son los factores de riesgo y de asociación que pueden influir en el desarrollo de lesiones deportivas en gimnastas artísticas. Se buscó recopilar información acerca de diferentes estudios científicos que analizaran dichos factores, las ya mencionadas lesiones musculoesqueléticas, sus consecuencias y las posibles medidas de prevención y tratamiento. Luego de la búsqueda bibliográfica, y la posterior aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se utilizaron 9 publicaciones científicas para el análisis de los resultados.

Esta revisión sugiere que los y las deportistas que son mayores, más altos, más pesados, que entrenan más horas diarias, que presentan más años realizando este deporte, que pertenecen a categorías competitivas más altas y que ya se encuentran compitiendo en competencias internacionales, están predispuestos a sufrir más lesiones musculoesqueléticas que los que no.

Por otro lado, cabe destacar que todos los estudios que analizaron las lesiones según los aparatos concuerdan que el suelo fue el aparato en donde sucedieron la mayoría de las mismas. Esto se podría justificar ya que los deportistas pasan la mayor parte de su tiempo en el mismo, no solo practicando las secuencias coreográficas que desarrollan en el suelo sino, también, pre calentando, realizando ejercicios de estiramiento o practicando las destrezas que luego realizan en otros aparatos. Además, según los resultados, el suelo presenta grandes fuerzas de reacción al mismo principalmente a la hora de los aterrizajes, las cuales deben ser soportadas por todas las estructuras musculoesqueléticas. En relación a esto, los aterrizajes son unas de las maniobras que desencadenan gran parte de las lesiones en este deporte, por esto es de vital importancia trabajar en la biomecánica de los mismos para poder evitar, en la medida que sea posible, dichas lesiones.

Con respecto a la localización y tipo de lesiones, la mayoría de los autores concluyen que la articulación más afectada es el tobillo y que el diagnóstico más frecuentemente presentado es el esguince del mismo, lo cual es muy valioso para tener en cuenta a la hora de armar planes de prevención de lesiones. La estabilidad del complejo funcional del pie y el tobillo depende de la congruencia ósea, de su forma y de los ligamentos y músculos que lo rodean, sumado a que es una articulación de

transferencia de carga y está constantemente sometida a las fuerzas de reacción del suelo, a los cambios en las superficies y a las variaciones en el posicionamiento y apoyo del cuerpo. Por todo lo anteriormente mencionado, es una articulación que está constantemente expuesta a la posibilidad de lesionarse, especialmente en este tipo de deportes, por ello es muy importante enfocarse en la prevención de lesiones mediante un buen fortalecimiento, el entrenamiento del control neuromuscular que ejercen los músculos y el sistema nervioso, y mediante el trabajo de la propiocepción y del equilibrio para lograr una buena estabilidad a la hora de realizar las destrezas. Además, es necesario resaltar que los diagnósticos de lesiones musculares y tendinosas, tales como distensiones, desgarros o rupturas, se presentan de manera frecuente.

Con respecto a los metaanálisis revisados, Campbell y Cugusi concuerdan en que una mayor edad y peso corporal influyen positivamente con la exposición a lesiones; ambos destacan la gran influencia de las fuerzas de reacción al piso con el desarrollo de las mismas. Teniendo en cuenta que el suelo, y específicamente los aterrizajes, son situaciones en donde exponen al deportista a sufrir estas injurias, ambos autores recalcan que en esta disciplina se presta especial atención al control del peso corporal. Muchas veces estas imposiciones que hay sobre la propia composición corporal, sumado a la presión que conlleva el deporte de alta competencia, generan desordenes nutricionales y/o trastornos alimentarios. Por tales razones es fundamental que se concientice sobre esta problemática y que dentro del equipo médico haya nutricionistas y psicólogos que acompañen al deportista.

De la misma forma Bradshaw, quien se enfocó en realizar un análisis biomecánico de la gimnasia, también hace hincapié en la necesidad de monitorear las cargas de impacto durante las sesiones de entrenamiento ya que, tanto sea de manera acumulativa como aguda, generan una tendencia al desarrollo de diversas lesiones. Agrega, además, que los aterrizajes tienen que ser el foco de atención en las sesiones de entrenamiento, observando y controlando la altura desde donde se realizan los mismos y la rotación del cuerpo a la hora de la recepción. Aun así, concluyó que hay una limitada disponibilidad del análisis biomecánico el cual, junto al conocimiento de los factores de riesgo, son necesarios para identificar y cuantificar los mecanismos de lesiones.

Los datos obtenidos sobre el nivel de incidencia de lesiones concluyen que el género femenino presenta una de las mayores tasas en comparación con el género masculino, aunque en ninguna de las publicaciones se explica el motivo de esta tendencia. Lo que sí se puede destacar es que las mujeres se lesionan más los miembros inferiores y los hombres lo hacen más en miembros superiores. Esto se puede explicar por el tipo de aparatos en donde realizan las secuencias coreográficas, que someten a ciertas articulaciones a patrones de movimientos repetitivos que pueden desencadenar dichas lesiones. De allí es que, según los resultados analizados, las gimnastas femeninas se lesionan con más frecuencia la articulación del tobillo y los hombres, preferentemente, los hombros.

En relación a lo anterior, uno de los limitantes a la hora de analizar objetivamente la variable sexo es que en el total de la población estudiada eran más mujeres que hombres. Pocos estudios, exceptuando el de Kruse en esta revisión, analizaron solamente hombres en la disciplina de gimnasia artística, lo cual debería tenerse en cuenta para futuras investigaciones.

Otra de las grandes limitaciones a la hora de analizar los factores predisponentes para dichas lesiones se encuentra en los tipos de estudios analizados, ya que se encontraron poca cantidad de publicaciones que hablen de factores de riesgo propiamente dichos. Para el análisis de dichos factores los artículos examinados deberían ser del tipo prospectivos, ya que se tiene en cuenta la variable tiempo; por el contrario, la mayoría de las publicaciones encontradas fueron del tipo retrospectivas, de allí que la mayoría de los factores distinguidos en los resultados fueron del tipo asociados. Así mismo, tampoco se hallaron ensayos clínicos randomizados pero si observacionales, que no permiten establecer una causa de relación entre los factores de riesgo con el desarrollo de las lesiones.

Al mismo tiempo, otro de los condicionamientos que no permitió que el análisis de los resultados sea equitativo, fue la gran variedad de edades de los y las gimnastas, hecho que puede interferir en el análisis objetivo de las lesiones en cuanto a la localización, diagnóstico, incidencia, entre otras. En algunos artículos los gimnastas estudiados eran menores de edad y en otros sobrepasaban la mayoría de la misma, siendo que muchos de estos últimos ya se habían iniciado en el mundo de las Olimpiadas o competencias internacionales; hecho que se relaciona directamente con una trayectoria más extensa y, consecuentemente, con numerosas lesiones por los

años de entrenamiento, un mayor nivel de exigencia, mayor desgaste físico y mental y que, por sobre todo, según los resultados analizados, una mayor edad se considera un factor asociado para el desarrollo de lesiones en estos deportistas.

Otra cuestión a destacar es la falta de información que hay sobre la salud mental de los y las deportistas. Un pilar fundamental para el óptimo desarrollo del rendimiento deportivo es la ya mencionada salud mental, especialmente en los deportes de alta competencia donde la presión es mucho mayor. Es indispensable que dentro del equipo médico haya psicólogos que acompañen a los gimnastas durante todo el proceso, estimulando la comunicación, la motivación y trabajando la auto exigencia, la respuesta al error y el stress, ya que en las categorías de elite la demanda hacia ellos es demasiada, sumado a los intereses comerciales y económicos.

Por otro lado, hay que recalcar que hay muy poca información publicada acerca de las medidas preventivas y los respectivos tratamientos de estas lesiones musculo esqueléticas. Es imprescindible que se creen estrategias y acciones de prevención multidisciplinarias entendiendo al abordaje de las lesiones deportivas como un modelo multifactorial. Algunos puntos a tener en cuenta durante la práctica deportiva serian, no solo enfocarse en trabajar ejercicios de fortalecimiento y flexibilidad, sino respetar el calentamiento, entrenar la propiocepción para un buen control neuromotor para generar estabilidad articular frente a los diferentes estímulos, ejercitar el equilibrio para soportar los cambios posturales estáticos y dinámicos e incluir ejercicios pliométricos ya que combinan fuerza y velocidad. Por otro lado, es muy importante que los gimnasios cuenten con el equipamiento y los materiales de protección y contención y que las condiciones ambientales sean optimas, al igual que las superficies de juego.

De la misma forma hay que regular el volumen de entrenamiento, ya que es un factor de riesgo para el desarrollo de las lesiones musculoesqueléticas. Es importante la correcta dosificación de las cargas, es decir, que la intensidad y el aumento de las mismas sean progresivas y de manera individualizadas con sus correspondientes descansos, para evitar el sobre entrenamiento lo que conlleva una sobre carga y fatiga residual que son disparadores de lesiones. Además, es muy valioso que el deportista acompañe al entrenamiento con la correcta alimentación, hidratación y horas de sueño suficientes.

Por último, es sustancial como kinesiólogos la evaluación del deportista para conocer sus fortalezas, capacidades físicas y limitaciones para trabajar en ello. En caso de que estos presenten alteraciones biomecánicas, hay tratarlas de manera conservadora en la medida que sea posible; en la actualidad hay diversas tecnologías e instrumentos que puede ayudar al análisis biomecánico del gesto deportivo, lo cual debería tenerse en cuenta. Al mismo tiempo, se necesita una correcta y detallada supervisión de los entrenamientos y competiciones, registrar los momentos de lesiones, así como los cambios antropométricos de cada deportista y, por sobre todo, hacer un seguimiento especial de aquellos que ya sufrieron algún tipo de lesión.

Para futuras investigaciones sería relevante que se realicen más estudios del tipo prospectivos de cohorte para el análisis de factores de riesgo modificables ya que, en base a estos, se podrían generar programas exitosos de prevención de lesiones y, secundariamente, planes de tratamiento; siendo que estas son las instancias en donde podemos inferir como profesionales de la salud.

## VIII. Conclusión

Como consideración final de esta revisión, se puede afirmar que los factores más influyentes en el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas en gimnastas artísticos son las largas horas de entrenamiento, una mayor trayectoria en gimnasia de competición, una mayor edad, un nivel competitivo más alto, y peso y estatura más elevados. Además, hay que destacar, que las mujeres son las más afectadas en este deporte, que la articulación del tobillo es la más lesionada y que el suelo es el aparato que mayormente expone a los y las gimnastas a grandes fuerzas de reacción al mismo.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado en el párrafo anterior, y las limitaciones nombradas en la discusión, es importante que las futuras investigaciones se centren en la información detallada de las características de la población, así como también, en la de las lesiones. En general, se necesitan más estudios consistentes que analicen específicamente a la gimnasia de competencia, y que las variables a analizar, junto con las particularidades de la población estudiada, sean comparables y compatibles para una investigación más precisa. Es fundamental que se realicen estudios prospectivos para el análisis de factores de riesgos modificables, ya que con el consecuente análisis de los mismos se podrían crear planes de prevención de lesiones y estrategias en el manejo de las mismas, siendo en ambas instancias imprescindible la presencia de kinesiólogos y kinesiólogas.

## IX. Referencias Bibliográficas

1. Sports Regras [sede web]. Brasil; último acceso 2 de octubre de 2021.  
Disponible en: <https://sportsregras.com/es/gimnasia-artistica-reglas-historia>
2. Arroba LG. TÉCNICA DEPORTIVA PARA PREVENCIÓN DE LESIONES FÍSICAS EN LOS GIMNASTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE TUNGURAHUA, DEL CANTÓN AMBATO EN EL PERIODO 2009 - 2010. [Ambato – Ecuador]: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO; 2010.
3. Gabriel DS. PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE. :7.
4. Unidad Editorial Información Deportiva Madrid [sede web]; último acceso 25 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.marca.com/juegos-olimpicos/gimnasia-artistica/todo-sobre.html>
5. Gimnasia Argentina [sede web]. Buenos Aires; último acceso 29 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://gimnasiargentina.com/>.
6. CÓDIGO DE PUNTUACIÓN 2017 – 2020 - Gimnasia Artística Femenina. :210.
7. CONFEDERACIÓN ARGENTINA DE GIMNASIA SECRETARIA TÉCNICA FEMENINA (GAF). Programa 2009-2012. Marzo 2009
8. Cervera FJA, Rotger MAN. The physiotherapist in the prevention of sport injuries.2006; 5 (2): 31-36
9. Ramírez L, Peraza M. Análisis de factores de riesgo de las lesiones musculoesqueléticas más frecuentes en atletas practicantes de gimnasia artística con edades de 8 a 12 años, de 6 clubes inscriptos en la Federación Costarricense de Gimnasia y Afines, durante el segundo semestre del 2015. [tesis doctoral]. Universidad de Costa Rica (San José): 2012.
10. Desai N, Vance DD, Rosenwasser MP, Ahmad CS. ArtisticGymnastics Injuries; Epidemiology, Evaluation, and Treatment: Journalofthe American AcademyofOrthopaedicSurgeons. julio de 2019;27(13):459-67.
11. Westermann RW, Giblin M, Vaske A, Grosso K, Wolf BR. Evaluation of Men’s and Women’s Gymnastics Injuries: A 10-Year Observational Study. Sports Health. marzo de 2015;7(2):161-5.
12. Araujo Alonso M. Concepto de asociación, causa y riesgo. Introducción en la medicina basada en evidencias. enero de 2011; 11(1):48-43



13. Caine D, Nassar L. Gymnastics injuries. En: DJ Caine, N.Maffulli. Epidemiology of Pediatric Sports Injuries: Individual Sports. Medicine and Sport Science. Basilea, Suiza: S Karger AG; 2005. p. 18-58
14. Wyatt HE, Gittoes MJR, Irwin G. Sport-specific musculoskeletal growth and postural control in female artistic gymnasts: a 12 month cohort study. Sports Biomechanics. 3 de marzo de 2020;19(2):258-70.
15. Hart E, Meehan WP, Bae DS, d'Hemecourt P, Straccolini A. The Young Injured Gymnast: A Literature Review and Discussion. Current Sports Medicine Reports. noviembre de 2018;17(11):366-75.
16. Thomas RE, Thomas BC. A systematic review of injuries in gymnastics. The Physician and Sportsmedicine. 2 de enero de 2019;47(1):96-121
17. Edouard P, Steffen K, Junge A, Leglise M, Soligard T, Engebretsen L. Gymnastics injury incidence during the 2008, 2012 and 2016 Olympic Games: analysis of prospectively collected surveillance data from 963 registered gymnasts during Olympic Games. Br J Sports Med. abril de 2018;52(7):475-81.
18. Kruse DW, Nobe AS, Billimek J. Injury incidence and characteristics for elite, male, artistic USA gymnastics competitions from 2008 to 2018. Br J Sports Med. febrero de 2021;55(3):163-8.
19. Campbell RA, Bradshaw EJ, Ball NB, Pease DL, Spratford W. Injury epidemiology and risk factors in competitive artistic gymnasts: a systematic review. Br J Sports Med. septiembre de 2019;53(17):1056-69.
20. Cugusi L, Manca A, Sarritzu S, Bergamin M, Gobbo S, Di Blasio A, et al. Risk factors associated with low back pain in competitive female gymnasts: A meta-analytic approach. Journal of Sports Sciences. 16 de noviembre de 2020;38(22):2543-52.
21. Burt LA, Naughton GA, Higham DG. Carga de Entrenamiento en la Gimnasia Artística Femenina Pre- Puberal. 2020;10.
22. Salazar AMT. Prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en deportistas de gimnasia artística de la Liga Antioqueña de Gimnasia, en el período 2014-2016. :19.
23. Rodríguez-Camacho DF, Correa-Mesa JF, Camargo-Rojas DA, Correa-Morales JC. Prevalencia de lesiones en gimnastas pertenecientes a la Liga

de Gimnasia de Bogotá, D.C. Rev Fac Med. 1 de septiembre de 2016;64(3Sup):85.

24. Kerr ZY, Hayden R, Barr M, Klossner DA, Dompier TP. Epidemiology of National Collegiate Athletic Association Women's Gymnastics Injuries, 2009–2010 Through 2013–2014. *Journal of Athletic Training*. 1 de agosto de 2015;50(8):870-8.
25. Bradshaw EJ, Hume PA. Biomechanical approaches to identify and quantify injury mechanisms and risk factors in women's artistic gymnastics. *Sports Biomechanics*. septiembre de 2012;11(3):324-41.