
INVESTIGACIÓN ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50829>

Prevalencia de lesiones en gimnastas pertenecientes a la Liga de Gimnasia de Bogotá, D.C.

Prevalence of injuries in gymnasts from the Gymnastics League of Bogotá, D.C.

Recibido: 25/05/2015. Aceptado: 12/07/2016.

Diego Fabricio Rodríguez-Camacho¹ • Juan Felipe Correa-Mesa¹ • Diana Alexandra Camargo-Rojas¹ • Juan Carlos Correa-Morales²

¹ Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Departamento de Movimiento Corporal Humano - Bogotá, D.C. - Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Ciencias - Escuela de Estadística - Medellín - Colombia.

Correspondencia: Diego Fabricio Rodríguez-Camacho. Programa de Fisioterapia, Facultad de Enfermería y Rehabilitación. Universidad de La Sabana. Campus del Puente del Común, km 7, Autopista Norte de Bogotá, edificio H. Teléfono: +57 1 8615555. Chía. Colombia. Correo electrónico: diefrodriguezcam@unal.edu.co.

| Resumen |

Introducción. La exigencia física en los gimnastas durante su formación puede traer consigo lesiones; la intensidad y cantidad de práctica en relación al nivel de competencia y grado de dificultad de los elementos hacen de este deporte uno de los que mayores lesiones produce.

Objetivo. Estimar la prevalencia de lesiones y los factores correlacionados a estas en gimnastas pertenecientes a la Liga de Gimnasia de Bogotá, Colombia.

Materiales y métodos. Estudio observacional, correlacional y con diseño transversal realizado en 19 gimnastas: nueve mayores de 14 años, nueve entre 15 y 19 y uno de 22 años. Se midió índice de masa corporal (IMC), peso corporal, talla, squat jump, contra movimiento, pliometría en miembros superiores, dinamometría de espalda y sit and reach; también se realizó una encuesta de prevalencia de lesiones.

Resultados. 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.

Conclusiones. Las variables edad, peso, IMC y duración del entrenamiento se correlacionan con la aparición de lesiones. Las mujeres sufren más lesiones en comparación con hombres.

Palabras clave: Gimnasia; Lesiones en atletas; Prevalencia (DeCS).

| Abstract |

Introduction: The physical demand of gymnasts during training can cause injuries; the intensity and amount of practice in relation to the level of competition and degree of difficulty make this sport present one of the highest rates of injuries.

Objective: To estimate the prevalence of injuries and correlated factors in the gymnasts of the Gymnastics League in Bogotá, Colombia.

Materials and methods: Observational, correlational and cross-sectional study including 19 gymnasts, whose ages were 14 (nine subjects), 15-19 (nine subjects) and 22 (one subject). Body mass index (BMI), body weight, height, squat jump, counter movement, plyometrics in upper limbs, back dynamometry and sit and reach aspects were measured. Also, a survey of injuries prevalence was performed.

Results: 14 athletes had injuries during the past year. The most prevalent injury site was the elbow with 24%, followed by foot with 21%. The most prevalent type of injury was sprain with 31.6%, followed by tendinitis with 21%. There was no correlation between squat jump, counter movement, plyometrics in upper limbs, back dynamometry and sit and reach.

Conclusions: The variables age, weight, BMI and length of training correlate with the appearance of injuries. Women suffer more injuries compared with men.

Keywords: Gymnastics; Athletic Injuries; Prevalence (MeSH).

.....
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. 2016;64:S85-91. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50829>.

.....
Rodríguez-Camacho DF, Correa-Mesa JF, Camargo-Rojas DA, Correa-Morales JC. [Prevalence of injuries in gymnasts from the Gymnastics League of Bogotá, D.C.]. Rev. Fac. Med. 2016;64:S85-91. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50829>.

Introducción

La gimnasia, como modalidad deportiva, se popularizó gracias a los Juegos Olímpicos de 1972 y 1976, eventos a partir de los cuales se comenzó a observar la práctica en niños desde los cinco años de edad; estos niños, al ser sometidos a entrenamientos prolongados, empezaron a padecer estrés en el sistema músculo-esquelético (1).

A medida que se incrementa el nivel de exigencia en el gimnasta, los cambios en las características morfológicas y funcionales pueden traer consigo la aparición de lesiones y pueden asociarse a aspectos psicológicos, nutricionales y hormonales como factores de riesgo (1).

Ahora bien, teniendo en cuenta que los factores de riesgo mencionados están presentes de manera cotidiana en la práctica de gimnasia, se genera la necesidad de identificar cuáles son los determinantes fisiológicos y antropométricos que inciden en la prevalencia de lesiones y en el desempeño deportivo. Douda *et al.* (2), al medir los componentes de antropometría, flexibilidad, fuerza explosiva, capacidad aeróbica, dimensiones del cuerpo y metabolismo glucolítico, concluyen que las características antropométricas potencia oxidativa, flexibilidad y fuerza explosiva son los determinantes esenciales para la práctica exitosa de la gimnasia, y que además deben hacer parte de su planificación deportiva.

Además de la condición física como determinante del rendimiento, se evidenciaron otros factores que pueden estar relacionados con las lesiones. Estudios como el realizado por Pourkazemi *et al.* (3) evidenciaron que los niños de edades entre 7 y 14 años presentaban diferencias significativas en cuanto a las lesiones deportivas ($p=0.034$); mientras que en los niños de 14 años no se observaron diferencias significativas ($p=0.894$). Estos autores también evidenciaron que en mujeres de todas las edades la región del cuerpo en la cual se presenta el mayor número de lesiones es en miembro superior.

A diferencia de lo anterior, en otro estudio se encontró que en gimnastas de género femenino, principalmente niñas, las lesiones más comunes ocurren en miembros inferiores —esguince en tobillo y trastornos internos en rodilla—, mientras que en el caso de los gimnastas masculinos se dan en miembros superiores —muñeca y hombro— (4); esta situación puede justificarse a partir de las diferentes disciplinas derivadas de la gimnasia, en donde se destacan gimnasia artística, gimnasia rítmica, gimnasia en trampolín, gimnasia acrobática y gimnasia aeróbica (5).

Otras variables a tener en cuenta para estudiar la prevalencia de las lesiones son el momento de ocurrencia de la lesión y la duración de los entrenamientos.

En un estudio realizado por Chilvers *et al.* (6) se identificó que las lesiones de pie y tobillo en gimnastas élite femeninas prevalecen durante la práctica deportiva y que las que padecen lesiones que comprenden esguinces, fracturas y luxaciones retornan al deporte con el mismo nivel o superior, contrario a lo que les ocurre a las que padecen lesión de Lisfranc.

Por otro lado, en un estudio prospectivo de gimnastas de modalidad rítmica controladas durante ocho meses, se observó que las deportistas sufrieron 1.08 lesiones por cada 1 000 horas de entrenamiento; en este estudio la lesión más prevalente también fue la de tobillo y pie (38.9%), seguido por la de espalda (22.2%) (7).

En miembros superiores se ha evidenciado que las lesiones en muñeca como varianza cubital positiva, la lesión de radio distal y el dolor crónico en muñeca son síntomas comunes (8), mientras que las lesiones en hombro, específicamente las de tipo SLAP (*superior labrum anterior to posterior*), ocasionan el retiro de la práctica deportiva (9).

Ahora bien, debe entenderse a la gimnasia como un deporte caracterizado por su alta complejidad en términos de ejecución y

mantenimiento de posturas y en el que, a pesar de no ser de contacto físico, factores intrínsecos como el nivel de formación, la edad, el peso y la estatura del deportista pueden ser responsables de la aparición de lesiones (10).

Además, Burt *et al.* (11) encontraron que la geometría ósea, relacionada con el área total del hueso, la densidad ósea, el área trabecular, el área cortical, el espesor y la densidad cortical en miembros superiores, aumenta a partir de la práctica de gimnasia modificando parámetros como índice de masa corporal (IMC), fuerza de resistencia y fuerza explosiva; estos parámetros pueden prevenir el riesgo de sufrir fracturas en niñas durante la etapa prepubertad y en los inicios de la misma (11).

Aparte de los factores intrínsecos antes mencionados, también se pueden nombrar algunos extrínsecos propios del ambiente, la utilería y aquellos que comprenden la metodología del entrenamiento y prescripción del ejercicio en términos de frecuencia, intensidad y duración, además de los tiempos de recuperación.

Estudios como el de Marina & Jemni (12) demuestran la importancia de combinar entrenamiento convencional en aparatos con entrenamiento pliométrico para miembros inferiores; esto no solo aporta beneficios al rendimiento deportivo sino que también favorece el crecimiento y desarrollo en la etapa prepubertad. No obstante, el tiempo de duración de la práctica en relación al nivel de competencia, la cantidad de las mismas y el grado de dificultad de los elementos hacen de la gimnasia uno de los deportes que mayores lesiones producen (6).

En síntesis, la prevalencia de lesiones deportivas en gimnastas puede estar influenciada por factores intrínsecos y extrínsecos que a su vez afectan el rendimiento del deportista; por esta razón, el objetivo de este estudio es estimar la prevalencia de lesiones y los factores correlacionados a estas en deportistas de la Liga de Gimnasia de Bogotá (LGB), Colombia, para diseñar un sistema de vigilancia epidemiológica que impacte positivamente la salud del deportista.

Metodología

Se realizó un estudio observacional y de tipo correlacional con diseño transversal que pretendió estimar la prevalencia de lesiones y los factores correlacionados a estas en deportistas practicantes de gimnasia. Se ejecutaron mediciones en 19 gimnastas pertenecientes a la LGB: nueve mayores de 14 años, nueve entre 15 y 19 y uno de 22 años.

Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta que los participantes fueran deportistas de alto rendimiento pertenecientes a la LGB y como criterios de exclusión que fueran gimnastas en proceso de formación y que no pertenecieran a la liga; tampoco se tuvieron en cuenta a quienes no aceptaron participar en el estudio o cuyos padres, en el caso de menores de edad, no permitieron su colaboración.

Los deportistas mayores de edad firmaron el consentimiento informado y en el caso de los menores de edad, estos firmaron el asentimiento informado, mientras que sus padres el consentimiento.

Las evaluaciones realizadas fueron una encuesta de prevalencia de lesiones, la cual se aplicó en otro estudio realizado en el mismo año en la Universidad Nacional de Colombia en deportistas; una prueba de confiabilidad test re-test, que contó con el proceso de validación respectivo; las pruebas de *squat jump* para la evaluación de la fuerza explosiva de los miembros inferiores y contra movimiento para la evaluación de la fuerza reactiva, ambas evaluadas en plataforma de salto *axon jump*; una prueba de pliometría de miembro superior denominada *push up*, la cual siguió el protocolo descrito por *axon jump*; una prueba de dinamometría de espalda y miembros inferiores, y la prueba de flexibilidad de

espalda y miembros inferiores sit and reach, realizada con el cajón estandarizado para la prueba.

Para analizar los datos se usó el software R 3.2.0. Se realizaron análisis descriptivos para todas las variables, se estimaron los valores medios de las variables cuantitativas, se realizaron pruebas de hipótesis t para comparación de grupos y se ajustaron modelos de regresión lineales, modelos logísticos y regresiones Poisson para explicar el comportamiento de algunas variables mediante el uso de otras.

Resultados

De los 19 participantes del estudio, 11 fueron hombres (57.89%) y 8 mujeres (42.1%); la distribución por rangos de edad fue: nueve sujetos menores de 14 años, nueve entre 15 y 19 años y uno de 22 años.

El resumen de las características morfológicas, en términos de índice de masa corporal (IMC), peso corporal y estatura, así como el número de lesiones y características de su condición física, se encuentran en la Tabla 1; la columna de n válidos se refiere a los datos que estuvieron completos para el respectivo procedimiento.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables de estudio.

Características morfológicas	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Peso	11	31.00	65.00	47.3636	9.52127
Estatura	11	129.00	167.00	152.0000	11.24278
Sit and reach	11	15.00	26.30	20.0636	3.03225
Dinamometría de espalda	14	43.00	195.00	111.2143	50.78185
SJ	11	15.20	45.30	28.6455	7.75621
CMJ	11	1.80	52.80	30.5000	16.27692
Push up	9	0.00	21.20	10.5444	6.64551
IMC	11	18.22	23.31	20.2691	1.56096
Número de lesiones	19	0.00	4.00	1.1053	0.99413
N válido (según lista)	6				

SJ: Squat Jump; CMJ: Countermovement Jump; IMC: índice de masa corporal. Fuente: Elaboración propia.

De los 19 gimnastas evaluados, 14 sufrieron lesiones el último año —sin especificar si ocurrió durante el entrenamiento o la competencia—, lo que equivalió al 73% de la población de estudio; de estos, nueve sufrieron una lesión, cuatro sufrieron dos y uno sufrió cuatro. El número promedio de lesiones por deportista fue de 1.1, lo cual señala las tasas de lesiones anuales para cada deportista, teniendo en cuenta un entrenamiento en promedio de cinco días a la semana y 112.5 minutos por sesión al día. El lugar de la lesión más prevalente fue el codo (24%), seguida de pie (21.05%), mano (10.2%), espalda, rodilla y pierna (5.2%).

En cuanto al tipo de lesión, la más prevalente fue el esguince (31.6%), seguida por tendinopatía (21%), bursitis, lesiones musculares benignas, fracturas, luxaciones, lesiones cartilaginosas y lesiones no diagnosticadas (10.5% cada una).

En el análisis por género se puede apreciar que la prevalencia de lesiones en hombres es del 72.73% y el promedio de lesiones fue de 1.8, mientras que en mujeres la prevalencia de lesiones es del 75% y el promedio de lesiones de 1; estas diferencias no son significativas (p=0.912).

En el género masculino los segmentos anatómicos más comunes de lesión son el hombro y el tobillo, mientras que en el género femenino son el pie y la pierna; estas diferencias tampoco son significativas (p=0.356) (Tabla 2).

Tabla 2. Localización y tipo de lesión, número de casos y porcentaje según género.

Tipo de lesión	Masculino		Femenino	
	Número de casos	Porcentaje	Número de casos	Porcentaje
Ninguno	3	27.27	2	25.00
Esguince	4	36.36	2	25.00
Tendinopatía	1	9.09	1	12.50
Bursitis	1	9.09	0	0.00
Lesiones cartilaginosas	2	18.18	0	0.00
Lesiones musculares benignas	0	0.00	1	12.50
Fracturas	0	0.00	1	12.50
No especificada	0	0.00	1	12.50

Localización de la lesión	Número de casos	Porcentaje	Número de casos	Porcentaje
Hombro	2	18.18	0	0.00
Codo	1	9.09	0	0.00
Mano	1	9.09	0	0.00
Espalda	1	9.09	0	0.00
Pierna	1	9.09	2	25.00
Tobillo	2	18.18	1	12.50
Pie	0	0.00	3	37.50

Fuente: Elaboración propia.

Variables antropométricas versus número de lesiones

El análisis de la variable peso muestra una relación con el número de lesiones ocurridas en el último año (Tabla 3), lo cual quiere decir que a mayor peso mayor número de lesiones (p=0.04). El modelo de Poisson que se utilizó fue: $\text{Log}(\text{número de lesiones}) = \beta_0 + \beta_1 * \text{peso}$.

Tabla 3. Significancia estadística del peso y el número de lesiones.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor Z	Valor p
Intercepto	-2.61	1.52	-1.72	0.086
Peso	0.05	0.02	2.04	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Para la variable estatura también se construyó un modelo Poisson que explica el número de lesiones en el año mediante la estatura del jugador, el resultado es ligeramente significativo al 10% (p=0.09); dicha significancia se ha aceptado en otros artículos realizados con gimnastas (13) (Tabla 4).

Tabla 4. Significancia estadística de la estatura y el número de lesiones.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor Z	Valor p
Intercepto	-7.52	4.7	-1.59	0.11
Talla	0.05	0.03	1.69	0.09

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, usando como variable explicativa el IMC para estimar el número de lesiones del último año, se corrió una regresión Poisson que mostró la significancia estadística del modelo ($p=0.046$) (Tabla 5), la correlación se puede observar en la Figura 1.

Tabla 5. Significancia estadística del índice de masa muscular y el número de lesiones.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor Z	Valor p
Intercepto	-6.38	3.4	-1.86	0.06
IMC	0.32	0.16	1.99	0.04

Fuente: Elaboración propia.

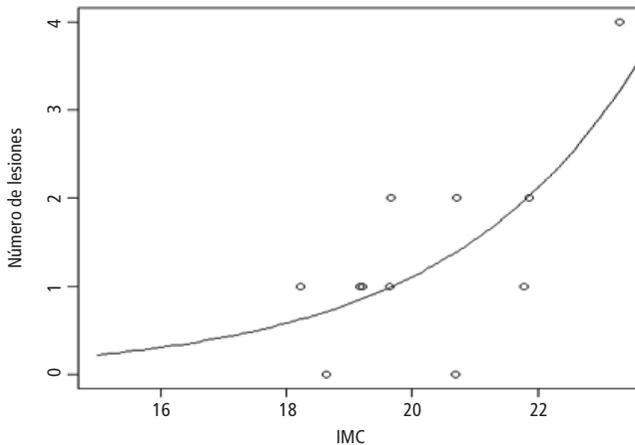


Figura 1. Relación entre número de lesiones en el año y el índice de masa muscular. Fuente: Elaboración propia.

Historia deportiva, duración de entrenamientos y número de lesiones

Se realizó una prueba Chi cuadrado (X^2) para evaluar la asociación entre la edad de inicio de la práctica deportiva y la presencia de lesiones o no en el último año, encontrándose tres lesionados en el grupo de edad de inicio de 5 a 8 años, uno en el de 9 a 12 años y uno en el de 12 a 14 años; estas diferencias no fueron significativas ($p=0.66$).

También se realizó una prueba X^2 con el fin de observar si existe una relación entre la duración de las sesiones de entrenamiento y la presencia o no de lesiones, encontrando que en entrenamientos de 90 a 120 minutos dos gimnastas se lesionaron, mientras que en los superiores a 120 minutos hubo 12 lesionados; este el resultado tampoco fue significativo ($p=0.16$).

Para explicar el número de lesiones en el último año se utilizó una regresión Poisson que consideró la variable dicotoma de duración de entrenamiento al día —menos o más de 120 minutos al día—, lo cual arrojó una significancia estadística al 10% ($p=0.1$); dicha significancia se ha aceptado en otros estudios realizados con gimnastas al explicar que existe una asociación entre aquellos que entrenan más de 120 minutos y el número de lesiones por año (13) (Tabla 6).

Para la correlación entre la duración del calentamiento y el número de lesiones, se encontró que 10 gimnastas sufrieron alguna lesión a un calentamiento con duración de menos de 30 minutos, un gimnasta se lesionó en el calentamiento entre 31 a 45 minutos y tres gimnastas sufrieron lesiones en calentamientos entre 46 a 60 minutos; estos datos no fueron significativos ($p=0.40$).

Tabla 6. Significancia de la duración del entrenamiento y su relación con el número de lesiones.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor Z	Valor p
Intercepto	0.30	0.22	1.33	0.18
Duración del entrenamiento por día	-1.22	0.74	-1.64	0.10

Fuente: Elaboración propia.

Flexibilidad, fuerza explosiva y número de lesiones

En cuanto al test de *sit and reach*, la muestra no evidenció una diferencia significativa ($p=0.66$) entre los que habían tenido lesiones el último año con respecto a los que no al registrar promedios muestrales de 18.93 y 19.99, respectivamente.

En la prueba de dinamometría en espalda se obtuvo un promedio muestral superior en los deportistas no lesionados (132.5kg) en relación a los lesionados (98.29kg); a pesar de que la diferencia no fue significativa ($p=0.37$), este resultado fue el esperado.

En lo relacionado con la fuerza explosiva de miembros inferiores, evaluada con plataforma de salto, 9 de los 19 sujetos tuvieron lesiones en miembros inferiores; en las pruebas de *squat jump* dichos sujetos realizaron un salto mayor con un promedio muestral de 26.25cm frente a los no lesionados de 25.47cm; dicha diferencia no fue significativa ($p=0.83$). En la evaluación de la fuerza reactiva mediante la prueba de *contra movimiento* se observó que los deportistas que no han tenido lesión tuvieron un promedio muestral de 35.84 en relación al 27.41 de los lesionados; esta diferencia no fue significativa ($p=0.17$). El promedio muestral en el salto de *squat jump* en los hombres fue de 32.07cm y en las mujeres de 24.54cm.

Entre el *squat jump* y el *contra movimiento* en los deportes de fuerza explosiva, el segundo debe ser mayor en un 20% (14); en la Figura 2 la línea continua representa la igualdad y la línea discontinua representa la diferencia (20%) entre los valores de estos dos ejercicios.

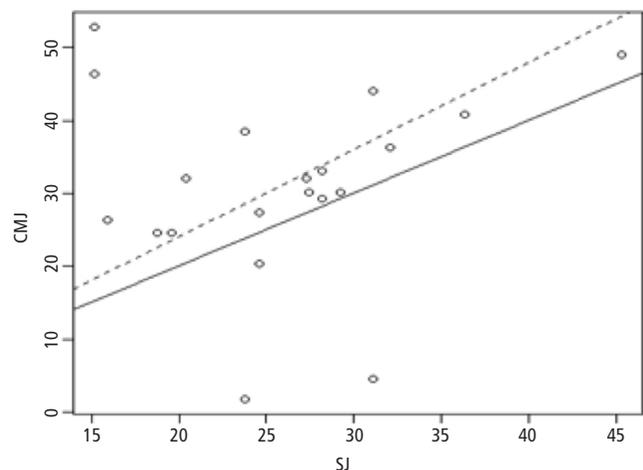


Figura 2. Relación entre *squat jump* y *contra movimiento*. Fuente: Elaboración propia.

En la fuerza de miembro superior evaluado con *push up* se obtuvo un promedio muestral de 12.8cm en los deportistas sin lesiones de estos miembros, mientras que aquellos que tuvieron lesiones lograron un promedio muestral de 8.3cm; a pesar de que la diferencia no fue significativa ($p=0.68$), el resultado fue el esperado.

Por otro lado, se encontró correlación entre *push up* y dinamometría de espalda de 0.48, significativa al 10% ($p=0.0944$).

(línea discontinua de la Figura 3); no obstante, tres deportistas distorsionaron esta asociación (debajo de la línea horizontal en la Figura 3), ya que sus valores de push up son extremadamente bajos. Al remover estas observaciones, la correlación entre este par de variables fue de 0.87; los valores fueron altamente significativos ($p=0.00095$). Estas variables, de manera independiente, no explicaron los modelos construidos, la presencia ni el número de lesiones de los deportistas.

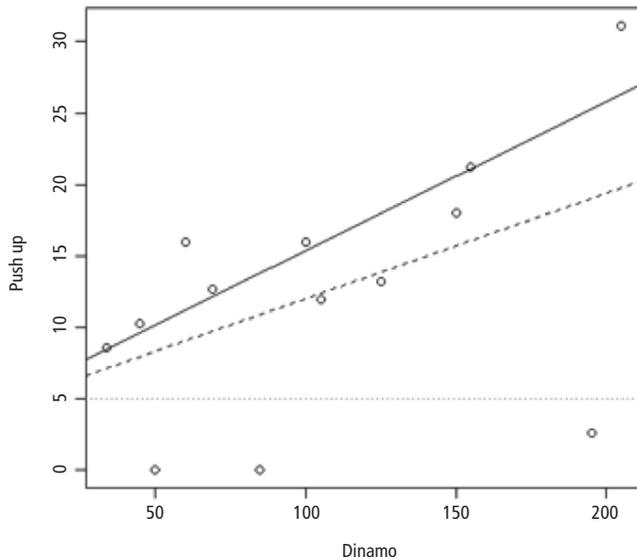


Figura 3. Correlación entre dinamometría de espalda y push up. Fuente: Elaboración propia.

Después de los análisis descritos, se puede concluir que las características antropométricas presentan una correlación con el número de lesiones en un año, evidenciando que a mayor IMC mayor número de lesiones. Del mismo modo, aunque los valores de dependencia con X^2 no fueron significativos entre la duración de las sesiones, la dinamometría de espalda y miembros inferiores, la fuerza reactiva y la presencia de lesiones, se evidenciaron diferencias en términos de valores absolutos y medias, lo que indica que pueden ser variables a tener en cuenta en la prevención de lesiones. No obstante, se requieren mayores estudios y un tamaño de muestra más grande para comprobar estas hipótesis.

En relación con el género y la edad no se evidencian diferencias significativas al correlacionarlas con la presencia de lesiones, lo cual concuerda con los estudios consultados que no presentan resultados concluyentes al respecto (3,4).

Discusión

Las variables edad de inicio, edad actual y presencia de lesiones no presentan dependencia entre sí. Sin embargo, la especialización de la práctica de gimnasia requiere un proceso de formación constante y continuo en el tiempo, dentro del cual parámetros como la edad de inicio de la práctica y el incremento del nivel de exigencia en el gimnasta ocasionan cambios en las características morfológicas y funcionales que pueden traer consigo la aparición de lesiones (1). De hecho, los resultados obtenidos en este estudio permiten inferir que los deportistas son más vulnerables a sufrir lesiones durante la etapa inicial de formación quizás porque aún no han desarrollado un gesto deportivo especializado; de este modo, a medida que el tiempo de formación avanza, los gimnastas desarrollan cualidades necesarias para su deporte que puede reducir el riesgo a lesión.

En lo que respecta a las características morfológicas, se observó una relación entre peso, estatura e IMC con el número de lesiones ocurridas en el último año por los gimnastas; estos hallazgos presentan concordancia con lo planteado por Irrutia *et al.*, en donde, en términos de características antropométricas, los componentes ideales son considerados determinantes para la ejecución adecuada del gesto deportivo y por consiguiente del rendimiento (15). Por otro lado, estudios sugieren que la maduración biológica está fuertemente relacionada con el aumento de la incidencia de lesiones (16), lo cual concuerda con este estudio pero en un método transversal.

En cuanto al tipo de lesión, se encontró que los hombres presentan una mayor prevalencia de esguinces y tendinopatías con mayor número de lesiones por año, tanto en miembros superiores como inferiores, mientras que en las mujeres la prevalencia de lesiones es mayor en segmentos anatómicos tales como tobillo y pie con un promedio de lesiones de 1 por año.

Los resultados anteriores concuerdan con los reportados por Chilvers *et al.* (6), en donde se encontró que en gimnastas de género femenino las lesiones están específicamente asociadas con esguince en tobillo y trastornos internos en rodilla, mientras que en el caso de los de género masculino las lesiones más comunes ocurren en muñeca y hombro y, como se mencionó con anterioridad, están asociadas al trabajo específico en elementos que cada género realiza: en la gimnasia de los hombres, por los diferentes tipos de aparatos, las exigencias son mayores en los miembros superiores (17).

Por otro lado, se encontró una significancia estadística de 10% ($p=0.1$) en la variable duración de entrenamiento al día asociada con la aparición de lesiones y por la cual se pudo concluir que los gimnastas que entrenan más de 120 minutos tienen un mayor riesgo a lesionarse. Dicha significancia se ha aceptado en otros estudios como el de Wade *et al.* (13), en donde se explicó que existe una asociación entre aquellos que entrenan más de 120 minutos y el número de lesiones por año. Esta información también concuerda con lo planteado por Cupisti *et al.* (7), quienes sostuvieron que a partir de un estudio prospectivo observaron que los gimnastas sufrieron 1.08 lesiones por cada 1 000 horas de entrenamiento.

En los deportistas de la LGB, el test de *sit and reach* no mostró una diferencia significativa entre los que habían tenido lesiones el último año (promedio muestral del *sit and reach* 18.93) con respecto a los que no se lesionaron (promedio muestral *sit and reach* 19.99), a partir de esto se concluyó que en dicha población no existe una relación entre la flexibilidad y el número de lesiones, lo cual también se demostró en otros estudios de revisión que afirman que la flexibilidad no previene lesiones ni tampoco disminuye la prevalencia de las mismas, incluso en muchos estudios se aseguró que el estiramiento estático antes del entrenamiento induce a la injuria musculoesquelética (18,19).

En diferentes revisiones sistemáticas se encuentra que el estiramiento antes y después de los entrenamientos no genera un factor protector en cuanto al dolor muscular o la presencia de lesiones, al igual que los deportistas con una mayor flexibilidad no se lesionan menos; aunque estos hallazgos son frecuentes, la literatura encontrada concluye que faltan más estudios (20-23). Por lo anterior, se puede afirmar que los datos obtenidos en los gimnastas de la LGB respaldan los resultados obtenidos debido a su no significancia entre el número de lesiones y las pruebas de flexibilidad.

Estudios realizados propiamente en gimnasia han demostrado que los ejercicios de reeducación postural global, fuerza y propiocepción disminuyen la incidencia del porcentaje en cuanto a la aparición del dolor musculoesquelético en un 44-56%, pero sin diferencias en cuanto al grupo de estudio que solo realiza ejercicios de flexibilidad (24).

En los resultados de dinamometría de espalda no hubo una significancia estadística con respecto a la aparición de lesiones. Tampoco se evidenciaron correlaciones de dinamometría y lesiones de espalda, pues solo un deportista sufrió de este tipo de lesión en el último año. Con relación a esto, otros estudios encontraron que pacientes con lesiones musculoesqueléticas axiales realizan menos puntaje en dinamometría en relación a los no lesionados (25). Esto se comprobó bajo estudios histoquímicos, donde se evidenció que las lesiones disminuyen la producción de fuerza aplicada en el músculo afectado debido a cambios estructurales en la fibra muscular (26).

Aunque no hay existencia de investigaciones que relacionen la dinamometría de espalda y la prevalencia de lesiones en gimnastas, un estudio reveló que al tener una fuerza disminuida en el core se produce un cambio en el centro de presiones, lo cual aumenta la prevalencia de lesiones en la espalda baja en gimnastas con una diferencia significativa respecto al grupo control ($p=0.01$) (27); por lo anterior, es importante que en próximos estudios se apliquen pruebas específicas para la evaluación del core que permitan contrastar estos hallazgos.

En cuanto a la evaluación de la fuerza en miembros inferiores, se correlacionó la lesión de los nueve sujetos con lesiones de miembros inferiores de la población con la prueba de *squat jump* que evalúa la fuerza explosiva de estos miembros (28).

El *squat jump* evalúa un tipo de fuerza que no es utilizada en la práctica de la gimnasia, ya que el contramovimiento es la prueba ideal para evaluar la fuerza reactiva (29), pero ambas se deben valorar debido a que la diferencia porcentual entre ellas manifiesta qué tipo de fuerza predomina en los miembros inferiores de los atletas (14).

Con relación a la fuerza reactiva, en el presente estudio se evidencia una relación diferente al caso de la fuerza explosiva, por ende se puede afirmar que una buena fuerza reactiva es fundamental para la gimnasia y puede influir en la presencia de lesiones. Los hallazgos tanto de fuerza explosiva como de fuerza reactiva del presente estudio concuerdan con un estudio realizado para cuantificar la fuerza glucolítica de los miembros inferiores en gimnastas élites de 9 a 13 años (29).

La diferencia del promedio muestral entre el salto de *squat jump* con respecto al género fue de 32.07 en hombres versus 24.54 en mujeres; aunque no es un resultado significativo, otros estudios resaltan lo mismo (30).

En un estudio donde se relacionó el valgo de rodilla con el salto unipodal en plataforma de salto en 142 atletas universitarios se encontró que los que tenían presencia de un valgo patológico de rodilla realizaban menos centímetros de salto, generándose una significancia estadística de 0.02, y por ende dicho valgo de rodilla se relaciona con un riesgo potencial de sufrir lesiones en miembros inferiores (31); este resultado se relaciona con el presente estudio debido a que los gimnastas de la LGB que tuvieron presencia de lesiones en miembros inferiores realizan en promedio 8.43cm menos en la prueba de contramovimiento que los que no tuvieron lesión; esta diferencia no fue significativa.

En los datos recolectados acerca de las lesiones de los miembros superiores y su relación con el test de *push up* se obtuvo que los deportistas que no habían tenido lesión en el último año tuvieron un promedio mayor que los que sí tuvieron lesión; algunos estudios han revelado que los deportistas con lesiones de miembros superiores, por lo general, siguen entrenando y no le dan la importancia debida hasta que el dolor les obliga a parar el entrenamiento (32). El presente estudio y el citado concuerdan en el sentido que las lesiones de miembros superiores afectan el rendimiento con una diferencia de 4.5cm; cabe resaltar que esta prueba no está validada.

Por ende, se puede concluir que la fuerza de miembros superiores se puede ver afectada por las lesiones y puede llegar a representar el 83% de estas (33).

Es importante mencionar que para identificar la presencia y número de lesiones se aplicó una encuesta de autoreporte que puede presentar sesgo de olvido y afectar los resultados. Para próximos estudios se recomienda contrastar la información con los registros existentes en la LGB.

Conclusiones

La gimnasia es un deporte que implica un proceso de formación riguroso y estricto en el cual los determinantes fisiológicos y antropométricos de los deportistas son esenciales para el rendimiento de los mismos; estos, a la vez, son factores de riesgo asociados que pueden favorecer la aparición de lesiones. De los determinantes medidos en este estudio se puede concluir que variables como la edad, el peso y el IMC se correlacionan con la aparición de lesiones, lo cual debe tenerse en cuenta para la formulación de programas de prevención. En cuanto a peso e IMC, se observó que valores elevados de estas variables se correlacionan a la presencia de lesiones, esto se fundamenta a partir de los requisitos propios del deporte en cuanto a composición corporal y somatotipo.

Por otro lado, se observa que sesiones extensas de entrenamiento se correlacionan con la aparición de lesiones, en donde las mujeres son más afectadas que los hombres; esta información debe ser tenida en cuenta para la planificación del entrenamiento en este grupo de gimnastas. Además, teniendo en cuenta que la lesión más prevalente es esguince, específicamente en tobillo, se debe implementar un trabajo preventivo adicional en las sesiones de entrenamiento que incluyan el trabajo propioceptivo.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

Al doctor Miguel Niño y a la fisioterapeuta Norma Melo de la Unidad de Ciencias Aplicadas al Deporte del Instituto Distrital de Recreación y Deporte, quienes participan en los procesos de la práctica de campo de la Maestría de Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física; a la Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás, por el apoyo en la ejecución de la investigación; a los deportistas y entrenadores de la Liga de Gimnasia de Bogotá, y a los estudiantes de la práctica de Actividad Física y Deporte del programa de Fisioterapia de la Universidad Nacional Lasnier Giovanni Washide Rojas Mosquera, Deisy Brigitt Herrera Moral, Angélica María Rosero Vera, Yessenia Esmeralda Munar Torres y Daniela Contreras Sarmiento.

Referencias

1. Zetaruk MN. The young gymnast. *Clin. Sports Med.* 2000;19(4):757-80. <http://doi.org/dbtp5>.
2. Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2008;3(1):41-54. <http://doi.org/bqsf>.

3. **Pourkazemi L, Varkiani, M, Alizadeh, M.** Comparison of Children and Youth Gymnastic Injuries Via Sport Medicine Federation Injury Surveillance System in Iran, 2009-2010. *Procedia-social and Behavioral Sciences*. 2013;82:274-277. <http://doi.org/bqsg>.
4. **Kruse D, Lemmen B.** Spine injuries in the sport of gymnastics. *Curr Sports Med. Rep.* 2009;8(1):20-8. <http://doi.org/bqsh>.
5. Fédération Internationale de Gymnastique. Lausanne: FIG; [cited 2015 May 14]. Available from: <https://goo.gl/tXj58c>.
6. **Chilvers M, Donahue M, Nassar L, Manoli A.** Foot and ankle injuries in elite female gymnasts. *Foot Ankle Int.* 2007;28(2):214-8. <http://doi.org/d8dbzs>.
7. **Cupisti A, D'Alessandro C, Evangelisti I, Umbri C, Rossi M, Galetta F, et al.** Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: results from a prospective controlled study. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2007;47(2):203-7.
8. **DiFiori JP, Puffer JC, Aish B, Dorey F.** Wrist pain, distal radial physeal injury, and ulnar variance in young gymnasts: does a relationship exist? *Am. J. Sports Med.* 2002;30(6):879-85.
9. **De Carli A, Mossa L, Larciprete M, Ferretti M, Argento G, Ferretti A.** The gymnast's shoulder MRI and clinical findings. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2012;52(1):71-9.
10. **Vanderlei FM, Vanderlei LCM, Netto Júnior J, Pastre CM.** Características das lesões desportivas e fatores associados com lesão em iniciantes de ginástica artística do sexo feminino. *Fisioter. E Pesqui.* 2013;20(2):191-6. <http://doi.org/bqsj>.
11. **Burt LA, Naughton GA, Greene DA, Courteix D, Ducher G.** Non-elite gymnastics participation is associated with greater bone strength, muscle size, and function in pre- and early pubertal girls. *Osteoporos Int.* 2012;23(4):1277-86. <http://doi.org/d7c6vc>.
12. **Marina M, Jemni M.** Plyometric training performance in elite-oriented prepubertal female gymnasts. *J. Strength Cond. Res.* 2014;28(4):1015-25. <http://doi.org/bqsk>.
13. **Wade M, Campbell A, Smith A, Norcott J, O'Sullivan P.** Investigation of spinal posture signatures and ground reaction forces during landing in elite female gymnasts. *J. Appl. Biomech.* 2012;28(6):677-86. <http://doi.org/bqsm>.
14. **Mora-Rodríguez R.** Fisiología del deporte y el ejercicio: prácticas de campo y laboratorio. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2009.
15. **Irrutia-Amigó A, Pons-Sala V, Busquets-Faciabén A, Evrard MM, Carrasco-Marginet M, Rodríguez-Zamora L.** Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infancia hasta la edad adulta. *Entr. Deport.* 2009;1:64-74.
16. **Meeusen R, Borms J.** Gymnastic injuries. *Sports Med.* 1992;13(5):337-56. <http://doi.org/bztgmq>.
17. **Caine DJ, Maffulli N (eds).** Epidemiology of Pediatric Sports Injuries. Individual Sports. *Med. Sport Sci. Basel, Karger.* 2005;48:18-58. <http://doi.org/bb3t4z>.
18. **Silveira R do N da, de Farias JM de, Alvarez BR, Bif R, Vieira J.** Efeito agudo do alongamento estático em músculo agonista nos níveis de ativação e no desempenho da força de homens treinados. *Rev Bras Med Esporte.* 2011;17(1):26-30. <http://doi.org/cxgd5k>.
19. **McHugh MP, Cosgrave CH.** To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J. Med. Sci. Sports.* 2010;20(2):169-81. <http://doi.org/dqh6fx>.
20. **Small K, Mc Naughton L, Matthews M.** A Systematic Review into the Efficacy of Static Stretching as Part of a Warm-Up for the Prevention of Exercise-Related Injury. *Res. Sports Med.* 2008;16(3):213-31. <http://doi.org/d7rhjx>.
21. **Herbert RD, Gabriel M.** Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 2002;325(7362):468. <http://doi.org/fp72h4>.
22. **Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD.** The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004;36(3):371-8. <http://doi.org/c3cpgh>.
23. **Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ.** A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000;32(2):271-7. <http://doi.org/d2fqjd>.
24. **Marini M, Sgambati E, Barni E, Piazza M, Mnaci M.** Pain syndromes in competitive elite level female artistic gymnasts. Role of specific preventive-compensative activity. *Ital. J. Anat. Embryol.* 2008;113(1):47-54.
25. **Nissan M, Bar-Ilan K, Brown S, Luger E, Steinberg E, Dekel S.** Characteristic dynamic differences between healthy and low back pain subjects. *Spinal Cord.* 2000;38(7):414-9. <http://doi.org/bkz729>.
26. **Wong S, Ning A, Lee C, Feeley BT.** Return to sport after muscle injury. *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* 2015;8(2):168-75. <http://doi.org/bqsn>.
27. **Harringe ML, Halvorsen K, Renström P, Werner S.** Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait Posture.* 2008;28(1):38-45. <http://doi.org/bstqrb>.
28. **Mirella R.** Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad. Barcelona: Paidotribo; 2001.
29. **Grande I, Figuera J, Hontoria M, Bautista A.** Evolución y comparación de la capacidad de salto de los equipos nacionales de gimnasia artística femenina y rítmica durante la preparación del Campeonato del Mundo 2007. *Kronos.* 2009;8(14):91-94.
30. **Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Monteiro MD, Pappalardo A, Piazza M, et al.** Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics--gender differences. *J. Sci. Med. Sport.* 2009;12(3):411-6. <http://doi.org/dtvrhs>.
31. **Ugalde V, Brockman C, Bailowitz Z, Pollard CD.** Single leg squat test and its relationship to dynamic knee valgus and injury risk screening. *PM R.* 2015;7(3):229-35. <http://doi.org/bqsp>.
32. **Aronen JG.** Problems of the upper extremity in gymnastics. *Clin. Sports Med.* 1985;4(1):61-71.
33. **Felländer-Tsai L, Wredmark T.** Injury incidence and cause in elite gymnasts. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1995;114(6):344-6. <http://doi.org/czgg6s>.