

Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite

MERRILEE N. ZETARUK^a, MARIONA VIOLAN^b, DAVID ZURAKOWSKI^c, WILLIAM A. MITCHELL JR.^d Y LYLE J. MICHELI^e

^aDirector. Pediatric Sport and Dance Medicine. Children's Hospital. University of Manitoba. Winnipeg, MB. Canada.

^bCap Mèdic. Centre de Talassoteràpia Marítim. Fundació Claror. Barcelona. España.

^cDirector of Biostatistics. Department of Orthopaedic Surgery. Children's Hospital. Harvard Medical School. Boston, MA. USA.

^dClinical Instructor of Orthopaedic Surgery. Harvard Medical School. Boston, MA. USA.

^eDirector. Division of Sports Medicine. Children's Hospital. Harvard Medical School. Boston, MA. USA.

RESUMEN

Objetivo: Identificar los factores de riesgo en gimnastas de rítmica de alto nivel y aconsejar recomendaciones para prevenir el riesgo de lesiones.

Métodos: Encuesta retrospectiva de un año de historial deportivo en 20 gimnastas que competían en el ámbito nacional (media de edad, 17,1 años; rango, 14,8-18,8 años). Las horas de entreno por semana, los minutos de estiramientos por día y horas de entrenamiento aeróbico por semana se analizaron como un riesgo potencial de factores de riesgo para lesiones deportivas. La mayoría de lesiones registradas requería dejar los entrenamientos (*time off*); las lesiones más severas (mínimo de 7 días sin actividad deportiva) eran lesiones de partes blandas: tendón y/o músculo y fracturas.

Resultados: De las 20 gimnastas, 13 (65%) tuvieron lesiones que obligaron a dejar los entrenamientos y otras actividades deportivas, 4 (20%) fueron lesiones más severas. Diecisiete (85%) contestaron que presentaron lesiones musculotendinosas y 5 (25%) sufrieron fracturas. Dieciséis sujetos (80%) de la muestra presentaron lumbalgia o fracturas de estrés lumbar, 8 de los cuales requirieron reposo. Una gimnasta tuvo una conmoción cerebral. La regresión logística indica que el entreno y los estiramientos en gimnasia rítmica están asociados a lesiones de la unión musculotendinosa. En el análisis multivariante se halla que los estiramientos eran el único predictor independiente de las lesiones de la unión musculotendinosa; con cada minuto adicional se disminuye el riesgo aproximadamente un 10% ($p \leq 0,01$). Los ejercicios de estiramiento y de acondicionamiento son los 2 factores independientes de predicción de fracturas. El riesgo de fractura fue estimado $> 60\%$ por cada hora semanal adicional de entrenamiento (*odds ratio* [OR] = 1,62; $p = 0,03$) y decrece casi al 20% por cada minuto adicional de estiramientos diarios (OR = 0,81; $p = 0,04$). Ninguna de las variables estudiadas fue predictiva de dolor o lesión lumbar.

Conclusiones: Las lesiones en la gimnasia rítmica se podrían reducir incrementando el tiempo que se dedica a los estiramientos por día (al menos 40 min), y limitando el entrenamiento a un máximo de 6 h por semana.

PALABRAS CLAVE: Deporte. Prevención de lesiones. Adolescente. Elite. Gimnasia rítmica.

ABSTRACT

Objective: To identify risk factors for injury in rhythmic sportive gymnastics and to provide recommendations for reducing the risk of injury.

Methods: A one-year retrospective survey of injuries in twenty national-level rhythmic gymnasts (ages 14.8 to 18.8 years; mean age 17.1 years). Hours of rhythmic gymnastics (RG) training per week, minutes of stretching per day, and hours of conditioning per week, were analyzed as potential risk factors for injury. Main outcome measures were injuries that required time off, major injuries (at least 7 days off), injuries to muscle-tendon units, and fractures.

Results: Thirteen (65%) of 20 gymnasts sustained time-loss injuries, and 4 gymnasts (20%) reported major injuries. Seventeen (85%) gymnasts reported muscle-tendon unit injuries and 5 (25%) suffered fractures. Sixteen (80%) of the gymnasts reported back pain or stress fractures of the back, 8 of whom required time off training. One gymnast (5%) incurred a concussion. Logistic regression indicated that rhythmic gymnastics training and stretching were associated with muscle-tendon unit injury. On multivariate analysis, stretching was found to be the only independent predictor of muscle-tendon unit injuries with each additional minute lowering the risk by approximately 10% ($p \leq 0.01$). Conditioning and stretching were both independent predictors of fractures. The risk of fracture was estimated to increase by over 60% for each additional hour of weekly conditioning (*odds ratio* = 1.62, $p = 0.03$) and decrease by almost 20% for each additional minute of daily stretching (*odds ratio* = 0.81, $p = 0.04$). None of the variables studied were predictive of back pain or injury. **Conclusions:** Injuries in rhythmic gymnastics may be reduced by increasing the amount of time spent stretching per day (at least 40 minutes), and limiting conditioning to a maximum of 6 hours per week.

KEY WORDS: Sports. Injury prevention. Adolescent. Elite. Rhythmic gymnastics.

Correspondencia: Dra. Merrilee Zetaruk. Legacy Sport Medicine Clinic. 14-160 Meadowood Drive. Winnipeg, Manitoba, R2M 5L6. Canada. Correo electrónico: mzetaruk@mts.net

INTRODUCCIÓN

La gimnasia rítmica (GR) fue olímpica en los juegos de los Ángeles en 1984 y desde entonces ha ido ganando popularidad mundial. El deporte se basa en la precisión, agilidad, originalidad y coordinación, acompañadas de música¹. Combina los movimientos de la danza con 5 elementos de mano: cinta, aro, cuerda, pelota y mazas.

La estética juega un papel muy importante en el éxito competitivo de las gimnastas. Éstas necesitan un porcentaje de grasa corporal bajo, y un incremento de flexibilidad y de fuerza². De hecho, los ejercicios de flexibilidad extrema se requieren para ejecutar ciertos movimientos. Debido a la dificultad del deporte, son innumerables las horas de entrenamiento que se necesitan para llegar a la perfección de las rutinas, de 75 a 90 s en competición individual y de 2 min 15 s a 2 min 30 s para grupos (www.usa-gymnastics.org). El entrenamiento se realiza en suelos de 13 × 13 m. Las gimnastas de elite del equipo de Canadá entrenan de 25 a 30 h a la semana². La combinación de baja masa grasa, los movimientos que requieren una flexibilidad máxima y los movimientos repetitivos del sistema musculoesquelético en un entrenamiento de alta intensidad son todos factores potenciales de riesgo de lesiones por sobreuso. Desafortunadamente, hasta la actualidad, se ha realizado poca investigación para identificar los factores de riesgo en gimnasia rítmica o establecer recomendaciones para la reducción de lesiones en este deporte.

MÉTODOS

Sujetos

Se distribuyó una encuesta retrospectiva de un año a gimnastas de alto nivel de competición nacional en un solo país. Se explicó el motivo y naturaleza del estudio a todos los participantes y su inclusión fue voluntaria, con un resultado final de 20 encuestas obtenidas y analizadas, que representaban el 100% de los miembros del equipo nacional. La media de edad fue de 17,1 años (14,8-18,8).

Encuesta

La encuesta consistía en 4 secciones: datos personales, acondicionamiento físico (entreno de la fuerza, entreno aeróbico y técnico), estiramientos y lesiones. Los datos personales incluyeron la edad, el número de años entrenando en gimnasia y el número de horas de entrenamiento a la semana. Las secciones de acondicionamiento y estiramientos determinaban cuán-

to tiempo se dedicaba semanalmente o de media en cada actividad. La sección de lesiones fue una lista de lesiones agrupada por regiones. Por cada lesión descrita en la encuesta, la gimnasta indicaba cuánto tiempo estuvo de baja sin entrenar (*time off*) y si fue preciso tratamiento quirúrgico y/o ortopédico. Cada lesión se clasificó de la siguiente manera: leve (sin tiempo *off*), moderada (menos de 7 días sin actividad deportiva) y severa (al menos 7 días sin actividad deportiva). Todas las lesiones que precisaron tratamiento ortopédico y quirúrgico se consideraron mayores. Las lesiones que requirieron tiempo de descanso deportivo (p. ej., moderadas o severas)³ se consideraron *time loss*. Las lesiones expresadas en las encuestas se incluyeron para el análisis estadístico distribuidas por regiones del cuerpo y tipos de lesiones.

Análisis estadístico

Se usaron variables continuas con el test de la t de Student para datos independientes. El análisis de regresión logística se usó para identificar los factores de riesgo y calcular el significado de cada variable. La regresión logística múltiple por pasos se usó para establecer la independencia de los predictores por cada variable dicotómica ajustada *odds ratio* [OR] como medida de asociación⁴. Se consideró estadísticamente significativa para todos los análisis estadísticos realizados una $p \leq 0,05$. Los datos se trataron con SPSS para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

Las gimnastas llevaban una media de 6,5 años en la práctica de este deporte (SD = 2,8; rango, 3-13 años). Entrenaban una media de 26,2 h por semana (SD = 7,5; rango, 14-36 h), acondicionamiento en una media de 300 min por semana (SD = 200; rango, 45-720) y estiramientos en una media de 33 min por día (SD = 20; rango, 10-100). Diez (50%) presentaban alteraciones menstruales o de ciclo, 5 (25%) tenían oligomenorrea y 5 (25%) tenían amenorrea.

Aunque todas las gimnastas en las encuestas respondieron que sí tuvieron lesiones en el último año, sólo 13 (65%) de las 20 encuestadas tuvieron *time loss* lesión, definida como una lesión que las apartó del entrenamiento. Cuatro (20%) presentaron lesiones severas que requirieron al menos 7 días de no entrenamiento deportivo; 17 (85%) contestaron haber tenido lesiones de la unión musculotendinosa y 5 (25%) sufrieron lesiones severas (fracturas). Además, 16 (80%) de las encuestadas refirieron haber presentado lumbalgias o fracturas de estrés lumbar y, de ellas, 8 requirieron dejar la actividad deportiva por

Tabla I Distribución de lesiones

	Leve (< 7 días "off")	Moderada (≥ 7 días "off")	Severa (self-reported)	Total (significativo)	Total
Cabeza y cuello	3	2	0	5	2
Extremidades superiores	16	3	0	19	3
Extremidades inferiores	42	13	2	57	15
Tronco/espalda	13	7	7	27	14
Total	74	25	9	108	34

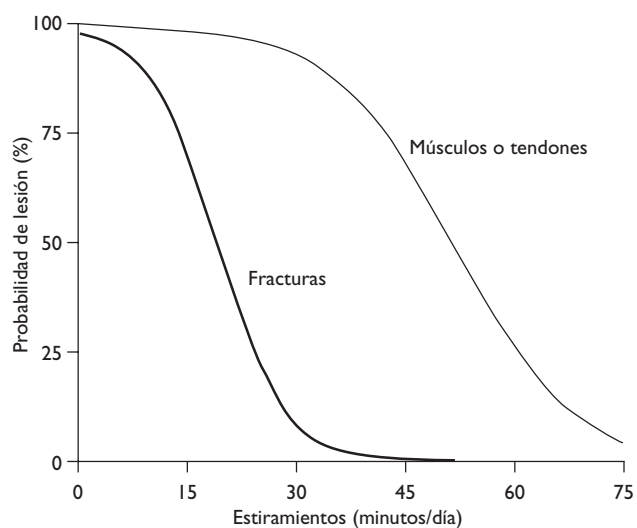
dicha lesión. Sólo una refirió una lesión de rodilla que le impidió seguir con los entrenamientos, y 9 (45%) refirieron algias en las rodillas. Una gimnasta tuvo una conmoción durante un entrenamiento. La tabla I resume la distribución de las respuestas dadas por las propias atletas en cada región del cuerpo.

Lesiones musculotendinosas

Se encontró que las horas de entreno de GR por semanas ($p = 0,034$) y los minutos de estiramiento por día ($p = 0,006$) son predictores significativos de las lesiones musculotendinosas autorreferidas. Por cada hora adicional de entreno por semana, el riesgo de lesión incrementa un 29%. Las gimnastas que contestaron que no tuvieron lesiones musculotendinosas entrenaban una media de 18,7 h/semana (SD = 2,3), mientras que las que entrenaban una media de 27,5 h/semana (SD = 7,4; $p \leq 0,005$). Por cada minuto adicional de estiramiento por día, el riesgo de lesión decrece un 11%. En el análisis multivariante, los estiramientos fueron los únicos factores independientes predictores de lesión musculotendinosa ($p \leq 0,01$). La figura 1 ilustra la relación entre la cantidad de estiramientos por día y la probabilidad de fractura o lesión musculotendinosa. No parece haber relación entre el incremento de sesiones de estiramientos inferiores de más de 40 min al día como protectores de lesión.

Fracturas

En los análisis univariados, los minutos de entreno de acondicionamiento por semana ($p = 0,002$), horas de entrenamiento por semana ($p = 0,005$) y minutos de estiramientos por día ($p = 0,003$) fueron todos predictores significativos de fracturas. El riesgo de fractura se incrementa un 1% por cada minuto adicional de entreno de acondicionamiento por semana, y un 32% por cada hora adicional de entreno por semana. Las gimnastas que no refirieron ninguna fractura entrenaron una media de

Figura 1 Relación entre la cantidad de estiramientos por día y la probabilidad de fractura o lesión musculotendinosa.

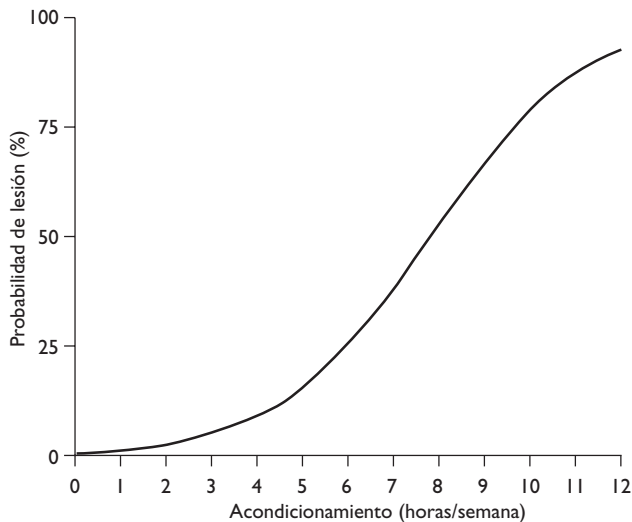
23,8 h/semana (SD = 7,1) y las que indicaron la presencia de fracturas como lesiones presentaron una media de 33,4 h de entreno por semana (SD = 2,1; $p \leq 0,01$). El riesgo de fractura decrece un 19% por cada minuto adicional de estiramiento por día. Tanto el entreno de acondicionamiento ($p = 0,03$) como los estiramientos ($p = 0,05$) resultaron ser factores independientes, multivariantes, predictores de fracturas. La figura 1 ilustra los beneficios de protección de los estiramientos. La figura 2 muestra cómo la probabilidad de fractura se incrementa cuando las sesiones de acondicionamiento superan las 6 h.

DISCUSIÓN

Este estudio pone de manifiesto la gran carga de lesiones entre las gimnastas de elite en GR. Con el 100% del equipo

Figura 2

Incremento de la probabilidad de fractura debido a sesiones de acondicionamiento que superan las 6 h.



nacional encuestado, reportan al menos una lesión por año. Muchas de estas lesiones eran menores y no precisaban detener los entrenamientos. Desafortunadamente, el 65% de las gimnastas requirieron *time off* de entrenamientos que precedieron a las lesiones. Este factor afecta de manera diversa los resultados individuales y del equipo. Ésta es la razón por la que se pretende dar y entender los consejos para la prevención de lesiones.

El resultado más desconcertante es la alta tasa de lumbalgias. Un 8% describía dolor lumbar que se exacerbaba con la hiperextensión lumbar. Pero sólo 2 gimnastas presentaron fracturas de estrés lumbar, aunque es posible que otras no estuvieran diagnosticadas como reacciones de estrés óseo o lesiones espondilolisis. Las GR presentan un alto riesgo para este tipo de lesiones, ya que muchas de las técnicas que se requieren son repetitivas, balísticas con hiperextensión⁵. Muchos autores han atribuido el alto riesgo de lesiones de espondilolisis en gimnastas y bailarinas por incrementar la lordosis en posturas dinámicas de hiperextensión lumbar⁶⁻¹². Una muy alta incidencia en espondilolisis se da entre las gimnastas que presentan lumbalgias^{6,13}.

El tratamiento de las espondilolisis implica ejercicios específicos que precisan de fortalecimientos abdominales, mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales y de la fascia lumbodorsal y ejercicios de antilordóticos^{7-9,11}.

Este tipo de tratamiento específico para las lesiones de columna tendría que aplicarse de forma profiláctica para reducir la incidencia de lesiones severas de lumbares⁸. También se ha

recomendado por varios autores^{8,14}, un correcto calentamiento con estiramientos y un lento pero progresivo incremento en ejercicios más técnicos durante 20 o 30 min. La importancia de la detección prematura de las lesiones espondilolíticas facilita el tratamiento, acorta su curación y disminuye el tiempo de estar fuera de los entrenamientos. Si el dolor lumbar sólo aparece en el curso del entrenamiento se recomienda que la gimnasta sólo realice los ejercicios que no provoquen dolor o bien que descanse hasta que el dolor desaparezca.

Las fracturas de la zona lumbar eran sólo un tipo de fracturas que respondían en la encuestas. El 25% de miembros del equipo refirió fracturas y ello obligó, en la mayoría de casos, a dejar los entrenamientos^{6,15}. Los factores de riesgo para las fracturas de estrés incluyen la superficie donde se entrena, la nutrición deficiente¹⁵, los malalineamientos anatómicos, los errores de entrenamiento como un rápido incremento en la frecuencia de entrenamiento o intensidad, los desequilibrios musculotendinosos¹¹ y las alteraciones menstruales como amenorrea o oligomenorrea¹⁶. En este estudio se determina que el 50% de las gimnastas de elite tiene alguna disfunción menstrual, coincidiendo con el estudio dirigido por Lindboe y Slettebo en 1984¹⁷. Esto puede producir una osteoporosis prematura y un incremento de las fracturas de estrés¹⁶, pero debido a la poca muestra de estudio, no se puede hallar ninguna relación entre disfunción menstrual y fracturas.

Un dato interesante de este estudio es hallar la correlación entre el incremento de estiramientos y el descenso de fracturas. Hay varios autores que relacionan los estiramientos con la reducción de las fracturas de estrés^{8,11,15,18} y otras lesiones de sobrecarga que se pueden prevenir corrigiendo los desequilibrios musculares^{19,20}. Nuestros resultados apoyan esta conclusión y se pueden dar recomendaciones para la reducción de fracturas basadas en el tiempo que se dedica a las sesiones de estiramientos diarios^{8,9,11,15}. En este estudio se muestra que las gimnastas de elite incrementan el riesgo de fractura al tiempo que incrementan las horas de acondicionamiento por semana. Esto significa que la razón coste/beneficio de acondicionamiento necesitaría revisarse en algún punto, así como el equilibrio entre el incremento del ejercicio (figuras, *performance*) y la reducción de lesiones. Finalmente, aunque no tan importante como predictor de lesiones, el número total de horas de entrenamiento en GR por semana parece ser un factor en la etiología de las lesiones. La FIMS, en un documento de consenso, afirma que un exceso de entrenamiento en niños y adolescentes confirma que el entrenamiento para desarrollo máximo del ejercicio (*performance*) a cualquier precio podría ser condenado ética y médicamente¹⁹. Una vez más, el coste riesgo-beneficio tendría que

ser evaluado. Las gimnastas de subelite de Canadá entrenan entre 9 y 12 h por semana, los de elite lo hacen entre 25 y 30 h por semana². Se ha identificado una fuerte relación entre el volumen de entreno por semana y el alcance del éxito en deportes²¹. La limitación del entreno a un máximo de 30 h por semana puede decrecer el número de fracturas ocurridas en el equipo nacional. En los niveles inferiores a la elite, el entrenamiento es más leve y más flexible y si el entrenamiento se restringe a 20 h por semana se podría asociar a un riesgo inferior de lesiones musculotendinosas.

Los desequilibrios musculotendinosos predisponen a las atletas a lesiones de sobreuso y el crecimiento puede disminuir la flexibilidad¹¹. Al contrario de otros resultados de distintos autores²²⁻²⁴, que concluían que los estiramientos no reducían las lesiones en el deporte, en este estudio se ha encontrado una fuerte correlación entre el incremento de las sesiones de estiramientos y el descenso de lesiones en músculos y tendones. Una posible explicación a esta discrepancia sería que quizás los estudios no incluían deportes con una demanda de flexibilidad para su realización. Los estiramientos que se reportan en este estudio no se limitan solo a preejercicio. Las gimnastas de GR demuestran una flexibilidad extrema, en general, y las demandas específicas del deporte pueden resultar en conseguir más flexibilidad de los grupos musculares agonistas que de los antagonistas.

En un 85% de las gimnastas, las lesiones musculotendinosas fueron respuestas positivas en la encuesta. La mayoría de estas lesiones en las extremidades superiores fueron moderadas, pero el 25% de las lesiones que requirieron *time off* del entreno en lesiones musculotendinosas eran todas de extremidades inferiores. Las ubicaciones más frecuentes para las lesiones y las que requirieron más tiempo sin entrenamiento fueron las isquiotibiales y de ingle-cadera. Las lesiones en isquiotibiales y de cadera se deben a movimientos balísticos repetitivos y que son movimientos que se realizan frecuentemente en este deporte y que incrementa la flexibilidad y pueden lesionar la unión musculotendinosa¹. Las tendinitis de pie y tobillo se deben a técnicas de saltos repetidos en todas las rutinas, pero principalmente en la disciplina de cuerda. Los desequilibrios musculotendinosos predisponen a los atletas a lesiones de sobreuso y el crecimiento puede producir un descenso de la flexibilidad¹¹. En este estudio se ha encontrado una fuerte correlación entre el incremento de estiramientos y el descenso de lesiones de músculo y tendones. Aunque en general las gimnastas de elite muestran una extrema flexibilidad, las demandas específicas del deporte resultan en una relativa mayor flexibilidad de la musculatura agonista que de la antagonista.

Por ejemplo, en muchos ejercicios se requiere mayor flexibilidad de los isquiotibiales que de los cuádriceps. Las bailarinas de ballet clásico presentan mayores índices de fuerza en los flexores plantares que en los dorsiflexores debido al tiempo que implementan en saltos y *demipointe*. Las mismas similitudes pueden ocurrir en gimnastas, así se puede hallar desequilibrios musculares posteriores. Así pues, el incremento de la flexibilidad puede reducir estos desequilibrios musculares inherentes a cada deporte. De acuerdo con el trabajo de Kulund y Totossy¹⁴, los estiramientos tienen que ser suaves y mantenidos al menos 30 s.

El número de horas de entreno por semana se encontró como un factor predictor de lesiones musculotendinosas, sin embargo este factor no es independiente. Incrementando el número de horas de entrenamiento cada semana, los tejidos se ven sometido a estrés y lesiones microscópicas, pero no se les deja tiempo de reposo para repararlos. El resultado es el incremento de lesiones en músculos y tendones, y esto se tiene que tener en consideración al programar las sesiones y horas de entrenamiento en gimnastas de elite.

Las lesiones de rodilla son prevalentes en mujeres deportistas de muchas disciplinas deportivas. Se relacionan con múltiples factores como malalineamiento (genu valgus, incrementa la anteversión femoral), superficies de entrenamiento muy duras, desequilibrios musculares y errores de entrenamiento (incrementos bruscos en intensidad o frecuencia)²⁵. Adicionalmente, los intentos de conseguir un *turn out* incrementando torsión tibial externa y la pronación del tobillo producen un estrés en la articulación patelofemoral¹¹. Este estrés incrementa el riesgo de lesión del mecanismo extensor de la rodilla. El 45% de las gimnastas del estudio se quejaron de dolor en las rodillas en el último año, y la mayoría de ellas lo atribuyeron a una tendinitis. Mejorando la adecuada flexibilidad del cuádriceps y de los isquiotibiales, así como la fuerza del vasto medial, se puede reducir la incidencia de gonalgias²⁴.

Los esguinces de tobillo ocurren con frecuencia entre los miembros de los equipos nacionales. Los ejercicios, como saltos y giros de GR hacen que las atletas estén en riesgo de presentar dicha lesión. La habilidad en realizar saltos es importante en este deporte²⁶. La rehabilitación de los esguinces de tobillo implica el reforzamiento de los músculos peroneales. Quizás algunos esguinces se pueden prevenir desarrollando más fuerza en todas las gimnastas. La rehabilitación inadecuada de estas lesiones resulta frecuentemente en lesiones repetidas.

Sólo una gimnasta contestó haber tenido una conmoción. Esta lesión requiere estar tiempo sin entrenar, pero inferior a

una semana. Aunque el mecanismo de la lesión no era identificado en la encuesta, las lesiones de cabeza suelen ocurrir en la colisión con otras atletas o cuando la superficie de entreno era demasiado dura. Aunque sólo fue positiva una respuesta frente a esta lesión no fue posible identificar sus factores de riesgo. Sería necesario un estudio más extenso para identificar los factores de riesgo en conmociones en este deporte.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Aunque la muestra de este estudio es pequeña ($n = 20$), esto representa el 100% del estudio del equipo nacional; por lo tanto, los resultados sólo se pueden extrapolar para otros equipos del ámbito nacional en GR, pero no en todas las gimnastas de rítmica. Adicionalmente, el grupo reducido de sujetos en el estudio hace un análisis retrospectivo menos seguro. Sin embargo, los hallazgos de este estudio se sugieren importantes, las significativas relaciones entre las variables examinadas (volumen de entrenamiento, estiramientos, acondicionamiento) y el riesgo de lesión garantizan futuras investigaciones adicionales.

Debido al pequeño tamaño de la muestra, todas las respuestas del cuestionario referentes al tipo de lesiones y localización que era autocontestado por las gimnastas se utilizaron en el análisis. La definición de las lesiones en la amplitud de bibliografía científica varía mucho de las lesiones autoinformadas, de las que precisan tiempo sin el entreno (descanso del entreno o modificación del entreno) de las lesiones con supervisión médica. Como resultado, la comparación de las

razones de lesiones entre otros estudios es difícil. Sin embargo, este estudio ha identificado áreas potenciales de estudio como objetivo de conseguir reducción de lesiones en este deporte.

CONCLUSIONES

En resumen, y con las limitaciones expuestas anteriormente, se proponen las siguientes recomendaciones para reducir el riesgo de lesiones en GR.

1. Sesiones de estiramientos de un mínimo de 40 min por día.
2. Limitar el acondicionamiento físico a un máximo de 6 h por semana puede reducir la posibilidad de fractura.
3. Limitar el entreno a un máximo de 30 h por semana puede reducir la posibilidad de fractura; la restricción del entreno a un máximo de 20 h por semana puede reducir las lesiones musculotendinosas.
4. Las medidas para reducir las lumbalgias y gonalgias tendrían que ser supervisadas. Por ejemplo, un régimen profiláctico de ejercicios de abdominales, ejercicios antilordóticos, reforzar el vasto interno y estirar los cuádriceps podrían ser rutinas a incorporar en el entrenamiento. Se tendría que considerar disminuir el número de repeticiones de hiperextensión lumbar.
5. Adicionalmente, sigue siendo objeto de estudio la etiología de las alteraciones menstruales en relación con las lesiones y osteoporosis¹⁶.

Bibliografía

1. Alexander MJL, Boreskie SR, Law S. Heart rate response and time motion analysis of rhythmic sportive gymnastics. *Journal of Human Movement Studies*. 1987;13:473-89.
2. Alexander MJL. A comparison of physiological characteristics of elite and subelite rhythmic gymnasts. *Journal of Human Movement Studies*. 1991;20:49-69.
3. Fetto JF. Judo and karate-do. En: Fu FH, Stone DA, editors. *Sports injuries: mechanisms, prevention, treatment*. Baltimore, MA: Williams & Wilkins; 1994. p. 455-68.
4. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied Logistic Regression*. New York, NY: John Wiley & Sons; 1989. p. 38-57.
5. Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:1686-8.
6. Ciullo JV, Jackson DW. Pars interarticularis stress reaction, spondylolysis, and spondylolisthesis in gymnasts. *Clin Sports Med*. 1985;4:95-110.
7. Harvey J, Tanner S. Low back in young athletes: a practical approach. *Sports Medicine*. 1991;12:394-406.
8. Micheli LJ. Back injuries in dancers. *Clin Sports Med*. 1983;2:473-84.
9. Micheli LJ. Back injuries in gymnastics. *Clin Sports Med*. 1985;4:85-93.
10. Micheli LJ. Sports injuries in children and adolescents: questions and controversies. *Clin Sports Med*. 1995;14:727-45.
11. O'Neill DB, Micheli LJ. Overuse injuries in the young athlete. *Clin Sports Med*. 1988;7:591-610.

12. Weiker GG. Evaluation and treatment of common spine and trunk problems. *Clin Sports Med.* 1989;8:399-417.
13. Kennedy K. Acute spondylolysis in an adolescent. *Orthopaedic Nursing.* 1994;13:17-20.
14. Kulund DN, Tottosy M. Warm-up, strength, and power. *Orthop Clin North Am.* 1983;14:427-48.
15. Wojtys EM. Sports injuries in the immature athlete. *Orthop Clin North Am.* 1987;18:689-708.
16. Nattiv A, Agostini R, Drinkwater B, Yeager KK. The female athlete triad: the inter-relatedness of disordered eating, amenorrhea, and osteoporosis. *Clin Sports Med.* 1994;13:405-17.
17. Lindboe CF, Slettebo M. Are young female gymnasts malnourished?: an anthropometric, electrophysiological, and histological study. *Eur J Appl Physiol.* 1984;52:457-62.
18. Maffulli N. Intensive training in young athletes: the orthopaedic surgeon's viewpoint. *Sports Medicine.* 1990;9:229-43.
19. International Federation of Sports Medicine. Position statement: excessive physical training in children and adolescents. *Clin J Sport Med.* 1991;1:262-4.
20. Maffulli N, Pintore E. Intensive training in young athletes. *Br J Sp Med.* 1990;24:237-9.
21. Hume PA, Hopkins WG, Robinson DM, Robinson SM, Hollings SC. Predictors of attainment in rhythmic sportive gymnastics. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 1993;33: 367-77.
22. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 2002;325:425.
23. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, et al. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:371-8.
24. Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sport Med.* 1999;9:221-7.
25. Micheli LJ, LaChabrier L. The young female athlete. En: Micheli LJ, editor. *Pediatric and adolescent sports medicine.* Boston, MA: Little, Brown & Co.; 1984. p. 167-78.
26. Hutchinson MR, Tremain L, Christiansen J, Beitzel J. Improving leaping ability in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1543-7.