

Recomanacions per a l'entrenament i la prevenció de lesions en gimnastes de rítmica d'elit

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

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

^bCap mèdic. Centre de Talassoteràpia Marítim. Fundació Claror. Barcelona. Espanya.

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

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

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

RESUM

Objectiu: Identificar els factors de risc en gimnastes de rítmica d'alt nivell i aconsellar recomanacions per prevenir el risc de lesions.

Mètodes: Enquesta retrospectiva d'un any d'història esportiva a 20 gimnastes que competien en l'àmbit nacional (mitjana d'edat, 17,1 anys; rang, 14,8-18,8 anys). Les hores d'entrenament per setmana, els minuts d'estiraments per dia i hores d'entrenament aeròbic per setmana es van analitzar com un risc potencial de factors de risc per a lesions esportives. La majoria de lesions registrades exigien deixar els entrenaments (*time off*); les lesions més severes (mínim de 7 dies sense activitat esportiva) eren lesions de parts blanques: tendó i/o múscul i fractures.

Resultats: De les 20 gimnastes, 13 (65%) van tenir lesions que les van obligar a deixar els entrenaments i altres activitats esportives, 4 (20%) van ser lesions més severes. Van ser 17 (85%) les que van contestar que van presentar lesions musculotendinoses i 5 (25%) van patir fractures. Van ser 16 subjectes (80%) de la mostra els que van presentar lumbàlgia o fractures d'estrès lumbar, 8 amb necessitat de repòs. Una gimnasta va tenir una commoció cerebral. La regressió logística indica que l'entrenament i els estiraments, en gimnàstica rítmica estan associats a lesions de la unió musculotendinosa. En l'anàlisi multivariant es va trobar que els estiraments eren l'únic predictor independent de les lesions de la unió musculotendinosa; amb cada minut addicional es fa disminuir el risc aproximadament un 10% ($p \leq 0,01$). Els exercicis d'estirament i de condicionament són els dos factors independents de predicció de fractures. El risc de fractura va ser valorat com a $> 60\%$ per cada hora setmanal addicional d'entrenament (*odds ratio* [OR] = 1,62; $p = 0,03$) i minva gairebé al 20% per cada minut addicional d'estiraments diaris (OR = 0,81; $p = 0,04$). Cap de les variables estudiades va ser predictiva de dolor o lesió lumbar.

Conclusions: Les lesions en gimnàstica rítmica es podrien reduir incrementant el temps que es dedica als estiraments per dia (almenys 40 minuts), i limitant l'entrenament a un màxim de 6 hores per setmana.

PARAULES CLAU: Esport. Prevenció de lesions. Adolescent. Elit. Gimnàstica 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.

Correspondència: Dra. Merrilee Zetarak. Legacy Sport Medicine Clinic. 14-160 Meadowood Drive. Winnipeg, Manitoba, R2M 5L6. Canada. Correu electrònic: mzetarak@mts.net

INTRODUCCIÓ

La gimnàstica rítmica (GR) va ser olímpica en els jocs de Los Angeles el 1984 i des de llavors ha anat guanyant popularitat mundial. Aquest esport es basa en la precisió, agilitat, originalitat i coordinació, acompanyades de música.¹ Combina els moviments de la dansa amb 5 elements de mà: cinta, cèrcol, corda, pilota i maces.

L'estètica té un paper molt important en l'èxit competitiu de les gimnastes. Aquestes necessiten un percentatge de greix corporal baix, i un increment de flexibilitat i de força.² De fet, calen exercicis de flexibilitat extrema per executar certs moviments. A causa de la dificultat de l'esport, són innombrables les hores d'entrenament necessàries per arribar a la perfecció de les rutines, de 75 a 90 segons en competició individual i de 2 minuts 15 segons a 2 minuts 30 segons per a grups (www.usa-gymnastics.org). L'entrenament es fa en terres de 13 × 13 m. Les gimnastes d'elit de l'equip del Canadà s'entrenen de 25 a 30 h setmanals.² La combinació de baixa massa de greix, els moviments que exigeixen una flexibilitat màxima i els moviments repetitius del sistema musculoesquelètic en un entrenament d'alta intensitat són, tots, factors potencials de risc de lesions per sobreús. Dissortadament, fins ara s'ha fet poca recerca per identificar els factors de risc en gimnàstica rítmica o per establir recomanacions a fi de reduir lesions en aquest esport.

MÈTODES

Subjectes

Es va distribuir una enquesta retrospectiva d'un any a gimnastes d'alt nivell de competició nacional en un sol país. Es va explicar el motiu i la naturalesa de l'estudi a totes les participants i la seva inclusió va ser voluntària, amb un resultat final de 20 enquestes obtingudes i analitzades, que representaven el 100% dels membres de l'equip nacional. La mitjana d'edat va ser de 17,1 anys (14,8-18,8).

Enquesta

L'enquesta consistia en 4 seccions: dades personals, condicionament físic (entrenament de la força, entrenament aeròbic i tècnic), estiraments i lesions. Les dades personals van incloure l'edat, el nombre d'anys entrenant-se en gimnàstica i el nombre d'hores d'entrenament per setmana. Les seccions de condicionament i estiraments determinaven quant de temps es dedicava setmanalment o de mitjana a cada activitat. L'apartat de lesions va ser una llista de lesions agrupada per regions. Per

cada lesió descrita en l'enquesta, la gimnasta indicava quant de temps va estar de baixa sense entrenar-se (*time off*) i si va caldre tractament quirúrgic i/o ortopèdic. Cada lesió es va classificar de la manera següent: lleu (sense *time off*), moderada (menys de 7 dies sense activitat esportiva) i severa (almenys 7 dies sense activitat esportiva). Totes les lesions que van necessitar tractament ortopèdic i quirúrgic es van considerar majors. Les lesions que van reclamar temps de descans esportiu (per exemple, moderades o severes)³ es van considerar *time loss*. Les lesions expressades en les enquestes es van incloure per a l'anàlisi estadística distribuïda per regions del cos i tipus de lesions.

Anàlisi estadística

S'hi van emprar variables contínues amb el test de la t d'Student per a dades independents. L'anàlisi de regressió logística es va utilitzar per identificar els factors de risc i calcular el significat de cada variable. La regressió logística múltiple per passos es va utilitzar per establir la independència dels predictors per a cada variable dicotòmica ajustada *odds ratio* [OR] com a mesura d'associació.⁴ Es va considerar estadísticament significativa per a totes les anàlisis estadístiques realitzades una $p \leq 0,05$. Les dades es van tractar amb SPSS per a Windows (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTATS

Les gimnastes duïen una mitjana de 6,5 anys en la pràctica d'aquest esport (SD = 2,8; rang, 3-13 anys). S'entrenaven una mitjana de 26,2 h per setmana (SD = 7,5; rang, 14-36 h), amb una mitjana de condicionament de 300 minuts per setmana (SD = 200; rang, 45-720) i amb una mitjana d'estiraments de 33 minuts per dia (SD = 20; rang, 10-100). N'hi havia 10 (50%) que presentaven alteracions menstruals o de cicle, 5 (25%) tenien oligomenorrea i 5 (25%) tenien amenorrea.

Malgrat que totes les gimnastes en les enquestes van respondre que sí van tenir lesions l'últim any, només 13 (65%) de les 20 enquestades van tenir *time loss* per lesió, definida com una lesió que les va apartar de l'entrenament. Van ser 4 (20%) les que van presentar lesions severes que van exigir almenys 7 dies de no entrenament esportiu; 17 (85%) van contestar haver tingut lesions de la unió musculotendinosa i 5 (25%) van patir lesions severes (fractures). A més a més, 16 (80%) de les enquestades van esmentar haver presentat lumbàlgies o fractures d'estrès lumbar i, d'aquestes, 8 van haver de deixar l'activitat esportiva per aquesta lesió. Només una va referir una lesió de genoll que li va impedir continuar els entrenaments, i 9

Taula I Distribució de les lesions

	Lleu (< 7 dies off)	Moderada (≥ 7 dies off)	Severa (self-reported)	Total (significatiu)	Total
Cap i coll	3	2	0	5	2
Extremitats superiors	16	3	0	19	3
Extremitats inferiors	42	13	2	57	15
Tronc/esquena	13	7	7	27	14
Total	74	25	9	108	34

(45%) van indicar àlgies als genolls. Una gimnasta va tenir una commoció durant un entrenament. La taula I resumeix la distribució de les respostes donades per les mateixes atletes en cada regió del cos.

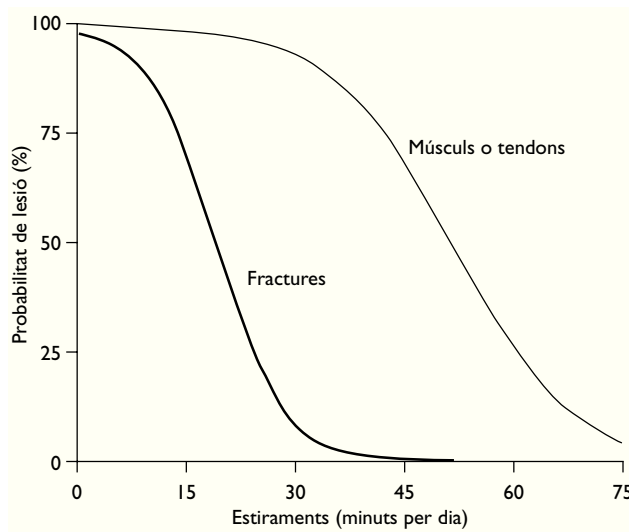
Lesions musculotendinoses

Es va trobar que les hores d'entrenament de GR per setmanes ($p = 0,034$) i els minuts d'estiraments per dia ($p = 0,006$) són predictors significatius de les lesions musculotendinoses autoreferides. Per cada hora addicional d'entrenament per setmana, el risc de lesió s'incrementa un 29%. Les gimnastes que van contestar que no havien tingut lesions musculotendinoses s'entrenaven una mitjana de 18,7 h/setmana ($SD = 2,3$), mentre que les que s'entrenaven una mitjana de 27,5 h/setmana ($SD = 7,4$; $p \leq 0,005$). Per cada minut addicional d'estirament per dia, el risc de lesió minva un 11%. En l'anàlisi multivariant, els estiraments van ser els únics factors independents predictors de lesió musculotendinosa ($p \leq 0,01$). La figura 1 il·lustra la relació entre la quantitat d'estiraments per dia i la probabilitat de fractura o lesió musculotendinosa. No sembla que hi hagi relació entre l'increment de sessions d'estiraments inferiors de més de 40 minuts al dia com a protectors de lesió.

Fractures

En l'anàlisi univariant, els minuts d'entrenament de condicionament per setmana ($p = 0,002$), hores d'entrenament per setmana ($p = 0,005$) i minuts d'estiraments per dia ($p = 0,003$) van ser tots predictors significatius de fractures. El risc de fractura s'incrementa un 1% per cada minut addicional d'entrenament de condicionament per setmana, i el 32% per cada hora addicional d'entrenament per setmana. Les gimnastes que no van manifestar cap fractura s'havien entrenat una mitjana de 23,8 h/setmana ($SD = 7,1$) i les que van indicar la presència de

Figura 1 Relació entre la quantitat d'estiraments per dia i la probabilitat de fractura o lesió musculotendinosa.



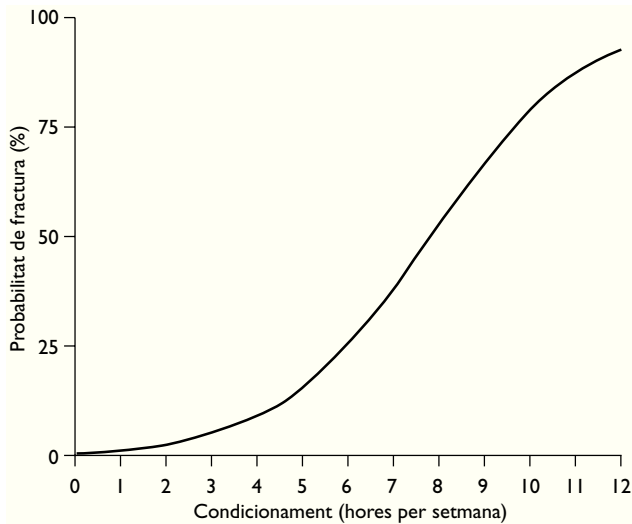
fractures com a lesions van presentar una mitjana de 33,4 h d'entrenament per setmana ($SD = 2,1$; $p \leq 0,01$). El risc de fractura decreix un 19% per cada minut addicional d'estirament per dia. Tant l'entrenament de condicionament ($p = 0,03$) com els estiraments ($p = 0,05$) van resultar ser factors independents, multivariants, predictors de fractures. La figura 1 il·lustra els beneficis de protecció dels estiraments. La figura 2 mostra com la probabilitat de fractura s'incrementa quan les sessions de condicionament superen les 6 h.

DISCUSSIÓ

Aquest estudi posa de manifest la gran càrrega de lesions entre les gimnastes d'elit en GR. Amb el 100% de l'equip nacional enquestat, es reporta almenys una lesió per any. Moltes

Figura 2

Increment de la probabilitat de fractura a causa de sessions de condicionament que superen les 6 h.



d'aquestes lesions eren menors i no calia aturar els entrenaments. Dissortadament, el 65% de les gimnastes van necessitar *time off* d'entrenaments que van precedir les lesions. Aquest factor afecta de manera diversa els resultats individuals i de l'equip. Aquesta és la raó per la qual es volen donar i entendre els consells per a la prevenció de lesions.

El resultat més desconcertant és l'alta taxa de lumbàlgies. Un 8% descrivia dolor lumbar, que augmentava amb la hiperextensió lumbar. Però només 2 gimnastes van presentar fractures d'estrès lumbar, malgrat que és possible que altres no estiguessin diagnosticades com a reaccions d'estrès ossi o lesions d'espondilòlisi. Les gimnastes de GR presenten un alt risc per a aquest tipus de lesions, ja que moltes de les tècniques que es necessiten són repetitives, balístiques amb hiperextensió.⁵ Molts autors han atribuït l'alt risc de lesions d'espondilòlisi en gimnastes i ballarines per l'increment de lordosi en posicions dinàmiques d'hiperextensió lumbar.⁶⁻¹² Hi ha una molt alta incidència en espondilòlisi entre les gimnastes que presenten lumbàlgies.^{6,13}

El tractament de l'espondilòlisi implica exercicis específics que reclamen enfortiments abdominals, millora de la flexibilitat dels isquiotibials i de la fàscia lumbodorsal i exercicis anti-lordòtics.^{7-9,11}

Aquest mena de tractament específic per a les lesions de columna s'hauria d'aplicar d'una manera profilàctica per reduir la incidència de lesions severes de lumbar.⁸ També ha estat recomanat per diversos autors,^{8,14} un escalfament correcte amb es-

tiraments i un increment lent però progressiu amb exercicis més tècnics durant 20 o 30 minuts. La importància de la detecció primerenca de les lesions espondilolítiques en facilita el tractament, n'escurça el guariment i fa disminuir el temps d'estar apartat dels entrenaments. Si el dolor lumbar només apareix en el curs de l'entrenament, es recomana que la gimnasta només faci els exercicis que no provoquin dolor o bé que descansi fins que el dolor desaparegui.

Les fractures de la zona lumbar eren només un tipus de fractura que responien en l'enquesta. El 25% de membres de l'equip van referir fractures i això va obligar, en la majoria de casos, a deixar els entrenaments.^{6,15} Els factors de risc per a les fractures d'estrès inclouen la superfície on s'entrena, la nutrició deficient,¹⁵ els mals alineaments anatòmics, els errors d'entrenament, com ara un increment ràpid en la freqüència d'entrenament o en la intensitat, els desequilibris musculotendinosos¹¹ i les alteracions menstruals, ja sigui amenorrea o oligomenorrea.¹⁶ En aquest estudi es determina que el 50% de les gimnastes d'elit tenen alguna disfunció menstrual, tot coincidint amb l'estudi dirigit per Lindboe i Slettebo el 1984.¹⁷ Això pot produir una osteoporosi prematura i un increment de les fractures d'estrès,¹⁶ però a causa de la poca mostra de l'estudi no es pot trobar cap relació entre disfunció menstrual i fractures.

Una dada interessant d'aquest estudi és trobar la correlació entre l'increment d'estiraments i el descens de fractures. Hi ha diversos autors que relacionen els estiraments amb la reducció de les fractures d'estrès^{8,11,15,18} i altres lesions de sobrecàrrega que es poden prevenir corregint els desequilibris musculars.^{19,20} Els nostres resultats abonen aquesta conclusió i es poden donar recomanacions per a la reducció de fractures basades en el temps que es dedica a les sessions d'estiraments diaris.^{8,9,11,15} En aquest estudi es mostra que les gimnastes d'elit incrementen el risc de fractura alhora que incrementen les hores de condicionament per setmana. Això significa que la raó cost/benefici de condicionament s'hauria de revisar en algun punt, com també l'equilibri entre l'increment de l'exercici (*figures, performance*) i la reducció de lesions. Finalment, tot i no ser tan important com a predictor de lesions, el nombre total d'hores d'entrenament en GR per setmana sembla un factor en l'etiologia de les lesions. La FIMS, en un document de consens, afirma que un excés d'entrenament en nens i adolescents confirma que l'entrenament per a desenvolupament màxim de l'exercici (*performance*) a qualsevol preu podria ser condemnat èticament i mèdicament.¹⁹ Una vegada més, el cost risc/benefici hauria de ser avaluat. Les gimnastes de subelit del Canadà s'entrenen entre 9 i 12 h per setmana, les d'elit entre 25 i 30 h per setmana.² S'ha

identificat una forta relació entre el volum d'entrenament per setmana i l'abast de l'èxit en esports.²¹ La limitació de l'entrenament a un màxim de 30 h per setmana pot fer decreixer el nombre de fractures esdevingudes en l'equip nacional. En els nivells inferiors a l'elit, l'entrenament és més lleu i més flexible, i si l'entrenament es restringeix a 20 h per setmana es podria associar a un risc inferior de lesions musculotendinoses.

Els desequilibris musculotendinosos predisposen les atletes a lesions de sobreús i el creixement pot fer disminuir la flexibilitat.¹¹ Al contrari d'altres resultats de diversos autors,²²⁻²⁴ que concloïen que els estiraments no reduïen les lesions en l'esport, en aquest estudi s'ha trobat una forta correlació entre l'increment de les sessions d'estiraments i el descens de lesions en músculs i tendons. Una possible explicació d'aquesta discrepància seria que potser els estudis no incloïen esports amb una demanda de flexibilitat. Els estiraments que es reporten en aquest estudi no es limiten només a preexercici. Les gimnastes de GR demostren una flexibilitat extrema, en general, i les demandes específiques de l'esport poden menar a aconseguir més flexibilitat dels grups musculars agonistes que dels antagonistes.

En el 85% de les gimnastes, les lesions musculotendinoses van obtenir resposta positiva en l'enquesta. La majoria d'aquestes lesions a les extremitats superiors van ser moderades, però el 25% de les lesions que van exigir *time off* de l'entrenament en lesions musculotendinoses eren totes d'extremitats inferiors. Les localitzacions més freqüents per a les lesions i les que van reclamar més temps sense entrenament van ser isquiotibials i d'engonal-maluc. Les lesions en isquiotibials i de maluc vénen donades per moviments balístics repetitius, són moviments que es fan freqüentment en aquest esport, que incrementen la flexibilitat i poden lesionar la unió musculotendinosa.¹ Les tendinitis de peu i turmell tenen com a causa tècniques de salts repetits en totes les rutines, però principalment en la disciplina de corda. Els desequilibris musculotendinosos predisposen les atletes a lesions de sobreús i el creixement pot produir un descens de la flexibilitat.¹¹ En aquest estudi s'ha trobat una forta correlació entre l'increment d'estiraments i el descens de lesions de múscul i tendons. Malgrat que en general les gimnastes d'elit mostren una extrema flexibilitat, les demandes específiques en aquest esport comporten una relativa major flexibilitat de la musculatura agonista que no de l'antagonista. Per exemple, en molts exercicis cal més flexibilitat dels isquiotibials que no dels quàdriceps. Les ballarines de ballet clàssic presenten índexs de força més alts en els flexors plantars que en els dorsiflexors a causa del temps que treballen en salts i *demipointe*. Les mateixes similituds poden esdevenir-se en

gimnastes; així es poden trobar desequilibris musculars posteriors. Per tant, l'increment de la flexibilitat pot reduir aquests desequilibris musculars inherents a cada esport. D'acord amb el treball de Kulund i Tottossy,¹⁴ els estiraments han de ser suaus i mantinguts almenys 30 segons.

El nombre d'hores d'entrenament per setmana es va manifestar com un factor predictor de lesions musculotendinoses, per bé que aquest factor no és independent. Incrementant el nombre d'hores d'entrenament cada setmana, els teixits es veuen sotmesos a estrès i lesions microscòpiques, però no se'ls deixa temps de repòs per reparar-los. El resultat és l'increment de lesions en músculs i tendons, i això s'ha de tenir en consideració en programar les sessions i hores d'entrenament en gimnastes d'elit.

Les lesions de genoll són prevalents en dones esportistes de moltes disciplines esportives. Es relacionen amb múltiples factors, com mal alineament (*genu valgum*, incrementa l'anteverció femoral), superfícies d'entrenament molt dures, desequilibris musculars i errors d'entrenament (increments sobtats en intensitat o freqüència).²⁵ Addicionalment, els intents d'aconseguir un *turn out* incrementant torsió tibial externa i la pronació del turmell produeixen un estrès en l'articulació patel·lofemoral.¹¹ Aquest estrès incrementa el risc de lesió del mecanisme extensor del genoll. El 45% de les gimnastes de l'estudi es van queixar de dolor als genolls durant l'últim any, i la majoria ho van atribuir a una tendinitis. Millorant l'adequada flexibilitat del quàdriceps i dels isquiotibials, com també la força del vast medial, es pot reduir la incidència de gonàlgies.²⁴

Els esquinçaments de turmell sovintegen entre els membres dels equips nacionals. Els exercicis, com ara salts i girs de GR fan que les atletes estiguin en risc de presentar aquesta lesió. L'habilitat a fer salts és important, en aquest esport.²⁶ La rehabilitació dels esquinçaments de turmell implica reforçar els músculs peroneals. Potser alguns esquinçaments es poden prevenir desenvolupant més força en totes les gimnastes. La rehabilitació inadequada d'aquestes lesions resulta amb freqüència en lesions repetides.

Només una gimnasta va contestar haver tingut una commoció. Aquesta lesió comporta estar temps sense entrenar, però inferior a una setmana. Malgrat que el mecanisme de la lesió no era identificat en l'enquesta, les lesions de cap solen produir-se en la col·lisió amb altres atletes o quan la superfície d'entrenament és massa dura. Com que només va ser-hi positiva una resposta, respecte d'aquesta lesió no va ser possible identificar els factors de risc. Caldria un estudi més extens per identificar els factors de risc en commocions en aquest esport.

LIMITACIONS DE L'ESTUDI

Tot i ser una mostra d'estudi petita ($n = 20$), representa l'estudi del 100% de l'equip nacional; per tant, els resultats només es poden extrapolar per a altres equips d'abast nacional en GR, però no a totes les gimnastes de rítmica. Addicionalment, el grup reduït de subjectes en l'estudi comporta una anàlisi retrospectiva menys segura. No obstant això, les troballes d'aquest estudi se suggereixen importants, per les relacions significatives entre les variables examinades (volum d'entrenament, estiraments, condicionament) i el risc de lesió que garanteixen recerques futures.

A causa de la petita grandària de la mostra, totes les respostes del qüestionari referents al tipus de lesions i localització que era autocontestat per les gimnastes es van utilitzar en l'anàlisi. La definició de les lesions en l'amplitud de bibliografia científica varia molt de les lesions autoinformades, de les que necessiten temps sense entrenament (descans d'entrenament o modificació de l'entrenament) de les lesions amb supervisió mèdica. Com a resultat, la comparació de les raons de lesió entre altres estudis és difícil. Tanmateix, aquest estudi ha identificat àrees potencials d'estudi com a objectiu d'aconseguir reducció de lesions en aquest esport.

CONCLUSIONS

En resum, i amb les limitacions exposades anteriorment, es proposen les recomanacions següents per reduir el risc de lesions en GR:

1. Sessions d'estiraments d'un mínim de 40 minuts per dia.
2. Limitar el condicionament físic a un màxim de 6 hores per setmana pot reduir la possibilitat de fractura.
3. Limitar l'entrenament a un màxim de 30 hores per setmana pot reduir la possibilitat de fractura; la restricció de l'entrenament a un màxim de 20 hores per setmana pot reduir les lesions musculotendinoses.
4. Les mesures per reduir les lumbàlgies i gonàlgies haurien de ser supervisades. Per exemple, un règim profilàctic d'exercicis d'abdominals, exercicis antilordòtics, reforçar el vast intern i estirar els quàdriceps podrien ser rutines per incorporar en l'entrenament. Caldria considerar de disminuir el nombre de repeticions d'hiperextensió lumbar.
5. Addicionalment, continua sent objecte d'estudi l'etiologia de les alteracions menstruals en relació amb les lesions i osteoporosi.¹⁶

Bibliografia

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. Wojtyś 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.