

Association between Hamstring Muscle Strength and Strain in Athletes: A Systematic Review

Mahnaz Emami¹,
 Iraj Abdollahi²,
 Nahid Rahmani³,
 Mohammad Ali Mohseni-Bandpei^{4,5},
 Tahereh Rezaeian¹,
 Sara Jambarsang⁶

¹ PhD Student in Physiotherapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of Physiotherapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Department of Physiotherapy, Pediatric Neurorehabilitation Research Center, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

⁴ Professor, Iranian Research Center on Aging, Department of Physiotherapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

⁵ Visiting Professor, University Institute of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, University of Lahore, Lahore, Pakistan

⁶ Ph.D. Candidate in Biostatistics, Student Research Committee, School of Paramedical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received May 9, 2015 ; Accepted January 11, 2016)

Abstract

Background and purpose: The purpose of this study was to systematically review published studies on the association between strength and strain of hamstring muscle in athletes with and without hamstring strain. Hamstring strain is highly prevalent in athletes. The probable recurrence of hamstring strain is annoying for athletes and athletic leagues, therefore, it is important to investigate its causes and search for solutions to prevent and treat this injury. Muscle strength as one of the causes of strain could be helpful in this field.

Materials and methods: Electronic databases including Science Direct, Elsevier, ProQuest, PubMed, and Google Scholar were searched. The search keywords included Athletes, Hamstring strain, Muscle incoordination, Electromyography, Isokinetic.

Results: A total of 380 articles was found of which 160 were duplicate, 150 articles were excluded according to their titles and abstracts, and the rest were studied. Finally 14 articles that met our inclusion criteria were selected. Six of the 14 studies were carried out in healthy athletes and eight investigated hamstring strain in athletes with the injury.

Conclusion: The results showed that hamstring muscle derangement was one of the most important factors causing hamstring strain. The evaluation of hamstring damage was found to be useful in anticipating future strain in athletes. This evaluation could be beneficial for rehabilitation prior to and after the strain.

Keywords: athletes, hamstring, strain, systematic review, electromyography

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(137): 235-246 (Persian).

بررسی ارتباط بین قدرت و استرین همسترینگ در ورزشکاران: مروری سیستماتیک و متاآنالیز بر مطالعات گذشته

مهناز امامی^۱
ایرج عبداللهی^۲
ناهید رحمانی^۳
محمد علی محسنی بندپی^۴
طاهره رضائیان^۱
سارا جام برسنگ^۶

چکیده

سابقه و هدف: هدف از مطالعه حاضر مرور سیستماتیک ارتباط بین قدرت و استرین همسترینگ در ورزشکاران با و بدون استرین همسترینگ می‌باشد. با توجه به شیوع بالای استرین همسترینگ در ورزشکاران و احتمال برگشت‌پذیری آن و نیز اهمیت این آسیب در دنیای ورزش برای ورزشکاران و لیگ‌های ورزشی از جهت اتلاف هزینه و زمان، بررسی علت و یافتن راه حل برای پیشگیری و درمان این آسیب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از این جهت، بررسی قدرت عضلانی که یکی از دلایل ایجاد استرین می‌باشد می‌تواند در این مسیر مفید و ضروری واقع شود.

مواد و روش‌ها: جستجوی مطالعات منتشر شده در سایت‌های Elsevier، Science Direct، ProQuest، PubMed، Google Scholar با کلمات کلیدی ورزشکار، استرین همسترینگ، عدم هماهنگی عضلانی، الکترومیوگرافی، ایزوکینتیک انجام شد.

یافته‌ها: در روند جستجو ۳۸۰ مقاله به دست آمد از این تعداد ۱۶۰ مقاله تکراری بودند، ۱۵۰ مقاله بر اساس عنوان و چکیده حذف شدند و مابقی به طور کامل مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت ۱۴ مقاله انتخاب شدند. ۶ مطالعه از ۱۴ مطالعه بر ورزشکاران سالم انجام شد و ۸ مطالعه دیگر ورزشکاران مبتلا را بررسی کرده بودند.

استنتاج: نتایج نشان داد که بهم خوردن قدرت عضله همسترینگ یک فاکتور مهم در ایجاد آسیب استرین همسترینگ می‌باشد و ارزیابی آن در پیش‌بینی ایجاد استرین همسترینگ در ورزشکاران مفید است و هم‌چنین به دنبال ایجاد آسیب ضروری می‌باشد و بر اساس آن می‌تواند توانبخشی لازم قبل و بعد از ایجاد استرین همسترینگ اعمال گردد.

واژه‌های کلیدی: ورزشکار، استرین، همسترینگ، مرور سیستماتیک، الکترومیوگرافی

مقدمه

آسیب همسترینگ تحت عنوان یک درد ناگهانی و غیر تماسی در عضلات خلف ران و پارگی فیبرهای عضله (۱) در طول بازی، مسابقه یا تمرین تعریف می‌شود که سبب حذف ورزشکار از مسابقه یا جلسه تمرین بعدی

E-mail: nahrah@yahoo.com

مؤلف مسئول: ناهید رحمانی - تهران: دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی اعصاب اطفال

۱. دانشجوی دکتری تخصصی فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
 ۲. دانشیار، گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
 ۳. استادیار، گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توانبخشی اعصاب اطفال، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
 ۴. استاد، مرکز تحقیقات سالمندی، گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
 ۵. استاد مدعو، گروه فیزیوتراپی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه لاهور، لاهور، پاکستان
 ۶. دانشجوی دکتری آمار زیستی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۴/۲/۲۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲۱

می‌گردد (۲). استرین همسترینگ آسیب شایع بافت نرم در ورزشهایی با شتاب سریع و حداکثر سرعت دویدن می‌باشد (۳، ۴) که بیش‌ترین شیوع آن در فوتبالیست‌ها و دومیدانی کاران مشاهده شده است (۵، ۶). این آسیب منجر به از دست دادن زمان تمرین، غیبت از مسابقه، اکهش توانایی ورزشکار و بار مالی برای باشگاه‌ها و ارگان‌های ورزشی می‌گردد (۷). مشکل اصلی در استرین همسترینگ، شیوع بالای برگشت‌پذیری آن به میزان ۱۲ تا ۳۱ درصد می‌باشد. در واقع علائم دائمی و میزان برگشت‌پذیری بالای آن سبب شده است که این آسیب تحت عنوان یک ضایعه بدون درمان که همواره با فرد باقی می‌ماند، محسوب می‌شود (۲، ۳). هنوز مشخص نیست که آسیب مجدد به دلیل ویژگی‌های داخلی خود عضله مثل ترمیم ناقص رخ می‌دهد یا فاکتورهای احتمالی دیگر ایجاد آسیب مثل ضعف عضلانی موجود یا توانبخشی ناکافی آسیب اولیه می‌تواند باعث آن باشد (۸). همسترینگ، عضله‌ای دو مفصلی است که شامل عضلات نیمه تاندونی (Semi tendinosous)، نیمه غشایی (Semi membranous) و دوسر رانی (Biceps femoris) می‌باشد و از فیبرهای عضلانی سریع انقباض نوع ۲ تشکیل شده است (۹). استرین همسترینگ اکثراً در بخش انتهایی فاز تاب خوردن دویدن جایی که تنه عضله در طول انقباض اکستریک به حداکثر طول خود برای کاهش شتاب اکستانسیون هیپ و زانو در حین ضربه پاشنه می‌رسد، ایجاد می‌گردد (۱۰). فاکتورهای علتی در ایجاد آسیب استرین همسترینگ به‌طور گسترده‌ای در سال‌های گذشته مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است که از علت‌های شایع آن: ضعف همسترینگ (۱۱)، انعطاف‌پذیری پایین همسترینگ (۱۲)، زاویه بهینه کم‌تر در حداکثر گشتاور (۱۳)، خستگی عضلانی (۱۴)، گرم کردن ناکافی (۱۵)، تکنیک‌های نادرست دویدن، ناهماهنگی عضلانی (۱۶)، پوسچر غلط ناحیه کمر (۱۷)، کنترل ضعیف عصبی - عضلانی (۱۸) و سن (۱۹) می‌باشد. یکی از فاکتورهایی که بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است، ضعف عضلانی می‌باشد (۲۰، ۲۱) که تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تشخیص قدرت

همسترینگ و تاثیر آن بر متدهای توانبخشی و پیشگیری از آسیب انجام شده است. کاهش قدرت عضله همسترینگ در نتیجه پارگی ساختاری بافت میوفاشیال و فیبرهای عضله می‌باشد که این مهار ایجاد شده در بخش‌های قابل انقباض به دلیل درد و ترس ناخودآگاه از عود مجدد است. آسیب استرین همسترینگ بیش‌تر در ارتباط با نقص قدرت اکستریک اندام است که معمولاً ورزشکاران با این مشکل به تمرین یا مسابقه بر می‌گردند (۱۱، ۲۲). اما نکته قابل توجه این است که ضعف عضلانی می‌تواند هم علت و هم معلول ایجاد آسیب عضلانی باشد (۲۳، ۲۴). تشخیص استرین همسترینگ با روش‌های گوناگونی از جمله تستهای بالینی (۲۵-۲۹)، اولتراسونوگرافی (۳۰، ۳۱) و magnetic resonance imaging (MRI) (۱۷) صورت می‌گیرد ولی جهت ارزیابی قدرت عضله همسترینگ که به دنبال آسیب ایجاد می‌شود از دستگاه ایزو کینتیک و الکترومیوگرافی (Electromyography (EMG) (۳۲، ۳۳) می‌توان بهره برد. دستگاه ایزو کینتیک معمولاً برای ارزیابی قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی جهت بررسی آسیب موجود به دنبال استرین یا به عنوان فاکتور احتمالی برای ایجاد آسیب‌هایی در آینده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱، ۲۰، ۳۴). متغیرهای قدرت در ایزو کینتیک مربوط به آسیب همسترینگ شامل تغییر در حداکثر گشتاور، زاویه حداکثر گشتاور و نسبت قدرت می‌باشند (۳۵، ۳۶). یکی دیگر از دستگاه‌هایی که در بررسی استرین همسترینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد EMG است که به‌خاطر درد حاد و مزمن حاصل از استرین، منجر به محدودیت فعالیت EMG و کاهش فرکانس متوسط قدرت عضله در طول انقباض می‌گردد (۳۷). با توجه به شیوع بالای استرین همسترینگ در ورزشکاران و احتمال برگشت‌پذیری آن و نیز اهمیت این آسیب در دنیای ورزش برای ورزشکاران و لیگ‌های ورزشی از جهت اتلاف هزینه و زمان، بررسی علت و یافتن راه حل برای پیشگیری و درمان این آسیب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از این جهت، بررسی قدرت

عضلانی که یکی از دلایل ایجاد استرین می‌باشد می‌تواند در این مسیر مفید واقع شود. طالعات مختلفی در مقایسه قدرت عضله همسترینگ و چهارسر رانی قبل و بعد از آسیب استرین همسترینگ در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ انجام شده است با جستجو در منابع اطلاعاتی در دسترس، مطالعه مروری منتشر شده که به بررسی ارتباط بین قدرت و استرین همسترینگ در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ پرداخته باشد، یافت نشده است، لذا هدف از انجام مطالعه حاضر، مرور نظام‌مند بر مطالعات گذشته در این زمینه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه مروری حاضر، براساس Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) انجام شده است (۳۸). مطالعه حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی به تصویب رسیده است. به منظور بررسی مقالات مرتبط با ایمبالانس قدرت عضلانی و استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ، در بانک‌های اطلاعاتی Elsevier, Science Direct, ProQuest, Google Scholar, PubMed, Electromyography, Isokinetic, Athletes, Hamstring strain, Muscle imbalance جستجوی لازم در فاصله زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ انجام شد. هم‌چنین منابع موجود در انتهای مقالات مرتبط نیز مجدداً بررسی گردید.

معیارهای ورود مقالات به مطالعه مروری حاضر شامل

- ۱- مطالعاتی که آسیب استرین همسترینگ را مورد مطالعه قرار داده بودند.
- ۲- مطالعاتی که روی ورزشکاران با یا بدون سابقه استرین همسترینگ انجام شده بودند.
- ۳- مطالعاتی که به بررسی قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی در ورزشکاران پرداخته بودند.

- ۴- مطالعاتی که از دستگاه ایزوکینتیک یا الکترومیوگرافی یا هر دو برای ارزیابی قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی استفاده کرده بودند.
- ۵- مطالعاتی که به زبان انگلیسی و فارسی چاپ شده بودند.
- ۶- مطالعاتی که به صورت تمام متن قابل دسترسی بودند.

معیارهای خروج مقالات از مطالعه مروری حاضر

مطالعاتی که روی غیرورزشکاران انجام شده بودند، استرین عضلانی غیر از همسترینگ را مورد ارزیابی قرار داده بودند، موارد دیگر در عضلات به غیر از قدرت مثل انعطاف‌پذیری را بررسی کرده بودند، مطالعاتی که در سمینارها یا کنفرانس‌ها ارائه شده بودند و یا روی نمونه‌های حیوانی انجام شده بود و نیز به زبان‌های دیگر غیر از انگلیسی و یا فارسی بودند از مطالعه حاضر حذف شدند.

روند جمع‌آوری اطلاعات

ابتدا عناوین و خلاصه‌ها به وسیله دو منتقد اول (امامی و رحمانی) مورد ارزیابی قرار گرفت که در نهایت کل مقاله مطالعه گردید. مقالات بر اساس لیست کنترل‌ی Critical Appraisal Skills Programme (CASP, CASP UK, Oxford, UK) انتخاب شدند. نتایج CASP در جدول شماره ۱ خلاصه شده است. منتقد سوم (عبداللهی) به‌طور جداگانه یک نمونه تصادفی از مقالات را خواند، چنان‌چه توافق وجود نداشت یک جلسه جهت تصمیم‌گیری نهایی برگزار می‌شد. چنان‌چه نویسنده‌ها نتیجه می‌گرفتند که ارتباط ایمبالانس عضلانی با استرین همسترینگ در ورزشکاران با یا بدون سابقه استرین همسترینگ وجود داشت، نتیجه یک مطالعه "مثبت" اعلام می‌شد. در صورتی که نویسنده‌ها نتیجه‌گیری می‌کردند که بین ایمبالانس عضلانی با استرین همسترینگ در ورزشکاران با یا بدون سابقه استرین همسترینگ ارتباطی وجود نداشت، نتیجه یک مطالعه "منفی" اعلام می‌شد.

جدول شماره ۱: جزئیات مطالعات انجام شده بر ارتباط ایمبالانس قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران با یا بدون سابقه

استرین همسترینگ

نویسنده/سال انتشار	هدف	نمونه ها	عضله	وسيله اندازه گيري قدرت	نتيجه گيري
Cameron et al (2003) (۴۷)	بررسی ارتباط قدرت عضله همسترینگ و چهارسر رانی و سابقه استرین همسترینگ	۲۰ فوتبالیست مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک و AMEDA*	کنترل حرکتی ضعیف و نسبت پایین همسترینگ به چهارسر رانی احتمال آسیب همسترینگ را افزایش می دهد.
Croisiera et al (2003) (۴۱)	بررسی ویژگی های عضله همسترینگ در فوتبالیست ها	۷۷ فوتبالیست مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	ارزیابی پیش فصل ایزوکیتیک می تواند یک روش جلوگیری کننده از آسیب همسترینگ باشد.
Brockett et al (2004) (۴۵)	بررسی طول همسترینگ در ورزشکاران با آسیب های قبلی در مقایسه با ورزشکاران بدون آسیب	۹ ورزشکار با سابقه آسیب و ۱۸ ورزشکار بدون آسیب	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	میزان بالاتر آسیب مجدد با طول پهنه کوتاهتر در ورزشکاران با سابقه استرین نسبت به ورزشکاران بدون آسیب دیده شد.
Croisier et al (2008) (۴۲)	تعیین قدرت ایزوکیتیک در پیش بینی استرین همسترینگ	۴۶۲ فوتبالیست سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	ایزوکیتیک قادر به تشخیص ایبالانس قدرت در پیش فصل به عنوان عاملی استرین همسترینگ می باشد.
O'Sullivan et al (2008) (۴۳)	بررسی قدرت عضلات ورزشکاران دارای استرین همسترینگ بعد از بازگشت به فعالیت	۴۴ ورزشکار مرد با استرین همسترینگ	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	کاهش نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر رانی در ورزشکاران با سابقه همسترینگ نسبت به ورزشکاران سالم دیده شد.
Lehance et al (2009) (۳۹)	ارزیابی و مقایسه قدرت عضلات و استرین در فوتبالیست های حرفه ای و تازه کار	۵۷ فوتبالیست حرفه ای و تازه کار مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، تست های قدرت غیر هوازی	ناهمانگی قدرت عضلانی و استرین عضله در پیش از نیمی از ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ دیده شد.
Lee et al (2009) (۴۶)	بررسی مقایسه ای بیومکانیک و ویژگی های اندام با سابقه استرین همسترینگ	۲۶ دوندۀ با سابقه استرین همسترینگ	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، آتالیزور حرکتی	بررسی قدرت و مقایسه تفاوت های دوطرفه جهت کاهش احتمال ایجاد آسیب و عود آن مهم می باشد.
Yeuung et al (2009) (۴۸)	ارزیابی شیوع استرین همسترینگ	۴۴ دوندۀ سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، تست SLR**	تست نسبت همسترینگ به کوادری سپس در پیش فصل ممکن است در تشخیص احتمال آسیب همسترینگ مفید باشد.
Slider et al (2010) (۵۰)	ارزیابی قدرت، الگوی عصبی-عضلانی و کینماتیک دو اندام در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ	۱۸ ورزشکار با سابقه استرین همسترینگ	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، آتالیزور حرکتی، EMG، MRI	تفاوتی در قدرت و الگوی فعالیت عضله بین دو سمت یافت نشد.
Fousekis et al (2011) (۴۴)	تشخیص فاکتورهای احتمالی استرین همسترینگ و چهارسر رانی	۱۰۰ فوتبالیست مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	عدم تفرق و وجود سابقه استرین، احتمال آسیب را افزایش می دهد.
Sole et al (2011) (۴۰)	مقایسه الگو و فعالیت عضلات ورزشکاران با و بدون استرین همسترینگ	۱۰ ورزشکار با سابقه استرین، ۲۵ نفر بدون سابقه استرین	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	کاهش گشتاور اکستریک فلکسوری و کاهش فعالیت EMG در ورزشکاران با سابقه استرین، سبب تغییر در کنترل عصبی-عضلانی می گردد.
Opar et al (a) (2013) (۷)	بررسی سطح فعالیت و قدرت عضله در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ	۱۳ ورزشکار با سابقه استرین، ۱۳ ورزشکار بدون سابقه استرین	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، EMG	کاهش معیارهای ایزوکیتیک در مقایسه با سمت سالم و کاهش فعالیت الکتریکی عضله در دوسر رانی مشاهده شد.
Opar et al (b) (2013) (۱)	ارزیابی گشتاور و فعالیت همسترینگ در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ	۱۳ ورزشکار با سابقه استرین، ۱۵ ورزشکار بدون سابقه استرین	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، EMG	کاهش فعالیت و قدرت عضلانی در انقباض اکستریک و کاستریک در ورزشکاران با سابقه استرین مشاهده شده است.
Zvijac et al (2013) (۴۹)	بررسی قابلیت ایزوکیتیک در پیش بینی آسیب همسترینگ	۱۶۴ فوتبالیست با و بدون سابقه استرین	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	اطلاعات ایزوکیتیک برای پیش بینی احتمال استرین همسترینگ در مسابقات لیگ فوتبال بین المللی مفید نیست.

* active movement extent discrimination apparatus

** straight leg raise

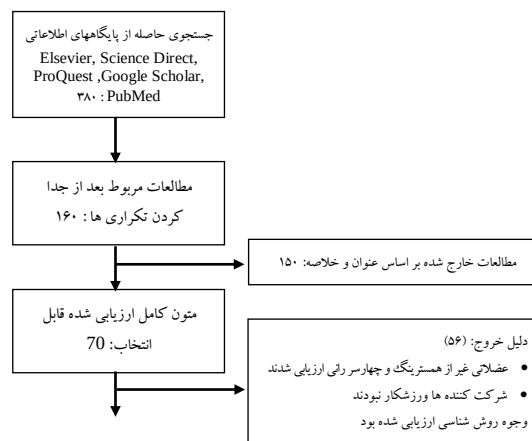
یافته ها

با استفاده از کلمات کلیدی مناسب، ۳۸۰ مقاله به وسیله روند جستجو در پایگاه داده ها بازیابی شد (تصویر شماره ۱) از این تعداد ۱۶۰ مقاله تکراری بودند. ۱۵۰ مقاله از ۳۸۰ مقاله به دست آمده بر اساس عنوان و چکیده حذف شدند. مابقی مقالات به طور کامل خوانده شدند و از این تعداد (۴۰،۳۹،۷،۱) مقاله مرتبط به

مطالعه مروری حاضر وارد شدند. در جدول شماره ۱ جزئیات مطالعات ارزیابی شده در زمینه ارتباط ایمبالانس عضلانی با استرین همسترینگ در ورزشکاران با یا بدون سابقه استرین همسترینگ از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ ارائه شده است. در جدول شماره ۲ نتایج ارزیابی کیفیت مطالعات مرور شده برای بحث و نتیجه گیری بهتر ارائه شده است. ۶ مطالعه از ۱۴ مطالعه مرتبط، به بررسی

مطالعات مربوط، وارد شده در
مرور: ۱۴

قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی در ورزشکاران
سالم پرداخته بودند (۴۸،۴۷،۴۴،۴۲،۴۱،۳۹) (جدول شماره ۳)
و در ۸ مطالعه، قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر
رانی در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ بررسی



جدول شماره ۲: نتایج ارزیابی کیفیت مطالعات مرور شده

Zvijac et al 2013	Opar et al (b) 2013	Opar et al (a) 2013	Sole et al 2011	Fousekis et al 2011	Slider et al 2010	Yeung et al 2009	Lee et al 2009	Lehance et al 2009	O'Sullivan et al 2008	Croisiera et al 2008	Brockett et al 2004	Croisiera et al 2003	Cameron et al 2003	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Clearly focused question
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Appropriate design
-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	Appropriate recruitment
+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	Matched control
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Test procedure clearly described
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Appropriate outcomes used
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Outcome accurately measured to minimize bias
-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	Confounding factors accounted
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Appropriate analysis
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Precise statistical results presented
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ability to generalize results
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Interpretation related to the existing evidence
۹	۱۰	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۸	۱۰	۱۰	۱۱	۹	۹	۹	۱۰	Total score

جدول شماره ۳: جزئیات مطالعات انجام شده بر ارتباط ایمبالانس قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران سالم

نویسنده/سال انتشار	هدف	نمونه‌ها	عضله	وسیله اندازه‌گیری قدرت	نتیجه‌گیری
Cameron et al (47)(2003)	بررسی ارتباط کنترل حرکتی، قدرت عضله همسترینگ و چهارسر رانی و سابقه استرین آنها	۲۰ فوتبالیست مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک و AMEDA	کنترل حرکتی ضعیف و نسبت پایین همسترینگ به چهارسر رانی احتمال آسیب همسترینگ را افزایش می‌دهد.
Croisiera et al (41)(2003)	بررسی ویژگی‌های عضله همسترینگ در فوتبالیستها	۷۷ فوتبالیست مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	ارزیابی پیش فصل ایزوکیتیک می‌تواند یک روش جلوگیری کننده از آسیب همسترینگ باشد.
Croisier et al (42)(2008)	تعیین قدرت ایزوکیتیک به عنوان پیش‌بینی کننده استرین همسترینگ	۴۶۲ فوتبالیست سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	ایزوکیتیک قادر به تشخیص ایمبالانس قدرت و پیش‌بینی استرین در پیش فصل می‌باشد.
Lehance et al (2009)(39)	مقایسه قدرت عضلات فوتبالیستهای حرفه‌ای و تازه‌کار با ورزشکاران با سابقه استرین	۵۷ فوتبالیست حرفه‌ای و تازه‌کار سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، تستهای قدرت غیرهوازی	ناهماهنگی قدرت عضلانی و استرین در پیش از نیم از ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ دیده شد.
Yeung et al (2009)(۴۸)	ارزیابی شیوع استرین همسترینگ و تعیین پیش‌بینی کننده این آسیب	۴۴ دهنده سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک، تست SLR	انجام تست نسبت همسترینگ به کوادری سپس در پیش فصل می‌تواند در تشخیص احتمال آسیب همسترینگ مفید باشد.
Fousekis et al (44)(2011)	تشخیص فاکتورهای احتمالی استرین همسترینگ و چهارسر رانی	۱۰۰ فوتبالیست مرد سالم	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	عدم تقارن و وجود سابقه استرین، پیش‌بینی کننده استرین در پیش فصل می‌باشد.

جدول شماره ۴: جزئیات مطالعات انجام شده بر ارتباط ایمبالانس قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ

نویسنده/سال انتشار	هدف	نمونه‌ها	عضله	وسیله اندازه‌گیری قدرت	نتیجه‌گیری
Brockett et al	بررسی طول همسترینگ در ورزشکاران با آسیبهای قبلی در	۲۷ ورزشکار با سابقه آسیب و ۱۸	همسترینگ و چهارسر رانی	ایزوکیتیک	میزان بالاتر آسیب مجدد با طول پهنه کوتاهتر در ورزشکاران با سابقه

استرین نسبت به ورزشکاران بدون آسیب دیده شد.	ایزوکیتیک	همسترینگ و چهارسر رانی	ورزشکار بدون آسیب	مقایسه با ورزشکاران بدون آسیب	(۴۵) (2004) O'Sullivan et al (۴۳) (2008)
کاهش نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر رانی در ورزشکاران با سابقه همسترینگ نسبت به ورزشکاران سالم دیده شد.			۴۴ ورزشکار مرد با استرین همسترینگ	بررسی قدرت عضلات ورزشکاران دارای استرین همسترینگ بعد از بازگشت به فعالیت	
بررسی قدرت و مقایسه تفاوت‌های دوطرفه جهت کاهش احتمال ایجاد آسیب و عود آن مهم می باشد.	ایزوکیتیک، آنالیزور حرکتی	همسترینگ و چهارسر رانی	۲۶ دهنده با سابقه استرین همسترینگ	بررسی مقایسه ای بیومکانیک و ویژگی های اندام با سابقه استرین همسترینگ	Lee et al (46) (2009)
تفاوتی در قدرت و الگوی فعالیت عضله بین دو سمت یافت نشد.	ایزوکیتیک، آنالیزور حرکتی، MRI, EMG	همسترینگ و چهارسر رانی	۱۸ ورزشکار با سابقه استرین همسترینگ	ارزیابی قدرت، الگوی عصبی-عضلانی و کینماتیک دو اندام در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ	Slider et al (50) (2010)
کاهش گشتاور اکستریک فلکسوری و کاهش فعالیت EMG در ورزشکاران با سابقه استرین، سبب تغییر در کنترل عصبی-عضلانی می گردد.	ایزوکیتیک	همسترینگ و چهارسر رانی	۱۰ ورزشکار با سابقه استرین، ۲۵ نفر بدون سابقه استرین	مقایسه الگو و فعالیت عضلات ورزشکاران با و بدون استرین همسترینگ	Sole et al (40) (2011)
کاهش معیارهای ایزوکیتیک در مقایسه با سمت سالم و کاهش فعالیت الکتریکی عضله در دوسر رانی مشاهده شد.	ایزوکیتیک، EMG	همسترینگ و چهارسر رانی	۱۳ ورزشکار با سابقه استرین، ۱۳ ورزشکار بدون سابقه استرین	بررسی سطح فعالیت و قدرت عضله در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ	Opar et al (a) (7) (2013)
کاهش فعالیت و قدرت عضلانی در انقباض اکستریک و کانستریک در ورزشکاران با سابقه استرین مشاهده شده است.	ایزوکیتیک، EMG	همسترینگ و چهارسر رانی	۱۳ ورزشکار با سابقه استرین، ۱۵ ورزشکار بدون سابقه استرین	ارزیابی گشتاور و فعالیت همسترینگ در ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ	Opar et al (b) (2013) (۱)
اطلاعات ایزوکیتیک برای پیش بینی احتمال استرین همسترینگ در مسابقات لیگ فوتبال بین المللی مفید نیست.	ایزوکیتیک	همسترینگ و چهارسر رانی	۱۶۴ فوتبالیست با و بدون سابقه استرین	بررسی قابلیت ایزوکیتیک در پیش بینی آسیب همسترینگ	Zvijac et al (49) (2013)

بحث

هدف از مطالعه حاضر، مرور نظام مند بر مطالعات منتشر شده گذشته از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ در زمینه ارتباط بین قدرت و استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران با و بدون استرین همسترینگ می باشد. مقالات مرتبط به مطالعه مروری حاضر مورد بررسی قرار گرفتند. مطابق با نتایج این مطالعات، ارزیابی قدرت می تواند در پیش بینی ایجاد استرین همسترینگ در ورزشکاران و هم چنین به دنبال ایجاد آسیب مفید باشد و بر اساس آن توانبخشی لازم قبل و بعد از ایجاد استرین همسترینگ اعمال گردد (۳۹-۴۹، ۱۴، ۷، ۱) (۳۹-۴۹، ۱۴، ۷، ۱).

ارتباط هماهنگی قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران سالم

در تمامی مطالعاتی (۶ مطالعه مرتبط (۴۸، ۴۷، ۴۴، ۴۲، ۴۱، ۳۹)) که به بررسی نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر رانی توسط دستگاه ایزو کینتیک و EMG در ورزشکاران سالم بدون سابقه استرین همسترینگ پرداختند بدین نتیجه دست یافتند که کاهش قدرت عضلات همسترینگ در ورزشکاران سالم می تواند زمینه ای برای ایجاد آسیب این عضله در پایان فصل مسابقات باشد. لذا ارزیابی قدرت توسط دستگاه های ایزو کینتیک و EMG در پیش فصل به عنوان عامل پیش گویی کننده استرین همسترینگ در ورزشکاران می تواند کمک بسزایی در طراحی برنامه تمرینی و درمانی این ورزشکاران داشته باشد.

در مطالعه ای که توسط Yeung و همکارانش (۴۸) شیوع آسیب استرین همسترینگ و کشف پیش بینی کننده پیش فصل این آسیب مورد بررسی قرار گرفت. در ورزشکارانی با کاهش نسبت حداکثر گشتاور همسترینگ به کوادری سپس کم تر از ۰/۶ در سرعت زاویه ای ۱۸۰°/s، احتمال آسیب همسترینگ افزایش یافت. انجام تست های ایزو کینتیک در پیش فصل می تواند برای مشخص کردن احتمال آسیب ورزشکاران مفید باشد و در

ورزشکارانی با عدم هماهنگی قدرت می تواند برنامه تقویتی مناسبی برای کاهش احتمال آسیب همسترینگ باشد. Croisier و همکاران (۴۱) در مطالعه خود نشان دادند که ۱۵ درصد از ورزشکاران در بررسی قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی توسط دستگاه ایزو کینتیک دارای عدم هماهنگی قدرت بودند. آنان دریافتند با توجه به چند وجهی بودن آسیب عضلانی، اهمیت عدم هماهنگی قدرت به عنوان یک فاکتور احتمالی مورد توجه قرار دارد. هم چنین فوئالیست هایی با عدم هماهنگی عضلانی، ۵ مرتبه بیش تر از فوئالیست های سالم دچار استرین همسترینگ می شوند، در نتیجه ارزیابی ایزو کینتیک در پیش فصل، یک روش پیشگیری کننده این ضایعه می باشد.

Fousekis و همکارانش (۴۴) به تحقیق بر احتمال استرین همسترینگ و چهارسر رانی در فوئالیست ها پرداختند. آنان به این نتیجه رسیدند که ورزشکارانی با غیر قرینگی قدرت اکستریک همسترینگ احتمال آسیب استرین همسترینگ در آن ها افزایش می یابد. البته آسیب های قبلی نمی تواند فاکتور احتمالی آسیب باشد. ارزیابی ایزو کینتیک اندام تحتانی در پیش فصل به عنوان عامل پیش گویی کننده استرین همسترینگ در فوئالیست ها می تواند کمک به سزایی در درمان و تمرین آنان داشته باشد. مطالعات همگی از کیفیت بالایی برخوردار بودند و به نتایج مشابهی در هماهنگی قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران سالم دست یافتند.

ارتباط هماهنگی قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ در ۸ مطالعه ای (۵۰، ۴۹، ۴۶، ۴۵، ۴۳، ۴۰، ۷، ۱) که به بررسی قدرت عضله همسترینگ در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ و مقایسه آن با ورزشکاران سالم یا اندام سالم سمت مقابل به وسیله دستگاه ایزو کینتیک و EMG پرداختند، محققین دریافتند که استرین همسترینگ می تواند سبب کاهش قدرت عضله همسترینگ گردد. در ارزیابی عضلات توسط دستگاه ایزو کینتیک به کاهش

نسبت قدرت عضله همسترینگ به چهارسر رانی، کاهش حداکثر گشتاور و حداکثر زاویه مطلوب گشتاور در عضله همسترینگ دست یافتند (۴۶،۴۵،۱) و هم چنین در بررسی عضله همسترینگ با دستگاه EMG محدودیت فعالیت EMG، کاهش آمپلی تود و کاهش فرکانس متوسط قدرت عضله را مشاهده کردند (۵۰،۴۰،۷).

در تحقیق O'Sullivan و همکاران (۴۳)، قدرت عضلات فوتبالیست با سابقه استرین همسترینگ بعد از بازگشت به فعالیت کامل ارزیابی شد. نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر رانی در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ در مقایسه با ورزشکاران سالم و حتی اندام مقابل سالم پایین تر بود. در نتیجه سابقه آسیب استرین همسترینگ سبب ضعف عضله همسترینگ می گردد. Sole و همکارانش (۴۰) در مقایسه ای که بر روی الگوی ایزو کینتیک و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات ورزشکاران با و بدون سابقه استرین همسترینگ انجام دادند با توجه به کاهش چشمگیر گشتاور اکستریک فلکسور اندام گروه آسیب استرین دریافتند که کاهش قدرت و فعالیت الکترومیوگرافی در دامنه بلند شده همسترینگ در ورزشکارانی با استرین سابقه استرین همسترینگ باعث تغییر در کنترل عصبی - عضلانی می گردد.

Opar و همکاران (۷) به بررسی سطح فعالیت الکتریکی و گشتاور عضلات همسترینگ و کوادری سپس در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ و مقایسه آن با اندام سالم پرداختند. کاهش گشتاور و فعالیت الکتریکی عضلات در اندام آسیب دیده نسبت به اندام سالم یافته مهمی در ایجاد آسیب و عود مجدد آسیب است. لذا توجه خاص به عملکرد فلکسورهای زانو بعد از استرین همسترینگ لازم می باشد.

در دو مطالعه که Slider (۵۰) و Zvijzc (۴۹) انجام دادند ارتباطی بین شاخص های ایزو کینتیک و استرین همسترینگ نیافتند. در مطالعه Slider و همکاران (۵۰) مقایسه ای دو طرفه بر روی قدرت، الگوهای عصبی - عضلانی و کینماتیک عضله - تاندون صورت گرفت.

نتایج حاصله نشان داد که تفاوت معنی داری در قدرت، حداکثر استرچ همسترینگ یا الگوهای فعالیت عضله یافت نشد. در این مطالعه، جهت بررسی قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی تنها انقباض کانستریک مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که آسیب استرین همسترینگ در انتهای مرحله swing در انقباض اکستریک همسترینگ رخ می دهد، بررسی انقباض اکستریک این عضله که به شکل آسیب نزدیک است باید بررسی شود. همچنین محدوده سنی ورزشکاران در این مطالعه بسیار پراکنده بوده (۴۵-۱۸ سال) و تطابق جنسیتی (۴ زن و ۱۴ مرد) رعایت نشده است که می تواند نتایج تحقیق را مخدوش کند. لذا مطالعه فوق، استرین عضله همسترینگ تاثیر چشمگیری بر قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر رانی نداشته است. هم چنین Zvijzc و همکاران (۴۹) به بررسی قابلیت ایزو کینتیک در پیش بینی آسیب همسترینگ پرداختند. تفاوتی در متغیرهای قدرت در مقایسه اندام آسیب دیده و اندام سالم و ورزشکاران سالم مشاهده نشد. آن ها معتقدند که اطلاعات حاصل از قدرت ایزو کینتیک در بازیکنان فوتبال آمریکایی برای پیش بینی احتمال آسیب همسترینگ مفید نیست. نتیجه ای که در این مطالعه حاصل شده است در بررسی ورزشکاران فوتبال آمریکایی صورت گرفته است ولی مطالعات دیگر اکثرا روی فوتبال، دوی میدانی و ورزش های وابسته به دو انجام گردیده است که نتایج متفاوت آن رami توان به نوع ورزشی که مطالعه شده نسبت داد.

برخلاف دو مطالعه Zvijzc و Slider (۵۰،۴۹) که متناقض با مطالعات دیگر در این زمینه بودند. ۶ مطالعه دیگر که دارای کیفیت بالایی بودند همگی به نتایج مشابه و یکسانی در ارتباط با هماهنگی قدرت عضلانی با استرین عضله همسترینگ در ورزشکاران با سابقه استرین همسترینگ و کاهش قدرت در این ورزشکاران دست یافتند. هدف از مطالعه حاضر، مرور نظام مند مطالعات چاپ شده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ در زمینه

همسترینگ می‌باشد و ارزیابی آن در پیش بینی ایجاد استرین همسترینگ در ورزشکاران مفید بوده و هم‌چنین بدن‌بال ایجاد آسیب ضروری می‌باشد و بر اساس آن می‌تواند توانبخشی لازم قبل و بعد از ایجاد استرین همسترینگ اعمال گردد.

ارتباط بین قدرت و استرین همسترینگ در ورزشکاران با و بدون استرین همسترینگ می‌باشد. با وجود تفاوت در تعداد نمونه‌ها، جنسیت، معیارهای اندازه‌گیری و آنالیز داده‌ها با دستگاه‌های ایزوکینتیک و EMG و غیره، نتایج مطالعات مرور شده نشان می‌دهند که قدرت عضله یک فاکتور مهم در ایجاد آسیب استرین

References

1. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Dear NM, Shield AJ. Knee flexor strength and bicep femoris electromyographical activity is lower in previously strained hamstrings. *J Electromyog Kinesiol* 2013; 23(3): 696-703.
2. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Intrinsic Risk Factors for Hamstring Injuries Among Male Soccer Players A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med* 2010; 38(6): 1147-1153.
3. Hoskins W, Pollard H. The management of hamstring injury—Part 1: Issues in diagnosis. *Man Ther* 2005; 10(2): 96-107.
4. Hunter DG, Speed CA. The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2007; 21(2): 261-277.
5. Petersen J, Hölmich P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med* 2005; 39(6): 319-3.
6. Yu B, Queen RM, Abbey AN, Liu Y, Moorman CT, Garrett WE. Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. *J Biomech* 2008; 41(15): 3121-3126.
7. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Dear NM, Shield AJ. Rate of Torque and Electromyographic Development During Anticipated Eccentric Contraction Is Lower in Previously Strained Hamstrings. *Am J Sports Med* 2013; 41(1): 116-26.
8. Upton PA, Noakes TD, Juritz JM. Thermal pants may reduce the risk of recurrent hamstring injuries in rugby players. *Br J Sports Med* 1996; 30(1): 57-60.
9. Tortora GJ, Grabowski SR. Principles of anatomy and physiology. 10th ed. New York: Wiley; 2003.
10. Drezner JA. Practical management: Hamstring muscle injuries. *Clin J Sport Med* 2003; 13(1): 48-52.
11. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorder. *Am J Sports Med* 2002; 30(2): 199-203.
12. Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med* 2006; 34(1): 297-306.
13. Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(5): 783-790.
14. Mair SD, Seaber AV, Gillsen RR, Garrett WE Jr. The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury. *Am J Sports Med* 1996; 24(2): 137-143.
15. Safran MR, Garrett WE, Seaber AV, Glisson RR, Ribbeck BM. The role of warmup in

- muscular injury prevention. *Am J Sports Med* 1988; 16(2): 123-129.
16. Agre JC. Hamstring injuries: Proposed aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Med* 1985; 2(1): 21-33.
 17. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, Fon GT, Spriggins AJ. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: A prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med* 2001; 35(6): 435-440.
 18. Devlin L. Recurrent posterior thigh symptoms detrimental to performance in rugby union: Predisposing factors. *Sports Med* 2000; 29(4): 273-287.
 19. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF, Wajswelner H, Orchard JW. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16(1): 7-13.
 20. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riaucour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian rules footballers. *Br J Sports Med* 1998; 32(4): 309-314.
 21. Cameron M, Adams R, Maher C. Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Physical Therapy in Sport* 2003; 4(4): 159-166.
 22. Lee MJ, Reid SL, Elliott BC, Liyod DG. Running biomechanics and lower limb strength associated with prior hamstring injury. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(10): 1942-1951.
 23. G.M. Motor control in chronic pain: newideas for effective intervention. In: Vleeming A, Mooney V, Stoecart R. *Movement, Stability and Lumbopelvic Pain*. UK: Edinburgh: Churchill Livingstone (Elsevier); 2007; 513-525.
 24. Worrell TW, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991; 13(3): 118-125.
 25. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during highspeed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sports Med* 2007; 35(2): 197-206.
 26. Kornberg C, Lew P. The effect of stretching neural structures on grade one hamstring injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989; 10(12): 481-487.
 27. Lew PC, Briggs CA. Relationship between the cervical component of the slump test and change in hamstring muscle tension. *Man Ther* 1997; 2(2): 98-105.
 28. Orchard JW, Farhart P, Leopold C. Lumbar spine region pathology and hamstring and calf injuries in athletes: is there a connection? *Br J Sports Med* 2004; 38(4): 502-504.
 29. Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Warren P, Connell DA. A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *Am J Sports Med* 2006; 34(6): 1008-1015.
 30. Mohseni Bandpei MA, Nakhaee M, Mousavi MA, Shakourirad A, Safari MR, Vahab Kashani R. Application of ultrasound in the assessment of plantar fascia in patients with plantar fasciitis: A systematic review. *Ultrasound Med Biol* 2014; 40: 1737-1754.
 31. Rahmani N, Mohseni-Bandpei MA, Vameghi R, Salavati M, Abdollahi I. Application of ultrasonography in the assessment of skeletal muscles in children with and without neuromuscular disorders: A systematic review. *Ultrasound Med Biol* 2015; 41 (9): 1-9.

32. Mohseni-Bandpei MA, Watson MJ. Electromyographic Power Spectral Analysis of the Paraspinal Muscles: Reliability study. *Physiotherapy* 2001; 87(9): 470-478.
33. Mohseni Bandpei MA, Rahmani N, Majdoleslam B, Abdollahi I, Ali SS, Ahmad A. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *J Manipulative Physiol Ther* 2014; 37(7): 510-521.
34. Huguenin L, Brukner PD, McCrory P, Smith P, Wajswelner H, Bennell K. Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: a randomised, placebo controlled, double blind trial. *Br J Sports Med* 2005; 39(2): 84-90.
35. Gabbe BJ, Finch CF, Bennell KL, Wajswelner H. How valid is a self reported 12 month sports injury history? *Br J Sports Med* 2003; 37(6): 545-547.
36. Slokke de Arce A, Sanchez J, Camacho F, deArriba C, Gomez PL. Isokinetic evaluation of the healthy knee: position of the joint at the peak torque. *Isokinetics and Exercise Science* 2001; 9(4): 151-154.
37. Mense S. The pathogenesis of muscle pain. *Curr Pain Headache Rep* 2003; 7(6): 419-425.
38. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and metaanalyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ* 2009; 339: b2700.
39. Lehance C, Binet J, Bury T, Croisier JL. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 19(2): 243-251.
40. Sole G, Milosavljevic S, Nicholson HD, Sullivan SJ. Selective Strength Loss and Decreased Muscle Activity in Hamstring Injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011; 41(5): 354-363.
41. Croisiera JL, Reveillona V, Ferretb JM, Cotteb T, Gentyc M, Popovichd N, et al. Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in professional soccer players. *Isokinetics and Exercise Science* 2003; 11(1): 61-67.
42. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Marcel Ferret J. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Study. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine* 2008; 38(8): 1469-1475.
43. O'Sullivan Kieran, O'Ceallaigh Brian, O'Connell K, Shafat A. The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of irish gaelic footballers. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008; 9: 30.
44. Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med* 2011; 45(9): 709-714.
45. Brockett CL, Morgan DL, Proske AU. Predicting Hamstring Strain Injury in Elite Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(3): 379-387.
46. Lee MJ, Reid SL, Elliott BC, Liroyd DG. Running Biomechanics and Lower Limb Strength Associated with Prior Hamstring Injury. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(10): 1942-1951.
47. Matt Camerona, Roger Adams, Maher C. Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian

- football. *Physical Therapy in Sport* 2004; 4: 159-166.
48. Yeung SS, Suen AMY, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med* 2009; 43(8): 589-594.
49. Zvijac JE, Toriscelli TA, Merrick S, Kiebzak GM. Isokinetic concentric quadriceps and hamstring strength variables from the NFL scouting combine are not predictive of hamstring injury in first-year professional football players. *Am J Sports Med* 2013; 41(7): 1511-1518.
50. Silder A, Thelen DG, Heiderscheit BC. Effects of prior hamstring strain injury on strength, flexibility, and running mechanics. *Clin Biomec* 2010; 25(7): 681-686.