مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره ۲۱، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۲
صفحه: ۷۱۵-۷۰۵

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol. 21, No. 6, Jan-Feb 2014
Pages: 705-715

بررسی تأثیر تمرینات پلیومتریک بر فعالیت پیش بین عضلات کمری لگنی زنان مبتلا به نقص کنترل تنه

ملیحه حدادنژاد*[۱]، رضا رجبی[۲]، علی اشرف جمشیدی[۳]، الهام شیرزاد[۴]

۱- استادیار گروه بهداشت و طب ورزش، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲- استاد گروه بهداشت و طب ورزش، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران
۴- استادیار گروه بیومکانیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۱۴

چکیده

مقدمه: تمرینات پلیومتریک از طریق تطابق عصبی عضلانی در رفلکس کششی، الاستیسیتی و ارگان‌های گلژی تندون نقش مهمی را در فعال شدن پیش بین عضلات ایفا می‌کنند. با توجه به عدم بررسی تأثیر تمرینات پلیومتریک بر عضلات کمری لگنی، هدف تحقیق حاضر مقایسه تأثیر تمرینات پلیومتریک بر فعالیت پیش بین عضلات کمری لگنی در افراد فعال مبتلا به نقص کنترل تنه می‌باشد.

روش بررسی: ۲۵ زن فعال مبتلا به نقص کنترل تنه با میانگین سنی ۱/۳۸±۱۹/۰۹سال، قد ۳/۸۸±۱۶۲/۷۳ سانتی‌متر و وزن ۳/۳۷±۵۸/۶۷ کیلوگرم در این تحقیق شرکت کردند که به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. قبل و پس از شش هفته تمرینات پلیومتریک، الکترومیوگرافی سطحی، از عضلات سرینی میانی، مایل داخلی/عرضی شکم، مایل خارجی شکم و مربع کمری حین فرود بر روی یک پا انجام و میزان فعالیت پیش بین عضلات محاسبه شد.

نتایج: نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین فعالیت عضلات سرینی میانی (p=۰/۰۲۱)، مایل داخلی/عرضی شکم (p=۰/۰۰۶)، مایل خارجی شکم (p=۰/۰۲۳) و مربع کمری (p=۰/۰۱۱) گروه کنترل و تجربی در پس آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهنده تأثیرگذار بودن تمرینات پلیومتریک بر فعالیت پیش بین عضلات می‌باشد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر تمرینات پلیومتریک با تأثیر بر فعال شدن و بهبود پیش فعالیت عضلات می‌توانند در پیشگیری از مکانیسم‌های مرتبط با آسیب رباط صلیبی قدامی مؤثر باشند. بنابراین این تمرینات می‌توانند وقوع آسیب رباط صلیبی قدامی را کاهش دهند.

واژه‌های کلیدی: تمرینات پلیومتریک، نقص کنترل تنه، آسیب رباط متقاطع قدامی، زنان فعال

* (نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۲۳۴۶۹۴۶۴، پست الکترونیکی: m.hadadnezhad@yahoo.com

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

مقدمه

طبق شواهد موجود، برنامه جهانی استانداردی برای پیشگیری از آسیب رباط متقاطع قدامی (ACL: Anterior Cruciate Ligament) وجود ندارد(۱،۲). پیشگیری از آسیب ACL به دلیل ایجاد آسیب‌های ثانویه‌ای مانند پارگی منیسک و استئوآرتریت حائز اهمیت است(۳). مسائل مالی متعاقب آسیب ACL مانند هزینه جراحی و توانبخشی و عوامل روانی اجتماعی، لزوم به کارگیری برنامه‌های پیشگیری از آسیب را پررنگ‌تر کرده است(۴،۵).

ارتباط موجود بین مکانیسم و بیومکانیک اندام تحتانی مرتبط با کنترل عصبی ـ عضلانی و خطر آسیب ACL، منجر به طراحی برنامه‌های تمرینی عصبی ـ عضلانی ویژه‌ای برای پیشگیری از این آسیب به خصوص در زنان ورزشکار شده است. شواهد موجود بیانگر این هستند که این تمرینات میزان وقوع آسیب ACL را در زنان ورزشکار کاهش می‌دهند(۸-۶). ارزیابی جداگانه تأثیر این تمرینات از این نظر با اهمیت است که بتوان به وسیله آن، برنامه پیشگیری از وقوع آسیب را از لحاظ هزینه‌های مالی و زمانی بهینه و همچنین سهم برنامه‌های تمرینی منتخب را مشخص کرد.

بروز آسیب رباط متقاطع قدامی (ACL) در زنان ورزشکار، چهار تا شش برابر بیشتر از مردان ورزشکار در رشته‌های ورزشی مشابه می‌باشد(۹). اغلب آسیب‌های ACL در زنان ورزشکار به صورت غیرتماسی و در طی حرکات کاهش شتاب، چرخش‌های طرفی و فرود همراه با اعمال بار بسیار زیاد بر زانو ایجاد می‌شوند(۱۰،۱۱). اگرچه مانورهای ورزشی منجر به اعمال بارهای بسیار زیاد بر زانو در هر دو جنس می‌شود و لیکن این مانورها در زنان آسیب‌های بیشتری ایجاد می‌کند(۱۲). در این رابطه سه دلیل اصلی برای مستعد بودن زنان به وقوع بیشتر آسیب ACL عنوان شده است که شامل عوامل آناتومیکی، هورمونی و عصبی ـ عضلانی می‌باشند(۱۳،۱۴). مطالعات بررسی کننده تأثیر عوامل عصبی ـ عضلانی بر آسیب زنان نشان می‌دهد که زنان نسبت به مردان، مبتلا به نقص‌هایی در سیستم کنترل عصبی ـ عضلانی می‌باشند(۲،۱۲،۱۵). یکی از این نقص‌های کنترل عصبی ـ عضلانی، نقص کنترل تنه (Trunk Dominance) یا اختلال عملکرد ناحیه مرکزی بدن (Core) می باشد(۱۹-۱۶).

نقص کنترل تنه، به صورت کنترل و هماهنگی ناکافی جهت مقاومت در برابر اینرسی تنه حین فرود تعریف شده است(۱۲،۱۴،۲۰). در طی حرکات فرود، چرخش و کاهش شتاب، حرکت تنه در زنان ورزشکار مبتلا به این نقص، بسیار بیشتر و به صورت زاویه‌دار است، به طریقی که حرکت تنه، بیشتر تحت تأثیر اینرسی تولید شده، قرار گرفته و عملکرد عضلات ناحیه مرکزی، در کنترل تنه نقش ناچیزی پیدا می‌کند(۱۲،۲۰). کنترل نامناسب در ناحیه مرکزی و نقص در توانایی پراکنده کردن نیروها منجر به حرکات بیش از حد تنه، به خصوص در صفحه عرضی همراه با افزایش نیروهای عکس‌العملی زمین و گشتاور ابداکتوری در مفصل زانو می‌شود(۲۰). آنچه تاکنون مکرراً گزارش شده، این است که جابجایی تنه در زنان ورزشکار به عنوان اصلی‌ترین پیشگوکننده آسیب‌های زانو به ویژه آسیب ACL است(۲۱).

از بین تمرینات موجود، تمرینات پلیومتریک با اعمال نیروی سریع در ورزشکاران، حین ایجاد تطابق در گیرنده های عضلانی و مفصلی فعالیت فیدفورواردی (Feedforward) و بازخوردی (Feedback) را بهبود می‌بخشند(۲۲). این تمرینات از طریق تطابق عضلانی در رفلکس کششی، الاستیسیتی و اندام‌های گلژی تندون نقش مهمی را در فعال شدن عضلانی و فعالیت پیش بین (Pre activation) ایفا می‌کنند(۲۳). همچنین طبق گزارش مطالعات، این نوع تمرینات قابلیت کاهش حداکثر نیروی عکس العملی زمین، کاهش وضعیت ابداکشن زانو و اداکشن مفصل ران در طی فرود را دارند(۲۴،۲۵). مطالعات محدودی نیز تأثیر تمرینات پلیومتریک را بر فعال‌سازی عضلانی (Muscle Activation) بررسی کرده‌اند و لیکن تمامی این تحقیقات بر روی عضلات ناحیه ران (راست رانی، همسترینگ) انجام شده و عضلات تنه و ناحیه مرکزی بدن (به عنوان کنترل کننده‌های حرکات تنه) مورد توجه قرار

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

نگرفته‌اند(۲۶،۲۷). ازاین‌رو هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرینات پلیومتریک بر فعالیت پیش بین عضلات کمری لگنی در افراد فعال مبتلا به نقص کنترل تنه می‌باشد.

روش بررسی

روش انجام تحقیق از نوع نیمه تجربی می‌باشد. نمونه آماری این تحقیق ۲۵ زن فعال مبتلا به نقص کنترل تنه بودند که به دو گروه کنترل (۱۲ نفر) و گروه تمرینات پلیومتریک (۱۳ نفر) تقسیم شدند (هر دو گروه مبتلا به نقص کنترل تنه بودند و از بین ۵۸ فرد فعال مورد بررسی دارای شرایط ورود به تحقیق، تعداد ۲۵ آزمودنی انتخاب شدند). تعداد آزمودنی‌های تحقیق با استفاده از فرمول و میانگین و انحراف استاندارد مطالعات پیشین تعیین شد. سعی شد آزمودنی‌ها از لحاظ قد و وزن و سن در محدوده نزدیک به هم باشند. شرایط ورود به مطالعه شامل: عدم شرکت در برنامه تمرینی ویژه و پلیومتریک در یک سال گذشته و عدم وجود سابقه آسیب دیدگی (آسیبی که حین مسابقه و یا تمرین اتفاق افتاده، نیازمند مراجعه به پزشک بوده و همچنین منجر به دوری از جلسات تمرینی به مدت یک روز یا بیشتر شده باشد به عنوان سابقه آسیب دیدگی در نظر گرفته می‌شود). در یک سال گذشته در ناحیه تنه و اندام تحتانی(۲۸)، عدم وجود درد و سابقه جراحی در ناحیه تنه و اندام تحتانی، عدم وجود ناهنجاری‌های اندام تحتانی (قابل مشاهده با ارزیابی بصری)، دارای پیش شرط‌های تمرینات پلیومتریک برای انجام آزمون پرش تاک (۲۹)، عدم وجود سابقه زایمان و عدم وجود شلی مفصلی بیش از حد (بررسی با استفاده از شاخص بیتون(Beighton Index)) بود. همچنین آزمودنی‌ها دارای امتیاز ۲۵ به بالا در پرسشنامه فعالیت بدنی بودند که نشان دهنده فعال بودن این افراد بود. این پرسشنامه به صورت سؤالاتی به روش نمره‌گذاری لیکرت با سه مؤلفه کار، فراغت و ورزش است که نهایتاً امتیازات این سه مؤلفه با هم جمع شده و به عنوان امتیاز آزمودنی در نظر گرفته شد. آزمودنی‌های دارای سه جلسه غیر متوالی و دو جلسه متوالی در جلسات تمرینی از تحقیق حذف شدند. قبل از انجام تحقیق افراد فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کرده و روند انجام تست برای آزمودنی‌ها شرح داده شد.

در ابتدا با استفاده از آزمون پرش تاک (ویژگی: ۶۷ درصد و حساسیت: ۸۴ درصد) آزمودنی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند(۳۰) تا افراد مبتلا به نقص عصبی ـ عضلانی کنترل تنه شناسایی شوند. پس از شناسایی افراد مبتلا به نقص عصبی ـ عضلانی کنترل تنه، آزمودنی‌ها به دو گروه تمرینی پلیومتریک و کنترل تقسیم شدند و از آنها پیش آزمون الکترومیوگرافی حین فرود دراپ (Drop Landing) روی یک پا به عمل آمد. پس از انجام شش هفته تمرینات پلیومتریک، پس آزمون الکترومیوگرافی در شرایط اندازه‌گیری‌های پیش آزمون انجام و نتایج مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. اندازه‌گیری‌ها به صورت یکسو کور (Single Blind) (آزمونگر) انجام شد.

با استفاده از روش مشاهده‌ای و همچنین ضبط فیلم پرش و فرم ارزیابی پرش تاک افرادی که قادر نبودند در محل شروع پرش فرود بیاید، در نقطه اوج پرش ران‌هایشان به موازات هم و زمین قرار نمی گرفت و پرش‌ها در طول ۱۰ ثانیه با وقفه انجام می‌شد به عنوان افراد مبتلا به نقص کنترل تنه در نظر گرفته شدند. برای تجزیه و تحلیل حرکت و شناسایی افراد مبتلا به نقص کنترل تنه، دو دوربین فیلم برداری دیجیتال مورد استفاده قرار گرفت. دوربین‌ها تا حد امکان با فاصله‌ای زیاد از آزمودنی قرار گرفت تا تصویر به صورت کاملاً درشت‌نمایی شده برای تجزیه و تحلیل در اختیار محقق قرار گیرد(۳۱). آزمودنی پرش را در وضعیتی شروع کرد که پاها به اندازه عرض شانه باز شده‌اند، تنه کمی به جلو خم شده و دست‌ها در پشت بدن به صورت باز شده قرار گرفته‌اند. همچنین از آزمودنی خواسته شد حین پرش دست‌ها را به جلو حرکت دهد و همزمان به صورت عمودی و مستقیم به بالا پرش کند و تا حد امکان زانوها را بالا بیاورد، سپس در نقطه اوج پرش، ران‌ها را موازی با زمین قرار داده و فرود بیاید و بلافاصله پرش بعدی را شروع کند. آزمودنی راهنمایی شد تا با ناحیه بین انگشتان و قسمت میانی پا به صورت نرم و در محل شروع پرش فرود بیاید و ۱۰ ثانیه پرش را ادامه دهد (میانگین ۵ پرش در این بازه زمانی انجام شد)(۱۲). برای انجام دقیق‌تر پرش، پرش با روش صحیح به

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

آزمودنی‌ها آموزش داده شد. برای بررسی فعالیت عضلات تنه، از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی حین فرود بر روی یک پا استفاده شد. داده‌های الکترومیوگرافی چهار عضله (مربع کمری، مایل خارجی، مایل داخلی/عرضی شکم [سمت پای غیرغالب] و سرینی میانی [سمت پای غالب (پای فرود)]) بررسی شد. پوست قسمت بالک عضله به وسیله تراشیدن و با استفاده از الکل ۷۰ درصد برای اتصال الکترودها آماده‌سازی شد. از الکترودهای سطحی یکبار مصرف به موازات فیبرهای عضله و به روش کرامز استفاده شد(۳۲). قطر الکترودها ۱ سانتی‌متر و فاصله بین الکترودها ۲ سانتی‌متر بود. الکترودهای مرجع بر روی برجستگی‌های استخوانی مجاور عضلات قرار گرفت. داده‌ها با فرکانس ۱۰۰۰ Hz به وسیله سیستم الکترومیوگرافی سطحی ثبت شد. آزمون در ۷ ثانیه انجام شد تا ۵ ثانیه کامل از داده‌های الکترومیوگرافی جمع‌آوری شود. داده‌ها به وسیله ریشه دوم میانگین (Root Mean Square) (سطح زیر نمودار) و در پنجره‌های۲۰ میلی ثانیه ای یکنواخت شد. برای انجام پروتکل یک دستگاه سوئیچ پایی (Foot Switch) به صورت همزمان با دستگاه الکترومیوگرافی برای تعیین تماس اولیه با زمین استفاده شد. تماس اولیه به عنوان نقطه مرجع برای انقباض عضلات در نظر گرفته شد. برای بررسی فعالیت پیش بین عضلات، فعالیت عضلات در ۱۵۰ میلی ثانیه قبل از برخورد پا تا ۵۰ میلی ثانیه پس از برخورد پا با زمین حین فرود محاسبه شد.

از پروتکل Medina و همکاران برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به فرود بر روی یک پا استفاده شد(۳۳). آزمودنی در وضعیتی متعادل نزدیک به لبه سکویی با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به طریقی ایستاد که پای غالب در حالت معلق (پاشنه پا در تماس با لبه جلویی سکو) قرار گرفته و به لبه جلویی سکو تکیه داشته باشد. این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کند. وزن آزمودنی به صورت کامل به وسیله پای غیرغالب تحمل می‌شود. برای انجام آزمون از آزمودنی درخواست شد تا به صورت کاملاً عمودی و متعادل، بدون خم کردن، پایین آوردن تنه و حالت پرشی بر روی پای غالب فرود آید. پس از فرود از آزمودنی خواسته شد وضعیت را برای ۵ ثانیه حفظ کند. قبل از انجام آزمون، آزمودنی برای انجام صحیح فرود مورد آموزش قرار گرفت. پس از یادگیری نحوه فرود در روز آزمون، آزمودنی ۳ بار فرود را تمرین کرد. هر آزمودنی ۳ کوشش صحیح با فاصله۳۰ ثانیه انجام داد (نحوه فرود به وسیله آزمونگر کنترل شد و در صورت صحیح نبودن آزمون تکرار می‌شد). برای هر آزمودنی دو کوشش با حداقل اختلاف در فعال‌شدن عضلات برای گرفتن میانگین و تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

در بررسی داده‌های الکترومیوگرافی، برای نرمال کردن داده‌ها از حداکثر انقباض ارادی (MVC) استفاده شد. هر وضعیت ۲ بار و به مدت ۳ ثانیه تکرار و سپس میانگین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت(۳۴). برای بررسی میزان فعالیت عضلات از سطح زیر نمودار موج کامل (Average Rectified and Root Mean Square) استفاده شد.

برای گروه تمرینی پلیومتریک از پروتکل تعدیل شده Chimera و همکاران استفاده شد(۲۳). در گروه تمرینی، توضیحات کلامی برای انجام صحیح تمرینات نیز ارائه شد. انجام صحیح روش تمرین توسط آزمودنی، معیار ورود به مرحله بعدی پیشرفت تمرین برای هر آزمودنی بود. در گروه پلیومتریک بین هر تکرار ۱۰ ثانیه، بین هر ست ۱ دقیقه و بین هر تمرین ۱ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. تمرینات به مدت ۶ هفته و هفته‌ای دو بار ادامه پیدا کرد، مدت زمان انجام تمرینات و تواتر آن با توجه به مطالعات مروری در این زمینه تعیین شد(۳۵،۳۶). تمرینات شامل پرش لمس دیوار (Wall Touch)، پرش طرفی (Lateral Jump)، پرش اسکات (Split Squat)، پرش مخروط(Cone Hop Jump) و پرش با ۱۸۰ درجه چرخش (Hops With 180 Degree Turn) بود. تعداد برخوردهای پا در هفته اول از ۸۰ برخورد آغاز و تا هفته ششم به ۱۸۰ برخورد پیشرفت داده شد. همچنین تا هفته چهارم، چهار تمرین پرش لمس دیوار، پرش طرفی، پرش اسکات، پرش مخروط انجام شد و دو هفته پایانی تمرین پرش با ۱۸۰ درجه چرخش نیز اضافه شد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و همچنین برای بررسی تأثیر تمرین در گروه تجربی و مقایسه بین گروه‌ها از آزمون‌های تی زوجی و تی مستقل استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری کمتر از۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول یک ذکر شده است.

با توجه به نتایج آزمون تی زوجی بین نمرات پیش آزمون ـ پس آزمون گروه کنترل در میزان فعالیت عضلات سرینی میانی (p=۰/۱۶۰)، مایل خارجی (p=۰/۲۱۵)، عرضی شکم/مایل داخلی (p=۰/۸۵۶) و مربع کمری (p=۰/۴۵۲) تفاوتی وجود نداشت. همچنین بین نمرات پیش آزمون گروه کنترل و تجربی (آزمون تی مستقل) در میزان فعالیت عضلات سرینی میانی (p=۰/۵۷۹)، مایل خارجی (p=۰/۴۲۸)، عرضی شکم/مایل داخلی (p=۰/۱۲۵) و مربع کمری (p=۰/۱۹۸) تفاوتی یافت نشد.

جدول ۱: مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

متغیر گروه	سن (سال) (انحراف استاندارد ± میانگین)	قد (سانتی‌متر) (انحراف استاندارد ± میانگین)	وزن (کیلوگرم) (انحراف استاندارد ± میانگین)
تجربی	۱۹/۰۶±۱/۶۷	۱۶۲/۴۱±۲/۵۳	۵۸/۲۲±۲/۹۷
کنترل	۱۹/۱۲±۰/۹۵	۱۶۳/۰۵±۵/۲۴	۵۹/۱۳±۳/۷۸

جدول ۲: مقایسه میزان فعالیت پیش بین عضلات سرینی میانی، مایل خارجی، عرضی شکم/مایل داخلی و مربع کمری در دو گروه تجربی و کنترل

آماره متغیر		گروه کنترل (میانگین±انحراف استاندارد)	گروه تجربی (میانگین±انحراف استاندارد)	P-value
سرینی میانی	پیش آزمون	۳۰/۴۰±۶/۵۱	۲۸/۶۴±۸/۸۲	۰/۰۲۱
	پس آزمون	۲۸/۵۱±۴/۲۰	۳۶/۳۱±۱۰/۱۲	
عرضی شکم/مایل داخلی	پیش آزمون	۲۲/۳۲±۳/۳۳	۲۰/۰۶±۶/۵۱	۰/۰۰۶
	پس آزمون	۲۲/۴۶±۴/۱۹	۳۴/۰۵±۱۲/۸۹	
مایل خارجی	پیش آزمون	۲۹/۶۹±۶/۷۸	۲۶/۷۵±۱۰/۷۸	۰۲۳
	پس آزمون	۲۷/۳۰±۴/۵۴	۳۵/۹۰±۱۲/۴۲	
مربع کمری	پیش آزمون	۴۲/۰۵±۱۰/۸۰	۳۹/۹۶±۸/۳۰	۰/۰۱۱
	پس آزمون	۴۰/۵۲±۹/۵۴	۵۲/۲۱±۱۱/۳۲	

تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت عضله سرینی میانی در مقایسه پس آزمون‌های دو گروه تجربی و کنترل یافت شد (p<۰/۰۵). تفاوت معنی داری در میزان فعالیت عضله عرضی شکم/مایل داخلی در مقایسه پس آزمون‌های دو گروه تجربی و کنترل مشاهده شد (p<۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت عضله مایل خارجی در مقایسه پس آزمون‌های دو گروه تجربی و کنترل یافت شد (p<۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت عضله مربع کمری در مقایسه پس آزمون‌های دو گروه تجربی و کنترل مشاهده شد (p<۰/۰۱۱).

بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات پلیومتریک منجر به افزایش فعالیت عضله سرینی میانی، عرضی شکم/مایل داخلی، مربع کمری و مایل خارجی در ۱۵۰- تا ۵۰+ میلی ثانیه نسبت به برخورد پا به زمین حین فرود می‌شود. از آنجایی که تاکنون تحقیقی تأثیر تمرینات پلیومتریک را بر الکترومیوگرافی عضلات کمری لگنی بررسی

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

نکرده است، نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر در برخی متغیرها با نتایج تحقیقات Wu و همکاران، Bonacci و همکاران، Lephart و همکاران و Swanik و همکاران همخوانی دارد و با نتایج تحقیقات Rezaimanesh و همکاران و Kubo و همکاران مغایر می‌باشد(۴۱-۲۷،۳۷).

Wu و همکاران افزایش فعال شدن عضله سه سر ساقی را پس از ۴ و ۸ هفته تمرینات پلیومتریک گزارش کردند(۴۰). Swanik و همکاران افزایش قدرت و حس حرکت و وضعیت مفصل را پس از تمرینات پلیومتریک در شانه ورزشکاران نشان دادند(۳۷). تطابقات عصبی مرکزی و محیطی، به وسیله تمرینات پلیومتریک ایجاد می‌شود که حس حرکت و حس عمقی را بهبود می‌دهد(۳۷). در این مطالعه که به بررسی تأثیر تمرینات پلیومتریک شانه بر روی حس حرکت و حس عمقی شانه پرداخته شده بود، عنوان شد تطابقات عصبی محیطی به علت تحریکات تکرارشونده مکان و گیرنده‌های مفصلی در دامنه انتهایی حرکت شانه حین تمرینات ایجاد شده است(۳۷). همچنین سایر مطالعات اشاره کرده‌اند که تغییرات سریع طول/تنشن در فاز اسنتریک تمرینات پلیومتریک، منجر به ایجاد تطابق در دوک‌های عضلانی و اندام‌های گلژی تاندون می‌شود(۳۷). همچنین افزایش حساسیت دوک های عضلانی، ورودی های آوران به سیستم عصبی مرکزی را افزایش داده و حس عمقی را بهبود می‌دهد(۳۷). تمرینات پلیومتریک، به علت غیرمنتظره بودن نوع حرکات حین پرش‌ها و فرودها، نیازمند فعالیت پیش بین عضلات است. همچنین هنگامی که عضلات مکرراً تحریک می‌شوند حس عمقی افزایش پیدا کرده و در نتیجه آگاهی نسبت به حس موقعیت مفصل افزایش پیدا می‌کند(۳۷). از آنجایی که Zazulak و همکاران در مطالعه‌ای آینده‌نگر گزارش کردند حس عمقی ناحیه مرکزی پیشگوکننده آسیب زانو می‌باشد به صورتی که به ازای هر درجه افزایش در خطای زاویه بازسازی، احتمال وقوع آسیب ACL تا سه برابر افزایش می‌یابد(۱۶) تمرینات پلیومتریک از طریق بهبود حس عمقی نیز می‌توانند در پیشگیری از آسیب ACL کمک‌کننده باشند، اگرچه در تحقیق حاضر حس عمقی مورد بررسی قرار نگرفته است.

افزایش فعالیت عضله سرینی میانی حین فرود نشان‌دهنده این است که این عضله با پیش بینی حرکت بیشتر فعال شده و می‌تواند از ایجاد والگوس در زانو جلوگیری کند. به این ترتیب عضله سرینی میانی با کنترل حرکت در صفحات عرضی و افقی و کاهش چرخش داخلی و اداکشن ران، می‌تواند از آسیب ACL پیشگیری کند(۳۹). افزایش پیش فعالیت عضلات تنه پس از تمرینات پلیومتریک نیز با کنترل تنه در صفحه عرضی از حرکت کنترل نشده تنه و در نتیجه والگوس زانو پیشگیری می‌کند.

مکانیسم احتمالی که به وسیله آن تمرینات پلیومتریک می‌تواند نیرو یا توان خروجی را افزایش دهد، در ارتباط با اثر مهاری گیرنده‌های گلژی وتری روی تولید نیرو می‌باشد. از آنجایی که گیرنده‌های گلژی وتری به عنوان یک عامل محدودکننده تانسیون عمل می‌کنند، میزان نیرویی که می‌تواند تولید شود را محدود می‌کنند. آستانه تحریکی گیرنده‌ها به عنوان یک عامل محدودکننده مطرح می‌شود. تمرینات پلیومتریک حساسیت گیرنده‌های گلژی وتری را کاهش داده و در نتیجه سطح مهار شدن را بالا می‌برد. در واقع چنانچه سطح مهارشدن افزایش یابد، بار بیشتری بر سیستم عضلانی اسکلتی اعمال می‌شود و در نتیجه توانایی تولید نیرو افزایش پیدا می‌کند. همچنین هماهنگی عصبی عضلانی مکانیسم دیگری است که منجر به افزایش توانایی تولید نیرو می‌شود. سرعت انقباض وابسته به هماهنگی عصبی عضلانی است. تمرینات پلیومتریک با ایجاد تطابقات عصبی عضلانی و با کشش اولیه انفجاری کارایی عضلات را بهبود می‌بخشد(۲۹). از طرفی Rezaimanesh و همکاران با بررسی تأثیر چهار هفته تمرینات پلیومتریک بر الکترومیوگرافی عضلات دو سر رانی و راست داخلی اعلام کردند که فعالیت عضله دو سر رانی طی حرکت اسکات (قدرتی) افزایش پیدا می‌کند ولی در طی حرکت پرش (انفجاری) افزایشی مشاهده نشد(۲۷). Kubo و همکاران تغییری در فعالیت عضلات پلنتار فلکسورها و دورسی فلکسورها پس از تمرینات پلیومتریک مشاهده نکردند(۴۱). این محققین

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

بهبود اجرای فعالیت‌های پرشی را پس از تمرینات پلیومتریک با بهبود ویژگی‌های مکانیکی عضله نسبت به تغییر استراتژی‌های فعال سازی عضلانی مرتبط دانستند.

برخی از تحقیقات اثربخشی تمرینات پلیومتریک را بر قدرت عضلات بررسی کرده‌اند. اگرچه در تحقیق حاضر، قدرت عضلات مورد بررسی قرار نگرفته است ولیکن از آنجایی که افزایش فعالیت عضلات با افزایش قدرت آنها مرتبط است به نتایج این تحقیقات نیز اشاره می‌شود. Myer و همکاران افزایش قدرت عضلات همسترینگ را پس از ۶ هفته تمرینات پلیومتریک مشاهده کردند(۶). Bonacci و همکاران تأثیر تمرینات پلیومتریک را بر ورزشکاران تریاتلون بررسی و تغییر در فعال شدن عضلات را پس از شش هفته تمرین گزارش کردند(۳۸). Abass و همکاران پس از ۱۲ هفته تمرینات پلیومتریک، افزایش قدرت عضلات پا را گزارش کردند(۴۲) که البته تمامی این تحقیقات بر روی عضلات اندام تحتانی صورت گرفته و عضلات تنه مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. برخی از محققان نیز با بررسی ارتباط بین تأثیر تمرینات پلیومتریک و عملکرد ورزشکاران (مرتبط با آسیب دیدگی) پرداخته‌اند. Klugman و همکاران بهبود امتیازات آزمون پرش تاک را پس از ۱۰ هفته تمرینات نوروماسکولار که بیشتر شامل تمرینات پلیومتریک بود گزارش کردند(۴۳). Myer و همکاران نیز کاهش والگوس زانو و بهبود بیومکانیک فرود را پس از انجام تمرینات پلیومتریک گزارش کردند(۷). افزایش والگوس زانو یکی از عوامل مهم در آسیب ACL می‌باشد. با کاهش والگوس زانو حین فرود پس از تمرینات پلیومتریک می‌توان آسیب ACL را کاهش داد. به صورت کلی نتایج تحقیقات نشان دهنده تأثیر تمرینات پلیومتریک بر بهبود کنترل عصبی عضلانی و فعال شدن مکانیسم‌هایی است که می‌توانند وقوع آسیب‌ها را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

با وجود نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر و بررسی نتایج تحقیقات پیشین به نظر می‌رسد تمرینات پلیومتریک می توانند در کاهش وقوع آسیب ACL مؤثر باشند. این تمرینات با تأثیر بر فعال شدن و افزایش فعالیت پیش بین عضلات از ایجاد مکانیسم‌های مرتبط با آسیب ACL حین فرود پیشگیری می‌کنند. با توجه به نتایج به دست آمده، توصیه می شود این تمرینات جهت پیشگیری از آسیب ACL مورد استفاده قرار گیرد.

References:

1- Agel J, Arendt E, Bershadsky B. ***Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: A 13-year review.*** Am J Sports Med 2005; 33(4): 524-30.

2- Bien DP. ***Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm up programs in female athletes.*** J Strength Cond Res 2011; 25(1): 271-85.

3- Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. ***The longterm consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis.*** Am J Sports Med 2007; 35(10): 1756-69.

4- Imwalle LE, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. ***Relationship between hip and knee kinematics in athletic women during cutting maneuvers: A possible link to noncontact anterior cruciate ligament injury and prevention.*** J Strength Cond Res 2009; 23(8): 2223-30.

5- Quatman CE, Hewett TE. ***The anterior cruciate ligament injury controversy: Is ''valgus collapse'' a sex-specific mechanism?*** Br J Sports Med 2009; 43(5): 328-35.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

6- Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. ***The effect of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes.*** J Strength Cond Res 2006; 20(2): 345-53.

7- Myer GD, Ford KR, McLean SG, Hewett TE. ***The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics.*** Am J Sports Med 2006; 34(3): 445-55.

8- MacWilliams BA, Wilson DR, DesJardins JD, Romero J, Chao EY. ***Hamstrings cocontraction reduces internal rotation, anterior translation, and anterior cruciate ligament load in weight-bearing flexion.*** J Orthop Res 1999; 17(6): 817-22.

9- Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. ***Understanding and preventing ACL injuries: current biomechanical and epidemiologic consideration - update 2010.*** N Am J Sports Phys Ther 2010; 5(4): 234-51.

10- Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. ***Mechanisms of anterior cruciate ligament injury.*** Orthopedics 2000; 23(6): 573-8.

11- Olsen O, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. ***Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: A systematic video analysis.*** Am J Sports Med 2004; 32(4): 1002-12.

12- Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. ***Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent anterior cruciate ligament injury in female athletes.*** Strength Cond J 2011; 33(3): 21-35.

13- Grindstaff TL, Hammill RR, Tuzson AE, Hertel J. ***Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis.*** J Athletic Train 2006; 41(4): 450-6.

14- Myer GD, Ford KR, Hewett TE. ***Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes.*** J Athletic Train 2004; 39(4): 352-64.

15- Ford KR, Myer GD, Hewett TE. ***Increased trunk motion in female athletes compared to males during single leg landing: 821: June 1 8:45 AM - 9:00 AM.*** Med Sci Sports Exercise 2007; 39(4): 70-9

16- Zazulak BT, Hewett TE ,Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. ***The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study.*** Am J Sports Med 2007; 35(3): 368-73.

17- Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. ***Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport.*** Am J Sports Med 2010; 38(10): 1968-78.

18- Myer GD, Ford KR, Foss KB ,Liu C, Nick TG, Hewett TE. ***The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes.*** Clin J Sport Med 2009; 19(1): 3-8.

19- Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. ***Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study.*** Am J Sports Med 2005; 33(4): 492-501.

20- Hewett TE, Johnson DL. ***ACL prevention programs: Fact or fiction? .*** Orthopedics 2010; 33(1): 36-9.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

21- Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. ***Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk a prospective biomechanical-epidemiologic study.*** Am J Sports Med 2007; 35(7): 1120-30.

22- Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD, Ford KR. ***A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes.*** Br J Sports Med 2005; 39(6): 347-50.

23- Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. ***Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes.*** J Athl Train 2004; 39(1): 24-31.

24- Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyez FR. ***Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques.*** Am J Sports Med 1996; 24(6): 765-73.

25- Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. ***The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. a prospective study.*** Am J Sports Med 1999; 27(6): 699-706.

26- Nagano Y, Ido H, Akai M, Fukubayashi T. ***Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study.*** Sports Sci Med Rehabilita 2011; 3: 14-20.

27- Rezaimanesh D, Amiri-Farsani P, Saidian S. ***The effect of a 4 week plyometric training period on lower body muscle EMG changes in futsal players.*** Procedia Social Behavior Sci 2011; 15: 3138-42.

28- Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. ***Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study.*** J Bodyw Mov Ther 2008; 12(1): 22-30.

29- Prentice W. ***Rehabilitation techniques in sports medicine.*** 3 th ed. McGraw-Hill Higher Education; 1999.

30- Myer GD, Ford KR, Khoury J, Succop P, Hewett TE. ***Development and validation of a clinic-based prediction tool to identify female athletes at high risk for anterior cruciate ligament injury.*** Am J Sports Med 2010; 38(10): 2025-33.

31- Myer GD, Ford KR, Hewett TE. ***New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis.*** Br J Sports Med 2011; 45(4): 238-44.

32- Cram JR, Kasman GS. ***Introduction to Surface Electromyography.*** 2 th ed. Mississauga, Ontario: Jones and Bartlett; 2011.

33- Medina JM, Valovich McLeod TC, Howell SK, Kingma JJ. T***iming of neuromuscular activation of the quadriceps and hamstrings prior to landing in high school male athletes, female athletes, and female non-athletes.*** J Electromyogr Kinesiol 2008; 18(4): 591-7.

34- Vera-Garcia FJ, Moreside JM, McGill SM. ***MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women.*** J Electromyogr Kinesiol 2010; 20(1): 10-6.

35- Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lazaro-Haro C, et al. ***Prevention of non-***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

contact anteriorcruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc 2009; 17(8): 859-79.

36- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. ***Anterior cruciate ligament injuries in female athletes, part 1, mechanisms and risk factors.*** Am J Sports Med 2006; 34(2): 299-311.

37- Swanik KA, Lephart SM, Swanik CB, Lephart SP, Stone DA, Fu FH. ***The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics.*** J Shoulder Elbow Surg 2002; 11(6): 579-86.

38- Bonacci J, Green D, Saunders PU, Franettovich M, Blanch P, Vicenzino B. ***Plyometric training as an intervention to correct altered neuromotor control during running after cycling in triathletes: a preliminary randomised controlled trial.*** Physical Ther Sport 2011; 12(1): 15-21.

39- Lephart SM, Abt J, Ferris C, Sell T, Nagai T, Myers J, et al. ***Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program.*** Br J Sports Med 2005; 39(12): 932-8.

40- Wu YK, Lien YH, Lin KH, Shih TT, Wang TG, Wang HK. ***Relationships between three potentiation effects of plyometric training and performance.*** Scand J Med Sci Sports 2010; 20(1): e80-6.

41- Kubo K, Morimoto M, Komuro T, Yata H, Tsunoda N, Kanehisa H, et al. ***Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance.*** Med Sci Sports Exerc 2007; 39(10): 1801-10.

42- Abass AO. ***Correlational effects of plyometric training on leg muscle strength, endurance and power characteristics of nigerian university undergraduates.*** Int J African African Am Studies 2005; 4(1): 42-52.

43- Klugman MF, Brent JL, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. ***Does an in-season only neuromuscular training protocol reduce deficits quantified by the tuck jump assessment?*** Clin Sports Med 2011; 30(4): 825-40.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

The Effect of Plyometric Training on Trunk Muscle Pre-activation in Active Females with Trunk Neuromuscular Control Deficit

Hadadnezhad M(PhD)[*1], Rajabi R(PhD)[2], Ashraf Jamshidi A(PhD)[3], Shirzad E(PhD)[4]

[1]*Department of Health and Sport Medicine, University of Kharazmi, Tehran, Iran*
[2] *Departments of Health and Sport Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran*
[3] *Department of Physical Therapy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[4] *Departments of Biomechanics, University of Tehran, Tehran, Iran*

Received: 13 Jan 2013 ***Accepted:*** 5 Dec 2013

Abstract

Introduction: Plyometric training via neuromuscular adaptations to the stretch reflex, elasticity of muscle and Golgi tendon organs has an important role in pre-activation of muscles. Due to lack of research in regard to effect of plyometric training on lumbo pelvic muscle, this study aimed to investigate the effect of plyometric training on lumbo pelvic muscle pre-activation in active females with trunk control deficit.

Methods: Twenty-five active females who suffered from trunk control deficit with the mean age of 19.09±1.38 yr, weight of 58.67±3.37 kg and height of 162.73±3.88 cm participated in this study. They were divided into two groups of experimental and control. Before and after 6 weeks of plyometric training, electromyography of Gluteus Medius, Quadratus Lumborum, Transverse Abdominis/Internal oblique, and external Oblique was performed in single leg drop landing and pre-activitation of muscles was calculated.

Results: the results of independent sample T-test indicated that there are significant differences between post-test of control and experimental groups in regard to Gluteus Medius (p=0.021), Quadratus Lumborum (p=0.011), Transverse Abdominis/Internal oblique (p=0.006), External Oblique (p=0.023) muscles activations which reveals effectiveness of plyometric training on pre-activation of muscles.

Conclusion: Based on the study results, plyometric training affects the activation of muscles and thus improving the pre-activation can prevent mechanisms related to anterior cruciate ligament injury. Therefore, plyometric training can reduce incidence of anterior cruciate ligament injury.

Keywords: Active Female; Anterior Cruciate Ligament Injury; Plyometric Training; Trunk Control Deficit

This paper should be cited as:
Hadadnezhad M, Rajabi R, Ashraf Jamshidi, Shirzad E. ***The effect of plyometric training on trunk muscle pre-activation in active females with trunk neuromuscular control deficit***. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2014; 21(6): 705-15.

****Corresponding author: Tel: +98 9123469464, Email: m.hadadnezhad@yahoo.com***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]