مطالعات طب ورزشی شماره ۱۷، بهار و تابستان ۱۳۹۴، صص ۶۸-۵۱

تأثیر تمرینات ثباتی، بر فعالیت عضلات تنۀ زنان، با نقص کنترل تنه

ملیحه حدادنژاد[۱]، رضا رجبی[۲]، علی‌اشرف جمشیدی[۳]، الهام شیرزاد[۴]

۱. استادیار دانشگاه خوارزمی *
۲. استاد دانشگاه تهران
۳. استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴. استادیار دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۲/۳۰

چکیده

هدف مطالعۀ حاضر، بررسی اثر تمرینات ثباتی عملکردی، بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات تنۀ زنان فعال دارای نقص کنترل تنه و مستعد آسیب رباط صلیبی قدامی بود. پیش و پس از شش هفته تمرین، از ۲۵ زن فعال دارای نقص، الکترومیوگرافی سطحی از عضلات سرینی میانی، مایل داخلی/عرضی شکم، مایل خارجی شکم و مربع کمری، در حین فرود بر روی یک پا به عمل آمد و میزان فعالیت عضلات در ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از تماس اولیه در فرود محاسبه شد. نتایج نشان داد، پس از تمرینات، بین فعالیت عضلات گروه کنترل و گروه تجربی تفاوت معناداری وجود دارد که بیانگر تأثیرگذار بودن تمرینات می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد، میزان فعالیت عضلات مورد بررسی در پژوهش حاضر، پس از انجام تمرینات در گروه تجربی کاهش یافته و این کاهش در فعالیت عضلات، نشان‌دهندۀ بهبود کنترل عصبی عضلانی است و فرد می‌تواند تکلیف مشابه را با صرف انرژی کمتر انجام دهد.

واژگان کلیدی: تمرینات ثباتی عملکردی، نقص کنترل تنه، آسیب رباط متقاطع قدامی، زنان فعال.

*نویسنده مسئول: **Email:** m.hadadnezhad@yahoo.com

مقدمه

بروز آسیب رباط متقاطع قدامی در زنان ورزشکار، چهار تا شش برابر بیشتر از مردان ورزشکار در رشته‌های ورزشی مشابه گزارش شده است (هوت، فورد، هوگن بوم و میر[1]، ۲۰۱۰، ص. ۲۳۴). اغلب آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در زنان ورزشکار، به صورت غیر تماسی و در طی حرکات، همراه با کاهش شتاب، چرخش‌های طرفی و فرود همراه با اعمال بار بسیار زیاد بر زانو ایجاد می‌شوند (اولسن، مایکلبوست، انگبرستن و بهر[2]، ۲۰۰۴، ص. ۱۰۰۲). اگرچه مانورهای ورزشی منجر به اعمال بارهای بسیار زیاد بر زانو در هر دو جنس می‌شود، ولیکن این مانورها در زنان آسیب‌های بیشتری ایجاد می‌کنند (میر، برنت[3]، فورد و هوت، ۲۰۱۱، ص. ۲۱). در این رابطه، سه دلیل اصلی در خصوص بیشتر بودن استعداد زنان برای وقوع آسیب رباط صلیبی قدامی عنوان شده است که شامل عوامل آناتومیکی، هورمونی و عصبی- عضلانی می‌باشند (میر، فورد و هوت، ۲۰۰۴، ص. ۳۵۲). مطالعات بررسی کنندهٔ تأثیر عوامل عصبی- عضلانی بر آسیب زنان، نشان می‌دهد که زنان نسبت به مردان، مبتلا به نقص‌هایی در سیستم کنترل عصبی-عضلانی می‌باشند (فورد، میر و هوت، ۲۰۰۷، ص. ۷۰؛ میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱؛ بین، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۱). نقص‌های کنترل عصبی- عضلانی، تحت عنوان الگوهای نامناسب فعال‌سازی[4]، توان و قدرت عضلانی اندک در ناحیه تنه و اندام تحتانی تعریف شده است که منجر به افزایش بارهای وارده به رباط صلیبی قدامی و مفصل زانو، در هنگام انجام حرکات ورزشی می‌شوند (میر و همکاران، ۲۰۰۴، ص. ۳۵۲؛ هوت، زازولک[5] و میر، ۲۰۰۷، ص. ۶۵۹؛ مدهاوان و شیلدز[6]، ۲۰۰۹، ص. ۳۱۹). یکی از این نقص‌های کنترل عصبی- عضلانی، اختلال عملکرد ناحیهٔ مرکزی بدن[7] می‌باشد (هوت و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۴۹۲؛ زازولک، هوت، ریوز، گولدبرگ و چولویکی[8]، ۲۰۰۷، ص. ۳۶۸؛ میر و همکاران، ۲۰۰۹، ص. ۳؛ پترنو[9] و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۹۶۸).

1. Hewett, Ford, Hoogenboom and Myer
2. Olsen, Myklebust, Engebretsen and Bahr
3. Brent
4. Activation
5. Zazulak
6. Madhavan and Shields
7. Core
8. Reeves, Goldberg and Cholewicki
9. Paterno

این اختلال به‌صورت کنترل و هماهنگی ناکافی، جهت مقاومت در برابر اینرسی تنه، هنگام فرود تعریف شده است (میر و همکاران، ۲۰۰۴، ص. ۳۵۲؛ هوت و جانسون، ۲۰۱۰، ص.۳۶؛ میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱). 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 تولیدشده قرار گرفته و عملکرد عضلات ناحیهٔ مرکزی در کنترل تنه، نقش ناچیزی پیدا می‌کند (هوت و جانسون، ۲۰۱۰، ص.۳۶؛ میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱). کنترل نامناسب در ناحیه مرکزی و نقص در توانایی تقسیم نیروها، منجر به حرکات بیش‌ازحد تنه، به‌خصوص در صفحه فرونتال، همراه با افزایش نیروهای عکس‌العملی زمین و والگوس در مفصل زانو، یا همان عارضهٔ پای ضربدری، می‌شود (هوت و جانسون[1]، ۲۰۱۰، ص.۳۶). همچنین کاهش پیش فعالیت[2] عضلات تنه و ران، منجر به وضعیت خم‌شدگی طرفی تنه شده که این حالت نیز می‌تواند احتمال ایجاد والگوس زانو را افزایش دهد (بین[3]، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۱). در این شرایط محدودکننده‌های عضلانی[4]، قادر به جبران و خنثی کردن نیروهای افزایش‌یافته نبوده و آسیب‌های زانو رخ می‌دهد (بینون و فلمینگ[5]، ۱۹۹۸، ص. ۵۱۹). جابه‌جایی تنه در زنان ورزشکار، ازجملهٔ اصلی‌ترین پیشگو کننده‌های آسیب‌های زانو است (زازولک، هوت، ریوز، گولدبرگ و چولویکی، ۲۰۰۷، ص. ۱۱۲۰). همچنین والگوس زانو و حرکات طرفی تنه حین فرود، در زنان آسیب‌دیده در مقایسه با زنان سالم بیشتر (هوت، تورگ و بودن[6]، ۲۰۰۹، ص. ۴۱۷) و کنترل در تنه در صفحات ساجیتال و فرونتال کمتر است (بین، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۱).

با توجه به ارتباط بین ثبات‌دهنده‌های تنه و مفصل ران و کنترل عصبی- عضلانی ناحیهٔ مرکزی بدن با مکانیسم آسیب رباط صلیبی قدامی در زنان (میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱)، گزارش شده است که برنامه-های تمرینی ثبات مرکزی، شامل تمرینات حس عمقی و اغتشاش و اصلاح نوسانات بدن[7]، در کاهش وقوع آسیب‌های غیر تماسی رباط صلیبی قدامی مؤثر است (زازولک و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۳۶۸؛ بین، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۱). تمرینات ثباتی عملکردی، شامل حفظ انقباضات عضلات ناحیه مرکزی در وضعیت‌های گوناگون است. ورزشکار در این وضعیت‌ها، ملزم به حفظ راستای طبیعی و خنثی ستون فقرات، بر روی سطوح پایدار و ناپایدار می‌باشد. این تمرینات اغلب با هدف بهبود عملکرد، کاهش احتمال وقوع آسیب‌دیدگی و بهبود

1. Johnson
2. Pre-activation
3. Bien
4. Muscular Restraint
5. Beynnon and Fleming
6. Torg and Boden
7. Body Sway

کنترل عصبی عضلانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه پژوهش‌های معدودی، تأثیر تمرینات ثبات مرکزی را بر آسیب‌های غیر تماسی رباط صلیبی قدامی بررسی کرده‌اند (بین، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۱)، ولیکن همین پژوهش‌های محدود، گزارش کرده‌اند که برنامه‌های تمرینی عصبی- عضلانی ترکیبی، در کاهش والگوس زانو (به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های وقوع آسیب رباط صلیبی قدامی) موفق بوده-اند (میر، فورد، مک لئن[1] و هوت، ۲۰۰۶، ص. ۴۴۵؛ هوت و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۶۵۹؛ میر، فورد، برنت و هوت، ۲۰۰۷، ص. ۱).

ارزیابی ورزشکاران مستعد آسیب به وسیلهٔ آزمون‌های ارزیابی میدانی و کاربردی، می‌تواند اطلاعات ارزشمند و مفیدی را در اختیار قرار داده و گام مهمی در پیشگیری از آسیب باشد (میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱). یکی از این آزمون‌ها، آزمون پرش تاک[2] می‌باشد که آزمونی با روایی بالا بوده و مؤلفه‌های بیومکانیکی مهمی که با آسیب رباط صلیبی قدامی مرتبط هستند را ترسیم می‌کند. این آزمون، نقص‌های عصبی- عضلانی موجود در تکنیک و بیومکانیک فرود ورزشکاران را نمایان می-سازد و با توجه به نتایج آن، می‌توان به رفع این نقص‌ها اقدام کرد (میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱). با توجه به معدود بودن مطالعاتی که از الکترومیوگرافی عضلات تنه، جهت بررسی تأثیر تمرینات پیشگیری از آسیب ثباتی عملکردی بر عضلات تنه، برای رفع مشکل زنان ورزشکار مبتلا به نقص کنترل تنه، استفاده کرده‌اند و اختلاف‌نظر پژوهشگران در ارتباط با تأثیر تمرینات ثباتی عملکردی بر فعالیت عضلات، انجام مطالعه‌ای در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. ازاین‌رو هدف مطالعهٔ حاضر، بررسی تأثیر شش هفته تمرینات ثباتی عملکردی، بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات سرینی میانی، مایل داخلی/ عرضی شکم، مایل خارجی شکم و مربع کمری، در حین فرود بر روی یک پا، در افراد مبتلا به نقص کنترل تنه و مستعد آسیب رباط صلیبی قدامی می‌باشد.

روش پژوهش

روش انجام این پژوهش از نوع نیمه تجربی می‌باشد. تعداد نمونه‌های آماری، به وسیلهٔ فرمول زیر و با توجه به مقادیر انحراف استاندارد و میانگین متغیرهای مطالعهٔ کیمرا و همکاران (۲۰۰۴) تعیین شده است (کیمرا، سوانیک و استراب[3]، ۲۰۰۴، ص. ۲۴). تعداد نمونه‌های هر گروه با توجه به

1. McLean
2. Tuck Jump
3. Chimera, Swanik and Straub

فرمول، ۱۱ نفر بود که در هر گروه، ۱۴ نفر در نظر گرفته شد. پس از ریزش نمونه‌ها در طول پژوهش، ۱۳ نفر در گروه تمرینات ثباتی عملکردی و ۱۲ نفر در گروه کنترل باقی ماندند.

$$n= [(Z_{1-alpha/2} + Z_{1-beta})^2 (S_1^2+ S_2^2)] / (M_1- M_2)^2$$

آزمودنی‌ها ازلحاظ قد، وزن و سن، در محدودهٔ نزدیک به هم انتخاب شدند (جدول ۱). شرایط ورود به تحقیق برای آزمودنی‌ها، عدم شرکت در برنامهٔ تمرینی ویژهٔ ثباتی عملکردی در یک سال گذشته، عدم وجود سابقهٔ آسیب‌دیدگی[۱] در ناحیه تنه و اندام تحتانی در یک سال گذشته، عدم وجود درد و سابقه جراحی در ناحیه تنه و اندام تحتانی، عدم وجود ناهنجاری‌های اندام تحتانی (قابل مشاهده با ارزیابی بصری)، دارای پیش‌شرط‌های تمرینات پلیومتریک برای انجام آزمون پرش تاک (پرنتیس[۲]، ترجمه، فراهانی، ۱۳۸۰)، عدم وجود سابقهٔ زایمان و عدم وجود شلی مفصلی بیش‌ازحد (بررسی با استفاده از شاخص بیتون[۳]) بود. همچنین آزمودنی‌ها دارای امتیاز ۲۵ به بالا، در پرسشنامه فعالیت بدنی[۴] بودند که نشان‌دهنده فعال بودن این افراد است (رولینگ، الیور و دیت مور[۵]، ۲۰۱۲، ص. ۸). آزمودنی‌های دارای سه جلسهٔ غیر متوالی و دو جلسهٔ متوالی غیبت در جلسات تمرینی، از پژوهش حذف شدند. پیش از انجام پژوهش، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کرده و روند انجام آزمون برای آن‌ها شرح داده شد.

در ابتدا، با استفاده از آزمون میدانی پرش تاک (ویژگی: ۶۷ درصد و حساسیت: ۸۴ درصد)، آزمودنی‌ها به وسیلهٔ آزمونگر مورد ارزیابی قرار گرفتند (میر، فورد، خوری، سکوب[۶] و هوت، ۲۰۱۰، ص. ۲۰۲۵) تا افراد مبتلا به نقص عصبی- عضلانی کنترل تنه شناسایی شوند. پس از شناسایی افراد مبتلا به نقص عصبی- عضلانی کنترل تنه، آزمودنی‌ها به دو گروه تمرینی ثباتی عملکردی و کنترل تقسیم شدند و از آن‌ها پیش‌آزمون الکترومیوگرافی حین فرود دراپ[۷] روی یک پا به عمل

---

۱. 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 می شد.

2. Prentice
3. Beighton Index
4. Baecke Physical Activity Questionnaire
5. Roling, Oliver and Dittmore
6. Khoury, Succop
7. Drop Landing

آمد. با استفاده از روش مشاهده‌ای و همچنین ضبط فیلم پرش و فرم ارزیابی پرش تاک، افرادی که قادر نبودند در محل شروع پرش فرود بیایند، در نقطه اوج پرش ران‌هایشان به موازات هم و زمین قرار نمی‌گرفت و پرش‌هایشان در طول ۱۰ ثانیه با وقفه انجام می‌شد، به عنوان افراد مبتلا به نقص کنترل تنه در نظر گرفته شدند. برای تحلیل حرکت و شناسایی افراد مبتلا به نقص کنترل تنه، دو دوربین فیلم‌برداری دیجیتال مورد استفاده قرار گرفت. دوربین‌ها با فاصله سه متری از آزمودنی قرار داشتند تا تصویر به صورت درشت‌نمایی شده، برای بررسی در اختیار پژوهشگر قرار گیرد (میر، فورد و هوت، ۲۰۱۱، ص. ۲۳۸). آزمودنی پرش را در وضعیتی شروع می‌کرد که پاها به اندازهٔ عرض شانه از هم باز، تنه کمی به جلو خم و دست‌ها در پشت بدن به صورت باز قرار گرفته بودند. همچنین از آزمودنی خواسته شد حین پرش، دست‌ها را به جلو تاب دهد و همزمان به‌صورت عمودی و مستقیم به سمت بالا پرش کرده 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 پنجهٔ پا به صورت نرم و در محل شروع پرش فرود بیاید و ۱۰ ثانیه پرش را ادامه دهد (میر و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۲۱). برای انجام دقیق‌تر پرش، روش صحیح به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. برای بررسی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات تنه، از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی مدل مگاوین[1] ساخت کشور فنلاند، هنگام تکلیف فرود بر روی یک پا استفاده شد. داده‌های الکترومیوگرافی چهار عضله مربع کمری، مایل خارجی، مایل داخلی/عرضی شکم (سمت پای غیر غالب) و سرینی میانی سمت پای غالب (پای فرود) ثبت شدند. ازآنجاکه در افراد مبتلا به نقص کنترل تنه، هنگام فرود، تنه به طرف اندام غالب منحرف می‌شود و عضلات تنه در سمت غیر غالب با انقباض برونگرا و عضله سرینی میانی سمت غالب نقش کنترل تنه و لگن را به عهده دارند، عضلات در دو سمت غالب و غیر غالب انتخاب شدند (هوت و همکاران، ۲۰۰۹، ص. ۴۱۷). پوست قسمت بالک عضله پس از تراشیدن موها و با استفاده از الکل ۷۰ درصد، برای اتصال الکترودها آماده‌سازی شد. از الکترودهای سطحی یک‌بارمصرف، به موازات فیبرهای عضله به روش کرام[2] استفاده شد. محل قرارگیری الکترودها برای عضلهٔ مایل خارجی شکم، ۱۲ تا ۱۵ سانتی‌متر خارج ناف با زاویه ۴۵ درجه و در راستای فیبرهای عضله، برای عضلهٔ مایل داخلی/عرضی شکم، دو سانتی‌متر داخل و پایین خار خاصره‌ای قدامی

1. Megawin (ME6000)
2. Cram

فوقانی، برای عضلهٔ سرینی میانی، وسط فاصله میان تروکانتر بزرگ ران و خارجی‌ترین وجه ستیغ ایلیاک، ۵ سانتی‌متر خلف خار خاصره‌ای قدامی فوقانی و ۳ تا ۴ سانتی‌متر پایین ستیغ ایلیاک و برای عضلهٔ مربع کمری۴ سانتی‌متر خارج لبهٔ مهره‌ای و با زاویهٔ مایل وسط فاصله دنده دوازدهم و ستیغ ایلیاک بود (کرام و کاسمن[1]، ۲۰۱۱، ص. ۱۷۵). قطر الکترودها ۱ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین آن‌ها ۲ سانتی‌متر بود. داده‌ها با فرکانس Hz ۱۰۰۰ به وسیلهٔ سیستم الکترومیوگرافی سطحی ثبت شد. آزمون در ۷ ثانیه انجام شد تا ۵ ثانیه کامل از داده‌های الکترومیوگرافی جمع‌آوری شود. در انجام پروتکل، یک دستگاه سوئیچ پایی[2] به صورت همزمان شده[3] با دستگاه الکترومیوگرافی، برای تعیین تماس اولیه با زمین استفاده شد. تماس اولیه به عنوان نقطه مرجع برای انقباض عضلات در نظر گرفته شد.

از پروتکل مدینا و همکاران (۲۰۰۸)، برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به فرود بر روی یک پا استفاده شد (مدینا، مک لئود، هاول و کینگما[4]، ۲۰۰۸، ص. ۵۹۱). آزمودنی در وضعیتی متعادل، نزدیک به لبهٔ 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 لبهٔ جلویی سکو تکیه داشته باشد. این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کند. وزن آزمودنی به صورت کامل به وسیلهٔ پای غیر غالب تحمل می‌شود. برای انجام آزمون، از آزمودنی درخواست می‌شود تا به صورت کاملاً عمودی و متعادل، بدون خم کردن و پایین آوردن تنه، با حالت پرشی بر روی پای غالب فرود آید. پس از فرود، از آزمودنی خواسته شد وضعیت را برای ۵ ثانیه حفظ کند. پیش از انجام آزمون، آزمودنی برای انجام صحیح فرود، مورد آموزش قرار گرفت. پس از یادگیری نحوهٔ فرود در روز آزمون، آزمودنی ۳ بار فرود را تمرین می‌کرد. هر آزمودنی ۳ کوشش صحیح با فاصلهٔ ۳۰ ثانیه انجام داد (نحوهٔ فرود به وسیلهٔ آزمونگر بررسی شده و در صورت صحیح نبودن حرکت، آزمون تکرار می-شد). برای هر آزمودنی دو کوشش، با حداقل اختلاف در فعال شدن عضلات، با هدف گرفتن میانگین و تحلیل داده‌ها، مورد استفاده قرار گرفت.

1. Kasman
2. foot switch
3. Synchronized
4. Medina, McLeod, Howell and Kingm

برای تحلیل داده‌های الکترومیوگرافی، از روش محاسبه ریشهٔ دوم میانگین مربعات و در پنجره‌هایی به پهنای ۲۰ میلی‌ثانیه استفاده گردید. ازآنجایی‌که آسیب رباط صلیبی قدامی در کمتر از ۱۰۰ میلی‌ثانیه، پس از برخورد پا با زمین اتفاق می‌افتد، میزان فعالیت عضلات در ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از فرود محاسبه شد (بین، ۲۰۱۱، ص. ۲۷۱). داده‌های به‌دست‌آمده به وسیلهٔ داده‌های الکترومیوگرافی حاصل از حداکثر انقباض ارادی[1] مربوط به هر عضله، نرمال شدند.

برای گروه تمرینی ثباتی عملکردی، از پروتکل تمرینی تعدیل‌شده پارک هاوس[2] و بال (۲۰۱۰) استفاده شد (پارک هاوس و بال[3]، ۲۰۱۰، ص. ۱). در گروه تجربی، توضیحات کلامی برای انجام صحیح تمرینات نیز ارائه شد. انجام صحیح تکنیک تمرین توسط آزمودنی، معیار ورود به مرحله بعدی و پیشرفت تمرین برای هر آزمودنی بود. تمرینات به مدت ۶ هفته و هفته‌ای دو بار انجام شد، مدت‌زمان انجام تمرینات و تواتر آن، با توجه به مطالعات مروری در این زمینه تعیین گردید (هوت، میر و فورد، ۲۰۰۶، ص. ۲۹۹). تمرینات شامل تمرینات پلانک طرفی[4]، پلانک کامل[5]، برد داگ[6]، کرانچ مورب[7] و پل شکمی[8] بود. تمرینات با ۵ ست ۸ تا ۱۲ ثانیه‌ای در هفته اول برای هر تمرین آغاز و تا ۵ ست ۱۱ تا ۲۰ ثانیه‌ای تا هفته ششم پیشرفت داده شد. بین هر ست ۵ ثانیه و بین هر تمرین ۱ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد.

پس از انجام شش هفته تمرینات ثباتی عملکردی، مجدداً برای دو گروه، پس‌آزمون الکترومیوگرافی در شرایط اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، انجام و نتایج مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت.

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همچنین برای بررسی تأثیر تمرین در گروه تجربی و مقایسه بین گروه‌ها، از آزمون‌های تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری، تی زوجی و تی مستقل استفاده شد. تمامی تجزیه‌وتحلیل‌ها در سطح معناداری ۹۵ درصد (۰/۰۵ =α) و نرم‌افزار اس پی اس اس[9] نسخه ۱۸ انجام شد.

1. MVC
2. Parkhouse
3. Parkhouse and Ball
4. Lateral Plank
5. Full Plank
6. Bird Dog
7. Diagonal Crunch
8. Abdominal Bridge
9. SPSS

نتایج

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد)

متغیر / گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
تجربی	۱/۲۰ع۱۹/۲۷	۳/۶۴ع۱۶۱/۳۲	۲/۳۲ع۶۰/۹۳
کنترل	۰/۹۵ع۱۹/۱۲	۵/۲۳ع۱۶۳/۰۵	۳/۷۸ع۵۹/۱۳

نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری، با تصحیح گرین هاوس-گایزر، در مورد میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات سرینی میانی، عرضی شکم/مایل داخلی، مایل خارجی و مربع کمری، نشان داد که اثر تعاملی زمان (پیش از مداخله و پس از مداخله) بر گروه (تجربی و کنترل) معنادار است (جدول شماره ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در بررسی اثر تعاملی زمان (پیش از مداخله و پس از مداخله) بر گروه (تجربی و کنترل)

عضله	پس‌آزمون		پیش‌آزمون		اثر تعاملی زمان بر گروه
	کنترل	تمرین	کنترل	تمرین	
سرینی میانی	۱۲/۴۳ ±۴۰/۰۶	۱۴/۱۸ ±۳۸/۰۷	۱۰/۳۹ ±۳۹/۴۸	۵/۹۹±۲۴/۰۲	(F۲۳،۱ = ۱۷/۰۲ ،P <۰۵)
عرضی شکم/مایل داخلی	۲/۶۴±۲۱/۱۵	۷/۶۱±۲۳/۲۳	۴/۱۲ ±۲۳/۷۱	۴/۲۹±۱۴/۶۴	(F۲۳،۱ = ۳۲/۱۸ ،P <۰۵)
مایل خارجی	۵/۷۳ ±۳۸/۲۶	۸/۲۳ ±۳۴/۱۳	۸/۷۴ ± ۳۵/۲۸	۵/۷±۱۷/۸۰	(F۲۳،۱ = ۱۱/۳۰ ،P <۰۵)
مربع کمری	۷/۱۸±۴۶/۳۵	۱۱/۶۱±۴۸/۰۶	۱۰/۲۶±۴۲/۸۶	۹/۶۸±۳۰/۴۶	(F۲۳،۱ = ۲۷/۲۴ ،P <۰۵)

با توجه به معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون‌های تی زوجی (جهت بررسی اختلافات درون‌گروهی) و تی مستقل (جهت بررسی اختلافات بین گروهی) استفاده شد.

با توجه به نتایج آزمون تی زوجی، بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل، در میزان فعالیت عضلات سرینی میانی (p=۰/۷۴۷)، مایل خارجی (p=۰/۱۱۴)، عرضی شکم/مایل داخلی (p=۰/۱۷۵) و مربع کمری (p=۰/۰۹۵) تفاوتی وجود نداشت. همچنین بین نمرات پیش‌آزمون گروه کنترل و تجربی (آزمون تی مستقل) در میزان فعالیت عضلات سرینی میانی (p=۰/۷۱۳)، مایل خارجی (p=۰/۳۷۹)، عرضی شکم/مایل داخلی (p=۰/۴۶۱) و مربع کمری (p=۰/۶۷۱) تفاوتی یافت نشد. تفاوت معناداری در میزان فعالیت عضلهٔ سرینی میانی ($t_{۲۳}$=۴/۶۰:P=۰/۰۰۱)، عضلهٔ عرضی شکم/مایل داخلی ($t_{۲۳}$=۵/۳۸:P=۰/۰۰۱)، عضلهٔ مایل خارجی ($t_{۲۳}$=۵/۹۴: P=۰/۰۰۱) و عضلهٔ مربع کمری ($t_{۲۳}$=۳/۱۰: P=۰/۰۰۵)، در مقایسهٔ پس‌آزمون‌های دو گروه تجربی و کنترل یافت شد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات ثباتی عملکردی، بر فعالیت عضلات سرینی میانی، مایل داخلی/عرضی شکم، مایل خارجی شکم و مربع کمری، بر افراد مبتلا به نقص کنترل تنه بود. نتایج پژوهش نشان داد که میزان فعالیت عضلات، پس از انجام تمرینات در گروه تجربی، به طور معناداری کاهش یافته است. طبق نتایج پژوهش‌ها، دورهٔ بلوغ، با افزایش ناگهانی در اندازه استخوان-ها و حجم تنه همراه است. در مردان این افزایش حجم همراه با افزایش در کنترل نوروماسکولار، قدرت و توان عضلات است، اما در زنان، چنین افزایشی در قدرت و توان و در نتیجه کنترل نوروماسکولار مشاهده نمی‌شود (هوت و میر، ۲۰۱۱، ص. ۱۶۱)، در نتیجه نقص‌های کنترل عصبی عضلانی، مانند نقص کنترل تنه اتفاق می‌افتد. کنترل نامناسب در ناحیهٔ مرکزی و نقص در توانایی تقسیم کردن نیروها، منجر به حرکات بیش‌ازحد تنه، به خصوص در صفحه فرونتال، همراه با افزایش نیروهای عکس‌العملی زمین و والگوس در مفصل زانو می‌شود (هوت و جانسون، ۲۰۱۰، ص. ۳۶). در این شرایط، محدودکننده‌های عضلانی قادر به جبران و خنثی کردن این نیروهای افزایش‌یافته نمی-باشند و آسیب‌های زانو رخ می‌دهند (بینون و فلمینگ، ۱۹۹۸، ص. ۵۱۹).

ازآنجایی‌که تاکنون، پژوهشی به بررسی تأثیر این تمرینات بر عضلات کمری لگنی افراد مبتلا به نقص کنترل تنه، نپرداخته است، باید عنوان کرد نتایج پژوهش حاضر، در برخی متغیرها با نتایج

پژوهش‌های گیج[1] و همکاران (۲۰۰۹)، میلز[2] و همکاران (۲۰۰۵)، کاجی[3] و همکاران (۲۰۱۰)، هیبز[4] و همکاران (۲۰۰۸)، رولینگ[5] و همکاران (۲۰۱۲) و کاگ[6] و همکاران (۲۰۱۲) هم‌راستا است. این پژوهش‌ها، تأثیر تمرینات ثباتی عملکردی را بر جنبه‌های مختلف اجرا، تعادل، قدرت و استقامت بررسی کرده‌اند. گیج و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر هشت هفته تمرینات تقویتی شکم، شامل تمرینات ثباتی عملکردی بر ضخامت عضلات شکم، کنترل پوسچرال، فعالیت عضلانی، کینتیک و کینماتیک فرود افراد سالم و افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا، بررسی کردند (گیج، ۲۰۰۹). این پژوهشگران، کاهش فعالیت عضلانی و بهبود بیومکانیک فرود و کنترل پوسچرال را گزارش کردند که نشان‌دهندهٔ بهبود کنترل نوروماسکولار پس از انجام این تمرینات بود (گیج، ۲۰۰۹). پس از انجام تمرینات، به دلیل تأثیر تمرینات نوروماسکولار، افراد قادرند تکلیف مشابه را با فراخوانی تعداد واحدهای حرکتی کمتر و یا فیبرهای عضلانی کمتری انجام دهند. در این پژوهش، با وجود کاهش فعالیت عضلات عرضی و مایل داخلی شکم، تفاوتی در ضخامت آن‌ها پیش و پس از تمرینات مشاهده نشد که این مسئله مبین بهبود کنترل نوروماسکولار است. سیستم کنترل نوروماسکولار کارآمد، با ایجاد پایداری، احتمال وقوع آسیب را کاهش می‌دهد (گیج، ۲۰۰۹). میلز (۲۰۰۵) تأثیر ۱۰ هفته تمرینات ثباتی عملکردی را، بر ثبات کمری لگنی و توان اندام تحتانی ورزشکاران بررسی و گزارش نمود. پس از تمرینات، بهبود کنترل کمری لگنی در آزمون‌های بیوفیدبک فشاری و توان اندام تحتانی مشاهده شد. درصورتی‌که چنین تغییراتی در گروه تجربی کاذب (استفاده از تمرینات تقویت شکم سنتی) گزارش نشد (میلز، تانتون[7] و میلز، ۲۰۰۵، ص. ۶۰). پایداری ستون مهره‌ها، به وسیلهٔ عملکرد یکپارچهٔ زیر سیستم‌های فعال، غیرفعال و کنترل عصبی - عضلانی مهیا می‌شود. درصورتی‌که هرکدام از این زیرسیستم‌ها در اثر آسیب‌دیدگی دچار نقص شده باشند، با مداخله در زیرسیستم‌های فعال و کنترل عصبی - عضلانی، می‌توان این نقص را برطرف نمود (میلز، ۲۰۰۵، ص. ۶۰). هیبز و همکاران (۲۰۰۸) نیز پس از شش هفته تمرینات ثباتی عملکردی بر روی شناگران، گزارش کردند که این تمرینات، منجر به کاهش فعال شدن عضلات (درصدی از حداکثر

1. Gage
2. Mills
3. Kaji
4. Hibbs
5. Roling
6. Cu
7. Taunton

انقباض ارادی) حین اجرا و آزمون‌های ثباتی شده که این کاهش با بهبود کنترل نوروماسکولار پس از انجام تمرینات ثباتی عملکردی در ارتباط است (هیبز، ۲۰۱۱).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات ثباتی عملکردی، منجر به افزایش تولید نیرو در عضلات اندام تحتانی می‌شوند، به این صورت که با وجود یک پایه و بنیان باثبات، عضلات متصل به ناحیهٔ کمری-لگنی، می‌توانند به‌خوبی منقبض شوند. افزایش تحریکات عصبی[1] در عضلات اندام تحتانی و افزایش آگاهی نسبت به عضلات، کنترل تنه و وضعیت لگن، منجر به افزایش تولید نیرو در عضلات می‌شود (هایدز، استنتون، مک ماهون و سیم[2]، ۲۰۰۸، ص. ۱۰۱). ناحیهٔ مرکزی، سعی در پیشگیری از حرکت نسبت به آغاز حرکت دارد. این موضوع، پایهٔ طراحی برنامه‌های تمرینی ثباتی عملکردی است. اجرای تکنیک درست در اغلب تکالیف ورزشی و فعالیت‌های روزمره، به تولید نیرو و توان در ناحیه ران و انتقال آن از میان ناحیهٔ مرکزی بستگی دارد. بیشتر تکالیف شامل بلند کردن، کشیدن و هل دادن نیز، از قانون تولید نیرو در ناحیهٔ ران تبعیت می‌کنند، ولیکن هنگامی این تولید نیرو در معرض خطر قرار می‌گیرد که ستون مهره‌ها، زیر فشار ناشی از این حرکات، خم شده و به اصطلاح، فرد دچار "نشت انرژی[3]" می‌شود (مک گیل[4]، ۲۰۱۰، ص. ۳۳). به همین علت، توصیه شده است که در طراحی برنامه‌های ثباتی عملکردی، از انقباض ایزوله عضلات خودداری شده و برنامه‌ها به صورتی طراحی شوند که تمامی عضلات مرتبط را، به‌صورت یکپارچه بکار گیرند. پایداری واقعی ستون مهره‌ها هنگامی کسب می‌شود که به‌وسیلهٔ فعالیت تمامی عضلات، شامل عضلات راست شکمی و عضلات دیواره شکمی، مربع کمری، پشتی بزرگ و بازکننده‌های پشت، تعادل و سختی خود را به دست آورد (مک گیل، ۲۰۱۰، ص. ۳۳). میزان بار ۴۵ تا ۵۰ درصد ۱ تکرار بیشینه، می-تواند قدرت را در افراد تمرین نکرده افزایش دهد. تمریناتی که بیشتر از ۴۵ درصد حداکثر انقباض ارادی عضله را فعال می‌کنند، قدرت را افزایش داده و تمرینات کمتر از ۴۵ درصد حداکثر انقباض ارادی، موجب افزایش استقامت می‌شوند (فرنچ، دانلیوی و کوزاک[5]، ۲۰۱۰، ص. ۹۲). استیونز[6] و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند، انقباضات در حد ۷۰٪ حداکثر انقباض ارادی، برای ارتقای قدرت

1. Neural Derive
2. Hides, Stanton, Mcmahon and Sims
3. Energy Leak
4. McGill
5. French, Dunleavy and Cusack
6. Stevens

عضلات شکمی لازم است و تمرینات ثباتی مانند تمرینات پل زدن، چنین سطحی از فعالیت را ایجاد نمی‌کنند (استونز و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۷۱۱). این تمرینات، با افزایش استقامت عضلات و صرف انرژی کمتر حین فرود و تکالیف ورزشی، می‌توانند به صورت ثانویه، وقوع آسیب‌دیدگی را نیز کاهش دهند. در این شرایط، خستگی کمتر رخ داده و عضلات تنه می‌توانند تا حدی، حین فرود در برابر فشارهای وارده، بیشتر مقاومت کنند.

از سوی دیگر در انجام فرود بر روی یک پا، تعادل نقش مهمی دارد. ازآنجایی‌که تمرینات ثباتی بر ناحیه مرکزی تأثیر گذاشته و تعادل را بهبود می‌دهند، بهبود تعادل و حس عمقی، می‌تواند کنترل عصبی - عضلانی را افزایش داده و فرود با صرف انرژی کمتر و با انقباض عضلانی کمتری انجام شود. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که تمرینات ثباتی عملکردی، شامل تمرینات پل زدن، به‌ویژه پل زدن طرفی، عضلهٔ سرینی میانی را، بین ۴۲ تا ۷۴ درصد حداکثر انقباض ارادی فعال می‌کند.

رولینگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز بهبود امتیازات آزمون پرش تاک را پس از تمرینات تقویتی ناحیه کمری- لگنی گزارش کردند. بیشتر تمرینات استفاده شده در پژوهش فوق، تمرینات ثباتی عملکردی بود. این پژوهشگران، تمرینات ثباتی عملکردی را، در یادگیری الگوهای فراخوانی جدید مؤثر دانستند، به این صورت که این الگوها، می‌توانند عضلات ناحیه کمری- لگنی را به‌صورت مؤثر فراخوانی کرده و اجرای آزمون پرش تاک و موارد مرتبط با نقص کنترل تنه، غلبهٔ پا، عضلهٔ چهارسر و لیگامانی را بهبود بخشند (رولینگ و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۸). همچنین ازآنجایی‌که ثبات پروگزیمال برای انجام حرکات دیستال ضروری است، ارتقای ثبات و عملکرد عضلات ناحیه کمری-لگنی، می‌تواند اجرای فرود را بهبود دهد (رولینگ و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۸).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان فعالیت عضلات سرینی میانی، مایل داخلی/عرضی شکم، مایل خارجی شکم و مربع کمری، پس از انجام تمرینات در گروه تمرینات ثباتی عملکردی، کاهش یافت. این کاهش فعالیت، نشان‌دهندهٔ بهبود کنترل عصبی ° عضلانی و انجام تکلیف مشابه با صرف انرژی کمتر است. پیشنهاد می‌شود در افراد مبتلا به نقص کنترل تنه، تمرینات ثباتی عملکردی استفاده‌شده در پژوهش حاضر، جهت کاهش این نقص مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، پیشنهاد می‌شود پژوهشی با استفاده از تمرینات عملکردی‌تر نسبت به پژوهش حاضر نیز، بر کنترل تنهٔ افراد مبتلا به نقص کنترل تنه، انجام شود. همچنین انجام

پژوهشی با تمرینات بیشتر از شش هفته و با تکرار بیش از دو بار در هفته، جهت ارتقای بیشتر در عملکرد عضلات پیشنهاد می‌شود. لازم به ذکر است بررسی فعالیت پیش‌بین این عضلات، قبل از فرود نیز مفید است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر به مربیان توصیه می‌شود، با استفاده از آزمون‌های عملکردی و میدانی، ورزشکاران مستعد آسیب رباط صلیبی قدامی را شناسایی کرده و تمرینات پژوهش حاضر را در ترکیب با تمرینات عملکردی‌تری، در برنامه‌های پیشگیرانه برای کاهش احتمال وقوع آسیب، مورد استفاده قرار دهند.

آنچه تاکنون در مورد موضوع پژوهش می‌دانستیم:

تاکنون در ارتباط با موضوع پژوهش، شواهد به‌دست‌آمده گزارش کرده‌اند که تمرینات ثباتی عملکردی اغلب با هدف بهبود عملکرد، کاهش احتمال وقوع آسیب‌دیدگی و بهبود کنترل عصبی - عضلانی مؤثر واقع شده‌اند.

آنچه پژوهش حاضر به موضوع اضافه کرد:

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از این تمرینات در زنان مبتلا به نقص کنترل تنه و مستعد آسیب رباط صلیبی قدامی نیز، می‌تواند با تأثیر بر عوامل مرتبط با سازوکار این آسیب، در پیشگیری از وقوع آن مؤثر واقع شود.

منابع

1. Beynnon, B., and Fleming, B. (1998). Anterior cruciate ligament strain in-vivo; A review of previous work. Journal of Biomechanics. 31; 519˚525.

2. Bien, D.P. (2011). Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm up programs in female athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. 25(1); 271˚285.

3. Chimera, N., Swanik, K., Swanik, C., and Straub, S. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. Journal of Atheticl Training. 39(1); 24˚31.

4. Cram, J., and Kasman, G. (2011). Introduction to Surface Electromyography. Second ed. Mississauga, Ontario, Jones and Bartlett.

5. Ford, K.R., Myer, G.D. and Hewett T. E. (2007). Increased Trunk Motion In Female Athletes Compared To Males During Single Leg Landing. Medicine & Science in Sports & Exercise. 39(5); 70.

6. French, H., Dunleavy, M., and Cusack, T. (2010). Activation levels of gluteus medius during therapeutic exercise as measured with electromyography: a structured review. Physical Therapy Reviews. 15(2); 92-105.

7. Gage, M.J. (2009). The Effects of Abdominal Training on Postural Control, Lower Extremity Kinematics, and Muscle Activation Doctor of Philosophy, Brigham Young University.
8. Hewett, T., and Johnson, D. (2010). ACL prevention programs; Fact or fiction?. Orthopedics. 33; 36˚39.
9. Hewett, T., Myer, G., Ford, K., Heidt, R., Colosimo, A., McLean, S., Bogert, AJ,, Paterno, M., and Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes; A prospective study. The American Journal of Sports Medicine. 33; 492˚501.
10. Hewett, T., Torg, J., and Boden, B. (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes; Lateral trunk and knee abduction moments are combined components of the injury mechanism. British Journal of Sports Medicine. 43; 417-422.
11. Hewett, T., Zazulak, B., and Myer, G. (2007). Effects of the menstrual cycle on anteriorcruciate ligament injury risk; A systematic review. The American Journal of Sports Medicine. 35; 659˚668.
12. Hewett, T.E., Ford, K.R., Hoogenboom, B.J., and Myer, G.D. (2010). understanding and preventing ACL injuries; current biomechanical and epidemiologic consideration - update 2010. North American Journal of Sports Physical Therapy. 5(4); 234-251.
13. Hewett, T.E., and Myer, G.D. (2011). The Mechanistic Connection Between the Trunk, Hip, Knee, and Anterior Cruciate Ligament Injury. Exercise and Sport Sciences Reviews. 0091-6331(3904); 161-166.
14. Hewett, T. E., G. D. Myer and K. R. Ford (2006). Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes, Part 1, Mechanisms and Risk Factors. The American Journal of Sports Medicine. 34(2); 299-311.
15. Hibbs, A. (2011). Development and Evaluation of a Core Training Programme in Highly Trained Swimmers. Doctor of Philosophy Teesside University.
16. Hides, J., W. Stanton, S. Mcmahon and K. Sims (2008). Efect of Stabilization Training on Multiifdus Muscle Cros.-sectional Area Among Young Elite Cricketers With Low Back Pain. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 38(3); 101-108.
17. Madhavan, S. and R. K. Shields (2009). Movement Accuracy Changes Muscle-Activation Strategies in Female Subjects During a Novel Single-Leg Weight-Bearing Task. the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. 1; 319-328.
18. McGill, S. (2010). Core Training; Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. Strength and Conditioning Journal. 32(3);33-46.
19. Medina, J.M., McLeod, T.C.V., Howell, S.K., and Kingma, J.J. (2008). Timing of neuromuscular activation of the quadriceps and hamstrings prior to landing in high

school male athletes, female athletes, and female non-athletes. Journal of Electromyography and Kinesiology. 18; 591˚597.
20. Mills, J., Taunton, J., and Mills, W. (2005). The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes; A randomized-controlled trial. Physical Therapy in Sport. 6(2); 60-66.
21. Myer, G., Ford, K., Brent, J., and Hewett, T. (2007). Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in high-risk versus low-risk athletes. BMC Musculoskelet Disord. 8; 1-7.
22. Myer, G., Ford K., Foss, C., Liu, T., and Hewett, T. (2009). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. Clinical Journal of Sport Medicine. 19; 3-8.
23. Myer, G., Ford, K., and Hewett, T. (2004). Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. Journal of Atheticl Training. 39; 352˚364.
24. Myer, G., Ford, K., Khoury, J., Succop, P., and Hewett, T. (2010). Development and validation of a clinic-based prediction tool to identify female athletes at high risk for anterior cruciate ligament injury. The American Journal of Sports Medicine. 38(10); 2025-2033.
25. Myer, G.D., Brent, J.L., Ford, K.R., and Hewett, T.E. (2011). Real-Time Assessment and Neuromuscular Training Feedback Techniques to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes. Strength and Conditioning Journal. 33(3); 21-35.
26. Myer, G.D., Ford, K.R., and Hewett, T.E. (2011). New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis. British Journal of Sports Medicine. 45; 238˚244.
27. Myer, G.D., Ford, K.R., McLean, S.G., and Hewett, T.E. (2006). The Effects of Plyometric Versus Dynamic Stabilization and Balance Training on Lower Extremity Biomechanics. The American Journal of Sports Medicine. 34(3); 445-455.
28. Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., and Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball; A systematic video analysis. The American Journal of Sports Medicine. 32; 1002˚1012.
29. Parkhouse, K.L., and Ball, N. (2010). Inlfuence of dynamic versus static core exercises on performance in ifeld based iftness tests. Journal of Bodywork . . Movement Therapies. 15(2); 1-8.
30. Paterno, M., Schmitt, L., Ford, K., Rauh, M., Myer, G., Huang, B., and Hewett, T. (2010). Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. The American Journal of Sports Medicine. 38; 1968˚1978.
31. Prentice, W.E. (1999). Rehabilitation Techniques in Sports Medicine, translated by Farahani, M. (1380),1st ed, Tehran, sarvad.

32. Roling, K., Oliver, G., and Dittmore, S. (2012). The Effects of a Lumbopelvic-Hip Strengthening Intervention Program on Functional Testing in Collegiate Female Tennis Players. Clinical Kinesiology. 66(1); 8-13.
33. Stevens, V. (2008). Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers. European Spine Jpurnal. 16(5); 711-716.
34. Zazulak, B.T., Hewett, T.E., Reeves, N.P., Goldberg, B., and Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk A Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. The American Journal of Sports Medicine. 35(7); 1120-1130.
35. Zazulak, B.T., Hewett, T.E., Reeves, N.P., Goldberg, B., and Cholewicki, J. (2007). The Effects of Core Proprioception on Knee Injury; A Prospective Biomechanical-Epidemiological Study. The American Journal of Sports Medicine. 35(3); 368-373.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی