DOI: 10.22122/jrrs.v13i5.3052 Published by Vesnu Publications

تأثیر هشت هفته تمرین عصبی– عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی در پسران نوجوان تکواندوکار

سوسن حاجی‌پور[۱]، فریبرز محمدی‌پور[۲]، روح‌اله نیکویی[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پارگی رباط صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL)، شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو می‌باشد که علاوه بر داشتن هزینه درمان بالا، موجب از دست دادن مشارکت ورزشی و ایجاد آسیب‌های ثانویه می‌شود. افت تعادل، یکی از مهم‌ترین علل بروز آسیب ACL است و بهبود تعادل می‌تواند موجب پیش‌گیری از این آسیب شود. از این رو، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی- عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب ACL در نوجوانان پسر تکواندوکار بود.

مواد و روش‌ها: ۲۷ نوجوان تکواندوکار پسر در دو گروه مورد (n = ۱۵) و شاهد (n = ۱۲) قرار گرفتند. گروه تجربی به تمرین عصبی- عضلانی به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه پرداختند و مابقی زمان آن تا ۹۰ دقیقه تمرینات رایج تکواندو را انجام دادند. گروه شاهد، فقط تمرینات رایج تکواندو را به مدت ۹۰ دقیقه انجام دادند. تعادل ایستا و پویا با استفاده از دستگاه تعادل‌سنج Biodex قبل و بعد از اعمال شیوه‌نامه تمرین عصبی- عضلانی، اندازه‌گیری شد. مقایسه بین گروهی با استفاده از روش آماری ANCOVA در سطح معنی‌داری P < ۰/۰۵۰ انجام شد.

یافته‌ها: تفاوت معنی داری بین دو گروه در شاخص تعادل ایستا (P = ۰/۰۰۱) و پویا (شاخص قدامی خلفی) (P = ۰/۰۰۱)، شاخص داخلی خارجی (P = ۰/۰۰۱) و شاخص کلی (P = ۰/۰۰۱) بعد از اجرای تمرین عصبی- عضلانی وجود داشت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تمرین عصبی- عضلانی، اثرات مثبتی بر تعادل نوجوانان پسر تکواندوکار دارد و ممکن است از بروز آسیب ACL جلوگیری کند.

کلید واژه‌ها: لیگامان صلیبی قدامی، تعادل ایستا، تعادل پویا، مفصل زانو، تمرین عصبی- عضلانی

ارجاع: حاجی‌پور سوسن، محمدی‌پور فریبرز، نیکویی روح‌اله. **تأثیر هشت هفته تمرین عصبی- عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی در پسران نوجوان تکواندوکار.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۷۷-۲۷۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۰

مقدمه

امروزه، با افزایش تعداد ورزشکاران و علاقمندان به ورزش، میزان آسیب‌های ورزشی نیز افزایش یافته است. در میان این آسیب‌ها، پارگی لیگامان صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL) در میان ورزشکاران به ویژه در نوجوانان مشهودتر است (۱). مفصل زانو، یکی از مهم‌ترین ساختارهای اندام تحتانی در انجام اعمال مختلف است و ACL به عنوان یک ساختار ایستا و پویا، نقش مهمی را در ثبات مفصلی زانو ایفا می‌کند (۲). پارگی ACL، آسیب بسیار مهمی در مفصل زانو است که سلامت جسمی و روحی ورزشکاران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین پیامد این آسیب، بی‌ثباتی و عدم تعادل در مفصل است که منجر به کاهش فعالیت عمومی، عملکرد نامطلوب مفصل زانو و افت قابل توجه کیفیت زندگی در کوتاه مدت می‌شود (۳).

ارتباط بین تعادل و آسیب ACL، یک ارتباط دو سویه است. فعل و انفعالاتی که در طی رقابت‌های ورزشی بر بدن اعمال می‌شوند، مرکز ثقل بدن را به بیرون سطح اتکا انتقال می‌دهند. از این رو، برای اجتناب از افت تعادل، سقوط و سرانجام آسیب اندام تحتانی همچون پارگی ACL، باید از طریق تعدیل وضعیت بدن، مرکز ثقل به داخل سطح اتکا بازگردانده شود (۴). مطالعات پیشین، حاکی از آن است که در ورزشکاران با امتیاز شاخص تعادل (Balance index score یا BIS) بالاتر، خطر بروز آسیب ACL به دلیل نقص در تعادل و کنترل عصبی- عضلانی ضعیف، افزایش پیدا می‌کند (۵).

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۲- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۳- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
نویسنده مسؤول: سوسن حاجی‌پور
Email: hajipoor70@yahoo.com

کنترل وضعیت بدن و تعادل، به عنوان توانایی سازگاری برای حفظ مرکز ثقل بدن در تکیه‌گاه عنوان می‌شود (۶). این سازگاری که هم به صورت ایستا و هم به صورت پویا وجود دارد، در مچ پا، زانو و ران اتفاق می‌افتد و احتمال دارد در صورت معیوب بودن مرکز ثقل و سطح حمایتی، از بین برود (۷).

تکواندو، یک ورزش رسمی المپیک و یک هنر رزمی پرطرفدار در جهان است. این ورزش، به وسیله حرکات سریع حمله و دفاع با تأکید بیشتر بر تکنیک‌های ضربات پای پویا از یک موقعیت متحرک تعریف می‌شود (۸). تعادل وضعیت بدن، برای اجرای تکنیک‌های تکواندو به علت این که اغلب حرکات بر روی یک پا انجام می‌شود، بسیار اهمیت دارد. نقص در تعادل، ممکن است سبب بی‌ثباتی بدن و اضافه بار غیر فعال ساختار اسکلتی- عضلانی شود و در نتیجه، منجر به اختلال، درد و سقوط گردد (۹). گفته می‌شود بالاترین میزان شیوع آسیب در این ورزش، مربوط به مفصل زانو است که در ۵۲/۱ درصد از رقابت‌های تکواندو اتفاق می‌افتد. با توجه به ویژگی اصلی تکنیک‌های تکواندو، یعنی اجرای حرکات روی یک پا، بار سنگینی بر زانو وارد می‌شود که با افت تعادل، ACL به راحتی در معرض اضافه بار قرار می‌گیرد و اندکی بی‌دقتی، موجب بروز آسیب خواهد شد (۱). درصد بالای آسیب در این ورزش، ضرورت پیش‌گیری را بیش از پیش نمایان می‌کند.

تمرین عصبی- عضلانی، ترکیبی از مؤلفه‌های تمرینی است. این تمرین، باعث بهبود در توانایی کنترل حرکت و پتانسیلی برای کاهش نیروهای بیش از حد وارد بر اندام تحتانی و در نهایت، کاهش آسیب می‌شود. با کاهش تعادل و افزایش حرکت بدن، مرکز ثقل از تکیه‌گاه خارج می‌شود. این تمرین، موجب افزایش پتانسیل بالقوه برای جلوگیری از انحرافات بیومکانیک در اندام تحتانی خواهد شد (۱۰). نتایج حاصل از مطالعه Hopper و همکاران که به بررسی اثر تمرینات عصبی- عضلانی روی بیومکانیک اندام تحتانی در زنان جوان نتبال پرداخته بود، نشان داد که این تمرینات، موجب کاهش آسیب ACL خواهد شد (۱۱). همچنین، یافته‌های Myer و همکاران، تأثیر مثبت تمرین عصبی- عضلانی در پیش‌گیری از این آسیب را نشان دادند (۱۲).

با این وجود، مطالعات کمی اثر تمرینات عصبی- عضلانی را در پیش‌گیری از آسیب‌های زانو، به ویژه آسیب ACL بررسی کرده‌اند. با توجه به مطالب بیان شده و اهمیت تمرینات عصبی- عضلانی در کاهش بروز آسیب ACL در افراد، سهولت اجرای این نوع تمرین، عدم نیاز به وسایل و امکانات خاص، کم هزینه بودن آن و همچنین، اهمیت حفظ تعادل برای بهبود عملکرد و کاهش بروز آسیب ACL در تکواندوکاران، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر هشت هفته تمرین عصبی- عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب ACL در نوجوانان تکواندوکار بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، از نوع تجربی بود که با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان در تابستان سال ۱۳۹۶ انجام گردید. پس از هماهنگی‌های لازم با هیأت تکواندوی شهر کرمان، تمام نوجوانان پسر تکواندوکار شناسایی شدند. از میان آن‌ها، ۲۷ تکواندوکار با حداقل ۳ سال سابقه شرکت در مسابقات کشوری، به صورت هدفمند و در دسترس به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. با استفاده از اطلاعات مربوط به مطالعات پیشین (۹)، حجم نمونه ۲۷ نفر برآورد گردید تا توان آماری ۰/۸ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ حاصل شود. دامنه سنی نمونه‌ها ۱۷-۱۳ سال بود و این بازیکنان، فاقد هر گونه آسیب (شکستکی، پارگی لیگامان) در اندام تحتانی طی یک سال گذشته بودند. همچنین، در صورت شرکت نکردن آزمودنی‌ها در یک سوم از جلسات تمرینی و یا پس‌آزمون، از مطالعه حذف می‌شدند (۹).

قبل از انجام تحقیق، اهمیت آن و لزوم شرکت منظم در تمرینات و چگونگی اجرای تحقیق برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. سپس، فرم رضایت‌نامه کتبی برای موافقت آزمودنی‌ها جهت شرکت، در اختیار والدین آنان قرار گرفت و پس از امضا، جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر مورد تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کرمان با شماره IR.Kmu.REC.1397.1. می‌باشد.

تمرین عصبی- عضلانی با هدف بهبود تعادل و پیش‌گیری از آسیب ACL در دو وضعیت ایستاده و خوابیده طراحی شده است. در اجرای تمرینات، سعی بر آن بود که افراد شکل صحیح حرکت را با تکرار ۱۰تایی در ۳۰ ثانیه انجام دهند. برنامه تمرینی، از تمرینات ساده به تمرینات پیشرفته با توجه به اصل اضافه بار و افزایش شدت (شدت پایه ۵۰ درصد توانایی آزمودنی) بر اساس زمان و نوع تمرین صورت گرفت. پیشرفت هر تمرین، زمانی انجام می‌شد که فرد قادر بود شکل صحیح یک تمرین را ۱۰ بار انجام دهد. در طول اجرای تمرینات، فرد سه ست ۱۰تایی انجام می‌داد و سپس، به اجرای تمرین بعد می‌پرداخت (۱۳). شیوه‌نامه تمرین عصبی- عضلانی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. شیوه‌نامه تمرین عصبی- عضلانی

نوع تمرین	هفته	شرح تمرین
گرم کردن (۱۰-۵ دقیقه)	تمام هفته‌ها	
تعادلی (۱۰-۵ دقیقه)	تمام هفته‌ها	ایستادن تک پا روی زمین، عمل پرتاب ودریافت توپ، ایستادن دو پا و تک پا روی تخته تعادل، ایستادن دو پا روی تخته تعادل و عمل پرتاب و دریافت توپ
تقویت عضلات مرکزی (۱۰-۵ دقیقه)	تمام هفته‌ها	حفظ تعادل در حالت شنای سوئدی، پلانک طرفی (هر دو طرف)، حفظ حالت شنای سوئدی روی توپ سوئیسی، حفظ حالت شنای سوئدی با دو توپ مدیسن، پلانک طرفی روی توپ سوئیسی
مقاومتی (۱۰ دقیقه)	هفته‌های دوم، سوم وچهارم	بالا بردن پاشنه، بالا بردن پاشنه پا با وزنه در دست، کرال‌آپ، پل دو پا، پل تک پا، لانج، اسکات
پلایومتریک (۱۰ دقیقه)	هفته‌های سوم و چهارم	پرش پا جمع، پرش طول، پرش جانبی، پرش هاپ ۹۰ درجه در جهت و خلاف جهت عقربه‌های ساعت، پرش از جعبه، پرش از مانع، پرش از روی مینی ترامپولین همراه با باز و بسته کردن زانو، پرش از روی مینی ترامپولین همراه با باز و بسته کردن زانو و پرتاب و دریافت توپ

http://jrrs.mui.ac.ir

آزمودنی‌ها به صورت تصادفی ساده و زوج و فرد توسط فردی غیر از پژوهشگر، در دو گروه مورد (n = ۱۵) و شاهد (n = ۱۲) قرار گرفتند. برنامه تمرینی و گروه‌بندی آزمودنی‌ها (گروه‌های مورد و شاهد) توسط یک نفر و اندازه‌گیری آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون توسط شخص دیگری که اطلاعاتی در مورد گروه‌بندی نداشت، به صورت یک سو کور انجام شد. جهت حذف اثر یادگیری مربوط به تمرین‌های قبل از اجرای شیوه‌نامه تحقیق حاضر، سه روز قبل از شروع تمرینات، از تمام افراد هر دو گروه پیش‌آزمون به عمل آمد. بعد از انجام پیش‌آزمون، گروه مورد تمرین عصبی- عضلانی را به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و به صورت یک روز در میان) و هر جلسه ۴۵-۳۰ دقیقه انجام دادند (۱۳) و مابقی زمان آن تا ۹۰ دقیقه به تمرینات رایج تکواندو پرداختند. گروه شاهد (بدون تمرین) در این مدت فقط تمرینات رایج تکواندو را انجام دادند. سه روز پس از اتمام تمرینات، از همه افراد هر دو گروه در همان محیط آزمایشگاه، پس‌آزمون به عمل آمد. تمامی شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون یکسان بود و سعی گردید تمامی شرایط از لحاظ روشنایی، دما، سر و صدا و مراحل انجام آزمون کنترل شود تا فقط تأثیر متغیر مستقل اندازه‌گیری گردد. همه ارزیابی‌های تحقیق بین ساعت ۸ صبح تا ۱۴ بعد از ظهر با توجه به ساعات کاری آزمایشگاه دانشگاه انجام گرفت. تا حد امکان، سعی بر این بود که پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر آزمودنی در یک ساعت مشخص از روز انجام شود.

پس از اندازه‌گیری قد و وزن با استفاده از متر نواری (با دقت ۰/۰۱ متر) و ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم) (مدل Beurer GS58, Germany)، برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا از آزمون تمرین کنترل قامت، سیستم تعادل‌سنج Biodex (مدل SWPN, V1/03، America) استفاده شد. از افراد خواسته شد مرکز پای خود را روی صفحه در یک وضعیت هم‌تراز و پایدار قرار دهند. این وضعیت قرارگیری، باید در هر سه تکرار آزمون تعادل حفظ شود. این وضعیت، به عنوان مرجع سطح در نظر گرفته شد که درجات جابه‌جایی در جهت قدامی- خلفی (صفحه سهمی) و داخلی- خارجی (عرضی) بر اساس آن اندازه‌گیری شد. همچنین، از افراد خواسته شد زانوی پای ضربه خود را۹۰ درجه (پای ضربه) خم کنند و برای ۲۰ ثانیه روی پای اتکا (پای مغلوب) بایستند. آزمودنی‌ها، سه بار آزمون را تکرار کردند. در نهایت، میانگین سه تکرار در نظر گرفته شد (۱۴). سپس، به افراد آموزش داده شد که تا جایی که امکان دارد صفحه سیستم تعادلی Biodex را در حالت متعادل نگه دارند. پس از بررسی مطالعات پیشین در مورد قابلیت اطمینان آزمون روی سیستم تعادلی Biodex (۱۵)، سطح ۱۲ (سطح استاتیک) برای استفاده در طول آزمون تعادل ایستا و سطح ۴ (سطح ناپایدار) در سیستم تعادلی Biodex برای استفاده در طول آزمون تعادل پویا انتخاب شد. برای به حداقل رساندن استفاده دست در هنگام دست‌یابی به تعادل در تمام تکرارهای آزمون، از افراد خواسته شد دست‌های خود را به شکل ضربدری روی سینه قرار دهند (۱۴).

افراد بدون بازخورد کلامی و در حالی که چشم خود را در طول آزمون تعادل باز نگه داشته بودند و همچنین، بازخورد بصری از عملکردشان از روی صفحه دیجیتال سیستم در طول آزمون داده نمی‌شد، آزمون را اجرا کردند. از افراد خواسته شد به یک نقطه مشخص شده روی دیوار روبه‌روی خود نگاه کنند و سه بار آزمون تکرار شد. همانند مطالعات قبلی که از سیستم تعادلی برای ارزیابی ثبات وضعیت استفاده شده است، میانگین جابه‌جایی از مرجع، موقعیت سطح در طول ۲۰ ثانیه برای هر تکرار محاسبه شد (۱۶، ۴).

میانگین و انحراف معیار سه آزمون از سیستم تعادلی محاسبه شد (۱۴). داده‌ها، پس از تجزیه و تحلیل به عنوان شاخص ثبات قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و کلی گزارش شد. بزرگ‌ترین عدد، نشان دهنده کمترین تعادل و کوچک‌ترین عدد، نشان دهنده بیشترین تعادل بود. نتایج به دست آمده از این آزمون‌ها، با توجه به روش‌های آماری لازم مقایسه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ (version 23, IBM Corporation, Armonk, NY) و با توجه به نمونه‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk جهت طبیعی بودن داده‌ها و از Mauchly's Test of Sphericity برای تعیین همگنی کوواریانس‌ها استفاده شد که در هر دو آزمون، $P > ۰/۰۵۰$ بود که نشان دهنده برقرار بودن این پیش‌فرض‌ها می‌باشد. با توجه به تأیید پیش‌فرض‌ها، از آزمون ANCOVA برای مقایسه دو گروه و برطرف کردن اثر متغیر مداخله (پیش‌آزمون) و محاسبه نتایج نهایی استفاده شد. لازم به ذکر است که در تمام آزمون‌های آماری، $P < ۰/۰۵۰$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی جمعیت شناختی آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۲ آمده است.

نتایج آزمون ANCOVA حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین مقادیر پیش‌آزمون در بین گروه‌های تحقیق بود. همچنین، نتایج نشان داد که تعادل ایستا در پای اتکای پسران تکواندوکار ($P = ۰/۰۰۱$) و تعادل پویا در جهات قدامی- خلفی ($P = ۰/۰۰۱$)، داخلی- خارجی ($P = ۰/۰۰۱$) و تعادل پویای کلی ($P = ۰/۰۰۱$) در پای اتکای پسران تکواندوکار در گروه مورد در پس‌آزمون بعد از اجرای برنامه تمرینی عصبی- عضلانی با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری دارد. نتایج حاصل در جدول ۳ آمده است.

اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تعادل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۴ آمده است. بهبود قابل توجهی در میانگین و انحراف معیار تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده در پس‌آزمون گروه مورد نسبت به گروه شاهد دیده شد.

بحث

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی- عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب ACL در نوجوانان تکواندوکار بود. نتایج حاصل از آزمون ANCOVA، پیشرفت قابل‌توجهی پس از هشت هفته تمرین عصبی- عضلانی در تعادل ایستا و پویا در جهات قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و تعادل پویای کلی در گروه مورد نشان داد.

جدول ۲. اطلاعات مربوط به خصوصیات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف معیار)

مشخصات جمعیت‌شناختی	تعداد آزمودنی‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)
گروه مورد	۱۵	۱۵/۲۰ ± ۱/۵۲	۴۵/۶۵ ± ۸/۶۸	۱/۶۵ ± ۰/۱۱	۱۷/۹۸ ± ۲/۱۳
گروه شاهد	۱۲	۱۵/۲۵ ± ۰/۹۶	۴۵/۵۸ ± ۸/۶۸	۱/۶۲ ± ۰/۱۱	۱۷/۱۹ ± ۲/۰۱

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس مربوط به تعادل ایستا و پویای پای اتکا

متغیر	تعادل ایستا	تعادل پویا(قدامی- خلفی)	تعادل پویا (داخلی - خارجی)	تعادل پویا (کلی)
مقدار F	۱۷۱/۶۵۹	۷۰/۷۲۳	۷۵/۲۵۸	۲۳۳/۱۸۵
مقدار P	□ ۰/۰۰۱	□ ۰/۰۰۱	□ ۰/۰۰۱	□ ۰/۰۰۱
اندازه اثر	۰/۸۷۷	۰/۴۷۴	۰/۷۵۷	۰/۹۰۷

□ نشان دهنده معنی‌داری متغیر در حد P < ۰/۰۵۰

در بیشتر مطالعات، نشان داده شده است که آسیب‌ها در ورزش تکواندو، اندام تحتانی، به ویژه مفصل زانو را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کوچک بودن سطح اتکا و اجرای اغلب حرکات تنها روی یکی از پاها و همچنین، خم و راست شدن زانو در هنگام رقص پا، می‌تواند موجب وارد شدن نیروی زیادی به مفصل زانو و در نتیجه افت تعادل و آسیب به لیگامان این مفصل شود (۹). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که ورزشکاران باتجربه‌تر تکواندوکار، در صورت وجود شرایط ثبات، تعادل ایستا و پویای دقیق‌تر و اجرای بهتری با حداقل نوسان در صفحه سهمی و عرضی دارند (۱۷). به منظور ایجاد سلامتی و بهبود عملکرد بازیکنان تکواندو و جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی، ضرر و زیان مربیان این رشته، جلوگیری از تبعات جسمی و روانی ناشی از آسیب و همچنین، ارتقای سطح فنی و سلامتی ورزشکاران، می‌توان با اجرای تمرینات مناسب از بروز آسیب پیش‌گیری کرد.

به دلیل عدم وجود مطالعه مشابه، در بحث از شیوه‌نامه‌های اجرایی مشابه دیگر، رشته‌های ورزشی مشابه و دیگر گروه‌های سنی و جنسیتی استفاده گردید. نتایج مطالعه‌ی حاضر می‌تواند با نتایج مطالعات Steib و همکاران (۱۸) و Holm و همکاران (۱۹) همسو باشد. یافته‌های مطالعات آن‌ها نشان داد که تمرینات عصبی- عضلانی باعث بهبود تعادل ایستا در بازیکنان هندبال می‌شود. محققین در این مطالعات نشان دادند که با کاهش تلاش عضلانی و نوسان، تعادل در این ورزشکاران بهبود پیدا می‌کند. می‌توان به دلایل احتمالی از شباهت نتایج مطالعه حاضر با این دو مطالعه، تمرینات مشابه به کار گرفته شده، باشد.

در تحقیق حاضر، با توجه به نتایج به دست آمده از میزان نوسانات تعادل، در راستای قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و کلی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مورد و شاهد با سطح معنی‌داری برای هر سه متغیر مشاهده شد.

در هنگامی که بدن در معرض یک بار خارجی قرار می‌گیرد، مرکز ثقل هر لحظه در حال تغییر می‌باشد. تکواندو، یک ورزش جنبشی و تعادلی است. تعادل پویا، یکی از مهم‌ترین عوامل در این رشته ورزشی می‌باشد. برای اجرای بهتر پای ضربه، نیاز به تعادل پویای بالایی در پای اتکا می‌باشد (۲۰). نتایج پژوهش‌های Kim و همکاران (۲۱)، Holm و همکاران (۱۹) و Pasanen و همکاران (۲۲) در خصوص تأثیر تمرین عصبی- عضلانی، با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. اگر چه تحقیق Kim و همکاران بر روی تمرینات تعادلی می‌باشد، اما نتایج آن‌ها با یافته‌های مطالعه حاضر مشابه است. می‌توان از دلایل احتمالی همسو بودن مطالعه Kim و همکاران با مطالعه حاضر، اجرای این تمرینات در مدت زمان مشابه و همچنین، استفاده از تمرینات تعادلی به نسبت مشابه با مؤلفه تمرینی (تمرینات تعادلی) به کار گرفته شده در مطالعه حاضر بیان کرد. تحقیقات نشان داده‌اند که برخی از مؤلفه‌های تمرین منتخب (تعادلی و ثبات مرکزی) بخش‌های مختلف سیستم عصبی- عضلانی را که در ثبات و پایداری مفصل نقش دارند، فعال می‌سازند و باعث بهبود عملکرد سیستم حسی- حرکتی و عصبی- عضلانی می‌شوند. بدیهی است که تسریع انجام انقباض‌های رفلکسی، از استرس‌های وارده به مفصل در حین انجام حرکات روزمره و ورزش می‌کاهد (۲۳).

در مطالعه Bhargava و همکاران (۱۰) که اثر چهار هفته تمرین عصبی- عضلانی بر تعادل بسکتبالیست‌ها را مورد آزمایش قرار داده بودند، با وجود کمتر بودن مدت دوره تمرینی، می‌توان گفت یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که تمرین عصبی- عضلانی باعث افزایش قابل توجهی در دست‌یابی به میانگین امتیازات در جهات قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی در بسکتبالیست‌ها می‌شود. با وجود این که در پژوهش‌های Barendrecht و همکاران (۲۴)، Singh و همکاران (۲۵) و Paterno و همکاران (۱۵) به ترتیب از تمرینات تعادلی، چابکی و عصبی- عضلانی که مشابهت زیادی با تمرینات مطالعه حاضر دارد، استفاده شده است، اما نتایج حاصل در خصوص اثر تمرینات منتخب بر تعادل با بخشی از نتایج تحقیق حاضر (مؤلفه قدامی- خلفی تعادل) همسو می‌باشد و در مؤلفه داخلی- خارجی نوسانات تعادل همسو نمی‌باشد که از دلایل ناهم‌خوانی، می‌توان به تعداد کمتر جلسات در هفته و مدت زمان کم تمرین اشاره نمود. ایجاد اختلال در عملکردهای ورزشی را می‌توان این گونه توضیح داد که حداقل بخشی از این اختلال، به دلیل عدم وجود تعادل و کنترل وضعیت مناسب است. ورزشکاران تکواندو، در هنگام تمرین یا رقابت به دلیل اجرای ضربات پا، پشت سر هم نیاز به تعادل پویای بالایی در تمام جهات دارند، تا بتوانند بدون حرکات اضافه در پای اتکا بر روی سرعت، توان و جابه‌جایی پای ضربه، تمرکز و امتیاز کسب کنند.

جدول ۴. اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف معیار تعادل ایستا و پویای پای اتکا

متغیر	تعادل ایستا		تعادل پویا(قدامی- خلفی)		تعادل پویا (داخلی- خارجی)		تعادل پویا (کلی)	
	میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
مورد	۳/۸۶ ± ۱/۰۵	± ۰/۱۶ □ ۱/۰۳	۲/۴۰ ± ۰/۶۵	□ ۰/۹۳ ± ۰/۳۳	۳/۳۷ ± ۱/۰۴	□ ۱/۳۲ ± ۰/۳۰	۴/۷۸ ± ۰/۷۱	± ۰/۳۵ □ ۱/۲۴
شاهد	۳/۶۸ ± ۰/۹۳	۳/۵۱ ± ۰/۸۸	۲/۴۵ ± ۰/۶۵	۲/۳۷ ± ۰/۷۲	۳/۴۵ ± ۰/۷۷	۳/۱۰ ± ۰/۵۶	۴/۶۸ ± ۰/۸۲	۴/۳۸ ± ۰/۸۴

http://jrrs.mui.ac.ir

□□ نشان دهنده معنی‌داری متغیر در حد ۰/۰۵۰ □ P

به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برنامه تمرینی عصبی- عضلانی، منجر به بهبود تعادل پسران تکواندوکار می‌شود. از جمله دلایل احتمالی در افزایش تعادل ناشی از تمرین عصبی-عضلانی، تحریک دوک‌های عضلانی، کاهش اثر خود مهاری اندام‌های وتری گلژی و همچنین، افزایش در هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت‌های هم انقباض بیان شده است. با تحریک دوک‌های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب وابران گامای موجود در دوک‌ها می‌شود و افزایش این حساسیت در دوک‌ها، حس وضعیت مفصل را بهبود می‌بخشد که در کنترل مفصل تأثیر به‌سزایی دارد (۲۲) و ممکن است از بروز آسیب ACL جلوگیری کند.

بنابراین، انجام تمرین عصبی- عضلانی، می‌تواند موجب افزایش پایداری دینامیکی مفاصل شود. تکواندو، نیازمند تغییر جهت سریع و در عین حال، حفظ تعادل بدن از طریق سطح بالایی از قدرت اندام تحتانی و چابکی برای بهبود اجرا می‌باشد. فعالیت‌هایی که نیاز به حفظ تعادل، انتقال وزن، تحریک رفلکس‌های ضد جاذبه و هماهنگی زیاد دارند، سبب تسهیل و ارتقای کارایی گیرنده‌های حس عمقی می‌شوند (۲۶).

از آن جایی که نقش تعادل در تکواندو و اهمیت آن در کاهش آسیب ACL به خوبی در تحقیقات پیشین نشان داده شده است، احتمال می‌رود بهبود شاخص‌های تعادل ایستا و پویا در پی شیوه‌نامه‌ی تمرین عصبی- عضلانی باعث کاهش بروز آسیب در تکواندوکاران شود و این فرصت را برای نوجوانان تکواندوکار به وجود آورد که از طریق بهبود عملکرد و کاهش بروز آسیب‌های احتمالی، مدت زمان بیشتری در رقابت‌های تکواندو شرکت کنند.

محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر، می‌توان به شرایط روحی و روانی و میزان اضطراب و انگیزه آزمودنی‌ها اشاره کرد که به طور کامل کنترل نشد و ممکن است تا حدودی بر نتایج تحقیق تأثیرگذار باشد.

پیشنهادها

در مطالعه حاضر، فقط متغیر تعادل مورد بررسی قرار گرفت. برای تکمیل نتایج تحقیق، انجام مطالعات بیشتر بر روی اثر تمرین منتخب بر عوامل بیومکانیکی دیگر و همچنین، اجرای آن در دوره‌های زمانی طولانی‌تر، گروه‌های سنی دیگر، نمونه‌های بیشتر و حفظ اثر تمرین منتخب بعد از یک دوره بی‌تمرینی پس از آن را می‌توان مورد بررسی قرار داد.

نتیجه‌گیری

از یافته‌های این مطالعه، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمرین عصبی- عضلانی، می‌تواند به عنوان یک روش مناسب و مؤثر برای بهبود تعادل و پیش‌گیری از آسیب ACL در نوجوانان تکواندوکار مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، آگاهی از تأثیر آن تمرین بر شاخص‌های تعادلی و پیش‌گیری از آسیب ACL، می‌تواند به عنوان یافته‌های ارزشمند برای مربیان و ورزشکاران تکواندوکار تلقی گردد و با کمترین هزینه و کمترین زمان، عملکرد تکوندوکاران را بهبود بخشد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی سوسن حاجی‌پور با کد ۴۲۵۵ مورد تأیید کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کرمان با شماره IR.Kmu.REC.1397.1 می‌باشد. از مدیریت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان و استادان محترم راهنما، مشاور، کلیه ورزشکارانی که در اجرای مطالعه همکاری نمودند و دوستان عزیزم که با سعه صدر در این مطالعه، با بنده همکاری داشتند، صمیمانه کمال تشکر را دارم.

نقش نویسندگان

سوسن حاجی‌پور، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و عملی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، فریبرز محمدی‌پور، خدمات پشتیبانی و اجرایی و عملی مطالعه، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، روح‌اله نیکویی، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله را به عهده داشتند.

منابع مالی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزش سوسن حاجی‌پور (کد ۴۲۵۵ و کد اخلاق IR.Kmu.REC.1397.1.) مصوب دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد.

تعارض منافع

هیچ یک از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر فریبرز محمدی‌پور، بودجه انجام مطالعه پایه مرتبط با این تحقیق را از دانشگاه شهید باهنر کرمان جذب نمود. ایشان به عنوان استادیار رشته بیومکانیک ورزشی، از سال ۱۳۸۹ مشغول به فعالیت می‌باشند. سوسن حاجی‌پور، از سال ۱۳۹۴ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته بیومکانیک ورزشی در دانشکده علوم ورزشی دانشکده شهید باهنر کرمان است.

References

1. Chen J, Lu SL. Prevention and intervention of sports knee joint injury in adolescents. Proceedings of the 2017 International Conference on Manufacturing Construction and Energy Engineering (MCEE 2017); 2017 Aug 17-18; Hong Kong, China. p. 223-8.
2. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C, Fu FH. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. J Bone Joint Surg Am 2002; 84-A(6): 907-14.

3. Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. N Engl J Med 2008; 359(20): 2135-42.
4. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. CMAJ 2005; 172(6): 749-54.
5. Vrbanic TS, Ravlic-Gulan J, Gulan G, Matovinovic D. Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes--preliminary study. Coll Antropol 2007; 31(1): 253-8.
6. Hoffman M, Payne VG. The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. J Orthop Sports Phys Ther 1995; 21(2): 90-3.
7. Kean CO, Behm DG, Young WB. Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. J Sports Sci Med 2006; 5(1): 138-48.
8. Rabello LM, Macedo CdSG, Gil AW, de Oliveira MR, Coelho VA, Silva GB, et al. Comparison of postural balance between professional tae kwon do athletes and young adults. Fisioterapia e Pesquisa 2014; 21: 139-43.
9. Kazemi M, Chudolinski A, Turgeon M, Simon A, Ho E, Coombe L. Nine year longitudinal retrospective study of Taekwondo injuries. J Can Chiropr Assoc 2009; 53(4): 272-81.
10. Bhargava KB, Vinod B, Sai KN, Vikas KV. Effectiveness of neuromuscular training for basket ball players on performance of star excursion balance test. Int J Physiother Res 2013; 1(5): 251-60.
11. Hopper AJ, Haff EE, Joyce C, Lloyd RS, Haff GG. Neuromuscular Training Improves Lower Extremity Biomechanics Associated with Knee Injury during Landing in 11-13 Year Old Female Netball Athletes: A Randomized Control Study. Front Physiol 2017; 8: 883.
12. Myer GD, Sugimoto D, Thomas S, Hewett TE. The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a meta-analysis. Am J Sports Med 2013; 41(1): 203-15.
13. Coppack RJ, Etherington J, Wills AK. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: A randomized controlled trial. Am J Sports Med 2011; 39(5): 940-8.
14. Hinman MR. Factors Affecting Reliability of the Biodex Balance System: A Summary of Four Studies. J Sport Rehabil 2000; 9(3): 240-52.
15. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. J Orthop Sports Phys Ther 2004; 34(6): 305-16.
16. Schmitz R, Arnold B. Intertester and Intratester Reliability of a Dynamic Balance Protocol Using the Biodex Stability System. J Sport Rehabil 1998; 7(2): 95-101.
17. Beslija T, Marinkovic D, Cular D. Postural stability assessment in elite taekwondo athletes: comparative study between different age groups. Acta Kinesiologica 2017; 11(2): 97-103.
18. Steib S, Zahn P, Zu EC, Pfeifer K, Zech A. Time-dependent postural control adaptations following a neuromuscular warm-up in female handball players: a randomized controlled trial. BMC Sports Sci Med Rehabil 2016; 8: 33.
19. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. Clin J Sport Med 2004; 14(2): 88-94.
20. Fatma A, Kaya M, Baltaci G, Taskin H, Erkmen N. The effect of eight-week proprioception training program on dynamic postural control in taekwondo athletes. Ovidius University Annals 2010; 10(1): 93-9.
21. Kim T, Kil S, Chung J, Moon J, Oh E. Effects of specific muscle imbalance improvement training on the balance ability in elite fencers. J Phys Ther Sci 2015; 27(5): 1589-92.
22. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Kannus P. Effect of a neuromuscular warm-up programme on muscle power, balance, speed and agility: A randomised controlled study. Br J Sports Med 2009; 43(13): 1073-8.
23. Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, Van IA, Swinnen SP. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. Neurosci Biobehav Rev 2009; 33(3): 271-8.
24. Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J, Smits-Engelsman BC. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. J Strength Cond Res 2011; 25(3): 575-84.
25. Singh A, Sathe A, Sandhu J. Effect of a 6-week agility training program on performance indices of Indian taekwondo players. Saudi J Sports Med 2017; 17(3): 139-43.
26. Fernanda D, Rodrigo V, Tania G, Silvia B, Estelio D. Effects of a physical activity program on static balance and functional autonomy in elderly women. Macedonian Journal of Medical Sciences 2010; 3(1): 21-6.

http://jrrs.mui.ac.ir

DOI: 10.22122/jrrs.v13i5.3052 Published by Vesnu Publications

The Effect of Eight Weeks of Neuromuscular Training on Balance and Prevention of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Boy Adolescent Taekwondo Athletes

Susan Hajipoor[1], Fariborz Mohammadipour[2], Roohollah Nikooie[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Anterior cruciate ligament rupture (ACL) is the most common knee ligament injury. In addition to the high cost of treatment, it causes loss of athletic participation, and tend to secondary damages. Deficiency balance is one of the most important causes of this injury, so balance improvement can prevents it. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks of neuromuscular training on balance and prevention of ACL injury in boy adolescent taekwondo players.

Materials and Methods: Twenty-seven boy adolescent taekwondo players participated in this study voluntarily. They were divided into two groups of experimental (n = 15) and control (n = 12). The experimental group performed neuromuscular training sessions of 30-45 minutes, three times per week, for 8 weeks, and in the rest of the time (up to 90 minutes), they performed usual taekwondo trainings. The control group only practiced usual taekwondo trainings for 90 minutes. Static and dynamic balance was measured using the Biodex balance system before and after applying the neuromuscular training protocol. The comparison of the groups was done using the ANCOVA statistical method at a significant level of $P < 0.050$.

Results: There were significant differences in the static balance index ($P = 0.001$) and all of the dynamic static balance indexes [posterior-anterior index ($P = 0.001$), external-internal index ($P = 0.001$), and general index ($P = 0.001$)] between the groups after performing neuromuscular training.

Conclusion: It can be suggested that, neuromuscular training have a positive effect on the balance in boy adolescent taekwondo players, and may prevent ACL injury.

Keywords: Anterior cruciate ligament, Postural balance, Knee joint, Exercise

Citation: Hajipoor S, Mohammadipour F, Nikooie R. **The Effect of Eight Weeks of Neuromuscular Training on Balance and Prevention of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Boy Adolescent Taekwondo Athletes.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 271-7.

Received: 7.10.2017 Accepted: 11.11.2017

1- MSc Student, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
3- Associate Professor, Department of Sport Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
Corresponding Author: Susan Hajipoor, Email: hajipoor70@yahoo.com