Published Online: 2019. May.08 **Research Article**

Archive of SID

Effects of Six Weeks of Agility Exercises on Maximum Ground Reaction Force, Knee Proprioception, Balance, and Performance in Taekwondo Athletes of Alborz Province League

Mohamad Reza Javadi [1], Hadi Miri*[2], Amir Letafatkar[2]

1. MSc in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, University of Raja, Qazvin, Iran
2. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Amirkabir, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injury, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran

Received: 2018.August.28 **Revised: 2019. February.03** **Accepted: 2019.April.26**

ABSTRACT

Background and Aims: Martial arts have the highest prevalence rate of sport injuries. Most injuries in Taekwondo occur in lower extremities.

Scientific findings have reported a high prevalence of ligamentous injuries in the athletes' knee joint in martial arts. The purpose of the present study was to investigate the effects of six weeks of agility exercises on maximum ground reaction force of the knee, knee proprioception, as well as balance and performance in Taekwondo athletes of Alborz Province.

Materials and Methods: A total of 30 athletes (Age: 13.47±2.63 years, weight: 45.92±5.56 kg, and height: 155.56±4.72 cm) were selected and randomly assigned into two groups (15 in each group). A voluntary consent was obtained and a demographic information form was used to collected the demographic information Force plate was used to assess the kinetic variable (maximum ground reaction force). Single hop and triple hop functional tests were used to determine the functional performance. Also, universal goniometer was used to measure the proprioception of the knee and Y balance test was used for evaluating the dynamic balance. After group allocations, pre-test was conducted to measure the research variables. After pre-test, the agility exercises program (having four stages and based on jumping movements) was applied in the experimental group for six weeks. Subsequently, the post test was performed to measure the variables of the research, with a procedure similar to the pre-test.

Results: It was found that participating in six weeks of the interventions may result in decreased maximum ground reaction force of the knee (P=0.00) (approximately 4% reduction), improved knee proprioception (P=0.00) (approximately 55% error reduction), and dynamic balance (poterolateral) (P=0.02) (approximately 20% improvement) in the experimental group compared to the control group.

Conclusion: The results of the current study indicated that the effects of agility exercises on the mentioned factors was significant. Therefore, the interventions can be considered as a safe and effective method for improving mentioned factors in Taekwondo athletes. Also, these exercises with their positive effects on the mentioned factors may improve other contributing factors.

Keywords: Functional performance, Agility exercises, dynamic balance, proprioception, maximum ground reaction force.

Cite this article as: Mohamad reza Javadi, Hadi Miri, Amir Letafatkar. Effects of six weeks of agility exercises on maximum ground reaction force, knee proprioception, balance and performance in Taekwondo athletes of Alborz Province league. J Rehab Med. 2020; 9(1): 74-87.

* **Corresponding Author**: Hadi Miri, Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Amirkabir
Email: hd.miri@gmail.com

DOI: 10.22037/jrm.2019.111339.1927

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر شش هفته تمرینات چابکی بر حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین، حس عمقی زانو، تعادل و عملکرد تکواندوکاران نونهال لیگ استان البرز

محمدرضا جوادی[۱]، هادی میری[۲*]، امیر لطافتکار[۳]

۱. کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشگاه رجاء قزوین، ایران
۲. استادیار، گرو تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۳. استادیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۰۶ بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۱۱/۱٤ پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۰۲/۰٦ *

چکیده

مقدمه و اهداف

شیوع آسیب‌های ورزشی در ورزش‌های رزمی بالا است. بیشترین آسیب‌های تکواندو نیز در ناحیه اندام تحتانی رخ می‌دهد. یافته‌های علمی از شیوع بالای آسیب‌های لیگامانی در زانوی ورزشکاران رشته‌های رزمی خبر می‌دهند. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرینات چابکی بر حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین، حس عمقی زانو، تعادل و عملکرد تکواندوکاران نونهال لیگ استان البرز است.

مواد و روش‌ها

در کل ۳۰ آزمودنی (۱۵ نفر در هر دو گروه تمرینی و کنترل) (سن ۲/۶۳±۱۳/۴۷ سال، وزن ۵/۵۶±۴۵/۹۲ کیلوگرم و قد ۴/۷۲±۱۵۵/۵۶ سانتی‌متر)، به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی بین گروه‌ها تقسیم شدند. از فرم رضایت‌نامه و جمع‌آوری اطلاعات فردی جهت بررسی پیشینه آزمودنی‌ها و رضایت از شرکت در تحقیق، از فورس پلیت برای ارزیابی حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین در مفصل زانو، آزمون‌های عملکردی جهش تک‌پا و جهش سه‌گانه تک‌پا برای سنجش عملکرد حرکتی، گونیامتر یونیورسال جهت اندازه‌گیری حس عمقی مفصل زانو و آزمون تعادلی Y برای ارزیابی تعادل پویای آزمودنی‌ها استفاده شد. پس از گروه‌بندی، پیش‌آزمون جهت اندازه‌گیری متغیرهای مورد نظر تحقیق اجرا شد. سپس، برنامه‌ی تمرینات چابکی (دارای چهار سطح و بر مبنای حرکات عملکردی) به مدت شش هفته بر روی آزمودنی‌های گروه تجربی اعمال و سپس پس‌آزمون، با رویه یکسان با پیش‌آزمون اجرا شد.

یافته‌ها

یافته‌ها نشان داد که انجام شش هفته برنامه‌ی تمرینی ارائه‌شده احتمالاً موجب کاهش حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین در زانو (P=۰/۰۰) (حدود ۴٪ کاهش) و بهبود تعادل پویا در جهت خلفی-داخلی (P=۰/۰۲) (حدود ۲۰٪ بهبود) و حس عمقی افراد (P=۰/۰۰) (حدود ۵۵٪ کاهش خطا) شرکت‌کننده در تحقیق حاضر در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تأثیر تمرینات چابکی بر فاکتورهای ذکرشده در بالا، معنادار بوده است. بر این اساس، این تمرینات می‌تواند به‌عنوان روش تمرینی ایمن و مؤثر در بهبود این عوامل در تکواندوکاران، مورد توجه قرار گیرد. همچنین این تمرینات احتمالاً با تأثیرات مثبت خود بر عوامل بالا می‌تواند موجب بهبود عوامل دیگر شود.

واژه‌های کلیدی

عملکرد حرکتی؛ تمرینات چابکی؛ تعادل پویا؛ حس عمقی؛ نیروی عکس‌العمل زمین

نویسنده مسئول: هادی میری، دکتری حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
آدرس الکترونیکی: Hd.miri@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و اهداف

شیوع آسیب‌های ورزشی در ورزش‌های رزمی بالا است. در میان رشته‌های رزمی، تکواندو یکی از رشته‌های پرطرفدار است. بیشترین آسیب‌های تکواندو نیز در ناحیه اندام تحتانی رخ می‌دهد. کاظمی و همکاران (۲۰۰۵) با تحقیق بر روی تکواندوکاران کانادایی در مسابقات ملی، شیوع آسیب‌ها را ۱۶۶/۷ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض مسابقه به دست آوردند؛ در این تحقیق بیشترین میزان آسیب‌ها در اندام‌های تحتانی (۴۶/۵ درصد) بود و بیشترین نوع آسیب را اسپرین و استرین گزارش نمودند. همچنین کاظمی و همکاران (۲۰۰۴) تحقیقی توصیفی دیگری را بر روی تکواندوکاران تیم ملی کانادا انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان کلی شیوع آسیب‌ها (مردان و زنان)، ۶۲/۹ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض مسابقه بود، به طوری که این میزان برای مردان ۷۹/۹ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض مسابقه بود. در این تحقیق مشخص شد که شایع‌ترین نواحی آسیب‌دیده مربوط به اندام‌های تحتانی و از نوع اسپرین بود (۲۲/۸ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض مسابقه).[۳۹]

بروز حوادث و آسیب در ورزش‌های رزمی هم به‌مانند سایر رشته‌های ورزشی پربرخورد امری اجتناب‌ناپذیر است و ورزشکاران این رشته‌ها همواره در معرض خطرات بالقوه قرار دارند.[۱] یافته‌های علمی همچنان از شیوع نگران‌کننده آسیب‌های لیگامانی در زانوی ورزشکاران رشته‌های برخوردی خبر می‌دهند[۲]؛ به عنوان مثال، شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو، آسیب لیگامان متقاطع قدامی است[۳-۴] که در ورزشکاران جوان ۱۵ تا ۲۵ ساله شیوع بیشتری دارد و مکانیسم آن حدود ۷۰ درصد به‌صورت غیربرخوردی و ۳۰ درصد برخوردی است.[۵] آسیب‌های غیربرخوردی لیگامان ACL معمولاً حین کاهش شتاب، فرود از پرش یا هنگام چرخش و آماده شدن برای انجام مانورهای برشی رخ می‌دهد. میزان پارگی لیگامان ACL یک مورد در هر ۳۵۰۰ نفر در سال برآورد شده است[۶]، به طوری که در سال ۲۰۰۶ میزان ۱۲۷۴۶۶ عمل جراحی بازسازی لیگامان ACL در آمریکا انجام گردید که متوسط هزینه هر عمل جراحی پیوند لیگامان ACL حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دلار گزارش شد.[۷-۸]

قاسمی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به "بررسی تأثیرات هشت هفته تمرین گرم کردن ۱۱+ فیفا بر زمان‌بندی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو برای پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی" پرداختند؛ نتایج این مطالعه نشان داد ویژگی‌های نوروماسکولار اندام تحتانی در اثر اجرای این برنامه بهبود می‌یابد و ریسک آسیب ACL نیز کاهش می‌یابد.[۴۴] فکری و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به "بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات ثبات مرکزی بر نیروی عکس‌العمل زمین در ورزشکاران مرد پارکور هنگام فرود" پرداختند و با توجه به نتایج پژوهش، این تمرینات تأثیر مثبتی بر پارامترهای فرود ورزشکاران رشته پارکور داشت و می‌تواند در پیشگیری از بروز آسیب‌های ورزشکاران مؤثر باشد.[۴۵] خیرالدین و همکاران (۱۳۹۶) "تأثیر برنامه جامع گرم کردن +۱۱ اصلاح‌شده بر پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی و مچ پای فوتبالیست‌های مرد جوان" را سنجیدند و نتایج نشان داد که در مجموع بازیکنان گروه مداخله آسیب کمتری نسبت به بازیکنان گروه کنترل داشتند، اما کاهش میزان بروز آسیب‌های مچ پا نسبت به گروه کنترل معنادار نبود.[۴۶]

خسروی کویز و همکاران (۱۳۹۶) به "بررسی تأثیر هشت هفته تمرین با تخته تعادل بر حس عمقی، دامنه حرکتی و قدرت عضلانی مچ پای دختران کاراته‌کار" پرداختند؛ نتایج تحقیق نشان داد که تمرین با تخته تعادل می‌تواند به‌عنوان یک مداخله تأثیرگذار در پیشگیری و کاهش آسیب مورد توجه قرار گیرد.[۴۷] عسگری و همکاران (۱۳۹۷) به "بررسی تأثیر برنامه گرم کردن (+۱۱) بر پیشگیری از آسیب، میزان چابکی و سرعت دریبلینگ بازیکنان فوتبال مرد جوان" پرداختند و نتایج این تحقیقات نشان داد که این برنامه بر بهبود سطح عملکرد و پیشگیری از آسیب در بازیکنان فوتبال مرد جوان تأثیر ندارد.[۴۸]

اثربخشی برنامه‌های تمرینی، به‌ویژه در بازیکنان رشته‌هایی که حرکت‌های فرود و پرش در آن به‌کرات انجام می‌شود (فوتسال، والیبال، بسکتبال) هنوز به قطعی تائید نشده است، زیرا این بازیکنان در اجرای مهارت‌های خود به دفعات از تکنیک پرش و فرود روی یک‌پا استفاده می‌کنند و این تکنیک یکی از سازوکارهای آسیب‌های زانوی بازیکنان است.[۹] عوامل مختلفی همچون عدم آمادگی جسمانی ورزشکاران، ناآگاهی برخی ورزشکاران و مربیان از نوع آسیب و ضعف مهارتی موجب تشدید آسیب و بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر می‌شود.[۱۰]

اکثر برنامه‌های پیشگیری از آسیب متشکل از تمرینات پلایومتریک، تمرینات تعادلی، تمرینات چابکی و دستورالعمل‌هایی جهت جلوگیری یا کاهش شرایط آسیب‌زای ورزشی هستند. در دو دهه اخیر تحقیقات زیادی در خصوص تأثیر برنامه‌های تمرینی در پیشگیری از آسیب انجام شده است.[۱۱] با توجه به آنچه مطرح شد پیشگیری از آسیب از اهمیت خاصی برخوردار است، به علاوه توجه به ریسک‌فاکتورهای قابل تعدیل احتمال اثرگذاری تمرینات ویژه بر کنترل آسیب را پررنگ‌تر می‌سازد. برنامه‌های پیشگیری از آسیب، با هدف اصلاح و یا حذف عوامل خطرساز و در نهایت کاهش آسیب است.

عوامل خطرساز قابل تعدیل، همان عوامل خطرساز عصبی-عضلانی و بیومکانیکی هستند که با تمرینات ویژه ورزشی قابل اصلاح هستند. از آنجایی که ریسک‌فاکتورهای هورمونی و آناتومیکی ثبات فیزیولوژیکی دارند، برنامه‌های پیشگیری بر عوامل خطرساز قابل تعدیل مرتبط

www.SID.ir

Archive of SID

با آسیب تمرکز دارد.[۴۰] با توجه به مطالعات انجام‌شده، برنامه‌های مختلف پیشگیری از آسیب برای اصلاح نقص‌ها و عوامل خطرسازی که منجر به آسیب می‌شود، طراحی شده است.

عواملی که این تحقیقات در برنامه خود مورد مطالعه قرار داده و یا باهم ترکیب کرده‌اند شامل قدرت عضلانی، الگوهای فراخوانی عضلانی، الگوی فرود و کاهش سرعت، گیرنده‌های عمقی و تمرینات پلایومتریکی است. اکثر برنامه‌های پیشگیری از آسیب که ورزشکاران رقابتی را هدف قرار داده، شامل تمرینات عصبی–عضلانی و تمرینات پلایومتریک است.[۱۲] تمرینات عصبی–عضلانی برای افزایش ثبات مفصلی، بهبود حس وضعیت مفصل و توسعه رفلکس‌های حفاظتی برای پیشگیری از آسیب است. تمرینات گیرنده‌های عمقی برای بهبود هماهنگی و تعادل در چند صفحه حرکتی در حین اختلالات حرکتی است. تمرینات پلایومتریک شامل پرش‌های متفاوت، مانورهای فرود و برش در صفحات حرکتی مختلف و در شدت‌های متفاوت است. جزء رایج دیگر از این تمرینات شامل تمرینات تعادلی، قدرتی و آگاهی از تکنیک حرکت است.[۱۲]

با توجه به شیوع آسیب‌های ورزشی به‌ویژه اندام تحتانی به دلیل حرکات پرشی (در ورزش‌های رزمی) و نقش عضلات اندام تحتانی و عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در رساندن وضعیت اسکلتی بدن به وضعیت تعادل و در نتیجه وارد آمدن فشار کمتر بر مفاصل و کاهش آسیب‌دیدگی، طراحی برنامه تمرینی تأثیرگذار برای بهبود تعادل، عملکرد حرکتی و کینتیک اندام تحتانی از اهمیت بسزایی برخوردار است.[۱۳] مطالعه پیشین نشان داده که اندام تحتانی به‌طور معناداری در رشته تکواندو به‌عنوان آسیب‌پذیرترین ناحیه بدن شناخته شده است. استفاده زیاد از تکنیک‌های پا در تکواندو یکی از دلایل احتمالی بالا بودن آسیب‌های اندام تحتانی در این رشته ورزشی است.[۱] به نظر می رسد بازیکنان کودک و نوجوان بیش از گروه‌های سنی دیگر در معرض بروز آسیب هستند (کوچرز و گرگوری، ۲۰۱۰) که این مسئله احتمالاً به علت مهارت کمتر، قدرت عضلانی پایین‌تر، استقامت و هماهنگی کمتر در بازیکنان کم‌تجربه کودک و نوجوان است (پیترسون و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین فاکتورهای آسیب‌زای متفاوتی بین نونهالان و بزرگ‌سالان وجود دارد که می‌توان به بی‌ثباتی مفصل[۴۹]، قدرت، سفتی و نامتقارن بودن عضلات[۵۰]، مکانیک بدن[۵۱]، تأثیر آسیب‌های قبلی[۵۲-۵۳] اشاره کرد؛ از این رو برای افزایش ایمنی و سلامتی تکواندوکاران نونهال، جلوگیری از خطر از دست دادن استعدادها و همچنین هدر رفتن منابع مالی، اتخاذ تدابیر پیشگیرانه از آسیب و برنامه‌های تمرینی پیشگیرانه ضروری به نظر می‌رسد.[۴۳] همچنین، تفاوت بین برنامه تمرینی پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی می تواند ماهیت متفاوت (عملکردی) و نزدیک به فاکتورهای مورد نیاز آمادگی جسمانی رشته تکواندو (چابکی) باشد و تاکنون با دانش قبلی ما هیچ برنامه‌ای در داخل کشور به مانند برنامه پژوهش حاضر جهت پیشگیری از آسیب و سنجش اثرات آن استفاده نشده است. قابل ذکر است که تحقیقات در زمینه پیشگیری از آسیب در این رده سنی نیز بسیار محدود است؛ بنابراین پژوهش کنونی بر آن شد تا اثرات این برنامه را بسنجد. هدف تحقیق حاضر "بررسی تأثیر شش هفته تمرینات چابکی بر حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین، حس عمقی زانو، تعادل و عملکرد تکواندوکاران نونهال لیگ استان البرز" بود.

مواد و روش‌ها

با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای (برنامه تمرینی)، وجود گروه کنترل و انتخاب هدفمند آزمودنی‌های در دسترس، همچنین انتساب گروه-های تصادفی آزمودنی‌های در دسترس، به علت ماهیت تحقیق، روش پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با ماهیت کاربردی بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را تکواندوکاران نونهال حاضر در لیگ استان البرز (شهرستان کرج) با دامنه سنی ۱۱ تا ۱۵ سال تشکیل دادند. از بین نفرات ثبت‌نام‌شده ۳۰ نفر (انتخاب تعداد بر اساس نرم‌افزار جی پاور) با معیار تعیین‌شده انتخاب و به دو گروه (۱۵ نفر در گروه کنترل و ۱۵ نفر در گروه تجربی) تقسیم شدند (جدول ۱). برای اجرای این تحقیق افرادی به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند که در هفته حداقل سه جلسه، ۱/۵ ساعت به تمرینات تکواندو به‌صورت منظم مشغول بودند. از بین جامعه در دسترس افرادی که دارای شرایط و معیارهای ورود به تحقیق و همچنین در معرض خطر بالا برای آسیب‌های اندام تحتانی (نمره زیر ۱۴؛ بر اساس نمرات آزمون‌های غربالگری عملکردی کوک)[۱۴] بودند، انتخاب شدند. در ابتدا تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه کتبی برای انجام این تحقیق را امضاء کردند. اطلاعات این افراد به‌صورت محرمانه نزد محقق باقی ماند و در صورت نیاز به انتشار عکس از آزمودنی‌ها اجازه کتبی کسب و صورت آن‌ها پوشانده شد. سپس فرم جمع‌آوری اطلاعات که از طریق آن سن، وزن، قد، سابقه ورزشی، سابقه بیماری یا داروهای مصرف‌شده، وجود آسیب، ضربه یا جراحی در مفصل مشخص می‌شود را تکمیل کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های گروه تمرینات چابکی و کنترل

گروه‌ها / متغیرهای تحقیق	گروه تمرینات چابکی (N=۱۵)	گروه کنترل (N=۱۵)	P-value Shapiro-Wilk
سن (سال)	۱۳/۴۰(۲/۶۹)	۱۳/۵۵(۲/۵۷)	۰/۴۹۵
قد (سانتی‌متر)	۱۵۵/۱۲(۴/۵۹)	۱۵۶(۴/۸۹)	۰/۲۲۷
وزن (کیلوگرم)	۴۶/۴۲(۵/۷۸)	۴۵/۴۲(۵/۳۵)	۰/۳۸۶
شاخص توده بدنی(kg/m^2)	۱۹/۴۰(۲/۹۰)	۱۸/۵۵(۲/۷۴)	۰/۴۸۳

اطلاعات به صورت میانگین (انحراف استاندارد) بیان شده است.

هر دو گروه از نظر تعداد برابر بودند و از لحاظ قد و وزن و سن تا حد امکان همگن شدند. معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل محدوده سنی ۱۱ تا ۱۵ سال، سابقه ورزش منظم (حداقل سه جلسه در هفته به مدت ۱/۵ ساعت) در حداقل یک سال اخیر، آزمودنی‌های بدون آسیب حاد و مزمن و بیماری زمینه‌ای بود. معیارهای خروج از تحقیق حاضر نیز سابقه درد انتشاری در اندام تحتانی در یک سال گذشته، آسیب برخوردی در اندام تحتانی در شش ماه گذشته، بیماری‌های عصبی، ناپایداری در مفاصل اندام تحتانی، عدم درمان برای کاهش درد و بهبود عملکرد، حذف شدن از تحقیق در صورت غیبت سه جلسه از تمرینات و دو جلسه متوالی، حذف شدن از تحقیق در صورت نیمه‌کاره رها کردن و ترک کردن سه جلسه از تمرینات و انجام تمرینات خارج از نظارت محقق بود.

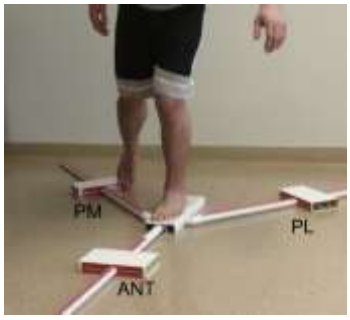
در کنار معیارهای ورود از آزمون‌های عملکردی کوک (FMS) نیز استفاده شد. در تلاش برای معرفی یک پروتکل استاندارد برای ارزیابی حرکات عملکردی کوک و همکاران (۲۰۰۶) آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی شامل هفت آزمون ساده (دیپ اسکات، گام برداشتن از روی مانع، لانج خطی، تحرک‌پذیری شانه، بالا آوردن فعال پا، شنای پایداری تنه و پایداری چرخشی) است را معرفی کردند؛ هر کدام از این آزمون‌ها بر اساس مقیاس ۰-۳ نمره‌دهی می‌شود و نمره ترکیبی FMS از مجموع این هفت آزمون (از ۲۱) محاسبه می‌شود. بنازا و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند افرادی که نمره ترکیبی FMS کمتر از ۱۴ دارند، ۲/۷ برابر بیشتر از افرادی که نمره ترکیبی FMS بالای ۱۴ دارند، در معرض آسیب‌های عضلانی-اسکلتی قرار می‌گیرند.[۴۱] برای ارزیابی متغیر کینتیکی مفصل زانو در این تحقیق (که حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین است) از دستگاه صفحه نیرو با قابلیت ثبت نیروها در دامنه ۱۰ تا ۱۰۰۰ هرتز استفاده شد. با استفاده از اطلاعات کسب‌شده از صفحه نیرو، حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین با تقسیم بر وزن آزمودنی‌ها نرمال شده و به‌صورت مضربی از وزن بدن بیان شد. سپس میانگین داده‌های به‌دست‌آمده از سه فرود موفق، برای محاسبه این متغیرها مورد استفاده قرار گرفت.

به‌منظور ارزیابی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دستگاه صفحه نیرو آزمودنی‌ها فرود آمدن عمودی بر روی یک‌پا را با پای غالب از روی جعبه‌ای به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر بر روی صفحه‌ی نیروسنج که از جعبه‌ی مورد نظر ۱۰ سانتی‌متر فاصله داشت، انجام دادند و از اطلاعات نیروهای عکس‌العمل زمین شاخص‌های مد نظر استخراج شد. در این آزمون فرد روی جعبه به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری در وضعیتی متعادل نزدیک به لبه جعبه به طریقی ایستاد که پای غالب در حالت معلق قرار بگیرد. این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کند و سپس از او خواسته شد که یک فرود انجام دهد و به‌محض استقرار، دست‌ها را در ناحیه لگن قرار داده، سر را بالا نگه دارد و روبرو را نگاه کند و سعی کند که تعادلش را حفظ نماید. قبل از اینکه آزمودنی آزمون فرود آمدن را انجام دهد، از وی خواسته شد تا حرکت فرود را سه بار انجام دهد تا با شرایط و نحوه‌ی اجرای آزمون آشنا گردد.[۱۵-۱۷] هنگام اجرای آزمون‌ها توضیحات کامل و کافی در مورد اهداف کاربردی انجام تحقیق و اهمیت اجرای مناسب آن‌ها در به دست آوردن اطلاعات صحیح ارائه و از آن‌ها درخواست شد تا با بیشترین توان و تلاش حداکثر خود به اجرای آزمون‌ها بپردازند.

برای ارزیابی تعادل پویای آزمودنی‌ها از آزمون تعادلی Y استفاده شد. در این آزمون سه جهت (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) در یک صفحه مرکزی قرار می‌گیرد. زوایای این سه جهت توسط میله‌های درجه‌بندی‌شده مشخص می‌شود که در بخش‌های جانبی صفحه در سه جهت ثابت شده‌اند. قبل از شروع آزمون پای برتر آزمودنی‌ها تعیین شد تا در صورتی که پای راست اندام برتر باشد، تست در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام شود و اگر پای چپ برتر باشد، تست در جهت عقربه‌های ساعت انجام شود. آزمودنی با پای برتر (به‌صورت تک‌پا) در صفحه تلاقی سه جهت می‌ایستد و تا آنجا که مرتکب خطا نشود (پا از صفحه تلاقی سه جهت حرکت نکند، روی پایی که عمل دستیابی انجام می‌داد تکیه نکند و یا شخص نیافتد) و سپس عمل دستیابی را انجام داد و به حالت طبیعی روی دو پا، بازگشت و فاصله‌ای را که آزمودنی نشانگر را جابه‌جا کرده است، به‌عنوان دستیابی او ثبت شد. هر آزمودنی هر یک از جهت‌ها را سه بار انجام داد و در نهایت میانگین آن‌ها محاسبه، بر اندازه طول پا (یعنی اندازه‌گیری از خار خاصره‌ی قدامی فوقانی تا قوزک داخلی) برحسب سانتی‌متر تقسیم سپس در عدد صد ضرب شد تا فاصله دستیابی برحسب درصدی از اندازه طول پا به دست آید (تصویر ۱).[۱۴]

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۱: اندازه‌گیری تعادل پویا

جهت ارزیابی عملکرد از آزمون‌های جهش تک‌پا و آزمون جهش سه‌گانه تک‌پا استفاده شد. جهت آزمون جهش تک‌پا، ورزشکار بر روی پای آزمون طوری می‌ایستد که نوک پنجه پا دقیقاً پشت نقطه شروع نوار باریک به طول سه متر قرار گیرد. آزمون شامل جهش به جلو و پیمودن حداکثر مسافت ممکن فرود روی همان پا و نهایتاً حفظ فرود به مدت حداقل سه ثانیه است. پس از انجام دو یا سه کوشش تمرینی، آزمودنی جهش تک‌پای کامل را با پای آزمون انجام می‌دهد و مسافت طی‌شده ثبت و جهت ارزیابی‌های آینده استفاده می‌شود (تصویر ۲).[۱۴].

جهت آزمون جهش سه‌گانه تک‌پا، آزمودنی با پای برتر پشت خط شروع می‌ایستد و سه پرش حداکثری و پشت سر هم با پای برترش در یک خط مستقیم انجام می‌دهد. امتیاز هر فرد در واحد سانتی‌متر از خط شروع تا محل برخورد پاشنه آزمودنی با زمین در سومین پرش محاسبه می‌شود. آزمون‌های جهشی دو مرتبه انجام پذیرفت که رکورد بهتر آزمودنی جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد (تصویر ۲).[۱۴]

تصویر ۲: آزمون جهش تک‌پا و سه‌گانه تک‌پا (Triple Hop Test): A) جهش تک‌پا، B) جهش سه‌گانه

ارزیابی حس عمقی به روش بازیابی فعال زاویه هدف ۴۵ درجه در پای غالب (پایی که فرد ترجیح می‌دهد برای ضربه به توپ به دورترین مسافت استفاده نماید)، به‌صورت فعال توسط آزمودنی‌ها انجام شد.[۱۸] در این روش آزمودنی لبه تخت قرار گرفت و با چشمان بسته این تست را اجرا کرد. محور گونیامتر بر روی اپی‌کندیل خارجی ران قرار گرفت، بازوی ثابت گونیامتر در امتداد ران و بازوی متحرک در راستای استخوان تیبیا قرار گرفت. وضعیت استراحت عبارت بود از ۹۰ درجه فلکشن زانو و ۹۰ درجه فلکشن ران. در این مطالعه زاویه ۴۵ درجه فلکشن زانو به‌عنوان زاویه‌ی هدف برای بازسازی انتخاب شد (زاویه ۴۵ درجه فلکشن زانو یعنی ۴۵ درجه مانده به انتهای دامنه حرکت اکستنشن یا باز شدن زانو).[۱۹] زمان استراحت بین تست هر زاویه یک دقیقه بود. آزمون برای هر یک از زاویه‌های هدف سه بار تکرار شد. میانگین خطای بازسازی زاویه طی سه بار اندازه‌گیری، خطای بازسازی برای آن زاویه در نظر گرفته شد. ترتیب اندازه‌گیری خطا برای سه زاویه به‌صورت تصادفی انتخاب گردید.

پروتکل تمرینات چابکی جهت اجرا در این تحقیق انتخاب شد.[۴۲] در این پروتکل آزمودنی مهارت‌های چابکی مورد نظر را سه بار در هفته برای شش هفته انجام دادند. هر جلسه تمرینی تقریباً ۶۰ دقیقه طول کشید که ۱۰ دقیقه اول برای توضیح و آشنایی بازیکنان جلسه اختصاص یافت و ۱۵ دقیقه جهت گرم کردن و ۲۰ دقیقه برنامه اصلی (تمرینی چابکی) و ۱۵ دقیقه آخر جهت سرد کردن بدن است. تمام جلسه تمرینی چابکی توسط مربی ورزش زیر نظر قرار گرفت تا شرکت‌کننده‌ها تمرینات را به‌صورت کامل و صحیح انجام دهند. برنامه تمرینی به‌صورت برنامه در چهار سطح طراحی شده است. تمامی شرکت‌کننده‌ها در چهار سطح این پروتکل قرار گرفتند که هر سطح چند

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله دارد. مهارت تمرینی چابکی با تمریناتی شروع می‌شود که شامل تمرینات پایه چابکی بوده و شامل سرعت پا و تکنیک صحیح است (جدول ۲). دو روز پس از اتمام دوره تمرینی (آخرین جلسه تمرین)، از تمام آزمودنی‌ها در تمامی متغیرهای مورد نظر تحقیق، به همان روش پیش‌آزمون–پس‌آزمون به عمل آمد.

جدول ۲: تمرینات چابکی

سطوح تمرینات	نوع تمرینات	روش اجرای تمرینات
سطح یک	با سرعت حداکثر دویدن بین مربع‌های نردبان، پرش دوپا داخل مربع‌های نردبان، پرش دوپا با حداکثر سرعت داخل مربع‌های نردبان، پرش جلو و عقب با سرعت، پرش دوپا به سمت جانب و جلو، پرش دوپا به سمت جانب و جلو (در مسیر برگشت)، پرش دوپا در چهار مربع، پرش از روی خط به جلو و عقب با گام تأخیری و پرش به راست و چپ از روی خط با گام تأخیری	هر آزمودنی در تمرین پرش دوپا به سمت جانب و جلو در اولین پرش خود دو برابر فاصله دیگر پرش‌های این تمرین به سمت جانب پرش می‌کند. الگو برای پرش دوپا در چهار مربع از خانه ۱ به ۲ و ۱ به ۳ و ۱ به ۴ و ۲ به ۳ است. برای تمرین پرش جانبی از روی خط، ابتدا آزمودنی با پای راست از روی خط عبور می‌کند و سپس پای چپ خود را از روی خط عبور می‌دهد. در مهارت دیگر، پرش از روی خط به جلو و عقب ابتدا آزمودنی پای راهنمای خود را بالا آورده و پس از آن پای دیگر به‌صورت پیرو در ادامه پای راهنما حرکت می‌کند و از روی خط عبور می‌نماید.
سطح دو	پرش دوپا به سمت جانب در مربع‌های نردبان، پرش دوپا یک مربع در میان، پرش دوپا داخل و دوپا خارج مربع‌ها به سمت جلو، پرش زیگزاگ همراه با چرخش به سمت جلو، پرش زیگزاگ همراه با چرخش به سمت جلو (در مسیر برگشت)، پرش زیگزاگ همراه با چرخش به سمت جلو و برگشت به نقطه شروع، پرش دوپا در چهار مربع، پرش پا باز–بسته–باز رو به جلو، پرش پا باز–بسته–باز با چرخش ۱۸۰ درجه و پرش با پاهای نزدیک به هم به‌صورت هشت لاتین	برای پرش دوپا داخل و دوپا خارج مربع‌های نردبان هر آزمودنی ابتدا دوپای خود را در هر مربع قرار می دهد و پرش جانبی را انجام می‌دهد به این صورت که هم‌زمان هر دوپا را داخل مربع و سپس همراه با پرش هردو پا را از مربع خارج می‌نماید به نحوی که نردبان بین دو پای آزمودنی قرار می‌گیرد. هر آزمودنی این مهارت را با پرش دوپا داخل مربع شروع می‌کند. موانع برای پرش زیگزاگ باید به فاصله ۴/۵ متر از یکدیگر باشد و هر آزمودنی چرخش در جای ۱۸۰ درجه را در کنار هر مانع انجام می‌دهد. آزمودنی حرکت اول را از سمت راست مانع و دومین حرکت را از سمت چپ مانع شروع می‌کند. آزمودنی پرش دو پا در چهار مربع را مانند الگوی پرش دوپا در چهار مربع در سطح یک اجرا می‌کند. علامت‌های سه مهارت آخر در این سطح باید به‌اندازه عرض شانه از یکدیگر فاصله داشته باشد. برای مهارت پرش پا باز–بسته–باز هر آزمودنی ابتدا به سمت دو علامت اول حرکت کرده سپس به تک علامتی که در جلو قرار گرفته می‌پرد و پاهای خود را به هم نزدیک می‌کند و سپس به دو نقطه دوم در جلو پرش کرده و پاهایش را از هم دور می‌کند، هم‌زمان چرخش را با پرش انجام می‌دهد. همچنین برای انجام حرکت پرش به‌صورت هشت لاتین آزمودی باید به‌صورت دو پای نزدیک به هم بر روی نقطه‌ها پرش کند.
سطح سه	پرش کاریوکا، پرش با یک‌پا و فرود با پای دیگر داخل مربع‌های نردبان، پرش یک‌پا خارج دوپا داخل مربع‌های نردبان، پرش پیشرفته چابکی، پرش پنج‌ضلعی، پرش تک‌پا در چهار مربع، پرش جانبی از روی خط با گام تأخیری، پرش جانبی از روی خط دو پا هم‌زمان و پرش دو پا به‌صورت مربع	آزمودنی‌ها پرش کاریوکا را ابتدا با پای راست و سپس با پای چپ انجام می‌دهند. پرش با یک‌پا و فرود با پای دیگر شامل تمام مربع‌ها است. در مهارت یک‌پا خارج دوپا داخل هر آزمودنی دو پایش را داخل مربع و سپس یک پایش را به خارج هدایت می‌کند و سپس به مربع دیگری حرکت می‌کند. هر آزمودنی پرش پیشرفته چابکی را از کنار مانع شروع کرده و در همان مانع به اتمام می‌رساند. برای پرش پنج‌ضلعی

www.SID.ir

Archive of SID

		هر آزمودنی پرش دوپا را از مرکز به وسط اضلاع که ۰/۶ متر طول دارند، ابتدا در جهت عقربه‌های ساعت و سپس خلاف آن انجام می‌دهد. در حین تمرین پرش تک‌پا در چهار مربع‌ها هر آزمودنی با پای راست و سپس با پای چپ پرش می‌کند و الگوی پرش را مانند پرش دوپا داخل چهار مربع در سطح ۱ و ۲ ادامه می‌دهد. توالی مراحل در شکل ۳ نشان داده شده است. در مهارت پرش جانبی از روی خط با گام تأخیری هر آزمودنی پای چپ را از روی خط عبور می‌دهد و سپس به دنبال آن پای راست را با کمی تأخیر از روی خط عبور می‌دهد و برعکس. در پرش دوپا به‌صورت مربع علامت‌ها باید ۹ متر از یکدیگر فاصله داشته باشند.
سطح چهار	پرش دوپا داخل مربع‌های نردبان، پرش با چرخش ران، پرش قیچی‌وار، پرش تک‌پا داخل مربع و پرش دوپا خارج دو مربع، پرش و فرود با یک‌پا داخل مربع‌های نردبان، پرش به شکل تی T، دویدن در میان پنج مخروط، دویدن به سمت موانع اطراف و آخرین تمرین مخروط‌های چابکی	هر آزمودنی در تمرین پرش با چرخش ران، باید ۴۵ درجه به ران‌های خود در هنگام پرش و فرود چرخش بدهد. برای پرش تک‌پا در چهار مربع هر آزمودنی الگوی پرش تک‌پا در چهار مربع در سطح ۳ را انجام می‌دهد و همچنین در انتخاب پاها ابتدا با پای راست و سپس با پای چپ پرش را انجام می دهد. برای پرش به شکل تی T هر آزمودنی بین علامت‌های ۱ و ۳ به‌سرعت می‌دود (فاصله ۹ متر) و بین علامت‌های ۲ و ۴ پرش می‌کند (فاصله ۹ متر) و مهارت پرش و فرود با دوپا را بین علامت ۱ و ۳ انجام می‌دهد. برای توالی اول ۱-۳-۴-۲-۳-۱ را انجام داده و سپس برای توالی دوم ۱-۳-۲-۴-۳-۱ را انجام می‌دهد. در تمرین دویدن میان پنج مخروط، مخروط‌های کناری ۵ متر با یکدیگر فاصله دارند. هر آزمودنی از مخروط مرکزی شروع کرده به سمت مانع کناری می‌دود، سپس به دور مانع چرخش ۱۸۰ درجه‌ای انجام داده و به سمت مانع مرکزی می‌دود و مانع را دور می‌زند و این الگو را ادامه می‌دهد تا تمام علامت‌ها یک‌بار طی شوند. در حین انجام این تمرین هر آزمودنی در توالی اول با پای راست و در توالی بعد با پای چپ چرخش انجام می‌دهد. برای اجرا مهارت لیفت کلور از مهارت پنج مانع تبعیت می شود؛ به این صورت که هر آزمودنی به سمت مانع مرکزی با سرعت می‌دود و سپس به سمت موانع گوشه‌ای حرکت کرده و آن‌ها را نیز دور می‌زند تا تمام موانع یک‌بار طی شده باشند. آزمودنی تمام موانع را یک‌بار از راست و سپس یک‌بار از چپ دور می‌زند. موانع برای دویدن به سمت موانع اطراف ۴/۵ متر از یکدیگر فاصله دارند. هر آزمودنی به سمت اولین مانع به‌سرعت دویده و آن را دور می‌زند، سپس به سمت دومین مانع دویده و آن را هم دور می‌زند و این الگو را ادامه داده تا آخرین علامت را هم دور بزند و سپس به سمت خط پایان می‌دود.

برای بررسی و تحلیل آماری داده‌های خام به‌دست‌آمده، از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف معیار، جداول، نمودارها و جهت آزمون فرضیه‌ها استفاده شده است. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها، آزمون شاپیرو-ویلک[1] (به

[1] Shapiro-Wilk

www.SID.ir

Archive of SID

علت دقت بالای این آزمون نسبت به آزمون کولموگروف–اسمیرنف)، مورد استفاده قرار گرفت. از آزمون t زوجی برای مقایسه درون‌گروهی بین متغیرهای پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین آزمون t مستقل برای مقایسه بین گروهی متغیرها در پس‌آزمون استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در سطح معناداری ۹۵٪ و میزان آلفای کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین نمرات پیش‌آزمون در گروه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین، نتایج آزمون شاپیرو–ویلک (P-value) بیانگر نرمال بودن کلیه داده‌های تحقیق بود؛ بنابراین نتایج آزمون فرضیه‌های تحقیق با استفاده از آزمون‌های آماری پارامتریک ذکر شده است. یافته‌ها نشان داد که انجام شش هفته برنامه‌ی تمرینی ارائه‌شده احتمالاً موجب کاهش حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین در زانو (P=۰/۰۰۹) و بهبود تعادل پویا در جهت خلفی–داخلی (P=۰/۰۲۹) و حس عمقی افراد (P=۰/۰۰۲) شرکت‌کننده در این تحقیق در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل می‌شود. نتایج آزمون t زوجی نیز تفاوت‌های معنادار درون‌گروهی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در فاکتورهای ذکرشده را نشان داد (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳: بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرهای تحقیق در گروه تجربی و کنترل (آزمون t زوجی)

فاکتور		گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	معناداری	اندازه اثر
حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین		گروه تمرینات چابکی	۲۷۱۷/۲۴±۲۵/۹۵	۲۶۱۴/۲۵±۸۰/۶۳	۰/۰۲۴*	۰/۵۶۸
		گروه کنترل	۲۷۱۵/۳۰±۴۰/۳۷	۲۷۱۸/۲۹±۳۵/۳۷	۰/۳۵۶	–
عملکرد	جهش تک‌پا	گروه تمرینات چابکی	۷۶/۶±۳۲/۵۵	۷۸/۷±۸۴/۳۱	۰/۴۵۷	–
		گروه کنترل	۷۷/۷±۶۱/۸۳	۷۷/۸±۴۲/۸۱	۰/۵۱۹	–
	جهش سه‌گانه	گروه تمرینات چابکی	۲۷۲/۸±۸۹/۳۶	۲۷۳/۷±۵۴/۶۳	۰/۳۰۱	–
		گروه کنترل	۲۷۱/۷±۵۶/۴۵	۲۷۲/۸۵±۸/۲۱	۰/۶۱۴	–
تعادل پویا	قدامی	گروه تمرینات چابکی	۵۹/۵±۹۵/۱۰	۶۰/۴±۵۶/۴۹	۰/۲۳۷	–
		گروه کنترل	۶۰/۸۷±۵/۳۷	۶۱/۵۴±۵/۷۱	۰/۲۱۶	–
	خلفی–داخلی	گروه تمرینات چابکی	۶۶/۵±۴۰/۸۰	۷۵/۵±۱۵/۹۷	۰/۰۲۴*	۰/۵۷۹
		گروه کنترل	۶۵/۵±۸۵/۳۳	۶۵/۵±۵۵/۷۴	۰/۳۷۸	–
	خلفی–خارجی	گروه تمرینات چابکی	۷۰/۴±۴۰/۳۸	۷۱/۴±۴۱/۹۵	۰/۴۸۵	–
		گروه کنترل	۷۰/۴±۰۹/۵۱	۷۰/۴±۹۸/۷۴	۰/۴۵۳	–
حس عمقی		گروه تمرینات چابکی	۵/۲±۱۵/۸۱	۲/۱±۳۱/۷۳	۰/۰۰۳*	۰/۵۸۹
		گروه کنترل	۶/۲±۳۰/۳۱	۶/۲±۵۷/۶۳	۰/۷۸۵	–

*نشان‌دهنده تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤: بررسی تغییرات بین‌گروهی متغیرهای تحقیق در گروه تجربی و کنترل (آزمون t مستقل)

فاکتور		گروه	پس‌آزمون	معناداری	اندازه اثر
حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین		گروه تمرینات چابکی	۲۶۱۴/۲۵±۸۰/۶۳	۰/۰۰۹*	۰/۵۶۸
		گروه کنترل	۲۷۱۸/۲۹±۳۵/۳۷		
عملکرد	جهش تک‌پا	گروه تمرینات چابکی	۷۸/۷±۸۴/۳۱	۰/۵۱۶	–
		گروه کنترل	۷۷/۸±۴۲/۸۱		
	جهش سه‌گانه	گروه تمرینات چابکی	۲۷۳/۷±۵۴/۶۳	۰/۶۹۳	–
		گروه کنترل	۲۷۲/۸±۸۵/۲۱		
تعادل پویا	قدامی	گروه تمرینات چابکی	۶۰/۴±۵۶/۴۹	۰/۳۶۷	–
		گروه کنترل	۶۱/۵۴±۵/۷۱		
	خلفی–داخلی	گروه تمرینات چابکی	۷۵/۵±۱۵/۹۷	۰/۰۲۱*	۰/۶۷۵
		گروه کنترل	۶۵/۵±۵۴/۷۴		
	خلفی–خارجی	گروه تمرینات چابکی	۷۱/۴±۴۱/۹۵	۰/۴۸۸	–
		گروه کنترل	۷۰/۴±۹۸/۷۴		
حس عمقی		گروه تمرینات چابکی	۲/۱±۳۱/۷۳	۰/۰۰۲*	۰/۵۹۷
		گروه کنترل	۶/۲±۵۷/۶۳		

***نشان‌دهنده تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون**

بحث

یافته‌ها کاهش حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین در زانو، بهبود تعادل پویا در جهت خلفی–داخلی و حس عمقی افراد شرکت‌کننده در تحقیق حاضر را نشان داد.

بارگذاری ACL در طول فرود آمدن و حداکثر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین بلافاصله پس از تماس اولیه پا با سطح فرود است.[۲۰] یافته‌های تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که زاویه خم شدن زانو، والگوس–واروس زانو، فلکشن–اکستنشن لحظه‌ای زانو و نیروی عکس-العمل زمین همه فاکتورهای مهمی هستند که بر مقدار نیروی برشی درشت‌نی قدامی تأثیر می‌گذارد. حدود ۷۰٪ از تمام آسیب‌های ACL در نتیجه یک مکانیسم غیربرخوردی آسیب هستند و معمولاً به طوری که یک فرد در حال فرود، برش یا پرش است، اتفاق می‌افتد.[۲۱-۲۳] طبق تحقیقات قبلی بهبود در اوج گشتاور چهارسران می‌تواند موجب افزایش معناداری در گشتاور اکسنتریک چهارسران و افزایش غیرمعنا داری در کانسنتریک چهارسران شود.[۲۴-۲۷] مکانیسم‌هایی که ممکن است موجب بهبود گشتاور کانسنتریک چهارسران شود، افزایش در درجه حرارت بدن، تقویت فعال‌سازی ثانویه[۲] (PAP) است که به‌عنوان افزایش در کارایی عضله برای تولید نیرو بعد از فعالیت انقباضی تهویه‌ای و احتمالاً افزایش میزان تشکیل پل متقاطع است.[۲۸] اوج گشتاور کانسنتریک عضله چهارسران در عملکرد به‌عنوان کنترل مقتدرانه اکستنشن زانو ضروری است که یکی از اجزای اصلی در ایجاد هر حرکت شامل اکستنشن سه‌گانه است. نیروی کانسنتریک برای شتاب دادن بدن از یک حالت ایستاده یا پس از ایجاد تغییر جهت مهم می‌باشد. نیروی عضلات چهارسران موجب ایجاد نیروی برشی قدامی درشت‌نی شده و در زانوی نزدیک به اکستنشن کامل، استرس و استرین را بر ACL وارد می‌کند برعکس عضلات چهارسران، همسترینگ با نیروی برشی خلفی تیبیا، موجب کاهش نیرو بر ACL می‌گردد. به همین ترتیب عمل اکسنتریک چهارسران برای حرکات ورزشی شامل تغییر جهت، کاهش شتاب و کنترل اندام تحتانی ضروری است. قدرت اکسنتریک ممکن است همچنین در برابر آسیب چهارسران محافظت کند، زیرا در پراکندگی نیروی عکس‌العمل زمین در طول پرش–فرود و کاهش شتاب نقش دارد.[۲۴] اگر نیروی برشی

[2] Post-activation Potentiation

www.SID.ir

Archive of SID

قدامی ایجادشده توسط انقباض اکسنتریک عضله چهارسران به‌اندازه کافی باشد و همسترینگ نتواند نیروی برشی خلفی کافی برای مقابله با این نیرو ایجاد کند، ACL در معرض خطر آسیب قرار می‌گیرد.[۲۹]

یو و همکاران (۲۰۰۶) ارتباط بین کینماتیک و کینتیک مفصل زانو و نیروهای عکس‌العمل زمین را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که نیروهای عکس‌العمل زمین بزرگ‌تر و گشتاورهای اکستنشن زانو با نیروی برشی قدامی تیبیای بزرگ‌تر همراه است. در زوایای کم فلکشن زانو، توانایی عضلات چهارسران و دوقلو در اعمال نیروی برشی قدامی و بار وارد بر ACL افزایش می‌یابد، در حالی که توانایی عضلات همسترینگ در کاهش میزان این نیرو، کم می‌شود.[۳۰] همچنین، تمرینات پلایومتریک مانند پرش اسکیت و پرش تک‌پا به بهبود هماهنگی و کنترل عصبی–عضلانی می‌انجامد. پرنتیس (۲۰۱۱) نقش اصلی تمرینات پلایومتریک را افزایش تحریک‌پذیری دستگاه عصبی برای افزایش توانایی واکنش دستگاه عصبی–عضلانی بیان می‌کند و اظهار داشت که تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات پلایومتریک با کاهش حساسیت اندام‌های وتری گلژی، تولید نیرو را در عضله افزایش می‌دهد.[۴۳]

محققان نشان دادند که برنامه پیشگیری از آسیب مبتنی بر ورزش می‌تواند به‌طور موفقیت‌آمیزی چندین عامل خطر اندام تحتانی مانند زاویه خم شدن زانو و نیروی عکس‌العمل زمین را تعدیل کند، همچنین میزان آسیب مطلق را بعد از مداخله طولانی فصل کاهش دهد[۲۰]؛ با این حال نتایج مثبت منوط به انطباق است و بازیکنان با انطباق بیشتر میل به کاهش زیادی در میزان آسیب دیدن را دارند.[۳۱]

آسیب زانو و مچ پا، حفظ تعادل در حالت ایستاده را دچار مشکل می‌کند. به نظر می‌رسد فقدان تعادل یا کنترل پاسچر در میان ورزشکاران با آسیب‌های زانو شایع باشد.[۱۲] تعادل پویا فرآیندی است که به ادغام سیستم‌های حسی، اسکلتی–عضلانی و عصبی نیاز دارد و تمرینات اغتشاشی این سیستم‌ها را به چالش می‌کشد. در مطالعات دیگر نشان داده‌اند که استفاده از تمرینات در برنامه توان‌بخشی باعث بهبودی ثبات شده است.[۳۲] اثربخشی تمرین بر روی تعادل، نیازمند پاسخ در سه سطح حرکتی است. در سطح نخاع، نقش اصلی آن تنظیم کردن رفلکس عضله است. اطلاعات حسی به‌دست‌آمده از گیرنده‌های مکانیکی مفصل به دنبال بروز رفلکس‌های تعادلی، به‌صورت رفلکسی سبب یک انقباض حمایتی اطراف مفصل می‌شود و از وارد شدن فشار بیش از حد بر عوامل پاسیو محدودکننده حرکت مفصل ممانعت می‌نماید. در سطح ساقه مغز، بروز رفلکس‌های تعادلی به کنترل تعادل بدن کمک می‌نماید و در سطح مراکز عصبی بالاتر (قشر مغز و مخچه) فرد با تمرکز و توجه و به‌صورت آگاهانه سعی در کنترل هوشیارانه وضعیت مفصل و تعادل بدن خود می‌نماید. کنترل در هر یک از این سطوح نیازمند اطلاعات حسی جمع‌آوری‌شده از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی–پیکری است. در نتیجه با مشکل‌تر شدن شرایط تمرین (از طریق بستن چشم‌ها، حفظ تعادل روی یک‌پا)، اضافه بار بر روی حس‌های نامبرده و حس عمقی بیشتر می‌شود.[۳۳] این تمرین‌ها موجب انقباض هم‌زمان عضلات اطراف مفاصل شده که خود در بهبود کنترل ثبات مفصل و حفظ پاسچر صاف دارای اهمیت زیادی است.[۱۴ و ۳۳]

همچنین با توجه به بهبود تعادل در تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که احتمالا بهبود این فاکتور با تاثیرگذاری بر حس عمقی می‌تواند باعث کاهش بروز آسیب‌های مچ پا نیز شود. در تایید احتمالی این فرضیه پرک و همکاران بیان کردند از آنجایی که حس عمقی در احساسات آگاهانه و ناآگاهانه، کنترل خودکار حرکات و همچنین هماهنگی حرکات نقش حیاتی بازی می‌کند، بهبود حس عمقی در نتیجه تمرینات متناسب با رشته ورزشی و تعادلی خطر بروز آسیب را کاهش داده و دقت حرکت را افزایش می‌دهد. بهبود حس عمقی ناشی از تمرینات ذکرشده قبل از فعالیت‌های ورزشی باعث تغییراتی در دو مؤلفه مرکزی و محیطی حس عمقی می‌شود. در سطح محیطی، این تمرینات تأثیر مثبتی روی عملکرد گیرنده‌های مکانیکی عضلانی به‌وسیله بهبود خاصیت ارتجاعی بافت عضلانی، افزایش اکسیژن‌رسانی، افزایش سرعت هدایت عصبی، افزایش درجه حرارت بدن ناشی از اتساع عروق می‌گردد. در سطح سیستم عصبی مرکزی، تمرینات ذکرشده به‌وسیله تغییراتی که درگیر در حس موقعیت است و یا دستورات فوزی موتور باعث بهتر شدن حساسیت دوک عضلانی و در نتیجه بهبود حس عمقی می‌شود[۵۴]؛ بنابراین با توجه به اینکه ثبات پویا در مفصل مچ پا به‌واسطه رباط‌ها و نگه‌دارنده‌های عضلانی وتری حفظ می‌شود و بازخوردهای حسی ارسال‌شده از گیرنده‌های رباط، مستقیماً به مسیرهای قشری و رفلکس فرستاده می‌شود، سبب فعال شدن واکنش عضلات برای کنترل پویای مفصل می‌شود، همچنین تعامل بین گیرنده‌های رباطی و دوک‌های عضلانی، نقش مؤثری در کنترل پویای مفصل دارد. در نتیجه بهبود ایمپالس‌های عمقی از گیرنده مفصل می‌تواند به جلوگیری از بروز وضعیت غیرطبیعی در بدن و افزایش پاسخ‌های رفلکسی قامت منجر شود و احتمال آسیب به مفصل مچ پا را به‌خصوص حین فعالیت‌های ورزشی یا فعالیت‌های روزمره کاهش دهد[۵۵]؛ بنابراین حس عمقی موجب اطلاع فرد از وضعیت حرکت مفصل می‌شود و در نهایت به انقباض‌های عضلانی به‌منظور حرکت مفصل و استحکام آن نظم می‌بخشد و هر عاملی که باعث بهبود حس عمقی گردد، با ایجاد ثبات مکانیکی مفصل را از ضربات خفیف و آسیب محافظت می‌کند و بروز احتمالی این عوامل در مچ پا احتمالاً باعث کاهش آسیب در این ناحیه شود.[۴۷]

در ورزش تکواندو که حرکات پرشی و در نتیجه ورود نیروهای برشی بر مفاصل با فرودهای مکرر و فراوان و همچنین اتکای طولانی روی یک‌پا همراه است، ورزشکار برای انجام یک حرکت ابدولیو چاگی (ضربه به تنه با چرخش پای زیر)، دولیو چوگی (ضربه به‌صورت با چرخش پای زیر) و دید چاگی و موم دولیوچاگی (ضربه چرخشی که با چرخش و فرود همراه است) موفق (بدون آسیب‌دیدگی) بایستی از زاویه مفصل خود هنگام فرود و اتکا اطلاعات کافی (به‌صورت خودآگاه و ناخودآگاه) داشته باشد. چنانچه اطلاعات دریافتی با خطا همراه باشد،

www.SID.ir

Archive of SID

خطر آسیب‌دیدگی حتمی است. از طرف دیگر، در صورت آسیب قبلی مفصل زانوی آسیب‌دیده ورزشکاری که در گذشته دچار آسیب مفصلی و در نتیجه لیگامانی شده است، با شلی مفصل و افزایش زمان شروع به کار عضلات اطراف مفصل و همچنین کاهش کارایی گیرنده‌های حس عمقی موجود در رباط‌ها و مفاصل و در نتیجه خطر آسیب‌دیدگی دوباره همراه است؛ بنابراین در این زمان است که نیاز به روش‌هایی برای کاهش خطرات احتمالی و افزایش کارایی ورزشی ورزشکار شدیداً احساس می‌شود. با توجه به مطالعات گذشته این تمرینات باعث افزایش هماهنگی عضلانی بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست می‌شود.[۳۴-۳۸]

در انتها، احتمالاً تمرینات تحقیق حاضر می‌تواند با تأثیرگذاری بر عوامل آسیب‌زای ذکرشده باعث بهبود فاکتورهای آسیب‌زا در این افراد شود. البته با توجه به محدود بودن تحقیقات در زمینه سنی نونهالان باید جهت مشخص شدن تأثیر قطعی این تمرینات بر فاکتورهای مذکور، تحقیقات بیشتری را انجام داد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تأثیر تمرینات چابکی بر کاهش حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین در زانو و بهبود تعادل پویا در جهت خلفی–داخلی و حس عمقی معنادار بوده است. بر این اساس، این تمرینات می‌تواند به‌عنوان روش تمرینی ایمن و مؤثر در بهبود این عوامل در تکواندوکاران، مورد توجه قرار گیرد. همچنین این تمرینات احتمالا با تأثیرات مثبت خود بر هر یک از عوامل بالا، می‌تواند موجب بهبود عامل دیگر شود و این امر موجب می‌شود تا تأثیرات این پروتکل تمرینی همه‌جانبه باشد و موجب بهبود بیشتر این عوامل شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمام افرادی که در انجام تحقیق حاضر ما را یاری نمودند و از دانشگاه رجاء قزوین و خوارزمی کرج جهت در اختیار گذاشتن محیط آزمایشگاهی و برای حمایت‌های بی‌وقفه اساتید این دو دانشگاه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Sahebozamani M, Beyranvand R. A review of injury assessment in Iranian martial artists: Systematic review. SJRM. 2016; 5(2): 235-248. [In Persian]
2. Dennis JC, Harmer P, Schiff M. Epidemiology of injury in Olympic Sports. An IOC Medical Commission Publication by Blackwell Publishing Ltd, City of Hoboken, the state of New Jersey, 2010.
3. Nagano Y, H Ida, Akai M, Fukubayashi T. Gender differences in knee kinematics and muscle activity during single limb droP landing. The Knee, 2007; 14(3): 218-223.
4. Hootman JM, Dick R, Agel J. EPidemiology of collegiate injuries for 15 sPorts: summary and recommendations for injury Prevention initiatives. Journal of Athletic Training, 2007; 42(2): 311-319.
5. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, DeMaio M. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries. The American Journal of SPorts Medicine, 2006; 34(9): 1512.
6. Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, Grävare Silbernagel K, Augustsson J, Thomeé R, Karlsson J. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2006; 14: 778-88.
7. Cooper MT, Kaeding C. ComParison of the hospital cost of autograft versus allograft soft tissue anterior cruciate ligament reconstructions. ArthroscoPy, 2010; 26(11):1478-82
8. Genuario JW, Faucett SC, Boublik M, Schlegel TF. A cost-effectiveness analysis comParing 3 anterior cruciate ligament graft tyPes: bone-Patellar tendon-bone autograft, hamstring autograft, and allograft. Am J SPorts Med, 2011; 40(2):307-14.
9. Olsen, O. E. Myklebust, G. Engebretsen, L. Bahr, R. Injury pattern in youth team handball: A comparison of two prospective registration methods. Scand J Med Sci Sports, 2006; 16:426-432.
10. Comfort P, Abrahamson E. Sports Rehabilitation and Injury Prevention. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2010: 4-7.
11. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh MH, Shamsimajelan A. The Effect of ACL Intervention Programs on the Improvement of Neuromuscular Deficiencies and Reducing the Incidence of ACL Injury: A Review Article. J Rehab Med, 2015; 4(2): 159-169. [In Persian]
12. Padua DA, Marshall SW. Evidence supporting ACL-injury prevention exercise programs: a review of the literature. Athletic Therapy Today, 2006; 11:11-23.
13. Robert W, Aron J, Mark L. The effect of plyometric training on distance running performance. Eur J Appl Physiol, 2003; 89: 1-7
14. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh MH, Shamsimajlan A. Screening tests for neuromuscular defects affecting non-contact ACL injury- A review article. SJKU. 2015; 20(2): 85-105. [In Persian]
15. Barendrecht, M. Lezeman, H. C. A. Duysens, J. Smits-Engelsman, B, C, M.. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. J Strength Cond Res. 2011; 25(3):575-584.

www.SID.ir

Archive of SID
16. Hayley R, Trojian, T., Martinez, J., Kraemer, W., DiStefano, L.J., Landing technique and performance in youth athletes after a single injury-prevention program session. Journal of athletic training, 2015; 50(11): 1149-1157.

17. Yu, B., Lin, C.F., Garrett, W.E., Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. Journal Clinical Biomechanics, 2006; 21(3): 297-305.

18. Sadeghi, H., Hakim, M. N., Hamid, T. A., Amri, S. B., Razeghi, M., Farazdaghi, M., &Shakoor, E. (2017). The effect of exergaming on knee proprioception in older men: a randomized controlled trial. Archives of gerontology and geriatrics 2017; 69: 144-150. [In Persian]

19. Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A., &Berkes, I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. British journal of sports medicine. 2008; 42(6), 472-47

20. Padua, D.A. and DiStefano, L.J., Sagittal plane knee biomechanics and vertical ground reaction forces are modified following ACL injury prevention programs: A systematic review. Sports Health: A Multidisciplinary Approach, 2009; 1(2): 165-173.

21. Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A., Garrett, W.E., Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Journal of Orthopedics, 2000; 23(6): 573-578.

22. Beynnon, B.D. and Fleming, B.C., Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. Journal of biomechanics, 1998; 31(6): 519-525.

23. Brophy, R.H., Schmitz, L., Wright, R.W., Dunn, W.R., Parker, R.D., Andrish, J.T., et al, Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) group. The American journal of sports medicine, 2012; 40(11): 2517-2522

24. Aguilar, A.J., DiStefano, D.J., Brown, C.N., Herman, D.C., Guskiewicz, K.M., Padua, D.A., A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2012; 26(4): 1130-1141.

25. Zois, J., Bishop, D.J., Ball, K., Aughey, R.J., High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. Journal of science and medicine in sport, 2011; 14(6): 522-528.

26. DiStefano, L.J., Padua, D.A., Blackburn, J.T., Garrett, W.E., Guskiewicz, K.M., Marshall, S.W., Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2010; 24(2): 332-342.

27. Thomas, K., French, D., and Hayes, P.R., The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2009; 23(1): 332-335.

28. Yamaguchi, T., and Ishii, K., Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2005; 19(3): 677-683.

29. Griffin, L.Y., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Bahr, R., Beynnon, B.D., DeMaio, M., et al, Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. The American journal of sports medicine, 2006; 34(9): 1512-1532.

30. Yu, B., Lin, C.F., Garrett, W.E., Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. Journal Clinical Biomechanics, 2006; 21(3): 297-305.

31. Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., et al., Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. British journal of sports medicine, 2010; 44(11): 787-793.

32. Markolf, K.L., Burchfield, D.M., Shapiro, M.M., Shepard, M.F., Finerman, G.A.M., Slauter beck, J.L., Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. Journal of Orthopaedic Research, 1995; 13(6): 930-935.

33. Brophy, R.H., Schmitz, L., Wright, R.W., Dunn, W.R., Parker, R.D., Andrish, J.T., et al, Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) group. The American journal of sports medicine, 2012; 40(11): 2517-2522.

34. MCMaster WC, Liddle S, Waugh TR. Laboratory evaluation of various cold therapy modalities. The American Journal of Sports Medicine. 1978; 6: 291-294.

35. Sadeghi, H., Hakim, M. N., Hamid, T. A., Amri, S. B., Razeghi, M., Farazdaghi, M., &Shakoor, E. The effect of exergaming on knee proprioception in older men: a randomized controlled trial. Archives of gerontology and geriatrics. 2017; 69: 144-150. [In Persian]

36. Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A., &Berkes, I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. British journal of sports medicine. 2008; 42(6): 472-47

37. Borges, J. H., Conceição, M. S., Vechin, F. C., Pascoal, E. H. F., Silva, R. P., & Borin, J. P. The effects of resisted sprint vs. plyometric training on sprint performance and repeated sprint ability during the final weeks of the youth soccer season. Science & Sports. 2016; 31(4): 101-105

www.SID.ir

Archive of SID
38. Verma, C., Subramanium, L., & Krishnan, V. Effect of plyometric training on vertical jump height in high school basketball players: A randomised control trial. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2015; 4(1): 7-12.

39. Rahnama, N., Nazarian, A B., Batavani, M R., Batavani, M. Incidence and Mechanism of Acute Injuries in Iranian Professional Men Taekwondo Competitors in 2008 Super LeagueResearch in bioscience and physical activity. 2015; 2(3): 55-62.

40. Gheidi, N., & Sadeghi, H. ACL injury prevention programs due to intrinsic and modifiable risk factors in female Athletes. J Rehab Med. 2014; 3(3): 89-108

41. Saki F. Relationship between Functional Movement Screen scores and Selected Physical Fitness Factors in Boy Taekwondo Athletes. Journal of Applied Exercise Physiology. 2018; 13(26): 249-260.

42. Poorkiani, M., Letafatkar, A., Hadadnejad, M., & Shojaedin, S. Effectivness of eight weeks progressive jump-landing exercises on performance and dynamic balance of young footballers at risk of anterior cruciate ligament injury. J Rehab Med. J Rehab Med. 2018; 7(3): 59-68.

43. Zareii, M., & Johari, K. The effect of "FIFA +11 kids" injury prevention program on isokinetic strength of the knee extensor and flexor muscles in young children football players. Journal of research in sport rehabilitation. 2018; 3(5): 19-27.

44. Ghasemi paeendehi, V., Shojaeddin, S, Ebrahimi-Tekamejani, E, Letafatkar, A., & Eslami, M.. The Effects of 8 Weeks of FIFA11+ Warm-Up Program on Timing and Electromyography Activity of Knee Muscles to Prevent the ACL Injury. Journal of sport medicine. 2017; 8(2): 175-195. [Persian]

45. Fekri, N, Zarei, M, Mohammadi, F. The Effect of 8 Weeks Core Stability Training on Ground Reaction Force among Male Parkour Athletes. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2018; 8 (22): 53-66. [Persian]

46. Kheiroddin, F, Minoo Nejad, H, Alizadeh, M.H. Effects of the Modified 11+ Warm up Program on Lower Extremity Injuries Prevention among Young Male Footballers. Sport Medicine Studies. Spring & Summer 2017; 9 (21): 29-42. [Persian]

47. Khosravi kaviz, M, Rahnama, N, Sahebalzamani M. The Effect of Eight Weeks of Training with Balance Board on Neuromuscular Variables of Karate Girls` Ankle. Journal of Paramedical science and rehabilitation. 2017; 3(6): 27-37. [Persian]

48. Asgari, M., & Alizade, M., & Shahrbanian, S The effect of "FIFA +11" warm up program on injury prevention, agility and dribbling speed in young male football players. Journal of Applied Exercise Physiology. 2018; 14(27): 209-222.

49. Inklaar H. Soccer injuries. Sports medicine. 1994;18(1):55-73.

50. Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl S-O. Prevention of soccer injuries: supervision by doctor and physiotherapist. The American Journal of Sports Medicine. 1983;11(3):116-20.

51. Östenberg A, Roos H. Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2000;10(5):279-85.

52. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. British journal of sports medicine. 2006;40(9):767-72.

53. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Risk factors for injuries in football. The American journal of sports medicine. 2004;32:5-16.

54. Park D S,&Lee G C. Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board:usability and validation. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2014; 11: 99-103.

55. Richie J. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular. The Journal of Foot and Ankle Surgery. 2001; 40(4): 251-240.

www.SID.ir