Effect of Plyometric and Theraband Tainings on Ankle Proprioception and Strength in Adolescent Soccer Players

Ziaei M[1], Esmaeili H[2], Mirshkar M[3]

Abstract

Purpose: Ankle joint proprioception and strength play an important role in its stability. Preventing ankle injuries in soccer functional movements requires accurate proprioceptive information and sufficient strength. Therefore, the purpose of this study was to compare the effect of eight weeks plyometric and theraband trainings on ankle proprioception and strength in adolescent soccer players.

Methods: Among Isfahan adolescent soccer players, thirty were purposively and conveniently selected and randomly divided into two groups of 15 namely plyometric (age=12.87±2.64 yrs, height=151.80±14.15 cm, weight=46.50±12.16 kg) and theraband (age=13.40±0.91 yrs, height=151.20±6.67 cm, weight=41.53±8.87 kg). Two groups performed their training programs for 8 weeks and 3 times per week. Each training session last for 45 minutes. Ankle angle restoring test in 15º for ankle inversion-eversion proprioception, and plantar and dorsiflexion strength tests were used before and after the training program. Repeated-measure analysis of variance was employed for data analysis with the significance level of ($p\leq0.05$).

Results: Within group differences results for plyometric group showed significant decrease in angle restoration error ($p\leq0.05$) and increase in ankle dorsi and plantar flexion ($p\leq0.05$). Also, the results of this study showed that theraband training decreased angle restoration error ($p\leq0.05$) and increased ankle plantar and dorsi flexion strength ($p\leq0.05$). However, there were no significant differences in ankle proprioception and strength between two groups ($p\geq0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, each two type of plyometric and theraband trainings improve ankle proprioception and strength and there was no differences in effectiveness of two training protocols. It is recommended to athletic trainers and clinicians to use these two training protocols in order to improve ankle proprioception and strength.

Keywords: Injury Prevention, Proprioception, Pyometric training, Strength, Theraband Training

Received: 2019.03.12 Accepted: 2019.07.06

اثر تمرینات پلیومتریک و تراباند بر حس عمقی و قدرت مچ پای بازیکنان فوتبال نوجوان

مصطفی ضیائی[۱]،حامد اسماعیلی[۲]، مرضیه میرشکار[۳]

هدف: حس عمقی و قدرت مفصل مچ پا نقش مهمی در پایداری این مفصل ایفا می کند. پیشگیری از آسیب‌های مچ پا در فوتبال نیازمند اطلاعات صحیح حس عمقی و قدرت کافی عضلات مفصل مچ پا است. از این رو هدف این پژوهش مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات پلیومتریک و تراباند بر حس عمقی و قدرت مچ پای فوتبالیست های نوجوان بود.

روش بررسی: از میان نوجوانان فوتبالیست شهر اصفهان، ۳۰ نفر به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی وارد دو گروه ۱۵ نفری پلیومتریک (سن ۲/۶۴±۱۲/۸۷ سال، قد ۱۴/۱۵±۱۵۱/۸۰ سانتی‌متر، وزن ۱۲/۱۶±۴۶/۵۰ کیلوگرم) و تراباند (سن ۰/۹۱±۱۳/۴۰ سال، قد ۶/۶۷±۱۵۱/۲۰ سانتی‌متر، وزن ۸/۸۷±۴۱/۵۳ کیلوگرم) شدند. دو گروه به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه و هرجلسه به مدت ۴۵ دقیقه به انجام تمرینات پرداختند . آزمون بازسازی زاویه ۱۵ درجه به منظور ارزیابی حس عمقی اینورژن و اورژن، و آزمون قدرت عضلات پلانتار و دورسی فلکسور مچ پا قبل و بعد از برنامه تمرینی استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از مدل آنالیز واریانس برای اندازه‌های تکراری در سطح معناداری ($p\leq۰/۰۵$) استفاده شد.

یافته ها: نتایج تغییرات درون‌گروهی در گروه پلیومتریک، کاهش معنادار خطای بازسازی ($p\leq۰/۰۵$) و افزایش قدرت دورسی و پلانتارفلکشن مچ پا ($p\leq۰/۰۵$) را در آزمودنی ها نشان داد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات تراباند باعث کاهش معنادار خطای بازسازی ($p\leq۰/۰۵$) و افزایش قدرت مچ پا ($p\leq۰/۰۵$) می شود. با این حال بین دو گروه تمرینی (پلیومتریک و تراباند) در متغیرهای حس عمقی و قدرت مچ پا تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p\geq۰/۰۵$).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر هر دو نوع تمرین پلیومتریک و تراباند سبب بهبود حس عمقی و قدرت عضلات مچ پا می‌شود و بین تاثیر دو نوع تمرین اختلافی وجود ندارد. بنابراین مربیان و درمانگران برای افزایش قدرت و بهبود حس عمقی مچ پا می‌توانند از تمرینات پلیومتریک و تراباند استفاده کنند.

کلمات کلیدی: پیشگیری از آسیب، تمرینات تراباند، تمرینات پلیومتریک، حس عمقی، قدرت

نویسنده مسئول: حامد اسماعیلی، H.esmaeili@spr.ui.ac.ir ORCID: 0000-0002-6882-2612

آدرس: اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم‌ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی

۱- کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشجوی کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

فوتبال با بیش از ۲۰۰ میلیون شرکت کننده از ۲۰۳ کشور عضو فدراسیون بین المللی فوتبال (Federation of International Football Associations; FIFA)، یکی از پرطرفدارترین رشته های ورزشی است (۱). تلاش تیم های ملی و باشگاهی برای کسب رتبه های برتر در رقابت های فوتبال و ماهیت برخوردی این رشته ورزشی، احتمال بروز آسیب را افزایش داده است؛ به طوری که، میزان وقوع آسیب بالایی برای این رشته ورزشی نسبت به سایر رشته ها گزارش شده است (۲). میزان شیوع آسیب در میان بازیکنان فوتبال در حدود ۱۰ تا ۳۵ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه تخمین زده شده است؛ به این معنی که هر بازیکن در هر سال حداقل با یک آسیب مواجه می شود (۳). همچنین نشان داده شده است که میزان شیوع آسیب در بازیکنان فوتبال نوجوان ۴/۸ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه و تمرین رخ می دهد و از این میزان ۶۹/۱ درصد در زمان تمرین و ۳۰/۹ درصد در حین مسابقه اتفاق می افتد (۴). هرچند برخی مطالعات نشان دادند که میزان آسیب در زمان مسابقه بیشتر از زمان تمرین است اما با این حال هرچه عواملی همچون سطح رقابت، سطح مهارت و میزان تجربه بازیکنان کم‌تر باشد، باعث می‌شود که پیوستار آسیب از سمت آسیب های زمان مسابقه به سمت آسیب های زمان تمرین سوق پیدا کند (۴). گزارش شده است که آسیب پذیرترین ناحیه در بازیکنان فوتبال، اندام تحتانی است که ۸۷ درصد این آسیب ها را به خود اختصاص می دهد (۵). در این میان مچ پا بیشترین میزان آسیب ها را به خود اختصاص می‌دهد (۶،۷)؛ به طوری که ۷۶ درصد از آسیب ها در مچ پا رخ می‌دهد، یعنی در هر ۱۰۰۰ ساعتی که افراد به فعالیت فوتبال می پردازند ۱۱/۳۵ آسیب مچ پا رخ می دهد (۸).

عواملی که باعث ایجاد آسیب مچ در بازیکنان فوتبال می شود، عبارتند از عوامل خطر درونی (Internal Risk Factors) (سابقه آسیب، نوع و اندازه پا، ناپایداری مچ پا، شلی مفصلی، قدرت اندام تحتانی و حس عمقی) که با ویژگی های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی فرد مرتبط هستند و عوامل خطر خارجی (External Risk Factors) (عوامل انسانی، وسایل حفاظتی، وسایل ورزشی و شرایط محیطی) که با محیط بازی بازیکنان مرتبط می باشند (۲،۹). در این میان، عقیده بر این است که اختلال در حس عمقی (Proprioception) و قدرت عضلانی (Muscle Strength) از فاکتورهای زیستی حرکتی مرتبط با عوامل خطر ذاتی می تواند منجر به افزایش احتمال وقوع آسیب بازیکنان شود (۱۰). حس عمقی را می‌توان دروندادهای حسی (اطلاعات آوران)، وارده به دستگاه عصبی مرکزی تعریف کرد (۱۱). در واقع گیرنده های محیطی با دریافت تحریکات مکانیکی و تبدیل آن ها به پیام عصبی این تحریکات را از مسیرهای آوران به دستگاه عصبی مرکزی جهت پردازش اطلاعات منتقل می‌کند (۱۱). این گیرنده

های تخصص یافته شامل گیرنده های مکانیکی (رافینی، پاچینی، گلژی و پایانه های عصبی آزاد)، عضلانی (دوک عضلانی و اندام وتری گلژی) و خارجی (درد، حرارتی و تماسی) هستند (۱۱). تحقیقات بر اهمیت حس عمقی در پیشگیری از آسیب بازیکنان فوتبال تاکید می‌کند (۷،۱۲،۱۳). برای مثال، EILS و همکاران (۱۴) ضعف حس عمقی مفصل مچ پا را دلیل افزایش آسیب و ناپایداری مچ پا بیان کردند. علاوه بر این، تغییرات در حس عمقی یک ناحیه از بدن احتمال بروز آسیب در نواحی دیگر بدن را نیز افزایش می دهد؛ مثلا، کاهش حس عمقی در مفاصل تنه، ورزشکاران را مستعد آسیب در اندام تحتانی می‌کند (۱۵) و می تواند سلامت بازیکنان را تهدید کرده و سالیانه میلیون ها یورو از منابع مالی کشورها را هدر می دهد (۱۶).

اختلال در حس وضعیت مفصل مچ پا موجب تغییر هماهنگی حرکت و الگوهای حرکتی مانند تاخیر در زمان شروع انقباض و کاهش دامنه فعالیت عضلات اطراف مفصل شده و احتمال آسیب مفصل مچ پا را افزایش می‌دهد (۱۷،۱۸). تغییراتی که در فرایند انقباض عضلانی رخ می دهد، انقباض حداکثری عضلات و نیروی حاصله از آن که به عنوان قدرت شناخته می شود را تحت تاثیر قرار می دهد (۱۹). قدرت نقش مهمی در اجرای موفقیت آمیز حرکات و پیشگیری از آسیب ورزشکاران دارد، که این موضوع در طی سال های اخیر مورد توجه متخصصان توانبخشی بوده است (۲۰،۲۱). Augustsson و همکاران (۲۲) با بررسی رابطه ی قدرت عضلات اندام تحتانی با میزان آسیب پذیری نشان دادند که ضعف عضلات می تواند ورزشکاران را مستعد آسیب کند (۲۲). در همین راستا Willems و همکاران (۱۰) در مطالعه ای، نشان دادند که بین ضعف عضلات مچ پا و ناپایداری مزمن مچ پا رابطه وجود دارد، و ضعف عضلات مچ پا را عاملی در پیچ‌خوردگی های مکرر مچ پای ورزشکاران دانستند (۱۰).

شرکت های بزرگ، تجهیزات آزمایشگاهی پیچیده ای را برای کمک به بهبود دروندادهای حس عمقی و قدرت طراحی کرده اند، با این حال، تمرینات میدانی همواره از لحاظ هزینه، زمان و میزان اثرگذاری مورد توجه قرار داشته اند. این تمرینات شامل: تمرینات ایزوکنتیک، تعادلی، تمرین در زنجیره حرکتی بسته و باز، زمان عکس العمل و پلیومتریک است (۲). تمرینات پلیومتریک شامل یک کشش اکسنتریک سریع و متعاقب آن یک انقباض کانسنتریک است. از این گونه تمرینات به عنوان یک روش تمرینی جهت افزایش ثبات رفلکسی مفصل و سفتی عضلانی یاد می شود. تمرینات پلیومتریک با ایجاد انسجام بین سطوح مختلف نخاع و مغز قادر به ایجاد کنترل عصبی عضلانی است، که همین امر، دلیل کاربرد آن در برنامه های آماده سازی و توانبخشی ورزشکاران است (۲۳). از سوی دیگر تمرینات تراباند به دلیل سهولت در کاربرد، هزینه ی کم، تنوع تمرینی بالا و بی‌خطر بودن روز به روز جایگاه ویژه ای را در برنامه های آماده سازی و توانبخشی پیدا کرده است (۲۴). این تمرینات که به عنوان تمرینات مقاومتی پیش رونده شناخته می شوند از باند الاستیک برای بهبود عملکرد سیستم عصبی-عضلانی، قدرت و افزایش توانایی افراد در انجام وظایف عملکردی بهره می‌برد (۲۵).

Han و همکاران (۲۶) اثر تمرینات مقاومتی تراباند را روی افراد با و بدون سابقه‌ی اسپرین مچ پا مورد بررسی قرار دادند. آن ها با توجه به افزایش مشاهده شده در تعادل هر دو گروه، بیان کردند که می توان از این تمرینات به منظور بازیابی و بهبود عملکرد افراد استفاده کرد (۲۶). Baltich و همکارن (۲۷) به بررسی تأثیر تمرینات قدرتی مجزا مچ پا و تمرینات تعادلی عملکردی روی قدرت، مکانیک دویدن، کنترل پوسچرال و جلوگیری از آسیب ورزشکاران مبتدی پرداختند، نتایج آن ها نشان داد که این تمرینات باعث بهبود در متغیرهای مورد بررسی شده است (۲۷). همچنین اظهار نمودند که با استفاده از تمرینات قدرتی و تعادلی می‌توان به میزان زیادی از آسیب های مچ پا جلوگیری کرد. این در حالی است برخی مطالعات نشان دادند که تمریناتی مانند تمرینات تراباند و تمرینات تسهیل عصبی‌عضلانی قادر به بهبود تعادل پویا و فعالیت‌های عملکردی مانند آزمون های پرشی هاپ (هاپ 8 و هاپ متقاطع) و آزمون تعادلی Y نیستند (۲۰). دلیل آن را می توان ماهیت متفاوت تمرینات و آزمون های مورد استفاده دانست، زیرا تمرینات بصورت موضعی بر روی مچ پا انجام شد ولی آزمون های داینامیک و نیازمند به هماهنگی کل اندام تحتانی مورد استفاده قرار گرفته است (۲۰).

با توجه به اینکه نرخ شیوع آسیب های مچ پا زیاد بوده و حس عمقی و قدرت در جلوگیری از ابتلا به آسیب های ناحیه پا موثر است و با این فرض که تمرینات پلیومتریک و تراباند توانایی بهبود قدرت و حس عمقی مفصل مچ پا و

متعاقب آن کاهش ریسک ابتلا به آسیب را دارند و اینکه بروز آسیب در ناحیه مچ پا می‌تواند آینده ورزشی بازیکنان فوتبال نوجوانان را تحت تاثیر قرار دهد، محققین این مطالعه برآنند تا به بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات پلیومتریک و تراباند بر حس عمقی و قدرت مچ پای بازیکنان فوتبال نوجوان بپردازند. نتایج این مطالعه می‌تواند در شناسایی روش های مفید برای بهبود حس عمقی و قدرت عضلات ناحیه پا اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان و متخصصین توانبخشی قرار دهد.

روش بررسی

تعداد ۳۰ نفر از بازیکنان فوتبال نوجوان شهر اصفهان با دامنه سنی بین ۱۲ تا ۱۵ سال در این مطالعه نیمه تجربی شرکت کردند. برای تعیین میزان حجم نمونه از نرم افزار برآورد حجم نمونه (G*POWER) برای سطح معناداری ۰/۰۵، اندازه اثر ۰/۷۰ و توان آزمونی ۰/۸ استفاده شد. این نرم افزار تعداد حداقل ۸ نفر را برای هر گروه تعیین کرد. با این حال با توجه به احتمال ریزش در طول دوره تحقیق، ۱۵ نفر آزمودنی برای هر گروه انتخاب شدند و در نهایت همه ۳۰ نفر در مطالعه باقی ماندند. شرکت کننده های داوطلب ابتدا به صورت میدانی فراخوانده شده و به صورت در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه پلیومتریک و تراباند گروه بندی شدند. شرایط ورود به مطالعه عبارت بود از: ۱- حداقل یک سال سابقه بازی ۲- عدم وجود منع پزشکی (بیماری و آسیب)، ۳- تمایل به شرکت در مطالعه. شرایط خروج از مطالعه عبارت بود از ۱- عدم رضایت والدین ۲- وجود آسیب طی ۳۰ روز گذشته یا سابقه‌ی جراحی که باعث محدود کردن حضور آن ها می شد (۲۸). پیش از شروع مطالعه، شرکت‌کنندگان در مورد اهداف و شرایط تحقیق آگاه شدند و فرم رضایت آگاهانه را امضا کردند.

اندازگیری قدرت و حس عمقی

حس عمقی مچ پا به وسیله گونیامتر مخصوص حس عمقی مفصل مچ پا با پایایی درون آزمونگر ۰/۹۷، پایایی بین آزمونگر ۰/۸۷ و پایایی ثبات زمانی ۰/۸۲ مورد اندازگیری قرار گرفت (۲۹). همچنین پیش از انجام مطالعه، نتایج اندازگیری‌های پایایی ۰/۹۸ برای پایایی درون آزمونگر و ۰/۸۶۹ برای پایایی بین آزمونگر را نشان داد. برای اندازه-گیری با این وسیله، افراد در حالت نشسته پاهای خود را در حالت برهنه روی گونیامتر قرار می دادند (شکل ۱). پس از آن، بندهای گونیامتر روی پای افراد بسته می شد. گونیامتر مورد استفاده می توانست به سمت اینورژن و اورژن بچرخد و بر اساس محور اصلی پا مقدار زاویه چرخش را نشان دهد. افراد به گونه‌ای پای خود را روی سطح گونیامتر قرار می‌دادند که شاخص تعیین شده برای پاشنه در مرکز آن قرار گرفته و انگشت دوم پا نیز روی شاخص مرکزی گونیامتر قرار گیرد. در این مطالعه برای اندازه‌گیری حس عمقی از روش بازسازی وضعیت قبلی به صورت فعال استفاده شد. پای افراد به صورت تصادفی توسط آزمونگر به زاویه ۱۵ درجه هدایت می‌شد و سپس به زاویه صفر درجه برگردانده می شد. سپس چشم افراد با چشم بند بسته شد تا از بازخورد بینایی جلوگیری شود و در نهایت از آن ها خواسته شد تا زاویه هدف را با چشمان بسته به صورت فعال تکرار کند (شکل۱). این حرکت برای پای برتر سه بار انجام شد و بین هر تکرار ۵ ثانیه استراحت داده می شد. میانگین اختلاف بین زاویه هدف و زاویه بازسازی شده، به عنوان حس عمقی مفصل مچ پا در نظر گرفته شد (۳۰).

شکل ۱: اندازگیری حس عمقی مفصل مچ پا.

برای اندازه گیری قدرت ایزومتریک عضلات پلانتار فلکسور و دورسی فلکسور پا از دینامومتر دستی نیکولاس مدل ۱۱۶ (Lafayette Instrument)، استفاده شد. جهت ثابت کردن اندام مورد نظر و حذف اثر مفاصل دیگر، آزمونگر با قرار دادن دست خود روی زانوی فرد پا را ثابت می کرد. افراد به نحوی قرار می گرفتند که در حالت نشسته مفصل زانو در اکستنشن و مچ پا در وضعیت صفر درجه

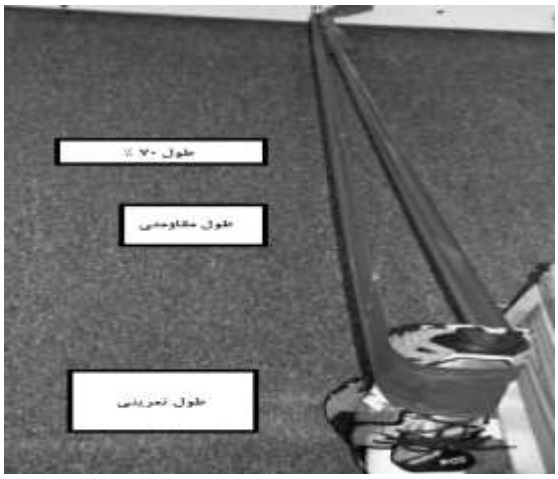
پلانتار و دورسی فلکشن (خنثی) بود. برای آزمون عضلات پلانتار فلکسور، دینامومتر زیر انتهای پروگزیمال مفاصل متاتارسوفالانژیال قرار می گرفت و از فرد خواسته می‌شد با حداکثر قدرت حرکت پلانتار فلکشن را انجام دهد. برای آزمون عضلات دورسی فلکسور، دستگاه روی قسمت پروگزیمال مفاصل متاتارسوفالانژیال قرار گرفت و از فرد خواسته می‌شد با حداکثر قدرت حرکت دورسی فلکشن انجام دهد (۳۱). هر آزمون شامل سه تلاش (Trial) بود که در هر تلاش، انقباض ۵ ثانیه نگه داشته می شد و بین هر تلاش، افراد ۱۵ ثانیه استراحت می‌کردند و حداکثر قدرتی که آن ها در هر تلاش اعمال می‌کردند ثبت می گردید که میانگین آن ها به عنوان قدرت عضلات پلانتار فلکسور و دورسی فلکسور درنظرگرفته شد (۳۲) (شکل ۲) . برای نرمال کردن قدرت و مقایسه آن بین افراد، میزان قدرت به دست آمده عضلات بر وزن بدن هر فرد تقسیم شد (۳۳).

شکل ۲: اندازگیری قدرت عضلات مفصل مچ پا

پروتکل تمرینی پلیومتریک و ترابند

شرکت‌کنندگان در دو گروه پلیومتریک و ترابند علاوه بر انجام تمرینات فوتبال، به ترتیب تمرینات پلیومتریک و ترابند را انجام دادند. از آزمودنی ها خواسته شد که به جز برنامه های تمرینی در نظر گرفته شده و فعالیت های روزانه به هیچ برنامه تمرینی دیگری در مدت مطالعه نپردازند. تمرینات مورد استفاده در مطالعه به مدت ۸ هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه در نظر گرفته شد. شدت و حجم تمرینات پلیومتریک بر اساس پیشنهادات مطالعات پیشین بکار برده شد (۳۴). بر این اساس، حجم تمرین (تعداد تماس های پا با زمین)، از ۹۰ تا ۱۴۰ تماس پا با زمین در هر جلسه متغییر بود، در حالی که شدت تمرینات به جز در هفته آخر که کاهش یافت، همواره رو به افزایش بود کاهش شدت تمرینات در هفته آخر به این منظور بود که خستگی نتواند به عنوان یک عامل مزاحم در پس آزمون، نتایج را تحت تاثیر قرار دهد (۳۴). همه شرکت‌کنندگان در طول تمرینات تحت نظارت مستقیم قرار داشتند و نحوه انجام تمرینات به آنها آموزش داده می شد.

شدت و حجم تمرینات تراباند بر اساس تعداد ست، تکرار و مقاومت (رنگ)، در طول دوره تمرینی تنظیم شد (جدول۱). شرکت کنندگان در حالت نشسته روی زمین با زانوی صاف در حالی که باند به دیوار متصل بود تمرینات دورسی فلکشن، پلانتارفلکشن، اینورژن و اورژن را انجام دادند نحوه انجام تمرینات به شرکت کننده ها آموزش داده شد و از آن ها خواسته شد تا تمرینات را با تمرکز بر حرکت مفصل مچ انجام دهند و مفاصل زانو و ران را درگیر نکنند. مقاومت تمرینی با محاسبه ۷۰٪ طول استراحت باند و اضافه کردن این مقدار به طول استراحتی بدست آمد، و این فاصله روی زمین علامت زده شد و شرکت کننده ها با قرار دادن مچ پای خود در این فاصله تمرینات را انجام می‌دادند (۲۰) (شکل ۳).



شکل ۳: نحوه انجام تمرینات تراباند

میانگین تکرارهای آزمون اندازگیری حس عمقی مچ پا در هر یک از حرکت‌های اینورژن و اورژن پای برتر افراد و میانگین نرمال شده قدرت عضلات اطراف مچ پای هر فرد برای تجزیه و تحلیل محاسبه شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. آمار توصیفی برای بررسی شاخص های گرایش مرکز (میانگین) و شاخص های پراکندگی (واریانس و انحراف معیار) مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه افراد از نظر ویژگی های

جدول ۱: برنامه تمرینی تراباند برای گروه تراباند

هفته	رنگ	ضریب سختی (نیوتن بر متر)	ست	تکرار
۱	زرد	۱۰	۳	۱۰
۲	زرد	۱۰	۳	۱۲
۳	سبز	۱۸	۳	۱۰
۴	سبز	۱۸	۳	۱۲
۵	سبز	۱۸	۳	۱۵
۶	آبی	۲۶	۳	۱۰
۷	آبی	۲۶	۳	۱۲
۸	آبی	۲۶	۳	۱۵

جدول برنامه تمرینی تراباند برای تمرینات اینورژن، اورژن، دورسی و پلانتارفلکشن مچ پا همراه با مشخصات تراباند

دموگرافیک، از آزمون تی مستقل استفاده شد. برای بررسی پذیره ای زیربنایی آزمون تحلیل واریانس برای اندازه های تکراری، از آزمون شاپیرو-ویلک برای نرمال بودن توزیع خطاها، از آزمون لون برای برابر بودن واریانس خطاها و از آزمون دوربین-واتسون برای ناخودهمبسته بودن خطاهای مدل استفاده شد. به منظور بررسی همزمان تغییرات درون و بین گروهی از مدل تحلیل واریانس برای اندازه های تکراری استفاده شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شده است.

یافته‌ها

نتایج مربوط به آزمون شاپیرو-ویلک حاکی از نرمال بودن توزیع خطا بود ($p>۰/۰۵$). نتایج آزمون لون نشان دهنده برابر بودن واریانس خطاها بود ($p>۰/۰۵$). آزمون دوربین-واتسون نیز نشان دهنده ناخود همبسته بودن خطاهای مدل بود (تمامی متغیرها مقادیر بین ۱/۵ تا ۲/۵ داشتند). بنابراین پذیره های زیربنایی مورد تایید قرار گرفت. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که تمام متغیرهای مورد مطالعه دارای توزیع نرمال هستند ($p>۰/۰۵$) (جدول۲). همچنین به منظور اطمینان از اینکه بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت از نظر ویژگی های جمعیت شناسی وجود ندارد دو گروه با استفاده از آزمون t مستقل مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی گروه‌های تمرینی اختلاف معناداری وجود ندارد ($p>۰/۰۵$) (جدول۳).

جدول ۴ یافته های مربوط به اطلاعات توصیفی متغیرها و آزمون تحلیل واریانس را نشان می‌دهد. نتایج آزمون تحلیل واریانس برای اندازه های تکراری به منظور بررسی اثر تعاملی زمان (قبل و بعد از مداخله) روی دو گروه تمرینی (پلیومتریک و تراباند) در مقادیر متغیرهای وابسته (حس عمقی و قدرت مچ پا) نشان داد که تفاوت درون‌گروهی معناداری در اینورژن، اورژن، پلانتارفلکشن و دورسی فلکشن وجود دارد. درحالی که تفاوت بین‌گروهی معناداری در اینورژن، اورژن، پلانتارفلکشن و دورسی فلکشن مشاهده نشد. همچنین نتایج اثر تعامل که در آن شیب خط تغییرات در دو گروه مقایسه می شود و بیانگر برتری و تاثیرگذاری احتمالی گروه ها نسبت به یکدیگر است، نشان داد که در متغیرهای مورد مطالعه، اثر تعامل (متقابل) گروه و زمان معنادار نیست ($p>۰/۰۵$).

همان گونه که نمودار ۴ نشان می دهد میانگین خطای بازسازی مفصل مچ پا بعد از تمرینات پلیومتریک و تراباند کاهش پیدا کرده است، که این امر بیانگر افزایش حس عمقی مچ پای بازیکنان است. همچنین نمودار ۵ افزایش قدرت مچ پای بازیکنان را در هر دو گروه تمرینی نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از این مطالعه مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات پلیومتریک و تراباند بر حس عمقی و قدرت مچ پای بازیکنان فوتبال نوجوان بود. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات پلیومتریک و تراباند سبب بهبود حس عمقی و قدرت عضلات مفصل مچ پای بازیکنان شده است.

کاهش میانگین خطای بازسازی مفصل مچ پا بعد از هشت هفته تمرینات پلیومتریک و تراباند نشان دهنده بهبود وضعیت حس عمقی مفصل مچ پای بازیکنان است. حس عمقی تامین کننده بخش مهمی از اطلاعات پیرامونی برای کنترل حرکت است (۳۵). از حس عمقی به عنوان آگاهی از وضعیت قسمت های مختلف بدن در هر لحظه در فضا و بازخوردی از اندام به سیستم عصبی مرکزی یاد شده و سبب ایجاد انسجام در واحدهای حرکتی می‌شود (۳۶). نتایج این مطالعه نشان داد تمرینات پلیومتریک باعث بهبود حس عمقی مفصل مچ پای شرکت کنندگان در مطالعه شد، که با نتایج Ramirez و همکاران (۳۷)، اسدی و همکاران (۳۸)، Kathleen و همکاران (۳۹) همخوانی دارد.

جدول۲: مقایسه ویژگی های جمعیت شناسی گروه های مختلف

متغیر	گروه	انحراف معیار± میانگین	T	p-مقدار
سن (سال)	پلیومتریک	۱۲/۸۷±۲/۶۴	۰/۷۰۸	۰/۵۵
	تراباند	۱۳/۴۰±۰/۹۱		
قد (سانتی متر)	پلیومتریک	۱۵۱/۸۰±۱۴/۱۵	۰/۳۹۳	۰/۷۶۰
	تراباند	۱۵۱/۲۰±۶/۶۷		
وزن (کیلوگرم)	پلیومتریک	۴۶/۵۰±۱۲/۱۶	۰/۶۹۱	۰/۵۷۱
	تراباند	۴۱/۵۳±۸/۸۷		

*سطح معناداری p<۰/۰۵

جدول۳: اطلاعات مربوط به یافته های آزمون شاپیرو-ویلک

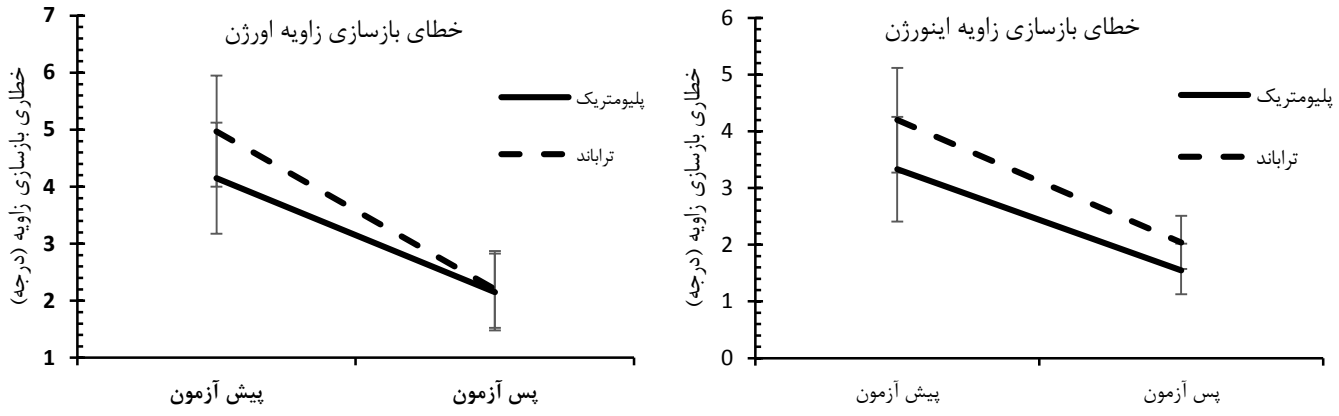
متغیر	گروه	شاپیرو-ویلک	p-مقدار
اینورژن	پلیومتریک	۰/۹۵۶	۰/۶۲۹
	تراباند	۰/۹۱۱	۰/۱۳۸
اورژن	پلیومتریک	۰/۹۲۱	۰/۱۹۷
	تراباند	۰/۹۲۵	۰/۲۳۰
پلانتارفلکشن	پلیومتریک	۰/۹۵۳	۰/۵۶۵
	تراباند	۰/۹۵۸	۰/۶۵۲
دورسی‌فلکشن	پلیومتریک	۰/۹۳۸	۰/۳۵۵
	تراباند	۰/۹۵۴	۰/۵۹۳

*سطح معناداری p<۰/۰۵

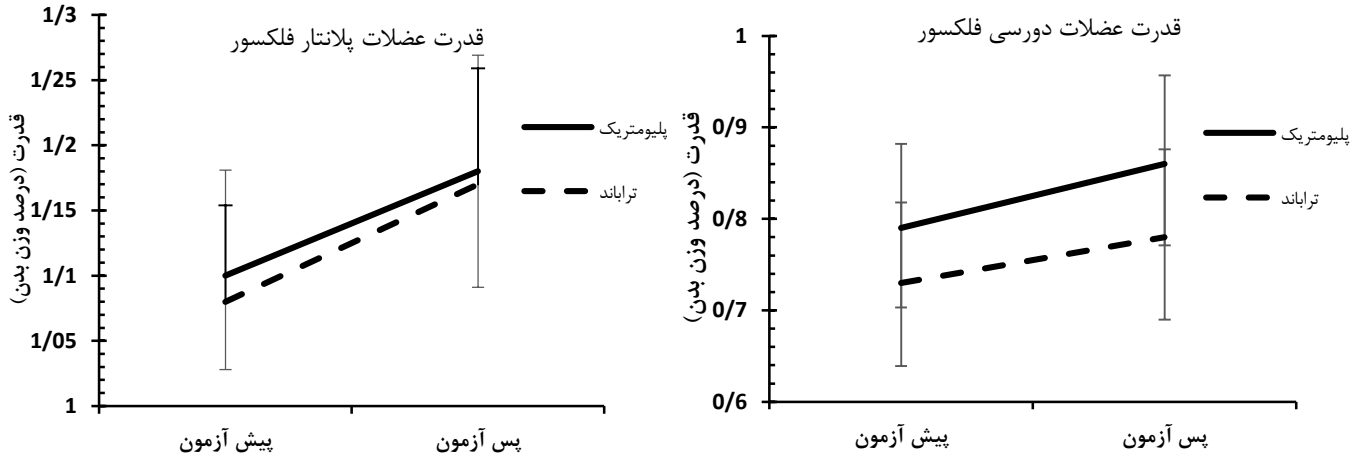
جدول۴: اطلاعات مربوط به یافته های آنوا برای اندازه ای تکراری در متغیرهای حس عمقی و قدرت

متغیر	نوبت آزمون		پلیومتریک انحراف معیار± میانگین	تراباند انحراف معیار± میانگین	تغییرات درون گروهی	اندازه اثر	تغییرات بین گروهی	تعامل
حس عمقی (درجه)	اینورژن	پیش آزمون	۳/۳۳ ± ۱/۲۹	۴/۲۰ ± ۲/۱۱	F=۵۳/۹۷	۰/۶۵۸	F=۲/۵۰	F=۰/۵۰
		پس آزمون	۱/۵۵ ± ۱/۰۳	۲/۰۴ ± ۰/۷۰	p<۰/۰۰۱		P=۰/۱۳	P=۰/۴۹
	اورژن	پیش آزمون	۴/۱۵ ± ۱/۸۲	۴/۹۷ ± ۱/۸۶	F=۶۰/۴۰	۰/۶۸۳	F=۰/۷۹	F=۱/۶۱
		پس آزمون	۲/۱۵ ± ۱/۱۱	۲/۲۰ ± ۱/۴۲	p<۰/۰۰۱		P=۰/۳۸	P=۰/۲۱
قدرت (نیوتن/ وزن بدن)	پلانتار	پیش آزمون	۱/۱۰ ± ۰/۱۳	۱/۰۸ ± ۰/۱۶	F=۹۷/۸۵	۰/۸۲۸	F=۰/۱۰	F=۱/۰۷
		پس آزمون	۱/۱۸ ± ۰/۱۶	۱/۱۷ ± ۰/۱۸	p<۰/۰۰۱		P=۰/۷۵	P=۰/۳۱
	دورسی	پیش آزمون	۰/۷۹ ± ۰/۱۵	۰/۷۳ ± ۰/۱۸	F=۷۴/۴۲	۰/۷۴۷	F=۱/۳۶	F=۱/۳۵
		پس آزمون	۰/۸۶ ± ۰/۱۷	۰/۷۸ ± ۰/۱۸	p<۰/۰۰۱		P=۰/۲۵	P=۰/۲۶

*سطح معناداری p<۰/۰۵



نمودار ۴: تغییرات خطی خطای بازسازی زاویه (حس عمقی) اینورژن و اورژن مچ پا در دو گروه پلیومتریک و تراباند



نمودار ۵: تغییرات خطی قدرت عضلات دورسی و پلنتار فلکسور مچ پا در دو گروه تمرینات پلیومتریک و تراباند

تمرینات پلیومتریک با افزایش هماهنگی در انقباض هم زمان عضلات اندام تحتانی باعث بهبود حس عمقی و کنترل عصبی-عضلانی افراد و متعاقبا سبب افزایش تعادل می شود (۳۷). نشان داده شده است که بازیکنان بسکتبالی که علاوه بر تمرینات بسکتبال به تمرینات پلیومتریک می پردازند، به دلیل بهبود حس عمقی مفاصل، در تعادل و کنترل پاسچر خود بهبود نشان می دهند (۳۸) که این امر با قراردادن پاسچر در وضعیت صحیح در زمان‌های مختلف بازی، می‌تواند خطر وقوع آسیب را کاهش دهد. Kathleen و همکاران (۳۹) با انجام تمرینات پلیومتریک و قدرتی بر عملکرد حرکتی و کینماتیک شانه نشان دادند که تمرینات پلیومتریک با کاهش زمان بین انقباض اکسنتریک و کانسنتریک می تواند عملکرد دوک های عضلانی را بهبود بخشد و این عاملی است که باعث سازگاری پاسخ های زمانی و فضایی برای ارسال پیام صحیح از موقعیت مفصل می شود (۳۹). بنابراین به نظر می رسد که تمرینات پلیومتریک با توجه به تغییراتی که در نحوه کنترل و هماهنگی عضلات ایجاد می‌کند، می تواند سبب بهبود حس عمقی و متعاقب آن کاهش آسیب شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات تراباند نیز باعث بهبود وضعیت حس عمقی می شود که این نتایج با نتایج مطالعات خدابخشی و همکاران (۴۰)، محرمی و همکاران (۲۵)، Topp و Pifer (۴۱) همخوان است. خدابخشی و همکاران (۴۰)، گزارش کردند که تمرینات مقاومتی تراباند مداخله ای مناسب برای افزایش سازگاری های عصبی-عضلانی است و به بهبود تعادل در بازیکنان فوتبال می انجامد (۴۰). بیان شده است که تمرینات قدرتی از قبیل تراباند از طریق ایجاد سازگاری در اندام های وتری

گلژی که یکی از گیرنده های حس عمقی است می تواند به ایجاد تعادل و فرستادن اطلاعات صحیح به تشکیلات شبکه‌ای ساقه مغز و قشر مخ منجر شود (۴۰،۴۲). محرمی و همکاران (۲۵) نیز نشان دادند که تمرینات مقاومتی با تراباند باعث بهبود حس عمقی افراد مبتلا به سندرم گیرافتادگی شانه می‌شود. Topp و Pifer (۴۱) نیز به نتایج مشابهی در مورد اثر تمرینات مقاومتی بر حس عمقی زانو رسیدند. مطالعه Topp و Pifer (۴۱) نشان داد که تمرینات تراباند چه از نوع ایستا باشد و چه از نوع پویا از طریق ۲ مکانیسم در روند توانبخشی افراد با آسیب زانو موثر است: ۱- افزایش حساسیت گیرنده های حس عمقی ۲- کاهش فشارهای وارده به مفصل (۴۱). با این حال، نتایج این مطالعه با نتایج خلخالی و همکاران (۴۳)، ناهمخوان است. خلخالی و همکاران (۴۳) اثر تمرینات تعادلی، مقاومتی زنجیره باز و بسته را برحس عمقی مفصل زانو مورد بررسی قرار دادند. یافته های پژوهش آن ها نشان داد که ۱۰ جلسه تمرینات تعادلی باعث بهبود حس عمقی می شود درحالی که تمرینات مقاومتی در زنجیره باز و بسته نمی توانند به طور معناداری حس عمقی را تحت تاثیر قرار بدهند (۴۳). مغایرت نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه حاضر می تواند به دلیل کمبود زمان تمرینات، پروتکل تمرینی متفاوت، وسیله اندازگیری حس عمقی یا موقعیت مفصل باشد. علاوه بر این، در مطالعه. خلخالی و همکاران مفصل زانو مورد ارزیابی قرار گرفته بود که شاید عدم اثرگذاری تمرینات روی حس وضعیت مفصل زانو، متفاوت بودن سیستم حسی این مفصل نسبت به مچ پا باشد.

برای دریافت اطلاعات مربوط به حس عمقی چندین گیرنده دخیل هستند. این گیرنده ها شامل گیرنده های مکانیکی (رافینی، پاچینی، گلژی و پایانه های عصبی آزاد)، عضلانی (دوک عضلانی و اندام وتری گلژی) و خارجی (درد، حرارتی و تماسی) می‌باشند (۱۱). در اکثر مطالعات دوک‌های عضلانی را منبع اولیه دریافت اطلاعات حس عمقی می دانند. حس عمقی به عنوان مهم ترین بخش آوران سیستم حرکتی و جزء ضروری کنترل حرکت مطرح است و نقش حیاتی در فعالیت حرکتی دارد (۱۱). حس عمقی در درجه اول از دوک های عضلانی و گیرنده های تاندونی تامین می شود و در مرحله بعد از ساختمان های کپسولی، لیگامان ها، پوست و بافت های زیر پوست نشات می گیرد (۱۷). با توجه به موارد ذکر شده، تمرینات پلیومتریک و تراباند می‌توانند از طریق آماده سازی نرون-های حرکتی، فعال سازی همزمان عضلات همکار، انسجام واحدهای حرکتی و کاهش بازدارندگی عضلات مخالف در بهبود حس عمقی موثر باشند (۳۷،۳۸،۴۰). همچنین دوک های عضلانی از طریق کاهش زمان بین انقباض اکسنتریت و کانسنتریک و ایجاد سازگاری در پاسخ های زمانی و فضایی می تواند منجر به ارسال اطلاعات حاوی موقعیت مفصل در زمان های مختلف بازی به سیستم عصبی مرکزی شوند (۳۹)؛ که همین عاملی در بهبود حس عمقی و کاهش آسیب های مچ پا در بازیکنان است (۳۹). باید به این نکته نیز اشاره کرد که حین انجام تمرین های تراباند فرد باید بطور مداوم حرکت را در یک دامنه مشخص انجام دهد که این محدوده دارای یک زاویه شروع و یک زاویه پایانی است. بازسازی این زوایا، احتمالا باعث بهبود فعالیت گیرنده های حس عمقی شده و فرایند یادداری ابتدا و انتهای حرکت را تسهیل می‌کند.

نتایج این مطالعه نشان داد که تفاوتی در شاخص های حس عمقی و قدرت بین دو گروه تمرینی وجود ندارد. که می تواند به علت اثرگذاری یکسان تمرینات پلیومتریک و تراباند بر هماهنگی عصبی-عضلانی، انسجام حرکتی (یکپارچگی واحدهای حرکتی) باشد (۳۷،۳۸،۴۰). همچنین این گونه تمرینات با اعمال فشار به سیستم عصبی می تواند منجربه سازگاری فیزیولوژیکی شود (۴۱،۴۴)، که می تواند سبب بهبود قدرت و حس عمقی مفاصل گردد.

نتایج این مطالعه نشان داد که هشت هفته تمرینات پلیومتریک و تراباند قدرت عضلات مفصل مچ پا را افزایش می دهد. قدرت عضلات مفصل مچ پا به عوامل مختلفی بستگی دارد که در اثر تمرین قابل تغییر هستند. از عوامل تاثیرگذار بر قدرت می توان به اندازه عضله، شدت پتانسیل عمل و تکانه های عصبی اشاره کرد که با تمرین افزایش پیدا می‌کند (۴۵). به علاوه محققین معتقدند که عامل دیگر در افزایش قدرت عضلات، افزایش هماهنگی واحدهای حرکتی است. همچنین مطالعات پیشین نشان داده است در زمانی که نیروی اعمال شده روی وترهای عضلانی و ساختمان های بافت همبند بیش از آستانه تحمل باشد اندام وتری گلژی باعث غیرفعال شدن نرون های حرکتی عضله می شوند تا از اعمال این گونه نیروی ها، جلوگیری کند (۴۶). تمرین با کاهش مکانیسم مهاری اندام وتری گلژی باعث افزایش نیروی تولیدی توسط عضله می‌شود.

یافته های مطالعه حاضر با نتایج مطالعه McKinlay و همکاران (۴۷)، Bouet و همکاران (۱۷)، Vissing و همکاران (۴۸)، Kijowksi و همکاران (۴۹) همخوانی دارد. Vissing و همکاران (۴۸) افزایش قدرت را در گروه های تمرینی پلیومتریک و تراباند مشاهده کردند. McKinlay و همکاران (۴۷) با بررسی اثر تمرینات پلیومتریک و مقاومتی روی قدرت و عملکرد عصبی- عضلانی بازیکنان فوتبال نشان دادند که هر دو نوع تمرین سبب افزایش قدرت و هایپرتروفی می‌شود (۴۷). Bouet و همکاران (۱۷) بیان کردند تمرینات قدرتی سبب بهبود هماهنگی سیستم عصبی- عضلانی و تغییر الگوی انقباضی عضلات مانند کاهش زمان انقباض و افزایش دامنه انقباض می‌شود و با ایجاد فعالیت همزمان اعصاب گاما، فعالیت صعودی دوک عضلانی را افزایش می دهد و به بهبود نیروی تولیدی می‌انجامد (۱۷). به نظر می رسد که تمرینات پلیومتریک و تراباند با ایجاد سازگاری های مورد اشاره در سیستم عصبی-عضلانی می توانند سبب دسترسی به سطوح بالاتری از قدرت شوند (۴۸). اهمیت قدرت در پیشگیری از آسیب های ورزشی به خوبی توسط محققان نشان داده شده است (۵۰-۵۲). قدرت عضلات اطراف مفصل مچ پا، باعث ایجاد ثبات پویا و پایداری عملکردی مفصل مچ پا می شود (۱۰). همچنین قدرت کافی عضلات باعث کاهش فشارهای وارده به مفصل می شود (۴۱). عدم وجود ثبات و افزایش فشار مفصلی در مچ پا باعث پیچ- خوردگی های مکرر شده و در نهایت به ناپایداری مزمن این ناحیه می‌انجامد
(۴۱).

از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق Henry و همکاران (۵۳)، Kubo و همکاران (۵۴) و Kaminski و همکاران (۵۵) هم راستا نمی باشد. نتایج مطالعه Henry و همکاران (۵۳) حاکی از عدم تاثیرپذیری فعالیت عضلات پرونئال پس از تمرینات پلیومتریک بود. مغایرت نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر را می‌توان تفاوت در مدت زمان تمرینات دانست، که می‌تواند دلیل احتمالی سازگاری‌های فیزیولوژی در مطالعه حاضر باشد. Kubo و همکاران (۵۴) فعالیت عضلات دورسی فلکسور و پلانتارفلکسور مچ پا را پس از تمرینات پلیومتریک مورد بررسی قرار دادند که نتایج بهبود معناداری را در متغییرهای مورد بررسی نشان نداد (۵۴). Kaminski و همکاران (۵۵) نشان دادند که تمرینات تراباند و حس‌عمقی قادر به افزایش قدرت اینورژن و اورژن در افراد مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا نیستند. به نظر می رسد تفاوت در وضعیت بدنی حین انجام آزمون و تمرینات (نشسته روی صندلی- نشسته روی زمین)، مدت زمان متفاوت تمرینات (۶ هفته- ۸هفته) و نوع آزمودنی ها (ناپایداری عملکردی مچپا (Functional Ankle Instability) -سالم) دلیل مغایرت نتایج آن ها با نتایج مطالعه حاضر باشد.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که هم تمرینات پلیومتریک و هم تمرینات تراباند می توانند سبب بهبود حس عمقی و قدرت عضلات ناحیه مفصل مچ پا شده و به تبع آن سبب کاهش ریسک ابتلا به آسیب در ورزشکاران شود. علاوه بر این نتایج این مطالعه نشان داد که میزان بهبود قدرت و حس عمقی ناشی از هر دو نوع تمرین با یکدیگر تفاوتی ندارد. بنابراین به مربیان تیم های ورزشی توصیه می‌شود که از هر دو نوع تمرین مورد استفاده در این مطالعه برای اهداف پیش‌گیرانه خود استفاده نمایند.

از جمله محدودیت های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل شرایط روانی بازیکنان اشاره کرد. محدودیت بعدی این بود که مطالعه حاضر روی بازیکنان فوتبال مرد با محدوده سنی ۱۲ تا ۱۵ سال انجام شد و تعمیم نتایج نیز تنها بر گروه های سنی، جنسی مشابه ممکن است.

بهتر است در تحقیقات آینده باتوجه به محدودیت تحقیق حاضر، تاثیر این گونه تمرینات روی گروه های سنی و جنسی دیگر نیز مورد بررسی قرار بگیرد. همچنین با انجام مطالعه ای مشابه در ورزش های مختلف و مقایسه نتایج آن با نتایج مطالعه حاضر می‌توان راهکار عملی به منظور بهبود عملکرد بازیکنان و کاهش عوامل خطر آسیب و پیشگیری از آن ها ارائه نمود.

سپاسگزاری

مطالعه حاضر روی بازیکنان نوجوان تیم شهرداری اصفهان با کد اخلاق IR.UI.REC.1397.045 انجام پذیرفت. بدین وسیله از همکاری مدیریت و کارکنان دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان و اداره تربیت بدنی شهرداری اصفهان و همچنین مربیان درگیر در مطالعه صمیمانه تشکر می شود.

منابع

1. Stubbe JH, Van Beijsterveldt AM, Van der Knaap S, Stege J, et al. Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. J Athl Train 2015; 50(2): 211-216.
2. Ergen E, Ulkar B. Proprioception and ankle injuries in soccer. Clin Sports Med 2008; 27(1): 195-217.
3. Junge A, Dvorak J. Soccer injuries. Sports med 2004; 34(13): 929-938.
4. Legall F, Carling C, Reilly T, Vandewalle H, et al. Incidence of injuries in elite French youth soccer players: a 10-season study. Am J Sports Med 2006; 34(6): 928-938.
5. Hawkins RD, Hulse M, Wilkinson C, Hodson A, Gibson M. The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. Br J Sports Med 2001; 35(1): 43-47.
6. Garrick JG. The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. Am J Sports Med 1977; 5(6): 241-242.
7. McGuine TA ,Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. Am J Sports Med 2006; 34(7): 1103-1111.
8. Lievers WB, Adamic PF. Incidence and severity of foot and ankle injuries in men's collegiate American football. Orthopaedic journal of sports medicine 2015; 3(5): 23-25.
9. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med 2005; 39(6): 324-329.
10. Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. J Athl Train 2002; 37(4): 487-499.
11. Lephart, Scott M. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Human kinetics 2000: 405-413..
12. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? Knee Surg Sport TR A 2000; 8(6): 356-363.
13. Tropp H, Askling C, Gillquist J. Prevention of ankle sprains. Am J Sports Med 1985; 13(4): 259-262.
14. Eils E, Schröter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. Med Sci Sports Exerc 2010; 42(11): 2098-2105.
15. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. Am J Sports Med 2007; 35(3): 368-373.
16. Rahnama N, Reilly T, Lees A. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. Br J Sports Med 2002; 36(5): 354-359.
17. Bouët V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neuroscience letters 2000; 289(2): 143-146.
18. Sammarco GJ. Rehabilitation of the foot and ankle: Mosby Incorporated; 1995; 451-459
19. Martins WR, Safons MP, Bottaro M, Blasczyk JC, et al. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. BMC geriatrics 2015; 12(2): 15-99.
20. Hall EA, Docherty CL, Simon J, Kingma JJ, Klossner JC. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. J Athl Train 2015; 50(1): 36-44.
21. Hashimoto T ,Sakuraba K. Strength training for the intrinsic flexor muscles of the foot: effects on muscle strength, the foot arch, and dynamic parameters before and after the training. **J** Physiother Sci 2014; 26(3): 373-376.
22. Augustsson SR, Ageberg E. Weaker lower extremity muscle strength predicts traumatic knee

injury in youth female but not male athletes. BMJ Open Sports exer med 2017; 3(1): 222-228.

23. Tropp H, Alaranta H, Renstrom P. Proprioception and coordination training in injury prevention. Sports Injuries: Basic principles of prevention and care 1993;4(3): 46-55.

24. Dashti P, Shabani M, Moazami M. Comparison of the effects of two selected exercises of Theraband and Pilates on the balance and strength of lower limb in elderly women. The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility 2015; 18(153): 1-9.

25. Moharrami R, Shojaeddin S, Sadeghi H. Effect of 6 weeks resistance training with elastic-band on proprioception in male athletes with shoulder impingement syndrome. J. Gorgan Univ. Med. Sci.. 2014; 16(4): 411-420.

26. Han K, Ricard MD, Fellingham GW. Effects of a 4-week exercise program on balance using elastic tubing as a perturbation force for individuals with a history of ankle sprains. J Orthop Sports Phys Ther. 2009; 39(4): 246-255.

27. Baltich J, Emery CA, Stefanyshyn D, Nigg BM. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord 2014; 15(1): 407-419.

28. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. NAJSPT 2010; 5(2): 47.

29. Dehcheshme S, Rahnama N, Dehcheshme H, Faramarzi M. The effect of eight weeks of neuromuscular training on ankle proprioception of soccer players. Research sport rehabilitation 2015; 3(6): 49-58

30. Rajabi R, Karimi M. appliance and of determining the reliability new instrument of Iranians to measure the ankle joint proprioception. J Sports Med.2015; 12(6): 43-52.

31. Bokaee F, Nasseri N, Mazaheri H, Fakhari Z, Jalaee S. Strengths of lower extremity and lower trunk muscles in females with patellofemoral pain syndrome. Koomesh 2010; 12(1): 22-30.

32. Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. Phys ther 1986; 66(2):206-209

33. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther 2007; 37(5): 232-238.

34. Piper TJ, Erdmann LD. Step Plyometric Program. Strength Cond J 1998; 20(6): 72-73.

35. Dehner C, Heym B, Maier D, Sander S, et al. Postural control deficit in acute qtf grade II whiplash injuries. Gait posture 2008; 28(1): 113-119.

36. Richie Jr DH. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. J Foot Ankle Surg 2001; 40(4): 240-251.

37. Campillo R, Meylan C, Alvarez C, Henríquez C, et al. Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. J Strength Cond Res 2014; 28(5): 1335-1342.

38. Asadi A, de Villarreal ES, Arazi H. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. J Strength Cond Res 2015; 29(7): 1870-1875.

39. Swanik KA, Thomas SJ, Struminger AH, Bliven KCH, et al. The Effect of Shoulder Plyometric Training on Amortization Time and Upper-Extremity Kinematics. J sport rehabil 2016; 25(4): 315-523.

40. khodabakhshi M, Hashemi Javaheri SA, Ebrahimi Atri A, Ebadi Fara M. Effects of 8 Weeks of Resistance Training with Traband on Dynamic Balance in Young Soccer Players. Sport Biomech 2016; 2(2): 43-53.

41. Topp R, Pifer M. A Preliminary Study Into the Effect of 2 Resistance Training Modes on Proprioception of Subjects with Knee Osteoarthritis. J Perform Health Res 2017; 1(1): 211-220

42. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ, Esselman PC, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci. 1997; 52(4): 218-227.

43. Khalkhali M, Ghasemi M, Talebian Z, Abouie M. Effects of balance and closed and opened chain exercises on properioception error of knee in healthy females. Res Med 2004; 28(2): 115-119.

44. Miller MG, Herniman JJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael TJ. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. sport sci med 2006; 5(3): 459.

45. Jones DA, Round JM, De Haan A. Skeletal Muscle from Molecules to Movement: A Textbook of Muscle Physiotherapy for Sport, Exercise and Physiotherapy: Edinburgh; 2004.

46. Chalmers G. Strength training: Do Golgi tendon organs really inhibit muscle activity at high force levels to save muscles from injury, and adapt with strength training? Sport biomech 2002; 1(2): 239-249.

47. McKinlay BJ, Wallace P, Dotan R, Long D, et al. Effects of Plyometric and Resistance Training on Muscle Strength, Explosiveness and Neuromuscular Function in Young Adolescent Soccer Players. J Strength Cond Res 2018; 32(11): 3039-3050

48. Vissing K, Brink M, Lønbro S, Sørensen H, et al. Muscle adaptations to plyometric vs resistance training in untrained young men. J Strength Cond Res 2008; 22(6): 1799-1810.

49. Kijowksi KN, Capps CR, Goodman CL, Erickson TM, et al. Short-term resistance and plyometric training improves eccentric phase kinetics in jumping. J Strength Cond Res 2015; 29(8): 2186-2196.

50. Bourne MN, Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Eccentric knee flexor strength and risk of hamstring injuries in rugby union: a prospective study. Am J Sports Med 2015; 43(11): 2663-2670.

51. Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip muscle strength predicts noncontact anterior cruciate ligament injury in male and female athletes: a prospective study. Am J Sports Med 2016; 44(2): 355-361.

52. Steffen K, Nilstad A, Kristianslund EK, Myklebust G, Bahr R, Krosshaug T. Association between lower extremity muscle strength and noncontact ACL injuries 2016; 48(1): 2082-2089

53. Henry B, McLoda T, Docherty CL, Schrader J. The effect of plyometric training on peroneal latency. J sport rehabil 2010; 19(3): 288-300.

54. Kubo K, Morimoto M, Komuro T, Yata H, et al. Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. Medicine and science in sports and exercise 2007; 39(10): 1801-1810.

55. Kaminski T, Buckley B, Powers M, Hubbard T, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. Br J Sports Med 2003; 37(5): 410-415.

پیوست ۱

خروجی نرم افزار G*POWER