



مقایسه تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی بسته و تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی بر حس عمقی مفصل مچ پای مردان سالمند

حسین صادقی ده چشمه^{۱*}، بهنام قاسمی^۲، محمدرضا مرادی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲ و ۳. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

دریافت ۱۸ آذر ۱۳۹۴؛ پذیرش ۳ خرداد ۱۳۹۵

چکیده

تقویت عوامل مؤثر در حفظ تعادل می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد اساسی در درمان مشکلات تعادلی سالمندان باشد. هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی بسته و تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی بر حس عمقی مفصل مچ پای مردان سالمند بود. از بین ۳۸۰ نفر مرد سالمند واقع در شهرستان فارس، ۴۵ نفر به‌طور تصادفی به ۳ گروه ۱۵ نفره تقسیم شدند. میانگین سن در گروه زنجیره بسته (۶۹/۹۳±۶/۷۰ سال)، در گروه تسهیل عصبی عضلانی (۶۷/۲۰±۶/۹۰ سال) و در گروه کنترل (۷۲/۵۳±۶/۹۵ سال) بود که به‌طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت نمودند. میزان خطا در بازسازی زوایای مفصلی مچ پا در حرکات‌های اینورشن و اورشن (۱۵ درجه) اندازه‌گیری شد. دو گروه مداخله، تمرینات زنجیره حرکتی بسته و تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی را در مدت ۴۵ دقیقه و طی هشت هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام دادند و گروه کنترل فعالیت‌های روزانه را انجام دادند. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد که در میانگین میزان خطا در بازسازی زوایای مفصلی هر سه گروه در زوایای (اینورژن ۱۵ و اورژن ۱۵ درجه) تفاوت معنی‌داری وجود داشته است ($p \geq 0.05$). همچنین نتایج آزمون‌های تعقیبی بونفرونی نشان داد که میزان تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی بسته به‌طور معنی‌داری بیشتر از تمرینات تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی بر روی حس عمقی بوده است ($p < 0.05$). یافته‌ها حاکی از آن است که تمرینات زنجیره حرکتی بسته به دلیل تحمل وزن تأثیرگذاری بیشتری را نسبت به تمرینات تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی بر بهبود حس عمقی مفصل مچ پای مردان سالمند می‌تواند داشته باشد.

واژگان کلیدی

زنجیره حرکتی بسته

تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی

حس عمقی

مفصل مچ پا

سالمند

مقدمه

بالا رفتن میانگین سنی در جوامع صنعتی باعث شده تا تحقیقات زیادی سالمندان را به عنوان جامعه‌ی مورد بررسی خود انتخاب کنند. یکی از تغییرات قابل مشاهده در سالمندان، بدتر شدن اجرا و یادگیری مهارت‌ها، به‌ویژه در مهارت‌هایی است که نیاز ویژه به تعادل دارند. امروزه این موضوع ثابت شده است که از دست دادن تعادل یکی از عوامل خطرزای اصلی در افتادن است (چیویاکووسکی و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین صدمات ناشی از افتادن، یکی از علت‌های اصلی محدود شدن فعالیت، ناتوانی و حتی مرگ در میان سالمندان است. مطالعات بیانگر آن است که حدوداً ۳۰ درصد سالمندان بالای ۶۵ سال هر ساله یک بار افتادن را تجربه می‌کنند، در حالی که این رقم در افراد بالای ۷۵ سال به ۵۰ درصد می‌رسد (جینگ لیو و همکاران، ۲۰۱۲). تغییرات ناشی از سالمندی شامل کاهش عملکرد سیستم عصبی عضلانی، کاهش توده‌ی عضلانی، کاهش قدرت، استقامت و دامنه‌ی حرکتی مفاصل است. همچنین عملکرد برخی سیستم‌های فیزیولوژیک تأثیرگذار در کنترل قامت نظیر سیستم‌های اسکلتی، عضلانی، دهلیزی، حسی پیکری (به‌ویژه حس عمقی) و بینایی نیز در سالمندی تضعیف می‌شوند (جینگ لیو و همکاران، ۲۰۱۲؛ وال و همکاران، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، با شروع دوران سالمندی سیستم عصبی که دروندادهای حسی پیکری برای حفظ تعادل را سازماندهی می‌کند، دچار تغییراتی می‌شود (منز و همکاران، ۲۰۰۳). تقویت عوامل مؤثر در حفظ تعادل اعم از حس عمقی مفاصل به‌عنوان یک راهبرد اساسی در درمان و پیشگیری مشکلات تعادلی مؤثر می‌باشد (جانسن و کامپر، ۲۰۱۳). مطالعات نشان داده است که حس عمقی قابل تعلیم است و برنامه‌هایی که شامل تعلیم حس عمقی باشد، باعث پیشرفت حرکات عملکردی می‌گردد. برای تعلیم حس عمقی باید از تمریناتی استفاده کرد که این سیستم را درگیر کند. تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات بهبود تعادل، باعث درگیر شدن سیستم حس عمقی می‌شود؛ ضعف تعادل در افراد سالمند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد آسیب‌ها در افراد به حساب می‌آید. یکی از متغیرهای مهم بالینی که متخصصان طب ورزش برای بازگرداندن افراد آسیب دیده به فعالیت‌ها در نظر می‌گیرند، ارزیابی میزان تعادل و کنترل پاسچر و حس عمقی آنان

می‌باشد (بلکبورن و همکاران، ۲۰۰۰؛ جعفرنژاد، ۲۰۱۰). حس عمقی مفصل مچ پا بهترین نشانه به‌عنوان اطلاعات آوران ناشی از گیرنده‌های عمقی در کپسول و لیگامان و دوک عضلانی است که منجر به ثبات مفصل، کنترل پاسچر و کنترل حرکت می‌شود. حس عمقی تنوع ویژه‌ای به روش حسی است و شامل حس‌هایی از حرکت مفصل (حس تشخیص حرکت) و موقعیت مفصل (حس وضعیت مفصل) است. حس وضعیت مفصل مربوط به دقت موقعیت مفصل و توانایی افراد برای دوباره ایجاد کردن یک زاویه از پیش تعیین شده است (دانشجو و همکاران، ۲۰۱۲).

بنابراین، تحقق یک روش مؤثر برای بهبود عملکرد عصبی و عضلانی در افراد مسن به منظور بهبود کیفیت زندگی و کاهش هزینه‌های پزشکی اجتماعی می‌تواند کارساز باشد (کینگ و گورالنیک، ۲۰۱۰). فعالیت بدنی یک استراتژی مؤثر برای بهبود عملکرد عصبی و عضلانی، به ویژه در میان سالمندان است. با این حال بسیاری از اشکال فعالیت بدنی برای افراد مسن به منظور حفظ بیش از حد دوره‌ای از زمان می‌توانند ملالت آور باشند؛ لذا تقویت حس عمقی و پیشگیری از بروز عوارض و ناتوانی‌های ناشی از آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (جینگ لیو و همکاران، ۲۰۱۲؛ کینگ و گورالنیک، ۲۰۱۰؛ اسزابو و همکاران، ۲۰۰۸؛ لارد و همکاران، ۲۰۱۰).

یکی از تمریناتی که باعث دقت موقعیت مفصل می‌شود تمرینات زنجیره بسته می‌باشد که با ایجاد نیروی فشارنده بیشتر باعث تسهیل ثبات پوسچرال و دینامیک شده و هماهنگی مفصل را افزایش می‌دهند و پروپریوسپتیوها را بازآموزی می‌کنند. لذا عده‌ای این تمرینات را در درجه اول برای بازآموزی حس مفاصل پیشنهاد می‌کنند (کیسندر و کولبی، ۲۰۰۷؛ ایوازاکی و همکاران، ۲۰۰۶). به نظر گاهری و بوئت^۱ (۲۰۰۰)، سانگ هیون و همکاران^۲ (۲۰۱۳) این تمرینات با بهبود ارتباطات عصبی-عضلانی موجب کاهش خطای حس عمقی و افزایش تعادل می‌گردند. همچنین غیاشی و اکبری (۱۳۸۷) نشان دادند که تمرینات زنجیره بسته می‌تواند باعث بهبود حس عمقی مفاصل شود.

از طرفی در تمرینات تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی^۳ تأکید بر روی بازآموزی انتخابی اجزاء حرکتی خاص

1. Bouet and Gahery

2. Sung-Hyoun et al

3. Proprioception Neuromuscular Facilitation

نفر) با میانگین قد، وزن و سن، $۱۶۸/۷۳ \pm ۵/۲۷$ سانتی‌متر، $۷۳/۸۹ \pm ۴/۴۳$ کیلوگرم و $۷۲/۵۳ \pm ۶/۹۵$ سال تقسیم شدند (نمودار ۱، جدول ۱). معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه شکستگی اندام‌های تحتانی در ده سال گذشته، عدم استفاده از وسایل کمکی برای راه رفتن و عدم محدودیت حرکتی در مفاصل لگن، ران و زانو بود و معیارهای خروج از مطالعه نیز، ابتلا به بیماری‌های روانی و ارتوپدی، داشتن نقص‌های نرولوژیک و ساختاری و استفاده از داروهای ضد تشنج و اعصاب را در برگرفت و این شاخص‌ها با پرسشنامه اطلاعات فردی مثل پرسشنامه PARQ^۵ گردآوری شد (چیشلم و همکاران، ۱۹۷۵).

همچنین، برای اطمینان از سلامتی آزمودنی‌ها و توانایی آنها برای شرکت در آزمون از پرسشنامه پزشکی و آزمون‌های ساده، مانند $۰/۴$ کیلومتر راه رفتن، برداشتن اشیاء بزرگ، خم شدن، زانو زدن، بالا رفتن از پله و حمل وزنه $۴/۵$ کیلوگرمی استفاده شد (صادقی و همکاران، ۲۰۰۸). ۲۴ ساعت قبل از انجام تمرینات یک پیش‌آزمون (اندازه‌گیری حس عمقی مفصل مچ پا در زاویه اینورزن و اورژن ۱۵ درجه) از هر سه گروه گرفته شد تا معلوم گردد که میزان حس عمقی چه مقدار است و بعد از آن تمرینات را آغاز کردند. پس از ارزیابی سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها و تعیین سطح آنها، گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هفته‌ای سه جلسه و در هر جلسه در حدود ۴۵ الی ۵۵ دقیقه برای زنجیره بسته و PNF شرکت کردند.

از طریق بهبود کنترل عصبی-عضلانی، ثبات مفصل و حرکت هماهنگ می‌باشد؛ همچنین تکنیک‌های تقویتی (تثبیت ریتمیک، معکوس سازی آرام) و تکنیک کششی (نگه داشتن- انبساط و انقباض- انبساط) در PNF جهت کمک به بهبود تحمل عضلانی، کسب ثبات، افزایش دامنه حرکتی و کنترل عصبی عضلانی اطراف یک مفصل به کار روند (فراهانی، ۱۳۸۰؛ کایلا و همکاران، ۲۰۱۲). در رابطه با ارزیابی تمرینات PNF در تحقیقات گذشته حس عمقی مفصل مچ پا کمتر مورد توجه قرار گرفته است و بیشتر به میزان دامنه حرکتی و عملکرد عضلانی توجه شده است.

فانک و همکاران^۱ (۲۰۰۳)، براندلی و همکاران^۲ (۲۰۰۷) و میکولاجس و همکاران^۳ (۲۰۱۰) به این نتیجه رسیدند که تکنیک‌های PNF باعث بهبود دامنه حرکتی و عملکرد عصبی عضلانی می‌شود. در طرف دیگر جانگ هو لی و همکاران^۴ (۲۰۱۳) هیچ تفاوت معنی‌داری را در میزان درد طی تمرینات PNF ملاحظه نکردند.

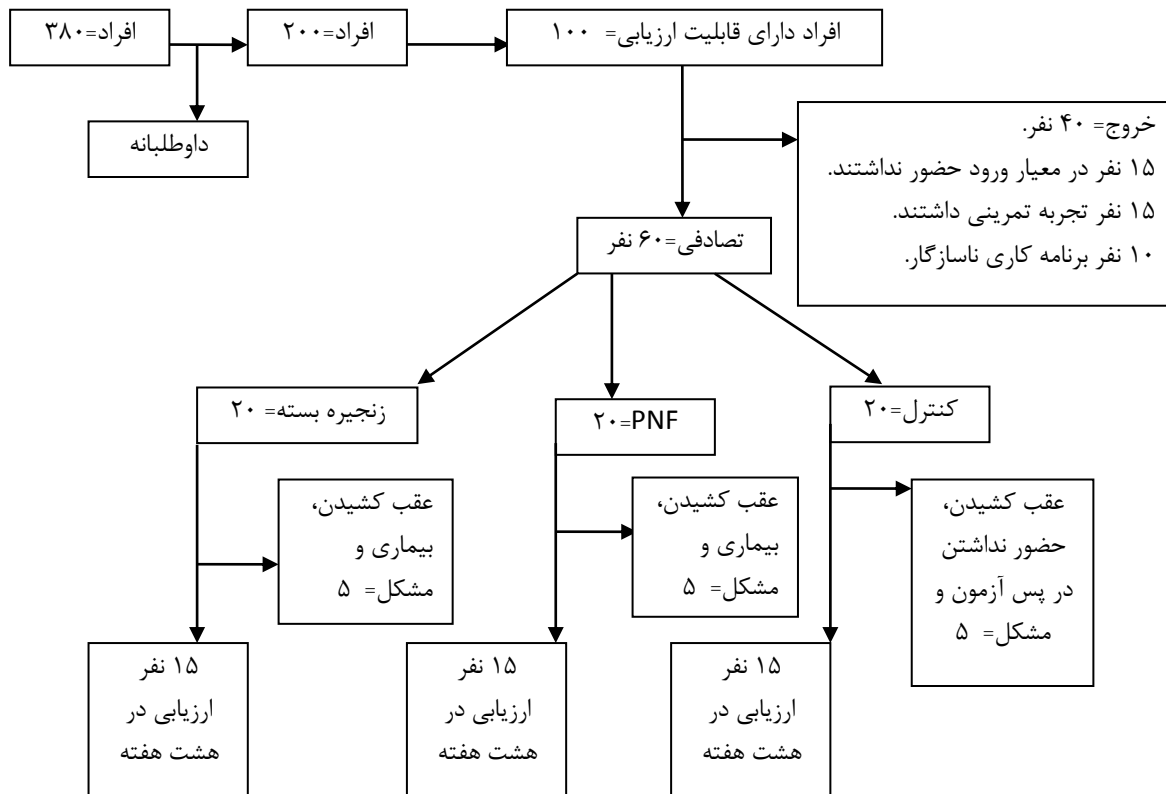
با توجه به توضیحات داده شده و نتایج تحقیقات اخیر در این زمینه، هدف از این پژوهش مقایسه تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی بسته و تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی بر حس عمقی مفصل مچ پا است.

روش تحقیق

این تحقیق از نوع نیمه تجربی بوده و در قالب طرح تحقیق ۳ گروهی به صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون اجرا شد. از بین ۳۸۰ نفر جامعه سالمند در شهرستان فارس، تعداد ۴۵ سالمند (با دامنه سنی ۶۰ تا ۸۰ سال) در این تحقیق، به صورت هدفمند به عنوان آزمودنی‌های این تحقیق مشارکت کردند.

آزمودنی‌ها پس از کامل کردن فرم رضایت‌نامه شرکت در این پژوهش و با توجه به معیارهای ورود و خروج، به صورت تصادفی، به سه گروه زنجیره بسته (۱۵ نفر) با میانگین قد، وزن و سن، $۱۶۳/۲ \pm ۴/۹۱$ سانتی‌متر، $۶۸/۱۵ \pm ۴/۶۹$ کیلوگرم و $۶۹/۹۳ \pm ۶/۷۰$ سال، گروه PNF (۱۵ نفر) با میانگین قد، وزن و سن، $۱۶۶ \pm ۴/۷۸$ سانتی‌متر، $۷۰/۷۰ \pm ۴/۷۰$ کیلوگرم و $۶۷/۲۰ \pm ۶/۹۰$ سال و کنترل (۱۵

1. Funk et al
2. Bradley et al
3. Mikolajec et al
4. Jung-Ho Lee et al



نمودار ۱: جریان نمودار ارزیابی واجد شرایط بودن، معیارهای خروج و ورود، تجزیه و تحلیل

در این تحقیق برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل از روش بازسازی وضعیت قبلی به صورت فعال^۱ استفاده شد. پا به صورت تصادفی توسط آزمون‌گر به زاویه ۱۵ درجه در اینورزن و اورزن مچ پا هدایت می‌شود و در موقعیت زاویه هدف، به مدت ۵ ثانیه نگه داشته می‌شود و سپس به زاویه صفر درجه برگردانده می‌شود (شکل ۳، نحوه اندازه‌گیری و هدایت به سمت زاویه هدف). سپس چشم آزمودنی با چشم بند بسته می‌شود تا از بازخورد بینایی جلوگیری شود و در نهایت از او خواسته می‌شود تا زاویه هدف را با چشمان بسته به صورت فعال تکرار کند (شکل ۲، نحوه تکرار زاویه هدف به صورت فعال). این کار برای هر دو پا در هر زاویه سه بار به صورت متوالی انجام شد و اختلاف بین زاویه هدف و زاویه بازسازی شده به‌عنوان حس وضعیت مفصل مچ پا در نظر گرفته شد (رجبی و کریمی، ۱۳۹۱).

اندازه‌گیری حس عمقی مفصل مچ پا

گونیا متر حس عمقی مفصل مچ پا

این دستگاه که در سال ۱۳۹۱ توسط رجبی و کریمی‌زاده در ایران ساخته شده است، دارای ضریب همبستگی درون آزمون‌گر برابر با ۰/۹۷ و ضریب همبستگی برون آزمون‌گر برابر با ۰/۸۷ می‌باشد، همچنین نتایج آزمون پایایی ثابت زمانی دستگاه نشان داد ضریب همبستگی خوبی (۰/۸۲) بین اندازه‌گیری در فاصله زمانی متناوب وجود دارد (رجبی و کریمی، ۱۳۹۱). برای اندازه‌گیری با این وسیله (گونیا متر حس عمقی مفصل مچ پا)، آزمودنی‌ها در حالت نشسته طوری روی صندلی قرار می‌گیرند که زانوی آنها در زاویه ۷۰ درجه فلکشن باشد. آزمودنی‌ها کفش یا هر پوشش دیگری را از پای خود بیرون می‌آورند و پای خود را در حالی که مچ پا در ۲۰ درجه پلانتر فلکشن باشد بر روی گونیا متر قرار می‌دهند. برای اندازه‌گیری زاویه‌های مذکور از گونیا متر ساده استفاده شد. آزمودنی به گونه‌ای پای خود را روی سطح گونیا متر قرار دادند که شاخص تعیین شده برای پاشنه در مرکز آن قرار گرفت و همچنین انگشت دوم پا نیز روی شاخص مرکزی گونیا متر قرار گیرد (شکل ۱، نحوه نشستن و قرارگیری پا روی گونیا متر).



شکل ۱: نحوه نشستن و قرارگیری پا روی گونیامتر
شکل ۲: نحوه تکرار زاویه هدف به صورت فعال
شکل ۳: نحوه اندازه گیری و هدایت به سمت زاویه

شامل اسکات کم دامنه^۱، لغزشهای روی دیوار^۲، تمرین لانگ^۳، پرس پا^۴، بالا رفتن جانبی و رو به جلو از پله^۵، اکستنشن انتهایی زانو با استفاده از طناب الاستیکی و تمرینات اختصاصی برای مفصل مچ پا مخصوصا حرکاتی که همراه با اینورشن و اورشن صورت می‌گیرد؛ می‌باشند در هفته‌های اول و دوم با ۳۰ تا ۴۰ درصد توان افراد و در هفته‌های بعد شدت تمرین افزایش یافت (فراهانی، ۱۳۸۰؛ سانگ هیون و همکاران، ۲۰۱۳). تمرینات PNF شامل تکنیک‌های تقویتی (تکنیک معکوس سازی آرام^۶ و تکنیک تثبیت ریتمیک^۷) و تکنیک‌های کششی (انقباض-انبساط^۸، نگه داشتن-انبساط^۹) می‌باشد؛ لازم به ذکر است که این تکنیک‌ها همراه با حرکات اختصاصی مفصل مچ پا انجام می‌شود (اینورژن، اورژن، دورسی فلکشن و پلانتر فلکشن)؛ در هر هفته هر تکنیک به مدت ۱۰ دقیقه بر روی آزمودنی‌ها اجرا می‌شد و شدت تمرینات توسط فشار دست آزمون‌گر معین می‌شد. (فراهانی، ۱۳۸۰؛ کایلا و همکاران، ۲۰۱۲).

تمرینات به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه و در هر جلسه در حدود ۵۰ دقیقه اجرا شد. ۱۰ دقیقه اول و ۱۰ دقیقه پایانی هر جلسه به گرم کردن و سرد کردن اختصاص داشت.

اطلاعات به دو صورت زیر ثبت گردید:

(۱) خطای نسبی (Relative Error): میزان خطای زاویه بازسازی شده با زاویه مورد نظر با در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن خطا. به عنوان مثال در صورتی که شخص به جای زاویه ۱۵ درجه اینورژن مچ پا، زاویه ۱۰ را بازسازی می‌کرد، عدد ۵- درجه به عنوان میزان خطای نسبی در نظر گرفته می‌شد. برای بازسازی زاویه در صورتی که بیشتر از ۱۵ درجه بازسازی می‌شد، به صورت ۵+ ثبت می‌گردید، به همین خاطر در خطای نسبی در بازسازی زاویه منفی یا مثبت بودن اهمیت دارد.

(۲) خطای مطلق (Absolute Error): میزان خطای زاویه بازسازی شده با زاویه مورد نظر بدون در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن خطا. به عنوان مثال زاویه بازسازی شده در صورتی که کمتر یا بیشتر از زاویه مورد نظر تخمین زده می‌شد، فقط به صورت یک عدد ثبت می‌گردید. این نوع اندازه گیری زاویه از نظر بالینی حائز اهمیت است. با این نوع ثبت زاویه فقط مشخص می‌شود که مقداری خطا در بازسازی زاویه وجود دارد و مثبت و منفی بودن آن اهمیت ندارد. آنچه در تحقیق و در قسمت بحث مورد بررسی و بحث قرار خواهد گرفت، همین نوع خطا بود.

پروتکل تمرینی

اساس تمرینات استفاده شده در پروتکل، تمرینات اختصاصی ثبات دهنده مفصل مچ پا، بازآموزی حس عمقی مفصل مچ پا، تعادل در مفصل مچ پا و متعاقب آن تعادل برای کل بدن در نظر گرفته می‌شود. تمرینات زنجیره بسته

1. Mini squat
2. Wall slides
3. lunge
4. Leg press
5. Step ups forward and lateral
6. Slow reversal
7. Rhythmic stabilization
8. Contract - relax
9. Hold - relax

ویلیک برای توزیع نرمال طبیعی داده‌ها و از آزمون لوین برای تساوی واریانس‌ها استفاده شد (جدول ۲).

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت شناختی آزمودنی‌های تحقیق، شامل میانگین و انحراف استاندارد قد، وزن و سن در جدول ۱ ارائه شده است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. از روش‌های آمار توصیفی جهت مرتب کردن و توصیف داده‌ها، همچنین برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و متعاقب آن برای درون گروهی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد؛ سطح معنی‌داری ($p \leq 0.05$) در نظر گرفته شد. همچنین از آزمون شاپیرو

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیت شناختی

سن (year)	وزن (kg)	قد (cm)	گروه‌ها / متغیرها
$p=0.115$	$p=0.150$	$p=0.140$	معنی‌داری
69.93 ± 6.70	68.15 ± 4.69	163.2 ± 4.91	گروه زنجیره حرکتی بسته
67.20 ± 6.90	70.70 ± 4.70	166 ± 4.78	گروه PNF
72.53 ± 6.95	73.89 ± 4.43	168.73 ± 5.27	گروه کنترل

جدول ۲: نتایج آزمون شاپیرو ویلیک در خصوص توزیع نرمال داده‌ها

اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		مرحله آزمون	
معنی‌داری	کلموگروف اسمیرنوف	معنی‌داری	کلموگروف اسمیرنوف	معنی‌داری	کلموگروف اسمیرنوف	N	متغیر
0.134	1/162	0.903	0.569	0.288	0.984	45	اینورژن ۱۵ درجه
0.125	1/175	0.499	0.828	0.838	0.576	45	اورژن ۱۵ درجه

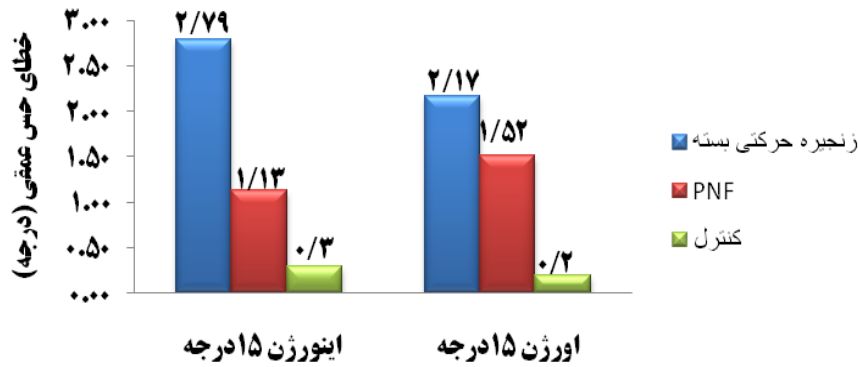
در اختلاف میانگین خطای حس عمقی حرکت اورژن هر سه گروه در زاویه (۱۵ درجه اورژن) تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) مشاهده شده است (جدول ۳، نمودار الف).

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که در اختلاف میانگین خطای حس عمقی حرکت اینورژن هر سه گروه در زاویه (۱۵ درجه اینورژن) تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) مشاهده شده است (جدول ۳، نمودار الف)؛ و همچنین نشان داد که

جدول ۳: نتایج تحلیل واریانس یک راهه در مورد مقایسه اختلاف میانگین خطای حس عمقی سه گروه مورد مطالعه

P	F	انحراف معیار	میانگین (درجه)	گروه	متغیرها
0.001*	28.23	0.967	2/79	زنجیره بسته	اینورژن ۱۵ درجه
		1/049	1/13	PNF	
		0.716	0.30	کنترل	
0.000*	25.07	0.933	2/17	زنجیره بسته	اورژن ۱۵ درجه
		0.968	1/52	PNF	
		0.066	0.20	کنترل	

*معنی‌داری در سطح $P \leq 0.05$



نمودار ۱: مقایسه اختلاف میانگین خطای حس عمقی اورژن و اینورژن در هر سه گروه

زنجیره حرکتی بسته نسبت به دو گروه دیگر به طور معنی داری بهتر بود ($p \leq 0.05$)؛ همچنین عملکرد گروه PNF نیز بهتر از گروه کنترل بود.

همچنین برای تعیین معنی داری میان سه گروه در هر یک از حرکتها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد (جدول ۴)؛ نتایج این آزمون نشان داد حس عمقی مفصل مچ پا در هر دو حرکت اینورژن و اورژن ۱۵ درجه تمرینی

جدول ۴: نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مقایسه اختلاف میانگین حس عمقی بین گروهها (مقادیر معنادار با علامت * مشخص شده اند)

متغیرها	گروه i	گروه j	میانگین اختلاف (i-j)	مقدار احتمال P
اینورژن ۱۵ درجه	زنجیره بسته	PNF	۱/۶۵۸	۰/۰۰۰*
	زنجیره بسته	کنترل	۲/۴۸۴	۰/۰۰۰*
اورژن ۱۵ درجه	PNF	کنترل	۰/۸۲۶	۰/۰۵۵
	زنجیره بسته	PNF	۱/۳۲۲	۰/۰۰۰*
اورژن ۱۵ درجه	زنجیره بسته	کنترل	۱/۹۷۲	۰/۰۰۰*
	PNF	کنترل	۰/۶۵۱	۰/۰۸۱

* معنی داری در سطح $P \leq 0.05$

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میانگین میزان خطا در بازسازی زوایای مفصلی بین سه گروه در زوایای حرکتی (۱۵ درجه اینورژن) و (۱۵ درجه اورژن) کاهش یافته و تفاوت معنی دار بوده است.

در مورد تمرینات زنجیره حرکتی بسته نتایج تحقیق با نتایج گاهری و بوئت (۲۰۰۰)، سانگ هیون و همکاران (۲۰۱۳)، همچنین غیائی و اکبری (۱۳۸۷)، پانیکز و همکاران^۱ (۲۰۰۸) در مورد حس عمقی زانو، ورهاگن و همکاران^۲ (۲۰۰۵) در مورد حس عمقی مچ پا همخوانی دارد؛ به طوری که این تمرینات باعث بهبود ارتباطات عصبی عضلانی و متعاقب آن کاهش خطای حس عمقی و افزایش

تعادل می شوند. ولی این نتیجه با نتایج رابرت و همکاران^۳ (۲۰۰۳) مغایرت دارد. زیرا در مطالعه آنان تمرین یک جلسه ای با استفاده از دو چرخه بر روی ۴۴ نفر سالم، دقت درک حس عمقی زانو را کاهش داد که احتمالاً علت تفاوت این موضوع با نتایج مطالعه حاضر، ایجاد خستگی و اثر خستگی در مطالعه آنان بوده است.

در مورد تمرینات PNF تحقیقات زیادی در مورد تأثیر این نوع تمرین بر حس عمقی مفاصل به خصوص مفصل مچ پا صورت نگرفته ولی نتایج این تحقیق با نتایج فانک و همکاران (۲۰۰۳)، براندلی و همکاران (۲۰۰۷) و میکولاجس و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد که به این نتیجه رسیدند که تکنیک های PNF باعث بهبود دامنه حرکتی و عملکرد عصبی عضلانی می شود و با نتایج جانگ هو لی (۲۰۱۳) ناهمخوانی دارد که دلیل آن اجرا نکردن پروتکل صحیح

1. Pánics et al
2. Verhagen et al

3. Roberts et al

توسط درمانگر، خستگی و اجرا نکردن صحیح فشار دست بوده است.

دلپنت (۲۰۰۷) اظهار داشت که بیشتر گیرنده‌های مفصلی مچ پا که به حس عمقی کمک می‌نمایند فقط در انتهای دامنه‌های حرکتی این مفصل فعال می‌شوند و معمولاً تمرینات پویاتری برای تحریک و تخلیه الکتریکی این گیرنده‌ها مورد نیاز می‌باشد. همچنین تمرینات ایستا نمی‌تواند واکنش‌های حساس و دقیقی که برای کنترل سیستم پوسچرال مورد نیاز است را به چالش بکشد؛ بر همین اساس پروتکل استفاده در این تحقیق تمرینات زنجیره بسته و PNF بوده که شامل تمرینات ایستا و پویا می‌باشد و همین باعث اختلاف معنی‌دار و کاهش میانگین خطای مطلق در تحقیق شده است.

تا به حال تأثیر جداگانه هر یک از منغیرهای تمرینی را بر حس عمقی مفصل مچ پا نشان داده شد. اما در مورد تفاوت این دو نوع تمرین و تأثیرگذاری بیشتر، تمرینات زنجیره بسته اثرگذاری بیشتری را نسبت به تمرینات PNF داشته است.

در هر دو تمرین مکانیسم دوک عضلانی و اندام وتری گلزی و گیرنده‌های مفصلی درگیر هستند و هر دو به مراکز بالای مغز می‌روند ولی میزان اینکه گیرنده‌های عضلانی و گیرنده‌های مفصلی کدامیک تأثیر بیشتری بر دو نوع تمرین دارند مشخص نیست و دلیل دیگر تفاوت در تحمل وزن تمرینات می‌باشد به‌صورتی که تحمل وزن در تمرینات زنجیره بسته تماس با زمین است ولی در pnf تماس با دست فرد کمکی است (حرکت غیرفعال است). از طرفی تمرینات زنجیره حرکتی بسته طبق تئوری زنجیره کینتیکی سگمانی چون تعادل از مفصل مچ پا شروع می‌شود جز تمرینات ضروری برای مفصل مچ پا به حساب می‌آید و تأثیرگذاری بیشتری را بر حس عمقی مفصل مچ پا اعمال می‌کند (قیاسی، ۲۰۰۸؛ فراهانی، ۱۳۸۰؛ جانسن و کامپر، ۲۰۱۳).

در تبیین یافته‌های تحقیق باید گفت چندین گیرنده برای دریافت اطلاعات مربوط حس عمقی و حس وضعیت دخیل هستند که شامل گیرنده‌های مفصل، گیرنده‌های عضله، گیرنده‌های تاندون و گیرنده‌های پوست می‌باشد. در اکثر تحقیقات دوک‌های عضلانی را منبع اولیه دریافت اطلاعات حس عمقی می‌دانند (فراهانی، ۱۳۸۰). وقتی

دریافت پیام‌ها از دوک‌های عضلانی کاهش یابد، در این صورت بیشتر پیام‌ها از گیرنده‌های مفصلی تأمین می‌شود و در این صورت حس وضعیت در انسان خیلی کم می‌شود. آوران‌های پوست نیز در حس عمقی دخیل هستند زیرا حرکت مفصل، باعث تغییر شکل پوست روی مفصل می‌شود و موجب می‌شود که پایانه‌های موجود در پوست فعال شوند در حقیقت میزان وسیعی از گیرنده‌های پست در حین حرکت ارادی فعال می‌شوند. همچنین وقتی حس لمس تحریک می‌شود حس وضعیت افزایش می‌یابد، به‌طور کلی آوران‌های عضله و شاید ارگان تاندونی، گیرنده‌های اولیه حس عمقی هستند و به‌نظر می‌رسد که حس وضعیت مفصل در درجه اول از گیرنده‌های عضله و تاندون تأمین می‌شود و در مرحله بعد از ساختمان‌های کپسولی، لیگامان و پوست و بافت‌های زیر پوست نشأت می‌گیرد، این موضوع یکی از دلایل انتخاب زاویه ۱۵ درجه اورژن و اینورژن مچ پا جهت اندازه‌گیری حس عمقی بود زیرا در این زاویه به تفاوت نقش گیرنده‌های عضله و تاندون با نقش گیرنده‌های کپسول لیگامان و پوست توجه شد (جینگ لیو و همکاران، ۲۰۱۲؛ سانگ هیون و همکاران، ۲۰۱۳؛ فراهانی، ۱۳۸۰).

در تحقیقات پیشین مشخص شد که دوک‌های عضلانی و اندام وتری گلزی در دامنه انتهایی حرکت مفصل در بیشترین مقدار حساسیت هستند. بنابراین میزان خطای مطلق حس عمقی و همچنین میزان تأثیر تمرینات مختلف بر خطای حس عمقی در دامنه انتهایی مفصل کمتر از دامنه‌های میانی می‌باشد (اوزمن و همکاران، ۱۹۹۶). لذا شاید به همین دلیل است که در تحقیق حاضر در اورژن و اینورژن‌های ۱۵ درجه، تمامی تمرینات به نوعی مؤثر بودند. البته برای تبیین‌های مناسب‌تر نیاز به تحقیق در زوایای مختلف می‌باشد.

علت این تفاوت معنی‌دار در این است که این تمرین‌ها با تحریک زیادتر گیرنده‌های حسی از طریق تحمل وزن موجب یکپارچگی و هماهنگی بیشتر عصبی عضلانی شده و به‌خصوص در ورزش‌هایی که نیاز به تعادل دارند، ضروری می‌باشد. علاوه بر آن این تمرین‌ها موجب انقباض همزمان عضلات اطراف مفاصل شده که خود در بهبود کنترل ثبات مفصل و حفظ پاسچر صاف دارای اهمیت زیادی است (لین و همکاران، ۱۹۹۶). برای کنترل عصبی عضلانی بخش‌های مختلف بدن در داخل زنجیره حرکتی، وجود حس عمقی

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات زنجیره حرکتی بسته و PNF بر حس عمقی مفصل مچ پا در حرکت‌های اینورژن و اورژن تأثیر و تفاوت معنی‌داری دارد. ولی تمرینات زنجیره حرکتی بسته به دلیل اینکه اشخاص در وضعیت تحمل وزن بیشتر قادر به شناخت و تعریف زوایای هدف ۱۵ درجه اینورژن و اورژن هستند. تأثیرگذاری بیشتری را نسبت به تمرینات PNF داشته است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه شهرکرد می‌باشد. بدین وسیله از اساتید محترم و افراد شرکت کننده در تحقیق، جهت مساعدت در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

ضرورت دارد، از این رو در اندام تحتانی یک فعالیت تحمل کننده وزن مورد نیاز است تا عضلات و مفاصل بتوانند به‌طور همزمان و سینرژیک با یکدیگر کار کنند. بنابراین تمرین‌های زنجیره حرکتی بسته با به‌کارگیری عضلات پا، مچ، زانو و ران، فشارها و نیروهای طبیعی بر تمام مفاصل داخل زنجیره را اعمال نموده و به‌نظر می‌رسد که برای بهبود کارایی حس عمقی بسیار مفید باشد و از طرفی فعالیت‌های زنجیره حرکتی بسته با استفاده کاربردی از حرکات چند مفصلی و چند وجهی، فیدبک فیدبک پروپریوسپتیو ارسالی از اجسام پاسینی، پایانه‌های رافینی، اجسام گلژی-مازونی، ارگان‌های تاندونی گلژی را هماهنگ می‌سازد (فراهانی، ۱۳۸۰). لازم به ذکر است که عملکرد حفظ توازن و تعادل همراه با زنجیره حرکتی بسته می‌باشد (سانگ هیون و همکاران، ۲۰۱۳). و برای بهبود قابلیت اجرایی آن نیز باید از تمرین‌های زنجیره بسته استفاده نمود.

References

- Blackburn, J.T., Prentice, W.E., Guskiewicz, K.M., Busby, M.A. (2000). Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength. *Rehabilitation Journal of Sport*, 9(4): 315-328.
- Bouet V, Gahery T, (2000). Muscular exercise improves knee position sense in humans. *NeurosciLett*; 289: 143-48.
- Bradley PS, Olsen PD, Portas MD, (2007). The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal Strength Cond Res/ Natl Str Cond Assoc J*; 21(1):223-226.
- Chisholm DM, Collis ML, Kulak LL, Davenport W, Gruber N. Physical activity readiness. *B C Med J*. (1975); 17:375-8.
- Chiviawosky, S., Wulf, G., Wally, R. (2010). An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait and Posture*; 32 (4), 572-5.
- Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. (2012). The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *PLoS One*, Dec.; 7(12) e51568.
- Delahunt, E. (2007). Neuromuscular contributions to functional instability of the ankle joint. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 11(3), 203-213.
- Funk DC, Swank AM, Mikla BM, Fagen TA, Farr BK, (2003). Impact of Prior Exercise on Hamstring Flexibility: A Comparison of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Static Stretching. *Natl Str Cond Assoc J*; 17(3):489-492.
- Gheyasi F, Akbari A. (2008). Comparison effects of open and closed chain and target angle on knee joint position sense in healthy men and women. *J Gorgan Uni Med Sci*; 10: 22-28. (In Persian)
- Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H, et al. (2006): Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. *Tohoku J Exp Med*; 209: 33-40.
- Jafarnejad, K.H. (2010). Establishing of Balance norm for guidance level boy student of guilan province. Master's thesis, University of Guilan.
- Janssen KW, Kamper SJ, (2013). Ankle taping and bracing for proprioception. *Br J Sports Med*. May; 47(8):527-8.
- Jing Liu, Xue-Qiang Wang, Jie-Jiao Zheng, Yu-Jian Pan, Ying-Hui Hua, et al. (2012). Effects of Tai Chi versus Proprioception Exercise Program on Neuromuscular Function of the Ankle in Elderly People: A Randomized Controlled Trial. *Evid Based Complement Alternat Med*: Dec; 101(1): 1600-1601
- Jung-Ho Lee, Soo-Jin Park, and Sang-Su Na. (2013). The Effect of Proprioceptive Neuromuscular

- Facilitation Therapy on Pain and Function. *J Phys Ther Sci.* June; 25(6): 713–716.
- Kayla B. Hindle, Tyler J. Whitcomb, Wyatt O. Briggs, et al. (2012). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanisms and Effects on Range of Motion and Muscular Function. *J Hum Kinet*; 31: 105–113.
- King AC, Guralnik JM. (2010). Maximizing the potential of an aging population. *JAMA.* 304(17): 1944–1945.
- Kisner C, Colby LA. (2007). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*, 5th ed. Philadelphia: FA. Davis Co, pp: 174–180.
- Lelard T, Doutrelot PL, David P, Ahmaidi S.(2010). Effects of a 12-week Tai Chi Chuan program versus a balance training program on postural control and walking ability in older people. *Arch Phys Med Rehabil* ;91(1):9–14.
- Lynn Synder-Mackler. (1996). Scientific rational and physiological basis for the use of closed kinetic chain exercise in the lower extremity, *J Sport Rehabil*, 6: 2-12.
- Menz, H. B., Lord, S. R, Fitzpatrick, R.C. (2003). Age-related differences in walking stability. *Age Ageing*, 32,137-42.
- Mikolajec K, Waskiewicz Z, Maszczyk A, Bacik B, Kurek P, Zając A.(2012), Effects of Stretching and Strength Exercises on Speed and Power Abilities in Male Basketball Players. *Isokinet Exerc Sc*; 20:1–22.
- Ozmun, J.C., Thieme, H.A., Ingersoll, C.D and Knight, K.L.(1996). Cooling does not affect knee proprioception. *Journal of Athletic Training*, 31(1): 8–11.
- Pánics G, Tállay A, Pavlik A, Berkes I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *Br J Sports Med.* 42(6):472-6.
- Prentice, William E. (1380). "Rehabilitation techniques in sports medicine." Translated by Mohammad Farahani, Tehran, Servad publication; 186-188.
- Rajabi R, Karimi M. (1391). appliance and of determining the reliability new instrument of Iranians to measure the ankle joint proprioception. *Journal of Sports Medicine*, 12: 43-52. (In Persian).
- Roberts D, Ageberg E, Andersson G, Fridén T. (2003). Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in healthy young persons. *Am J Sports Med*; 31(6):990-4.
- Sadeghi1, H, Norouzi, H.R., Karimi Asl, A., Montazer, M.R. (2008). Functional Training Program Effect on Static and Dynamic Balance in Male Able-bodied Elderly. *Iranian Journal of Salmand*; 8: 565-571. (In Persian).
- Sung-Hyoun Cho, Chang-Hwan Bae, and Hwang-Bo Gak. (2013), Effects of Closed Kinetic Chain Exercises on Proprioception and Functional Scores of the Knee after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Phys Ther Sci.* 25(10): 1239–1241.
- Szabo SM, Janssen PA, Khan K, Potter MJ, Lord SR. (2008). Older women with age-related macular degeneration have a greater risk of falls: a physiological profile assessment study. *J Am Geriatr Soc*, 56(5):800–807.
- Vale, R.G.S., Oliveira, R.D., Pernambuco, C.S, Meneses, Y., Novaes, J.S, Andrade,A.F.D. (2009). Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levelsof IGF-1 and Cortisol in elderly women. *Arch Gerontol Geriatrics*, 49, 343-7.
- Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, van Kalken M, van der Beek A, Bouter L, van Mechelen W. (2005). The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 20(10):1094-100.