Received: 2023/6/08
Accepted: 2023/12/4
How to cite:
Sahebozamani M, Daneshjoo A, Bahiraei S, Sheikh Bahayi Sh, Namazi Zadegan S, Firouzi F, et al. Acute effect of proprioceptive exercises on balance, joint position sense and muscle strength among elder and adult. EBNESINA 2024;26(1):38-49.
DOI: 10.22034/26.1.38

Original Article

Acute effect of proprioceptive exercises on balance, joint position sense and muscle strength among elder and adult

Mansour Sahebozamani[1], Abdolhamid Daneshjoo[2]✉, Saeid Bahiraei[3], Shima Sheikhbahaie[4], Sanaz Namazi Zadegan[4], Faeze Firouzi[4], Elahe Nasrolahzade[4], Maliheh Soltanabi [4]

Abstract

Background and aims: The aging process leads to changes in motor performance, including decreased balance and weakened muscular strength, increasing the risk of falls. This study aimed to investigate the immediate impact of proprioceptive exercises on balance, proprioception, and muscle strength in elderly individuals and adults.

Methods: In a semi-experimental, 20 adults and 20 elderly individuals (with average ages of 27.20 and 65.73 years) were randomly selected. Balance was assessed using the Timed Up and Go (TUG) test, while proprioception was measured with a digital camera and AutoCAD software. Isometric muscle strength of the quadriceps and hamstring muscles was evaluated with a hand-held dynamometer. Assessments were conducted before, immediately after, and one hour post exercises. Data analysis was performed using a mixed model for repeated measures design.

Results: Significant improvements were showed in proprioception, with both adult and elderly groups experiencing enhancements of 32.21% and 30.54%, respectively ($p<0.05$). The TUG test revealed a significant difference between the two groups, with the adults and elderly showing improvements of 7.77% and 2.02%, respectively, compared to their pre-exercise performance ($p<0.05$). Additionally, there was a significant variation in isometric strength of the hamstring and quadriceps muscles between the groups ($p<0.05$). Following the exercises, quadriceps muscle strength improved by 9.88% and 4.30% in the adults and elderly groups, respectively ($p<0.05$).

Conclusion: The immediate benefits of proprioceptive exercises can be harnessed by healthcare professionals and community members to enhance the motor functions of both elderly individuals and adults.

Keywords: Proprioception, Knee Joint, Muscle Strength, Elderly

1. Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises,, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2. Associate professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3. Assistant professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
4- MSc student, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

✉ Corresponding Author:
Abdolhamid Daneshjoo
Address: Department of Sports Injuries and Corrective Exercises,, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
Tel: +98 (34) 31323190
E-mail: daneshjoo.hamid@uk.ac.ir

OPEN ACCESS
Copyright© 2024. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://www.ebnesina.ajaums.ac.ir

مقاله تحقیقی

اثر آنی تمرینات حس عمقی بر تعادل، حس عمقی و قدرت عضلانی سالمندان و بزرگسالان

منصور صاحب‌الزمانی[1]، عبدالحمید دانشجو[2]✉، سعید بحیرایی[3]، شیما شیخ‌بهایی[4]، ساناز نمازی‌زادگان[4]، فائزه فیروزی[4]، الهه نصرالله‌زاده[4]، ملیحه سلطانبی[4]

چکیده

زمینه و اهداف: افزایش سن تغییرات مهم در عملکرد حرکتی ایجاد می‌کند. کاهش تعادل و قدرت عضلانی باعث افزایش خطر سقوط می‌شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر آنی تمرینات حس عمقی بر تعادل، حس عمقی و قدرت عضلانی سالمندان و بزرگسالان بود.

روش بررسی: در این تحقیق نیمه‌تجربی، تعداد ۲۰ نفر بزرگسال و ۲۰ نفر سالمند (به ترتیب با میانگین‌های سنی ۲۷/۲۰ و ۶۵/۷۳ سال) به صورت تصادفی انتخاب شدند. تعادل با استفاده از آزمون برخاستن و رفتن (TUG)، حس عمقی با دوربین دیجیتال و نرم‌افزار اتوکد و قدرت ایزومتریک عضلات چهارسر رانی و همسترینگ، به وسیله دستگاه دینامومتر دستی مورد بررسی قرار گرفت. تست‌ها در سه مرحله قبل، بلافاصله بعد و یک ساعت بعد از تمرینات انجام شد. داده‌ها با آزمون سنجش مکرر ترکیبی تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: حس عمقی در گروه بزرگسال و سالمند به ترتیب به میزان ۳۲/۲۱٪ و ۳۰/۵۴٪ پیشرفت معنی‌داری داشت ($p<0/05$). بین دو گروه تفاوت معنی‌داری در TUG مشاهده شد و همچنین در این آزمون بزرگسالان و سالمندان به ترتیب ۷/۷۷٪ و ۲/۰۲٪ نسبت به قبل از تمرین پیشرفت داشتند ($p<0/05$). بین دو گروه تفاوت معنی‌داری در قدرت ایزومتریک همسترینگ و چهارسر رانی وجود داشت ($p<0/05$). قدرت عضلات چهارسر ران فوراً بعد از تمرینات به میزان ۹/۸۸٪ در بزرگسالان و ۴/۳۰٪ در سالمندان پیشرفت نشان داد ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: متخصصان سلامت و افراد جامعه جهت تقویت عملکردهای حرکتی سالمندان و بزرگسالان می‌توانند از اثر آنی تمرینات حس عمقی استفاده کنند.

کلمات کلیدی: حس عمقی، مفصل زانو، قدرت عضلانی، سالمند

فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا (سال بیست و ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، مسلسل ۸۶)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۳

۱. استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲. دانشیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۳. استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

✉نویسنده مسئول: عبدالحمید دانشجو
آدرس: دانشگاه شهید باهنر، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، کرمان، ایران
تلفن: ۳۱۳۲۳۱۹۰ (۳۴) ۹۸+
ایمیل: daneshjoo.hamid@uk.ac.ir

همه حقوق مادی و معنوی این اثر به فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا تعلق دارد.

مقدمه

با گذشت زمان جمعیت جهان به سمت سالمندی پیش می رود، به طوری که سازمان بهداشت جهانی این قرن را قرن سالمندان نامگذاری کرده است [۱]. در ایران در سال ۱۳۹۰ حدود ۲/۸٪ جمعیت را سالمندان تشکیل می‌دادند و در سال ۱۳۹۵ این عدد به حدود ۹/۲۸٪ افزایش یافته است که احتمال می‌رود تا سال ۱۴۰۸ شمسی به ۱۷/۵٪ افزایش یابد [۲]. بنابراین افزایش تعداد سالمندان و همزمان کاهش تعداد جوانان یک مسئله رایج در سرتاسر جهان است [۳]. همچنین بیشترین مسائل و مشکلاتی که سیستم‌های سلامتی حتی در کشورهای پیشرفته با آن روبه رو هستند مربوط به این قشر از جامعه است [۱]، افزایش سن منجر به تغییرات قابل توجه حرکتی و جسمانی مانند افزایش زمان واکنش، کاهش تعادل، هماهنگی عصبی عضلانی، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری و کنترل وضعیت بدن[1] (پاسچر) و در نتیجه افزایش خطر زمین خوردن یا سقوط می‌شود [۴].

سقوط رویدادی تصادفی است که در آن افراد کنترل مرکز ثقل خود را از دست می‌دهند، جایی که تلاش برای بازیابی تعادل کافی نیست. در مجموع ۲۵٪ از جمعیت سالمند حداقل یک بار در سال دچار زمین خوردن می‌شوند. به همین دلیل، خطر سقوط یک موضوع سلامت عمومی است [۵]. خطر سقوط یکی از علل اصلی صدمات جدی در سالمندان و سومین علت مرگ ناشی از صدمات غیرعمد محسوب می‌شود که باعث زندگی بی‌تحرک، از دست دادن ظرفیت عملکردی و کاهش کیفیت زندگی می‌شود [۵]. بنابراین، دستورالعمل‌های بالینی «انجمن‌های سالمندان آمریکا و بریتانیا» توصیه می‌کند از سالمندان بالای ۶۵ سال بپرسند که «آیا دو یا چند بار زمین خورده‌اند؟ و آیا در حین زمین خوردن آسیب دیده‌اند یا در راه رفتن یا حفظ تعادل مشکلی احساس می‌کنند؟». بنابراین مهم است که عوامل خطر سقوط و تعادل را در مراحل اولیه تشخیص دهیم و استراتژی های بالینی پیشگیرانه مؤثر و خاص را اجرا کنیم. برای این منظور، پیشنهادهایی برای شناسایی افراد مبتلا به خطر سقوط و اندازه‌گیری تعادل و راه رفتن ارائه می‌شود [۵].

تعادل به ادراک حس عمقی با عملکرد خوب بستگی دارد. حس عمقی برای ایجاد حرکات صاف و هماهنگ، حفظ وضعیت طبیعی بدن و تنظیم تعادل بسیار مهم است [۶]. حس عمقی توانایی احساس یا درک موقعیت فضایی مفصل و حرکات بدن بدون استفاده از چشم است و همچنین سیستم کنترل وضعیت و تعادل، یک مکانیسم مرکب و پیچیده است که هماهنگی سه سیستم تعادلی شامل سیستم بینایی، سیستم دهلیزی و سیستم حس عمقی در آن نقش بسزایی دارد [۶]. همکاری این سیستم ها با یکدیگر منجر به کنترل قامت و تعادل می‌شود. گیرنده‌های حس عمقی که شامل دوک‌های عضلانی، ارگان‌های گلژی-تاندون و گیرنده‌های مفصلی هستند اطلاعات مربوط به این حس را به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌کنند. این گیرنده ها وظیفه ایجاد آگاهی از وضعیت حرکت و تعادل قسمت های مختلف بدن را نسبت به یکدیگر بر عهده دارند. مفاصل زانو و مچ پا مفاصل اصلی حمایت کننده اندام تحتانی انسان هستند و ورودی اطلاعات حس عمقی اطراف آنها برای حفظ کنترل وضعیتی و مفاصل بسیار مهم است [۷]. حس عمقی، اطلاعات عملکردی است که ما از مفاصل و عضلات خود جمع‌آوری می‌کنیم و به ما امکان می‌دهد از حرکات و موقعیت بدن خود آگاه باشیم یا به طور ناخودآگاه به تغییرات غیرارادی در وضعیت مفاصل واکنش نشان دهیم تا تعادل و همچنین تون عضلانی حفظ شود. هنگامی که ما توجه خود را بر روی ثبات یک مفصل متمرکز می‌کنیم، سیستم عصبی مرکزی به منظور افزایش آگاهی ما از موقعیت مفاصل، محرک‌های حس عمقی را در اولویت قرار می‌دهد، بنابراین امکان کنترل وضعیتی مؤثرتر مرتبط با مفصل را فراهم می‌کند. کنترل وضعیتی ارتباط نزدیکی با سیستم عصبی مرکزی دارد و با افزایش سن تکامل می‌یابد و در

1. Posture control

بزرگسالی (بیش از ۱۸ سال) به بلوغ کامل می‌رسد. سپس زمانی که افراد به تدریج سیناپس‌ها را از دست می‌دهند و ارتباطات عصبی غیرعملکردی آنها ناپدید می‌شود، کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد فرآیند پیری شامل بدتر شدن عملکرد حس عمقی و در نتیجه، از دست دادن کنترل وضعیتی باشد [۷]. بنابراین، این احتمال وجود دارد که کاهش کنترل وضعیتی در میان افراد مسن منشأ خود را در زوال سیستم عصبی محیطی و کاهش ظرفیت پردازش مرکزی مغز داشته باشد، که هر دو بر حس عمقی و در نتیجه بر کنترل وضعیتی تأثیر می‌گذارند [۸] و مشکلات حرکتی، محدودیت در فعالیت‌های روزمره و خطر افتادن را در سالمندی تعدیل می‌کند [۶، ۸]. میزان زمین خوردن و عوارض مرتبط با آن به تدریج با افزایش سن افزایش می‌یابد و تقریباً دو برابر این رقم برای سالمندان بالای ۷۵ سال است [۷]. با توجه به مطالب گفته شده در بالا، حس عمقی و تعادل بدن دو مقوله مربوط به هم در بدن هستند که ضعف در هر کدام از اینها می‌تواند افراد را مستعد بروز آسیب نماید.

از سوی دیگر قدرت عضلانی ضعیف به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل کاهش عملکرد و تحرک سالمندان به شمار می‌رود [۹]. سالمندی با از دست دادن ۵ تا ۱۰٪ توده عضلانی در هر دهه پس از ۵۰ سالگی همراه است که به طور مستقیم با کاهش قدرت عضلانی ارتباط دارد [۱۰]. در همین راستا در تحقیق دانشجو و همکاران [۱۱] بیان شده است ضعف عضلانی و کاهش توانایی تولید نیرو در نتیجه افزایش سن، از مهمترین عوامل خطر مرتبط با زمین خوردن و کاهش عملکرد و تحرک در سالمندان است. در تحقیق فرلیک[1] [۱۲] نیز گزارش شد که در افراد سالمند، واحدهای حرکتی به طور متوسط طولانی‌تر و کندتر هستند و نهایتاً می‌تواند در زمینه سازماندهی تولید قدرت و کنترل عضلانی تأثیر بگذارد که این موضوع نیز بر عملکرد حس عمقی اثر می‌گذارد. رحیمی [۱۳] نشان داد که تمرینات ثبات پویای عصبی-عضلانی[2] موجب افزایش قدرت اندام تحتانی می‌شود. کاهش قدرت عضلانی با اختلال در کنترل تعادل مرتبط است و می‌تواند منجر به سقوط در افراد مسن شود. در واقع توانایی حفظ تعادل وکنترل پاسچر به یکپارچه‌سازی ورودی های حسی نیاز دارد و ورودی های حسی بر روی اجزای حرکتی مانند قدرت عضله، فعال‌سازی عضلات و الگوهای هم انقباضی تأثیر می‌گذارد که اختلال در عملکرد آنها، نهایتاً سبب اختلال در کنترل پاسچر و از دست دادن تعادل می‌شود.

قدرت عضلانی بیشتر، بهبود حس عمقی و کنترل تعادل با خطر سقوط در افراد مسن همبستگی معکوس دارد [۱۱]. حس عمقی برای انجام وظایف روزانه، توسعه حرکت هماهنگ، یادگیری حرکتی، یادگیری مجدد، آماده‌سازی بدن و همچنین حفظ تعادل بدن بسیار مهم است، اما در افراد سالمند گیرنده های حس عمقی بر اثر آسیب، بی‌تحرکی و سازماندهی مجدد واحد حرکتی کاهش می‌یابد [۱۱]. تاکنون تحقیقات بسیاری در راستای بهبود توانایی های سالمندان صورت گرفته است که نتایج آنها عمدتاً حاکی از نقش مؤثر تمرینات حس عمقی در افزایش قابلیت‌های جسمانی و همچنین پیشگیری، به تأخیر انداختن و درمان مشکلات ناشی از فرایند پیری است. با وجود اینکه نقش تمرینات حس عمقی در بهبود حس عمقی و سایر فاکتورها در تحقیقات پیشین به خوبی نشان داده شده است، هنوز این ابهام وجود دارد که پس از مشارکت در تمرینات حس عمقی، تغییرات آنی قدرت، تعادل و حس عمقی در بزرگسالان و سالمندان چگونه است؟ با توجه به اینکه شناسایی چنین ارتباطی می‌تواند نقش مهمی در برنامه ریزی های آتی برای پیشگیری از تغییرات و آسیب های مرتبط با سن و استفاده حداکثری از برنامه های تمرینی داشته باشد، هدف از تحقیق حاضر بررسی نقش اثر آنی تمرینات حس عمقی بر تعادل، حس عمقی و قدرت سالمندان و بزرگسالان بود.

1. Ferlinc

2. Dynamic Neuromuscular Stabilization Training

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و علی‌مقایسه‌ای است که به صورت طرح تحقیقی دو گروهی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. جامعه آماری شامل زنان سالمند ۷۰-۶۰ ساله (میانگین۵/۲۶±۶۵/۷۳ سال، ۱۰/۴۴±۷۳/۴۰ کیلوگرم، ۷/۷۲±۱۶۱/۴۷ سانتی‌متر) و بزرگسالان ۳۰-۲۰ ساله (میانگین ۵/۴±۲۷/۲۰ سال، ۱۰/۴۷ ±۶۱/۲۷ کیلوگرم، ۴/۲±۱۶۵/۵۳ سانتی‌متر) شهر کرمان بودند. پس از تکمیل فرم رضایتنامه و ثبت اطلاعات آزمودنی‌ها، افراد با اجرای تمرین و آزمون‌ها در یک جلسه ۲ ساعته آشنایی با اهداف و تمرینات و تست ها به شکل صحیح آشنا شدند. سپس سالمندان و بزرگسالان واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. جهت انتخاب بزرگسالان از بین افراد با رده سنی بین ۳۰-۲۰ سال و از بین سالمند ۷۰-۶۰ ساله حاضر در کانون بازنشستگان استان کرمان مجموعاً ۴۰ نفر انتخاب شدند. که این آزمودنی ها از طریق قرعه‌کشی و به صورت تصادفی در دو گروه سالمندان (۲۰ نفر) و بزرگسالان (۲۰ نفر) قرار گرفتند. برای تعیین حجم نمونه آماری از نرم افزار G*power استفاده شده به طوری که اندازه اثر ۰/۵۴، آلفا ۰/۰۵ و بتا ۰/۸۰ در نظر گرفته شده است. به طور کلی نمونه آماری شامل ۲۰ نفر آزمودنی سالمند و ۲۰ نفر آزمودنی بزرگسال هستند.

معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل الزامات پرسشنامه سلامت عمومی PAR-Q[1] (یا پرسشنامه غربالگری فعالیت بدنی که به منظور شناسایی عوامل خطرزای احتمالی ورزشی بر اساس تاریخچه سلامتی و علایم فعلی استفاده می‌شود) و آمادگی فعالیت بدنی، نداشتن سابقه افتادن در یک سال اخیر، سن بین ۷۰-۶۰ برای گروه سالمندان و سن بین ۳۰-۲۰ برای بزرگسالان، عدم مصرف داروی آرام بخش یا داروهای مختل‌کننده هوشیاری و تعادل بود. همچنین افرادی که سابقه سقوط، مشکلات شدید بینایی، آرتروز شدید با تشخیص پزشک که منع فعالیت داشته باشد، شاخص توده بدنی بالای ۳۰ (افراد دارای اضافه وزن) عدم توانایی در راه رفتن و انجام فعالیت‌های روزمره بدون استفاده از وسیله کمکی، سابقه جراحی و بیماری مفصلی در اندام تحتانی در شش ماه اخیر، وجود سابقه اختلالات حسی حرکتی و یا مشکلات شدید بینایی از تحقیق کنار گذاشته شدند. قابل ذکر است این اطلاعات به‌صورت خود اظهاری از نمونه تحقیق پرسیده شد و در صورت لزوم بررسی پرونده‌های پزشکی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

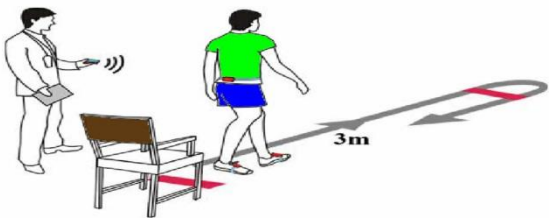
در تحقیق حاضر در روز آزمون همه نمونه‌های تحقیق پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن تست‌های تعادل، حس عمقی و قدرت عضلانی را به صورت تصادفی انجام دادند. سپس پروتکل تمرینی حس عمقی اجرا و پس از آن تست‌ها مجدد تکرار شد. سپس تست ها برای بار سوم پس از یک ساعت استراحت بعد از تمرینات انجام گرفت. تمرینات گرم کردن شامل راه رفتن آرام به مدت ۵ دقیقه و ۵ دقیقه حرکات کششی پویا آهسته شامل تاب دادن پا، خم و راست کردن زانو، چرخش ستون فقرات، چرخش نیمه دست‌ها و گردن بود. تمامی تست‌ها در صبح بین ساعت ۸ تا ۱۱ صبح اجرا شد. قابل ذکر است ترتیب اندازه‌گیری تست‌ها به‌صورت تصادفی برای هر فرد تعیین شد.

آزمون برخاستن و رفتن (TUG)[2] (ICC=۰/۹۸) شامل برخاستن از روی صندلی، راه رفتن ۳ متری با سرعت راحت، چرخش به اطراف، برگشت به سمت صندلی و نشستن بود. زمان بر حسب ثانیه بین زمانی که معاینه‌کننده به‌صورت شفاهی «برو» را گفت و زمانی که پشت شرکت‌کننده پشتی صندلی را لمس کرد، ثبت شد (تصویر ۱) [۱۴]. یکی از آزمونگر تست را برای هر دو گروه انجام داد و میانگین دو تکرار به عنوان رکورد برای آنالیز استفاده شد.

آزمون حس وضعیت مفصل زانو[3] با دو دوربین دیجیتال در صفحه ساجیتال و فرونتال(ICC=۰/۹۷) ثبت شد [۱۵].

1. Physical Activity Readiness Questionnaire

2. Time Up and Go
3. Joint position sence



تصویر ۱- نحوه اجرای آزمون برخاستن و رفتن (TUG)

جهت نصب مارکرها آزمودنی در وضعیت طاق باز قرار گرفتند. در این حالت چهار عدد مارکر دایره‌ای پوستی با قطر ۱/۵ سانتی‌متر به ترتیب در یک چهارم فوقانی خطی که تروکانتر بزرگ را به نقطه میانی خط مفصلی خارجی زانو وصل می‌کند، گردن فیبولا و قسمت فوقانی قوزک خارجی چسپانده شد. سپس آزمودنی بر روی صندلی نشسته و در حالی که زانوی او ۹۰ درجه باشد مارکر چهارم بر روی نوار ایلیوتیبیال و در قسمت فوقانی چین پوپلیتئال پای برتر (پایی که با آن به توپ ضربه می‌زند) [۱۶] چسپانده شد. برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو، وضعیت ایستاده (عملکردی) در نظر گرفته شد. آزمودنی بر روی پای برتر قرار گرفت. یک جعبه به ارتفاع ۵ سانتی‌متر نیز زیر پاشنه برای حذف اثر غیر فعال عضله دوقلو قرار داده شد. در جلوی فرد صندلی قرار داده شد که در صورت عدم تعادل از آن استفاده نماید. از آزمودنی خواسته شد که پای مخالف در وضعیت استراحت (زانو خم) قرار دهد. سپس در این وضعیت از وی درخواست شد با سرعت کنترل شده (تقریبا ۱۰ درجه در ثانیه) بدون اینکه تغییری در وضعیت سر و تنه ایجاد شود به سمت فلکشن زانو حرکت کند. در زاویه ۳۰ درجه (گونیامتر در این زاویه از قبل فیکس شده بود) به فرد دستور توقف داده شد و از وی خواسته شد که این وضعیت را به مدت ۵ ثانیه نگه دارد و آن را به حافظه کوتاه مدت خود بسپارد. در این وضعیت، اولین عکس از جانب خارجی زانو گرفته شود و سپس زانو را به وضعیت صفر درجه (ایستاده) بر می‌گرداند. همچنین جهت حذف مداخله بینایی در حین اندازه گیری، چشم‌های آزمودنی توسط چشم‌بند بسته و از او خواسته شد سر خود را صاف و ثابت نگه دارد. در هر سه بار نوبت فرد از فرد مورد آزمایش خواسته شد که به سمت فلکشن حرکت کند و آن را با کلمه «رسیدم» اعلام کند و به مدت ۵ ثانیه نگه دارد و پس از آن دوباره زانو را به صفر درجه بازگرداند. آزمودنی این عمل را سه مرتبه تکرار خواهد کرد با ۳۰ ثانیه استراحت بین هر تست، هر بار از زانوی آزمودنی در این موقعیت توسط دوربین دیجیتال که عمود بر صفحه حرکتی زانو بر روی سه پایه تراز شده، عکس گرفته شد. دوربین تصویربرداری در فاصله ۲ متری از فرد و ۷۰ سانتی‌متری زمین قرار گرفت (جهت پیشگیری از یادگیری آزمودنی، هیچ‌گونه بازخوردی در مورد عملکرد آزمودنی به آنها داده نشد). در ادامه با استفاده از عکس های گرفته شده توسط نرم افزار Auto CAD، زوایا کمّی‌سازی شد [۱۶]. قابل ذکر است نمره کمتر نشان‌دهنده وضعیت بهتر ریسک فاکتور حس عمقی است.

برای سنجش قدرت ایزومتریک عضلات اکستنسور و فلکسور زانو، از یک دستگاه دینامومتر دستی (مدل ۰۱۱۶۳، شرکت لافایت[1] آمریکا) جهت سنجش قدرت پای برتر استفاده شد (ICC≥۰/۹۵) [۹]. بر اساس تحقیقات گذشته و با هدف ایجاد ثبات و جلوگیری از جابجایی دستگاه در حین اندازه‌گیری، از استرپ برای نگهداری آن بر روی پای برتر استفاده شد. آزمون دو بار تکرار و هر بار ۵ ثانیه و بین هر تکرار نیز ۶۰ ثانیه استراحت به فرد داده شد. حداکثر قدرت ثبت شده به کیلوگرم به عنوان قدرت ایزومتریک هر فرد ثبت شد. وضعیت قرارگیری آزمودنی‌ها در حین اجرای تست قدرت عضلانی برای اکستنسورهای زانو در وضعیت خوابیده به شکم با ران و زانوی کشیده و صاف برای فلکسورهای زانو وضعیت نشسته روی صندلی با زاویه ران و زانوی ۹۰ درجه و همچنین محل قرارگیری دستگاه دینامومتر برای هر دو تست نیز لبه تحتانی سنسور دستگاه بالاتر از سطح قوزک داخلی قرار گرفت (سطح قدامی ساق) [۱۷]. جهت سنجش قدرت ایزمتریک عضله همسترینگ اجازه داده می‌شود تا حداکثر ۸۵ فلکشن زانو را انجام بدهد. جهت سنجش قدرت ایزومتریک چهار سر، فرد در حالی که نشسته است با حداکثر قدرت اکستنشن زانو را انجام

1. Lafayette manual muscle testing system model 01163, Lafayette, IN 47903 USA

تصویر ۲- تمرینات پروتکل حس عمقی

می‌دهد و به مدت ۵ ثانیه در زاویه حداکثری ۹۰ درجه نگه می‌دارد و رکورد به کیلوگرم ثبت می‌شود. یکی از محققین این تست را برای هر دو گروه در پیش و پس‌آزمون انجام داد.

پروتکل تمرینی حس عمقی شامل تمرینات راه رفتن به پهلو، راه رفتن تاندم، بالا و پایین رفتن از پله، ایستادن بر روی یک پا، ایستادن بر روی نوک پا، ایستادن یک پایی با ابداکشن پا، ایستادن یک پایی با اکستنشن پا، ایستادن روی تخته تعادل (در حالی که دست به صندلی گرفته شده است) و راه رفتن به پهلو با پای متقاطع[1] بود. مدت زمان این تمرینات ۶۰ دقیقه بود. [۱۸] (تصویر ۲). یکی از محققین تمرینات را با هر دو گروه انجام داد.

ملاحظات اخلاقی

از کلیه افراد شرکت‌کننده در مطالعه رضایتنامه اخذ گردید. کلیه اطلاعات فردی به صورت کاملاً محرمانه بود. تمامی موارد اخلاق در پژوهش طبق بیانیه هلسینکی در این مطالعه رعایت شده است.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از نرم افزار SPSS استفاده شد. از تحلیل آماری اندازه‌گیری مکرر ترکیبی (گروه*زمان) جهت قیاس بین دو گروه (سالمند و بزرگسال) و دو زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) استفاده شد. پیش‌فرض‌های نرمال بودن، همگنی واریانس ها و استقلال داده‌ها به ترتیب به وسیله آزمون‌های شاپیروویلک، لیون و آزمون علامت مورد بررسی قرار گرفت. جهت تعیین اندازه اثر از روش Partial Eta Squared (۰/۰۱= اثر کم، ۰/۰۶= اثر متوسط و ۰/۱۴= اثر زیاد) استفاده شد [۱۹]. قبل از اجرای آزمون داده‌های جدول Box's M برای تشخیص همگنی ماتریس‌های کوواریانس مورد بررسی قرار گرفت، ضمناً میزان خطای آماری نوع اول کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای TUG، حس عمقی و قدرت در جدول ۱ آورده شده است. در آزمون TUG نتایج آزمون سنجش مکرر ترکیبی اثر متقابل معنی‌داری نشان نداد (p=۰/۶۱۲ و F۲و۲۷=۰/۵۰). نتایج تحقیق نشان داد که

1. Simple grapevine

جدول ۱- نتایج آنالیز سنجش مکرر ترکیبی جهت بررسی تفاوت بین و درون گروه‌ها در تعادل، قدرت و حس عمقی مفصل زانو

متغیر	گروه	مرحله			مقدار p	درصد تغییرات نسبت به پیش‌آزمون	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون فوراً	پس‌آزمون یک ساعت بعد	(بین‌گروهی)	پس‌آزمون فوراً	پس‌آزمون یک ساعت بعد
برخاستن و رفتن(TUG) (ثانیه)	بزرگسال	۷/۴۶±۱/۳۳	*۶/۸۸±۱/۱۵	*۶/۵۸±۰/۷۶	۰/۰۰۴	۷/۷۷	۱۱/۸۰
	سالمند	۸/۳۸±۱/۵۲	*۸/۲۱±۱/۲۵	*۷/۹۱±۱/۲۵		۲/۰۲	۵/۶۱
حس عمقی (درجه)	بزرگسال	۳/۲۶±۲/۵۰	*۲/۲۱±۱/۶۰	†*۳/۳۹±۲/۹۷	۰/۰۹۵	۳۲/۲۱	۳/۹۹
	سالمند	۴/۷۸±۳/۶۶	*۳/۳۲±۲/۲۲	†*۴/۹۲±۳/۸۴		۳۰/۵۴	۲/۹۳
قدرت عضلات همسترینگ (کیلوگرم)	بزرگسال	۱۸/۲۲±۸/۸۳	۲۰/۴۸±۶/۰۲	۲۰/۰۱±۵/۱۱	۰/۰۰۱	۱۲/۴۰	۹/۸۲
	سالمند	۹/۸۶±۴/۶۵	۸/۹۹±۳/۶۴	۱۰/۸۰±۴/۸۲		۸/۸۲	۹/۵۳
قدرت عضلات چهارسر رانی (کیلوگرم)	بزرگسال	۳۱/۹۷±۹/۶۲	*۳۵/۱۳±۱۲/۸۷	†*۳۴/۱۱±۹/۱۲	۰/۰۰۲	۹/۸۸	۶/۶۶
	سالمند	۱۹/۷۷±۹/۷۰	*۲۰/۶۲±۱۰/۱۸	†*۲۳/۳۱±۱۰/۲۴		۴/۳۰	۱۷/۹۰

* تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ با مرحله پیش‌آزمون † تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ با مرحله پس‌آزمون فوراً

عملکرد بزرگسالان در آزمون برخاستن بعد از تمرینات به میزان ۷/۷۷٪ و در سالمندان به میزان ۲/۰۲٪ نسبت به قبل از تمرین پیشرفت نشان داده است (pη2= ۰/۲۱ و p=۰/۰۳۸ و F۲و۲۷=۳/۷۰). آزمون تعقیبی بونفرونی این تفاوت را بین پیش‌آزمون با یک ساعت بعد از تمرین (p=۰/۰۳۱) نشان داد. بین دو گروه بزرگسال و سالمند تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (pη2= ۰/۲۶ و p=۰/۰۰۴ و F۱و۲۸=۹/۸۵).

در خصوص حس عمقی نتایج آزمون سنجش مکرر ترکیبی اثر متقابل معنی داری نشان نداد (p=۰/۸۹ و F۲و۲۷=۰/۱۲). نتایج نشان داد که حس عمقی مفصل زانو در پس آزمون به طور معنی‌داری بهتر از پیش‌آزمون است (pη2= ۰/۲۶ و p=۰/۰۱۸ و F۲و۲۷=۴/۶۵). حس عمقی فوراً بعد از یک جلسه تمرینات حس عمقی بهبود معنی‌داری به میزان ۳۲/۲۱٪ در گروه بزرگسال و ۳۰/۵۴٪ در گروه سالمند داشت. بین دو گروه بزرگسال و سالمند تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p=۰/۰۹۵ و F۱و۲۸=۲/۹۹).

در قدرت همسترینگ نتایج اثر متقابل معنی‌داری بین زمان و گروه نشان داد (pη2= ۰/۱۰ p=۰/۰۴۷ و F۲و۵۶=۳/۲۳). اما بین زمان‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p=۰/۱۰۸ و F۲و۵۶=۲/۳۲). نتایج بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان داد (pη2= ۰/۵۴ و p=۰/۰۰۱ و F۱و۲۸=۳۲/۳۹).

در قدرت چهار سر رانی نتایج اثر متقابل معنی‌داری بین زمان و گروه نشان نداد (p=۰/۱۲۵ و F۲و۵۶=۲/۱۸). اما بین زمان ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (pη2=۰/۱۶ p=۰/۰۰۸ و F۲و۵۶=۵/۲۹). در پس‌آزمون به طور معنی‌داری قدرت چهار سر رانی نسبت به پیش‌آزمون به میزان ۹/۸۸٪ در بزرگسالان و ۴/۳۰٪ در سالمندان تقویت حاصل شد. همچنین نتایج بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان داد (pη2=۰/۳۰ و p=۰/۰۰۲ و F۱و۲۸=۱۱/۸۱).

بحث و نتیجه‌گیری

فرض این تحقیق اثر آنی تمرینات حس عمقی بر ریسک فاکتورهای قابل اصلاح تعادل، حس عمقی و قدرت عضلانی سالمندان و بزرگسالان بود. به طور خلاصه نتایج نشان داد که عملکرد بزرگسالان در آزمون TUG و قدرت عضلانی همسترینگ و چهارسر رانی در گروه بزرگسال بعد از یک جلسه تمرینات حس عمقی بهتر از سالمندان بود. همچنین ماندگاری نمرات در TUG و قدرت عضلات چهارسر ران یک ساعت بعد از بی‌تمرینی پیشرفت معنی‌داری در هر دو گروه از خود نشان داد.

آزمون TUG بعد از تمرینات به میزان ۷/۷۷٪ در بزرگسالان و ۲/۰۲٪ در سالمندان نسبت به قبل از تمرین پیشرفت نشان داده است. ماندگاری این آزمون یک ساعت بعد از بی‌تمرینی پیشرفت معنی‌داری از خود در هر دو گروه بزرگسال و سالمند از خود نشان داد. بهبود قابل توجه در عملکرد TUG پس از جلسات تمرین با مطالعات قبلی مطابقت دارد [۲۴-۲۰]. این احتمال وجود دارد که بهبود در عملکرد TUG بعد از یک جلسه تمرین حس عمقی به این دلیل باشد که این مداخله به اجزای حسی-حرکتی و فرآیندهای دخیل در تعادل می‌پردازد، که توضیحات بالقوه نتایج ممکن است مربوط

بـه افـزایش خـواص ویسکوالاسـتیک و شـاخص الاستیسـیته فیبرهای عضلانی باشد که منجر به افزایش حساسیت گیرنـده مکانیکی و پاسخ مؤثرتر کنترل حرکتی می‌شود. پروسـک[1] ایـن فرضیه را مطرح کرد که علاوه بر سیگنال‌هـایی کـه از اطـراف بدن به وجود می‌آیند، نسخه‌هایی از دستورات حرکتی می‌توانند برای ایجاد احساسات آگاهانه به مناطق حسـی در مغـز منتقـل شوند [۲۵]. تمرین انجام شده به شکل های مختلـف مـی‌توانـد تحریک و جذب بـالاتری از گیرنـده هـای مکـانیکی در سـطح تاندون، رباط و مفصلی را القا کند که ممکن است بازخورد حس عمقی به سیستم عصـبی مرکـزی را افـزایش دهـد [۲۶، ۲۷]. فرآیند تعادل پویا (TUG) نیاز به تنظیم مداوم موقعیت مفاصل دارد و بنابراین منجـر بـه افـزایش بـازخورد حـس عمقـی و در نهایت کنترل عصبی عضـلانی مـی‌شـود. همچنـین از دلایـل احتمالی بهبود عملکرد TUG بعد از یک جسـله تمـرین حـس عمقی را می‌توان به ایجـاد حرکـات صـاف و هماهنـگ، حفـظ وضعیت طبیعی بدن و تنظیم تعادل نسبت داد. از آن جایی کـه بسیاری از زمین خوردن ها هنگام راه رفـتن یـا جابجـایی افـراد مسن اتفاق می‌افتد (مثلا بلند شدن از روی صـندلی) و ایـن دو وظیفه در TUG درگیر بودند؛ همچنین مفاصل زانـو و مـچ پـا مفاصل اصـلی حمایـت‌کننـده انـدام تحتـانی هسـتند و ورودی اطلاعات حس عمقی اطراف آنها برای حفظ کنترل وضـعیتی و ثبات مفاصل بسیار مهم است؛ بنابراین امکـان بهبـود عملکـرد TUG بعد از یک جلسه تمرین حـس عمقـی وجـود دارد [۱۸، ۲۰-۲۴, ۳۰-۲۸]. این موارد می‌تواند توضیح دهد که چرا جلسه تمرین حس عمقی تعادل را افزایش می‌دهد.

حـس عمقـی فـوراً بعـد از یـک جلسـه تمرینـات بهبـود معنی‌داری به میزان ۳۲/۲۱٪ در گروه بزرگسـال و ۳۰/۵۴٪ در گروه سالمند داشت. اما بعد از یک سـاعت بـی تمرینـی میـزان حس عمقی به قبل از تمـرین برگشـت و مانـدگاری در میـزان حس عمقی مشاهده نشد. این تمرینات در زنجیره حرکتی بسته با کنترل بر دامنه حرکات اندام تحتانی به‌خصوص مفصـل زانـو صورت گرفت. نویسندگان همچنین پیشنهاد کردند که عناصـر مرکزی و محیطی ممکن است به بهبـود حـس عمقـی پـس از تمرینات کمک کنند، امـا سـهم نسـبی هـر یـک را مشـخص نکردند. تمرینات اصلاح الگوی حرکت سیستم حسی حرکتی را تحریک می‌کند و موجب افزایش همـاهنگی و سـفتی مفصـلی می‌شود. تمریناتی مانند فرود و اسکات تک‌پـا نیازمنـد عملکـرد بهینه سیستم‌های عصبی عضلانی و حس عمقی در زانو اسـت که افزایش این فاکتورها از مهمترین عوامل مؤثر بر حفظ تعادل هنگام انجام تکالیف است [۳۱، ۳۲]. از دلایل دیگر و احتمـالی بهبود حس عمقی بعـد از یـک جسـله تمـرین حـس عمقـی را می‌توان تأکید بر اجـرای صـحیح تمرینـات و دادن بـازخورد در خصوص زوایای مفصل زانو در حین تمرینات اشاره کرد.

قدرت عضـلات همسـترینگ پـس از تمـرین در دو گـروه پیشرفت معنی‌داری نشان نداد اما بین میـزان پیشـرفت قـدرت عضـلات همسـترینگ بعـد از تمـرین در دو گـروه سـالمند و بزرگسال تفاوت معنی‌داری مشاهده شـد. بـر اسـاس مطالعـات قبلی تمرینات حس عمقی بـر قـدرت فلکسـورهای زانـو تـأثیر معناداری نداشته است [۳۱، ۳۵-۳۳]. به نظر می‌رسد که علاقه به تأثیر مثبت احتمالی تمرینات حس عمقی بر قدرت از مدت ها پیش آغاز شده است، زمانی که مشخص شد که حداکثر نیروی ایزومتریـک عضـلات زانـو و مـچ پـا پـس از یـک برنامـه تخته لرزش[2] افزایش می‌یابد. در سال‌های بعد نشـان داده شـد که تمرینات حس عمقی ممکن است باعث افزایش یک یا چند پارامتر قدرت شود مانند یک تکـرار بیشـینه و حـداکثر انقبـاض فعال (ارادی)، این پیشرفت‌هـا را مـی‌تـوان در افـراد بـا سـطح فعالیت مختلف مشاهده کرد. مطالعـات دیگـر هـیچ تـأثیری از تمرینات حس عمقی بر حداکثر نیـروی ایزومتریـک و حـداکثر سرعت تولید نیرو در ورزشکاران یا حداکثر گشتاور ایزوکینتیـک در افراد فعال تفریحـی پیـدا نکردنـد [۳۶]. از دلایـل احتمـالی

1. Proske

2. wobble board

معنادار نشدن قدرت، مدت زمان کم تمرینات و همچنین نوع تمرینات را می‌توان بیان کرد. در همین راستا در تحقیق باوتیستا[1] که به ورزش نوردیک همسترینگ به عنوان مداخله کارآمد برای افزایش قدرت همسترینگ پرداخته است، بیان می‌کند که حدود ۴۸ تکرار در هفته برای بهبود قدرت فلکسورهای زانو لازم است [۳۷]. فریمن[2] و همکاران نیز که تأثیر دو نوع مداخله را برای تقویت همسترینگ بررسی کردند، بیان می‌کنند که حداقل چهار هفته مداخله برای تقویت همسترینگ لازم است [۳۸].

قدرت عضلات چهارسر ران فوراً بعد از تمرینات به میزان ۹/۸۸٪ در بزرگسالان و ۴/۳۰٪ در سالمندان پیشرفت نشان داد. میزان پیشرفت قدرت عضلات چهارسر ران در بزرگسالان بیشتر از سالمندان بود اما ماندگاری قدرت در سالمندان بهتر از بزرگسالان بود. هارلی[3] و همکارانش در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن قدرت عضلات چهارسر کاهش می‌یابد که این باعث کاهش حساسیت دوک عضلانی می‌شود و افراد مسن برای تشخیص و تصحیح نوسانات وضعیتی در مقایسه با افراد جوان‌تر دچار اختلال می‌شوند. با افزایش سن، زمان مورد نیاز برای پردازش و ادغام اطلاعات حسی و واکنش حرکتی افزایش می‌یابد [۳۹].

بهبود قابل توجه در قدرت عضلات فلکسوری ران پس از جلسات تمرین با مطالعات قبلی مطابقت دارد [۴۰]. دلیل اثربخشی تمرینات در قدرت عضلانی می‌تواند به خاطر چندین عامل باشد: عامل اول می‌تواند به دلیل سازگاری ایجادشده در سیستم عصبی مرکزی باشد، بدین شکل که یادگیری و تطبیق الگوی تحریک افزایش یافته و نهایتاً افزایش حداکثر انقباض ارادی را به دنبال دارد [۴۰] و از دلایل احتمالی عامل دوم می‌توان به سایکولوژی افراد اشاره کرد که در پس‌آزمون با توجه به آشنا بودن با محیط و آزمون‌های تعیین شده و اعتماد به آزمون گیرنده، عدم ترس و اضطراب آسیب‌دیدگی از حداکثر توان خود برای انجام تست استفاده کرده‌اند.

حس وضعیت مفصل یک توانایی تکرار کردن موقعیت‌های مفصل با استفاده از نشانه‌های حرکتی فعال و غیر فعال است. تصور می‌شود که تکرار فعال موقعیت‌های مفصلی، فعالیت گیرنده‌های دوک عضلانی را اندازه‌گیری می‌کند. از این رو، فعالیت دوک عضلانی افزایش می‌یابد و گیرنده ها ممکن است بهبود در حس موقعیت فعال مفصل را توضیح دهند که این در مطالعه مشاهده شده است. در مطالعه حاضر حس موقعیت مفصل را در حالتی که تحمل وزن ندارند ارزیابی کردیم. از آنجایی که میزان تنش مکانیکی که بر مفصل اعمال می‌شود به طور قابل توجهی بین فعالیت‌های با تحمل وزن و بدون تحمل وزن متفاوت است.

این مطالعه بدون محدودیت نبود. محدوده سنی این مطالعه به شرکت‌کنندگان فقط در دامنه ۷۰-۶۰ سال بود که تعمیم (یعنی اعتبار خارجی) نتایج آن را به سایر جمعیت‌ها محدود می‌کند. این پژوهش فقط زنان را مورد مطالعه قرار داد، مطالعات آینده ممکن است نشان دهد که آیا پاسخ به تمرین حس عمقی بین مردان و زنان متفاوت است یا خیر. همچنین توصیه می‌شود که محققان جمعیت‌های بالینی را برای بررسی هر گونه پیامدهای مربوط به تمرینات آنی حس عمقی به عنوان یک کمک درمانی احتمالی بگنجانند. مطالعات بیشتر باید این محدودیت‌ها را در نظر بگیرند.

نتایج تحقیق نشان داد که عملکرد سالمندان و بزرگسالان بعد از یک جسله تمرینات حس عمقی در فاکتورهای برخاستن و رفتن، حس عمقی و قدرت عضلات چهار سر ران پیشرفت معنی‌داری داشته است. توصیه می‌شود سالمندان و بزرگسالان جهت تقویت عملکرد خود در حس تشخیص وضعیت مفصل زانوی خود و قدرت عضلات چهارسر ران و عملکرد خود در برخاستن و رفتن از تمرینات حس عمقی استفاده کنند. نیاز به تحقیقات بیشتر با هدف اثر بلند مدت تمرینات حس عمقی بر ریسک فاکتورهای قابل اصلاح وجود دارد.

1. Bautista
2. Freeman
3. Hurley

تشکر و قدردانی

این تحقیق با کد اخلاق IR.UK.REC.1402.001 در دانشگاه شهید باهنر کرمان به تصویب رسیده است. نویسندگان از تمامی افراد شرکت‌کننده که در پژوهش همکاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در این تحقیق هیچ گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان در نگارش و تجزیه و تحلیل مقاله همکاری داشتند.

منابع مالی

این پژوهش فاقد حمایت مالی از سازمان خاصی است.

References

1. Safari Bak M, Khoshraftar Yazdi N, Aghajani A. The effect of eight weeks selected exercises on balance indexes in elderly patients with knee osteoarthritis. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2017;6(2):86-97. [Persian] doi:10.22038/jpsr.2017.13197.1265
2. Pahlevanian AA, Najarian R, Adabi S, Mirshoja MS. The prevalence of fall and related factors in Iranian elderly: A systematic review. Archives of Rehabilitation. 2020;21(3):286-303. [Persian] doi:10.32598/rj.21.3.2084.6
3. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. Medicine (Baltimore). 2019;98(27):e16218. doi:10.1097/md.0000000000016218
4. Norasteh AA, Balayi E, Zarei H. Functional gait assessment tests in elderly: A systematic review. Caspian Journal of Neurological Sciences. 2023;9(2):120-128. doi:10.32598/cjns.9.32.295.3
5. Ortega-Bastidas P, Gómez B, Aqueveque P, Luarte-Martínez S, Cano-de-la-Cuerda R. Instrumented timed up and go test (iTUG)—more than assessing time to predict falls: A systematic review. Sensors. 2023;23(7):3426. doi:10.3390/s23073426
6. Rahlf AL, Petersen E, Rehwinkel D, Zech A, Hamacher D. Validity and reliability of an inertial sensor-based knee proprioception test in younger vs. older adults. Frontiers in Sports and Active Living. 2019;1:27. doi:10.3389/fspor.2019.00027
7. Wang Q, Li L, Mao M, Sun W, Zhang C, Mao D, et al. The relationships of postural stability with muscle strength and proprioception are different among older adults over and under 75 years of age. Journal of Exercise Science and Fitness. 2022;20(4):328-334. doi:10.1016/j.jesf.2022.07.004
8. Nieto-Guisado A, Solana-Tramunt M, Marco-Ahulló A, Sevilla-Sánchez M, Cabrejas C, Campos-Rius J, et al. The mediating role of vision in the relationship between proprioception and postural control in older adults, as compared to teenagers and younger and middle-aged adults. Healthcare (Basel, Switzerland). 2022;10(1):1-14. doi:10.3390/healthcare10010103
9. Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Seyedjafari E. Relationship between changes in muscle strength and postural sway after eight weeks aquatic exercise in elderly people: A clinical trial. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2018;27(157):92-104. [Persian]
10. Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, Morouço P. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(2):1-11. doi:10.3390/ijerph19020874
11. Daneshjoo A, Sadeghi H, Yaali R, Behm DG. Comparison of unilateral and bilateral strength ratio, strength, and knee proprioception in older male fallers and non-fallers. Experimental Gerontology. 2023;175:112161. doi:10.1016/j.exger.2023.112161
12. Ferlinc A, Fabiani E, Velnar T, Gradisnik L. The importance and role of proprioception in the elderly: A short review. Materia Socio-Medica. 2019;31(3):219-221. doi:10.5455/msm.2019.31.219-221
13. Rahimi M, Hasanpor Z, Sharifi R, Haghighi M. Effect of eight-week dynamic neuromuscular stabilization training on balance, fall risk and lower extremity strength in healthy elderly women. Studies in Sport Medicine. 2020;12(28):107-126. [Persian] doi:10.22089/smj.2021.10208.1471
14. Sadeghi H, Jehu DA, Daneshjoo A, Shakoor E, Razeghi M, Amani A, et al. Effects of 8 weeks of balance training, virtual reality training, and combined exercise on lower limb muscle strength, balance, and functional mobility among older men: A randomized controlled trial. Sports Health. 2021;13(6):606-612. doi:10.1177/1941738120986803
15. Noor, Olyaei G, Hadian Rasanani M, Talebian S, Bashir MS. A reliable and accurate system of joint position sense measurement. Biomedical Research. 2018;29(12):2528-2531. doi:10.4066/biomedicalresearch.29-18-410
16. Farshidi B, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Konrad A. Effects of static and PNF stretching on joint position sense and range of motion after a fatigue protocol in professional male soccer players. Medicina Dello Sport. 2022;75(2):206-217. doi:10.23736/S0025-7826.22.04148-5

17. Morin M, Duchesne E, Bernier J, Blanchette P, Langlois D, Hébert LJ. What is known about muscle strength reference values for adults measured by hand-held dynamometry: A scoping review. Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation. 2022;4(1):100172. doi:10.1016/j.arrct.2021.100172
18. Balouchi R. The effect of a period of balance training on the pastural factors of elderly people. Journal of Applied Exercise Physiology. 2015;11(21):93-102. [Persian] doi:10.22080/jaep.2015.1110
19. Pallant J. SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS. McGraw-hill education (UK); 2020.
20. Iram H, Kashif M, Junaid Hassan HM, Bunyad S, Asghar S. Effects of proprioception training programme on balance among patients with diabetic neuropathy: A quasi-experimental trial. The Journal of the Pakistan Medical Association. 2021;71(7):1818-1821. doi:10.47391/jpma.286
21. Espejo-Antúnez L, Pérez-Mármol JM, Cardero-Durán M, Toledo-Marhuenda JV, Albornoz-Cabello M. The effect of proprioceptive exercises on balance and physical function in institutionalized older adults: A randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2020;101(10):1780-1788. doi:10.1016/j.apmr.2020.06.010
22. Lee H, Kim H, Ahn M, You Y. Effects of proprioception training with exercise imagery on balance ability of stroke patients. Journal of Physical Therapy Science. 2015;27(1):1-4. doi:10.1589/jpts.27.1
23. Young KJ, Je CW, Hwa ST. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation integration pattern and swiss ball training on pain and balance in elderly patients with chronic back pain. Journal of Physical Therapy Science. 2015;27(10):3237-3240. doi:10.1589/jpts.27.3237
24. Park YH, Kim YM, Lee BH. An ankle proprioceptive control program improves balance, gait ability of chronic stroke patients. Journal of physical Therapy Science. 2013;25(10):1321-1324. doi:10.1589/jpts.25.1321
25. Proske U. Exercise, fatigue and proprioception: A retrospective. Experimental Brain Research. 2019;237(10):2447-2459. doi:10.1007/s00221-019-05634-8
26. Nam HC, Cha HG, Kim MK. The effects of exercising on an unstable surface on the gait and balance ability of normal adults. Journal of Physical Therapy Science. 2016;28(7):2102-2104. doi:10.1589/jpts.28.2102
27. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up strategies for sport and exercise: Mechanisms and applications. Sports Medicine. 2015;45(11):1523-1546. doi:10.1007/s40279-015-0376-x
28. de Bruin ED, Murer K. Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. Clinical Rehabilitation. 2007;21(2):112-121. doi:10.1177/0269215506070144
29. Colledge NR, Cantley P, Peaston I, Brash H, Lewis S, Wilson JA. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. Gerontology. 1994;40(5):273-278. doi:10.1159/000213596
30. Manini T, Marko M, VanArnam T, Cook S, Fernhall B, Burke J, et al. Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life. The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences. 2007;62(6):616-623. doi:10.1093/gerona/62.6.616
31. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. Clinical Journal of Sport Medicine. 2004;14(2):88-94. doi:10.1097/00042752-200403000-00006
32. Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J, Smits-Engelsman BC. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. Journal of Strength and Conditioning Research. 2011;25(3):575-584. doi:10.1519/JSC.0b013e3182023bc7
33. Pereira MP, Gonçalves M. Proprioceptive neuromuscular facilitation improves balance and knee extensors strength of older fallers. International Scholarly Research Network (ISRN) Rehabilitation;2012:402612. doi:10.5402/2012/402612
34. Peer MA, Gleeson N. Effects of a short-term conditioning intervention on knee flexor sensorimotor and neuromuscular performance in men. Journal of Sport Rehabilitation. 2018;27(1):37-46. doi:10.1123/jsr.2016-0012
35. Minshull C, Eston R, Bailey A, Rees D, Gleeson N. The differential effects of PNF versus passive stretch conditioning on neuromuscular performance. European Journal of Sport Science. 2014;14(3):233-241. doi:10.1080/17461391.2013.799716
36. Gidu DV, Badau D, Stoica M, Aron A, Focan G, Monea D, et al. The effects of proprioceptive training on balance, strength, agility and dribbling in adolescent male soccer players. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(4):1-15. doi:10.3390/ijerph19042028
37. Bautista IJ, Vicente-Mampel J, Baraja-Vegas L, Segarra V, Martín F, Van Hooren B. The effects of the Nordic hamstring exercise on sprint performance and eccentric knee flexor strength: A systematic review and meta-analysis of intervention studies among team sport players. Journal of Science and Medicine in Sport. 2021;24(9):931-938. doi:10.1016/j.jsams.2021.03.009
38. Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2019;59(7):1119-1125. doi:10.23736/s0022-4707.18.08703-0
39. Hurley MV, Rees J, Newham DJ. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. Age and Ageing. 1998;27(1):55-62. doi:10.1093/ageing/27.1.55
40. Ahmadi M, Yalfani A, Gandomi F. Effect of twelve weeks of sensorimotor training on pain, improvement proprioception, muscle strength, and postural control in men with patellofemoral pain syndrome: A randomized single-blind clinical trial. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021;10(1):1-13. doi:10.22037/jrm.2020.112859.2271