نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۱۰، شماره۱۹، بهار و تابستان ۱۴۰۱

WWW.RSR.BASU.AC.IR

اثر ۸ هفته تمرین پله بر تعادل ایستا و پویا زنان سالمند با درد مزمن غیراختصاصی زانو

مجتبی بابایی خورزوقی[۱]، ویدا درویشی گله[۲]، سمیه زارع[۳*]

۱. استادیار، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه ازاد خوراسگان اصفهان، اصفهان، ایران
۳. دانشجوی دکترای آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی(امدادگر ورزشی)، دانشکده پردیس علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۲۱ شهریور ۱۴۰۰؛ پذیرش ۲۸ اردیبهشت ۱۴۰۱

واژگان کلیدی

تمرینات پله

تعادل ایستا

تعادل پویا

سالمندان

چکیده

زمینه و هدف: سالمندی با کاهش قابلیت های فیزیکی و شناختی همراه است اما فعالیت بدنی تاثیرات مثبتی بر زندگی این افراد دارد. هدف تحقیق حاضر تعیین اثربخشی هشت هفته تمرینات پله بر تعادل ایستا و پویا زنان سالمند با درد مزمن غیراختصاصی زانو بود.

روش بررسی: در مطالعه نیمه تجربی حاضر ۳۰ زن سالمند شهرستان شهرکرد به صورت در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تمرینی (سن: ۶۵/۶۴±۴/۴۵ سال، قد: ۱۶۵/۶۴±۳/۳۴ سانتی‌متر، وزن: ۴/۶۲± ۷۸/۴۵ کیلوگرم) و کنترل (سن: ۶۲/۱۴±۳/۴۵ سال، قد: ۱۶۲/۹۱±۳/۳۲ سانتی‌متر، وزن: ۷۶/۲۶±۳/۶۶ کیلوگرم) قرار گرفتند. گروه تجربی هشت هفته تمرین پله (۳ جلسه ۳۰ دقیقه ای در هفته) را انجام دادند. در این دوره آزمودنی‌های گروه کنترل فعالیت روزمره خود را داشتند. قبل و بعد از دوره تمرینی تعادل ایستا و پویا با آزمون-های امتیازدهی خطای تعادل و برخاستن و رفتن ارزیابی شد. تحلیل داده ها با آزمون آنالیز واریانس ترکیبی مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی SPSS نسخه ۲۰ در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

یافته ها: نتایج نشان داد هشت هفته تمرین پله بر تعادل ایستا (P=۰/۰۱) و تعادل پویا (P=۰/۰۰۱) تاثیر معناداری داشت.

نتیجه گیری: تمرینات پله بر بهبود تعادل ایستا و پویا تاثیر داشت و بر اساس نتایج، این تمرینات در زنان سالمند با ایجاد سازگاری های فیزیولوژیکی موثر، سیستم عصبی و روانی را تحت تاثیر قرار داده و از این طریق می تواند تعادل سالمندان زن را بهبود بخشد. بر همین اساس توصیه می شود، زنان سالمند با درد مزمن اختصاصی زانو به انجام تمرینات پله بپردازند.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: 09137402201
✉ پست الکترونیکی: sarazare73@gmail.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/rsr.2022.24906.1589

مقدمه

سالمندی واقعه ای است که هر فرد که طول عمر طبیعی داشته، با آن روبرو خواهد شد (سیدجعفری[1] و همکاران، ۲۰۱۷) و یکی از دوران های حساس در مراحل زندگی هر فرد است که با تغییراتی درعملکرد بدنی، شناختی، اجتماعی و رفتاری همراه است(پهلوانیان[2] و همکاران، ۲۰۲۰). جای تعجب نیست که چنین تغییراتی در سطح فیزیولوژیک و اسکلتی-عضلانی با افزایش دشواری در انجام فعالیت های روزمره زندگی مانند بالارفتن از پله ها، بلند شدن از روی صندلی و انجام فعالیت های در منزل همراه باشد(مایر[3] و همکاران، ۲۰۱۹). زنان عموماً در تمام رده های سنی ضعیف تر از مردان هستند(تودا[4] و همکاران، ۲۰۱۵) و ممکن است در حدود سن ۷۰ سالگی به سطوحی از آمادگی جسمانی برسند که کمتر از آستانه آنها برای انجام فعالیت های قابل انجام در منزل و فعالیت های روزمره می‌باشد(اسکلتون[5] و همکاران، ۱۹۹۴؛ ماکالوسو[6] و همکاران، ۲۰۰۲). اگر چنین تغییراتی که منجر به کاهش عملکرد در فعالیت های روزانه می شود به موقع مورد توجه قرار نگیرد، احتمال کاهش سریع به سمت ناتوانی، وابستگی و شرایط مزمن و انواع دردهای اسکلتی-عضلانی افزایش خواهد یافت. یکی از شایع ترین مشکلات افراد مسن درد می باشد. یافته های بررسی سیستماتیک نشان دهنده شیوع درد مزمن در افراد مسن در جامعه از ۲۵ تا ۷۶٪ است (عبدولا[7] و همکاران، ۲۰۱۳). درد یک فاکتور خطر مستقل برای سقوط است (موراکی[8] و همکاران، ۲۰۱۱) که هر ساله یک نفر از هر دو نفر در جامعه که درد اسکلتی عضلانی دارند، سقوط می کند(استابس[9] و همکاران، ۲۰۱۴). مکانیسم های فرضی برای درد مزمن اسکلتی- عضلانی که خطر سقوط را افزایش می دهد (دیاندریا[10] و همکاران، ۲۰۱۰) شامل آسیب شناسی مفصل و بی ثباتی (به عنوان مثال آرتروز)، اثرات عصبی عضلانی درد، مکانیسم های مرکزی (که به موجب آن درد با شناخت و عملکرد اجرایی تداخل می کند) و نگرانی در مورد افتادن (پاتل[11] و همکاران، ۲۰۱۴) می‌باشد. مطالعات نشان داده اند که درد زانو به عنوان یک عامل خطر برای هرگونه سقوط (آردن[12] و همکاران، ۲۰۰۶) و سقوط های متعدد(موراکی و همکاران، ۲۰۱۱) شناخته شده است. علاوه بر این، گزارش شده است که اگر درد زانو با درد دیگری در نقاط مختلف بدن همراه باشد، به طور قابل توجهی خطر سقوط را افزایش می دهد (پاتل و همکاران، ۲۰۱۴) و عاملی در ضعف تعادل است. تعادل یک جز جدایی ناپذیر در بیشتر فعالیتهای زندگی روزمره است. کنترل تعادل به ورودی حسی از سیستم دهلیزی، بینایی و حسی وابسته است. پردازش مرکزی این اطلاعات منجر به پاسخ های عصبی عضلانی هماهنگ می شود که اطمینان حاصل می کند مرکز جرم در محدوده سطح اتکا قرار دارد. بنابراین کنترل موثر تعادل نه تنها به ورودی حسی دقیق بلکه به پاسخ به موقع عضلات قوی نیز متکی است. پیری طبیعی با کاهش یکپارچگی این سیستم های فیزیولوژیکی همراه است (بنیل و هینمان[13]، ۲۰۰۵). در افراد مسن، اختلال در تعادل پیامدهای جدی بر سلامتی دارد. تعادل نامناسب با افزایش خطر سقوط همراه است(لاجویی و گالاقر[14]، ۲۰۰۴) و آسیب های ناشی از سقوط هزینه های فردی و اجتماعی قابل توجهی دارند (هال و هیندری[15]، ۲۰۰۳). اختلالات تعادل نیز با اقدامات تحرک ضعیف در جمعیت مسن ارتباط دارد(منز[16] و همکاران، ۲۰۰۳). درد زانو می تواند کنترل تعادل از طریق اثر بر روی ورودی حس عمقی، پردازش مرکزی اطلاعات و خروجی وابران جهت فعال شدن مناسب

1 Seyedjafari
2Pahlevanian
3Mair
4 Toda
5 Skelton
6 Macaluso
7 Abdulla
8 Muraki
9 Stubbs

10 Deandrea
11 Patel
12 Arden
13 Bennell & Hinman
14 Lajoie & Gallagher
15 Hall & Hendrie
16 Menz

اندام ها و عضلات تنه را (سونسون[1] و همکاران، ۲۰۰۰) تحت تاثیر قرار دهد و می تواند راه رفتن را نیز با مشکل مواجه سازد.

تمرینات درمانی غالباً برای بهبود اختلالات فیزیولوژیکی و اسکلتی-عضلانی مانند کاهش حرکت مفصل، ضعف عضلانی، اختلال در تعادل، ناتوانی و حس عمقی استفاده می شود (هورلی[2] و همکاران، ۲۰۱۸؛ جونسون[3] و همکاران، ۲۰۱۸). در تمرینات زنجیره حرکتی باز، قسمت انتهایی اندام تحتانی در حین حرکت آزاد است. در مقابل، قسمت دیستال اندام تحتانی در حین تمرینات زنجیره حرکتی بسته ثابت می شود. تمرینات زنجیره حرکتی بسته با فعالیتهایی که ما در زندگی روزمره انجام می دهیم و ماهیت عملکردی بیشتری دارند، رابطه نزدیک دارد (چن[4] و همکاران، ۲۰۰۰). بعلاوه، تمرینات زنجیره حرکتی بسته همچنین می تواند باعث افزایش درک مفصل، قدرت عضلانی و تعادل شود (اوجواو[5] و همکاران، ۲۰۱۶؛ تاکاکس[6] و همکاران، ۲۰۱۷؛ وان در اسچ[7] و همکاران، ۲۰۱۵). تمرینات پله یک برنامه تمرینی از تمرینات زنجیره حرکتی بسته است که امکان تحمل وزن و تحرک زودرس در توان بخشی زانو را فراهم می کند. تمرینات منظم پله همانند راه رفتن مفید است و برای کاهش درد و ناتوانی در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو توصیه می شود (هوچبرگ[8] و همکاران، ۲۰۱۲؛ مک آلیندون[9] و همکاران، ۲۰۱۴) علاوه بر این تحقیقات بسیاری نشان داده اند که انجام تمرین مقاومتی پویا با سرعت و شدت بالا همراه با بارهای اضافی در بهبود قدرت بویژه در اندام تحتانی در افراد مسن مؤثر است(گین گارریگا[10] و همکاران، ۲۰۱۴) و به عنوان یک تمرین قدرتی بالارفتن از پله باعث بهبود قدرت و استقامت عضلانی در افراد مسن می شود(جوناتان بین و همکاران، ۲۰۰۲). تمرینات پله بدلیل ماهیت عملکردی و به کارگیری چند مفصل بصورت همزمان، می تواند جنبه های مهم آمادگی جسمانی و عملکردی را دربین سالمندان افزایش دهد(مایر و همکاران، ۲۰۱۹). هرچند تحقیقات گذشته به اثرات مفید تمرینات پله اشاره داشته اند، اما همچنان با توجه به بررسی مطالعات گذشته پاسخ مناسبی به تصور عموم جامعه و حتی برخی از پزشکان مبنی بر اینکه بالارفتن از پله باعث ایجاد درد و ناتوانی در زانو شده و آن را افزایش می دهد، داده نشده است. بر این اساس مطالعه حاضر با هدف تعیین اثربخشی ۸ هفته تمرین پله بر روی پارامترهای راه رفتن و تعادل زنان سالمند با درد مزمن غیراختصاصی زانو انجام شد.

1 Svensson
2 Hurley
3 Jönsson
4 Chen
5 Ojoawo
6 Takacs
7 Van der Esch
8 Hochberg
9 McAlindon
10 Giné-Garriga

روش‌شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و دارای طرح دو گروه پیش و پس آزمون بوده و به نوعی از جمله تحقیقات کارآزمایی بالینی کنترل شده می باشد که به صورت میدانی انجام شده است. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل زنان سالمند ۶۰ تا ۷۰ ساله شهرستان شهرکرد با درد غیر اختصاصی مزمن زانو بود. برای تعیین حجم نمونه از فرمول فلیس و همکاران استفاده شد.

$$n = \frac{2\sigma^2\left(z_1 - \frac{\alpha}{2} + z_{1-\beta}\right)^2}{d^2}$$

فرمول۱: فرمول تعیین حجم نمونه فلیس

نمونه آماری، ۳۰ زن سالمند بود که به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به شکل تصادفی به دو گروه کنترل(۱۵ نفر – عدم دریافت مداخله) و تجربی(۱۵ نفر دریافت تمرینات پله) تقسیم شدند. از تمام شرکت کنندگان فرم رضایتنامه آگاهانه و پرسشنامه اطلاعات فرد دریافت شد و به ایشان تعهد داده شد اطلاعاتشان بصورت محرمانه باقی خواهد ماند و تنها نتایج کلی تمام شرکت کنندگان مورد بهره برداری قرار خواهد گرفت. مقاله حاضر دارای کد اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1399.152 می باشد.

این آزمودنی ها تحت نظارت پزشک و دارای پرونده پزشکی بودند. کلیه روش های مورد استفاده در این پژوهش بی خطر بودند و در صورت ایجاد کوچکترین مشکل برای بیماران آزمایشات قطع می‌شد. معیارهای ورود به این تحقیق شامل دارا بودن زانو درد مزمن غیراختصاصی، نداشتن سابقه بیماری‌های مزمن، التهابی و متابولیکی و قلبی عروقی، نداشتن مشکل عضلانی، مفصلی و استخوانی هنگام ورزش با استفاده از پرسشنامه استاندارد سلامت عمومی، عدم مصرف هرگونه داروی مخصوص بیماری‌های متابولیکی(شامل کاهنده‌های چربی خون، قند خون و فشارخون و ...) در ۶ ماه اخیر و غیرفعال بودن (عدم ورزش منظم حداقل تا ۶ ماه گذشته) و عدم مصرف دخانیات بود و معیار های خروج از مطالعه عدم تکمیل جلسات تمرینی و عدم شرکت در پیش آزمون و پس ازمون بود.در این مطالعه همچنین تعادل ایستا با آزمون امتیازدهی خطای تعادل و تعادل پویا با کمک آزمون زمان برخاستن و رفتن ارزیابی شد.

ابزارهای مورد استفاده در مطالعه جهت ارزیابی اولیه شامل:

۱)فرم رضایت نامه: از این فرم استفاده می شود تا اجازه کتبی از شرکت کنندگان برای همکاری در این مطالعه کسب شود.

۲)فرم اطلاعات شخصی: این فرم اطلاعات دموگرافیک آزمودنی ها را فراهم می کند.

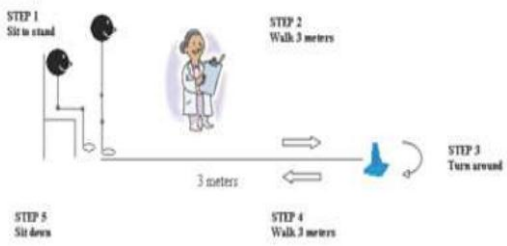
۳)آزمون امتیازدهی خطای تعادل[1]: در این آزمون که برای سنجش تعادل ایستا به کار رفت، شش وضعیت گوناگون در نظر گرفته شده که شامل سه وضعیت ایستادن روی سطح سخت و سه وضعیت ایستادن روی سطح نرم است. سطح سخت شامل موکت یا کف‌پوش و سطح نرم شامل بالشتک فوم فشرده به ابعاد 41×50×6 سانتیمتر بود. وضعیت‌های ایستادن نیز شامل ایستادن روی هر دو پا به صورت جفت شده کنار هم، ایستادن روی هر دو پا به صورت یکی جلو یکی عقب و ایستادن روی یک پا بود. در همه ی وضعیت‌ها، چشم‌های آزمودنی‌ها بسته بود و دستها نیز به پهلوها می‌چسبید. آزمودنی هر وضعیت را به مدت ۲۰ ثانیه انجام داد و تعداد همه خطاهایی را که در این شش وضعیت مرتکب می‌شد به عنوان نمره او محاسبه شد. خطاها عبارتند از: جدا شدن دستها از کمر، باز شدن چشمها، بلند شدن پاشنه یا پنجه پای اتکا از زمین، آداکشن یا آبداکشن بیش از ۳۰ درجه ران اتکا، برخورد پای معلق با زمین و یا بر هم خوردن تعادل به هر دلیل.

1. Balance Error Scoring System

قبل از اجرای آزمون، هر آزمودنی سه بار آزمون را انجام داد تا با آزمون آشنا شود (بوکلی[1] و همکاران، ۲۰۱۸).

۴) آزمون زمان برخاستن و رفتن: از این آزمون به منظور اندازه گیری تعادل پویا استفاده شد و میزان اعتبار آن برای افراد سالمند با سابقه افتادن ۰/۸۱ گزارش شد (اصلانخانی[2] و همکاران، ۲۰۱۵). این آزمون شامل ۶ مرحله بود که آزمودنی باید مراحل شش گانه آن را پشت سر هم انجام دهد. برای انجام این آزمون ابتدا یک صندلی بدون دستگیره را به فاصله ۳ متری از یک مانع (پایان مسیر) قرار داده و از آزمودنی خواسته شد در سریع ترین حالت ممکن و بدون دویدن این آزمون را اجرا کند. مراحل انجام این آزمون به شرح زیر می-باشد:

بلند شدن از روی صندلی؛ طی کردن مسیر ۳ متری مشخص شده؛ چرخیدن دور مانع؛ برگشت مسیر ۳ متری در مرحله ۲؛ چرخیدن دور صندلی؛ نشستن روی صندلی؛ به طور کلی فرد با شنیدن فرمان رو حرکت کرده و آزمونگر زمان را آغاز تا پایان حرکت محاسبه شد (چاریستوفر[3] و همکاران، ۲۰۱۹).



آزمون زمان برخاستن و رفتن. TUG

1 Buckley
2 Aslankhani
3 Christopher

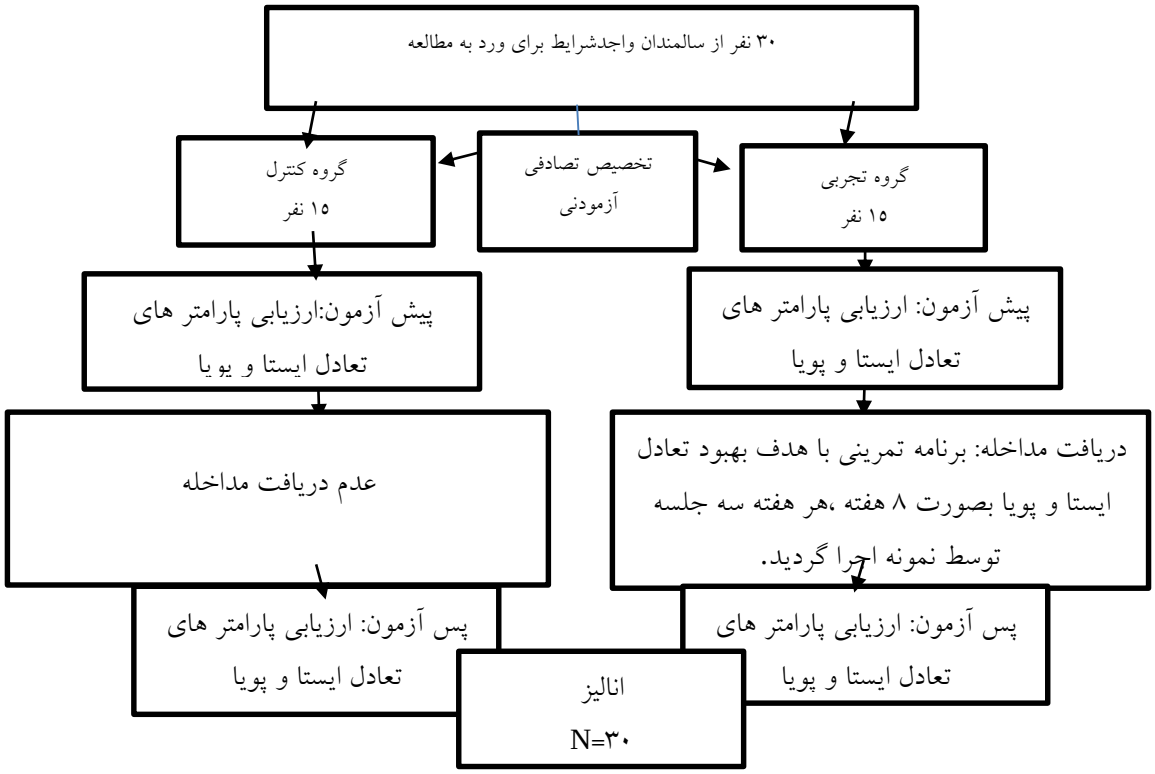
آزمون امتیازدهی خطای تعادل

برنامه تمرینی

بعد از گمارش تصادفی آزمودنی ها در دو گروه تجربی و کنترل، گروه تجربی به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه تمرینات پله را انجام دادند. تمرین در هر جلسه بدین صورت بود در ده دقیقه اول تمرین به گرم کردن و حرکات هوازی پرداخته شد و سپس از پله های با ارتفاع ۱۰ الی ۱۸ سانتی متر بسته به شرایط جسمانی افراد و تنوع تمرین مورد استفاده شد که در طی تمرینات و اصل اضافه بار در مراحل تمرینی به یک پله کامل رسیده شد. در هر مرحله از تعادل ایستا و پویا برای حفظ تعادل در حرکات تک پا و حرکات از پهلو همراه با راه رفتن لازم است. با پیشرفت در تمرینات از وزنه های ۰/۵ کیلوگرمی نیز استفاده شد. شدت پروتکل تمرینی به صورتی بود که فشار تمرینات تا استانه درد در زانو و در هر مرحله با رعایت اصل اضافه بار انجام شد. افراد گروه کنترل نیز در این مدت به فعالیت های روزمره زندگی خود می پرداختند. بعد از پایان مراحل تحقیق، به افراد گروه کنترل که رضایت به انجام تمرینات داشتند تمرینات مورد نظر ارائه شد.

اطلاعات خام بدست آمده از اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و بهره-گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها در آزمون شاپیروویلک ($p>۰/۰۵$)، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. سطح معنی‌داری نیز برابر با ۹۵٪ و میزان آلفا کوچک‌تر یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده با استفاده از نسخه ۲۰ نرم افزار آماری SPSS به انجام رسید.

شکل ۱- بیانیه کانسورت جهت ارایه خلاصه روش کار انجام شده در پژوهش حاضر(هوپول[1] و همکاران، ۲۰۰۸)



1 Hopewell

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ شاخص‌های آماری مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه های مختلف آورده شده است. که هر دو گروه تجربی و کنترل با یکدیگر از لحاظ سن، قد و وزن همسان می باشند.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

گروه/متغیر	کنترل انحراف معیار ± میانگین	تجربی انحراف معیار ± میانگین
سن (سال)	۶۲/۱۴±۳/۴۵	۶۵/۶۴±۴/۴۵
قد (سانتی متر)	۱۶۲/۹۱±۳/۳۲	۱۶۳/۸۸±۳/۳۴
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۲۶±۳/۶۶	۷۸/۴۵±۴/۶۲

در ابتدا میانگین و انحراف معیار نمرات پیش ازمون و پس ازمون در گروه های تجربی و کنترل برای پارامتر های مرتبط با تعادل ایستا و پویا مورد بررسی قرار گرفت. در جدول ۲ نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس ترکیبی جهت بررسی تفاوت بین گروهی در متغیرهای تعادل ایستا و پویا ارائه شد.

جدول ۲ نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای دیدن اثرات اصلی و تعاملی مرحله و گروه بر تعادل

متغیر	اثر		درجه آزادی	آماره F	معنی داری	اندازه اثر
تعادل ایستا	اثر مرحله		۱	۱۴/۲۷	*۰/۰۰۱	۰/۳۳
	اثر گروه		۱	۶/۶۷	*۰/۰۱	۰/۱۹
	اثر مرحله*گروه	تعامل	۱	۱/۲۱	۰/۲۸	۰/۰۴
تعادل پویا	اثر مرحله		۱	۱۵/۵۴	*۰/۰۰۱	۰/۳۵
	اثر گروه		۱	۸/۵۸	*۰/۰۰۷	۰/۲۳
	اثر مرحله*گروه	تعامل	۱	۱۴/۴۵	*۰/۰۰۱	۰/۳۴

* معنی داری در سطح $p\leq ۰/۰۵$

نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای متغیر تعادل ایستا نشان داد که اثر اصلی مرحله و گروه معنی دار ولی اثر تعامل مرحله و گروه معنی دار نیست. برای دیدن تفاوت های مربوط به مرحله و گروه از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که نتایج حاکی از کاهش خطای تعادل ایستای گروه تجربی بعد از یک دوره تمرینات پله بود ($p\leq ۰/۰۵$) در حالیکه گروه کنترل تغییر معنی داری مشاهده نشد ($p\leq ۰/۰۵$). همچنین گروه تجربی بعد از تمرینات خطای تعادل ایستای کمتری نسبت به گروه کنترل داشت ($p\leq ۰/۰۵$). نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای متغیر تعادل پویا نشان داد که اثر اصلی مرحله؛ گروه و تعاملی معنی دار می باشد. با توجه به معنی دار شدن اثر تعاملی از اثرات اصلی صرف نظر کرده و آزمون های تعقیبی برای اثر تعاملی با تعدیل سطح معنی داری برای جلوگیری از خطای نوع اول به عمل آمد.

بحث

تحقیق حاضر با هدف مقایسه اثر ۸ هفته تمرین پله بر تعادل ایستا و پویا زنان سالمند با درد مزمن غیراختصاصی زانو انجام شد. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج حاصل از پژوهش های خانمحمدی[1] و همکاران (۲۰۱۶)، دشتی[2] و همکاران (۲۰۱۵)، اورساتو[3] و همکاران (۲۰۱۸) و پنزر[4] و همکاران (۲۰۱۵) در راستای اثرگذاری تمرین بر تعادل افراد سالمند همسو بود. اما با نتایج کلی[5] و همکاران (۲۰۰۴) ناهمسو بود، که دلیل احتمالی آن را می توان به اختلاف تمرینات بکار برده شده در پژوهش های انجام شده با این تحقیق مرتبط دانست. در مطالعه مذکور، تمرین عملکردی در آب انجام شده است، در حالی که در این تحقیق پروتکل تمرینی پله مورد استفاده قرار گرفته است.

بیان علل و مکانیزم های توجیه کننده بهبود تعادل مستلزم آن است که به اجزاء گوناگون سیستم حسی-حرکتی مسئول حفظ تعادل اشاره شود. این سیستم شامل بخش های حسی، حرکتی و اجزاء پردازش کننده مرکزی است. عملکرد این سیستم ناشی از تلفیق اطلاعات به دست آمده از حواس مختلف است که در ارتباط با وظایف حرکتی مختلف، رفتاری تطابق پذیر و انعطاف پذیر از خود نشان می دهند. لذا تعادل بر مبنای مهارت های حرکتی عملکردی که انعطاف پذیرند، روی می دهد و این مهارت های حرکتی عملکردی را می توان به وسیله تمرین و تجربه بهبود داد (پوناکالیو[6]، ۲۰۰۵).

سیستم اعصاب مرکزی به منظور آگاهی از وضعیت و موقعیت بدن در فضا باید اطلاعات حاصل از گیرنده های حسی در سراسر بدن را ارزیابی کند. در حالت طبیعی این اطلاعات از طریق حواس بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری در اختیار سیستم اعصاب مرکزی قرار می گیرد تا وضعیت و موقعیت بدن و نیز حرکت آن را در فضا با توجه به جاذبه و محیط اطراف ارزیابی و تجزیه و تحلیل کند. در نواحی پردازش کننده مرکزی، این اطلاعات تلفیق و ارزش گذاری شده تا اهمیت و ارتباط آنها تعیین شود و پاسخ های حرکتی مناسب از جمله واکنش های تعادلی با سرعت و شدت مناسب انتخاب شده و اجرا گردد (شاموی-کوک و ولاکوت[7]، ۲۰۰۱). اطلاعات جمع آوری شده توسط سیستم های بینایی، دهلیزی و حسی- پیکری در سه سطح مجزای کنترل حرکتی پردازش می شوند که شامل نخاع، ساقه مغز و سطوح بالاتر نظیر مخچه، عقده های قاعده ای و قشر مغز هستند(شاموی-کوک و ولاکوت، ۲۰۰۱).

محققین بیان کردند که اثر بخشی تمرین روی تعادل، نیازمند پاسخ در سه سطح حرکتی است. در سطح نخاع، نقش اصلی آن تنظیم کردن رفلکس عضله است. اطلاعات حسی بدست آمده از گیرنده های مکانیکی مفصل به دنبال بروز رفلکس های تعادلی، به صورت رفلکسی سبب یک انقباض حمایتی اطراف مفصل می شوند و از وارد شدن فشار بیش از حد بر عوامل پاسیو محدود کننده حرکت مفصل ممانعت می‌کند (بلکبورن[8] و همکاران، ۲۰۰۰). در سطح ساقه مغز، بروز رفلکس های تعادلی به کنترل تعادل بدن کمک می کند و در سطح مراکز بالاتر عصبی (قشر مغز و مخچه) فرد با تمرکز و توجه و به صورت آگاهانه سعی در کنترل هوشیارانه وضعیت مفصل و تعادل بدن خود می کند. کنترل در هر یک از این سطوح نیازمند اطلاعات حسی کسب شده از سیستم های بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری است. در نتیجه با مشکل تر شدن شرایط تمرین (از طریق بستن چشم ها، تعادل روی یک پا و استفاده از تخته تعادل چند صفحه ای)، اضافه بار بر روی حس-های نامبرده و حس عمقی بیشتر می شود (بلکبورن[9] و همکاران، ۲۰۰۰).

بر طبق سازگاری های فیزیولوژیکی در یادگیری مهارت، تمرینات می تواند باعث کاهش تغییرپذیری در بکارگیری واحدهای حرکتی (گاربر[10] و همکاران، ۲۰۱۱)، افزایش شکل پذیری قشر حرکتی یا کمک به

1 Khanmohamadi
2 Dashti
3. Orssatto
4 Penzer
5. Kelly
6 Punakallio

7 Shumway-Cook & Woollacott
8 Blackburn
9 Blackburn
10 Garber

یادگیری (یا یادگیری دوباره) افراد سالمند برای بکارگیری عضلاتشان جهت انجام بهینه تکلیف حرکتی شود (شاموی-کوک و ولاکوت، ۲۰۰۱). جالب توجه است که شواهد اخیر نشان می دهد که تمرین مهارت حرکتی به طور نزدیکی با افزایش تحریک پذیری قشری نخاعی در ارتباط است که این امر با تمرین قدرتی به دست نمی آید. به نظر می رسد سازگاری های عصبی به دست آمده توسط این تمرینات برای دوره طولانی مدت باقی مانده (آمارال-کاروال‌هو و کارامیلی[1]، ۲۰۱۲) (Amaral-Carvalho & Caramelli, 2012) که نشان دهنده اهمیت بالای ویژگی تمرین می باشد.

تمرین می تواند تعادل را از طریق افزایش قدرت و ظرفیت هوازی بهبود دهد. گزارش شده که وجود درد، تغییرات دامنه حرکتی، قدرت یا طول عضله باعث اختلال در تعادل می شود (آمارال-کاروال‌هو و کارامیلی، ۲۰۱۲). ناشنر و کوردو نشان دادند که اختلالات قامتی با کاهش قدرت عضلات اندام تحتانی مرتبط است (ناشنر[2]، ۲۰۱۴). این کاهش منجر می گردد که مرکز ثقل در مقابل مفصل مچ پا قرار گیرد که خود باعث اختلال در کنترل پاسچر و افتادن می شود. بهبود قدرت عضلانی می تواند باعث جابجایی مرکز ثقل به مفصل مچ پا شده و تعادل را بهتر کند (شاموی-کوک و ولاکوت، ۲۰۰۱). یافته های اورساتو و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که افراد سالمند با ترکیبی از تمرینات قدرتی و مهارتی، می توانند ظرفیت بهبود توانایی عملکردی خود را ارتقاع دهند. این امر نشان دهنده اهمیت بالای ویژگی تمرین است.

به علت اینکه تمرینات پله به طور ویژه ای مشابه تکالیف حرکتی روزمره طراحی شد، احتمالا موجب بهبود در کنترل عصبی حرکت و سازگاری های عملکردی می شود(پنزر[3] و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به نتایج بدست آمده باید توجه داشت که تمرینات عملکردی نیازمند پاسخ های کنترل حرکتی در سطح ساقه مغز است. با استفاده از تمرینات پله می توان کنترل حرکتی را در تمامی سطوح آن بهبود بخشید که این امر از اصول مهم توانبخشی تعادل و حس عمقی است. زیرا کنترل حرکتی مناسب نیازمند پاسخ های رفلکسی در سطح نخاع، عکس العمل های پاسچرال و تعادلی خودبخودی در سطح ساقه مغز و پاسخ های آگاهانه در سطح کورتکس است(روزی[4] و همکاران، ۱۹۹۹). با توجه به نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد انجام تمرینات پله بتواند در بهبود تعادل ایستا و پویا سالمندان با درد زانو موثر باشد بر این اساس انجام این تمرینات جهت بهبود تعادل پیشنهاد می‌شود.

نتیجه گیری:

بر اساس تحقیقات حاضر می توان نتیجه گیری نمود اگرچه تاثیرات کاهشی سالمندی به طور گسترده اجتناب ناپذیر قلمداد می شود، فعالیت جسمی و ورزش می تواند تا حدودی تغییرات کاهشی سالمندی و حتی تاثیرات نامناسب سن را کاهش دهد. به طوریکه در تحقیق حاضر نیز ۸ هفته تمرینات پله می تواند موجب بهبود تعادل ایستا و پویا در زنان سالمند با درد مزمن غیر اختصاصی زانو شود و همچنین در ارایه برنامه تمرینی توسط مربی، متخصصین حوزه سالمندی، ارتوپدی و بهداشتی کاربرد داشته باشد. علاوه بر اینکه برنامه ریزان و مسئولین شهری و کشوری و شرکت‌های بیمه در سطوح مختلف می تواند برای بازنشستگان و سالمندان از نتایج مطالعه حاضر جهت ارایه برنامه تمرینی تعادلی بهرمند گردند. پیشنهاد می شود که مطالعات آینده بر روی گروه های سنی و جنسیتی مختلف سالمندان با ابزار های متفاوت و پیشرفته تر به انجام برسد و نتایج حاصل از این مطالعات با یکدیگر مقایسه گردد. و این مطالعه و سایر مطالعه ها می تواند راه کار های سازنده ای در اختیار سالمندان، مربیان و برنامه ریزان حوزه سالمندی قرار دهد.

ملاحظات اخلاقی :

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مطالعه حاضرتوسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اصفهان(واحد خوراسگان) با کد **R.IAU.KHUISF.REC.1399.152** مورد تایید

1 Amaral-Carvalho & Caramelli,
2 Nashner
3 Penzer
4 Rozzi

قرار گرفته است. ابتدا در خصوص اهداف پژوهش به شرکت کنندگان در پژوهش توضیحات لازم داده شد و همه شرکت کنندگان، رضایت نامه کتبی و آگاهانه خود را برای شرکت در این مطالعه امضا و ارایه نمودند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری کلیه بیماران شرکت کننده در تحقیق صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

References

Abdulla, A., Adams, N., Bone, M., Elliott, A. M., Gaffin, J., Jones, D., Knaggs, R., Martin, D., Sampson, L., & Schofield, P. (2013). Guidance on the management of pain in older people. Age and ageing, 42, i1-57.

Amaral-Carvalho, V., & Caramelli, P. (2012). Normative data for healthy middle-aged and elderly performance on the Addenbrooke Cognitive Examination-Revised. Cognitive and Behavioral Neurology, 25(2), 72-76.

Arden, N. K., Crozier, S., Smith, H., Anderson, F., Edwards, C., Raphael, H., & Cooper, C. (2006). Knee pain, knee osteoarthritis, and the risk of fracture. Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology, 55(4), 610-615.

Aslankhani, M. A., Farsi, A., Fathirezaie, Z., Zamani Sani, S. H., & Aghdasi, M. T. (2015). Validity and Reliability of the Timed Up and Go and the Anterior Functional Reach Tests in Evaluating Fall Risk in the Elderly [Research]. Salmand: Iranian Journal of Ageing, 10(1), 16-25. http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-720-fa.html

Bennell, K., & Hinman, R. (2005). Effect of experimentally induced knee pain on standing balance in healthy older individuals. Rheumatology, 44(3), 378-381.

Blackburn, T., Guskiewicz, K. M., Petschauer, M. A., & Prentice, W. E. (2000). Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength. Journal of sport rehabilitation, 9(4), 315-328.

Buckley, T. A., Munkasy, B. A., & Clouse, B. P. (2018). Sensitivity and specificity of the modified balance error scoring system in concussed collegiate student athletes. Clinical journal of sport medicine, 28(2), 174-176.

Chen, L.-Y., Su, F.-C., & Chiang, P.-Y. (2000). Kinematic and EMG analysis of backward walking on treadmill. Proceedings of the 22nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Cat. No. 00CH37143),

Christopher, A., Kraft, E., Olenick, H., Kiesling, R., & Doty, A. (2019). The reliability and validity of the timed Up and Go as a clinical tool in individuals with and without disabilities across a lifespan: a systematic review: psychometric properties of the Timed Up and Go. Disability and rehabilitation, 1-15. Dashti, P., Shabani, M., & Moazami, M. (2015). 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, 18(153), 1-9. https://doi.org/10.22038/ijogi.2015.4698

Deandrea, S., Lucenteforte, E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C., & Negri, E. (2010). Risk factors for falls in community-dwelling older people:" a systematic review and meta-analysis". Epidemiology, 658-668.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise.

Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M., Coll-Planas, L., Sitja-Rabert, M., & Salvà, A. (2014). Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *95*(4), 753-769.

Hall, S. E., & Hendrie, D. V. (2003). A prospective study of the costs of falls in older adults living in the community. Australian and New Zealand journal of public health, 27(3), 343-351.

Hochberg, M. C., Altman, R. D., April, K. T., Benkhalti, M., Guyatt, G., McGowan, J., Towheed, T., Welch, V., Wells, G., & Tugwell, P. (2012). American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. Arthritis care & research, 64(4), 465-474.

Hopewell, S., Clarke, M., Moher, D., Wager, E., Middleton, P., Altman, D. G., & Schulz, K. F. (2008). CONSORT for reporting randomised trials in journal and conference abstracts. The Lancet, 371(9609), 281-283.

Hurley, M., Dickson, K., Hallett, R., Grant, R., Hauari, H., Walsh, N., Stansfield, C., & Oliver, S. (2018). Exercise interventions and patient beliefs for people with hip, knee or hip and knee osteoarthritis: a mixed methods review. Cochrane Database of Systematic Reviews(4).

Jonathan Bean, M. D., Seth Herman, B. A., Mph, D. K. K., Damien Callahan, B. S., Kelly Mizer, B. S., Md, W. R. F., & Fielding, R. A. (2002). Weighted stair climbing in mobility- limited older people: a pilot study. *Journal of the American Geriatrics Society*, *50*(4), 663-670.

Jönsson, T., Hansson, E. E., Thorstensson, C. A., Eek, F., Bergman, P., & Dahlberg, L. E. (2018). The effect of education and supervised exercise on physical activity, pain, quality of life and self-

efficacy-an intervention study with a reference group. BMC musculoskeletal disorders, 19(1), 1-11.

Khanmohamadi, R., Khalaji, H., & Yousefi, R. (2016). The Effect of PETTLEP Imagery and Balance Practice on Dynamic Balance of the Elderly. Journal of Motor Learning and Movement, 8(1), 79-98. https://doi.org/10.22059/jmlm.2016.58497

Lajoie, Y., & Gallagher, S. (2004). Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. Archives of gerontology and geriatrics, 38(1), 11-26.

Macaluso, A., Nimmo, M. A., Foster, J. E., Cockburn, M., McMillan, N. C., & De Vito, G. (2002). Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. *Muscle & nerve*, *25*(6), 858-863.

Mair, J. L., De Vito, G., & Boreham, C. A. (2019). Low volume, home-based weighted step exercise training can improve lower limb muscle power and functional ability in community-dwelling older women. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(1), 41.

McAlindon, T. E., Bannuru, R. R., Sullivan, M., Arden, N., Berenbaum, F., Bierma-Zeinstra, S., Hawker, G., Henrotin, Y., Hunter, D., & Kawaguchi, H. (2014). OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. Osteoarthritis and cartilage, 22(3), 363-388.

Menz, H. B., Lord, S. R., & Fitzpatrick, R. C. (2003). Age- related differences in walking stability. Age and ageing, 32(2), 137-142.

Muraki, S., Akune, T., Oka, H., En- yo, Y., Yoshida, M., Nakamura, K., Kawaguchi, H., & Yoshimura, N. (2011). Prevalence of falls and the association with knee osteoarthritis and lumbar spondylosis as well as knee and lower back pain in Japanese men and women. Arthritis care & research, 63(10), 1425-1431.

Nashner, L. M. (2014). Practical biomechanics and physiology of balance. Balance function assessment and management, 431.

Ojoawo, A. O., Olaogun, M. O., & Hassan, M. A. (2016). Comparative effects of proprioceptive and isometric exercises on pain intensity and difficulty in patients with knee osteoarthritis: a randomised control study. Technology and Health Care, 24(6), 853-863.

Orssatto, L. d. R., Moura, B. d., Bezerra, E. d. S., Andersen, L. L., Oliveira, S. d., & Diefenthaeler, F. (2018). Influence of strength training intensity on subsequent recovery in elderly. Experimental gerontology, 106, 232-239.

Pahlevanian, A. A., Najarian, R., Adabi, S., & Mirshoja, M. S. (2020). The Prevalence of Fall and Related Factors in Iranian Elderly: A Systematic Review [Review]. Archives of Rehabilitation, 21(3), 286-303. https://doi.org/10.32598/rj.21.3.2084.6

Patel, K. V., Phelan, E. A., Leveille, S. G., Lamb, S. E., Missikpode, C., Wallace, R. B., Guralnik, J. M., & Turk, D. C. (2014). High prevalence of falls, fear of falling, and impaired balance in older adults with pain in the United States: findings from the 2011 National Health and Aging Trends Study. Journal of the American Geriatrics Society, 62(10), 1844-1852.

Penzer, F., Duchateau, J., & Baudry, S. (2015). Effects of short-term training combining strength and balance exercises on maximal strength and upright standing steadiness in elderly adults. Experimental gerontology, 61, 38-46.

Punakallio, A. (2005). Balance abilities of workers in physically demanding jobs: With special reference to firefighters of different ages. Journal of Sports Science and Medicine, 4(8), 1-47.

Rozzi, S. L., Lephart, S. M., Sterner, R., & Kuligowski, L. (1999). Balance training for persons with functionally unstable ankles. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 29(8), 478-486.

Seyedjafari, E., Sahebozamani, M., & Ebrahimipour, E. (2017). Effect of eight weeks of water exercises on deep part of the pool on the static balance of the elderly man. Iranian Journal of Ageing, 12(3), 384-393.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2001). Aging and postural control. motor control: theory and practical applications, 2nd. In: Baltimore, Williams & Wilkins.

Skelton, D. A., Greig, C. A., Davies, J. M., & Young, A. (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. *Age and ageing*, *23*(5), 371-377.

Stubbs, B., Binnekade, T., Eggermont, L., Sepehry, A. A., Patchay, S., & Schofield, P. (2014). Pain and the risk for falls in community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis. Archives of physical medicine and rehabilitation, 95(1), 175-187. e179.

Svensson, P., Miles, T. S., Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2000). Modulation of stretch-evoked reflexes in single motor units in human masseter muscle by experimental pain. Experimental brain research, 132(1), 65-71.

Takacs, J., Krowchuk, N. M., Garland, S. J.,

Carpenter, M. G., & Hunt, M. A. (2017). Dynamic balance training improves physical function in individuals with knee osteoarthritis: a pilot randomized controlled trial. Archives of physical medicine and rehabilitation, 98(8), 1586-1593.

Toda, H., Nagano, A., & Luo, Z. (2015). Age and gender differences in the control of vertical ground reaction force by the hip, knee and ankle joints. *Journal of physical therapy science*, *27*(6), 1833-1838.

Van der Esch, M., Knoop, J., Van der Leeden, M., Roorda, L., Lems, W., Knol, D., & Dekker, J. (2015). Clinical phenotypes in patients with knee osteoarthritis: a study in the Amsterdam osteoarthritis cohort. Osteoarthritis and cartilage, 23(4), 544-549.

(Chamachaei et al., 2022)

Chamachaei, A., Mohammed, & sdaghati. (2022). Comparison of static, dynamic balance and postural control in the elderly with different foot structure. *Research in exercise rehabilitation*, *9*(18).