



The Effects of Multi-System Exercises on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Reaction Time in Elderly Women

Shooshtari F¹, Daneshmandi H^{2*}, Saki F³

1- MSc Student, Dept. of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Guilan University, Guilan, Iran.

2- Pro, Dept of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Guilan University, Guilan, Iran.

3- Associate Professor, Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali University, Hamedan, Iran.

Corresponding Author: Daneshmandi H, Pro, Dept of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Guilan University, Guilan, Iran.

Email: danehsmandi_ph@yahoo.com

Received: 2025/01/25

Accepted: 2025/02/9

Abstract

Introduction: As the aging population continues to grow, there is an increasing concern regarding the decline in functionality and physical performance among elderly individuals. This study aimed to investigate the effectiveness of multi-system training on key aspects of physical health in elderly women, specifically focusing on proprioception, balance, lower-limb muscle strength, and reaction time.

Methods: Thirty elderly women were recruited as accessible samples and randomly assigned into two groups: a multi-system training group (n=15) and a control group (n=15). Initial assessments of proprioception, balance, lower limb muscle strength, and reaction time were conducted at the beginning of the first week of an eight-week intervention period. The multi-system training group followed a specific training protocol over the eight weeks, while the control group did not engage in any structured exercise. At the end of the eight-week period, post-test assessments were conducted. Data were analyzed using repeated measures ANOVA and paired samples t-tests for within-group comparisons ($p \leq 0.05$).

Results: The multi-system training demonstrated significant improvements in proprioception, balance, lower limb muscle strength, and reaction time after eight weeks ($p \leq 0.05$). Compared to the control group, significant differences were observed in most of the assessed parameters ($p \leq 0.05$).

Conclusions: The findings indicate that multi-system exercises, which incorporate a combination of tailored and specialized activities for the elderly, effectively enhance critical components of physical health, including proprioception, balance, muscle strength, and reaction time to random stimuli. It is recommended that these exercises be integrated into specialized training programs for elderly populations.

Key words: Multi-System Training, Proprioception, Balance, Elderly Women.



تأثیر تمرینات مولتی سیستم بر حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی و زمان واکنش در زنان سالمند

فاطمه شوشتری^۱، حسن دانشمندی^{۲*}، فرزانه ساکی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۲- استاد گروه حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۳- دانشیار، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

نویسنده مسئول: حسن دانشمندی، استاد گروه حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

ایمیل: danehsmandi_ph@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۶

چکیده

مقدمه: باتوجه به روند رو به رشد سالمندی، از کار افتادگی و کاهش عملکرد سالمندان در این سنین، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر بخشی روش تمرینی مولتی سیستم بر متغیرهای مهم سلامت جسمانی سالمندی از جمله حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی و زمان واکنش انجام شده است.

روش کار: ۳۰ نفر از بانوان سالمند به عنوان نمونه در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تمرین مولتی سیستم (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. در ابتدای هفته اول از شروع دوره هشت هفته‌ای، آزمون ابتدایی شامل ارزیابی حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی پایین تنه و زمان واکنش انجام و به عنوان نمونه‌های پیش آزمون ثبت شد. در دوره هشت هفته، گروه تمرین مولتی سیستم با پروتکل تمرینی مشخص به تمرین پرداختند. در پایان هفته هشتم نیز آزمون‌ها بطور مجدد تکرار و به عنوان پس آزمون ثبت گردید. تمامی داده‌ها با مدل ترکیبی آزمون ANOVA با اندازه های تکراری و برای مقایسه درون گروهی نتایج نیز از آزمون بررسی T تست جفتی (Paired Sample T test) مورد ارزیابی قرار گرفتند ($p < 0.05$).

یافته‌ها: تمرین مولتی سیستم با اثر بخشی در متغیرهای حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی پایین تنه و زمان واکنش پس از گذشت هشت هفته همراه شد ($p < 0.05$) و در مقایسه با گروه کنترل نیز در اکثر پارامترهای مورد آزمون متغیرهای مذکور، تفاوت معنی‌داری حاصل شد ($p < 0.05$).

نتیجه گیری: باتوجه نتایج بدست آمده، به کار بردن تمرینات مولتی سیستم که شامل مجموعه‌ای از تمرینات ترکیبی و تخصصی متناسب برای گروه سالمندان؛ با بهبود عملکرد و اثر بخشی در مولفه‌های مهم سلامت جسمانی سالمند مانند حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی و زمان واکنش به محرک‌های تصادفی؛ همراه شده است و توصیه می‌شود در برنامه تمرینی و تخصصی برای گروه سالمندان به ویژه به عنوان تمرینات موثر در حرکت درمانی و مراکز فیزیوتراپی مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: تمرین مولتی سیستم، حس عمقی، تعادل، زنان سالمند.

شد (۸). افزایش سن و افزایش عدم تحرک در افراد مسن یکی از مهم‌ترین دلایل در ضعف و تحلیل عضلانی بشمار می‌رود. ضعف عضلانی به دلیل از دست دادن توده عضلانی یا سارکوپنی ناشی از کم تحرکی به ویژه در اندام تحتانی و پایین تنه، که در نهایت منجر به آسیب‌های جسمانی به واسطه‌ی برهم خوردن تعادل و سقوط در این گروه از افراد همراه خواهد شد (۹). از این رو اهمیت بهرمندی از فعالیت بدنی برای حفظ قدرت و بهبود عملکرد عضلانی در گروه افراد سالمند بسیار مهم تلقی می‌شود (۱۰).

روند سالمندی در افراد با افزایش سن، تغییراتی در ظاهر و عملکرد فیزیکی-جسمانی همراه خواهد شد. از جمله این موارد می‌توان به کاهش قدرت عضلانی به ویژه در ناحیه اندام تحتانی، کاهش انعطاف پذیری مفاصل و کاهش حساسیت در حسگرهای کف پا، کاهش حس عمقی و زمان واکنش نیز از مواردی هستند که با افزایش سن در سالمندان بروز پیدا می‌کند (۱۱). در همین زمینه نتایج پژوهش دونات و همکاران (۲۰۱۵) بر روی سالمندان نشان داد، زمانی که قدرت عضلانی، تعادل و عملکرد به طور مستقل مورد تمرین و بررسی قرار گیرند، بهبود در سیستم‌های حسی - حرکتی، عصبی - عضلانی و قلبی - عروقی سخت‌تر و به کندی رخ می‌دهد (۱۲). پژوهش‌های پیشین با کسب نتایجی قوی و قابل استناد نشان می‌دهند که مداخلات ورزشی چندعاملی، از سقوط افراد سالمند جلوگیری می‌کنند (۱۳، ۱۴). همچنین نتایج کسب شده از این مطالعات نشان می‌دهد که مداخله چند عاملی عملکرد فرد سالمند را در کاهش عوامل خطر سقوط در افراد سالمند بهبود می‌بخشد. با این حال، این مطالعه شامل یک برنامه تمرینی شخصی ورزش در خانه بوده است و فقط بر تمرینات تعادلی و قدرتی اندام تحتانی تمرکز داشت (۱۵). بنابراین اهمیت تمرینات چند وجهی و مداخله‌ای برای بهبود کیفیت زندگی سالمندان و کاهش خطراتی همچون برخورد با زمین (سقوط)، حس عمقی و قدرت که این عوامل به عنوان یک عامل مهم بر حفظ تعادل اهمیت دارد؛ لازم و ضروری است. بنابراین بررسی تحلیل روش تمرینی مناسب و چند عاملی برای گروه سالمندان یک امر مهم و ضروری به شمار می‌رود. یافتن تمرینات یکپارچه و مشخص در این حوزه یکی از نیازهای مهم و جدی برای کاهش سقوط در سالمندان و ترس ناشی از تجربه قبلی سقوط در این افراد بشمار می‌رود. تمرینات مورد نیاز باید به گونه‌ای تدوین و برنامه‌ریزی شوند که

ورود به دوره سالمندی با تغییرات ملموسی که کاملاً آرام و پیش رونده است شروع و با گذر زمان و افزایش سن، در تمامی ابعاد ظاهری، فیزیولوژیکی و ذهنی افراد را دربر می‌گیرد. درصد جمعیت سالمندان در این کره خاکی باتوجه به آمارهای بدست آمده با افزایش شیب مثبت روبرو شده است (۱). این تغییرات و میزان شدت آن در افراد با عواملی همچون جنسیت (زن یا مرد بودن)، شغل و موقعیت شغلی، رفاه اجتماعی، فعالیت بدنی و تغذیه؛ ارتباط مستقیمی داشته و در روند بروز تغییرات در این دوره مهم زندگی اثرگذار خواهد بود (۲). از ضروریات در دوره سالمندی، توجه و اهمیت به سلامت فیزیکی و فیزیولوژیکی این گروه از افراد است که با توجه به افزایش سن، افراد سالمند برای افزایش سطوح سلامتی جسمانی و بهبود فعالیت بدنی خود در این دوره مهم زندگی، با استفاده از تمرینات ورزشی و فعالیت بدنی و تغذیه سالم؛ کیفیت زندگی و پارامترهای شاخص سلامتی خود را باید افزایش دهند (۳). این امر با ارتقا کیفیت و افزایش امید به زندگی با حفظ سلامتی در این دوره، موجب کاهش هزینه‌های درمانی، خدماتی و کمک قابل توجهی به سالمندان خواهد بود (۴). از مهمترین اقدامات در دوره سالمندی شناخت عامل خطر در میان این افراد است که اولین گام پیشگیری از آسیب‌هایی مانند برهم خوردن تعادل، سقوط و زمین خوردن است. از سوی دیگر تشخیص و درمان عوامل ظاهر شده نیز برای بهبود کیفیت زندگی در سالمندان اهمیت زیادی خواهد داشت (۵، ۶). باتوجه به آمارها، پیشگیری و کاهش خطر سقوط و زمین خوردن در گروه افراد مسن امری مهم و غیر قابل چشم پوشی است. از سوی دیگر مهم‌ترین عامل اثرگذار بر این موضوع، تعادل می‌باشد. به منظور بهبود آمادگی جسمانی و کاهش سقوط و برخورد با زمین در سالمندان، پژوهش‌های پیشین همواره پیشنهاد کردند که از تمرینات تعادلی و انعطاف پذیری در کنار برنامه تمرینات قدرتی و مقاومتی و همچنین تمرینات استقامتی، برای گروه سالمندان و افراد مسن استفاده شود (۷). ورود به دوره سالمندی، علاوه بر تغییرات در عملکرد مغز در بخش شناختی و ادراک، با تغییرات محسوسی در سیستم‌های عصبی، عضلانی و اسکلتی، دهلیزی، حسی پیکری و سیستم بینایی درگیر در تعادل که بر حفظ تعادل افراد سالمند اثرگذار است؛ همراه است. این امر به کاهش تعادل در افراد مسن منجر خواهد

دربگیرنده تمرینات تعادلی، حس عمقی و قدرت باشند. تمرینات مولتی سیستم یا چند عاملی، نوعی از تمرینات مداخله‌ای مثبت و موثر بر بهبود قدرت عضلانی، حس عمقی و تعادل در افراد مسن در جوامع بشری می‌باشد که طراحی و اجرا شده است (۱۳، ۱۶).

مطالعات نشان داده اند که تمرینات مولتی سیستم، عملکرد را در رابطه با کاهش عوامل خطر سقوط و برخورد با زمین، در افراد سالمند را بهبود می‌بخشد. در زمینه تمرینات مولتی سیستم مطالعات محدودی در دسترس است که اثر بخشی آن بر روی تعادل، قدرت، حس عمقی، زمان واکنش و در نهایت سقوط که عامل نهایی و مهم در بروز آسیب‌های دوره سالمندی است را بررسی کرده باشد (۴، ۱۷). باتوجه به حساسیت این دوره، تمرین دهی و مطالعه بر روی گروه سنی سالمندان اهمیت خاصی دارد. فقدان ورزش و رژیم غذایی نامناسب منجر به کاهش قدرت عضلانی و فعالیت‌های بدنی خواهد شد. بنابراین بررسی و توسعه یک برنامه تمرینی چند جانبه با هدف افزایش و بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی به عنوان گروه عضلات موثر در حمایت حرکتی و تعادل در افراد مسن ضروری بنظر می‌رسد. از این رو هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر بخشی روش تمرینی مولتی سیستم بر روی حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی پایین تنه و زمان واکنش زنان سالمند سالم که بخش بزرگ و مهمی از جامعه فعلی را دربر می‌گیرند خواهد بود.

روش کار

مطالعه حاضر، از نوع تحقیقات نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با یک گروه تجربی و یک گروه کنترل بود. پس از اخذ کد اخلاق به شماره (IR.GUILAN.REC.۱۴۰۳.۱۱۱) از پژوهشگاه علوم پزشکی دانشگاه گیلان و کار آزمایشی بالینی ایران به شماره IRCT20240929063206N1 ثبت شده‌است، جامعه آماری این پژوهش را بانوان سالمند ۶۰-۷۵ سال شهر همدان که در گذشته خود آشنایی با تمرین و فعالیت بدنی داشته‌اند تشکیل دادند با ارائه فراخوان محیطی که در اداره تربیت بدنی شهر همدان صورت گرفت تعداد ۴۵ نفر از افراد داوطلب جهت ارزیابی اولیه برای حضور در پژوهش اعلام آمادگی کردند؛ مورد بررسی و ارزیابی اولیه قرار گرفتند. برای تعیین حجم نمونه مورد نیاز در پژوهش حاضر

از نرم افزار جی پاور (G-power) بهره گرفته شد، که با در نظر گرفتن سطح خطا $\alpha/0.05$ ، اندازه اثر 0.3 و توان آزمون 0.8 ، تعداد نمونه مورد نیاز حداقل ۲۸ آزمودنی برای دو گروه محاسبه شد که باتوجه به ارزیابی اولیه شرایط بدنی و سلامتی آزمودنی‌ها، تعداد ۳۰ نفر از این بانوان به عنوان آزمودنی اصلی وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود به این مطالعه شامل: ورود آزمودنی‌های خانم با سن ۶۰ تا ۷۵ سال؛ راه رفتن به طور مستقل و بدون استفاده از وسایل کمکی؛ نداشتن بیماری قلبی-عروقی و تنفسی، عدم آسیب های عضلانی اسکلتی، نداشتن ممنوعیت پزشکی برای انجام فعالیت ورزشی؛ زمان و دما و روزهای هفته برای برگزاری آزمون یکسان بود

و معیارهای خروج شامل: عدم حضور و شرکت بیش از ۳ جلسه در پروتکل تمرینی؛ اختلالات شدید بینایی و شنیداری؛ داشتن بیماری های نورولوژیکی؛ وجود ضایعات ارتوپدی در اندام تحتانی.

پس از بررسی، انتخاب و کسب امتیاز لازم تعداد ۳۰ آزمودنی مورد نیاز جهت شرکت در پژوهش مشخص شد و به منظور تقسیم و توزیع و تصادفی آزمودنی ها در دو گروه مورد مطالعه، با استفاده از روش جدول اعداد تصادفی (random number table)، آزمودنی‌ها به دو گروه مساوی ۱۵ نفره شامل گروه تمرین مولتی سیستم و گروه کنترل تقسیم شدند.

پروتکل تمرینی

آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته مورد پایش و تمرین قرار گرفتند به صورتی که پس از تقسیم تصادفی با استفاده از نرم افزار اکسل و تولید اعداد تصادفی که هر عدد به یک آزمودنی تعلق داشت، صورت گرفت و در دو گروه ۱۵ نفره جای‌گذاری شدند؛ این افراد به دو گروه تمرین مولتی سیستم (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدن. برنامه تمرینی مولتی سیستم به مدت هشت هفته با تواتر سه جلسه در هفته به مدت یک ساعت در هر جلسه اجرا شد. این تمرینات بر اساس مطالعات قبلی طراحی شد (۱۸). تمرینات مولتی سیستم روشی از تمرین ورزشی است که بطور همزمان در طی جلسات تمرینی بر بهبود جنبه‌های مختلفی از سلامت جسمانی موثر واقع می‌شود، بطور کلی این روش تمرینی از ۴ بخش حس عمقی، قدرت عضلانی، زمان واکنش و تعادل بهره می‌گیرد که تنوع تمرین در هر جلسه باتوجه به گذر زمان دست‌خوش تغییر شده و

فاطمه شوشتری و همکاران

با شیبی متوسط شدت تمرین افزایش پیدا می‌کند. هر جلسه از تمرین شامل ۱۰ دقیقه زمان اولیه برای گرم کردن با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد HRmax، ۵۰ دقیقه برای اجرای تمرینات اصلی و در پایان ۱۰ دقیقه سرد کردن شامل تنفس عمیق و کشش خفیف؛ زمان سپری شد (جدول ۱).

جدول ۱. پروتکل تمرینی مولتی سیستم

ردیف	سطح ساده هفته ۱ تا ۲	سطح متوسط هفته ۳ تا ۵	سطح پیشرفته هفته ۶ تا ۸
حس عمقی			
۱	قرار دادن توپ زیر پا	ایستادن روی آجر یوگا به صورت تک پا با حمایت	ایستادن روی آجر یوگا به صورت تک پا بدون حمایت
۲	ایستادن تک پا (فلکشن هیپ) با حمایت و باز و بسته کردن زانو	ایستادن تک پا (فلکشن هیپ) با چشم بسته و حمایت و باز و بسته کردن زانو	ایستادن تک پا (فلکشن هیپ) با چشم بسته، بدون حمایت و باز و بسته کردن زانو
۳	ایستادن تک پا (اکستنشن هیپ) با حمایت و باز و بسته کردن زانو	ایستادن تک پا (اکستنشن هیپ) با چشم بسته و حمایت و باز و بسته کردن زانو	ایستادن تک پا (اکستنشن هیپ) با چشم بسته و بدون حمایت و باز و بسته کردن زانو
قدرت عضلانی			
۱	بالا آوردن زانو به صورت نشسته روی صندلی (مارش زدن)	نشستن و برخاستن از روی صندلی با حمایت	نشستن و برخاستن از روی صندلی بدون حمایت
۲	بالا آوردن پا (باز کردن زانو) به صورت نشسته	بالا آوردن پا (زانو باز) در حالت ایستاده با حمایت	بالا آوردن پا (زانو باز) در حالت ایستاده بدون حمایت
۳	اسکوات با استفاده از صندلی به صورت نشسته و با حمایت	اسکوات با استفاده از صندلی با حمایت	اسکوات با استفاده از صندلی بدون حمایت
۴	اکستنشن ایستاده پا با صندلی	لانچ یک پا با ساپورت	لانچ یک پا بدون ساپورت
زمان واکنش			
۱	در حالت نشسته لمس متناوب به جلو	بالا رفتن از پله با حمایت	بالا رفتن از پله بدون حمایت
۲	در حالت نشسته لمس متناوب به پشت	یک گام به جلو روی استپ با حمایت	یک گام به جلو روی استپ بدون حمایت
۳	در حالت نشسته لمس متناوب به جانب	از روی استپ یک گام به عقب با حمایت	از روی استپ یک گام به عقب بدون حمایت
۴	در حالت نشسته لمس متناوب ۳ نقطه‌ای (جلو، بغل و پشت)	گام به جانب با حمایت	گام به جانب بدون حمایت
۵	---	۳ گام به جلو عقب پهلوی با حمایت	۳ گام به جلو عقب پهلوی بدون حمایت
تعادل			
۱	در حالت نشسته جابجایی متناوب وزن	راه رفتن تاندم با حمایت	راه رفتن تاندم بدون حمایت
۲	ساق نشسته و بلند کردن پنجه	بالا بردن پا به جانب با حمایت در حالت ایستاده	بالا بردن پا به جانب بدون حمایت در حالت ایستاده
۳	بلند کردن پاشنه با حمایت در حالت ایستاده	بلند کردن پاشنه بدون حمایت	راه رفتن روی پاشنه
۴	---	ساق و بلند کردن پنجه بدون حمایت	راه رفتن روی پنجه
۵	راه رفتن متقاطع با حمایت	راه رفتن متقاطع بدون حمایت	راه رفتن متقاطع به صورت ۸ شکل

روش های اندازه گیری

حس عمقی

برای اندازه گیری حس عمقی مچ پا، آزمودنی بر روی میز معاینه نشسته و در زاویه‌ای که قرارگیری تنه با ران و ران با زانو در وضعیت ۹۰ درجه باشد، مچ پا در وضعیتی

قرار می‌گرفت که مفصل تحت قاپی در حالت خنثی (صفر درجه اینورژن و اورژن در مفصل تحت قاپی) باشد در این آزمون ابتدا از آزمودنی خواسته شد تا با چشمان باز سه مرتبه مچ پای خود را تا زاویه هدف حرکت داده و به مدت سه ثانیه در آن وضعیت نگه دارد و آن را در حافظه کوتاه

ارتباط با جابجایی مرکز فشار به میزان ۰/۷۱ گزارش شده است (۲۴).

ارزیابی قدرت عضلانی پایین تنه

برای اندازه‌گیری اندازه‌گیری قدرت عضلانی منتخب آزمودنی‌ها از دستگاه دینامومتر دستی دیجیتال (north coast, MMT) ساخت آمریکا) برای ارزیابی حداکثر قدرت ایزومتریک عضلات استفاده شد. برای ارزیابی قدرت اکستنسورهای ران، آزمودنی به صورت دمر روی تخت معاینه خوابیده و زاویه پا بین ۶۰ تا ۹۰ درجه قرار می‌گیرد؛ با قرار دادن دینامومتر در قسمت خلفی ران (دو سانتی متر بالاتر از چین پوپلیتئال) فرد به سمت بالا فشار وارد می‌کند همچنین برای ارزیابی قدرت عضله ابدکتورهای ران، آزمودنی به پهلو خوابیده و لگن را با استرپ فیکس نگه‌داری می‌شود و ناحیه ران مقداری خم قرار می‌گیرد. دستگاه دینامومتر در ناحیه جانب ران و پنج سانتی متر نزدیک زانو قرار گرفته و فرد به سمت بالا فشار وارد می‌کند (۲۵). برای ارزیابی قدرت اکستنسورهای زانو در حالت نشسته با زاویه ۹۰ درجه در مفاصل ران و زانو؛ بطوری که لبه تحتانی سنسور دستگاه روی سطح قدامی ساق پا پای برتر پنج سانتی متر بالاتر از مچ پا قرار گرفته باشد، اندازه‌گیری شد. همچنین برای ارزیابی قدرت عضلات پلانتر فلکسور مچ پا با گذاشتن دینامومتر در کف پا در ناحیه‌ی انتهایی استخوان‌های کف پا، فرد به سمت پایین فشار وارد می‌کند؛ همچنین برای ارزیابی دورسی فلکسور مچ پا، دینامومتر بر روی قسمت انتهایی استخوان‌هایی کف پا قرار دادیم و فرد به سمت بالا و به سمت ساق پا فشار وارد می‌کرد. در تمامی ارزیابی‌های انجام شده میانگین سه بار اندازه‌گیری به عنوان عدد نهایی قدرت عضلانی اندازه‌گیری و ثبت شد (۲۶).

زمان واکنش با استفاده از نرم افزار CANTAB

برای ارزیابی زمان واکنش (RTI) در این پژوهش از نرم افزار شناختی CANTAB که یکی از معتبرترین مجموعه‌های ارزیابی عصب روانشناختی دانشگاه کمبریج برای استفاده‌های پژوهشی و بالینی می‌باشد، استفاده شد. نحوه انجام آزمون به این صورت می‌باشد که شرکت‌کننده باید دکمه‌ای را در پایین صفحه انتخاب کرده و نگه دارد. دایره‌ها در بالا نشان داده می‌شوند (یکی برای حالت ساده RTI و پنج تایی برای حالت پنج‌گزینه‌ای RTI۵) در هر مورد، یک نقطه زرد در یکی از دایره‌ها ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده باید در اسرع وقت واکنش نشان دهد و دکمه را رها کند.

مدت خود حفظ کند. سپس مداخله بینایی را حذف نموده و از آزمودنی خواسته شد که با چشمان بسته زاویه هدف اولیه را بازسازی کند؛ میزان اختلاف موجود بین زاویه ایجاد شده با زاویه هدف به عنوان زاویه خطا در بازسازی حرکت مفصل مچ پا بدون در نظر گرفتن عدد مثبت یا منفی لحاظ شد و رکورد اصلی هر آزمودنی، میانگین سه بار اندازه‌گیری می‌باشد. در پژوهش حاضر زوایای هدف برای بازسازی مفصل مچ پا در حرکت دورسی ۱۰ و پلانتر فلکسور ۲۰ درجه بوده است (۱۹، ۲۰).

ارزیابی تعادل پویا

آزمون زمان برخاستن و رفتن (TUG)

روش اجرای آزمون به شکلی است که فرد آزمودنی بلافاصله پس از بلند شدن از روی صندلی، سه متر به سمت جلو قدم زده و سپس به محل اولیه باز گردد. با فرمان حرکت تا نشستن دوباره آزمودنی بر روی صندلی کرنومتر شروع به ثبت زمان می‌کند. مدت زمان اجرای آزمودنی به عنوان امتیاز وی محسوب می‌شود. همچنین برای افزایش دقت در ارزیابی این آزمون؛ در هر مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) از هر آزمودنی سه بار تست و ارزیابی انجام شد که میانگین نتایج این سه آزمون به عنوان مقادیر اصلی ارزیابی تعادل برای هر فرد آزمودنی ثبت شد (۲۱). وانگ و همکاران در بررسی پایایی بازآزمایی شش آزمون قابل تحرک در سالمندان نشان دادند که آزمون TUG از پایایی زمانی بالای ۰/۹ برخوردار است (۲۲).

آزمون دسترسی عملکرد (FRT): یکی از آزمون‌های غربال‌گری سالمندان برای ارزیابی تعادل پویا و احتمال زمین خوردن افراد در این گروه از افراد است. در این آزمون یک متر نوار روی دیوار نصب شده، آزمودنی از سمت پای برتر خود کنار دیوار ایستاده، پاها را به اندازه عرض شانه باز کرده و دست نزدیک دیوار را مشت نموده، بازوی غالب را ۹۰ درجه به سمت جلو بالا آورده و به وسیله درجه بندی بر حسب سانتی متر اندازه‌گیری شد. آزمون گیرنده در فاصله ۱،۵ تا ۲ متری رو به دیوار می‌ایستد. سپس از آزمودنی خواسته شد که پاها را صاف روی زمین نگه داشته و تا جایی که توانسته بدون از دست دادن تعادل، لمس کردن دیوار و یا برداشتن یک قدم رو به جلو خم شود. بعد از رسیدن به حداکثر جا به جایی ممکن، دوباره مقداری که فرد خم شده، ثبت گردید (۲۳). میزان پایایی بین آزمونگری $ICC=0/92$ و پایایی درون آزمونگری $ICC=0/92$ گزارش شده است. همچنین روایی همزمان در

فاطمه شوشتری و همکاران

استفاده شد. با محرز شدن نرمال بودن داده‌ها در بخش آمار استنباطی، برای ارزیابی و مقایسه نتایج بین گروهی از مدل ترکیبی آزمون ANOVA با اندازه‌های تکراری و برای مقایسه درون گروهی نتایج نیز از آزمون بررسی T تست جفتی (Paired Sample T test) استفاده شد.

نتایج

داده‌های اولیه شامل سن، وزن، قد و BMI آزمودنی‌ها در دو گروه مورد مطالعه (گروه تمرین مولتی سیستم و گروه کنترل)؛ در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲: توصیف آماری ویژگی‌های فردی

شاخص	میانگین (انحراف استاندارد)		معنی‌داری
	گروه تمرین مولتی سیستم	گروه کنترل	
سن	۶۲/۸۶ (۳/۸۵۲)	۶۵/۲۶ (۵/۴۰۴)	۰/۴۲۰*
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۶۶ (۱۰/۰۱۹)	۶۶/۰۳ (۱۱/۱۱۵)	۰/۹۲۵*
قد (متر)	۱/۵۵ (۰/۰۶۳)	۱/۵۵ (۰/۰۵۱)	۰/۳۵۶*
شاخص توده بدنی (BMI) (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۸/۹۷ (۴/۶۲۵)	۲۷/۴۳ (۴/۶۰۱)	۰/۳۷۰*

*معنی‌داری

اثر تمرین بر حس عمقی

مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری پس از گذشت هشت هفته تمرین در گروه مولتی سیستم؛ بر روی پارامترهای دورسی فلکشن مچ پا ($p=0/008$)، پلانتر فلکشن مچ پا ($p=0/009$) و اکستنشن زانو ($p=0/003$) همراه شد؛ اما در گروه کنترل هیچ تفاوت معنی‌داری با گذشت هشت هفته بدست نیامد. همچنین در مقایسه اثر زمان (قبل و بعد از هشت هفته)، اثر گروه (مقایسه گروه تمرین و گروه کنترل) و اثر زمان×گروه نیز، تنها در پارامتر اکستنشن

زانو به ترتیب ($p=0/018$)، ($p=0/013$) و ($p=0/001$) نتایج با تفاوت معنی‌دار بدست آمد. با بررسی نتایج بررسی دو به دو متغیرها در هر دو گروه، پس از گذشت هشت هفته نتایج حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در مقایسه بین دو گروه در پارامتر اکستنشن زانو ($p=0/009$) و عدم تفاوت معنی‌دار در پارامترهای دورسی فلکشن ($p=0/172$) و پلانتر فلکشن ($p=0/578$) بین دو گروه مورد مطالعه (تمرین مولتی سیستم و گروه کنترل) می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون آنالیز واریانس چند متغیره و درصد تغییرات در متغیر حس عمقی قبل و بعد از هشت هفته در دو گروه تمرین مولتی سیستم و کنترل در زنان سالمند

متغیر	گروه پارامتر	مولتی سیستم (Mean(SD		% تغییرات	کنترل (Mean(SD		% تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر زمان × گروه
		پیش آزمون	پس آزمون		پیش آزمون	پس آزمون				
دورسی فلکشن مچ پا		۳/۴۸ ± ۱/۷۴	۱/۹۶ ± ۱/۰۶	۶۷/۴۳%	۲/۵۹ ± ۱/۱۰	۲/۸۰ ± ۱/۴۰	۱۰/۸%	F=۳/۴۸۴ P=۰/۰۱۷* ES=۰/۰۹۸	F=۰/۰۰۵ P=۰/۳۴۳ ES=۰/۰۳۰	F=۳/۴۸۴ P=۰/۰۶۷ ES=۰/۰۵۹
		۳/۳۳ ± ۱/۴۹	۲/۳۶ ± ۱/۵۲	۱۲/۲۹%	۳/۰۰ ± ۰/۹۳	۳/۰۳ ± ۱/۲۰	۰/۱%	F=۲/۲۱۹ P=۰/۱۴۲ ES=۰/۰۴۸	F=۰/۲۴۷ P=۰/۴۲۱ ES=۰/۰۰۴	F=۱/۹۳۶ P=۰/۱۷۰ ES=۰/۰۳۳
		۴/۸۵ ± ۱/۸۳	۲/۶۶ ± ۱/۴۴	۱۵/۴۵%	۴/۵۳ ± ۱/۱۵	۴/۹۰ ± ۱/۲۶	۱۶/۸%	F=۱۱/۷۰۲ P=۰/۰۰۰* ES=۰/۱۷۳	F=۶/۶۱۵ P=۰/۰۱۳* ES=۰/۱۰۶	F=۵/۹۱۸ P=۰/۰۱۸* ES=۰/۰۹۶
پلانتر فلکشن مچ پا										
اکستنشن زانو										

* معنی‌داری ($p<0/05$)

اثر تمرین بر تعادل

نتایج حاکی از بهبود متغیر تعادل با گذشت هشت هفته تمرین مولتی سیستم ($p < 0.05$) است (جدول ۴). اما در گروه کنترل با گذشت هشت هفته، هیچ تغییری موثری در متغیر تعادل یافت نشد ($p > 0.05$). همچنین در بررسی بین گروهی، پارامترهای TUG و FRT در متغیر تعادل، بین گروه تمرین مولتی سیستم و گروه کنترل با تفاوت معنی‌داری همراه شد ($p = 0.03$) و ($p < 0.01$).

اثر تمرین بر قدرت عضلانی

با گذشت هشت هفته در تمامی پارامترهای مورد ارزیابی متغیر قدرت عضلانی پایین‌تنه در گروه تمرین مولتی سیستم نتایج مثبت همراه شد (معنی‌داری قدرت اکستنسورهای زانو $P = 0.026$)، فلکسورهای زانو ($p = 0.044$)، اکستنسورهای ران ($p = 0.01$)، عضله پلانتر فلکسور ($p = 0.013$) و عضله دورسی فلکسور ($p < 0.01$) و تنها در پارامتری ارزیابی قدرت

ابدکتورهای ران تفاوت معنی‌دار حاصل نشد ($p = 0.483$). اما در گروه کنترل هیچ تفاوت معنی‌داری در پارامترهای مورد ارزیابی قدرت عضلانی پایین‌تنه یافت نشد ($p > 0.05$). در مقایسه اثر زمان، اثر گروه و اثر زمان*گروه نیز تنها در پارامتر دورسی فلکسور به ترتیب ($p = 0.032$)، ($p < 0.01$) و ($p < 0.01$) نتایج معنی‌دار بدست آمد همچنین در مقایسه دو به دو پارامترهای مورد آزمون در ارزیابی قدرت عضلانی پایین‌تنه در دو گروه تمرین مولتی سیستم و کنترل نتایج به اثر بخشی و ایجاد تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در فلکسورهای زانو ($p < 0.01$)، اکستنسورهای ران ($p = 0.01$)، پلانتر فلکسور ($p = 0.044$) و دورسی فلکسور ($p < 0.01$) همراه شد. اما در قدرت اکستنسورهای زانو ($p = 0.335$) و ابدکتورهای ران ($P = 0.123$) تفاوت معنی‌داری حاصل نشد (جدول ۵).

جدول ۴. نتایج آزمون آنالیز واریانس چند متغیره و درصد تغییرات در متغیر تعادل قبل و بعد از هشت هفته در دو گروه تمرین مولتی سیستم و کنترل در زنان سالمند

متغیر	گروه پارامتر	مولتی سیستم (Mean(SD		% تغییرات	کنترل (Mean(SD		% تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر زمان × گروه
		پیش آزمون	پس آزمون		پیش آزمون	پس آزمون				
تعادل	TUG	۸/۶۹ ± ۱/۱۵	۷/۰۷ ± ۱/۰۱	↓۶۴/۱۸٪	۸/۶۶ ± ۰/۷۷	۸/۲۸ ± ۰/۹۲	↓۲۳/۳٪	F=۱۴/۲۶۹ P<۰/۰۰۱* ES=۰/۲۰۳	F=۳/۲۶۸ P=۰/۰۱۴* ES=۰/۱۰۲	F=۷/۰۸۰ P=۰/۰۱۰* ES=۰/۱۱۲
	FRT	۳۶/۰۴ ± ۵/۱۲	۴۰/۳۲ ± ۵/۵۱	↑۸۷/۱۱٪	۳۱/۳۵ ± ۷/۲۵	۳۰/۲۳ ± ۶/۷۴	↓۶۴/۳٪	F=۰/۹۶۵ P=۰/۱۲۰ ES=۰/۰۲۳	F=۲۱/۲۰۶ P<۰/۰۰۱* ES=۰/۲۷۵	F=۲/۸۳۰ P=۰/۰۹۸ ES=۰/۰۴۸

* معنی‌داری ($p < 0.05$)

جدول ۵. نتایج آزمون آنالیز واریانس چند متغیره و درصد تغییرات در متغیر قدرت عضلانی پایین‌تنه قبل و بعد از هشت هفته در دو گروه تمرین مولتی سیستم و کنترل در زنان سالمند

متغیر	گروه پارامتر	مولتی سیستم (Mean(SD		% تغییرات	کنترل (Mean(SD		% تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر زمان × گروه
		پیش آزمون	پس آزمون		پیش آزمون	پس آزمون				
اکستنسورهای زانو		۲۱/۱۸ ± ۷/۴۰	۲۶/۰۶ ± ۷/۸۴	↑۰۴/۲۳٪	۲۳/۶۹ ± ۷/۲۵	۲۲/۲۵ ± ۵/۷۳	↓۰۷/۶٪	F=۰/۸۷۳ P=۰/۰۵۴ ES=۰/۰۶۵	F=۰/۱۲۴ P=۰/۱۲۶ ES=۰/۰۶۲	F=۲/۹۶۳ P=۰/۰۹۱ ES=۰/۰۵۰
	فلکسورهای زانو	۱۲/۴۰ ± ۵/۵۴	۱۵/۹۴ ± ۳/۶۷	↑۵۴/۲۸٪	۱۳/۴۲ ± ۴/۵۲	۱۱/۶۷ ± ۵/۰۳	↓۰۴/۱۳٪	F=۰/۵۳۴ P=۰/۱۶۸ ES=۰/۰۵۹	F=۱/۷۶۸ P=۰/۱۸۹ ES=۰/۰۴۱	F=۴/۶۷۵ P=۰/۰۳۵* ES=۰/۰۹۷
اکستنسورهای ران		۱۵/۵۶ ± ۴/۳۵	۲۰/۴۲ ± ۴/۹۴	↑۳۳/۳۱٪	۱۵/۸۵ ± ۶/۸۹	۱۴/۸۶ ± ۴/۳۸	↓۲۴/۶٪	F=۲/۰۳۸ P=۰/۱۵۹ ES=۰/۰۳۵	F=۳/۷۷۱ P=۰/۰۵۱* ES=۰/۰۸۳	F=۴/۶۶۹ P=۰/۰۳۵* ES=۰/۰۹۵
	ابدکتورهای ران	۱۲/۴۱ ± ۲/۸۳	۱۳/۲۷ ± ۳/۰۵	↑۹۲/۶٪	۱۱/۴۴ ± ۳/۲۴	۱۱/۱۷ ± ۲/۵۴	↓۳۶/۲٪	F=۰/۱۵۲ P=۰/۴۹۸ ES=۰/۰۳۳	F=۴/۰۸۶ P=۰/۰۴۸* ES=۰/۰۸۸	F=۰/۵۵۸ P=۰/۴۵۸ ES=۰/۰۱۰
پلانتر فلکسور		۲۰/۶۶ ± ۴/۴۲	۲۵/۰۶ ± ۴/۹۴	↑۲۹/۲۱٪	۲۰/۴۷ ± ۴/۲۸	۲۱/۱۹ ± ۵/۴۸	↑۵۱/۳٪	F=۴/۲۶۷ P=۰/۰۴۴* ES=۰/۰۷۱	F=۲/۶۸۷ P=۰/۰۱۰۷ ES=۰/۰۴۶	F=۲/۲۰۰ P=۰/۱۴۴ ES=۰/۰۳۸
	دورسی فلکسور	۱۶/۷۹ ± ۴/۱۸	۲۲/۴۸ ± ۳/۴۳	↑۳۳/۸۸٪	۱۶/۸۱ ± ۳/۶۹	۱۸/۸۹ ± ۵/۰۴	↓۱۵/۹٪	F=۴/۸۶۵ P=۰/۰۲۳* ES=۰/۰۸۰	F=۱۴/۴۱۶ P<۰/۰۰۱* ES=۰/۲۰۵	F=۱۴/۷۳۵ P<۰/۰۰۱* ES=۰/۲۰۸

* معنی‌داری ($p < 0.05$)

اثر تمرین بر زمان واکنش

کنترل، حاکی از بهبود در هر دو پارامتر اندازه‌گیری شده زمان واکنش (RTI و RTI5) با استفاده از روش تمرین مولتی سیستم در مقایسه با گروه کنترل می‌باشد ($p=0/002$)، ($p=0/040$) (جدول ۶).

متغیر زمان واکنش از دو پارامتر RTI و RTI5 تشکیل شده است که نتایج بدست آمده از آزمون‌های مذکور بر روی متغیر زمان واکنش در دو گروه تمرین مولتی سیستم و گروه

جدول ۶. نتایج آزمون آنالیز واریانس چند متغیره و درصد تغییرات در متغیر زمان واکنش قبل و بعد از هشت هفته در دو گروه تمرین مولتی سیستم و کنترل در زنان سالمند

متغیر	گروه پارامتر	مولتی سیستم (Mean(SD		کنترل (Mean(SD		اثر زمان	اثر گروه	اثر زمان × گروه
		پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون			
زمان واکنش	RTI	۳۶۶/۲۵ ± ۵۵/۱۶	۲۹۳/۲۱ ± ۳۶/۳۷	۳۸۲/۳۹ ± ۸۲/۲۹	۳۸۳/۰۲ ± ۶۰/۰۵	↑۱۶/۰٪	F=۵/۳۳۵ P=۰/۰۰۱* ES=۰/۰۹۰	F=۱۱/۴۱۷ P=۰/۰۰۱* ES=۰/۰۶۹
	RTI۵	۳۵۳/۰۸ ± ۳۶/۱۳	۳۲۲/۶۸ ± ۴۹/۱۱	۳۷۶/۲۷ ± ۶۶/۳۸	۳۶۷/۴۰ ± ۴۵/۰۷	↓۳۵/۲٪	F=۰/۶۸۵ P=۰/۴۱۱ ES=۰/۰۳۸	F=۶/۸۱۱ P=۰/۰۱۳* ES=۰/۰۸۰

* معنی‌داری ($p<0/05$)

بحث

دوره سالمندی و توجه به ضرورت اهمیت این دوره که امکان بروز آسیب‌های شدید و غیر قابل جبران را در سنین ۶۰ سال و بالاتر ایجاد می‌کند، بر ارائه برنامه‌ای کاربردی در زمینه تقویت و بهبود شرایط بدنی و فیزیکی به منزله کاهش ریسک خطر در این گروه سنی را تاکید می‌کند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر بخشی روش تمرینی مولتی سیستم (تمرینات مولتی سیستم) و مقایسه این روش تمرینی با گروه کنترل که متشکل از افرادی که به زندگی عادی روزانه خود می‌پرداختند، بوده است. تمرین مولتی سیستم با بکارگیری مجموعه‌ای از تمرینات متعدد در زمینه حس عمقی، قدرت، تعادل و زمان واکنش؛ با نتایجی مثبت در متغیرهای مورد مطالعه در پژوهش حاضر همراه شد. بطوری که در ارزیابی متغیر حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی پایین تنه و زمان واکنش؛ همواره اثر بخشی قابل توجهی از پیش آزمون تا پس آزمون مشاهده شد. در مقایسه بین گروهی نیز نتایج حاکی از جود تفاوت معنی‌دار در اکثر پارامترهای مورد ارزیابی بود. با توجه به متغیرهای مورد ارزیابی در پژوهش حاضر، بررسی مجموع یافته‌ها در ۴ قسمت مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند:

الف) حس عمقی: ساده ترین تعریف قابل درک برای تشریح عملکرد حس عمقی، درک موقعیت و حرکت اعضای بدن در شرایط گوناگون توسط فرد است (۲۸). این درک موقعیت بطور دقیق‌تر توسط گیرنده‌های حس عمقی که در تارهای عضلانی، تاندون‌ها و مفاصل قرار گرفته‌اند و

مهم ترین عملکرد آنها مربوط به دریافت اطلاعات زوایای مفصلی، طول عضله، تانسین و تنش عضلانی می‌باشد، انجام می‌شود. ابتدایی‌ترین عملکرد در بازخورد حس عمقی، تثبیت و محافظت از بدن است. تنظیم فعالیت عضلات در جهتی که پاسچر طبیعی بدن حفظ شود و تعادل بدن برقرار باشد، یکی از راه‌های دستیابی به ثبات از مسیر بازخورد مستقیم با استفاده از گیرنده‌های عمقی می‌باشد. در دوره سالمندی اهمیت عملکرد حس عمقی بالا می‌رود. دلیل این مهم می‌تواند به کاهش عملکرد مغز و اعصاب همراه شود به‌طوری که شیب تغییرات ناشی از سن پس از عبور از دهه ۶۰ تندتر شده و عملکرد اعصاب حسی را دچار اختلال می‌کند که این امر می‌تواند عاملی مهم در بروز انواع آسیب‌های جسمی و فیزیکی در سالمندان گردد. مطالعات صورت گرفته بر روی جامعه سالمندان در زمینه تغییرات مولفه‌های سالمندی نشان دهنده ارتباط معنی دار مستقیم میان حس عمقی و تعادل می‌باشد، کنترل تعادل به تلاش هماهنگ سیستم‌های حسی (سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی) بستگی دارد و بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که در افراد مسن‌تر در مقایسه با افراد جوان کنترل تعادل کاهش یافته است (۲۹). تمرینات مولتی سیستم بکارگرفته شده در مطالعه حاضر ترکیبی از تمرینات تعادلی با بهره‌مندی از تمرینات حس عمقی بود. نتایج پژوهش با نتایج مطالعات قبلی در یک راستا می‌باشد؛ در مطالعه‌ای توسط داریو ریوا و همکاران (۲۰۱۹) تمرینات حس عمقی به مدت ۱۲ هفته بر روی افراد سالمند با نتایج مثبت در بهبود

ثبات وضعیتی همراه شد و این بهبود منجر به بهبود حس عمقی در این گروه سنی گردید (۳۰). همچنین در مطالعه‌ای که توسط سونگ و همکاران با هدف بررسی اثربخشی تمرینات ورزشی بر روی تعادل و حس عمقی سالمندان مبتلا به نوروپاتی دیابتی انجام شد، نتایج حاکی از بهبود حس عمقی پایین تنه و میان تنه افراد سالمند در مقایسه با گروه کنترل، بود (۳۱). در مطالعه‌ای دیگر توسط جین ژان لی و همکاران با عنوان تاثیر ۱۶ هفته تمرین مداخله‌ای تای چی بر ثبات وضعیتی و حس عمقی زانو و مچ پا در افراد مسن، بهبود و اثر بخشی قابل توجه در حس عمقی این افراد حاصل شد (۳۲). در پژوهشی انجام شده توسط چیتراکول و همکاران (۲۰۲۰) بهبود و اثربخشی تمرین مولتی سیستم بر حس عمقی در جامعه سالمندان مشهود بود و با تفاوت معنی‌داری پس از هفته ۱۲ و ۲۴ همراه بود (۱۸). نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر با پژوهش مذکور همسو می‌باشد. با توجه به مطالعات گسترده پیشین؛ نتایج حاکی از اثربخشی تمرین با بهره‌مندی از روش‌های متفاوت بر روی متغیر حس عمقی می‌باشد که با نتایج حاصل در پژوهش حاضر همسوست. این همسویی در متغیر حس عمقی در مفصل زانو را می‌توان به واسطه گیرنده‌های عضلانی که مسئول دریافت و پاسخ حس عمقی زانو می‌باشند توجیه کرد؛ باتوجه به پژوهش اولسون و همکاران (۲۰۰۴) بین فلکشن زانو در زوایای ۴۰ و ۶۰ درجه (دامنه متوسط فلکشن زانو) این گیرنده‌ها بیشترین فعالیت را دارند. درحالی که گیرنده‌های مفصلی نزدیک به محدوده حرکتی (دامنه کامل فلکشن زانو بیش از ۶۰ درجه) فعال‌تر می‌باشند. از این رو با توجه به تمرینات تقویتی و همچنین تمرینات مولتی سیستم؛ ممکن است به طور کلی گیرنده‌های عضلانی را تحریک و در نهایت منجر به بهبود و درک بیشتر در رابطه با حس عمقی گردند (۳۳).

ب) تعادل: بیشترین آسیب‌های جسمانی در دوران سالمندی بروز پیدا می‌کنند که بیشترین علت برای این آسیب‌ها سقوط ناشی از برهم خوردن و بی تعادلی در این گروه سنی می‌باشد (۳۴). در پژوهش حاضر با بهره‌مندی از روش تمرینی مولتی سیستم پس از گذشت هشت هفته نتایج حاکی از اثر بخشی این تمرینات در دو آزمون TUG و FRT بود ($p < 0.05$). دلیل اثر بخشی این روش تمرینی را می‌توان به تمرینات قدرتی در جهت بهبود ثبات پاسچرال نسبت داد که با توجه به نتایج بدست آمده این بهبود تعادل با

بهبود قدرت عضلانی پایین تنه در این گروه تمرینی همراه بود. در پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه بهبود تعادل با بهره‌مندی از روش‌های تمرینی مختلف بر روی جامعه افراد مسن، نتایج همواره با بهبود و اثر قابل توجهی در این گروه سنی همراه بوده است. دیچیرن و همکاران (۲۰۲۰) اثر مثبت فعالیت بدنی بر درد و بهبود تعادل در افراد مسن مبتلا به دردهای مزمن اسکلتی عضلانی را گزارش کردند (۳۵). همچنین ناسکیمتو و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تمرینات حس عمقی با بهبود تعادل در افراد سالمند همراه شده است (۳۶). نتایج این مطالعات با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر همسو و هم‌راستا می‌باشد.

ج) قدرت عضلانی: کاهش قدرت در فلکسور و اکستنسورهای زانو بر عدم تقارن در راه رفتن، کاهش در عملکرد و عملکرد بدنی سالمندان اثر گذار است (۳۷). ضعف عضلانی منجر به بروز سقوط شده که به عنوان منبع اصلی نگرانی برای افراد مسن تلقی می‌شود. کاهش قدرت عضلانی، کاهش عملکرد بینایی و دهلیزی (تعادل) از عوامل موثر بر سقوط در افراد سالمند می‌باشند (۳۸). بنابراین توجه و تمرکز به تقویت قدرت عضلانی و بهبود آن را می‌توان یکی از مهم‌ترین بخش‌های قابل درمان به وسیله تمرینات ورزشی و تمرینات اصلاحی دانست. مطالعات زیادی در حیطه سالمندان صورت پذیرفته است که نشان از بهبود و اثر بخشی قابل توجهی بر قدرت عضلانی در این گروه سنی دارند. در مطالعه‌ای مروری توسط ساندرهاایدر و همکاران با عنوان تأثیر فعالیت بدنی بر قدرت عضلانی، عملکرد فیزیکی و توده عضلانی در سالمندان ضعیف؛ نتایج نشان داد که در ۱۴ مطالعه صورت گرفته، بیش از نیمی از این مطالعات با اثر بخشی تمرین در افزایش قدرت عضلانی و در تعداد محدودی از مطالعات صورت گرفته افزایش توده عضلانی گزارش شده است (۳۹). در پژوهشی توسط یاراشسکی و همکاران با عنوان اثر بخشی تمرینات مقاومتی بر میزان سنتز پروتئین عضلانی مختلط در زنان و مردان مسن ۷۶ تا ۹۲ سال؛ گزارش شد که تمرینات قدرتی سه جلسه در هفته با شدت ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه بر روی پنج عضله بالا تنه و سه عضله پایین تنه به مدت سه ماه، با افزایش قدرت عضلانی و افزایش سطوح پروتئین در عضله پهن جانبی همراه شد (۴۰). در پژوهشی دیگر توسط ایوان نشان داده شد که تمرینات قدرتی بر روی جامعه سالمندان بر روی ظرفیت قدرتی این جامعه اثر مثبت گذاشته و همچنین در جهت پیشگیری از

دوره‌های تمرینی و بهره‌مندی از روش‌های تمرینی موثر بر حواس فیزیکی مانند حس عمقی و تعادل در افراد سالمند؛ باعث پیشرفت، بهبود و افزایش عملکرد جسمانی و بهبود در متغیرهای مهمی همچون حس عمقی، تعادل، قدرت و زمان واکنش می‌شود. این اثر بخشی با افزایش و باز ترشح هورمون‌هایی همچون تستوسترون، بازیابی عضلات تحلیل رفته، تمرکز و افزایش تعادل و در مجموع بهبودی در عملکرد سالمندان می‌تواند باشد. افزایش عملکرد فیزیکی با بهره‌مندی از روش‌های تمرینی همچون تمرین مولتی سیستم با اثر بخشی بر گروهی از پارامترهای اساسی و مهم بر وضعیت سالمندی؛ می‌تواند یکی از اساسی‌ترین روش‌های تمرین دهی برای این گروه سنی عنوان شود. این مدل تمرینی در جامعه فعلی با آموزش درست و در دسترس قرار گرفتن مراکز توانبخشی و بازپروری سالمندان، می‌تواند روند بازگشت سلامت فیزیکی را در این گروه سنی مهم با پیشرفت روبرو کند. از طرفی باتوجه به نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر بهره‌گیری از این روش تمرینی برای افراد سالمند که هیچگونه عارضه و آسیب را هنوز تجربه نکرده‌اند (مانند سالمندان جوان) می‌تواند به یک نقطه قوت در جهت افزایش پتانسیل و عملکرد فیزیکی و به تاخیر انداختن نشانه‌های سالمندی بدل شود.

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر می‌توان عنوان کرد که استفاده از روش تمرینی مولتی سیستم که شامل چند روش تمرینی مختلف که به شکل یک پکیج تمرینی با نام تمرینات مولتی سیستم ارائه شده است، می‌تواند بهبودی و اثر بخشی چشمگیری در مولفه‌های مهم مورد ارزیابی از وضعیت سلامت جسمانی یک سالمند مانند حس عمقی، تعادل، قدرت عضلانی و زمان واکنش به محرک‌های تصادفی؛ عنوان کرد و اظهار داشت بهره‌مندی از روش تمرینی مولتی سیستم در زنان سالمند که به دوره سالمندی ورود می‌کنند و نیازمند حفظ و بهبود توانایی و عملکرد خود در این دوره از زندگی دارند؛ مفید واقع شود اما این امر نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر با بهره‌گیری از جامعه آماری سالمندانی که با کاهش عملکرد فیزیکی و جسمانی خود همراه هستند می‌باشد زیرا اثربخشی و دقت نتایج بدست آمده بر روی این گروه از افراد می‌تواند با دقت بالاتری همراه شود. همچنین با توجه به معنی داری و اثر

پوکی استخوان در زنان سالمند یائسه نیز موثر می‌باشد (۴۱). مطالعات ارائه شده با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر همسو می‌باشند؛ علت این همسویی را می‌توان در بهبود ساز و کار پروتئین سازی و ترشحات هورمونی (مانند هورمون تستوسترون) در این گروه از جامعه که بطور عادی به حداقل سطوح هورمونی در حالت بی تحرکی رسیده‌اند عنوان کرد (۴۲). همچنین اثر بخشی تمرینات دارای وزنه و بهره‌مندی از تمرینات قدرتی بر افزایش قدرت عضلانی در افراد مسن نیز موثر می‌باشد.

د) زمان واکنش: واحدهای حرکتی با افزایش سن دچار کاهش هماهنگی، سرعت و هدایت پذیری نامنظم می‌شوند (۴۳). از دیدگاه بررسی شناختی؛ این تغییرات عصبی توانایی زیادی بر کاهش و اختلال پردازش مرکزی و امکان بروز و ابتلا به علائم زوال عقل را افزایش می‌دهد (۴۴). حال با ترکیب این دو عنصر مهم در بدن یعنی عصب و عضله و تغییرات بوجود آمده در دوره سالمندی، تغییرات عصبی - عضلانی می‌تواند منجر به ناهماهنگی حرکتی ناشی از ضعف و خستگی گردد و در نتیجه با بروز حوادثی همچون برخورد، تصادف، خطر سقوط و آسیب‌های اسکلتی منجر شود (۴۵). در پژوهش حاضر، مقایسه بین گروه نتایج نشان می‌دهد که گروه تمرین مولتی سیستم در مقایسه با گروه کنترل با تفاوت معنی داری در هر دو پارامتر مورد ارزیابی (RTI و RTI5) همراه بود ($p < 0.05$). احتمال می‌رود دلیل این اثربخشی در ارتباط با نتایج حاصل از عملکرد مثبت در تمرینات حس عمقی و تعادلی در این گروه باشد. در این راستا در پژوهشی توسط نینا جاردیم و همکاران با عنوان اثر تمرینات دوگانه بر بهبود شناخت و ظرفیت عملکردی سالمندان سالم که به بررسی زمان واکنش شناختی در افراد سالمند پرداختند، با نتایج مثبت ناشی از تمرین همراه شد که با پژوهش حاضر همسو است (۲۷). در پژوهشی دیگر چیتراکول و همکاران با استفاده از روش تمرینی مشابه یعنی تمرینات مولتی سیستم به بررسی اثر بخشی این تمرینات بر متغیر زمان واکنش افراد سالمند پرداختند. نتایج با افزایش سرعت زمان واکنش و بهبود پس از گذشت ۱۲ هفته و ۲۴ هفته همراه شد که با نتایج پژوهش حاضر همسو است (۱۸). پژوهش‌های پیشین و پژوهش حاضر، نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی بر روی جامعه افراد مسن اثربخش می‌باشد. مهم‌ترین دلیل اثر بخشی تمرینات؛ وجود عدم تحرک و انزوا در سالمندان است که به واسطه ورود به

بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان با کد اخلاق به شماره (IR.GUILAN.REC.1403.111) می‌باشد و در مرکز کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20240929063206N1 به ثبت رسیده است. بدینوسیله از تمامی عزیزانی که در این پژوهش حضور داشتند و تیم پژوهشی را یاری کردند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

1. United Nations DoEaSA, Population Division (2019). World Population Ageing 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/430).
2. Khodadadi M, Rahnama N, Zamani. Comparison effect of balance training with and without suit therapy on balance and gait in elderly 2016.
3. Koochboomi M, Norasteh AA, Samami N. Effect of yoga training on balance in elderly women. J Kermanshah Univ Med Sci. 2015;19(1):e70712.
4. Chou CH, Hwang CL, Wu YT. Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2012;93(2):237-44. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.042>
5. Martin FC, Hart D, Spector T, Doyle DV, Harari D. Fear of falling limiting activity in young-old women is associated with reduced functional mobility rather than psychological factors. Age Ageing. 2005;34(3):281-7. <https://doi.org/10.1093/ageing/afi074>
6. Clary S, Barnes C, Bembien D, Knehans A, Bembien M. Effects of ballates, step aerobics, and walking on balance in women aged 50-75 years. J Sports Sci Med. 2006;5(3):390-9.
7. Pillatt A.P. NJ, Schneider R.H. Effects of physical exercise in frail older adults: . A systematic review. Fisioter. Pesqui. 2019;26:225-232. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/18004826022019>
8. Schoene D, Heller C, Aung YN, Sieber CC, Kemmler W, Freiburger E. A systematic review on the influence of fear of falling on quality of life in older people: is there a role for falls? Clinical Interventions in Aging. 2019;14(null):701-19. <https://doi.org/10.2147/CIA.S197857>
9. Ayed I, Ghazel A, Jaume-i-Capó A, Moya-

بخشی این روش تمرینی در فاکتورهای سلامتی سالمندان توصیه به انجام تمرینات چند سیستمی در مقابل تمرینات تک عاملی برای این گروه سنی لازم و به همکاران خود در حوزه ورزش، فیز تراپیست ها و مراکز توانبخشی سالمندان توصیه می گردد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت

- Alcover G, Varona J, Martínez-Bueso P. Feasibility of Kinect-Based Games for Balance Rehabilitation: A Case Study. Journal of Healthcare Engineering. 2018;2018(1):7574860. <https://doi.org/10.1155/2018/7574860>
10. Ministry of Health Republic of Indonesia. Infodatin : pusat data dan informasi kementerian kesehatan RI sdalu, 2017.
11. Unver B, Bek N. Plantar sensation, plantar pressure, and postural stability alterations and effects of visual status in older adults. Somatosens Mot Res. 2022;39(1):55-61. <https://doi.org/10.1080/08990220.2021.1994940>
12. Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: A randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports. 2016;26(3):275-83. <https://doi.org/10.1111/sms.12423>
13. Goodwin VA, Abbott RA, Whear R, Bethel A, Ukoumunne OC, Thompson-Coon J, et al. Multiple component interventions for preventing falls and fall-related injuries among older people: systematic review and meta-analysis. BMC Geriatr. 2014;14:15. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-14-15>
14. Rodrigues RN, Furtado G, Carballeira E, Sánchez-Sánchez JL, Herrero AC, Silva FM, et al. Protective effects of elastic band training-detraining on Fall risk, power, body composition, and cognition in older adults with mild cognitive impairment: A 40-week trial. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2025;42:23-33. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.11.022>
15. Fairhall N, Sherrington C, Lord SR, Kurrle SE, Langron C, Lockwood K, et al. Effect of a multifactorial, interdisciplinary intervention on risk factors for falls and fall rate in frail

- older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2014;43(5):616-22. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu204>
16. Yang X, Li S, Xu L, Liu H, Li Y, Song X, et al. Effects of multicomponent exercise on frailty status and physical function in frail older adults: A meta-analysis and systematic review. *Exp Gerontol*. 2024;197:112604. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2024.112604>
17. Ng TP, Nyunt MSZ, Feng L, Feng L, Niti M, Tan BY, et al. Multi-Domains Lifestyle Interventions Reduces Depressive Symptoms among Frail and Pre-Frail Older Persons: Randomized Controlled Trial. *J Nutr Health Aging*. 2017;21(8):918-26. <https://doi.org/10.1007/s12603-016-0867-y>
18. Chittrakul J, Siviroj P, Sungkarat S, Sapbamrer R. Multi-System Physical Exercise Intervention for Fall Prevention and Quality of Life in Pre-Frail Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph17093102>
19. Ghiasi M, Hossein AM, Reza RM, editors. IS Q-ANGLE A PREDICTOR OF KNEE LIGAMENT AND MENISCUS INJURY IN ELITE WRESTLERS?2009.
20. Hoch MC, Staton GS, Medina McKeon JM, Mattacola CG, McKeon PO. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport*. 2012;15(6):574-9. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.02.009>
21. Okudan B, İnal HS. The effect of dual task training on static and dynamic balance of older adults having institutional living: Randomized trial. *The Turkish Journal of Geriatrics*. 2018;21. <https://doi.org/10.31086/tjgeri.2018.69>
22. Wang C-Y, Olson SL, Protas EJ. Test-retest strength reliability: Hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002;83(6):811-5. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.32743>
23. Hanphitakphong P, Poomsalood S, Chamroon C, Udomkichpagon P. A modified digital functional reach test device using an ultrasonic sensor for balance assessment: A test of validity and reliability. *Biomedical Human Kinetics*. 2021;14:000010247820220001. <https://doi.org/10.2478/bhk-2022-0001>
24. Pourmahmoudian P, Noraste AA, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional Balance Assessment Scales in Elderly. *Yektaweb Journals*. 2018;13(2):132-53. <https://doi.org/10.32598/sija.13.2.132>
25. Hislop A, Collins NJ, Tucker K, Semciw AI. Hip strength, quadriceps strength and dynamic balance are lower in people with unilateral knee osteoarthritis compared to their non-affected limb and asymptomatic controls. *Braz J Phys Ther*. 2022;26(6):100467. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2022.100467>
26. khosravi kaviz M, Rahnema N, Sahebalzamani M. The Effect of Eight Weeks of Training with Balance Board on Neuromuscular Variables of Karate Girls' Ankle. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2017;6(2):27-37.
27. Jardim NYV, Bento-Torres NVO, Cośta VO, Carvalho JPR, Pontes HTS, Tomás AM, et al. Dual-Task Exercise to Improve Cognition and Functional Capacity of Healthy Older Adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2021;13. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.589299>
28. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Pijnenburg M, Goossens N, Brumagne S. Young individuals with a more ankle-steered proprioceptive control strategy may develop mild non-specific low back pain. *Electromyography and Kinesiology*. 2015;25(2):329-38. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.10.013>
29. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing*. 2004;33(6):602-7. <https://doi.org/10.1093/ageing/afh218>
30. Riva D, Fani M, Benedetti MG, Scarsini A, Rocca F, Mamo C. Effects of High-Frequency Proprioceptive Training on Single Stance Stability in Older Adults: Implications for Fall Prevention. *BioMed Research International*. 2019;2019(1):2382747. <https://doi.org/10.1155/2019/2382747>
31. Song CH PJ, Lee SW, Lee KJ, Yim JE. Effects of an exercise program on balance and trunk proprioception in older adults with diabetic neuropathies. *Diabetes Technol Ther*. 2011;13(8):803-11. <https://doi.org/10.1089/dia.2011.0036>
32. Li JX XD, Hong Y. Effects of 16-week Tai Chi intervention on postural stability and proprioception of knee and ankle in older people. *Age Ageing*. 2008; 37(5):575-8. <https://doi.org/10.1093/ageing/afn109>

33. Hof AL, van Bockel RM, Schoppen T, Postema K. Control of lateral balance in walking. Experimental findings in normal subjects and above-knee amputees. *Gait Posture*. 2007;25(2):250-8. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.04.013>
34. Song Q, Zhang X, Mao M, Sun W, Zhang C, Chen Y, et al. Relationship of proprioception, cutaneous sensitivity, and muscle strength with the balance control among older adults. *J Sport Health Sci*. 2021;10(5):585-93. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.07.005>
35. Ditchburn JL, van Schaik P, Dixon J, MacSween A, Martin D. The effects of exergaming on pain, postural control, technology acceptance and flow experience in older people with chronic musculoskeletal pain: a randomised controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2020;12:63. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00211-x>
36. Nascimento LCGd, Patrizzi, L. J., & Oliveira, C. C. E. S. Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilíbrio postural de idosos. *Fisioterapia em Movimento*, 25(2), 325-331. (2012). <https://doi.org/10.1590/S0103-51502012000200010>
37. Bond CW, Cook SB, Swartz EE, Laroche DP. Asymmetry of lower extremity force and muscle activation during knee extension and functional tasks. *Muscle & Nerve*. 2017;56(3):495-504. <https://doi.org/10.1002/mus.25506>
38. L. Sturnieks D, St George R, R. Lord S. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2008; 38 (6):467-78. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.09.001>
39. Haider S GI, Dorner TE. Effects of physical activity interventions in frail and prefrail community-dwelling people on frailty status, muscle strength, physical performance and muscle mass-a narrative review. *Wien Klin Wochenschr*. 2019 Jun;131(11-12):244-254. doi: 10.1007/s00508-019-1484-7. Epub 2019 Apr 2. PMID: 30941525; PMCID: PMC6570667. <https://doi.org/10.1007/s00508-019-1484-7>
40. Yarasheski KE P-LJ, Hasten DL, Obert KA, Brown MB, Sinacore DR. Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men ≥ 76 yr old. *Am J Physiol*. 1999 Jul;277(1):E118-25. doi: 10.1152/ajpendo.1999.277.1.E118. PMID: 10409135. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1999.277.1.E118>
41. Srinivas-Shankar U WFFamfrftFHR-
42. dP.Deschenes MR. Motor unit and neuromuscular junction remodeling with aging. *Curr Aging Sci*. 2011;4(3):209-20. <https://doi.org/10.2174/1874609811104030209>
43. Park HL, O'Connell JE, Thomson RG. A systematic review of cognitive decline in the general elderly population. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2003;18(12):1121-34. <https://doi.org/10.1002/gps.1023>
44. Hardy SE, Studenski SA. Fatigue and function over 3 years among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;63(12):1389-92. <https://doi.org/10.1093/gerona/63.12.1389>