

# تأثیر تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد سالمند: یک مطالعه مروری سیستماتیک

مهدی ابراهیم پور<sup>۱</sup>، ابراهیم پیری<sup>۲</sup>، امیرعلی جعفرنژادگرو<sup>۳\*</sup>

## مقاله پژوهشی

**مقدمه:** موج جمعیتی در حال حرکت به سوی سالمندی است. در این دوره انسان با مشکلات فراوانی روبه‌رو می‌شود که می‌تواند کیفیت زندگی، استقلال و بیومکانیک حرکات انتقالی شخص را تهدید و دچار ضعف کند. بنابراین انجام فعالیت‌هایی که موجب پیشگیری و بهبود این مشکلات می‌شود، ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از مطالعه حاضر مروری بر تأثیر تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد سالمند بود.

**روش بررسی:** مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک بود. جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای ماه دسامبر سال ۲۰۲۰ تا ابتدای ماه می ۲۰۲۴ صورت گرفت. برای استخراج مقالات از کلیدواژه‌های تمرینات ورزشی، تمرینات توانبخشی، تمرینات اصلاحی، سالمندان، تعادل، سرعت راه رفتن و حرکات انتقالی استفاده شد. در این مطالعه تأثیر انواع تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی افراد سالمند بررسی شد. برای بررسی مطالعه‌های صورت گرفته از پایگاه‌های تخصصی WOS, ISC, PubMed, SID, Scopus, Magiran و موتور جستجو Google Scholar استفاده گردید. در مرحله اول ۷۴ مقاله مرتبط با این موضوع انتخاب شد و در نهایت ۲۱ عنوان مقاله (تمام متن)، بر اساس معیار ورود و خروج که مرتبط با انواع تمرینات توانبخشی برای سالمندان بود مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

**نتایج:** نتایج نشان داد که انواع تمرینات ورزشی با رویکرد توانبخشی می‌تواند بهبود موثری بر کاهش اوج نیروهای عکس‌العمل زمین طی حرکات انتقالی داشته باشد. هم‌چنین نتایج در حوزه تمرینات عصبی-عضلانی نشان‌دهنده اثرگذاری آن بر بهبود شاخص تعادل بود. از طرفی نتایج تمرینات مقاومتی نشان‌دهنده بهبود تعادل ایستا، پویا و کاهش خطر سقوط در سالمندان بود.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد که انجام طولانی‌مدت تمرینات ترکیبی که در آن دو یا چند تمرین توانبخشی با یکدیگر ترکیب شده‌اند اثرات سودمندتری داشته باشد با این حال به تحقیقات بیشتری برای تعیین بهترین نوع و شدت تمرین برای بهبود مکانیک حرکات انتقالی در سالمندان موردنیاز است.

**واژه‌های کلیدی:** سالمندان، تمرینات توانبخشی، تمرینات اصلاحی، حرکات انتقالی

**ارجاع:** ابراهیم پور مهدی، پیری ابراهیم، جعفرنژادگرو امیرعلی. تأثیر تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد سالمند: یک مطالعه مروری سیستماتیک. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۴۰۴؛ ۳۳ (۲): ۶۶-۸۶۹.

۱- گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

\* (نویسنده مسئول): تلفن: ۰۹۱۰۵۱۴۶۲۱۴، پست الکترونیکی: amiralijafarnezhad@gmail.com، صندوق پستی: ۱۳۱۳۱۵۶۱۹۹

## مقدمه

امروزه در سال‌های اخیر بر تعداد سالمندان افزوده می‌شود به‌نحوی که سالمندی یک فرآیند مهم از نظر جامعه‌شناسان و متخصصان می‌باشد (۱). سالمندی یک پدیده بیولوژیکی برگشت‌ناپذیر محسوب می‌شود که در عصر حاضر به چالشی بزرگ برای جوامع تبدیل شده است (۲). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization)، اغلب جوامع توسعه‌یافته با این مشکل روبه‌رو هستند (۳). بنا به تعریف این سازمان، هر فرد بیش از ۶۰ سال به عنوان سالمند شناخته می‌شود (۴). این پدیده به سرعت رو به افزایش است، به طوری که گزارش شده است که تا سال ۲۰۲۵، افراد سالمند ۲۶ درصد از کل جمعیت جهان را تشکیل خواهند داد (۵). در این دوره فرد با تغییرات فرسایشی تدریجی، پیش‌رونده و خودبه‌خودی در دستگاه‌ها و عملکردهای فیزیولوژیک بدن روبه‌رو می‌شوند که می‌تواند در نهایت موجب افزایش خطر بیماری‌ها و میزان مرگ و میر شود (۶). در واقع انسان با ورود به مرحله سالمندی به مشکلات فراوانی دچار می‌شود که زندگی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ از جمله مشکلات فراگیر بین سالمندان که به‌دنبال برخی بیماری‌ها یا در اثر فرایند سالمندی رخ می‌دهد، کاهش تعادل، کنترل پاسچر، مشکل در کنترل گام و راه‌رفتن، ضعف و اختلال عملکردی، آتروفی و کاهش قدرت عضلات می‌باشد (۲). در نتیجه این اختلالات انتقال و حرکت از یک مکان به مکان دیگر با دشواری صورت می‌گیرد. از دیگر مشکلات سالمندان که در نتیجه اختلال در سیستم‌های حسی رخ می‌دهد و موجب کاهش تعادل و افزایش نوسانات قامتی است، که متعاقب آن می‌تواند منجر به افتادن گردد (۷). افتادن یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد ناتوانی و آسیب در سالمندان به حساب می‌آید (۸). به طوری که حدود یک‌سوم افراد بالای افراد بالای ۶۵ سال حداقل یک‌بار در سال افتادن را تجربه می‌کنند (۹). به دلیل این که با افزایش سن مشخصه‌های راه‌رفتن و تعادل نیز تغییر پیدا می‌کند، اغلب این اتفاق در حین راه‌رفتن رخ می‌دهد و

کاهش در سرعت گام‌برداری، کاهش در طول گام و افزایش مدت زمان اتکای دوطایی از جمله تغییرات در این مشخصه‌ها هستند که در نهایت، مجموعه این تغییرات بیومکانیکی موقع راه‌رفتن، کیفیت زندگی و سلامت افراد سالمند را تهدید می‌کند (۱۰). این مسائل، چالش‌های ویژه سلامتی را که شامل کمک به سالمندان به منظور حفظ یا بهبود فعالیت جسمانی، استقلال و کیفیت زندگی را نشان می‌دهد (۸). در همین راستا کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) بر روی فعالیت بدنی منظم و با شدت متوسط در بزرگسالان برای حفظ سلامتی تأکید می‌نماید (۱۱). نشان داده شده است فعالیت‌های بدنی که با هدف افزایش تعادل انجام می‌شود، باعث بهبود معناداری در تعادل، راه‌رفتن، قدرت عضلانی و در برخی موارد منجر به کاهش زمین خوردن در بین سالمندان می‌شود (۱۱). چنین مواردی سبب توجه به توسعه برنامه‌های تمرینی برای افزایش ظرفیت‌های تعادل با اهداف توانبخشی شده است (۱۲). افزایش تعادل با برنامه‌های توانبخشی در کنار افزایش قدرت عضلات سالمندان می‌تواند موجب بهبود مکانیک حرکات انتقالی در آن‌ها شود و از افتادن در این افراد نیز جلوگیری کند. جعفرنژاد گرو و همکاران در سال ۱۴۰۲ در یک مطالعه مروری بیان کردند که انجام تمرینات توانبخشی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی مکانیک حرکات انتقالی را در افراد سالمند بهبود بخشد، به نحوی که آن‌ها گزارش کردند ۸ هفته تمرین قدرتی عضلات اندام تحتانی، باعث بهبود قابل‌توجهی در سرعت راه‌رفتن، طول گام و پایداری مفصل زانو در افراد سالمند مبتلا به آرتروز زانو می‌شود (۱۳). از نمونه تمرینات در توانبخشی که بر افزایش تعادل، کاهش ترس از افتادن، افزایش قدرت عضلانی و سایر مولفه‌هایی که روی مکانیک حرکات انتقالی سالمندان تأثیر دارد می‌توان به تمرینات مقاومتی (۱۴)، تمرینات فال-پروف (Fall-Proof Exercises) (۱۵)، تمرینات توانبخشی در آب (۹)، تمرینات ثبات مرکزی (۱۶) اشاره کرد. اگرچه نمی‌توان گفت که کدام یک از این برنامه‌های تمرینی، بهترین برنامه برای توانبخشی سالمندان نسبت به دیگری است اما با این حال آنچه مشخص است این است که

بررسی شد. برای بررسی مطالعه‌های صورت گرفته از پایگاه‌های تخصصی، WOS, ISC, PubMed, SID, Scopus, Magiran، و موتور جستجو Google Scholar استفاده گردید. در این مطالعه برای استخراج مقالات از کلیدواژه‌های سالمندان (Elderly)، تمرینات توانبخشی (Rehabilitation exercises)، تمرینات اصلاحی (Corrective exercises) و حرکات انتقالی (Transitional movement) استفاده شد. در این راستا از بین مقالاتی که به دست آمد در مرحله اول ۷۵ مقاله انتخاب گردید. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: ۱- تمریناتی که روی سالمندان صورت گرفته باشد ۲- بازه سنی سالمندان ۶۰ تا ۷۴ (سالمندان جوان) باشد ۳- تمریناتی که دوره اجرایی آن بیش از هشت هفته و سه جلسه در هر هفته باشد. از معیارهای خروج نیز می‌توان به مواردی همچون: ۱- مقالاتی که تنها چکیده و یا پوستر از آنها انتشار گردیده بود. ۲- مقالاتی که در همایش‌ها و یا کنفرانس‌ها به چاپ رسیده باشند. در نهایت ۲۱ عنوان مقاله (تمام متن)، در ارتباط با اثرات تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی سالمندان مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. بر اساس دیاگرام شماره ۱، مراحل که پژوهشگران به منظور ارزیابی کیفیت مقالات انجام داده‌اند نشان داده شده است. هدف اصلی محققان در گام اول، جستجو کلیدواژه‌های مناسب و تعیین استراتژی‌های جستجو بود. طی گام دوم، هدف پژوهشگران بررسی مقالات جستجو شده بر اساس کلیدواژه‌ها بود، در این مرحله نویسندگان تمامی مقالات را در پوشه‌های جداگانه دسته‌بندی کردند. در گام سوم ارزیابی کیفیت مقالاتی که معیارهای ورود به مطالعه را داشتند، توسط پرسش‌نامه Downs و Black مورد بررسی قرار گرفت (۱۸). در این مرحله دو داور به صورت کاملاً جداگانه به ارزیابی و نمره‌دهی مقالات بر اساس پرسش‌نامه یاد شده پرداختند. در گام بعدی در مورد اختلاف‌هایی که در خصوص نمره‌دهی مقالات وجود داشت توسط داور نهایی ارزیابی شد. در گام نهایی، نویسندگان با مطالعه مجدد و دقیق مقالات به بررسی و یادداشت نمودن نکات کلیدی به‌منظور

تمریناتی از اثربخشی بیشتری برخوردارند که فاکتورهای تعادل، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری، کنترل اولیه پاسچر، زمان واکنش، پایداری پویا و محدودیت‌های ثبات عملکردی را در کنار هم مدنظر قرار می‌دهند (۱۴). با وجود این که مطالعات متعددی نشان داده‌اند که انجام فعالیت‌های بدنی برای سالمندان بسیار حائز اهمیت است با این حال اکثر سالمندان فعالیت بدنی منظمی در طول زندگی خود نداشته و آمار رضایت‌بخشی از میزان فعالیت سالمندان دیده نمی‌شود (۳). ذکر این نکته مهم است که میزان فعالیت سالمندان در کشورهای مختلف متفاوت است اما به صورت کلی می‌توان گفت که سالمندی همیشه با کاهش میزان مشارکت همراه بوده است (۱۷). مطالعات نشان می‌دهند که میزان مشارکت سالمندان در زنان و مردان ایرانی به ترتیب ۵۷/۰۱ و ۶۶/۰۶ درصد می‌باشد که این ارقام تقریباً نیمی از جمعیت سالمندان را شامل می‌شود (۴). سالمندان در این دوره با ضعف و اختلال در بسیاری از دستگاه‌های بدن روبه‌رو می‌شوند که می‌تواند به بی‌تعادلی، سقوط و مشکلات مربوط به آن‌ها و به‌طور کلی به تغییر در عملکرد طی حرکات انتقالی در این افراد منجر شود. بنابراین بررسی اثرات سودمند انواع تمرینات توانبخشی و ورزشی و همچنین فراهم نمودن آگاهی از نتایج مثبت گذشته برای این افراد می‌تواند مفید واقع شود. با توجه به افزایش روز افزون تعداد افراد سالمند به نظر ضروری می‌رسد تا شواهد علمی جدید گردآوری شده و طبق یافته‌های جدید طراحی تمرینات ویژه سالمندان صورت گیرد تا زمینه مناسبی برای افزایش مشارکت این قشر از جامعه در فعالیت‌های روزمره فراهم گردد. لذا هدف از پژوهش حاضر، مروری بر اثرات انواع تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد سالمند بود.

## روش بررسی

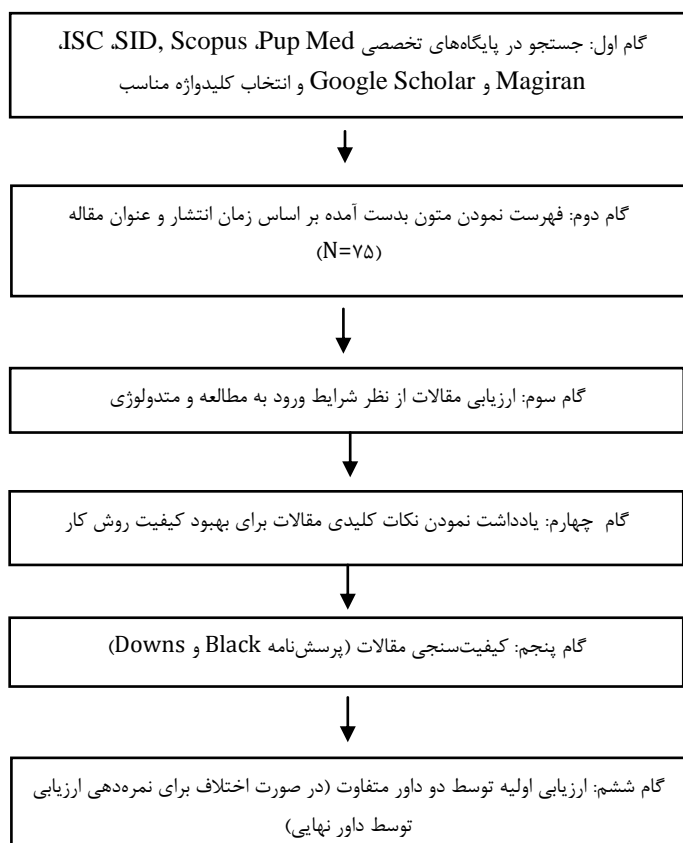
مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک بود. جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای ماه دسامبر سال ۲۰۲۰ تا ابتدای ماه می ۲۰۲۴ صورت گرفت. در این مطالعه تأثیر انواع تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی افراد سالمند

که بر اساس ۲۶ سوال قبلی نمره‌های مابین ۲۰-۲۲، ۱۷-۲۰ و بیشتر از عدد ۲۲ را کسب کرده بودند به ترتیب نمره کیفیت ۳، ۴ و ۵ اختصاص یافت. شایان ذکر است که در خصوص نمرات کیفیت مقالات در ستون که بر حسب درصد بیان شده است از رابطه زیر استفاده گردید (۱۸):

$$۱۰۰ * (۳۱ / \text{نمره کل}) = \text{کیفیت مقالات (بر حسب درصد)}$$

جدول ۱، مربوط به ارزیابی مقالات مورد بررسی توسط پرسش‌نامه Black و Downs می‌باشد. میانگین امتیازات کل مقالات مورد بررسی در پژوهش حاضر ۷۴/۸۰ درصد بود که از بین مداخلاتی که مدت‌زمان انجام آن ۸ هفته به طول انجامید از کیفیت ۷۱/۶۰ درصدی و مداخلاتی که مدت‌زمان آن بیشتر از ۸ هفته بود از کیفیت ۸۲/۷۹ برخوردار بودند.

تسهیل در روند نگارش مطالعه حاضر پرداختند (شکل ۱). لازم به ذکر است که پرسش‌نامه Downs و Black جز پرسش‌نامه‌های ارزیابی کیفیت مقالات بالینی می‌باشد، که امکان استفاده این نوع پرسش‌نامه برای مطالعاتی که آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و یا غیرتصادفی باشد را فراهم می‌سازد. در این پرسش‌نامه ۲۷ سوال در خصوص مقالات مورد بررسی ارائه گردیده است. اختصاص عدد یک به معنای تأیید و صفر به معنای عدم تأیید یا غیرقابل تعیین می‌باشد. تنها در خصوص سوال ۲۷ (آیا مقاله مورد بررسی بر اساس سوال ۲۶ قبلی قابلیت استنادی را دارد؟) عددی ما بین ۰-۵ اختصاص می‌یابد که صفر یا عددی نزدیک به آن به معنای استنادی ضعیف و اختصاص عدد ۵ یا عددی نزدیک به آن نشان‌دهنده استنادی قوی است. در مطالعه حاضر برای مقالاتی



شکل ۱: نحوه بررسی کیفیت پژوهش‌ها.

جدول ۱: ارزیابی کیفیت مقالات بررسی شده توسط پرسش نامه دان و بلک.

| نوع مقاله                     | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۲ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۵ | ۲۶ | ۲۷ | نمره کل | کیفیت مقالات (درصد) |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|---------------------|
| بهبودی نژاد و همکاران (۹)     | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۳  | ۲۱      | ۶۷/۷۴               |
| بیرانوند و همکاران (۱۹)       | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۳  | ۲۳      | ۷۴/۱۹               |
| شفیعی و همکاران (۲۰)          | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۱  | ۳  | ۲۲      | ۷۰/۹۶               |
| حسینی و همکاران (۲۱)          | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۴  | ۲۵      | ۸۰/۶۴               |
| رحیمی و همکاران (۸)           | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۳  | ۲۳      | ۷۴/۱۹               |
| صفری و ذوالاکتاف (۲۲)         | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۳  | ۲۱      | ۶۷/۷۴               |
| صفری و همکاران (۱۱)           | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۳  | ۲۳      | ۷۴/۱۹               |
| قادریان و همکاران (۲۳)        | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۴  | ۲۶      | ۸۳/۸۷               |
| آیتی زاده تفتی و همکاران (۱۵) | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۰  | ۳  | ۲۰      | ۶۴/۵۱               |
| علی تبار و همکاران (۲۴)       | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۳  | ۲۲      | ۷۰/۹۶               |
| محجور و همکاران (۲۵)          | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۵  | ۲۸      | ۹۰/۳۲               |
| قدیری و همکاران (۲۶)          | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۱  | ۱  | ۱  | ۰  | ۰  | ۳  | ۲۲      | ۷۰/۹۶               |

مروری بر اثر تمرینات توانبخشی در افراد سالمند

|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |       |       |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|-------|-------|
| قادریان و همکاران (۲۷)      | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۵ | ۲۸ | ۹۰/۳۲ |       |       |
| بهرام و همکاران (۲۸)        | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰  | ۳     | ۲۱    | ۶۷/۷۴ |
| کرمی و رجیبی (۱۴)           | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۲۰ | ۶۴/۵۱ |       |       |
| سعادت و شیخ (۲)             | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۳  | ۲۱    | ۶۷/۷۴ |       |
| اخلاقی دادگر و همکاران (۱۰) | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳ | ۲۰ | ۶۴/۵۱ |       |       |
| ارغوانی و همکاران (۵)       | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۴  | ۲۵    | ۸۰/۶۴ |       |
| یلفانی و همکاران (۲۹)       | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱  | ۴     | ۲۵    | ۸۰/۶۴ |
| منافی و همکاران (۳۰)        | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۳  | ۲۲    | ۷۰/۹۶ |       |
| مددی شاد و همکاران (۳۱)     | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۵  | ۲۹    | ۹۳/۵۴ |       |

## نتایج

در مطالعه حاضر از بین مطالعه‌هایی که از طریق جستجوی کلیدواژه‌ها صورت گرفت در مرحله اول ۷۵ مطالعه انتخاب شد، سپس بر اساس معیار ورود و خروج، ۲۱ عنوان مقاله که در مجموع داده‌های مربوط به ۷۱۹ شرکت‌کننده را در بر داشتند، مورد تحلیل قرار گرفت. در ادامه نتایج مطالعه‌های بررسی شده در پژوهش حاضر به تفکیک انواع تمرینات توانبخشی در زیر آورده شده است.

**تمرینات با رویکرد توانبخشی در آب:** از بین ۲۱ مقاله بررسی شده، ۳ مطالعه مربوط به تمرینات با رویکرد توانبخشی در آب بود که دو مورد از آن‌ها موجب بهبود تعادل و یک مورد نیز موجب بهبود ثبات پاسچر شرکت‌کنندگان شده بود (۹،۱۹،۲۰). در همین راستا مطالعه دیگری که در یکی از گروه‌های مداخله خود از انجام تمرینات استقامتی در درون آب استفاده کرده بود نشان داد که تمرینات استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی، هر سه می‌تواند اثر مثبتی بر متغیرهای بیومکانیکی (اوج نیروهای عمودی عکس‌العمل زمین) در سالمندان هنگام راه رفتن داشته باشد و همچنین بیان شد که تمرینات ترکیبی میزان اثرگذاری بیشتری در کاهش اوج نیروهای عکس‌العمل زمین دارد (۲۱).

**تمرینات عصبی - عضلانی:** یافته‌های دو مطالعه مربوط به تمرینات عصبی عضلانی می‌باشد که حاکی از آن است این تمرینات می‌تواند موجب بهبود تعادل، قدرت عضلانی، عملکرد عصبی عضلانی و استقامت هوازی شود (۸،۲۲).

**تمرینات ترکیبی:** نتایج دو عنوان مقاله در حوزه تمرینات ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) نشان از بهبود شاخص تعادل و آمادگی قلبی - تنفسی، بهبود عملکرد سالمندان طی بالارفتن از پله‌ها و کاهش نوسانات قامتی بود (۱۱،۲۳).

**تمرینات تعادلی:** در پژوهش حاضر پنج مقاله مربوط به تمرینات تعادلی آورده شده است که شامل تمرینات فال‌پروف،

مقایسه تمرینات فال‌پروف و اتاگو (Otago exercises)، تمرینات فرانکل، تمرینات تعادلی اختصاصی در خانه و مقایسه تمرینات چرخشی با تمرینات تعادلی است. در مطالعه مربوط به تمرینات فال‌پروف نتایج حاکی از آن است که این تمرینات می‌تواند موجب بهبود تعادل، سرعت راه رفتن و توانایی‌های شناختی شود (۱۵). در مطالعه مربوط به مقایسه این تمرینات با اتاگو نیز بیان شده است که هر دو تمرین موجب بهبود تعادل ایستا و پویا، حس عمقی مچ پا و کاهش ترس از سقوط می‌شود اما تمرینات اتاگو، موثرتر گزارش شده است (۲۴). یافته‌های مربوط به مطالعه اثر تمرینات فرانکل نشان داد که این تمرینات بر هماهنگی، تعادل ایستا، پویا و تعادل پویای عملکردی سالمندان اثر مثبتی دارد (۲۶). یافته‌های تمرینات تعادلی اختصاصی در خانه نیز بیانگر بهبود تعادل و راه رفتن این افراد می‌باشد (۲۵). در مطالعه مربوط به مقایسه تمرینات چرخشی با تمرینات تعادلی نیز یافته‌ها بیانگر آن است که هر دو تمرین می‌تواند موجب بهبود تعادل ایستا، پویا، راه رفتن و کاهش ترس از سقوط شوند (۲۷).

**تمرینات مقاومتی:** دو مورد از مطالعه‌های بررسی شده در این پژوهش مربوط به تمرینات مقاومتی می‌باشد که نتایج هر دو مطالعه نشان داد این تمرینات می‌توانند موجب بهبود تعادل ایستا، پویا و کاهش خطر سقوط در سالمندان شوند (۲۸، ۱۴). سایر تمرینات: مطالعه‌ای که در حوزه تمرینات نوروفیدبک (Neurofeedback) و فراهم‌سازی محیط بود نشان داد که فراهم‌سازی محیط تمرینی در مقایسه با آموزش نوروفیدبک بر تعادل ایستای سالمندان اثر بیشتری داشت (۲). در همین راستا مقاله دیگری که مورد بررسی قرار گرفت نشان داد انجام تمرین‌های دوگانه حرکتی - شناختی نیز می‌تواند موجب بهبود تعادل و کنترل راستای قامتی شود (۱۰). مقاله دیگری که در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفت مربوط به تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل می‌شود که نتایج این پژوهش نشان از بهبود راستای قامتی و عملکرد حرکتی شرکت‌کنندگان می‌باشد (۵). اثر تمرینات واقعیت مجازی روی سالمندان نیز نشان

توسط سالمندان حاکی از آن بود که این تمرینات به طور قابل توجهی سرعت راه رفتن را در این افراد افزایش می‌دهد، همچنین بیان گردید که این تمرینات موجب کاهش امتیاز ناتوانی، درد کمر، افزایش فعالیت عضلانی ساقی-قدامی و راست شکمی شد اما نرخ بارگذاری و مقادیر لحظه‌های آزاد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشابه هم بودند (۳۱).

داد این تمرینات می‌تواند موجب کاهش درد و نوسانات پاسچر شود (۲۹). یافته‌های یک مطالعه مربوط به تمرینات چندبخشی نشان داد که این تمرینات می‌تواند موجب بهبود ظرفیت عملکردی، تعادل، انعطاف‌پذیری، سرعت راه رفتن، قدرت عضلات دست، کاهش خطر سقوط و خستگی عمومی در سالمندان شود (۳۰) و در نهایت نتایج مطالعه مربوط به انجام تمرینات اصلاحی

جدول ۲: مطالعه‌های مربوط به تمرینات با رویکرد توانبخشی در آب.

| اسامی نویسندگان           | نوع تحقیق  | نمونه‌گیری | نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات در هفته                 | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه    | نتایج اصلی  |
|---------------------------|------------|------------|---|--|---|
| بهزادی‌نژاد و همکاران (۹) | نیمه تجربی | هدفمند     | تمرینات ورزشی در آب ۸ جلسه و ۳ جلسه در هفته                 | ۳۰ ورزشکار دارای آسیب‌های زانو و مچ پا | تمرینات منتخب ورزش در آب موجب بهبود تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌های گروه تجربی شد.  |
| بیرانوند و همکاران (۱۹)   | نیمه تجربی | تصادفی     | تمرین عمق‌ها مختلف آب ۸ جلسه و ۳ جلسه در هفته               | ۴۵ سالمند مرد                          | تمرین در هر دو قسمت کم‌عمق و عمیق استخر موجب بهبود ثبات پاسچر سالمندان شد همچنین این تمرینات قادر به ایجاد تغییرات معنادار در استراتژی‌های تعادلی این افراد نبودند.         |
| شفیعی و همکاران (۲۰)      | نیمه تجربی | هدفمند     | تمرینات آبی ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته                         | ۳۰ سالمند مرد                          | این تمرین با ایجاد تغییر در الگوی فعال شدن عضلات سبب افزایش ثبات پاسچرال و بهبود تعادل شده است.   |
| حسینی و همکاران (۲۱)      | نیمه تجربی | تصادفی     | تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته | ۶۰ سالمند مرد                          | این تمرینات در خشکی، آب و ترکیبی توانست اثر مثبتی بر متغیرهای منتخب بیومکانیکی سالمندان هنگام راه رفتن داشته باشد همچنین برای بهبود و اثرگذاری بیشتر تمرین ترکیبی توصیه شد. |

جدول ۳: مطالعه‌های مربوط به تمرینات عصبی - عضلانی.

| اسامی نویسندگان       | نوع تحقیق  | نمونه‌گیری | نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات در هفته                 | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نتایج اصلی  |
|-----------------------|------------|------------|---|-------------------------------------|---|
| رحیمی و همکاران (۸)   | نیمه تجربی | در دسترس   | تمرینات عصبی عضلانی ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته                 | ۲۱ سالمند مرد                       | موجب بهبود تعادل، قدرت عضلانی، عملکرد عصبی عضلانی و استقامت هوازی در سالمندان گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شد. |
| صفری و ذوالاکتاف (۲۲) | نیمه تجربی | هدفمند     | تمرینات پایدارسازی عصبی عضلانی پویا ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته | ۳۶ سالمند مرد                       | نتایج این تمرینات نشان داد که بر افزایش تعادل سالمندان تأثیر دارد.  |

جدول ۴: مطالعه‌های مربوط به تمرینات ترکیبی.

| اسامی نویسندگان        | نوع تحقیق  | نمونه‌گیری | نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات در هفته                                 | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نتایج اصلی  |
|------------------------|------------|------------|---|-------------------------------------|---|
| صفری و همکاران (۱۱)    | نیمه تجربی | در دسترس   | تمرین ترکیبی (شامل تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی) ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته | ۴۰ سالمند مرد                       | این پژوهش نشان داد بین تعادل و آمادگی تنفسی ارتباط وجود دارد و با افزایش فعالیت بدنی به میزان زیادی بهبود تعادل و آمادگی تنفسی در سالمندان رخ می‌دهد.   |
| قادریان و همکاران (۲۳) | نیمه تجربی | هدفمند     | تمرینات ترکیبی (شامل تمرینات مقاومتی و تعادلی) ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته     | ۶۰ سالمند مرد                       | تمرینات ترکیبی می‌تواند باعث بهبود عملکرد مردان سالمند در گذر از پله شود. به طور خاص، افراد سالمند مرد را قادر می‌سازد تا میزان نوسانات وضعیتی و تعادل خود را هنگام گذر از پله بهتر کنترل کنند. |

جدول ۵: مطالعه‌های مربوط به تمرینات تعادلی.

| اسامی نویسندگان               | نوع تحقیق  | نمونه‌گیری        | نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات در هفته             | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نتایج اصلی  |
|-------------------------------|------------|-------------------|---|-------------------------------------|---|
| آیتی‌زاده تفتی و همکاران (۱۵) | نیمه تجربی | در دسترس و هدفمند | تمرینات فال‌پروف ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته                | ۲۴ سالمند مرد                       | این تمرینات منجر به بهبود تعادل، سرعت راه رفتن و توانایی‌های شناختی در این افراد شد.  |
| علی‌تبار و همکاران (۲۴)       | نیمه تجربی | هدفمند            | تمرینات اوتاگو و فال‌پروف ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته       | ۳۶ سالمند مرد                       | هر دو تمرین تأثیر معناداری بر بهبود تعادل ایستا و پویا، حس عمقی مچ پا و ترس از سقوط داشته است اما تمرینات اوتاگو تأثیر بیشتری گذاشته است. |
| محجور و نورسته (۲۵)           | نیمه تجربی | هدفمند            | تمرینات تعادلی اختصاصی در خانه ۱۰ هفته و ۳ جلسه در هفته | ۴۰ سالمند مرد                       | به‌طورکلی برنامه تعادلی اختصاصی و جامع در خانه باعث بهبود در تعادل و راه رفتن مردان سالمند سالم می‌گردد.                                  |

|  |               |  |          |            |                        |
|--|---------------|--|----------|------------|------------------------|
| یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد ۸ هفته تمرینات فرانکل بر هماهنگی، تعادل ایستا، پویا و تعادل پویا عملکردی تأثیر معنی‌داری دارد.                      | ۳۰ سالمند مرد | تمرینات فرانکل ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته                             | در دسترس | نیمه تجربی | همکاران و قدیری (۲۶)   |
| هم تمرینات چرخشی و هم تعادلی در بهبود تعادل ایستا، پویا و عملکردی، راه‌رفتن مستقیم و کاهش ترس از سقوط در گروه‌های تمرینی مؤثرتر از گروه کنترل بود. | ۴۵ سالمند مرد | تمرینات چرخشی در مقایسه با تمرینات تعادلی ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته | هدفمند   | نیمه تجربی | قادریان و همکاران (۲۷) |

جدول ۶: مطالعات مربوط به تمرینات مقاومتی.

| نتایج اصلی  | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات در هفته       | نمونه‌گیری        | نوع تحقیق  | اسامی نویسندگان      |
|---|-------------------------------------|---|-------------------|------------|----------------------|
| به نظر می‌رسد، تمرینات TRX می‌تواند باعث افزایش زمان تعادل ایستا و کاهش زمان تعادل پویا در مردان سالمند شود.  | ۱۶ سالمند مرد                       | تمرینات با مقاومت کل بدن ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته | در دسترس          | نیمه تجربی | بهرام و همکاران (۲۸) |
| این تمرینات با افزایش قدرت عضلات و تعادل در سالمندان خطر افتادن کاهش و کیفیت زندگی در آنان افزایش خواهد یافت. | ۲۴ سالمند مرد                       | تمرینات مقاومتی ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته           | در دسترس و هدفمند | نیمه تجربی | کرمی و رجبی (۱۴)     |

جدول ۷: مطالعات مربوط به سایر تمرینات.

| نتایج اصلی   | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات در هفته                           | نمونه‌گیری | نوع تحقیق  | اسامی نویسندگان             |
|--|-------------------------------------|---|------------|------------|-----------------------------|
| فراهم‌سازی محیط تمرینی در مقایسه با آموزش نوروفیدبک بر تعادل ایستا و پویای سالمندان اثر بیشتری دارد.   | ۳۶ سالمند مرد                       | تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازی محیط ۸ جلسه و ۳ جلسه در هفته           | هدفمند     | نیمه تجربی | سعادت و شیخ (۲)             |
| این تمرین موجب بهبود ویژگی‌های هماهنگی در بین مفاصل پایین تنه گردیده و موجب بهبود برخی پارامترهای زمانی نشانه افزایش تعادل و کنترل قامت بهتر در سالمندان شد. | ۳۰ سالمند مرد                       | تمرینات تکلیف دوگانه حرکتی - شناختی ۸ جلسه و ۳ جلسه در هفته           | هدفمند     | نیمه تجربی | اخلاقی دادگر و همکاران (۱۰) |
| این تمرین می‌تواند در بهبود قامت و عملکرد حرکتی سالمندان مؤثر باشد.  | ۳۳ سالمند مرد                       | تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته | هدفمند     | نیمه تجربی | ارغوانی و همکاران (۵)       |
| این تمرین موجب کاهش درد و نوسانات پاسچر سالمندان شد.   | ۲۷ سالمند مرد مبتلا به کمردرد       | تمرینات واقعیت مجازی ۸ هفته و ۳ جلسه در هر هفته                       | تصادفی     | نیمه تجربی | یلفانی و همکاران (۲۹)       |

|                         |                       |        |  |   |   |
|-------------------------|-----------------------|--------|--|---|---|
| منافی و همکاران (۳۰)    | نیمه تجربی            | تصادفی | تمرینات چندبخشی منتخب ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته | ۲۰ سالمند مرد مبتلا به سندروم شکنندگی       | تمرینات چندبخشی موجب بهبود ظرفیت عملکردی، تعادل، انعطاف پذیری، سرعت راه رفتن، قدرت عضلات دست، خطر سقوط و خستگی عمومی در سالمندان شکننده می شود. |
| مددی شاد و همکاران (۳۱) | نیمه تجربی - دوسو کور | تصادفی | تمرینات اصلاحی ۱۴ هفته و ۳ جلسه در هفته        | ۳۶ سالمند مرد مبتلا به کمردرد و پای پرانتری | انجام این نوع تمرینات در نهایت بهبود کارایی در راه رفتن را نشان داد.  |

## بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر مروری بر اثر تمرینات توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد سالمند بود. نتایج در حوزه توانبخشی با رویکرد تمرین در آب به نوعی نشان دهنده افزایش تعادل و ثبات پاسچر در سالمندان بود و هم چنین به سودمند بودن این نوع تمرین برای جامعه سالمندان اشاره کرده است. تمرینات ورزشی در آب به سبب توسعه قابلیت های سیستم عصبی- مرکزی، می تواند موجب بهبود عملکرد حرکتی شود (۹). بهزادی نژاد و همکاران در سال ۲۰۲۳ بیان کردند که در مجموع انجام تمرینات ورزشی در آب با توجه به افزایش عملکرد عصبی- عضلانی، موجب بهبود تعادل در افراد سالمند ورزشکار با سابقه آسیب در اندام تحتانی می شود (۹). هم چنین مطالعه ای، محققان گزارش کردند که انجام تمرینات در آب منجر به بهبود تعادل شرکت کنندگان شده است. یکی از مکانیسم های پیشنهادی برای توجیه این یافته، تحریک دستگاه دهلیزی به دلیل مقاومت آب در برابر حرکت است. مقاومت آب، به عنوان یک محرک حسی، باعث فعال شدن گیرنده های دهلیزی و بهبود عملکرد تعادلی می شود (۲۰). افزایش قدرت و تقویت عضلات اندام تحتانی و نیز عضلات ضدجاذبه و به خصوص عضلات دورسی فلکسور (The foot dorsiflexors muscles)، که در دوره سالمندی با تحلیل روبه رو می شود و در حفظ تعادل نقش مهمی ایفا می کنند می تواند از دلایل بهبود تعادل باشد زیرا انجام تمرینات در آب به مانند تمرین با وزنه هایی می باشد که به دست و پای افراد بسته شده که موجب می شود تمامی بخش هایی از بدن که در زیر آب قرار دارند در

همه جهات با مقاومت روبه رو شوند (۱۹). بنابراین برنامه های تمرینی با رویکرد تقویت قدرت و سرعت در افراد سالمند به سبب اینکه این متغیرها در این دوران دچار ضعف هستند می تواند در بازیابی تعادل کمک کننده باشد (۲۰). اظهارات ضد و نقیضی نیز در مورد بازیابی استراتژی های تعادل در سالمندان در نتیجه انجام تمرینات در آب وجود دارد به طوری که شفیع و همکاران در سال ۲۰۲۲، انجام تمرینات درون آب را برای بازیابی استراتژی های تعادلی مفید دانسته اند و در مقابل بیرانوند و همکاران در سال ۲۰۲۳ اثر معنی داری را برای انجام این تمرینات به منظور بازیابی استراتژی های تعادلی گزارش نکرده اند (۱۹،۲۰). مطالعه مورد بررسی در زمینه تمرینات استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی نشان از افزایش طول گام سالمندان، جابه جایی مرکز جرم بدن در محورهای قدامی- خلفی و عمودی، دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و دورسی فلکشن مچ پا و بهبود وضعیت تعادل افراد سالمند می باشد (۲۱). از دلایل این بهبود می توان به تقویت عضلات اندام تحتانی، بهبود آمادگی جسمانی و ایجاد سازگاری عصبی عضلانی، وضعیت روانی ناشی از عدم ترس از سقوط حین انجام تمرین در آب اشاره کرد (۲۱). یافته های ۲ مطالعه حاکی از آن بود که انجام ۸ هفته تمرینات عصبی- عضلانی موجب بهبود تعادل، قدرت عضلانی و عملکرد عصبی عضلانی می شود. رحیمی و همکاران در سال ۱۴۰۱ نشان دادند که بعد از انجام یک دوره تمرین عصبی- عضلانی بهبود معنی داری در متغیرهایی چون تعادل، قدرت عضلات اندام فوقانی و عملکرد گروه تمرینی افراد سالمند دیده می شود (۸). نتایج این مطالعه به نوعی با پژوهش صفری و

برابر خستگی را افزایش دهد (۱۱). در همین راستا قادریان و همکاران در سال ۲۰۲۳ نیز به اثرات مفید این تمرینات بر عملکرد و تعادل سالمندان به‌خصوص هنگام گذر از پله اشاره کردند (۲۳). مکانیسم‌هایی که سبب بهبود تعادل و توانایی‌های عملکردی برای این افراد پس از انجام تمرینات می‌شوند متفاوت است و ترکیب شدن تمرینات می‌تواند اثر هم‌افزایی ایجاد کند اما افزایش دامنه حرکتی مفاصل پس از اجرای تمرینات کششی، افزایش قدرت و توان پاها و همچنین ظرفیت تولید نیرو پس از انجام تمرینات مقاومتی و ایجاد سازگاری‌های عصبی-عضلانی پس از تمرینات تعادلی احتمالاً دلیل این بهبود می‌باشد (۲۳). همچنین همسویی با مطالعه‌های پیشین می‌تواند به دلیل کاهش در میزان نوسات مرکز فشار با افزایش ثبات وضعیتی، بهبود دامنه حرکتی، قدرت، توان و فرایندهای عصبی باشد (۱۱). یافته‌های مربوط به بخش تمرینات تعادلی نشان داد که انجام تمرینات فال‌پروف می‌تواند موجب بهبود تعادل، سرعت راه رفتن و توانایی‌های شناختی افراد سالمندی با سابقه‌ی سکتة مغزی شود (۱۵). نتایج این مطالعه به‌نوعی با نتایج پژوهش صفری و همکاران در سال ۲۰۲۲ همسو بود (۱۱). با افزایش سن سیستم‌های عصبی عضلانی، عضلانی اسکلتی و حسی دچار ضعف و اختلال شده و در نهایت موجب بروز مشکل در حفظ قامت برای سالمندان می‌شوند از طرفی کاهش قدرت عضلانی که یکی از اجزای اصلی حفظ تعادل و توانایی راه رفتن است با سایر تغییرات فرسایشی که در این افراد به‌خصوص سالمندانی که دچار سکتة مغزی شده‌اند رخ می‌دهد دچار تحلیل می‌شود (۱۵). تمریناتی چندوجهی مثل تمرینات فال‌پروف می‌تواند باعث افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی در افراد سالمند شود که متعاقب آن می‌تواند منجر به بهبود تعادل و عملکرد آن‌ها در طی راه رفتن شود که دلایل احتمالی این امر می‌تواند ناشی از افزایش ایمپالس‌های عصبی واحدهای حرکتی و هورمون‌های آنابولیکی باشد (۱۵). این تمرینات همچنین می‌تواند باعث سازگاری عصبی عضلانی و بهبود گردش جریان خون عضلانی شود که در نهایت به افزایش عملکرد

ذوالاكتاف در سال ۲۰۲۱ همسو بود (۲۲). طبق مطالعه‌های صورت گرفته در این زمینه، تمرینات عصبی-عضلانی در نهایت می‌تواند منجر به بهبود دامنه حرکتی، افزایش قدرت عضلانی، تعادل و به تبع آن موجب حفظ پاسچر شود که این امر می‌تواند در کاهش میزان سقوط افراد سالمند نقش مهمی را ایفا کند. بهبود دامنه حرکتی و به دنبال آن بهبود الگوی گام‌برداری می‌تواند مربوط به دو سازوکار نوروفیزیولوژیکی و بیومکانیکی باشد و این فرایند ممکن است از طریق افزایش سازگاری در تحمل کشش عضله و یا کاهش سفتی تاندون-عضله رخ دهد (۳۲). در همین راستا Ballesteros و همکاران در سال ۲۰۲۰ مکانیسم احتمالی اثر بخشی این تمرینات را این‌گونه بیان کرده‌اند که تمرینات عصبی-عضلانی از طریق بهبود و افزایش کارایی سیستم‌های عصبی و عضلانی شرکت‌کنندگان می‌تواند موجب بهبود در تعادل و قدرت شود که به دنبال آن خطر سقوط کاهش می‌یابد (۳۳). یافته‌های مربوط به تمرینات ترکیبی نشان داد که انجام تمرینات ترکیبی شامل تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی به مدت ۸ هفته موجب بهبود تعادل ایستای سالمندان می‌شود (۱۱). طبق نظریه سیستم‌ها، سیستم عصبی مرکزی از اطلاعات سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی عمقی (شامل حس وضعیت مفاصل و حس محیطی)، از وضعیت مرکز ثقل بدن نسبت به جاذبه و شرایط سطح اتکا آگاه شده و پاسخ مناسبی را نسبت به آن‌ها به‌صورت الگوی حرکتی از پیش برنامه‌ریزی شده، به‌وجود می‌آورد با توجه به این مساله و همچنین تاثیر ورزش و تمرینات ورزشی بر بهبود هرکدام از این سیستم‌ها این موضوع منطقی به‌نظر می‌رسد که تمرینات ترکیبی هوازی و تعادلی باعث بهبود تعادل در سالمندان شود (۱۱). انجام این نوع تمرینات می‌تواند موجب حفظ و بهبود عملکرد صحیح دستگاه اسکلتی عضلانی اعم از دامنه حرکتی مفاصل، انعطاف‌پذیری ستون فقرات، ارتباطات بیومکانیک بین عضلات، غدد، بافت‌ها و ارکان حیاتی موثر شود. همچنین نشان داده شده که انجام این تمرینات می‌تواند روند پیرشدن افراد را کند کرده و توانایی مقاومت در

بیشتر بر سیستم‌های عصبی عضلانی بیان کرد (۲۶). یافته‌های مطالعه مربوط به مقایسه تمرینات چرخشی با تمرینات تعادلی نیز نشان داد که انجام این تمرینات می‌تواند موجب بهبود تعادل ایستا، پویا، عملکردی و همچنین تحرک سالمندان شود (۲۷). تمرینات چرخشی در مقایسه با تعادلی تاثیر بیشتری بر تعادل عملکردی و تحرک گذاشته است که با نتایج مطالعه Bang و همکاران در سال ۲۰۱۹ همسو می‌باشد (۳۶). تمرینات چرخشی در مقایسه با تمرینات معمول می‌توانند بیشتر اجزای حسی-حرکتی را درگیر کنند و با تغییر جهتی که در محدوده‌ای کم رخ می‌دهد، حرکات متناوب هر دو اندام تحتانی، حرکات در مفصل مچ پا و انتقال وزن را بهبود می‌بخشد (۲۷).

یافته‌های تمرینات مقامتی نشان داد که انجام این تمرینات می‌تواند موجب بهبود تعادل ایستا و پویا، کاهش خطر سقوط و افزایش کیفیت زندگی افراد سالمند شود (۱۴،۲۸). نتایج این مطالعات با پژوهش اصلانی و همکاران در سال ۲۰۱۹ همسو بود (۳۷). لازم به ذکر است که مرحله سالمندی با کاهش قدرت عضلانی به ویژه در اندام تحتانی رو به رو است که این امر می‌تواند منجر به قرارگیری مرکز ثقل در مقابل یا جلوی مفصل مچ پا می‌شود و از این رو می‌تواند سبب ایجاد اختلال در تعادل و در نهایت موجب افتادن این افراد شود بنابراین بهبود قدرت عضلانی می‌تواند باعث برگشت مرکز ثقل به مفصل مچ پا شود و باعث افزایش تعادل شود (۲۸). بر همین اساس یکی از عوامل بهبود تعادل پس از انجام تمرینات مقاومتی در سالمندان می‌تواند تقویت عضلات بدن به خصوص عضلات اندام تحتانی باشد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم بررسی تاثیر تمرینات توانبخشی بر روی سالمندان زن و مرد (هم‌زمان)، اثرات آنی و بلندمدت تمرینات توانبخشی و عدم بررسی ابزارهای حمایتی (کفی، کفش، ارتز، گوه و...) که می‌تواند بر بیومکانیک حرکات انتقالی سالمندان موثر باشد اشاره کرد. لذا پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آینده تاثیر آنی و بلندمدت تمرینات توانبخشی بر روی هر دو جنس صورت گیرد.

ختم شود (۱۵). در همین راستا یکی از مطالعات ذکر شده در بخش تمرینات تعادلی به مقایسه تمرینات فال‌پروف و اوتاگو پرداخته است که یافته‌های این مطالعه حاکی از بهبود تعادل حس عمقی مچ پا و ترس از سقوط در هر دو گروه تمرینی بود و برای تمرینات اوتاگو بهبود بیشتری گزارش شد (۲۴). از دلایل تاثیر بیشتر تمرین اوتاگو نسبت به تمرین فال‌پروف می‌توان به تنوع تمرین در برنامه تمرینی اوتاگو نسبت به برنامه تمرینی فال‌پروف و نیز احتمال درگیری بیشتر سنسورهای کف پای در تمرینات اوتاگو اشاره کرد (۲۴). همچنین از سازگاری که موجب بهبود کیفیت راه رفتن بعد از انجام تمرینات تعادلی می‌شود می‌توان به تقویت عضلات فلکسوری و اکستنسوری و نیز افزایش دامنه حرکتی اشاره کرد که این امر می‌تواند سرعت راه رفتن در سالمندان را بهبود بخشد (۲۴). از مطالعات ناهمسو با تحقیق ذکر شده می‌توان به مطالعه Kerrigan و همکاران در سال ۲۰۰۳ که بیان کردند انجام ۱۲ هفته تمرینات ورزشی منجر به کاهش سرعت راه رفتن در سالمندان می‌شود که از دلایل این ناهمسویی می‌توان به کمتر بودن جلسات تمرینی و غیر اختصاصی بودن این تمرینات اشاره کرد (۳۴). یافته‌های یک مطالعه مربوط به انجام تمرینات فرانکل نشان داد انجام یک دوره تمرینات فرانکل می‌تواند اثر مثبتی بر هماهنگی، تعادل ایستا، پویا و عملکردی سالمندان بگذارد؛ انجام این تمرینات می‌تواند از طریق بهبود و تسهیل ورودی‌های هر یک از سیستم‌ها (بینایی، دهلیزی و حسی پیکری) و حتی دو یا سه سیستم به طور همزمان موجب حفظ تعادل در فرد شود (۲۶). افزایش حس عمقی کف پا و کاهش تغییر پذیری در به کارگیری واحدهای حرکتی و نیز بهبود هم‌زمانی واحدهای حرکتی می‌تواند از دلایل بهبود تعادل پس از انجام این تمرینات باشد (۳۵). از دیگر سازوکارهای احتمالی افزایش هماهنگی و تعادل در اثر این تمرینات می‌توان عوامل متعددی را مانند افزایش قدرت عضلات تحتانی شرکت‌کنندگان، تسهیل در به کارگیری واحدهای حرکتی تندانقباض و بزرگ، بهبود هماهنگی عضلات و اعمال نیروی

### سپاس‌گزاری

با توجه به آن که در مواردی امکان دسترسی به فایل کامل مقالات نبود، لذا از پژوهشگرانی که فایل کامل مقاله خود را در اختیار ما گذاشتند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

حامی مالی: ندارد.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

### مشارکت نویسندگان

کلیه نویسندگان در ایده، نگارش و ویرایش مقاله مشارکت داشتند.

### نتیجه‌گیری

مطالعه مروی حاضر، با رویکرد تأثیر تمرینات توانبخشی بر بیومکانیک حرکات انتقالی سالمندان نشان داد که تمرینات توانبخشی می‌تواند اثرات سومندی برای سالمند به همراه داشته باشد. به نظر می‌رسد که انجام طولانی‌مدت تمرینات ترکیبی که در آن دو یا چند تمرین توانبخشی با یکدیگر ترکیب شده‌اند اثرات سودمندتری داشته باشد و هم‌چنین انجام انجام تمرینات توانبخشی درون آب برای سالمندانی که آسیبی در ناحیه کمر و یا اندام تحتانی دارند می‌تواند موثرتر از روش‌های دیگر باشد.

### References:

- 1-Harper S. *The Challenges of Twenty-First-Century Demography*. Challenges of Aging: Pensions, Retirement and Generational Justice: Springer; 2015: 17-29.
- 2-Saadat B, Sheikh M. *The Effectiveness of Neurofeedback Training and Exercise Environmental Affordances on Static and Dynamic Balance and the Fear of Falling in the Elderly*. Aging Psychology 2023; 9(1): 88-79. [Persian]
- 3-Nations U. *Department of Economic and Social Affairs. Population Division. World Population Prospects: the 2017 Revision: Key Findings and Advance Tables*. Working Paper. 2017.
- 4-Raeisi Z, Yasavoli Sharahi M. *Effect of Eight Weeks of Home-Based Supervised Fallproof Exercises on Balance, Quality of Life, and Fear of Falling in the Elderly: A Randomized Controlled Clinical Trial*. Journal for Research in Sport Rehabilitation 2021; 9(17): 21-33. [Persian]
- 5-Arghavani H, Zolaktaf V, Lenjannejadian S. *The Effect of an 8-Week Exercise Program Focused on Anticipatory Postural Adjustments on Postural Control and Motor Function in the Elderly*. Iranian Journal of Ageing 2020; 15(2): 236-45. [Persian]
- 6-Rahmatollahi M, Valizadehorang A, Bahram ME, Jafarnezhadgero A. *Effect of 12 Weeks TRX on Irisin and Chemerin Levels, Fat Percentage, and Body Weight in Older Men: A Clinical Trial*. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2023; 12(3): 472-85. [Persian]
- 7-Dehghani M, Mokhtari Malek Abadi A, Jafarnezhadgero AA. *Effect of Knee Brace on the Electric Activity of Selected Lower Limb Muscles during Walking in Older Adults*. The Scientific Journal

- of Rehabilitation Medicine 2022; 11(1): 14-27. [Persian]
- 8-Rahimi J, Ardakani K, Mohammad, Azimkhani, Amin. *The Effect of Neuromuscular Exercises on Balance, Strength and Aerobic Endurance of Elderly Men with a History of Falls*. Journal for Research in Sport Rehabilitation 2022; 10(19): 125-41. [Persian]
- 9-Behzadinezhad H, Moslehi M, Behboodi M, Khatami M, Mirpour SS, Sarhadi M. *The Effect of Water Exercise on Static and Dynamic Balance of Injured Elderly Athletes*. RJMS 2023; 29(12): 240-50. [Persian]
- 10- Akhlaghi Dadgar S, Azadian E, Majlesi M. *The Effect of Dual Motor-Cognitive Task Training on Inter-Join Coordination During Walking in Elderly with Balance Impairment*. Journal of Gerontology 2022; 6(4): 1-14.
- 11-Safari E, Sokhanguel Y, Fatahi A. *Effect of a Combined Exercise Program on Balance and Respiratory Fitness of Active Older Men*. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2022; 11(5): 822-34. [Persian]
- 12-Hess JA, Woollacott M. *Effect of High-Intensity Strength-Training on Functional Measures of Balance Ability in Balance-Impaired Older Adults*. J Manipulative Physiol Ther 2005; 28(8): 582-90.
- 13-GHAdimi S, GHAdimi A, Piri E, Jafarnezhadgero A. *A Review on Effect of Various Exercise Protocols and the Use of Support Tools on Transitional Movements' Mechanics in the Older Adults with Knee Osteoarthritis*. Studies in Sport Medicine 2023; 15(37): 57-74. [Persian]
- 14-Karami S, Rajabi H. *The Effect of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors of the Older Adults Residents of a Nursing Home in Kahrizak*. Salmand: Iranian Journal of Ageing 2024; 19(3): 382-97.[Persian]
- 15-Tafti FA, Shahi MRS, Masuleh SA, nezhad HM. *The Effect of Fall-Proof Exercises on Balance, Walking Speed, Cognitive Abilities in Elderly People with Stroke*. Journal of Applied Exercise Physiology 2022; 18(35): 113-25.
- 16-Golubić A, Šarabon N, Marković G. *Association between Trunk Muscle Strength and Static Balance in Older Women*. J Women Aging 2021; 33(3): 288-97. [Persian]
- 17-Mohammadi V, Letafatkar A, Jafarnezhadgero AA. *Effects of Core Stability Training on Kinematic and Kinetic Variables in Patients with Chronic Low Back Pain*. Physical Treatments 2023; 13(1): 55-66.
- 18-Downs SH, Black N. *The Feasibility of Creating a Checklist for the Assessment of the Methodological Quality both of Randomised and Non-Randomised Studies of Health Care Interventions*. J Epidemiol Community Health 1998; 52(6): 377-84.
- 19-Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Seyedjafari E. *Assessment and Comparison the Effect of Exercise in Different Depth of Water on Postural Stability and Balance Recovery Strategies of Older People: A Clinical Trial*. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2023; 11(6): 1002-15. [Persian]

- 20-Shafiee A, Daneshjoo A, Sahebozamani M. *The Effect of Eight Weeks of Water Training on Postural Control and Balance Recovery Strategies in 60-70 Years Old Elderly Men*. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2022; 10(6): 1326-37. [Persian]
- 21-Hoseini MR, Sadeghi H, Taghva M. *Impact of Dry, Wet & Combination Endurance Training on Selected Biomechanical Variables at The Voluntary Gait in Men Aged 60-75*. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2021; 10(5): 1080-93. [Persian]
- 22-Safari H, Zolaktaf V. *Effects of Eight Weeks of Dynamic Neuromuscular Stabilization Exercises on the Balance of Older Men*. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2023; 11(6): 978-87. [Persian]
- 23-Ghaderian M, Ghasemi G A, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. *Effects of Combined Exercise on Stair Climbing Performance in Elderly Men: A Randomized Controlled Trial*. Salmand: Iranian Journal of Ageing 2023; 18(3): 304-25. [Persian]
- 24-Alitabar A, Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Shabani M. *Comparison of the Effect of Otago and Fall Proof Training Programs on Balance, Ankle Proprioception and Fear of Falling in Elderly Men with a History of Falling*. Studies in Sport Medicine 2023; 15(36): 123-46. [Persian]
- 25-Mahjur M, Norasteh Aa. *Comparison of Specific and Comprehensive Balance Exercises at Home Based on the Balance Performance of Elderly Men*. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention 2021; 6(2): 77-90. [Persian]
- 26-Ghadiri E, Golpayegani M, Shahrjerdi S, Ramezani S. *The Effect of a Frankel Training Course on the Coordination and Balance of Older Men*. Joge 2021; 5(4): 25-33. [Persian]
- 27-Ghaderiyan M, Ghasemi G, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. *The Effect of Turning Training in Comparison with Balance Training on Balance Performance, Mobility, Turning and Fear of Falling in Older Adults*. Studies in Sport Medicine 2022; 14(32): 43-76. [Persian]
- 28-Bahram M E, Afroundeh R, Pourvagher MJ. *The Effect of 12 Weeks of Training with Total Body Resistance on Static and Dynamic Balance in Older Men*. IJRN 2020; 6(4): 30-8. [Persian]
- 29-Yalfani A, Gholifar M S, Z R, A AK. *The Effect of Virtual Reality Training on Pain and Postural Control in Elderly Men with Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Double-Blind Randomized Clinical Trial*. J Back Musculoskelet Rehabil 2024; 37(3): 761-70. [Persian]
- 30-Manafi S, Shemshaki A, Minasian V. *The Effect of 12-Week Multicomponent Exercises (VIVIFRIL) on Balance Flexibility and Functional Capacity of the Elders with Frailty Syndrome*. Research in Medicine 2024; 48(1): 18-27. [Persian]
- 31-Madadi-Shad M, Jafarnezhadgero AA, Sheikhalizade H, Dionisio VC. *Effect of a Corrective Exercise Program on Gait Kinetics and Muscle Activities in Older Adults with Both Low Back Pain and Pronated Feet: A Double-Blind, Randomized Controlled Trial*. Gait Posture 2020; 76: 339-45.

- 32-Mehr SMA, Mousavi SH, Jafarnezhadgero A. *The Effect of a Selected Exercise Protocol on Trunk and Lower Limb Muscle Activity of Older Adults with Both Low Back Pain and Pronated Feet During Walking*. Sport Sciences and Health Research 2021; 14(1): 129-40. [Persian]
- 33-Ballesteros J-M, Struijk EA, Rodríguez-Artalejo F, López-García E. *Mediterranean Diet and Risk of Falling in Community-Dwelling Older Adults*. Clin Nutr 2020; 39(1): 276-81.
- 34-Kerrigan DC, Xenopoulos-Oddsson A, Sullivan MJ, Lelas JJ, Riley PO. *Effect of a Hip Flexor [Ndash] Stretching Program on Gait in the Elderly*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2003; 84(1): 1-6.
- 35-Benedetti TRB, Rech CR, Konrad LM, Almeida FA, Brito FA, Chodzko-Zajko W, Schwingel A. *Rethinking Physical Activity Programs for Older Brazilians and the Role of Public Health Centers: A Randomized Controlled Trial Using the RE-AIM Model*. Front Public Health 2020; 8: 48.
- 36-Bang DH, Jeong WM. *The Effects of Walking and Turning and Treadmill Training on Postural Balance and Walking in People with Parkinson's Disease*. PNF and Movement 2019; 17(2): 189-97.
- 37-Aslani M, Kalantariyan M, Minoonejad H. *Effect of Functional Training with TRX on the Balance of Middle-Aged Men*. J Rehab Med 2018; 7(4): 80-9. [Persian]

## Effects of Rehabilitation Exercises on the Mechanics of Transitional Movements in the Elderly: A Systematic Review

Mahdi Ebrahimpour<sup>1</sup>, Ebrahim Piri<sup>2</sup>, AmirAli Jafarnezhadgero<sup>†3</sup>

### Review Article

**Introduction:** The elderly population faces numerous challenges threatening their quality of life, autonomy, and mobility. Therefore, it is essential to implement activities that address and enhance these issues. This study aimed to examine the effects of rehabilitation exercises on the mechanics of transitional movements among the elderly.

**Methods:** The present study was a systematic review. Articles in Persian and English were searched from December 2020 to May 2024. The study examined the effects of various rehabilitation exercises on the biomechanics of transfer movements in elderly individuals. Specialized databases, including Magiran SID, Scopus, PubMed, ISC, WOS, and Google Scholar were utilized for the review. Initially, 74 relevant articles were selected, and ultimately, 21 articles related to different types of rehabilitation exercises for the elderly were analyzed based on inclusion and exclusion criteria.

**Results:** The results showed that a variety of rehabilitation exercises can effectively enhance the reduction of peak ground reaction forces during transitional movements. Additionally, it was observed neuromuscular exercises improved the balance index. Conversely, resistance exercises improved both static and dynamic balance and reduced the risk of falling among the elderly.

**Conclusion:** Prolonged participation in combined exercises, which merge two or more rehabilitation exercises, might yield more beneficial results. However, further research is needed to determine the best type and intensity of exercise for improving the biomechanics of transfer movements in the elderly.

**Keywords:** Elderly, Rehabilitation Exercises, Corrective Exercises, Transitional Movement.

**Citation:** Ebrahimpour E, Piri E, Jafarnezhadgero A.A. **Effects of Rehabilitation Exercises on the Mechanics of Transitional Movements in the Elderly: A Systematic Review.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2025; 33(2): 8649-66.

<sup>1</sup>Department of Sport Injuries & Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

<sup>2</sup>Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

<sup>3</sup>Department of Sports Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

\*Corresponding author: Tel: 09105146214, email: amiralijafarnezhad@gmail.com