

بررسی ارتباط عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی اندام تحتانی با شاخص‌های عملکرد حرکتی در سالمندان: یک مطالعه مقطعی

زهرا نصیری^۱، سمیرا غلامیان^۲، امیر لطافتکار^۳، مهدی حسین‌زاده^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: افت عملکرد حرکتی از عوامل مهم کاهش استقلال سالمندان است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی ارتباط عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی اندام تحتانی با عملکرد حرکتی و محدودیت‌های عملکردی در سالمندان بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، ۶۷ سالمند زن و مرد (با میانگین سنی $71/01 \pm 4/80$ سال) از آسایشگاه خیریه کهریزک (مرکز نگهداری، آموزش و توانبخشی معلولان و سالمندان) در شهر تهران به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. قدرت عضلانی با استفاده از داینامومتر دستی و دامنه حرکتی مفصل با گونیامتر اندازه‌گیری و شاخص‌های عدم تقارن محاسبه گردید. عملکرد حرکتی با آزمون زمان برخاستن و رفتن (TUG یا Timed Up and Go)، آزمون ۱۰ متر راه رفتن (10-Meter Walk Test یا MWT)، آزمون خطاهای تعادل و آزمون عملکرد حرکتی Tinetti (Performance-Oriented Mobility Assessment) یا POMA ارزیابی شد. زمین خوردن و محدودیت‌های عملکردی نیز به ترتیب با پرسش‌نامه تعداد دفعات زمین خوردن و ابزارهای فعالیت‌های روزمره زندگی پایه و ابزاری بررسی شدند. ارتباط متغیرها با استفاده از ضرایب همبستگی Pearson و Spearman در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: عدم تقارن قدرت عضلانی با شاخص‌های عملکرد حرکتی و محدودیت‌های عملکردی ارتباط معنی‌داری نداشت ($P > 0/050$). همچنین، بیشتر شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی با پیامدهای عملکردی ارتباط معنی‌داری را نشان نداد. با این حال، ارتباط معنی‌داری بین عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با سرعت راه رفتن ($r = -0/668$ ، $P = 0/001$)، تعداد دفعات زمین خوردن ($r = 0/606$ ، $P = 0/001$)، تعادل ایستا ($r = 0/285$ ، $P = 0/019$) و تعادل پویا ($r = -0/424$ ، $P = 0/001$) مشاهده گردید. همچنین، عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران با سرعت راه رفتن ($r = 0/268$ ، $P = 0/029$) و محدودیت‌های عملکردی ($r = 0/338$ ، $P = 0/038$) مرتبط بود.

نتیجه‌گیری: عدم تقارن قدرت عضلانی با شاخص‌های عملکردی مورد بررسی ارتباط معنی‌داری نداشت؛ در حالی که عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن و اکستنشن مفصل ران با برخی شاخص‌های عملکردی مرتبط بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اهمیت عملکردی عدم تقارن اندام تحتانی ممکن است بر اساس نوع حرکت مفصل متفاوت باشد.

کلیدواژه‌ها: سالمندان؛ اندام تحتانی؛ قدرت عضلانی؛ دامنه حرکتی مفصل؛ عملکرد حرکتی؛ توانبخشی

ارجاع: نصیری زهرا، غلامیان سمیرا، لطافتکار امیر، حسین‌زاده مهدی. بررسی ارتباط عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی اندام تحتانی با شاخص‌های عملکرد حرکتی در سالمندان: یک مطالعه مقطعی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۵؛ ۲۲.

تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۳/۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۲/۵

- ۱- کارشناس ارشد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
 - ۲- استادیار، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
 - ۳- دانشیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
- نویسنده مسؤول: مهدی حسین‌زاده؛ استادیار، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

Email: mhd7343@gmail.com

مقدمه

افزایش امید به زندگی و رشد جمعیت سالمندان، حفظ عملکرد و استقلال فردی را به یکی از اولویتهای اصلی نظامهای سلامت و خدمات توانبخشی تبدیل کرده است. سالمندی با تغییرات تدریجی در سیستمهای عصبی، عضلانی و اسکلتی همراه است که می تواند موجب کاهش قدرت عضلانی، محدودیت دامنه حرکتی، اختلال در کنترل پاسچر و کاهش ظرفیت انجام فعالیت های روزمره شود (۱، ۲). این تغییرات در نهایت با کاهش سرعت راه رفتن، اختلال در تعادل، افزایش خطر زمین خوردن و وابستگی عملکردی همراه است و کیفیت زندگی سالمندان را تحت تأثیر قرار می دهد (۳، ۴). از این رو، یکی از اهداف اساسی توانبخشی سالمندان، شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد حرکتی و طراحی مداخلات مؤثر برای حفظ استقلال عملکردی، پیشگیری از ناتوانی و ارتقای مشارکت اجتماعی آنان است (۵).

عملکرد حرکتی سالمندان یک پدیده چند بعدی و حاصل تعامل پیچیده سیستمهای عصبی، عضلانی، اسکلتی، حسی و شناختی است و اغلب با شاخصهایی مانند سرعت راه رفتن، تعادل، تحرک عملکردی و توانایی انجام فعالیت های روزمره ارزیابی می شود (۶). در سال های اخیر، متخصصان توانبخشی علاوه بر ارزیابی شاخص های سنتی مانند قدرت عضلانی و دامنه حرکتی، به بررسی تقارن عملکرد اندام های تحتانی نیز توجه ویژه ای نشان داده اند؛ چرا که عملکرد هماهنگ دو اندام تحتانی برای حفظ تعادل، انتقال ایمن وزن، کنترل مرکز جرم و اجرای الگوی طبیعی راه رفتن ضروری است (۷).

عدم تقارن اندام های تحتانی به اختلاف عملکردی بین اندام راست و چپ در ویژگی هایی مانند قدرت عضلانی، دامنه حرکتی، کنترل عصبی-عضلانی یا الگوهای حرکتی اطلاق می شود. افزایش این عدم تقارن ممکن است موجب تغییر در الگوی راه رفتن، افزایش بار مکانیکی وارد بر یک اندام، کاهش پایداری حرکتی و افزایش خطر سقوط شود (۸، ۹). به همین دلیل، برخی پژوهشگران عدم تقارن را به عنوان یکی از شاخص های بالقوه ارزیابی عملکرد و برنامه ریزی مداخلات توانبخشی مطرح کرده اند و معتقدند که اندازه گیری آن می تواند اطلاعاتی فراتر از ارزیابی صرف قدرت یا دامنه حرکتی را در اختیار درمانگران قرار دهد (۱۰).

با وجود این، شواهد موجود درباره ارتباط عدم تقارن اندام های تحتانی با عملکرد حرکتی سالمندان همچنان متناقض است. برخی مطالعات گزارش کرده اند که افزایش عدم تقارن قدرت عضلانی یا دامنه حرکتی با کاهش سرعت راه رفتن، اختلال در تعادل و افزایش خطر زمین خوردن همراه است (۱۱، ۱۲). در مقابل، تحقیقات دیگر ارتباط معنی داری بین عدم تقارن و شاخص های عملکردی مشاهده نکردند و دریافتند که سالمندان به ویژه افراد سالم و جامعه پایه، می توانند از طریق ساز و کارهای جبرانی عصبی-عضلانی و تغییر راهبردهای کنترل حرکتی، عملکرد خود را با وجود درجانی از عدم تقارن حفظ کنند (۱۳، ۱۴). این ناهمگونی نتایج نشان می دهد که تأثیر عدم تقارن بر عملکرد حرکتی احتمالاً به عواملی مانند نوع شاخص اندازه گیری شده، مفصل مورد بررسی، ویژگی های نمونه، سطح فعالیت بدنی و روش های ارزیابی وابسته است.

از سوی دیگر، مرور پژوهش ها نشان می دهد که بیشتر مطالعات پیشین بر عدم تقارن قدرت عضلانی، گشتاور ایزوکینتیک یا شاخص های راه رفتن تمرکز داشته اند و نقش عدم تقارن دامنه حرکتی مفصل به ویژه در اندام تحتانی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، اغلب این تحقیقات تنها یک یا دو پیامد

عملکردی مانند سرعت راه رفتن یا تعادل را بررسی کرده اند و کمتر پژوهشی ارتباط همزمان عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی را با مجموعه ای از شاخص های عملکردی شامل سرعت راه رفتن، تعادل ایستا، تعادل پویا، سابقه زمین خوردن و محدودیت های عملکردی ارزیابی کرده است (۱۴-۱۰). در نتیجه، هنوز مشخص نیست که کدام یک از شاخص های عدم تقارن می توانند ارزش بیشتری در ارزیابی عملکرد سالمندان و تصمیم گیری های توانبخشی داشته باشند. با توجه به این خلأ پژوهشی، بررسی همزمان عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی در ارتباط با ابعاد مختلف عملکرد حرکتی می تواند درک جامع تری از عوامل مرتبط با افت عملکرد سالمندان فراهم کند و به انتخاب شاخص های مناسب تر برای ارزیابی و برنامه ریزی مداخلات توانبخشی کمک نماید. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی ارتباط شاخص های عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی اندام تحتانی با شاخص های عملکرد حرکتی شامل سرعت راه رفتن، تعادل ایستا، تعادل پویا، سابقه زمین خوردن و محدودیت های عملکردی در سالمندان بود.

مواد و روش ها

طرح پژوهش و شرکت کنندگان: این مطالعه از نوع مقطعی بود که با هدف بررسی ارتباط بین شاخص های عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی اندام تحتانی با شاخص های عملکرد حرکتی و محدودیت های عملکردی در سالمندان انجام شد. جامعه مورد بررسی شامل سالمندان زن و مرد ساکن آسایشگاه خیریه کهریزک (مرکز نگهداری، آموزش و توانبخشی سالمندان و معلولان) در شهر تهران بود. ۶۷ سالمند زن و مرد (میانگین سنی $71/0 \pm 4/80$ سال) در تحقیق شرکت کردند. نمونه ها به روش در دسترس انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G*Power (University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) بر اساس آزمون همبستگی Pearson و با در نظر گرفتن اندازه اثر مورد انتظار، توان آزمون ۸۰ درصد و سطح معنی داری ۰/۰۵ محاسبه شد. پژوهش حاضر پس از دریافت تأییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی انجام شد. تمامی شرکت کنندگان پیش از ورود به مطالعه، پس از دریافت توضیحات لازم درباره اهداف و مراحل تحقیق، فرم رضایت نامه آگاهانه را تکمیل کردند. اطلاعات فردی شرکت کنندگان محرمانه باقی ماند و تمامی مراحل پژوهش مطابق با اصول اخلاقی انجام گرفت. معیارهای ورود به مطالعه شامل سن ۶۰ سال و بالاتر، توانایی راه رفتن مستقل بدون استفاده از وسایل کمکی، توانایی درک و اجرای دستورالعمل های آزمون های ارزیابی عملکرد حرکتی و ارایه رضایت آگاهانه برای شرکت در تحقیق بود. این معیارها با توجه به پژوهش های انجام شده در زمینه ارزیابی راه رفتن، تعادل و عدم تقارن اندام تحتانی در سالمندان تعیین گردید (۸، ۱۵). همچنین، افرادی که سابقه جراحی اندام تحتانی یا جراحی ارتوپدی طی شش ماه پیش از ورود به مطالعه، آسیب حاد عضلانی-اسکلتی طی شش ماه گذشته یا بیماری های عصبی مؤثر بر حرکت از جمله پارکینسون یا سکته مغزی داشتند، از تحقیق خارج شدند. علاوه بر این، افرادی که به هر دلیل قادر به تکمیل آزمون های عملکردی یا همکاری کافی در فرایند ارزیابی نبودند، از مطالعه خارج شدند (۸، ۱۵).

ارزیابی متغیرها

آزمون زمان برخاستن و رفتن (Timed Up and Go یا TUG): به منظور ارزیابی تحرک عملکردی، از آزمون TUG استفاده شد. این آزمون به عنوان یک

پوند را داشت. در هر آزمون، شرکت کنندگان حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی خود را به مدت ۵ ثانیه در برابر مقاومت اعمال شده توسط دستگاه اجرا کردند. برای هر گروه عضلانی سه تکرار انجام گردید و فاصله استراحت ۲ دقیقه‌ای بین تکرارها به منظور کاهش اثر خستگی عضلانی در نظر گرفته شد. پیش از آزمون، یک مرحله آشنایی برای تمامی شرکت کنندگان انجام شد. میانگین سه تکرار به عنوان مقدار نهایی هر گروه عضلانی برای تحلیل آماری استفاده شد.

ارزیابی دامنه حرکتی: دامنه حرکتی فعال مفاصل اندام تحتانی با استفاده از گونیامتر استاندارد اندازه‌گیری شد. پایایی و روایی این ابزار در ارزیابی دامنه حرکتی مفاصل تأیید شده است (۲۹، ۲۸). اندازه‌گیری بر اساس دستورالعمل استاندارد، با قرارگیری گونیامتر بر روی محور حرکتی مفصل و بازوهای آن در امتداد قطعات استخوانی مرتبط انجام شد. آزمودنی حداکثر دامنه حرکتی فعال خود را در هر حرکت اجرا کرد. هر حرکت دو بار تکرار شد و میانگین دو اندازه‌گیری به عنوان مقدار نهایی برای تحلیل آماری در نظر گرفته شد.

ارزیابی عدم تقارن: شاخص عدم تقارن برای قدرت عضلانی و دامنه حرکتی محاسبه شد. در این شاخص، اختلاف بین اندام قوی‌تر و ضعیف‌تر نسبت به مقدار اندام قوی‌تر به صورت درصدی بیان گردید. مقدار صفر درصد نشان دهنده تقارن کامل بین دو اندام بود (۳۰).

از آزمون Kolmogorov-Smirnov به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. متغیرهای کمی دارای توزیع نرمال به صورت میانگین و انحراف معیار و متغیرهای غیر نرمال به صورت میانه و دامنه بین چارکی گزارش شد. همچنین، متغیرهای کیفی به صورت تعداد و درصد ارایه گردید. جهت بررسی ارتباط بین شاخص‌های عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی اندام تحتانی با متغیرهای عملکردی، با توجه به نوع توزیع داده‌ها از آزمون همبستگی Pearson برای متغیرهای دارای توزیع نرمال و آزمون همبستگی Spearman برای متغیرهای دارای توزیع غیر نرمال استفاده شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و تن‌سنجی شرکت کنندگان شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و طول اندام تحتانی در جدول ۱ ارایه شده است. نتایج نشان دهنده ویژگی‌های پایه افراد شرکت کننده در مطالعه می‌باشد.

جدول ۱. آمار توصیفی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گروه نمونه (۶۷ نفر)

شاخص	میانگین $\pm$ انحراف معیار
سن (سال)	21.01 ± 4.80
قد (متر)	1.68 ± 0.06
وزن (کیلوگرم)	66.20 ± 5.04
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	23.50 ± 2.75
طول اندام تحتانی (سانتی‌متر)	89.96 ± 3.36

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد. متغیرهایی که دارای توزیع نرمال بودند، با آزمون‌های پارامتریک و متغیرهای دارای توزیع غیر نرمال با آزمون‌های ناپارامتریک تحلیل شدند.

ابزار معتبر و پایا جهت ارزیابی تحرک عملکردی در سالمندان شناخته می‌شود (۱۶، ۱۷). در این آزمون، شرکت کنندگان از وضعیت نشسته روی صندلی استاندارد با ارتفاع تقریبی ۴۵ سانتی‌متر و بدون دسته شروع کردند و مسافت ۳ متر را طی کردند، بازگشتند و مجدد روی صندلی می‌نشستند. از آزمودنی‌ها درخواست گردید آزمون را با حداکثر سرعت ایمن و بدون دویدن انجام دهند. زمان کل اجرای آزمون بر حسب ثانیه ثبت شد.

آزمون ۱۰ متر راه رفتن (10-Meter Walk Test یا MWT): برای ارزیابی سرعت راه رفتن، از این آزمون استفاده شد. این آزمون به عنوان یک ابزار معتبر و پایا برای سنجش عملکرد راه رفتن در سالمندان شناخته می‌شود (۱۹، ۱۸). بدین ترتیب، شرکت کنندگان مسیر مستقیم ۱۰ متری را با حداکثر سرعت ایمن طی کردند. زمان اجرای آزمون ثبت و سرعت راه رفتن بر حسب متر بر ثانیه محاسبه گردید. هر آزمودنی دو بار آزمون را انجام داد و بهترین عملکرد برای تحلیل نهایی در نظر گرفته شد.

آزمون اندازه‌گیری خطاهای تعادل (Balance Error Scoring System یا BESS): برای ارزیابی تعادل ایستا و کنترل پاسچر، از آزمون BESS استفاده شد. این آزمون دارای روایی و پایایی قابل قبولی جهت ارزیابی کنترل پاسچر در جمعیت‌های مختلف می‌باشد (۲۱، ۲۰). آزمون شامل سه وضعیت ایستادن شامل دو پا در وضعیت کنار هم (Double-leg stance)، ایستادن پشت در پشت پا (Tandem stance) و ایستادن روی یک پا (Single-leg stance) بود که هر وضعیت بر روی سطح پایدار و سطح ناپایدار (فوم) و با چشمان باز و بسته انجام شد. هر وضعیت به مدت ۲۰ ثانیه حفظ گردید و تعداد خطاهای پاسچرال مشاهده شده در هر وضعیت ثبت و مجموع خطاها به عنوان نمره کل آزمون در نظر گرفته شد.

آزمون عملکرد حرکتی Tinetti (Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment یا POMA): به منظور ارزیابی تعادل پویا و عملکرد حرکتی مرتبط با خطر زمین خوردن، از آزمون POMA استفاده شد. این آزمون دارای روایی و پایایی مطلوبی برای ارزیابی تعادل، راه رفتن، عملکرد حرکتی و خطر زمین خوردن در سالمندان می‌باشد (۲۳، ۲۲). آزمون شامل ۱۶ آیتم می‌باشد که در دو بخش تعادل (۹ آیتم) و راه رفتن (۷ آیتم) سازماندهی شده است. هر آیتم بر اساس مقیاس سه درجه‌ای (صفر تا ۲) نمره‌دهی می‌شود و مجموع امتیاز آزمون بین صفر تا ۲۸ می‌باشد. امتیاز بالاتر نشان دهنده تعادل و عملکرد حرکتی بهتر و خطر کمتر زمین خوردن است.

پرسش‌نامه متغیرهای عملکردی: برای ارزیابی محدودیت‌های عملکردی، از یک پرسش‌نامه چند بعدی استفاده شد. این ابزار حوزه‌های مختلف عملکرد شامل فعالیت‌های اساسی زندگی روزمره، فعالیت‌های ابزاری، فعالیت‌های اجتماعی و اوقات فراغت، تحرک اندام تحتانی و فعالیت‌های فیزیکی عمومی را ارزیابی می‌کند. شرکت کنندگان میزان دشواری یا ناتوانی خود در انجام ۱۹ فعالیت عملکردی را بر اساس مقیاس سه درجه‌ای شامل «بدون دشواری، دارای دشواری و ناتوانی در انجام فعالیت» گزارش کردند. وجود محدودیت عملکردی بر اساس گزارش هر گونه دشواری یا ناتوانی در انجام حداقل یکی از فعالیت‌های مورد بررسی تعریف شد (۲۵، ۲۴).

ارزیابی قدرت عضلانی: قدرت عضلانی ایزومتریک اندام تحتانی با استفاده از دینامومتر دستی قابل حمل اندازه‌گیری گردید. پایایی و روایی دینامومتر دستی برای ارزیابی قدرت ایزومتریک عضلات در سالمندان مطالعات پیشین تأیید شده است (۲۶، ۲۷). دستگاه مورد استفاده قابلیت اندازه‌گیری نیروی عضلانی تا حداکثر ۳۰۰

جدول ۲. نتایج همبستگی Pearson برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و سرعت راه رفتن

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (متر بر ثانیه)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن قدرت دورسی فلکشن مچ پا	سرعت راه رفتن	۰/۱۲۶	۰/۰۱۵۸	۰/۳۱۱
شاخص عدم تقارن قدرت پلانتر فلکشن مچ پا	سرعت راه رفتن	۰/۱۱۵	۰/۰۱۳۲	۰/۳۵۲
شاخص عدم تقارن قدرت فلکشن زانو	سرعت راه رفتن	-۰/۰۳۹	۰/۰۰۱۵	۰/۷۵۳
شاخص عدم تقارن قدرت اکستنشن زانو	سرعت راه رفتن	۰/۱۱۲	۰/۰۱۲۵	۰/۳۶۸
شاخص عدم تقارن قدرت اداکشن ران	سرعت راه رفتن	-۰/۰۶۹	۰/۰۰۴۷	۰/۵۸۰
شاخص عدم تقارن قدرت همسترینگ ران	سرعت راه رفتن	۰/۰۳۰	۰/۰۰۰۹	۰/۸۰۷
شاخص عدم تقارن قدرت کوادریسپس ران	سرعت راه رفتن	۰/۱۰۰	۰/۰۱۰۰	۰/۴۲۰
شاخص عدم تقارن قدرت ابداکتورهای مفصل ران	سرعت راه رفتن	-۰/۱۰۱	۰/۰۱۰۲	۰/۴۱۴

متغیرهای تعادل ایستا، تعادل پویا و محدودیت‌های عملکردی که توزیع غیر نرمال داشتند، با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک مورد تحلیل قرار گرفتند. برای بررسی ارتباط بین شاخص‌های عدم تقارن قدرت عضلانی و دامنه حرکتی با متغیرهای عملکردی، از آزمون همبستگی Pearson یا Spearman بر اساس توزیع داده‌ها، استفاده شد. نتایج آزمون همبستگی Pearson نشان داد که بین شاخص‌های عدم تقارن قدرت عضلانی و سرعت راه رفتن ارتباط معنی‌داری وجود نداشت ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۲).

نتایج آزمون همبستگی Pearson نشان داد که بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن ران و سرعت راه رفتن، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت ($r = ۰/۲۶۸$, $P = ۰/۰۲۹$). همچنین، بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن ران و سرعت راه رفتن، رابطه منفی و معنی‌داری مشاهده شد ($r = -۰/۶۶۸$, $P = ۰/۰۰۱$). مقدار مجذور ضریب همبستگی نشان داد که بین $۷/۱۸$ و $۴۴/۶۲$ درصد از واریانس مشترک سرعت راه رفتن و شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی

اکستنشن و اداکشن ران مشاهده شد. همچنین، شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی دورسی فلکشن، پلانتر فلکشن، فلکشن زانو، اداکشن ران و فلکشن ران ارتباط معنی‌داری با سرعت راه رفتن وجود نداشت ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۳).

نتایج آزمون همبستگی Pearson نشان داد که بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و تعداد دفعات زمین خوردن ارتباط معنی‌داری وجود نداشت ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۴).

نتایج آزمون همبستگی Pearson نشان داد که بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن ران و زمین خوردن، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت ($r = ۰/۶۰۶$, $P = ۰/۰۰۱$). مقدار مجذور ضریب همبستگی نشان داد که این رابطه دارای $۳۶/۷۲$ درصد واریانس مشترک با تعداد دفعات زمین خوردن بود. در مقابل، بین سایر شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی شامل دورسی فلکشن، پلانتر فلکشن، فلکشن زانو، اداکشن ران، فلکشن ران و اکستنشن ران با زمین خوردن، رابطه معنی‌داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۵).

جدول ۳. نتایج همبستگی Pearson برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی و سرعت راه رفتن

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (متر بر ثانیه)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	سرعت راه رفتن	۰/۱۵۱	۰/۰۲۲۸	۰/۲۲۴
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی پلانتر فلکشن مچ پا	سرعت راه رفتن	۰/۱۰۲	۰/۰۱۰۴	۰/۴۱۰
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن زانو	سرعت راه رفتن	۰/۱۶۸	۰/۰۲۸۲	۰/۱۷۳
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	سرعت راه رفتن	-۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۳	۰/۸۸۰
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن مفصل ران	سرعت راه رفتن	-۰/۰۶۸	۰/۰۰۴۶	۰/۵۸۷
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران	سرعت راه رفتن	۰/۲۶۸	۰/۰۷۱۸	۰/۰۲۹*
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	سرعت راه رفتن	-۰/۶۶۸	۰/۴۴۶۲	۰/۰۰۱*

* معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۵ ($P < ۰/۰۵$)

جدول ۴. نتایج همبستگی Pearson برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و تعداد دفعات زمین خوردن

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (ثانیه)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن قدرت دورسی فلکسور مچ پا	زمین خوردن	-۰/۱۳۲	۰/۰۱۷۴	۰/۲۸۷
شاخص عدم تقارن قدرت پلانتر فلکسور مچ پا	زمین خوردن	-۰/۱۵۳	۰/۰۲۳۴	۰/۲۱۶
شاخص عدم تقارن قدرت فلکسور زانو	زمین خوردن	۰/۰۴۴	۰/۰۰۱۹	۰/۷۲۳
شاخص عدم تقارن قدرت اکستنشن زانو	زمین خوردن	-۰/۰۷۵	۰/۰۰۵۶	۰/۵۴۷
شاخص عدم تقارن قدرت اداکشن ران	زمین خوردن	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۹
شاخص عدم تقارن قدرت همسترینگ ران	زمین خوردن	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰۶	۰/۸۳۸
شاخص عدم تقارن قدرت کوادریسپس ران	زمین خوردن	-۰/۰۶۸	۰/۰۰۴۶	۰/۵۸۷
شاخص عدم تقارن قدرت ابداکتورهای مفصل ران	زمین خوردن	۰/۱۲۷	۰/۰۱۶۱	۰/۳۰۶

جدول ۵. نتایج همبستگی Pearson برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی مفصل اندام تحتانی و

تعداد دفعات زمین خوردن

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (ثانیه)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	زمین خوردن	-۰/۰۴۹	۰/۰۰۲۴	۰/۶۹۵
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی پلانتر فلکشن مچ پا	زمین خوردن	-۰/۱۳۶	۰/۰۱۸۴	۰/۲۷۲
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن زانو	زمین خوردن	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۳۲	۰/۶۴۵
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	زمین خوردن	۰/۰۷۴	۰/۰۰۵۴	۰/۵۴۹
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن مفصل ران	زمین خوردن	۰/۱۵۴	۰/۰۰۳۳۷	۰/۲۱۴
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران	زمین خوردن	-۰/۱۳۳	۰/۰۱۷۶	۰/۲۸۲
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	زمین خوردن	۰/۰۶۰۶	۰/۳۶۷۲	*۰/۰۰۱

*معنی داری در سطح خطای ۰/۰۵ ($P < ۰/۰۵$)

جدول ۶. نتایج همبستگی Spearman برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و تعادل ایستا

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (تعداد خطا)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن قدرت دورسی فلکسور مچ پا	تعادل ایستا	۰/۰۵۲	۰/۰۰۲۷	۰/۶۷۹
شاخص عدم تقارن قدرت پلانتر فلکسور مچ پا	تعادل ایستا	-۰/۰۴۱	۰/۰۰۱۶	۰/۷۴۱
شاخص عدم تقارن قدرت فلکسور زانو	تعادل ایستا	-۰/۰۶۵	۰/۰۰۴۲	۰/۶۰۲
شاخص عدم تقارن قدرت اکستنشن زانو	تعادل ایستا	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱۲	۰/۷۷۶
شاخص عدم تقارن قدرت اداکشن ران	تعادل ایستا	-۰/۰۳۸	۰/۰۰۱۴	۰/۷۶۰
شاخص عدم تقارن قدرت همسترینگ ران	تعادل ایستا	-۰/۱۱۷	۰/۰۱۳۶	۰/۳۴۵
شاخص عدم تقارن قدرت کوادرسیپس ران	تعادل ایستا	-۰/۰۷۴	۰/۰۰۵۴	۰/۵۵۳
شاخص عدم تقارن قدرت اداکتورهای مفصل ران	تعادل ایستا	-۰/۰۴۶	۰/۰۰۲۱	۰/۷۰۹

معنی داری را نشان نداد ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۸).

نتایج آزمون همبستگی Spearman نشان داد که بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن ران و تعادل پویا، رابطه منفی و معنی داری وجود داشت ($r = -۰/۴۳۴$, $P = ۰/۰۰۱$). مقدار مجذور ضریب همبستگی نشان داد که این رابطه دارای ۱۷/۹۷ درصد واریانس مشترک با تعادل پویا بود. در مقابل، ارتباط معنی داری بین سایر شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی شامل دورسی فلکشن، پلانتر فلکشن، فلکشن زانو، اداکشن ران، فلکشن ران و اکستنشن ران با نمره تعادل پویا مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۹).

نتایج آزمون همبستگی Spearman نشان داد که بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و محدودیت‌های عملکردی ارتباط معنی داری وجود نداشت ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۱۰).

بر اساس نتایج آزمون همبستگی Spearman، بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و نمره تعادل ایستا ارتباط معنی داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۶). بر اساس نتایج آزمون همبستگی Spearman، ارتباط معنی داری بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و نمره تعادل پویا وجود نداشت ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۷).

نتایج آزمون همبستگی Spearman نشان داد که بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن ران و تعادل ایستا، رابطه مثبت و معنی داری وجود داشت ($r = ۰/۲۸۵$, $P = ۰/۰۱۹$). بر اساس مقدار مجذور ضریب همبستگی، این رابطه دارای ۸/۱۲ درصد واریانس مشترک با تعادل ایستا بود. در مقابل، بین سایر شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی شامل دورسی فلکشن، پلانتر فلکشن، فلکشن زانو، اداکشن ران، فلکشن ران و اکستنشن ران با نمره تعادل ایستا، ارتباط

جدول ۷. نتایج همبستگی Spearman برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و تعادل پویا

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (امتیازدهی)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن قدرت دورسی فلکسور مچ پا	تعادل پویا	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۴	۰/۸۷۳
شاخص عدم تقارن قدرت پلانتر فلکسور مچ پا	تعادل پویا	۰/۰۷۸	۰/۰۰۶۰	۰/۵۲۹
شاخص عدم تقارن قدرت فلکسور زانو	تعادل پویا	۰/۰۴۸	۰/۰۰۲۳	۰/۷۰۲
شاخص عدم تقارن قدرت اکستنشن زانو	تعادل پویا	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۹۶۳
شاخص عدم تقارن قدرت اداکشن ران	تعادل پویا	-۰/۰۵۶	۰/۰۰۳۱	۰/۶۵۱
شاخص عدم تقارن قدرت همسترینگ ران	تعادل پویا	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳۲	۰/۶۴۹
شاخص عدم تقارن قدرت کوادرسیپس ران	تعادل پویا	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱۰	۰/۷۹۶
شاخص عدم تقارن قدرت اداکتورهای مفصل ران	تعادل پویا	-۰/۰۵۹	۰/۰۰۳۴	۰/۹۳۶

جدول ۸. نتایج همبستگی Spearman برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی و تعادل ایستا

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (تعداد خطا)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	تعادل ایستا	-۰/۱۶۰	۰/۰۲۵۶	۰/۱۹۷
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی پلانتر فلکشن مچ پا	تعادل ایستا	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰۵	۰/۸۴۵
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن زانو	تعادل ایستا	-۰/۰۶۷	۰/۰۰۴۴	۰/۵۹۱
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	تعادل ایستا	-۰/۰۵۳	۰/۰۰۲۸	۰/۶۶۹
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن مفصل ران	تعادل ایستا	-۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۳	۰/۸۷۸
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران	تعادل ایستا	-۰/۲۴۰	۰/۰۵۷۶	۰/۰۵۱
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	تعادل ایستا	۰/۲۸۵	۰/۰۸۱۲	۰/۰۱۹*

*معنی داری در سطح خطای ۰/۰۵ ($P < ۰/۰۵$)

جدول ۹. نتایج همبستگی Spearman برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی و تعادل پویا

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (امتیازدهی)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	تعادل پویا	۰/۲۱۷	۰/۰۴۷۰	۰/۰۷۸
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی پلانتر فلکشن مچ پا	تعادل پویا	۰/۱۳۲	۰/۰۱۷۴	۰/۲۸۸
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن زانو	تعادل پویا	۰/۱۲۹	۰/۰۱۶۶	۰/۲۹۸
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	تعادل پویا	۰/۰۷۱	۰/۰۰۵۰	۰/۵۶۸
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن مفصل ران	تعادل پویا	-۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۶	۰/۸۳۰
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران	تعادل پویا	۰/۲۳۶	۰/۰۵۵۶	۰/۰۵۴
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	تعادل پویا	-۰/۴۳۴	۰/۱۷۹۷	۰/۰۰۱*

*معنی داری در سطح خطای ۰/۰۵ ($P < ۰/۰۵$)

تحتانی و رن دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی با شاخص‌های عملکرد حرکتی و محدودیت عملکردی در سالمندان ساکن جامعه بود. یافته‌ها نشان داد که عدم تقارن قدرت عضلات اندام تحتانی با سرعت راه رفتن، تعداد دفعات زمین خوردن، تعادل ایستا، تعادل پویا و محدودیت عملکردی ارتباط معنی داری نداشت. در مقابل، برخی شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی به ویژه در مفصل ران، با شاخص‌های عملکردی ارتباط معنی داری را نشان داد. به طور مشخص، عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با سرعت راه رفتن، تعداد دفعات زمین خوردن، تعادل ایستا و تعادل پویا ارتباط معنی داری داشت و عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران نیز با محدودیت عملکردی مرتبط بود. بنابراین، الگوی کلی یافته‌های حاضر نشان می‌دهد که در سالمندان مورد بررسی، عدم تقارن دامنه حرکتی مفصل ران ممکن است نسبت به عدم تقارن قدرت عضلانی، شاخص حساس‌تری جهت شناسایی برخی اختلالات عملکردی باشد.

بر اساس نتایج آزمون همبستگی Spearman، بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن ران و محدودیت عملکردی رابطه مثبت و معنی داری مشاهده گردید ($r = ۰/۲۵۸$, $p = ۰/۰۳۸$). همچنین، رابطه منفی و معنی داری بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن ران و محدودیت عملکردی وجود داشت ($r = -۰/۴۱۰$, $p = ۰/۰۰۱$). مقادیر مجزور ضریب همبستگی نشان داد که این روابط به ترتیب دارای ۶/۴۵ و ۱۶/۸۱ درصد واریانس مشترک با محدودیت عملکردی بودند. در مقابل، بین سایر شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی شامل دورسی فلکشن، پلانتر فلکشن، فلکشن زانو، اداکشن ران و فلکشن ران با نمره محدودیت عملکردی ارتباط معنی داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$) (جدول ۱۱).

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی ارتباط عدم تقارن قدرت عضلات اندام

جدول ۱۰. نتایج همبستگی Spearman برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی و محدودیت‌های عملکردی

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (امتیازدهی)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن قدرت دورسی فلکشن مچ پا	محدودیت عملکردی	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰۷	۰/۸۲۳
شاخص عدم تقارن قدرت پلانتر فلکشن مچ پا	محدودیت عملکردی	۰/۰۶۳	۰/۰۰۳۹	۰/۶۱۱
شاخص عدم تقارن قدرت فلکشن زانو	محدودیت عملکردی	۰/۰۴۶	۰/۰۰۲۱	۰/۷۱۳
شاخص عدم تقارن قدرت اکستنشن مفصل ران	محدودیت عملکردی	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۱	۰/۹۱۲
شاخص عدم تقارن قدرت اداکشن مفصل ران	محدودیت عملکردی	-۰/۰۴۰	۰/۰۰۱۶	۰/۷۴۹
شاخص عدم تقارن قدرت همسترینگ ران	محدودیت عملکردی	۰/۰۷۲	۰/۰۰۵۱	۰/۵۶۱
شاخص عدم تقارن قدرت کوادرپیس ران	محدودیت عملکردی	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰۷	۰/۸۲۰
شاخص عدم تقارن قدرت اداکتورهای مفصل ران	محدودیت عملکردی	-۰/۰۶۰	۰/۰۰۳۶	۰/۶۳۱

جدول ۱۱. نتایج همبستگی Spearman برای ارتباط بین شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی و

نمره محدودیت عملکردی

متغیر مستقل (درصد)	متغیر وابسته (امتیازدهی)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	مقدار P
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	محدودیت عملکردی	۰/۲۰۶	۰/۰۴۲۴	۰/۰۹۵
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی پلانتر فلکشن مچ پا	محدودیت عملکردی	۰/۱۴۰	۰/۰۱۹۶	۰/۲۶۰
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن زانو	محدودیت عملکردی	۰/۱۴۳	۰/۰۲۰۴	۰/۲۴۹
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	محدودیت عملکردی	۰/۰۷۵	۰/۰۰۵۶	۰/۵۴۷
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی فلکشن مفصل ران	محدودیت عملکردی	-۰/۰۴۳	۰/۰۰۱۸	۰/۷۳۲
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران	محدودیت عملکردی	۰/۲۵۴	۰/۰۰۶۴۵	*۰/۰۳۸
شاخص عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران	محدودیت عملکردی	-۰/۴۱۰	۰/۱۶۸۱	*۰/۰۰۱

*معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۵ ($P < ۰/۰۵$)

عدم تقارن قدرت عضلات اندام تحتانی و سرعت راه رفتن

در مطالعه حاضر، هیچ یک از شاخص‌های عدم تقارن قدرت عضلات دورسی فلکسور و پلانتر فلکسور مچ پا، فلکسور و اکستنسور زانو، اداکتور و اداکتور مفصل ران و عضلات همسترینگ و چهار سر ران با سرعت راه رفتن ارتباط معنی‌داری نداشتند. این یافته در مقایسه با برخی تحقیقات پیشین که ارتباط عدم تقارن قدرت با شاخص‌های راه رفتن را گزارش کردند (۳۱)، قابل توجه است. به عنوان مثال، LaRoche و همکاران دریافتند که عدم تقارن قدرت اندام تحتانی در زنان سالمند، با افزایش عدم تقارن و تغییرپذیری برخی شاخص‌های راه رفتن همراه است. در پژوهش مذکور پیامدهای راه رفتن شامل شاخص‌های فضایی-زمانی و عدم تقارن راه رفتن بود (۳۱)؛ در حالی که در مطالعه حاضر سرعت راه رفتن به عنوان یک شاخص کلی عملکرد راه رفتن بررسی گردید. بنابراین، ممکن است عدم تقارن قدرت بیش از این که بر سرعت مطلق راه رفتن اثر بگذارد، بر ویژگی‌های ظریف‌تر راه رفتن مانند طول گام، زمان حمایت، تقارن زمانی و تغییرپذیری گام‌ها تأثیر داشته باشد.

این تفاوت در نوع پیامدهای مورد بررسی با یافته‌های تحقیق Hyeon و همکاران (۷) نیز قابل تبیین است. آنان در پژوهشی بر روی ۳۴۵ فرد ۱۹ تا ۸۵ ساله، به این نتیجه رسیدند که ارتباط عدم تقارن قدرت اندام تحتانی با شاخص‌های راه رفتن به مفصل و نوع متغیر وابسته بستگی دارد؛ به طوری که عدم تقارن اکستنشن زانو با کاهش طول گام در افراد سالمند و عدم تقارن پلانتر فلکشن مچ پا با برخی شاخص‌های زمانی راه رفتن ارتباط داشت؛ در حالی که این روابط در افراد جوان مشاهده نشد (۷). بنابراین، نبود ارتباط معنی‌دار بین عدم تقارن قدرت و سرعت راه رفتن در مطالعه حاضر لزوماً به معنای بی‌اهمیت بودن عدم تقارن قدرت نیست، بلکه می‌تواند نشان دهنده آن باشد که سرعت راه رفتن در مقایسه با شاخص‌های فضایی-زمانی و تقارن راه رفتن، حساسیت کمتری برای آشکارسازی پیامدهای عدم تقارن قدرت دارد.

از سوی دیگر، یافته‌های تحقیق حاضر با پژوهش‌هایی که ارتباط مستقیم قدرت عضلانی با عملکرد حرکتی را گزارش کرده‌اند، الزاماً در تضاد نیست. به طور مثال، مطالعه بر روی سالمندان نشان داد که قدرت عضلات اندام تحتانی با عملکرد فیزیکی و توانایی حرکتی ارتباط دارد، اما این ارتباط لزوماً به عدم تقارن بین دو اندام تعمیم پیدا نمی‌کند. در واقع، ممکن است فردی دارای قدرت کلی کافی برای انجام یک فعالیت باشد؛ در حالی که بین دو اندام وی اختلاف قدرت وجود داشته باشد (۲۶). بنابراین، قدرت مطلق و عدم تقارن قدرت، دو ویژگی متفاوت عملکرد

عصبی-عضلانی هستند و ممکن است پیامدهای عملکردی متفاوتی داشته باشند.

عدم تقارن قدرت، تعادل و زمین خوردن

در تحقیق حاضر، هیچ یک از شاخص‌های عدم تقارن قدرت عضلات اندام تحتانی با تعادل ایستا یا پویا ارتباط معنی‌داری نداشتند. این یافته با برخی شواهد موجود که نقش عدم تقارن قدرت را در کنترل پاسچر مطرح کرده‌اند (۲۹، ۳۳)، متفاوت است. در پژوهشی بر روی سالمندان، عدم تقارن قدرت عضلات اندام تحتانی با برخی شاخص‌های کنترل پاسچر و عملکرد راه رفتن مرتبط بود (۳۳). همچنین، نتایج مطالعه‌ای نشان داد که عدم تقارن قدرت اندام تحتانی، می‌تواند از طریق تغییر در کنترل پاسچر ایستا با عملکرد راه رفتن ارتباط داشته باشد (۲۹). با این حال، تفاوت در ابزارهای ارزیابی تعادل، روش محاسبه عدم تقارن، ویژگی‌های جمعیت مورد بررسی و نوع آزمون عملکردی می‌تواند علت تفاوت نتایج تحقیقات باشد.

نتایج پژوهش Porto و همکاران نشان داد که عملکرد عضلات اداکتور و اداکتور مفصل ران با برخی شاخص‌های تعادل ایستا و پویا در سالمندان ساکن جامعه ارتباط دارد. با وجود این، در مطالعه آنان عملکرد عضلانی بر اساس قدرت یا گشتاور عضلات ارزیابی شد و نه اختلاف بین دو اندام (۳۳). بنابراین، یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر نبود رابطه بین عدم تقارن قدرت عضلات اداکتور و اداکتور ران و تعادل، لزوماً با نقش عملکرد طبیعی این عضلات در حفظ تعادل تناقض ندارد، بلکه نشان می‌دهد که وجود تفاوت بین دو اندام ممکن است الزاماً منجر به اختلال قابل اندازه‌گیری در آزمون‌های بالینی تعادل نشود.

در مورد زمین خوردن نیز هیچ یک از شاخص‌های عدم تقارن قدرت با تعداد دفعات زمین خوردن ارتباط معنی‌داری را نشان نداد. زمین خوردن در سالمندان پدیده‌ای چند عاملی است و تحت تأثیر تعامل عوامل مختلفی از جمله تعادل، راه رفتن، قدرت عضلانی، کنترل پاسچر، عملکرد حسی، وضعیت شناختی، داروها و عوامل محیطی قرار دارد (۳۴). بنابراین، انتظار این که یک شاخص منفرد مانند عدم تقارن قدرت بتواند به تنهایی وقوع زمین خوردن را توضیح دهد، احتمالاً ساده‌انگارانه است. در همین راستا، نتایج پژوهش‌های طولی نیز نشان داده است که اگرچه قدرت و توان عضلات اندام تحتانی به ویژه عضلات اطراف مفصل ران با خطر زمین خوردن ارتباط دارد، اما این رابطه تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل عملکردی قرار می‌گیرد (۳۵). در نتیجه، نبود ارتباط بین عدم تقارن قدرت و زمین خوردن در مطالعه حاضر، می‌تواند بیان‌کننده این باشد که عدم تقارن قدرت به تنهایی شاخص کافی برای شناسایی سالمندان در معرض خطر زمین خوردن نیست.

ارتباط عدم تقارن دامنه حرکتی مفصل ران با عملکرد حرکتی

در مقابل یافته‌های مربوط به قدرت عضلانی، مهم‌ترین الگوی مشاهده شده در تحقیق حاضر مربوط به عدم تقارن دامنه حرکتی مفصل ران بود. عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با سرعت راه رفتن ارتباط منفی و معنی‌داری داشت. این یافته از نظر بالینی قابل توجه است؛ چرا که نشان می‌دهد افزایش اختلاف دامنه حرکتی اداکشن بین دو اندام با کاهش سرعت راه رفتن همراه بوده است. علاوه بر این، عدم تقارن اداکشن مفصل ران با تعداد دفعات زمین خوردن نیز ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت. مشاهده روابط مشابه با دو پیامد متفاوت سرعت راه رفتن و زمین خوردن، اهمیت بالقوه این شاخص را افزایش می‌دهد. از دیدگاه بیومکانیکی، مفصل ران نقش مهمی در کنترل موقعیت مرکز جرم، انتقال وزن بین اندام‌ها و کنترل حرکات بدن در صفحه فرونتال دارد. عضلات اطراف مفصل ران به ویژه اداکتورها و ایداکتورها، در ایجاد ثبات لگن و کنترل جا به جایی جانبی بدن هنگام ایستادن و راه رفتن مشارکت دارند (۳۶، ۳۳). بنابراین، وجود اختلاف قابل توجه در دامنه حرکتی اداکشن بین دو اندام، می‌تواند باعث ایجاد تفاوت در راهبرد انتقال وزن و نحوه کنترل مرکز جرم شود. چنین تغییراتی ممکن است فرد را به استفاده از راهبردهای جبرانی وادار کند و در شرایطی که نیاز به انتقال سریع وزن یا حفظ تعادل وجود دارد، عملکرد حرکتی را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، یافته حاضر با شواهد مربوط به نقش دامنه حرکتی اندام تحتانی در راه رفتن سالمندان همخوانی دارد. Zhai و همکاران گزارش کردند که تغییرات وابسته به سن در دامنه حرکتی تنه و اندام تحتانی با تغییر در الگوی راه رفتن سالمندان همراه است و محدودیت حرکتی در بخش‌هایی از اندام تحتانی، می‌تواند با تغییرات سرعت و سایر شاخص‌های راه رفتن همراه باشد (۳۶). این موضوع از این دیدگاه حمایت می‌کند که در سالمندان، نه تنها میزان قدرت، بلکه ظرفیت حرکتی مفاصل و هماهنگی حرکتی بین دو اندام می‌تواند برای حفظ الگوی طبیعی راه رفتن اهمیت داشته باشد.

عدم تقارن دامنه حرکتی و تعادل ایستا و پویا

یکی از یافته‌های مهم دیگر مطالعه حاضر، ارتباط معنی‌دار عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با تعادل ایستا و پویا بود. عدم تقارن اداکشن با افزایش خطاهای تعادل ایستا ارتباط داشت و با تعادل پویا نیز ارتباط معنی‌داری را نشان داد. این نتایج اهمیت ویژه‌ای دارند؛ چرا که رابطه عدم تقارن اداکشن با تعادل در دو شرایط متفاوت ایستا و پویا مشاهده شد و بنابراین، احتمال می‌رود این ارتباط فقط به یک نوع آزمون عملکردی محدود نباشد. این یافته با شواهد مربوط به نقش عملکرد عضلات اطراف مفصل ران در کنترل پاسچر (۳۳) همخوانی دارد. Porto و همکاران با انجام تحقیقی بر روی سالمندان ساکن جامعه، نشان دادند که عملکرد عضلات اداکتور و ایداکتور ران با برخی شاخص‌های تعادل ایستا و پویا ارتباط دارد و عملکرد اداکتورها در کنترل تعادل در وضعیت پایه باریک نقش دارد (۳۳). اگرچه پژوهش آنان قدرت عضلانی را بررسی کرده بود و مطالعه حاضر عدم تقارن دامنه حرکتی را ارزیابی کرده است؛ هر دو تحقیق بر اهمیت ناحیه مفصل ران در کنترل پاسچر سالمندان تأکید دارند.

از نظر مکانیکی، در هنگام ایستادن و راه رفتن، کنترل حرکات جانبی مرکز جرم و حفظ راستای لگن و تنه اهمیت زیادی دارد. هرگونه تفاوت بین دو اندام در دامنه حرکتی، می‌تواند موجب تغییر در دامنه یا زمان‌بندی انتقال وزن شود و در نتیجه، نیاز به تنظیمات جبرانی در سایر مفاصل ایجاد کند. این ساز و کار ممکن

است به ویژه در فعالیت‌های پویا که نیازمند انتقال سریع مرکز جرم است، اهمیت بیشتری پیدا کند. بنابراین، رابطه مشاهده شده بین عدم تقارن اداکشن مفصل ران و تعادل پویا در بررسی حاضر از نظر بیومکانیکی قابل توجیه است.

عدم تقارن دامنه حرکتی و محدودیت عملکردی

در پژوهش حاضر، عدم تقارن دامنه حرکتی اکستنشن مفصل ران با محدودیت عملکردی ارتباط معنی‌داری داشت. همچنین، عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با شاخص محدودیت عملکردی ارتباط معنی‌داری را نشان داد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برخی جنبه‌های محدودیت حرکتی مفصل ران ممکن است با توانایی فرد در انجام فعالیت‌های روزمره ارتباط داشته باشد.

اکستنشن مفصل ران از حرکات مهم در چرخه راه رفتن به ویژه در مرحله انتهای اتکای اندام محسوب می‌شود و محدودیت این حرکت، می‌تواند موجب تغییر در الگوی حرکتی اندام تحتانی و استفاده از راهبردهای جبرانی شود. Anderson و همکاران به این نتیجه دست یافتند که سالمندان سالم در مقایسه با افراد جوان، دامنه حرکتی کمتری در مفصل ران و قدرت کمتری در عضلات پلانتار فلکسور دارند و این تفاوت‌ها می‌تواند بخشی از تفاوت‌های الگوی راه رفتن وابسته به سن را توضیح دهد (۳۷). در مطالعه حاضر، مشاهده ارتباط بین عدم تقارن اکستنشن ران و محدودیت عملکردی، می‌تواند نشان دهد که نه تنها کاهش کلی دامنه حرکت، بلکه تفاوت بین دو اندام نیز ممکن است با عملکرد روزمره مرتبط باشد. با این حال، از آن‌جا که تحقیق حاضر مقطعی است، نمی‌توان مشخص کرد که آیا عدم تقارن دامنه حرکتی موجب محدودیت عملکردی شده است یا این که کاهش فعالیت و محدودیت عملکردی منجر به ایجاد یا تشدید عدم تقارن حرکتی شده است. بنابراین، این یافته باید به عنوان یک ارتباط و نه رابطه علت و معلولی تفسیر گردد. اگرچه عدم تقارن اداکشن و اکستنشن مفصل ران با برخی پیامدهای عملکردی ارتباط داشت، اما سایر شاخص‌های دامنه حرکتی از جمله حرکات مچ پا، فلکشن زانو و فلکشن و ایداکشن ران به طور عمده ارتباط معنی‌داری را نشان ندادند. این الگو نشان می‌دهد که اهمیت عدم تقارن حرکتی احتمالاً به مفصل، جهت حرکت و نقش بیومکانیکی آن در فعالیت مورد نظر وابسته است. در سالمندان، محدودیت حرکت در یک مفصل الزاماً به اختلال آشکار عملکردی منجر نمی‌شود؛ چرا که سیستم حرکتی قادر است بخشی از این محدودیت را از طریق تغییر حرکت در سایر مفاصل یا تنه جبران نماید (۳۷). بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر از دیدگاه «سیستم حرکتی چند مفصلی» حمایت می‌کند. عملکرد حرکتی سالمندان حاصل تعامل قدرت عضلانی، دامنه حرکتی، کنترل عصبی-عضلانی، هماهنگی بین مفصلی و راهبردهای جبرانی است و نمی‌توان آن را بر اساس یک متغیر منفرد توضیح داد. بر این اساس، نبود رابطه معنی‌دار برای بسیاری از شاخص‌های عدم تقارن قدرت و دامنه حرکتی را نباید به معنی بی‌اهمیت بودن این عوامل دانست، بلکه ممکن است نشان دهنده ظرفیت سازگاری سیستم عصبی-عضلانی سالمندان و استفاده از راهبردهای جبرانی برای حفظ عملکرد باشد.

پیامدهای بالینی

در مجموع، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که عدم تقارن قدرت و عدم تقارن دامنه حرکتی را نباید از نظر پیامدهای عملکردی معادل در نظر گرفت. در حالی که هیچ یک از شاخص‌های عدم تقارن قدرت یا پیامدهای اصلی تحقیق ارتباط معنی‌داری نداشتند، عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با چندین شاخص عملکردی شامل سرعت راه رفتن، زمین خوردن و تعادل ایستا و پویا

طراحی برنامه‌های توان‌بخشی سالمندان فراهم سازد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که عدم تقارن قدرت عضلانی اندام تحتانی با شاخص‌های عملکرد حرکتی، تعادل، زمین خوردن و محدودیت‌های عملکردی در سالمندان ارتباط معنی‌داری نداشت. در مقابل، برخی شاخص‌های عدم تقارن دامنه حرکتی به ویژه حرکات اداکشن و اکستنشن مفصل ران، با برخی شاخص‌های عملکردی از جمله سرعت راه رفتن و محدودیت‌های عملکردی و در مورد اداکشن مفصل ران، با تعادل و تعداد دفعات زمین خوردن ارتباط معنی‌دار داشتند. بنابراین، در جمعیت مورد بررسی، الگوی ارتباط عدم تقارن اندام تحتانی با عملکرد سالمندان بیشتر در دامنه حرکتی برخی حرکات مفصل ران مشاهده شد تا در عدم تقارن قدرت عضلانی. تأیید این یافته‌ها و بررسی اهمیت بالینی آن‌ها در تحقیقات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر و طراحی طولی ضروری است.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.057 می‌باشد. بدین وسیله از همه شرکت‌کنندگان که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی پروژه: مهدی حسین‌زاده
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی پروژه: مهدی حسین‌زاده
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: زهرای نصیری
جمع‌آوری داده‌ها: زهرای نصیری، سمیرا غلامیان
تحلیل و تفسیر نتایج: مهدی حسین‌زاده، امیر لطف‌تکار، زهرای نصیری، سمیرا غلامیان
خدمات تخصصی آمار: مهدی حسین‌زاده، امیر لطف‌تکار
تنظیم دست‌نوشته: زهرای نصیری، مهدی حسین‌زاده
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: مهدی حسین‌زاده، سمیرا غلامیان، امیر لطف‌تکار
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: مهدی حسین‌زاده، سمیرا غلامیان، امیر لطف‌تکار، زهرای نصیری
مسئولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: مهدی حسین‌زاده، سمیرا غلامیان، امیر لطف‌تکار، زهرای نصیری

منابع مالی

مطالعه حاضر برگرفته از تحلیل اولیه اطلاعات پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.057 می‌باشد و بدون حمایت مالی انجام شد.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

ارتباط معنی‌داری را نشان داد. این الگو می‌تواند بیان‌کننده آن باشد که در سالمندان ساکن جامعه، ارزیابی تقارن دامنه حرکتی مفصل ران ممکن است اطلاعات تکمیلی ارزشمندی در کنار آزمون‌های استاندارد عملکرد حرکتی فراهم نماید. از نظر کاربردی، ارزیابی سالمندان بهتر است تنها بر قدرت مطلق عضلات یا عدم تقارن قدرت متمرکز نباشد و در صورت امکان، دامنه حرکتی دو طرفه مفاصل به ویژه مفصل ران نیز مورد توجه قرار گیرد. با این حال، بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، نمی‌توان عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن یا اکستنشن ران را به تنهایی به عنوان ابزار غربالگری خطر زمین خوردن پیشنهاد کرد. استفاده از این شاخص‌ها در کنار سرعت راه رفتن، آزمون‌های تعادل، سابقه زمین خوردن و سایر عوامل خطر، می‌تواند رویکرد مناسب‌تری برای ارزیابی عملکرد سالمندان باشد. در نهایت، با توجه به ماهیت مقطعی مطالعه حاضر، روابط مشاهده شده نباید به صورت علی تفسیر شوند. همچنین، از آن‌جا که تعداد متعددی آزمون همبستگی در تحقیق انجام شده است، روابط منفرد به ویژه ارتباط‌هایی که فقط در یک پیامد مشاهده شده‌اند، باید با احتیاط تفسیر گردد. در مقابل، مشاهده ارتباط عدم تقارن دامنه حرکتی اداکشن مفصل ران با چندین پیامد عملکردی مختلف، الگوی نسبتاً منسجم‌تری را نشان می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای پژوهش‌های آینده باشد. مطالعات طولی و مداخله‌ای آینده باید مشخص کنند که آیا کاهش عدم تقارن دامنه حرکتی مفصل ران به ویژه در حرکات اداکشن و اکستنشن، می‌تواند منجر به بهبود تعادل و راه رفتن و کاهش خطر زمین خوردن در سالمندان شود یا خیر؟

محدودیت‌ها

پژوهش حاضر دارای چند محدودیت بود. نخست، طراحی مقطعی مطالعه امکان استنتاج روابط علی بین عدم تقارن اندام تحتانی و شاخص‌های عملکردی را فراهم نمی‌کند. دوم این که شرکت‌کنندگان از میان سالمندان جامعه پایه و با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و حجم نمونه نیز نسبتاً محدود بود. بنابراین، تعمیم‌پذیری یافته‌ها به سایر جمعیت‌های سالمند به ویژه سالمندان مبتلا به بیماری‌های عصبی یا اسکلتی-عضلانی، باید با احتیاط انجام شود. همچنین، برخی عوامل بالقوه مؤثر بر عملکرد حرکتی از جمله سطح فعالیت بدنی، بیماری‌های همراه و وضعیت شناختی شرکت‌کنندگان، در تحقیق حاضر کنترل یا ارزیابی نشد و ممکن است بر روابط مشاهده شده تأثیر گذاشته باشند.

پیشنهادها

با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، ارتباط عدم تقارن اندام تحتانی با عملکرد حرکتی در قالب تحقیقات طولی و با حجم نمونه بزرگ‌تر بررسی شود تا امکان تبیین روابط علی فراهم گردد. همچنین، ارزیابی هم‌زمان شاخص‌های بیومکانیکی، الگوهای فعال‌سازی عضلات، تعادل حسی، وضعیت شناختی و ویژگی‌های راه رفتن می‌تواند به درک جامع‌تر نقش عدم تقارن در عملکرد سالمندان کمک نماید. علاوه بر این، بررسی اثربخشی مداخلات توان‌بخشی با هدف بهبود تقارن عملکردی مفصل ران و تأثیر آن بر تعادل، راه رفتن و محدودیت‌های عملکردی، می‌تواند شواهد کاربردی ارزشمندی برای

References

1. World Health Organization. Extending healthy ageing across the life course-connecting healthy development and healthy ageing: Report of the third Life Course Network meeting, 28-30 November 2023. World Health Organization; 2024.
2. Liang SG, Fan ES, Lam PK, Kwok WT, Ma CZ, Lam FM. The effect of adding real-time postural feedback in balance and mobility training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2024; 123: 105439.
3. Lee J, Phu S, Lord SR, Okubo Y. Effects of immersive virtual reality training on balance, gait and mobility in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture*. 2024; 110: 129-37.
4. Sato R, Sawaya Y, Ishizaka M, Shiba T, Hirose T, Urano T. Leg skeletal muscle mass asymmetry is independently associated with gait speed in older adults requiring long-term care. *Geriatrics & Gerontology International*. 2023; 23(5): 371-5.
5. Hsieh KL, Foster A, MacIntyre L, Carr R. Effect of blood flow restriction on gait and mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2024; 21(10): 1325.
6. Lee EJ, Lee SA, Soh Y, Kim Y, Won CW, Chon J. Association between asymmetry in lower extremity lean mass and functional mobility in older adults living in the community: Results from the Korean Frailty and Aging Cohort Study. *Medicine*. 2019; 98(45): e17882.
7. Hyeon G, Kim C, Chung CM, Kim K, Lee Y, Kim GB, Shin S. Interactive effects of age and lower-limb muscle strength asymmetry on spatiotemporal gait parameters. *Scientific Reports*. 2026.
8. Gao J, Ke X, Su Q, Zhuo P, Li Y, Huang S, Lan X, Jiang C, Lin Z. Gait asymmetry across frailty-status groups in older adults: clinical and biomechanical evidence from 3D gait analysis. *Annals of Medicine*. 2026; 58(1): 2702656.
9. Riskowski JL, Hagedorn TJ, Dufour AB, Hannan MT. Functional foot symmetry and its relation to lower extremity physical performance in older adults: the Framingham Foot Study. *Journal of biomechanics*. 2012; 45(10): 1796-802.
10. Guo XB, Tang L. Effects of different exercise types on balance function in healthy older adults and Parkinson's patients: A systematic review. *Frontiers in aging neuroscience*. 2024; 16: 1411584.
11. Park JH, Jeon HS, Kim JH, Kim YJ, Moon GA. Effectiveness of non-immersive virtual reality exercises for balance and gait improvement in older adults: A meta-analysis. *Technology and Health Care*. 2024; 32(3): 1223-38.
12. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, Clemson L, Hopewell S, Lamb SE. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of systematic reviews*. 2019(1).
13. Montero-Odasso M, Van Der Velde N, Martin FC, Petrovic M, Tan MP, Ryg J, Aguilar-Navarro S, Alexander NB, Becker C, Blain H, Bourke R. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age and ageing*. 2022; 51(9): afac205.
14. Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2009; 64(8): 896-901.
15. Colón-Emeric CS, McDermott CL, Lee DS, Berry SD. Risk Assessment and Prevention of Falls in Older Community-Dwelling Adults: A Review. *JAMA*. 2024; 331(16): 1397-406.
16. Sluga SP, Kozinc Ž. Sensorimotor and proprioceptive exercise programs to improve balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. *European journal of translational myology*. 2024; 34(1): 12010.
17. Holmes MD, Vindigni D, Moreland A, Bolton PS. What are the temporal and physical characteristics of locally applied vibration that modulate balance in older adults?-A systematic review of the literature. *Gait & Posture*. 2024; 111: 75-91.
18. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*. 1986; 34(2): 119-26.
19. Park SH. Tools for assessing fall risk in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Aging clinical and experimental research*. 2018; 30(1): 1-6.
20. Collins K, Johnson N, Klawitter L, Waldera R, Stastny S, Kraemer WJ, Christensen B, McGrath R. Handgrip strength asymmetry and weakness are differentially associated with functional limitations in older Americans. *International journal of environmental research and public health*. 2020; 17(9): 3231.
21. González DA, Gonzales MM, Resch ZJ, Sullivan AC, Soble JR. Comprehensive evaluation of the functional activities questionnaire (FAQ) and its reliability and validity. *Assessment*. 2022; 29(4): 748-63.
22. Bohannon RW. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2015; 18(5): 465-70.
23. Grootswagers P, Vaes AM, Hangelbroek R, Tieland M, van Loon LJ, de Groot LC. Relative validity and reliability of isometric lower extremity strength assessment in older adults by using a handheld dynamometer. *Sports health*. 2022; 14(6): 899-905.
24. Ore V, Nasic S, Riad J. Lower extremity range of motion and alignment: A reliability and concurrent validity study of goniometric and three-dimensional motion analysis measurement. *Heliyon*. 2020; 6(8): e04713.
25. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Physical therapy*. 1987; 67(12): 1867-72.
26. Carabello RJ, Reid KF, Clark DJ, Phillips EM, Fielding RA. Lower extremity strength and power asymmetry assessment in healthy and mobility-limited populations: reliability and association with physical functioning. *Aging clinical and experimental research*. 2010; 22(4): 324-9.
27. Rezaei A, Bhat SG, Cheng CH, Pignolo RJ, Lu L, Kaufman KR. Age-related changes in gait, balance, and strength parameters: A cross-sectional study. *Plos one*. 2024; 19(10): e0310764.

28. Papa EV, Dong X, Hassan M. Skeletal muscle function deficits in the elderly: current perspectives on resistance training. *Journal of nature and science*. 2017; 3(1): e272.
29. Si B, Zhu H, Wei X, Li S, Wu X. The mechanism of static postural control in the impact of lower limb muscle strength asymmetry on gait performance in the elderly. *Peer J*. 2024; 12: e17626.
30. Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, Brach J, Chandler J, Cawthon P, Connor EB, Nevitt M. Gait speed and survival in older adults. *Jama*. 2011; 305(1): 50-8.
31. LaRoche DP, Cook SB, Mackala K. Strength asymmetry increases gait asymmetry and variability in older women. *Medicine and science in sports and exercise*. 2012; 44(11): 2172.
32. McGrath R, Lang JJ, Ortega FB, Chaput JP, Zhang K, Smith J, Vincent B, Piñero JC, Garcia MC, Tomkinson GR. Handgrip strength asymmetry is associated with slow gait speed and poorer standing balance in older Americans. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2022; 102: 104716.
33. Porto JM, Freire Junior RC, Bocarde L, Fernandes JA, Marques NR, Rodrigues NC, de Abreu DC. Contribution of hip abductor-adductor muscles on static and dynamic balance of community-dwelling older adults. *Aging clinical and experimental research*. 2019; 31(5): 621-7.
34. Montero-Odasso M, Van Der Velde N, Martin FC, Petrovic M, Tan MP, Ryg J, Aguilar-Navarro S, Alexander NB, Becker C, Blain H, Bourke R. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age and ageing*. 2022; 51(9): afac205.
35. de Almeida Nagata C, Hamu TC, Pelicioni PH, Durigan JL, Garcia PA. Influence of lower limb isokinetic muscle strength and power on the occurrence of falls in community-dwelling older adults: A longitudinal study. *PloS one*. 2024; 19(4): e0300818.
36. Zhai M, Huang Y, Zhou S, Jin Y, Feng J, Pei C, Wen L, Wen's L. Effects of age-related changes in trunk and lower limb range of motion on gait. *BMC musculoskeletal disorders*. 2023; 24(1): 234.
37. Anderson DE, Madigan ML. Healthy older adults have insufficient hip range of motion and plantar flexor strength to walk like healthy young adults. *Journal of biomechanics*. 2014; 47(5): 1104-9.

Association of Lower-Limb Muscle Strength and Range-of-Motion Asymmetry with Motor Performance Indices in Older Adults: A Cross-Sectional Study

Zahra Nasiri¹  , Samira Gholamian²  ,
Amir Letafatkar³  , Mahdi Hosseinzadeh²  

Original Article

Abstract

Introduction: Motor function decline is a key contributor to reduced independence in older adults. This study examined associations between lower-limb muscle strength and range of motion (ROM) asymmetry with motor performance and functional limitations in the elderly.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 67 older adults (mean age: 71.01 ± 4.80 years) were recruited via convenience sampling from the Kahrizak Charity Foundation in Tehran City, Iran. Lower-limb muscle strength was measured with a handheld dynamometer, and joint ROM was assessed using a goniometer; asymmetry indices were then calculated. Motor performance was assessed using the Timed Up and Go (TUG) test, 10-Meter Walk Test (10MWT), the Balance Error Scoring System (BESS), and the Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA). Falls and functional limitations were evaluated via a fall-frequency questionnaire and basic/instrumental activities of daily living (BADLs/IADLs) measures, respectively. Associations between variables were analyzed using Pearson's and Spearman's correlation coefficients, with statistical significance set at $P < 0.05$.

Results: Lower-limb muscle strength asymmetry showed no significant association with motor performance or functional limitations ($P > 0.05$). Most ROM asymmetry indices were also not significantly associated with functional outcomes. However, hip adduction ROM asymmetry correlated significantly with walking speed ($r = -0.668$, $P = 0.001$), fall frequency ($r = 0.606$, $P = 0.001$), static balance ($r = 0.285$, $P = 0.019$), and dynamic balance ($r = -0.424$, $P = 0.001$). Hip extension ROM asymmetry was also significantly associated with walking speed ($r = 0.268$, $P = 0.029$) and functional limitations ($r = 0.254$, $P = 0.038$).

Conclusion: Lower-limb muscle strength asymmetry was not significantly associated with the functional outcomes examined, whereas hip adduction and extension ROM asymmetries were associated with several functional measures. These findings suggest that the functional significance of lower-limb asymmetry may vary according to the type of joint movement.

Keywords: Older adults; Lower limb; Muscle strength; Joint range of motion; Motor performance; Rehabilitation

Citation: Nasiri Z, Gholamian S, Letafatkar A, Hosseinzadeh M. Association of Lower-Limb Muscle Strength and Range-of-Motion Asymmetry with Motor Performance Indices in Older Adults: A Cross-Sectional Study. J Res Rehabil Sci 2026; 22.

Received date: 23.04.2026

Accept date: 05.05.2026

Published: 06.06.2026

1- Department of Sports Injury and Corrective Exercises, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran

3- Associate Professor, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Corresponding Author: Mahdi Hosseinzadeh; Assistant Professor, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran; Email: mhdy7343@gmail.com