



Research Article

The Effect of Backward Gait Training Protocol on Postural Sway and Balance in Elderly Men with a History of Fall

Ali Jalalvand^{1*}

¹ Department of Sports Biomechanics, Hamadan Branch, Islamic Azad University, Hamadan, Iran

* **Corresponding author:** Ali Jalalvand, Department of Sports Biomechanics, Hamadan Branch, Islamic Azad University, Hamadan, Iran. Email: jalalvand_ali@yahoo.com

DOI: [10.61186/jams.28.2.85](https://doi.org/10.61186/jams.28.2.85)

How to Cite this Article:

Ali Jalalvand. The Effect of Backward Gait Training Protocol on Postural Sway and Balance in Elderly Men with a History of Fall. *J Arak Uni Med Sci.* 2025;28(2): 85-90. DOI: [10.61186/jams.28.2.85](https://doi.org/10.61186/jams.28.2.85)

Received: 2025.01.26

Accepted: 2025.04.09

Keywords:

Backward gait;
Postural sway;
Balance;
Elderly;
Fall.

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: This study aimed to investigate the effect of the backward gait training protocol on postural sway and balance in elderly men with a history of falls.

Methods: A total of 28 healthy elderly individuals with a history of falls participated in this research. The backward gait protocol was considered the independent variable, and the mean parameters of postural sway, including range, center of pressure displacement, center of pressure velocity, and center of pressure acceleration, were examined as dependent variables. A Kistler force platform was used to assess postural sway. A mixed-design repeated measures ANOVA was performed at a significance level of 0.05.

Results: No significant differences were found in the anterior-posterior amplitude and medio-lateral acceleration of the center of pressure between healthy elderly individuals and those with a history of falls ($P > 0.05$). However, individuals with a history of falls exhibited greater medio-lateral amplitude, anterior-posterior displacement, anterior-posterior velocity, and anterior-posterior acceleration of the center of pressure ($P = 0.001$). Conversely, they demonstrated lower medio-lateral displacement ($P = 0.001$) and medio-lateral velocity of the center of pressure ($P = 0.005$).

Conclusions: Changes in center of pressure parameters may predict fall risk in the older adults. These parameters have varying sensitivities for detecting subtle differences in postural control. The responses of various parameters are influenced by compensatory mechanisms, weaknesses, and balance disorders. The backward gait protocol serves as a targeted intervention to improve balance and stability in elderly individuals at risk of falls.

تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نوسانات پاسجری و تعادل مردان سالمند با سابقه زمین خوردن

علی جلالوند^{۱*} ID^۱ گروه بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: علی جلالوند، گروه بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران. ایمیل: jalalvand_ali@yahoo.com

DOI: 10.61186/jams.28.2.85

چکیده	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۷
مقدمه: این مطالعه با هدف بررسی تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نوسانات پاسجری (وضعیتی) و تعادل مردان سالمند با سابقه زمین خوردن انجام شد.	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰
روش کار: تعداد ۲۸ نفر سالمند سالم و با سابقه زمین خوردن در این تحقیق شرکت کردند. پروتکل گیت به عقب به عنوان متغیر مستقل و میانگین پارامترهای انحرافات وضعیتی دامنه، جابجایی مرکز فشار، سرعت مرکز فشار و شتاب مرکز فشار به عنوان متغیرهای وابسته مورد بررسی قرار می‌گیرد. از فورس پلایت کیستلر برای ارزیابی نوسانات وضعیتی استفاده شد. آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری طرح مختلط در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.	واژگان کلیدی: گیت به عقب؛ نوسانات وضعیتی؛ تعادل؛ سالمندان؛ سقوط
یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری در دامنه قدامی- خلفی و شتاب داخلی- خارجی مرکز فشار بین افراد سالمند سالم با افراد دارای سابقه زمین خوردن وجود ندارد ($P < ۰/۰۵$). افراد دارای سابقه زمین خوردن از دامنه داخلی- خارجی، جابجایی قدامی-خلفی، سرعت و شتاب قدامی-خلفی مرکز فشار بیشتری برخوردار بودند ($P = ۰/۰۰۱$)، ولیکن از جابجایی داخلی- خارجی ($P = ۰/۰۰۱$) و سرعت داخلی- خارجی مرکز فشار ($P = ۰/۰۰۵$) پایین‌تری برخوردار بودند.	تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.
نتیجه‌گیری: تغییر در پارامترهای مرکز فشار ممکن است پیش‌بینی کننده خطر سقوط در سالمندان باشد. پارامترهای مرکز فشار از حساسیت متفاوتی برای شناسایی تفاوت‌های ظریف در کنترل وضعیت برخوردار هستند. پاسخ پارامترهای مختلف تحت تأثیر مکانیزم‌های جبرانی، ضعف و اختلالات تعادلی قرار می‌گیرند. پروتکل گیت به عقب یک مداخله هدفمند برای بهبود تعادل و پایداری سالمندان مبتلا به سقوط است.	
ارجاع: جلالوند علی. تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نوسانات پاسجری و تعادل مردان سالمند با سابقه زمین خوردن. مجله دانشگاه علوم پزشکی/اراک ۱۴۰۴؛ ۲۸ (۲): ۸۵-۹۰.	

مقدمه

سقوط ناگهانی یک رویداد است که اغلب توسط سالمندان (افراد سالخورده) تجربه و شکایت می‌شود. این اتفاق ممکن است بدون احساس علائم قبلی و بطور ناگهانی رخ دهد (۱). تخمین زده می‌شود که دو سوم مرگ و میر ناشی از حوادث سقوط با تمرینات تعادلی و قدرتی، یا کاهش ریسک فاکتورهای بیرونی یا درونی قابل پیشگیری‌اند (۲).

پیامدهای پیری بر نقصان سیستم عصبی مرکزی تغییر تعادل و ضعف شنوایی و بینایی است. نقص شنوایی و بینایی ورودی‌های حسی از منطقه دهلیزی و بینایی که با آشفته‌گی‌های محیطی به منظور تعیین موقعیت بدن برای اجرای بهترین انتخاب حرکت بدن در تعامل است را کاهش می‌دهد، بنابراین خطر سقوط یا عدم تعادل را افزایش می‌دهد (۳).

Sheldon نشان داد، عدم توانایی در کنترل انحرافات پوسجری در پیری، نقش مهمی در گرایش سالمندان به سقوط دارد (۴). Overstall و همکاران (۵) و Fernie و همکاران (۶)، انحرافات پوسجری را به سقوط مرتبط کردند و پیشنهاد کردند وقتی که علت سقوط چیزی غیر از لغزیدن یا زمین خوردن باشد، مقدار دامنه انحرافات افرادی که سقوط کرده‌اند

بیشتر از افرادی است که سقوط نکرده‌اند.

به طور جالبی، نشان داده شده است که افراد سالمند می‌توانند با تمرین و آموزش دامنه انحرافات پوسجری را کاهش دهند (۷). پاسخ‌های پوسجری تغییر یافته در افراد سالمند، مانند تأخیر در شروع واکنش، تغییر متناوب در ترتیب فعال‌سازی عضلات و هم‌انقباضی گاه به گاه در عضلات ساق پا، تمایل به بهبود با تمرین را نشان داده‌اند (۸). انحرافات پوسجری می‌تواند با استفاده از تمرینات خاصی مانند تمرینات تعادلی قابل تغییر باشد (۹، ۱۰).

تمرینات گیت به عقب (backward walking training) BWT به طور فزاینده‌ای به عنوان یک تکنیک توانبخشی برای افرادی که دچار اختلالات عصبی شده‌اند، استفاده می‌شود (۱۱). تمرینات گیت به عقب، می‌تواند فعالیت عضلانی بیشتری نسبت به پیاده‌روی به جلو ایجاد کند. تحقیقات الکترومایوگرافی که مقایسه انقباض عضلات اندام تحتانی (باسپس فمورس، واستوس لاترالیس و رکتوس فمورس) در گیت به عقب و گیت به عقب به جلو را بررسی کرده‌اند، نشان داده است که فعالیت الکترومایوگرافی در گیت به عقب معمولاً بیشتر از گیت به جلو است (۱۲). در مقایسه با راه

رفتن به جلو، افزایش آهنگ و کاهش طول گام در راه رفتن به عقب وجود دارد. اعتقاد بر این است که بهره‌وری عصبی عضلانی پس از مداخله گیت به عقب بهبود می‌یابد، زیرا سازگاری عصبی را فراهم می‌کند (۱۱).

گیت به عقب ممکن است منافع را فراهم کند، به خصوص در توانایی کنترل حرکتی و تعادل، فراتر از آنچه از راه رفتن به جلو (Forward Walking) تجربه شده است و ممکن است یک مداخله بالقوه برای پیشگیری از سقوط باشد. تجزیه و تحلیل کینماتیکی راه رفتن به عقب شواهدی ارائه می‌دهد که گویای اثربخشی این تکنیک بر افزایش دورسی فلکشن مچ پا، افزایش موبیلیتی لگن، افزایش قدرت اکستنسوری زانو، افزایش اوج گشتاور پلانتر فلکسوری و کاهش اسپاستیسیته پلانتر فلکسوری است، نتایج تحقیقات مؤید بهبود کارایی راه رفتن هنگام اجرای این پروتکل درمانی در افراد مبتلا به سکتة است (۱۳).

تحقیقات محدودی در مورد اثرات پروتکل تمرینی گیت به عقب بر روی بهبود نوسان پاسچر و تعادل در افراد سالمند با سابقه زمین خوردن انجام گرفته است. بنابراین در مطالعه حاضر تلاش می‌گردد تا اثرات پروتکل تمرینی گیت به عقب بر روی بهبود نوسانات وضعیتی و تعادل در سالمندان با سابقه زمین خوردن با هدف بازتوانی و پیشگیری از سقوط مجدد مورد بررسی قرار گیرد.

روش کار

این مطالعه از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی-توصیفی است. جامعه آماری این پژوهش را مردان سالمند بالای ۶۰ سال که بر اساس خود اظهاری و پرونده پزشکی سابقه زمین خوردن دو بار یا بیشتر طی شش ماه گذشته را داشتند تشکیل می‌دادند. آزمودنی‌ها به صورت غیرتصادفی و با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس از بین مراجعین به کلینیک‌ها و مراکز درمانی شهر همدان که شرایط ورود به مطالعه را دارا و حاضر به شرکت در مطالعه بودند انتخاب گردیدند. شرایط ورود به مطالعه شامل: (۱) سالمندان مرد بالای ۶۰ سال؛ (۲) عدم استفاده از عصا و توانایی راه رفتن مستقل؛ (۳) نداشتن سابقه بیماری قلبی و ریوی حاد و صدمات مغزی و (۴) عدم ناتوانی‌های ارتوپدی معنادار یا بیماری‌های حاد. ارزیابی‌های بالینی در مرحله اولیه بایستی مستعد بودن شرکت‌کنندگان را برای شرکت در پروتکل ثانویه را تأیید کنند. گروه تجربی پروتکل تمرینی را دریافت کردند ولی گروه شاهد سالم هیچ پروتکل تمرینی را دریافت نکردند. جهت محاسبه حجم نمونه از نرم‌افزار جی پاور با توان آزمون آماری ۰/۷ و ضریب تأثیر ۰/۹۸ و سطح آلفا ۰/۰۵ استفاده گردید که نمونه آماری برای طرح تحلیل واریانس مختلط ۲۸ نفر (۱۴ نفر سالمند سالم و ۱۴ نفر سالمند با سابقه زمین خوردن) برآورد گردید. پروتکل تحقیق در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان (IR.IAU.H.REC.1402.123) تصویب شد.

آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته (سه جلسه در هفته) در پروتکل تمرینی گیت به عقب شرکت کردند. نحوه اجرای پروتکل تمرینی گیت به عقب به این صورت بود که ابتدا گرم کردن عمومی (راه رفتن، دویدن آرام و حرکات کششی به مدت پنج دقیقه) سپس پروتکل گیت به عقب و در خاتمه مرحله سرد کردن همراه با حرکات کششی انجام می‌گرفت. نحوه اجرای پروتکل تمرین گیت به عقب به این صورت بود که افراد در هفته اول (۳ جلسه اول) بعد از گرم کردن عمومی ۱۰ ست اینتروالی راه رفتن به عقب (یک دقیقه راه رفتن به عقب و متعاقباً ۱ دقیقه استراحت)، در هفته‌های آتی الگوی حرکتی جاگینگ و دویدن آرام بصورت ملایم و کنترل شده جایگزین راه رفتن عادی شد. که در نهایت هفته آخر به این صورت خواهد بود که افراد ابتدا ۳ ست اینتروالی رفت و برگشتی ۴، ۶ و ۸ عرض سالن را انجام دادند سپس ۲ ست ۲ و ۳ دقیقه‌ای گیت به عقب را انجام دادند. البته شدت این تمرینات با توجه به وضعیت هر کدام از بیماران تحت کنترل خواهد بود. جهت ارزیابی نوسانات پاسچری و تعادل در سالمندان از تست ایستادن تاندم (Tandem Stance) (۱۴) به مدت ۳۰ ثانیه و با استفاده از دو عدد صفحه نیروی مدل 9281DA (۴۰۰*۶۰۰ میلی‌متر) (kistler instrument AG Winterthur-Switzerland Type 5233A2) ساخت کمپانی Kistler کشور سوئیس با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز صورت گرفت. تست ایستادن تاندم یک آزمون تعادلی است که در آن فرد باید یک پا را دقیقاً در مقابل پای دیگر قرار دهد، به طوری که پاشنه پای جلو با انگشتان پای عقب در تماس باشد. این تست در ارزیابی انحرافات وضعیتی سالمندان و افراد با اختلالات عصبی کاربرد دارد. برای تشخیص توزیع نرمال داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری طرح مختلط برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) و سطح معنی‌داری ($P \leq 0.05$) استفاده خواهد شد. از آزمون تعقیبی Bonferroni نیز برای مقایسه جفتی استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج آزمون Shapiro-Wilk نشان داد که توزیع اکثر پارامترها نرمال بود. نتایج مقایسه میانگین متغیرهای دموگرافیک آزمودنی‌ها حاکی از عدم تفاوت معنی‌داری بین سن، قد، جرم و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های سالم با سالمندان با سابقه زمین خوردن داشت ($P > 0.05$) (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین پارامترهای نوسانات پاسچری و تعادل حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین دامنه در جهت قدامی-خلفی و شتاب مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی گروه سالم در مقایسه با گروه دارای سابقه زمین خوردن قبل و بعد از تمرین درمانی داشت ($P < 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت‌کننده در مطالعه

متغیر دموگرافیک	سالمندان سالم	سالمندان با سابقه زمین خوردن	معنی‌داری
سن (سال)	۶۲/۳۷ ± ۷/۳۸	۶۰/۲۵ ± ۵/۱۴	۰/۵۱۵
قد (سانتی‌متر)	۱۷۲/۱۲ ± ۴/۶۱	۱۷۰/۱۲ ± ۴/۶۱	۰/۴۸۹
جرم (کیلوگرم)	۶۹/۵ ± ۶/۴۸	۶۵/۷۵ ± ۸/۵۱	۰/۳۳۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۵۳ ± ۲/۸۹	۲۲/۶۳ ± ۳/۰۲	۰/۵۵۳

جدول ۲. پارامترهای نوسانات پوسچری و تعادل گروه با سابقه زمین خوردن قبل و بعد از تمرین درمانی در مقایسه با گروه شاهد سالم

پارامترهای نوسانات پوسچری و تعادل	قبل از تمرین درمانی		بعد از تمرین درمانی		P (اثر زمان)	P بین گروهی قبل از تمرین درمانی		P بین گروهی بعد از تمرین درمانی
	سالم	با سابقه زمین خوردن	سالم	با سابقه زمین خوردن		سالم - با سابقه زمین خوردن	سالم - با سابقه زمین خوردن	
دامنه در جهت قدامی - خلفی (سانتی متر)	۰/۱۷۰±۰/۱۱	۰/۱۶۰±۰/۱۱	۰/۱۷۷±۰/۱۰۲	۰/۱۹۹±۰/۱۷۳	۰/۶۳۴	۰/۶۴۰	۰/۱۵۹	۰/۱۲۰
دامنه در جهت داخلی - خارجی (سانتی متر)	۲/۹۱±۰/۳۴	۱/۱۷۶±۰/۲۳۳	۲/۹۱±۰/۳۵۲	۵/۳۰۲±۰/۰۶۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱
جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی - خلفی (سانتی متر)	۲۷۱/۲۹±۰/۵۴/۰۸	۴۵۸/۷۵±۰/۸۷/۹۷	۲۷۱/۰۱±۰/۵۴/۱۰	۳۸۰/۶۳±۰/۶۹/۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (سانتی متر)	۵۴۷/۶±۰/۱۴/۰۱	۱۸۳/۴۰±۰/۹۶/۰۷	۵۴۷/۴۰±۰/۱۴/۰۰	۳۳۵/۳۰±۰/۹۳/۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
سرعت مرکز فشار در جهت قدامی - خلفی (متر بر ثانیه)	۰/۲۷۵±۰/۰۵	۰/۲۷۵±۰/۰۵	۰/۲۷۵±۰/۰۵	۰/۵۱۶±۰/۱۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
سرعت مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (متر بر ثانیه)	۰/۵۳۹±۰/۱۴	۰/۲۷۱±۰/۱۴	۰/۵۴۱±۰/۱۳۸	۰/۳۷۹±۰/۱۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۵	۰/۰۲۹
شتاب مرکز فشار در جهت قدامی - خلفی (متر بر مجذور ثانیه)	۰/۰۱۸±۰/۰۰۳	۰/۰۶۹±۰/۰۱	۰/۰۱۸±۰/۰۰۳	۰/۰۴۷±۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
شتاب مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (متر بر مجذور ثانیه)	۰/۰۳۵±۰/۰۰۹	۰/۰۲۶±۰/۰۱۵	۰/۰۳۴±۰/۰۰۱	۰/۰۲۹±۰/۰۰۷	۰/۳۸۰	۰/۳۳۶	۰/۲۴۱	۰/۳۰۷

برای شناسایی تفاوت‌های ظریف در کنترل وضعیت نباشد. بنابراین ارزیابی‌های چندبعدی در پژوهش‌های تعادل ضروری است، زیرا یک پارامتر منفرد ممکن است تفاوت‌های جامع را نشان ندهد (۱۶). دامنه داخلی - خارجی بالاتر در افراد دارای سابقه زمین خوردن احتمالاً نشان‌دهنده کاهش پایداری پاسچرال است. دامنه بالاتر حرکت COP در این جهت بالاص در افراد مسن با افزایش خطر سقوط همراه است و افراد مسن دارای سابقه سقوط در مقایسه با افراد همتای سالم دامنه بیشتری از حرکت COP در جهت داخلی - جانبی نشان می‌دهند. بالاص در حالت ایستادن روی یک پا افزایش ۱ سانتی‌متری در دامنه داخلی - جانبی با افزایش ۱/۵ برابری احتمال افتادن در شش ماه آینده همراه بود (۱۷). مقادیر بالاتر دامنه COP نشان‌دهنده پایداری ضعیف‌تر است و افزایش حرکت COP در جهت داخلی - جانبی پیش‌بینی‌کننده قوی خطر افتادن است و لذا بر اهمیت نظارت بر این پارامتر در آزمون‌های تعادلی و مداخلات هدفمند به منظور بهبود پایداری تأکید می‌گردد (۱۸).

کاهش کنترل یا ضعف عضلات تثبیت‌کننده لگن (به ویژه عضلات لیداکتوری لگن) و پاهای باعث افزایش نوسانات در جهت داخلی - خارجی می‌گردد (۱۹). افراد دارای سابقه زمین خوردن ضعف در عضلات تثبیت‌کننده یا اختلال در سیستم‌های حسی مربوط به کنترل جانبی تعادل را دارا می‌باشند. لذا این امر موجب افزایش نوسانات در جهت داخلی - خارجی می‌شود. (۱۵).

تمرینات گیت به عقب باعث کاهش دامنه داخلی - خارجی و بالتبع ناپایداری جانبی که یکی از عوامل مهم در خطر افتادن در افراد با سابقه سقوط است می‌گردد. گیت به عقب سیستم تعادل و کنترل حرکتی را به شکلی متفاوت از راه رفتن به جلو با چالش‌های اضافی مواجه و نیاز به هماهنگی و ثبات بیشتری دارد، در نتیجه تعادل کلی را بهبود و جابجایی میانی - جانبی را کاهش می‌دهد (۲۰). گیت به عقب با فعال‌سازی گروه‌های

نتایج مقایسه میانگین پارامترهای نوسانات وضعیتی حاکی از دامنه داخلی - خارجی، جابجایی مرکز فشار قدامی - خلفی (سانتی‌متر)، سرعت مرکز فشار قدامی - خلفی (متر بر ثانیه)، شتاب مرکز فشار قدامی - خلفی (متر بر مجذور ثانیه) پایین‌تر آزمودنی‌های گروه سالم در مقایسه با گروه دارای سابقه زمین خوردن داشت ($P \leq 0/05$). نتایج اثر تقابلی زمان و زمان - گروه در دامنه در جهت داخلی - خارجی، مرکز فشار قدامی - خلفی (سانتی‌متر)، سرعت مرکز فشار قدامی - خلفی (متر بر ثانیه)، شتاب مرکز فشار قدامی - خلفی (متر بر مجذور ثانیه) حاکی از تأثیر تمرین درمانی بر گروه تجربی داشت، بطوریکه بعد از تمرین درمانی این پارامترهای نوسانات وضعیتی گروه دارای سابقه زمین خوردن کاهش یافت ($P \leq 0/05$).

نتایج مقایسه میانگین پارامترهای نوسانات وضعیتی حاکی از جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (سانتی‌متر)، سرعت مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (متر بر ثانیه) بالاتر آزمودنی‌های گروه سالم در مقایسه با گروه دارای سابقه زمین خوردن داشت ($P \leq 0/05$). نتایج اثر تقابلی زمان و زمان - گروه در جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (سانتی‌متر)، سرعت مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی (متر بر ثانیه) حاکی از تأثیر تمرین درمانی بر گروه تجربی داشت، بطوریکه بعد از تمرین درمانی این پارامترهای نوسانات وضعیتی گروه دارای سابقه زمین خوردن افزایش یافت ($P \leq 0/05$).

بحث

از دلایل توجیهی عدم اختلاف معنی دار دامنه قدامی - خلفی بین دو گروه می‌توان به وجود مکانیزم‌های جبرانی ناخودآگاه افراد در معرض خطر زمین خوردن به منظور حفظ تعادل اشاره کرد، که این امر موجب کاهش تفاوت در دامنه حرکت قدامی - خلفی در مقایسه با افراد سالم شده است (۱۵). از طرفی دامنه حرکت قدامی - خلفی ممکن است پارامتر حساس و دقیقی

طولانی‌تر و افزایش سرعت COP در جهت قدامی- خلفی را در پی خواهد داشت (۲۷).

افزایش سن همراه با کاهش قدرت، عدم انعطافپذیری مفاصل و اختلال حرکتی است. این پیامدها منجر به نوسانات بیشتر و افزایش سرعت COP در جهت قدامی- خلفی می‌گردد. در مقابل، کاهش پاسخدهی عضلات می‌تواند حرکات جانبی را محدود و باعث کاهش سرعت COP در جهت داخلی- خارجی شود (۲۸). تضعیف حس بینایی و عمقی متأثر از افزایش سن باعث می‌شود فرد برای اصلاح تعادل، بیشتر بر حرکات قدامی- خلفی تکیه کرده و ناخواسته سرعت COP در این جهت را افزایش یابد. همچنین، کاهش بازخورد حسی ممکن است به احتیاط در حرکات جانبی منجر شود و سرعت COP را در جهت داخلی- خارجی را کاهش دهد (۲۹). ترس شدید از زمین‌خوردن می‌تواند الگوهای حرکتی را تغییر دهد و باعث شود افراد حرکات قدامی-خلفی را ترجیح دهند، جایی که احساس امنیت بیشتری دارند. این سازگاری رفتاری می‌تواند به افزایش سرعت COP در جهت AP و کاهش حرکات جانبی برای کاهش خطر ادراک‌شده منجر شود (۲۹).

درک این عوامل برای طراحی مداخلات هدفمند جهت بهبود تعادل و کاهش خطر زمین‌خوردن در جمعیت سالمند اهمیت زیادی دارد. کاهش سرعت مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی و بالعکس افزایش سرعت مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی گروه دارای سابقه سقوط پس از پروتکل ۶ هفته‌ای گیت به عقب گویای بهبود تعادل و جنبش‌پذیری در سالمندان است، این موارد ارتباط نزدیکی با داینامیک COP دارند (۳۰). گیت به عقب گروه‌های عضلانی متفاوتی را درگیر می‌کند، که این امر می‌تواند به بهبود هماهنگی منجر شود (۲۳).

افراد سالمند با سابقه سقوط در مقایسه با افراد سالم شتاب COP بیشتری در جهت قدامی- خلفی دارند ولیکن اختلاف معنی‌داری در جهت داخلی- خارجی ندارند. در توجیه نتایج بدست آمده می‌توان گفت: نوسانات و انحراف مرکز فشار بیشتر افراد مسن در جهت قدامی- خلفی نسبت به جوان‌ترها نشان‌دهنده ضعف‌های مرتبط با افزایش سن در کنترل حرکتی است که منجر به ناپایداری بیشتر در جهت قدامی- خلفی می‌شود. این اختلالات می‌توانند باعث شتاب بالاتر COP شوند، زیرا بدن سعی می‌کند تعادل خود را حفظ کند (۳۱، ۳۲).

نوسانات جانبی بیش از حد با افزایش خطر سقوط مرتبط است. بنابراین، نبود تفاوت در شتاب COP در جهت داخلی- خارجی بین سالمندان مستعد سقوط و هم‌تایان سالم آن‌ها ممکن است نشان‌دهنده یک راهبرد جبرانی برای حفظ ثبات جانبی باشد (۳۲).

در توجیه کاهش شتاب COP در جهت قدامی- خلفی پس از پروتکل ۶ هفته‌ای گیت به عقب می‌توان گفت گیت به عقب با تقویت عضلات چهارسر رانی و عضلات جلوی ساق پا سبب بهبود تعادل و پایداری و پیشگیری از سقوط می‌گردد. همچنین تمرین منظم گیت به عقب می‌تواند سیستم‌های کنترل وضعیت و حس عمقی را بهبود و به حرکات کنترل‌شده‌تر و کاهش شتاب COP در جهت قدامی- خلفی منجر شود (۳۳). از طرفی گیت به عقب یک الگوی حرکتی جدید است که بدن باید خود را با آن وفق دهد. این انطباق می‌تواند به یادگیری حرکتی بهتر و افزایش پایداری منجر

متفاوتی از عضلات مسئول پایداری لگن و اندام تحتانی سبب افزایش ثبات جانبی و کاهش حرکات جانبی هنگام راه رفتن می‌گردد (۲۱). تمرین گیت به عقب با بهبود پارامترهای زمانی- مکانی (طول گام و سرعت راه رفتن) منجر به الگوی راه رفتن پایدارتر و کنترل‌شده‌تر و لذا کاهش انحرافات جانبی و خطر افتادن می‌شود (۲۲).

جابجایی قدامی- خلفی بیشتر مرکز فشار در افراد دارای سابقه زمین‌خوردن، نشان‌دهنده تغییرات در کنترل پاسچر و عملکرد گیت است. جابجایی بیشتر در این جهت معمولاً با اختلال در تعادل و افزایش خطر افتادن همراه است. در یک مطالعه بر روی زنان یائسه با چشم بسته نشان داده شد که جابجایی بیشتر مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی با کاهش قدرت عضلات زانو ارتباط دارد، که این نشان‌دهنده ارتباط بین قدرت عضلات و پایداری پاسچرال است (۲۳).

در توانبخشی افرادی مبتلا به سکته مغزی جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی به‌عنوان یک پارامتر مفید برای ارزیابی پیشرفت حرکتی شناخته شده است. جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی می‌تواند عملکرد کلی گیت را منعکس و به‌عنوان ابزاری برای نظارت بر نتایج توانبخشی استفاده شود (۲۴).

جابجایی قدامی- خلفی بیشتر در افراد دارای سابقه زمین‌خوردن می‌تواند منبعث از ضعف قدرت عضلات باشد. نظارت بر جابجایی مرکز فشار در این جهت، بینش‌های ارزشمندی در مورد تعادل و عملکرد راه رفتن فراهم می‌کند و به ارزیابی و بهبود استراتژی‌های توانبخشی کمک می‌کند (۲۳)، لذا ظاهراً گیت به عقب با افزایش قدرت عضلات سبب بهبود تعادل و عملکرد گیت سالمندانی که سقوط را تجربه کرده‌اند می‌گردد. جابجایی داخلی- خارجی (جانبی) کمتر در گروه دارای سابقه زمین‌خوردن می‌تواند نشان‌دهنده اتخاذ یک استراتژی تعادلی احتیاطی توسط این افراد به دلیل کاهش اعتماد به حفظ ثبات یا کاهش کنترل عصبی- عضلانی باشد. با محدود کردن جابجایی مرکز فشار در این جهت، این افراد ممکن است تلاش کنند خطر بی‌ثباتی و افتادن را به حداقل برسانند و یا می‌تواند نشان‌دهنده کاهش توانایی در انجام تنظیمات وضعیتی لازم باشد که به نوبه خود خطر سقوط را افزایش می‌دهد (۲۵).

افزایش جابجایی COP در جهت داخلی- خارجی (جانبی) پس از یک پروتکل ۶ هفته‌ای گیت به عقب ممکن است نشان‌دهنده بهبود سازگاری و ثبات در افراد سالمند با سابقه افتادن باشد. افزایش جابجایی COP در جهت جانبی نشان‌دهنده یک سیستم کنترل تعادل پویا و پاسخگوتر است. نتایج اثرات یک برنامه تمرینی ۶ هفته‌ای با استفاده از واقعیت مجازی بر تعادل در افراد مسن نشان داد که عملکرد تعادل به‌طور قابل توجهی بهبود یافت، که نشان‌دهنده اثربخشی پروتکل‌های تمرینی هدفمند در بهبود کنترل وضعیتی در سالمندان است (۲۶).

افراد سالمند با سابقه زمین‌خوردن در مقایسه با سالمندان بدون سابقه زمین‌خوردن سرعت بیشتری در جابجایی مرکز فشار (COP) در جهت قدامی- خلفی و سرعت کمتری در جهت داخلی- خارجی دارند. در توجیه این نتایج می‌توان گفت: افراد سالمند با سابقه زمین‌خوردن برای افزایش پایداری داینامیکی استراتژی تعدیلات جبرانی پاسچرال (APA) بیشتری را به کار می‌گیرند. لذا مرحله APA در وظایف حرکتی مانند گام برداشتن

تشکر و قدردانی

این مطالعه مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۰۳/۵۵۶۴۸ می‌باشد. از تمامی شرکت کنندگان در این پژوهش بخاطر همکاری با گروه تحقیق که اجرای پژوهش حاضر را امکان پذیر نمودند، نهایت قدردانی و سپاس به عمل می‌آید.

سهم نویسندگان

تمام مطالب این مطالعه، بر عهده نویسنده مقاله بوده است.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

نتیجه‌گیری

شود، زیرا بدن در مواجهه با اختلالات پیش‌بینی نشده مهارت بیشتری پیدا می‌کند و احتمال سقوط کاهش می‌یابد (۳۴).

بنابراین به‌طور کلی، گنجاندن تمرین راه رفتن به عقب در برنامه‌های ورزشی افراد مسن می‌تواند راهبردی مؤثر برای بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط از طریق کاهش شتاب COP در جهت قدامی- خلفی باشد.

تغییر در پارامترهای مرکز فشار ممکن است پیش‌بینی کننده خطر سقوط در سالمندان می باشد. پارامترهای مرکز فشار از حساسیت متفاوتی برای شناسایی تفاوت‌های ظریف در کنترل وضعیت برخوردار هستند. پاسخ پارامترهای مختلف تحت تأثیر مکانیزم‌های جبرانی، ضعف و اختلالات تعادلی و ... قرار می‌گیرند. پروتکل گیت به عقب یک مداخله هدفمند برای بهبود تعادل و پایداری سالمندان مبتلا به سقوط است.

References

- Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen JL, Randers MB, Petersen J, Suetta C, et al. Muscle function and postural balance in lifelong trained male footballers compared with sedentary elderly men and youngsters. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(Suppl 1):90-7. **pmid:** 20210903 **doi:** 10.1111/j.1600-0838.2010.01092.x.
- Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006;35(Suppl-2):ii37-ii41. **pmid:** 16926202 **doi:** 10.1093/ageing/afl084.
- Shepard NT, Telian SA. Practical management of the balance disorder patient. 1st ed. Boston, MA: Cengage Learning; 1996.
- Sheldon J. The effect of age on the control of sway. *Gerontol Clin (Basel)*. 1963;5(3):129-38. **pmid:** 13977074 **doi:** 10.1159/000244784.
- Overstall P, Exton-Smith A, Imms F, Johnson A. Falls in the elderly related to postural imbalance. *Br Med J*. 1977;1(6056):261-4. **pmid:** 837061 **doi:** 10.1136/bmj.1.6056.261
- Fernie GR, Gryfe CI, Holliday PJ, Llewellyn A. The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing*. 1982;11(1):11-6. **pmid:** 7072557 **doi:** 10.1093/ageing/11.1.11
- Fernie GR, Holliday PJ. Postural sway in amputees and normal subjects. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(7):895-8. **pmid:** 701337
- Woollacott MH. Postural reflexes and aging. *Advances in neurogerontology*. 1982;3:98-119.
- Kwok B-C, Clark RA, Pua Y-H. Novel use of the Wii Balance Board to prospectively predict falls in community-dwelling older adults. *Clin Biomech (Bristol)*. 2015;30(5):481-4. **pmid:** 25796535 **doi:** 10.1016/j.clinbiomech.2015.03.006.
- Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *J Athl Train*. 2010;45(4):392-403. **pmid:** 20617915 **doi:** 10.4085/1062-6050-45.4.392
- Sarma M. Effect of Additional Backward Walking Training on Balance and Functional Outcome in Patients with Stroke (Master's thesis, Rajiv Gandhi University of Health Sciences (India);2013.
- Grasso R, Bianchi L, Lacquaniti F. Motor patterns for human gait: backward versus forward locomotion. *J Neurophysiol*. 1998;80(4):1868-85. **pmid:** 9772246 **doi:** 10.1152/jn.1998.80.4.1868
- Marden-Lokken SM, Killough J. Effects of backward walking training on neuromuscular efficiency in gait in an individual post-stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2006;30(4):213. **doi:** 10.1097/01.NPT.0000281312.32152.3f
- Sozzi S, Honeine J-L, Do M-C, Schieppati M. Leg muscle activity during tandem stance and the control of body balance in the frontal plane. *Clin Neurophysiol*. 2013;124(6):1175-86. **pmid:** 23294550 **doi:** 10.1016/j.clinph.2012.12.001
- Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy. *Phys Ther*. 1997;77(5):488-507. **pmid:** 9149760 **doi:** 10.1093/ptj/77.5.488
- Shumway-Cook A. Motor control: Translating research into clinical practice. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
- de Abreu DCC, Bandeira ACL, Magnani PE, de Oliveira Grigoletto DA, de Faria Junior JR, Teixeira VRS, et al. Standing balance test for fall prediction in older adults: a 6-month longitudinal study. *BMC Geriatr*. 2024;24(1):947. **pmid:** 39548372 **doi:** 10.1186/s12877-024-05380-9
- Chen B, Liu P, Xiao F, Liu Z, Wang Y. Review of the upright balance assessment based on the force plate. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):2696. **pmid:** 33800119 **doi:** 10.3390/ijerph18052696
- Granacher U, Muehlbauer T, Gruber M. A qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: impact for testing and training. *J Aging Res*. 2012;2012:708905. **pmid:** 22315687 **doi:** 10.1155/2012/708905
- Luecha T, Takesue S, Yeoh WL, Loh PY, Muraki S. Backward walking styles and impact on spatiotemporal gait characteristics. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(12):2487. **pmid:** 36554011 **doi:** 10.3390/healthcare10122487.
- Balasukumaran T, Gottlieb U, Springer S. Muscle activation patterns during backward walking in people with chronic ankle instability. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020; 21(1):489. **doi:** 10.1186/s12891-020-03512-x. **pmid:** 32711488 **doi:** 10.1186/s12891-020-03512-x
- Elnahhas AM, Elshennawy S, Aly MG. Effects of backward gait training on balance, gross motor function, and gait in children with cerebral palsy: a systematic review. *Clin Rehabil*. 2019;33(1):3-12. **pmid:** 30043634 **doi:** 10.1177/0269215518790053
- Brech GC, Fonseca AMd, Bagnoli VR, Baracat EC, Greve JMDA. Anteroposterior displacement behavior of the center of pressure, without visual reference, in postmenopausal

- women with and without lumbar osteoporosis. *Clinics* (Sao Paulo). 2013;68(10):1293-8. **pmid:** 24212834 **doi:** 10.6061/clinics/2013(10)01
24. Choi H, Kim W-S. Anterior-posterior displacement of center of pressure measured by insole foot pressure measurement system in subacute recovery stage of post-stroke hemiplegia. *Technology and Health Care*. 2018;26(4):649-57. **pmid:** 30124457 **doi:** 10.3233/THC-181310
25. Fujimoto M, Bair W-N, Rogers MW. Center of pressure control for balance maintenance during lateral waist-pull perturbations in older adults. *J Biomech*. 2015;48(6):963-8. **pmid:** 25728580 **doi:** 10.1016/j.jbiomech.2015.02.012
26. Arnold N, Wilson O, Thompson L. Virtual Reality Training Affects Center of Pressure (COP)-Based Balance Parameters in Older Individuals. *Appl Sci*. 2024;14(16):7182. **doi:** 10.3390/app14167182
27. Tisserand R, Robert T, Chabaud P, Bonnefoy M, Chèze L. Elderly fallers enhance dynamic stability through anticipatory postural adjustments during a choice stepping reaction time. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:613. **pmid:** 27965561 **doi:** 10.3389/fnhum.2016.00613
28. Wang Y, Mei Q, Jiang H, Hollander K, Van den Berghe P, Fernandez J, et al. The biomechanical influence of step width on typical locomotor activities: a systematic review. *Sports Med Open*. 2024;10(1):83. **pmid:** 39068296 **doi:** 10.1186/s40798-024-00750-4
29. Sarvari M, Shanbehzadeh S, Shavehei Y, ShahAli S. Postural control among older adults with fear of falling and chronic low back pain. *BMC geriatr*. 2024;24(1):862. **pmid:** 39443870 **doi:** 10.1186/s12877-024-05455-7
30. Rose MJ, Costello KE, Eigenbrot S, Torabian K, Kumar D. Inertial measurement units and application for remote health care in hip and knee osteoarthritis: Narrative review. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2022;9(2):e33521. **pmid:** 35653180 **doi:** 10.2196/33521
31. Delmas S, Watanabe T, Yacoubi B, Christou EA. Age-associated increase in postural variability relate to greater low-frequency center of pressure oscillations. *Gait Posture*. 2021;85:103-9. **pmid:** 33524665 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2020.12.019
32. Chen T, Chou L-S. Altered center of mass control during sit-to-walk in elderly adults with and without history of falling. *Gait Posture*. 2013;38(4):696-701. **pmid:** 23578795 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2013.03.007
33. Chien J-E, Hsu W-L. Effects of dynamic perturbation-based training on balance control of community-dwelling older adults. *Sci Rep*. 2018;8(1):17231. **pmid:** 30467355 **doi:** 10.1038/s41598-018-35644-5
34. Laufer Y. Effect of age on characteristics of forward and backward gait at preferred and accelerated walking speed. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(5):627-32. **pmid:** 15972616 **doi:** 10.1093/gerona/60.5.627