

# بررسی تکرارپذیری ثبات پوسچرال دینامیک در افراد سالم و بیماران کمردرد مزمن غیراختصاصی

حمیدرضا مختاری نیا<sup>۱</sup>، \*صدیقه کهریزی<sup>۱</sup>، محمدعلی سنجری<sup>۲</sup>، محمد پرنیان پور<sup>۳</sup>

## چکیده

**هدف:** تحقیق حاضر به بررسی تکرارپذیری ثبات پوسچرال در شرایط دینامیک کلی بدن می‌پردازد تا بتوان در ارزیابی و درمان ضایعات از آن استفاده کرد.

**روش بررسی:** در این اعتبارسنجی، ۱۲ فرد سالم و ۱۲ بیمار کمردردی به صورت نمونه‌گیری غیراحتمالی ساده ۸ وضعیت آزمون خم و راست شدن تنه را در شرایط متفاوتی از سرعت حرکت، راستای حرکت و وجود یا عدم وجود بار خارجی انجام دادند. در فاصله زمانی ۷ تا ۱۰ روز تکرار آزمون‌ها صورت گرفت. داده‌های صفحه نیرو جهت استخراج پارامترهای انحراف معیار مقدار جابجایی مرکز فشار و سرعت جابجایی در دو جهت قدامی خلفی و طرفی، میانگین کلی سرعت و طول مسیر مورد محاسبه قرار گرفت. تکرارپذیری نسبی با استفاده از ضریب همبستگی درون گروهی و تکرارپذیری مطلق با استفاده از خطای معیار اندازه‌گیری و ضریب تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** از میان پارامترهای مختلف مرکز فشار میانگین کلی سرعت در همه آزمون‌ها تکرارپذیری متوسط تا بالایی را نشان داد (دامنه آی.سی.سی. ۰/۹۱-۰/۶). در افراد سالم پارامترهای دیگری مثل انحراف معیار مقدار جابجایی مرکز فشار و انحراف معیار سرعت در جهت قدامی خلفی، نیز تکرارپذیری خوبی را نشان دادند (دامنه آی.سی.سی. ۰/۹۷-۰/۶۶). در افراد کمردردی در شرایط انجام آزمون‌های قرینه انحراف معیار مقدار جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی خلفی (دامنه آی.سی.سی. ۰/۷۵-۰/۶۱)، و در شرایط غیر قرینه انحراف معیار مقدار جابجایی مرکز فشار در جهت طرفی، تکرارپذیری خوبی را از خود نشان دادند. (دامنه آی.سی.سی. ۰/۸۱-۰/۶۲).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به تکرارپذیری بالا، به نظر می‌رسد میانگین کلی سرعت مرکز فشار در شرایط دینامیک، پارامتر خوبی برای ارزیابی فعالیت‌های دینامیک مثل باربرداری و حرکات ترکیبی در شرایط ارزیابی بالینی در بیماران و افراد سالم باشد.

**کلیدواژه‌ها:** ثبات پوسچرال، دینامیک کلی بدن، تکرارپذیری، حرکت غیرقرینه

۱- دکترای تخصصی فیزیوتراپی، استادیار گروه ارگونومی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران  
 ۲- دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
 ۳- دکترای بیومکانیک، استادیار مرکز تحقیقات توانبخشی دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران  
 ۴- دکترای بیومکانیک، استاد دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۸۹/۱۰/۲۰

پذیرش مقاله: ۹۰/۳/۲۱

\* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، پل نصر، دانشگاه تربیت مدرس، گروه فیزیوتراپی

\* تلفن: ۸۲۸۸۴۵۱۱ (۲۱) ۹۸+

\* رایانامه:

Kahrzizis@modares.ac.ir



## مقدمه

یکی از شاخص‌های سلامتی سیستم اسکلتی عضلانی، ثبات پوسچرال است که عبارت از توانایی فرد در حفظ یا به دست آوردن وضعیت تعادلی خود به دنبال اعمال اغتشاش و توانایی فرد جهت جلوگیری از افتادن<sup>۱</sup> است (۱).

مهارت‌های تعادلی دینامیک متعددی طی فعالیت‌های روزمره وجود دارد که از آن جمله هماهنگی حرکتی حین برداشتن یک شی، چرخیدن، بلند شدن، خم و راست شدن و باربرداری که احتمال افتادن و ایجاد آسیب در طی یک چنین فعالیت‌هایی زیاد است (۲،۳).

کنترل تعادل و حفظ ثبات پوسچرال در طی فعالیت‌های روزمره زندگی دائماً مورد چالش است و حفظ آن در فعالیت‌های مختلف حائز اهمیت است (۴). در حین چنین حرکات دینامیک مربوط به کل بدن<sup>۲</sup> نیاز به هماهنگی در مفاصل مختلف و عضلات سگمان‌های متعددی است تا بتوان تکلیف حرکتی را به خوبی انجام داد (۵).

خم و راست شدن تنه یکی از فعالیت‌های شایعی است که در حین خیلی از فعالیت‌های شغلی، ورزشی و تفریحی انجام و از لحاظ بالینی و بیومکانیکی نیز حرکت پیچیده و با اهمیتی است (۶).

علی‌رغم اینکه ضایعات کمردرد و پشت در اثر حرکات تکراری خم و راست شدن تنه ایجاد می‌شود (۳) اما ارزیابی ثبات پوسچرال و کنترل عصبی عضلانی در اغلب مطالعات در حالت استاتیک و ایستاده معمولی صورت گرفته است (۵،۷،۸) و به این مسأله در طی تکلیف دینامیک حرکتی کمتر توجه شده است (۷،۹) که شاید بیانگر مسیر نادرست در ارزیابی تعادل یا غفلت در جنبه‌های دینامیک تعادل باشد.

حرکات دینامیک متأثر از متغیرهایی مثل شتاب حرکت، سرعت حرکت، زاویه زانو و تنه، غیر قرینگی حرکت، وجود بار خارجی اعمال، مقدار بار خارجی است که می‌توانند روی الگوی حرکتی مفاصل مختلف (۱۰) و ثبات پوسچرال حین حرکت (۵) و ثبات تنه (۷،۱۱) تأثیر گذار باشند.

در اغلب مطالعات جهت ارزیابی ثبات پوسچرال از پارامترهای استخراجی حاصل از صفحه نیرو که بیانگر مرکز فشار هستند استفاده می‌شود. از جمله این پارامترها میانگین سرعت مرکز فشار، انحراف معیار جابجایی مرکز فشار در دو جهت قدامی خلفی و طرفی، طول مسیر جابجایی<sup>۳</sup> و انحراف معیار آن است که به

عنوان شاخصی از ثبات پوسچرال مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پارامترها ذاتاً دارای مقداری تغییرپذیری<sup>۴</sup> هستند که این تغییرپذیری روی نتایج حاصله از ارزیابی تأثیرگذار هستند، بنابراین قبل از اینکه نتایج یک روش درمانی یا ارزیابی مورد بحث قرار گیرد تکرارپذیری معیار مورد نظر باید سنجیده شود (۱۲).

انتخاب یک معیار از نوسان بدن جهت تحقیق یا مباحث بالینی وابسته به چند عامل است که یکی از آنها تکرارپذیری است (۱۳،۱۴). مطالعات انجام شده بروی ثبات پوسچرال در طی تکلیف حرکتی دینامیک کل بدن به تعداد محدودی انجام شده‌اند، از طرفی مهم‌تر اینکه تکرارپذیری این معیارها در حین فعالیت دینامیک تا آنجایی که محقق دسترسی داشته تا کنون در مطالعه‌ای انجام نشده است.

لذا مطالعه حاضر دارای چندین هدف بوده است که عبارتند از: اولاً بررسی تکرارپذیری ثبات پوسچرال در طی انجام تکلیف حرکتی دینامیک خم و راست شدن تنه. ثانیاً بررسی تکرارپذیری در شرایط دینامیک حرکتی شامل هشت وضعیت حرکت ترکیبی است که متغیرهای سرعت حرکت، جهت حرکت و وجود بار خارجی نیز در آن لحاظ شده است. ثالثاً بررسی تکرارپذیری در دو گروه افراد سالم و افراد کمردردی صورت گرفته است.

## روش بررسی

تعداد ۲۴ نفر آزمودنی جهت شرکت در این مطالعه مقایسه‌ای و اعتبارسنجی در دو گروه افراد سالم و بیماران کمردرد غیراختصاصی (۱۲ فرد سالم و ۱۲ بیمار کمردردی) به صورت غیراحتمالی ساده مورد آزمایش قرار گرفتند. خصوصیات دموگرافیک هر یک از دو گروه شامل قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی<sup>۵</sup> در جدول شماره ۱ آورده شده است.

معیار انتخاب افراد کمردردی شامل

- کمردرد غیر اختصاصی که حداقل ۱۲ ماه دارای کمردرد بوده‌اند
- عدم وجود پاتولوژی خاص ستون فقرات، عدم سابقه جراحی
- عدم درگیری ریشه عصبی
- عدم انتشار درد به ناحیه گلوئال و پایین‌تر
- درد کمتر از ۲ بر اساس معیار VAS<sup>۶</sup> در زمان انجام آزمون‌ها
- گروه کنترل بر اساس سن، قد، شاخص توده بدنی و سطح فعالیت و زمینه ورزشی با گروه بیمار همسان شده بودند.



قبل از انجام آزمون‌ها تکلیف حرکتی پوسچرال به هر یک از آزمودنی‌ها به طور کامل توضیح داده می‌شد. تصاویر شماره (۳-۱) نحوه انجام آزمون‌ها را به صورت شماتیک نشان می‌دهد. نوسان مرکز فشار در سه وضعیت متفاوت از سرعت حرکت خم و راست شدن تنه (سرعت بالا و سرعت کم)، راستای حرکت (در سطح ساژیتال یا قرینه و در سطح بینابینی ساژیتال و فرونتال یا غیر قرینه) و بار خارجی (وجود بار خارجی و عدم وجود بار خارجی) بود اندازه‌گیری می‌شد.

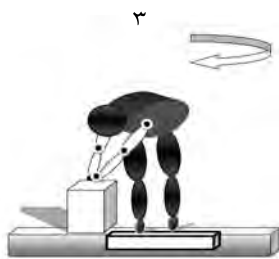
وضعیت شروع آزمون‌ها حالت ایستاده معمولی در وسط صفحه نیرو بود طوری که دست‌ها در کنار بدن قرار گرفته (تصویر شماره ۱) و فرد تا حدی که نوک انگشتان دستش به چهار پایه قابل تنظیمی که جلو فرد قرار گرفته بود برسد خم می‌شد (تصویر شماره ۲). ارتفاع چهار پایه در حد ارتفاع کشکک برای هر فرد تنظیم می‌شد.

در حالت قرینه چهار پایه دقیقاً در جلوی فرد با فاصله ۵۰ سانتی متری از خط وسط بین دو قوزک داخلی و در حالت غیر قرینه چهار پایه با زاویه ۶۰ درجه نسبت به سطح ساژیتال و در

آزمودنی‌های سالم و بیمار قبل از شروع آزمون‌ها پرسشنامه دموگرافیک را پر کرده و در صورتی که تاریخچه‌ای از مشکل بینایی، ناراحتی تنفسی، اختلاف طول پا، تغییر شکل اندام تحتانی، اختلال تعادلی یا نورولوژیک، نقص شنوایی یا شناختی، دیابت یا سابقه استفاده از داروهایی که روی تعادل تأثیری داشته باشند از مطالعه خارج می‌شدند. همه آزمودنی‌ها فرم موافقت آگاهانه را که توسط کمیته اخلاق دانشگاه تربیت مدرس تأیید شده بود را تکمیل می‌کردند.

داده‌ها توسط یک دستگاه صفحه نیرو و ساخت کشور سوئیس مدل A ۸۱۲ Z واقع در آزمایشگاه گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی جمع‌آوری شد.

شرایط انجام آزمون و زمان انجام آزمون‌ها طی دو جلسه برای همه آزمودنی‌ها یکسان بود و فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰ هرتز بود. داده‌ها بر روی رایانه ذخیره می‌شد و سپس جهت محاسبه پارامترهای مدنظر به برنامه نرم‌افزاری اکسل انتقال داده می‌شد. معیارهای ثبات پوسچرال توسط محقق اصلی طی دو جلسه مجزا با فاصله زمانی ۷ تا ۱۰ روز جمع‌آوری می‌شد.



۳. حرکت به صورت غیر قرینه



۲. حرکت در سطح ساژیتال به صورت قرینه تصویر



۱. وضعیت شروعی آزمون تصویر

- ۱- حرکت قرینه، با سرعت بالا و بدون بار خارجی<sup>۱</sup>
  - ۲- حرکت قرینه، با سرعت پایین و بدون بار خارجی<sup>۲</sup>
  - ۳- حرکت قرینه، با سرعت بالا و همراه بار خارجی<sup>۳</sup>
  - ۴- حرکت غیر قرینه، با سرعت بالا و همراه بار خارجی<sup>۴</sup>
  - ۵- حرکت غیر قرینه، با سرعت بالا و بدون بار خارجی<sup>۵</sup>
  - ۶- حرکت غیر قرینه، با سرعت پایین و بدون بار خارجی<sup>۶</sup>
  - ۷- حرکت قرینه، با سرعت پایین و همراه بار خارجی<sup>۷</sup>
  - ۸- حرکت غیر قرینه، با سرعت پایین و همراه بار خارجی<sup>۸</sup>
- مابین هرکدام از آزمون‌ها استراحت کافی حداقل ۳ دقیقه به فرد داده می‌شد. ترتیب انجام آزمون‌ها به صورت کاملاً اتفاقی طی هر دو جلسه انجام می‌شد. برای هر آزمودنی کل زمان انجام آزمون‌ها حدود ۹۰ دقیقه به طول می‌انجامید.

- سمت غالب فرد با فاصله ۵۰ سانتی متری از نقطه وسط خط بین دو قوزک داخلی قرار داشت (تصویر شماره ۲ و ۳).
- آزمودنی حرکات تکراری خم و راست شدن تنه را با دو سرعت ۲۰ تکرار در دقیقه (سرعت کم، به مدت ۹۰ ثانیه) و ۴۰ تکرار در دقیقه (سرعت بالا، مدت ۴۵ ثانیه) انجام می‌دهد. افراد سرعت حرکت خود را توسط مترونوم کنترل می‌کردند تا بتوان حرکات را برای هر دو سرعت به صورت کنترل شده انجام داد.
- حین انجام آزمون با اعمال بار خارجی فرد جلیقه‌ای به وزن ۸ کیلوگرم که بار به صورت کاملاً متقارن بروی آن توزیع شده بود را می‌پوشید.
- در مجموع هر شرکت کننده ۸ تکلیف حرکتی را انجام می‌داد، که این آزمون‌ها به شرح زیر بودند.

1- Symmetric, High speed, No load (SHN) 2- Symmetric, Low speed, No load (SLN) 3- Symmetric, High speed, Load (SHL)  
 4- Asymmetric, High speed, Load (AHL) 5- Asymmetric, High speed, No load (AHN) 6- Asymmetric, Low speed, No load (ALN)  
 7- Symmetric, Low speed, Load (SLL) 8- Asymmetric, Low speed, Load (ALL)



طرفی، انحراف معیار دامنه در دو جهت قدامی خلفی و طرفی و طول مسیر<sup>۳</sup> مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. فرمول محاسبه هر یک از این پارامترها در جدول شماره (۱) آورده شده است.

سیگنال‌های مرکز فشار با استفاده از فیلتر پایین گذر و ده هرتزی باترورث<sup>۱</sup> مرتبه ششم فیلتر شدند. جهت بررسی عملکرد پوسچرال پارامترهای میانگین کلی سرعت<sup>۲</sup>، انحراف معیار سرعت در دو جهت قدامی خلفی و

جدول ۱- نحوه محاسبه پارامترها

پارامتر	فرمول‌ها
انحراف معیار مقدار جابجایی قدامی خلفی	$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$
طرفی	$\delta_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{N-1}}$
انحراف معیار سرعت جابجایی قدامی خلفی	$V_{x_i} = \frac{x_{(i+1)} - x_i}{t_{(i+1)} - t_i} \quad \text{که در آن } \delta_{v_x} = \sqrt{\frac{\sum (V_{x_i} - \bar{V})^2}{N-1}}$
طرفی	$V_{y_i} = \frac{y_{(i+1)} - y_i}{t_{(i+1)} - t_i} \quad \text{که در آن } \delta_{v_y} = \sqrt{\frac{\sum (V_{y_i} - \bar{V})^2}{N-1}}$
میانگین کلی سرعت	$\bar{V} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$
طول جابجایی	$PL = \sum_{i=1}^T \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$

آی.سی.سی. و مقدار کم سی.وی. نشان دهنده یک پارامتر تکرارپذیر است (۱۵،۱۶).

جهت طبقه‌بندی تکرارپذیری از روش زیر استفاده شد: مقدار صفر تا ۰/۳۹ تکرارپذیری ضعیف، مقدار ۰/۴ تا ۰/۵۹ تکرارپذیری متوسط، مقدار ۰/۶ تا ۰/۷۴ تکرارپذیری خوب و مقدار ۰/۷۵ تا ۱ تکرارپذیری عالی است (۱۷). پارامتر دیگری که می‌تواند در بحث بالینی و مداخلات درمانی حائز اهمیت باشد ام.ام.دی.سی.<sup>۹</sup> است که نشان دهنده مقدار تغییرات لازم طی دو جلسه ارزیابی است تا این تغییرات از لحاظ بالینی و درمانی تفاوت معنی‌دار را نشان دهد. این پارامتر از طریق خطای معیار اندازه‌گیری محاسبه شد (اس.ای.ام. (۱/۹۶×) (۱۸).

### یافته‌ها

مقادیر میانگین و انحراف معیار داده‌های آنروپومتریک افراد دو گروه در جدول (۲) آورده شده است که عدم تفاوت در دو گروه از لحاظ سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی را نشان داده است.

میانگین پارامترهای مرکز فشار در هر تکلیف حرکتی جهت آنالیز آماری به منظور بررسی تکرارپذیری آنها استفاده شد. سطح معنی‌داری برای همه آنالیزها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

به منظور بررسی عدم وجود خطای سیستماتیک از آزمون تی زوج<sup>۴</sup> طی دو جلسه استفاده شد. به منظور بررسی تکرارپذیری هر دو جنبه نسبی و مطلق آن مد نظر قرار گرفت، از این رو تکرارپذیری نسبی با استفاده از آی.سی.سی. و تکرارپذیری مطلق با استفاده از خطای معیار اندازه‌گیری (اس.ای.ام.)<sup>۵</sup> که تخمین زنده دقت اندازه‌گیری است مورد بررسی قرار گرفت. برای هر آی.سی.سی. مقادیر فاصله اطمینان (سی.آی.)<sup>۶</sup> ۹۵٪ نیز محاسبه گردید تا توزیع مقادیر موجود بین آزمودنی‌ها یا به عبارتی واریانس بین آزمودنی‌ها نیز لحاظ گردد.

ضریب تغییرات (سی.وی.)<sup>۷</sup> پارامتر دیگری بود که نشان دهنده ثبات<sup>۸</sup> بین دو جلسه است. به عبارتی سی.وی. جهت مقایسه تکرارپذیری مطلق بین اندازه‌های مرکز فشار است که از میانگین حاصل از سی.وی هر یک از افراد محاسبه شد. مقدار بالای

1- Butterworth Low-Pass Filter -10 Hz

2- Mean total velocity

3- Path length

4- Paired T-Test

5- Standard Error of Measurement

6- Confidence Interval

7- Coefficient of variation

8- Consistency

9- Minimal Metrically Detectable Change(MMDC)



جدول ۲- خصوصیات دموگرافیک آزمودنی‌ها

افراد سالم	افراد کمردردی
سن (۵/۲۸) ۲۶/۹	۳۰/۵ (۶/۴۸)
قد (۸/۱۷) ۱۷۳/۳۳	۱۷۹/۰۸ (۷/۱۷)
وزن (۱۲/۱۸) ۷۰/۲۵	۷۱/۲۵ (۶/۱۹)
شاخص توده بدنی (۳/۸) ۲۳/۴۱	۲۲/۳۲ (۲/۴۳)

مقادیر توصیفی میانگین و انحراف معیار پارامترهای مرکز فشار نشان داده شده است. برای جلسه اول و دوم ارزیابی دو گروه در جدول شماره ۳ و ۴

جدول ۳- آمار توصیفی متغیرهای مرکز فشار در شرایط آزمون‌های مختلف در افراد سالم (۱۲ نفر)

نوع آزمون	متغیر	نمای قدامی-خلفی		نمای طرفی		میانگین کلی	طول مسیر
		انحراف معیار دامنه	انحراف معیار سرعت	انحراف معیار دامنه	انحراف معیار سرعت		
حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار	آزمون	۲/۱	۱/۲۶	۶/۲۹	۳/۱۴	۳/۲۲	۲/۶۷
		۰/۲۷	۲/۳	۱/۱۷	۵/۰۵	۰/۶۲	۴/۵۵
حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، بدون بار	آزمون	۱/۹۱	۱/۲	۶/۵۷	۳/۲۱	۳/۵۸	۲/۸۱
		۰/۳۷	۲/۸۵	۱/۶۷	۸/۷۸	۰/۸۶	۷/۵۲
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار	آزمون	۲/۱۱	۸/۶۵	۶/۳	۱/۷۶	۳/۳۸	۱/۵۴
		۰/۴	۱/۳۱	۱/۴۳	۳/۷۹	۰/۶۱	۳/۶۹
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار	آزمون	۱/۸۷	۸/۰۹	۶/۲۳	۱/۷۶	۳/۳۶	۱/۵۷
		۰/۴۳	۱/۸۱	۱/۶۱	۴/۲۱	۰/۸۶	۳/۹۹
حرکت قرینه، سرعت بالا، همراه بار	آزمون	۲/۷	۱/۶۸	۱/۱۸	۹/۰۱	۱/۸۱	۱/۵
		۰/۷۳	۴/۲	۰/۲۵	۲/۳۸	۰/۵۵	۳/۷۷
حرکت قرینه، سرعت کم، بدون بار	آزمون	۲/۷۴	۱/۶۱	۱/۱۷	۸/۱۴	۱/۷۱	۱/۴۱
		۰/۹۱	۴/۵۴	۰/۲۴	۱/۴۱	۰/۵۶	۴/۱۴
حرکت قرینه، سرعت کم، همراه بار	آزمون	۲/۸۹	۱/۰۸	۱/۰۱	۴/۹۳	۱/۹۱	۹/۳۵
		۰/۸۲	۲/۲۳	۰/۳۴	۱/۲۴	۰/۶۴	۲/۱۹
حرکت قرینه، سرعت کم، بدون بار	آزمون	۲/۶۲	۱/۰۳	۰/۹۸	۵/۱۳	۱/۶۷	۸/۹۳
		۰/۸۸	۲/۹۷	۰/۲۸	۱/۰۱	۰/۵۸	۲/۶۴
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار	آزمون	۲/۷	۱/۰۴	۱/۰۳	۵/۱۴	۱/۵۸	۹/۱۴
		۰/۹۵	۳/۱۹	۰/۲۶	۰/۹	۰/۴۷	۳/۰۶



جدول ۴- آمار توصیفی متغیرهای مرکز فشار در شرایط آزمون‌های مختلف در افراد کمردردی (۱۲ نفر)

نوع آزمون	متغیر	نمای قدامی - خلفی		نمای طرفی		میانگین کلی سرعت	طول مسیر
		انحراف معیار دامنه	انحراف معیار	انحراف معیار دامنه	انحراف معیار سرعت		
	میانگین	۲/۱۱	۱/۳۳	۵/۴۶	۲/۷۶	۲/۶۸	۲/۳۴
حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار	آزمون	۰/۴۶	۲/۶۶	۱/۶۸	۷/۵۹	۰/۴۷	۶/۸۳
	میانگین	۲	۱/۲۴	۵/۴۹	۲/۵۹	۲/۶۸	۲/۱۵
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۳۷	۲/۰۱	۱/۶۷	۶/۶۷	۰/۶	۴/۱۳
	میانگین	۲/۰۹	۱/۳۸	۵/۶۳	۲/۹۱	۲/۸۴	۲/۵۱
حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، بدون بار	آزمون	۰/۴۹	۲/۶۵	۱/۳۵	۵/۲۹	۰/۵۴	۴/۷۵
	میانگین	۱/۹۴	۱/۲۵	۵/۴۲	۲/۶۱	۲/۶۳	۲/۱۷
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۳۶	۲/۲۶	۱/۵۵	۵/۲۴	۰/۵۶	۴/۱۵
	میانگین	۲/۳۵	۹/۳۲	۴/۴۹	۱/۳۲	۲/۵۶	۱/۲۸
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار	آزمون	۰/۶۲	۱/۹۳	۱/۹۵	۴/۶۹	۰/۷۴	۳/۲۹
	میانگین	۲/۲۱	۸/۳۱	۵/۱۵	۱/۳۷	۲/۹۳	۱/۲۲
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۴۵	۲/۲۹	۱/۱۱	۲/۴۱	۰/۷۶	۲/۱۸
	میانگین	۲/۰۴	۸/۷۷	۴/۹۱	۱/۴۶	۲/۷	۱/۲۸
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار	آزمون	۰/۵۳	۱/۷۵	۱/۳۵	۲/۹۱	۰/۵۳	۲/۵۶
	میانگین	۲/۰۳	۸/۱۶	۵/۱۱	۱/۴۴	۲/۶۷	۱/۲۴
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۴۹	۱/۴۵	۱/۲۵	۲/۸۱	۰/۶۹	۲/۲۵
	میانگین	۲/۸۵	۱/۷۵	۱/۳۱	۸/۹۲	۱/۷۵	۱/۴۶
حرکت قرینه، سرعت بالا، همراه بار	آزمون	۰/۷۴	۳/۹۲	۰/۴	۲/۱۲	۰/۵۳	۳/۴۲
	میانگین	۳/۰۴	۱/۶۵	۱/۲۸	۷/۹۱	۱/۷۴	۱/۳۹
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۵۷	۳	۰/۳۴	۱/۵۸	۰/۴۷	۲/۷۴
	میانگین	۲/۸۹	۱/۶۵	۱/۳۲	۸/۳۲	۱/۷۱	۱/۳۷
حرکت قرینه، سرعت بالا، بدون بار	آزمون	۰/۶۴	۵/۶۶	۰/۴۳	۲/۸۸	۰/۵۳	۴/۶۵
	میانگین	۲/۹۶	۱/۶۳	۱/۱۸	۸/۱۱	۱/۵۹	۱/۳۵
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۴۸	۲/۰۲	۰/۲۵	۱/۵۵	۰/۴۳	۲/۱۵
	میانگین	۲/۷۷	۱/۰۳	۱	۴/۶۷	۱/۷۲	۸/۸۸
حرکت قرینه، سرعت کم، همراه بار	آزمون	۰/۸۴	۲/۲۸	۰/۲۵	۱/۱۲	۰/۵۱	۲/۳۱
	میانگین	۳/۱	۱/۱۲	۰/۹۷	۴/۸۳	۱/۸۲	۹/۶۴
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۸۶	۳/۱۷	۰/۱۴	۱/۰۱	۰/۵۶	۳/۰۵
	میانگین	۲/۷۳	۱	۱/۰۳	۵/۰۲	۱/۶۴	۸/۷۶
حرکت قرینه، سرعت کم، بدون بار	آزمون	۰/۸۲	۲/۰۱	۰/۲۲	۱/۲۲	۰/۵۱	۱/۴۵
	میانگین	۳/۰۷	۱/۰۸	۰/۹۳	۴/۷	۱/۷۴	۹/۳
بازآزمون	انحراف معیار	۰/۶۶	۲/۰۹	۰/۱۶	۰/۸۵	۰/۵۲	۱/۹۵

واحدهای پارامترهای مرکز فشار عبارتند از: سانتی‌متر (انحراف معیار دامنه و طول مسیر)، سانتی‌متر بر ثانیه (انحراف معیار سرعت، میانگین کلی سرعت) جداول شماره ۶ و ۵ نشان دهنده مقادیر آی.سی.سی. و سی.آی. (فاصله اطمینان) ۹۵٪ مربوط به آن، خطای معیار اندازه‌گیری و سی.وی. می‌باشد. بین مقادیر پارامترهای مرکز فشار طی دو جلسه در همه شرایط آزمون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت که نشان دهنده عدم وجود خطا یا تورش<sup>۱</sup> سیستماتیک بود ( $P > 0/05$ ). در بررسی تکرارپذیری دو گروه بر حسب وضعیت آزمون‌ها

مقادیر متفاوتی به دست آمده است. در افراد سالم پارامترهای انحراف معیار جابجایی در جهت قدامی خلفی<sup>۲</sup>، انحراف معیار جابجایی در جهت طرفی<sup>۳</sup> و میانگین کلی سرعت<sup>۴</sup> در همه شرایط آزمون‌ها دارای تکرارپذیری نسبی بالایی هستند. پارامتر طول جابجایی در همه وضعیت‌ها بجز حالت آزمون غیرقرینه سرعت بالا و بدون بار خارجی<sup>۵</sup> دارای تکرارپذیری بالایی است. مطابق با تکرارپذیری نسبی مقادیر تکرارپذیری مطلق برای پارامترهای فوق‌الذکر نشان‌دهنده تکرارپذیری بالایی داده‌ها است.



جدول ۵- آنالیز تکرارپذیری متغیرهای مرکز فشار در آزمون‌های مختلف در افراد سالم (۱۲ نفر)

طول مسیر	میانگین کلی سرعت	نمای طرفی		نمای قدامی - خلفی		پارامتر آماری	نوع آزمون
		انحراف معیار سرعت	انحراف معیار دامنه	انحراف معیار سرعت	انحراف معیار دامنه		
۰/۶۲	۰/۸۵	۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۶۶	۰/۶۹	ای سی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار
۰/۱۲-۰/۸۵	۰/۵۶-۰/۹۵	۰/۰۵-۰/۸۴	۰/۴۳-۰/۹۳	۰/۱۶-۰/۸۹	۰/۲۲-۰/۹	۹۵٪ سی ای	
۹/۶۶	۰/۰۶	۱۲/۱۳	۰/۳۱	۱/۷	۰/۰۲	اس ای ام	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، بدون بار
۱۸/۹۳	۰/۱۱	۲۳/۷	۰/۶	۳/۳۲	۰/۰۳	ام ام دی سی	
۶/۰۴	۱/۲۲	۱۴/۹۹	۸/۱۶	۱۵/۷۱	۱۲/۵۹	سی وی	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، بدون بار
۰/۲۲	۰/۶۲	۰/۲۸	۰/۴۱	۰/۷۲	۰/۸۱	ای سی سی	
۰/۳-۰/۶۷	۰/۱۴-۰/۸۷	۰/۲۴-۰/۷	۰/۱۴-۰/۷۸	۰/۳-۰/۹۱	۰/۲۸-۰/۹	۹۵٪ سی ای	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار
۳۷/۶۷	۰/۲۲	۴۷/۰۷	۱/۵۱	۱/۵۸	۰/۰۳	اس ای ام	
۷۳/۸	۰/۴۳	۸۴/۴	۲/۹۵	۳/۰۹	۰/۰۵	ام ام دی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار
۹/۶۸	۹/۱۴	۱۰/۵۴	۱/۱۸	۴/۶۷	۱۰/۴	سی وی	
۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۸۲	ای سی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار
۰/۳۶-۰/۹۲	۰/۳۹-۰/۶۳	۰/۰۲-۰/۸۴	۰/۰۳-۰/۸۴	۰/۱۸-۰/۸۹	۰/۵-۰/۹۴	۹۵٪ سی ای	
۳/۴۴	۰/۱۲	۶/۵۷	۰/۸۷	۰/۵۶	۰/۰۳	اس ای ام	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار
۶/۷۴	۰/۲۳	۱۲/۸	۱/۷	۱	۰/۰۵	ام ام دی سی	
۱۵/۲۲	۵/۵	۱۴/۴۱	۱۲/۵۳	۱۵/۵۶	۱۲/۸۵	سی وی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار
۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۶۷	۰/۳۸	۰/۸۷	۰/۷۸	ای سی سی	
۰/۳۷-۰/۹۲	۰/۲۹-۰/۹۱	۰/۱۹-۰/۳۸۹	۰/۲۴-۰/۷۷	۰/۶۳-۰/۹۶	۰/۴-۰/۹۲	۹۵٪ سی ای	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار
۴/۲۷	۰/۲	۶/۶۲	۱/۳۳	۰/۳۲	۰/۰۴	اس ای ام	
۸/۳۶	۰/۳۹	۱۱/۰۱	۲/۶	۰/۶۲	۰/۰۷	ام ام دی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار
۸/۱۵	۱۲/۰۷	۷/۸۵	۱۰/۲۶	۲/۸۲	۶/۴۸	سی وی	
۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۵۱	۰/۷۷	۰/۸۱	۰/۷۹	ای سی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار
۰/۵۹-۰/۹۵	۰/۵-۰/۹۴	۰/۰۸-۰/۸۲	۰/۳۹-۰/۹۳	۰/۴۷-۰/۹۴	۰/۴۴-۰/۹۳	۹۵٪ سی ای	
۲/۳۵	۰/۰۶	۱/۵۹	۰/۰۱	۴	۰/۱۳	اس ای ام	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار
۴/۶	۰/۱۱	۳/۱۱	۰/۰۱	۷/۸۴	۰/۲۵	ام ام دی سی	
۱۸/۳۸	۱۲/۳۶	۱۲/۳۵	۲/۲۳	۱۸/۹۹	۱۲/۷۲	سی وی	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، بدون بار
۰/۹۳	۰/۷۶	۰/۳۵	۰/۶	۰/۹۲	۰/۸۲	ای سی سی	
۰/۷۹-۰/۹۸	۰/۳۷-۰/۹۲	۰/۱۸-۰/۷۴	۰/۰۹-۰/۸۶	۰/۷۷-۰/۹۷	۰/۵-۰/۹۴	۹۵٪ سی ای	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار
۱/۰۷	۰/۰۶	۲/۲۲	۰/۰۲	۱/۶۱	۰/۱۲	اس ای ام	
۲/۰۹	۰/۱۱	۴/۳۵	۰/۰۳	۳/۱۵	۰/۲۳	ام ام دی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار
۱۳/۱۶	۵/۷۴	۱۰/۹۸	۹/۷۷	۹/۰۷	۴/۶۷	سی وی	
۰/۹۱	۰/۷۷	۰/۵	۰/۵۹	۰/۸۳	۰/۸	ای سی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار
۰/۷۲-۰/۹۷	۰/۳۸-۰/۹۲	۰/۰۴-۰/۸۲	۰/۰۳-۰/۸۶	۰/۵-۰/۹۴	۰/۴۳-۰/۹۳	۹۵٪ سی ای	
۰/۵۷	۰/۰۹	۰/۵۱	۰/۰۴	۱/۲	۰/۱۶	اس ای ام	حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار
۱/۱۱	۰/۱۷	۰/۹۹	۰/۰۷	۲/۳۵	۰/۳۱	ام ام دی سی	
۸/۹۳	۱۳/۵	۶/۶۳	۲/۱۹	۱۱/۵	۱۲/۱	سی وی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار
۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۵۲	۰/۹۷	۰/۸۹	ای سی سی	
۰/۸-۰/۹۸	۰/۵۶-۰/۹۵	۰/۴۹-۰/۹۴	۰/۰۶-۰/۸۳	۰/۹۱-۰/۹۹	۰/۶۷-۰/۹۶	۹۵٪ سی ای	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار
۰/۵۳	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۹	اس ای ام	
۱/۰۳	۰/۰۷	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۵۲	۰/۱۷	ام ام دی سی	حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار
۸/۵۴	۹/۸۱	۲/۳۹	۹/۰۱	۴/۲۵	۹/۲۷	سی وی	



در افراد کمردردی پارامتر میانگین سرعت تنها پارامتری است که در همه آزمون‌ها دارای تکرارپذیری نسبی و مطلق بالایی است. اما در افراد کمردردی در شرایط انجام آزمون‌های قرینه پارامتر انحراف معیار جابجایی در جهت قدامی خلفی و در شرایط آزمون غیر قرینه پارامتر انحراف معیار مقدار جابجایی در جهت طرفی

جدول ۶- آنالیز تکرارپذیری متغیرهای مرکز فشار در آزمون‌های مختلف در افراد کمردردی (۱۲ نفر)

نوع آزمون	پارامتر آماری	نمای قدامی - خلفی		نمای طرفی		طول مسیر	میانگین کلی سرعت
		انحراف معیار دامنه	انحراف معیار	انحراف معیار دامنه	انحراف معیار سرعت		
ای سی سی	۰/۵	۰/۴۳	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۸۵	۰/۴۳	
حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، همراه بار	۰/۰۴-۰/۸۲	۰/۱۱-۰/۷۹	۰/۳۱-۰/۹۲	۰/۲۴-۰/۷۶	۰/۸۵-۰/۹۵	۰/۱۲-۰/۷۹	۰/۸۵
اس ای ام	۰/۰۸	۳/۰۹	۰/۷۶	۳۲/۶۶	۰/۰۴	۱۷/۴۱	۰/۰۴
ام ام دی سی	۰/۱۵	۶/۰۵	۱/۴۸	۶۴/۰۱	۰/۰۷	۳۴/۱۲	۰/۰۷
سی وی	۲/۸	۱۰/۲۵	۲۲/۶	۳۴/۸	۹	۸/۵۴	۹
ای سی سی	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۷۱	۰/۴۳	۰/۶	۰/۵	۰/۶
حرکت غیر قرینه، سرعت بالا، بدون بار	۰/۰۷-۰/۸۱	۰/۰۲-۰/۸۳	۰/۲۷-۰/۹	۰/۰۷-۰/۷۸	۰/۱۲-۰/۸۶	۰/۰۵-۰/۸۲	۰/۱۲
اس ای ام	۰/۰۹	۲/۴۲	۱/۵۱	۱۴/۲۹	۰/۱۱	۷/۲۸	۰/۱۱
ام ام دی سی	۰/۱۷	۴/۷۴	۱/۲۱	۲۸	۰/۲۱	۴/۲	۰/۲۱
سی وی	۲/۶۲	۵/۸۱	۴/۰۹	۱۲/۵۸	۷/۹۴	۱۵/۸	۷/۹۴
ای سی سی	۰/۵	۰/۵۶	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۷۹	۰/۶۷
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، همراه بار	۰/۰۶-۰/۸۲	۰/۰۶-۰/۸۴	۰/۱۴-۰/۸۷	۰/۰۹-۰/۸۷	۰/۱۶-۰/۸۹	۰/۴۴-۰/۹۳	۰/۱۶
اس ای ام	۰/۱۵	۱/۷۷	۰/۸۶	۵/۴۵	۰/۱۴	۱/۵۸	۰/۱۴
ام ام دی سی	۰/۲۹	۳/۴۶	۱/۶۸	۱۰/۶۸	۰/۲۷	۳/۰۹	۰/۲۷
سی وی	۷/۳۱	۱۴/۳۸	۱/۵	۱۲/۵	۷/۱۷	۱۰/۵	۷/۱۷
ای سی سی	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۹۱	۰/۷۹	۰/۹۱
حرکت غیر قرینه، سرعت کم، بدون بار	۰/۲۹-۰/۹۱	۰/۳۵-۰/۹۳	۰/۴۹-۰/۹۴	۰/۳۲-۰/۹۲	۰/۷۲-۰/۹۷	۰/۴۵-۰/۹۳	۰/۷۲
اس ای ام	۰/۰۷	۰/۴۲	۰/۳۱	۲/۱۹	۰/۰۳	۱/۱۹	۰/۰۳
ام ام دی سی	۰/۱۳	۰/۸۲	۰/۶	۴/۲۹	۰/۰۵	۲/۳۳	۰/۰۵
سی وی	۹/۱۸	۱۱/۰۳	۱۵/۶	۸/۰۸	۷/۴۱	۷/۸۵	۷/۴۱
ای سی سی	۰/۶۸	۰/۶۲	۰/۲۵	۰/۳۶	۰/۸۵	۸/۲	۰/۸۵
حرکت قرینه، سرعت بالا، همراه بار	۰/۲۴-۰/۸۹	۰/۱۳-۰/۸۷	۰/۴-۰/۷۱	۰/۱۵-۰/۷۵	۰/۵۷-۰/۹۵	۰/۳-۰/۹۱	۰/۵۷
اس ای ام	۰/۱۳	۰/۴۵	۰/۱	۲/۱۲	۰/۰۳	۲/۶۶	۰/۰۳
ام ام دی سی	۰/۲۵	۸/۸۵	۰/۱۹	۴/۱۵	۰/۰۵	۵/۲۱	۰/۰۵
سی وی	۹/۱۳	۱۴/۷۶	۲۵/۲	۳۳/۴	۶/۶۷	۱۰/۸۲	۶/۶۷
ای سی سی	۰/۶۱	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۷۴	۰/۳۴	۰/۷۴
حرکت قرینه، سرعت بالا، بدون بار	۰/۰۷-۰/۸۷	۰/۴-۰/۷۱	۰/۴۱-۰/۶۵	۰/۳۹-۰/۷۱	۰/۳۴-۰/۹۱	۰/۳۱-۰/۷۵	۰/۳۴
اس ای ام	۰/۱۳	۱۳/۷۴	۰/۱	۴/۰۵	۰/۰۵	۸/۹۳	۰/۰۵
ام ام دی سی	۰/۲۵	۲۶/۹	۰/۱۹	۷/۹۳	۰/۰۹	۱۷/۵	۰/۰۹
سی وی	۴/۹۳	۱۹/۶	۲۵/۴	۱۵/۳	۷/۰۶	۱۶/۴۳	۷/۰۶
ای سی سی	۰/۷۵	۰/۵۶	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۷۸
حرکت قرینه، سرعت کم، همراه بار	۰/۳۲-۰/۹۲	۰/۸۴-۰/۰۵	۰/۲۳-۰/۷۸	۰/۲۷-۰/۷۶	۰/۴۱-۰/۹۳	۰/۰۷-۰/۸۵	۰/۴۱
اس ای ام	۰/۱۴	۳/۲۵	۰/۰۲	۰/۷۴	۰/۰۶	۳/۰۲	۰/۰۶
ام ام دی سی	۰/۲۷	۶/۳۷	۰/۰۳	۱/۴۵	۰/۱۱	۵/۹۱	۰/۱۱
سی وی	۱۵/۲۵	۹/۴۱	۱۴/۸۵	۱۴/۴۱	۹/۴۳	۱۳/۶۹	۹/۴۳
ای سی سی	۰/۶۲	۰/۴۶	۰/۱۳	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۳۹	۰/۶۷
حرکت قرینه، سرعت کم، بدون بار	۰/۱۴-۰/۸۷	۰/۰۷-۰/۸	۰/۳۹-۰/۶۲	۰/۲۵-۰/۸۹	۰/۱۸-۰/۸۹	۰/۱۸-۰/۷۷	۰/۱۸
اس ای ام	۰/۱۸	۲/۲۱	۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۰۹	۱/۸۲	۰/۰۹
ام ام دی سی	۰/۳۵	۴/۳۳	۰/۰۵	۰/۶۲	۰/۱۷	۳/۵۶	۰/۱۷
سی وی	۱۰/۸۹	۴/۱۳	۱۳/۹۶	۱۸/۱۵	۷/۰۹	۴/۴۴	۷/۰۹





واحدهای پارامترهای مرکز فشار عبارتند از: سانتی متر (انحراف معیار دامنه و طول مسیر)، سانتی متر بر ثانیه (انحراف معیار سرعت، میانگین کلی سرعت) آ.سی.سی.سی. (ICC): ضریب همبستگی درون گروهی، سی.آی. (CI): فاصله اطمینان، اس.ای.ام. (SEM): خطای استاندارد اندازه گیری، ام.دی.سی. (MMDC): حداقل تغییر قابل تشخیص، سی.وی. (CV): ضریب تغییر

### بحث

هدف اصلی این مطالعه بررسی تکرارپذیری پارامترهای نوسان وضعیتی در دو گروه افراد سالم و کمردردی در طی انجام تکلیف‌های حرکتی دینامیک با سه جزء متغیر سرعت حرکت، راستای حرکت و وجود بار خارجی است.

به طور کلی نتایج نشان داد که پارامترهای حاصل از مرکز فشار دارای سطوح مختلفی از تکرارپذیری در دو گروه در طی انجام آزمون‌ها بوده است. در این مطالعه دو گروه افراد سالم و کمردردی مورد بررسی قرار گرفتند و آزمون‌های مورد استفاده نیز بر خلاف مطالعات قبلی که در شرایط ایستا بوده، در حالت دینامیک و به صورت حرکت تکراری خم و راست شدن تنه در نظر گرفته شده بود.

در گروه افراد کمردردی پارامتر میانگین کلی سرعت طی انجام همه آزمون‌ها تکرارپذیری خوب تا عالی را داشته‌اند. مقدار آ.سی.سی.سی. جهت تکرارپذیری نسبی آزمون‌های SLN, SHN, SHL, ALN, ALL, AHN, AHL به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۸، ۰/۷۴، ۰/۸۵، ۰/۹۱، ۰/۶۷، ۰/۸۶ بوده است. مطابق با آن مقادیر خطای معیار اندازه‌گیری نیز به ترتیب ۰/۰۹، ۰/۰۶، ۰/۰۵، ۰/۰۳، ۰/۰۳، ۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۴ که حاکی از تکرارپذیری بالای پارامترها برای این آزمون‌ها است.

اگرچه مطالعات دیگر قبلی در وضعیت استاتیک ارزیابی را انجام داده‌اند، اما به نظر می‌رسد این پارامترها در افراد کمردردی مطابق با مطالعات قبلی دارای تکرارپذیری بالایی است.

در مطالعه‌ای که توسط صلواتی و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد، میانگین کلی سرعت به عنوان تکرارپذیرترین پارامتر در حالت استاتیک با چشم باز و بسته در افراد دچار ضایعات اسکلتی عضلانی معرفی شده‌اند (۸).

دینگ دینگ لین و همکارانش (۲۰۰۸) در مطالعه دیگری تکرارپذیری پارامتر مرکز فشار را مورد بررسی قرار داده‌اند و مشاهده کردند که میانگین کلی سرعت پارامتر تکرارپذیری است. البته افراد شرکت کننده در این تحقیق افراد سالمی بوده‌اند

که در دو گروه سنی جوان و مسن تقسیم شده بودند (۱۷). نتایج این مطالعه همسو با مطالعه دیگری بوده است که توسط لنفورد و همکاران (۲۰۰۴) انجام شده است که مقدار آ.سی.سی.سی. برای میانگین سرعت در جهت قدامی خلفی و طرفی به ترتیب ۰/۹ و ۰/۷۷ بوده است (۱۹).

اگر پارامترهای موجود را به صورت زیر گروهی بررسی کنیم دیده می‌شود که در افراد کمردردی حین انجام آزمون‌هایی که در سطح سازه‌تال یا به اصطلاح قرینه بوده است، انحراف معیار دامنه در جهت قدامی خلفی دارای تکرارپذیری بالایی است و آ.سی.سی. جهت آزمون‌های قرینه SHN, SHL, SLN, SLL به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۷۵، ۰/۶۱، ۰/۶۸ بوده است که مقادیر خطای معیار اندازه‌گیری (اس.ای.ام.) نیز به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۱۴، ۰/۱۳، ۰/۱۳ بوده است که حاکی از تکرارپذیری مطلق و نسبی بالای این پارامتر است. در حالت غیر قرینه که فرد حرکت را در سطح بینابینی سازه‌تال و فرونتال انجام می‌داد پارامتر انحراف معیار دامنه در جهت طرفی تکرارپذیری بالایی را از خود نشان داده است. شاید در بیان علت آن بتوان بیان نمود که در حین تکلیف حرکتی غیر قرینه حرکت در هر دو سطح سازه‌تال و عرضی اتفاق می‌افتد که نیاز به کنترل حرکتی بیشتری است (۷). از طرفی افراد کمردردی علی‌رغم عدم وجود درد در حین انجام آزمون ممکن است دچار تغییرات کنترل حرکتی شده باشند (۲۰). لذا در حین این تکلیف حرکتی احتمالاً دچار پاسخ‌های متغیری شده‌اند که موجب شده پارامتر انحراف معیار دامنه در جهت طرفی فقط در این حالت تکرارپذیر شده باشد.

در افراد سالم پارامترهای بیشتری دارای تکرارپذیری خوبی در آزمون‌ها بوده‌اند. پارامترهای SDx, VM, PL از جمله آنها هستند که البته پارامتر طول مسیر تنها در حالت AHN تکرارپذیری ضعیفی داشته است. (آ.سی.سی.سی. = ۰/۲۲) مقادیر آ.سی.سی.سی. و اس.ای.ام. مربوط به این پارامترها در جدول ۵ آورده شده است.

با توجه به نتایج در هر دو گروه پارامتر میانگین کلی سرعت را می‌توان به عنوان پارامتر تکرارپذیر در همه آزمون‌ها حاصل از این تحقیق معرفی نمود.

از آنجایی که شرایط آزمون به صورت دینامیک بوده و از طرفی اغلب ضایعات در حالت دینامیک و حین انجام فعالیت‌های حرکتی مثل باربرداری و خم و راست شدن ایجاد می‌شود و نتایج این تحقیق مربوط به فعالیت دینامیک خم و راست شدن تنه است شاید بتوان در ارزیابی ثبات پوسچرال دنبال رویکردهای جدیدی در حالت تکلیف حرکتی خاصی بود و فقط به شرایط



بررسی قرار می‌گرفتند اما ممکن است یکسری تغییرات کنترل حرکتی در آنها به وجود آمده باشد که منجر به افزایش سیکل درد اختلال حرکتی شده باشد (۲۰) و از آنجایی که آزمون‌ها به صورت دینامیک بوده می‌توانسته اختلافات را بهتر نشان دهد. رابعاً از آنجایی که آزمون‌ها به صورت ترکیبی از سرعت کم و زیاد، حرکت در سطح ساژیتال و غیر ساژیتال و همراه با اعمال بار خارجی و بدون بار خارجی انجام می‌شده است. ترکیبی از این شرایط آزمون‌ها را دچار پیچیدگی کرده و به نظر می‌رسد اگر در مطالعات آینده شرایط آزمون‌ها ساده‌تر در نظر گرفته شود به عنوان مثال اگر حرکات فقط در سطح ساژیتال با یک سرعت ثابت باشد بتوان قضاوت بهتری در مورد تکالیف حرکتی و ارزیابی‌های بالینی انجام داد.

### نتیجه‌گیری

مطابق با نتایج مطالعات قبلی نتایج تحقیق حاضر حاکی از تکرارپذیری بالای پارامتر میانگین کلی سرعت در شرایط تکلیف حرکتی دینامیک است. لذا شاید بتوان از این پارامتر در ارزیابی، تمایز افراد سالم و کمردرد و در بررسی نتایج مداخلات درمانی در شرایط دینامیک استفاده کرد. مطالعات دیگری نیاز است تا به بررسی تکرارپذیری پارامترهای معمول مرکز فشار در فعالیت‌های عملکردی مثل بلند شدن و نشستن حفظ تعادل حین دستیابی پردازند.

از آنجایی که مطالعه‌ای به بررسی تکرارپذیری در فعالیت‌های دینامیک پرداخته محدودیت در این زمینه به خاطر عدم وجود مقالات مرتبط وجود داشت. هم‌چنین محدودیت در دسترسی به بیماران کمردردی از دیگر محدودیت‌های این تحقیق بود.

### تشکر و قدرانی

نویسندگان این مقاله لازم می‌دانند تشکر ویژه‌ای از جناب آقای دکتر مسعود مظاهری دکتری تخصصی فیزیوتراپی به لحاظ همکاری در تفسیر نتایج و بررسی آنالیز آماری داده‌ها داشته باشند.

استاتیک اکتفا نکرد. در حین فعالیت‌هایی مثل خم و راست شدن تنه یا باربرداری، مفاصل متعددی درگیر می‌شوند و دامنه حرکتی مفاصل مختلف در تکمیل حرکت نقش خواهند داشت. تعامل این مفاصل و حرکات جهت انجام یک تکلیف حرکتی شاید بتوانند تفاوت‌های موجود بین افراد در شرایط مختلف را بهتر نشان دهد. در حین انجام این فعالیت‌ها افراد سعی در حفظ تعادل دارند و جهت حفظ تعادل نیاز به الگوی حرکتی پیچیده‌ای دارند که شاید افراد کمردردی در اتخاذ آنها الگوی متغیری را دنبال کنند و این مسأله منجر به افزایش تغییرپذیری در پارامترهای مرکز فشار آنها شود.

در این مطالعه شاخص آماری ام.ام.دی.سی. مربوط به هر یک از آزمون‌ها نیز محاسبه شده است. مقدار این شاخص نشان دهنده حداقل تغییر مورد نیاز است تا یک مداخله درمانی بتواند اختلاف معنی‌داری را طی دو جلسه ارزیابی نشان دهد. لذا یک معیار تکرارپذیر که دارای ام.ام.دی.سی. پایین است که می‌تواند در کنترل مداخلات درمانی حساسیت بالایی داشته باشد و بتواند نتیجه مداخلات را بهتر نشان دهد (۱۸).

در کل به دلیل عدم وجود مطالعه‌ای که ارزیابی تکرارپذیری را در طی حرکات کلی بدن بررسی کرده باشد مقایسه نتایج حاصله با مطالعات دیگر مقدور نمی‌باشد. اما مزیت این تحقیق معرفی پارامترهای تکرارپذیر جهت ارزیابی در شرایط فعالیت‌های دینامیک روزمره است.

چند نکته در مجموع نتایج این مطالعه باید مورد توجه قرار گیرد.

اول آنکه یکی از عوامل تأثیرگذار روی مرکز فشار جنسیت افراد است. لذا نتایج این تحقیق در مورد جمعیت مردان قابل کاربرد و تعمیم است چرا که افراد شرکت کننده در این مطالعه همه مرد بوده‌اند.

دوم آنکه شاید بتوان با افزایش تعداد نمونه نتایج بهتری به دست آورد از آنجایی که آزمون‌های تکرارپذیر معمولاً با افزایش تعداد نمونه تکرارپذیری آنها افزایش خواهد یافت.

این مطالعه به عنوان اولین مطالعه‌ای است که سعی داشته به ارزیابی تکرارپذیری مرکز فشار در وضعیت‌های عملکردی دینامیک آنها در شرایط متفاوتی از سرعت حرکت، راستای حرکت و اعمال بار خارجی پردازد. چرا که مطالعات گذشته همه بروی ثبات پوسچرال در حالت استاتیک پرداخته‌اند ولی وجه دینامیک بودن ساز و کارهای ایجاد ضایعات اسکلتی عضلانی و کنترل تعادل مورد توجه قرار نگرفته است.

ثالثاً اگر چه افراد کمردردی در شرایط نسبتاً بدون درد مورد



## منابع

1. Geldhof E, Cardon G, bourdeaudhuij ID, Danneels L, Coorevits P, Vanderstraeten G, clercq D. Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children. *Eur J Pediatr* 2006; 165: 779-786.
2. Jasper E, Visser A, Mark G C, Herman van der Kooij C, Bastiaan B. The clinical utility of posturography. *Clin Neurophysiol* 2008; 119: 2424-2436
3. Sparto PJ, Parnianpour M, Reinsel TE, Simon SH. The effect of fatigue on multi joint kinematics and load sharing during a repetitive lifting. *Spine* 1997; 22 (22), 2647-2654.
4. Claeys K, Brumagne S, dankaerts W, Kiers h, Janssens L. Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. *Eur J Appl Physiol* 2011 Jan; 111 (1): 115-23 .
5. Shin G, Nance ML, Mirka GA. Differences in trunk kinematics and ground reaction forces between older and younger adults during lifting. *Int J Ind Ergon.* 2006; 36: 767-772.
6. Sarti MA, Liso ´n JF, Monfort M, Fuster MA. Response of the Flexion-Relaxation Phenomenon Relative to the Lumbar Motion to Load and Speed. *Spine* 2001; 26 (18); E421-E426
7. Granata K, England S A. Stability of dynamic trunk movement. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 61: 31 (10) E271-276.
8. Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, Jafari AH, Sanjari MA, Sohani SM, Parnianpour M. Test-retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait & Posture* 29 (2009) 460-464s.
9. DiDomenico A, Gielo-Perczak K, McGorry R, Chang CC. Effect of simulated occupational task parameters on balance. *Appl Ergon* 2010; 41: 484-89.
10. Kollmitzer J, Oddsson L, Ebenbichler GR, Giphart JE, Deluca CJ. Postural control during lifting. *J Biomech* 2002; 35: 585-594.
11. Bazrgari B, Shirazi-Adl A, Trottier M, Mathieu P. Computation of trunk equilibrium and stability in free flexion extension. *J Biomech* 2008; 41: 412-421.
12. Santos BR, Delisle A, Larivie`re C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait Posture* 2008; 27: 408-415.
13. Zaino CA, McCoy SW. Reliability and comparison of electromyographic and kinetic measurements during a standing reach task in children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture* 2008; 27: 128-137.
14. Lee H, Granata KP. Process stationarity and reliability of trunk postural stability. *Clin Biomech.* 2008; 23 (6): 735-42.
15. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998; 26 (4): 217-38
16. Harringe ML, Halvorsen K, Renstro R, Werner S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait & Posture* 2008; 28: 38-45.
17. Lin D, Seol H, Nussbaum M. A, Madigan M. L. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait & Posture* 2008; 28: 337-342.
18. Corriveau H, He`bert R, Prince F, Raiche M. Intrasession reliability of the "center of pressure minus center of mass" variable of postural control in the healthy elderly. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81 (1): 45-8.
19. Lafond D, Corriveau H, He`bert R, Prince F, Raiche M. Intrasession reliability of the center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85: 896-901.
20. Richardson C, Hodges PW, Hides J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain, Second Edition. , Edinburgh: Churchill Livingstone; 2004.

# Test-Retest Reliability of Dynamic Postural Stability Measures in Healthy and Chronic Non-specific Low Back Pain Groups

Mokhtarinia H.R. (Ph.D.)<sup>1</sup>, \*Kahrizi S. (Ph.D.)<sup>2</sup>, Sanjari M.A. (Ph.D.)<sup>3</sup>, Parnianpour M. (Ph.D.)<sup>4</sup>

## Abstract

**Objectives:** The primary aim of the present study was to study the reliability of postural stability measures during whole body dynamic conditions, so they can be used in postural stability evaluations, investigations of injury mechanisms and assessments of treatment efficacy.

**Materials & Methods:** Twelve healthy volunteers and 12 low back pain patients performed repeated trunk bending motions in eight different conditions of high and low speed, in symmetric and asymmetric planes and with or without external load.

All measurements were repeated on a second session, 7-10 days later. Center of pressure (COP) data were used to calculate the standard deviation of amplitude and that of velocity in anterior-posterior and medial-lateral directions, the mean total velocity and the path length. Relative reliability was assessed using the intra class correlation coefficient (ICC) and absolute reliability using the standard error measurement, minimum detectable change and coefficient of variation.

**Results:** Results in both low back pain and healthy subjects revealed that the mean total velocity showed good to excellent reliability, with ICC ranging from 0.6 to 0.91. In the healthy group other parameters such as standard deviation of amplitude and standard deviation of velocity in the anterior-posterior direction showed good to excellent reliability (range: 0.66-0.97). In the low back pain group standard deviation of amplitude in the anterior-posterior direction in symmetric test conditions (range: 0.61-0.75) and standard deviation of amplitude in the medio-lateral direction in asymmetric test conditions (range: 0.62-0.81) were good or excellent.

**Conclusion:** Mean total velocity is suggested as a good parameter for evaluation of postural stability in dynamic situations such as lifting and complex trunk movement and also for identifying low back pain patients from healthy subjects.

**Keywords:** Postural stability, Whole body dynamic, Reliability, Asymmetric movement

Receive date: 10/01/2011

Accept date: 11/06/2011

- 1- Ph.D. of Physiotherapy, Assistant Professor of Ergonomics Department, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
- 2- Physiotherapist, Assistant Professor of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
- 3- Ph.D. of Biomechanics, Assistant Professor of Tehran Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran
- 4- Ph.D. of Biomechanics, Professor of Sharif University, Tehran, Iran

**\*Correspondent Author Address:**

Department of Physiotherapy,  
Tarbiat Modares University,  
Chamran Freeway, Tehran, Iran.

\*Tel: +98 (21) 82884511

\*E-mail: Kahrizis@modares.ac.ir