

## بررسی تکرارپذیری اندازه های مرکز فشار حین انجام فعالیت تعادلی پویا

سید حامد فاضلی<sup>۱</sup>، دکتر علی امیری<sup>۲</sup>، دکتر علی اشرف جمشیدی<sup>۲</sup>، دکتر محمد علی سنجری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی تهران

<sup>۲</sup> - دکترای تخصصی فیزیوتراپی استادیار گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی تهران

<sup>۳</sup> - دکترای بیومکانیک مرکز تحقیقات توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

**زمینه و هدف:** در ارتباط با تکرارپذیری متغیرهای تعادلی پوسچر در شرایط پویا که سیستم کنترل پوسچر به چالش بیشتری کشیده می شود مطالعات اندکی صورت گرفته است. همچنین گاهی در موارد وجود اختلالات سیستم کنترل پوسچر، در موقعیتهای ایستا نواقص سیستم بدرستی آشکار نمی شود لذا هدف از انجام این پژوهش بررسی تکرارپذیری متغیرهای مرکز فشار در افراد سالم حین انجام فعالیت عملکردی پویا بروی صفحه نیرو بود.

**روش بررسی:** ۱۰ فرد سالم غیر ورزشکار با میانگین سنی ۲۵،۴ سال، میانگین قد ۱۷۶،۹ سانتی متر، میانگین وزن ۶۸،۲ کیلوگرم در این مطالعه شرکت کردند. افراد در حالت ایستاده روی اندام تحتانی غالب روی صفحه نیرو با چشم باز قرار می گرفتند و با اندام فوقانی جسمی را از سطح کمری یک سمت برداشته و در طرف مقابل در ارتفاع بالای شانه ای قرار می دادند. تکرارپذیری متغیرهای سرعت متوسط و مقدار مسافت کل مرکز فشار مورد بررسی قرار گرفت. این آزمون در دو جلسه با فاصله ۷ روز و در هر جلسه سه مرتبه انجام گرفت. تکرار پذیری درون جلسه ای (Intrasession) و بین جلسه ای (آزمون-بازآزمون) متغیرها با ضریب همبستگی درون گروهی ICC (Intraclass correlation coefficients) مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته ها:** ضریب همبستگی درون گروهی درون جلسه ای (Intra session) متغیرهای سرعت متوسط مرکز فشار و مسافت کل مرکز فشار به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۱ و تکرارپذیری بین جلسه ای (Test- Retest) این متغیرها به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۹۶ بدست آمد.

**نتیجه گیری:** نتیجه این مطالعه نشان دهنده تکرارپذیری در سطح بالا و بسیار بالای متغیرهای مرکز فشار در زمان انجام یک فعالیت تعادلی پویاست بنابراین این فعالیت پویا می تواند بعنوان یک الگوی تعادلی در ارزیابی سیستم کنترل پوسچر مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به تکرارپذیری دو متغیر سرعت متوسط و مسافت کل مرکز فشار میتوان در مطالعاتی که از صفحه نیرو جهت بررسی سیستم کنترل پوسچر استفاده میکنند بعنوان پارامترهای تکرارپذیر در نظر گرفته شود.

**کلید واژه ها:** تکرارپذیری، مرکز فشار، فعالیت پویا، کنترل پوسچر، تعادل

(وصول مقاله: ۱۳۹۰/۲/۲۷ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۱)

**نویسنده مسئول:** تهران میرداماد میدان مادر خ شهید شاه نظری خ نظام دانشکده علوم توان بخشی گروه فیزیوتراپی

Email: [ali-amiri@Tums.ac.ir](mailto:ali-amiri@Tums.ac.ir)

### مقدمه

باید به دو مورد توجه داشت: اول شرایط ایستا و پویا بودن آزمون و دوم نوع فعالیت بکارگرفته شده که بطور کلی فعالیت در سه دسته ای حفظ تعادل در حالت های ایستادن ثابت (Quiet Stance)، در شرایط اعمال اغتشاش (Perturbation) و انجام فعالیت ارادی تقسیم بندی می شود (۱).

چون سیستم کنترل پوسچر یک فرایند متناسب با فعالیت است بنابراین نوع فعالیت بکار گرفته شده هم در مرحله ارزیابی سیستم وهم مرحله ای توان بخشی بسیار تاثیرگذار است. نوع فعالیت در میزان و کیفیت اشکارسازی نقایص سیستم کنترل پوسچر نقش بسیار مهمی دارد. در موارد بسیاری سیستم کنترل پوسچر در حالت ایستادن قائم (Upright Stance) مورد بررسی قرار می گیرد حفظ این وضعیت خود یک عملکرد پیچیده ای است که نیازمند شناسایی و استفاده از اطلاعات سیستم های حسی مختلف است. وضعیت سیستم کنترل پوسچر بطور گسترده توسط صفحه نیرو (Force Plate) و حرکت مرکز فشار (Center of Pressure) بدن بروی زمین مورد ارزیابی قرار می گیرد که نشان

مسئولیت سیستم کنترل پوسچر حفظ تعادل در طول تمام فعالیتهای حرکتی بدن است. کنترل پوسچر در سه بخش در نظر گرفته می شود: بخش اول مجموعه اطلاعاتی در ارتباط با وضعیت بدن نسبت به سطح ساپورت و جاذبه و موقعیت هر سگمنت نسبت به سگمنتهای دیگر که از ورودیهای بینایی و استیبولار وحسی- پیکری استفاده می شود. مورد دوم یکپارچه سازی و سامان دهی اطلاعات اوران تا دستورات حرکتی مورد نیاز ایجاد شود. سازمان دهی دقیق زمانی فضایی این دستورات بر اساس نیازهایی است که در شرایط فعالیتهای عملکردی و محیط ایجاد می شود.

بخش سوم انجام دقیق دستورات حرکتی بوسیله بافتهای نوروماسکولار صورت می پذیرد. سازماندهی حسی- حرکتی نتیجه تعامل و تداخل عوامل تاثیرگذاری شامل محیط- عملکرد- ارگانیسم است که با تغییر در هر یک از سه عامل ذکر شده میزان پیچیدگی سیستم کنترل پوسچر متفاوت خواهد بود. در ارتباط با بررسی اختلالات مربوط به سیستم کنترل پوسچر

محدودیت حرکتی بود. از مون در مرکز تحقیقات توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گرفت. افراد با آگاهی از اهداف تحقیق و پرکردن فرم رضایت نامه وارد تحقیق شدند.

روش جمع آوری اطلاعات: از دستگاه صفحه نیرو جهت جمع آوری اطلاعات مربوط به جابجایی مرکز فشار با نرخ نمونه‌گیری ۱۰۰ هرتز استفاده شد. زمان ثبت اطلاعات ۱۵ ثانیه قرار داده شد. متغیرهای سرعت متوسط (Average speed)، جابجایی مرکز فشار (cm/s) و میزان مسافت کل (Total Length of Path) مرکز فشار (cm) در مدت زمان ۱۵ ثانیه توسط خروجی دستگاه بدست آمد. قبل از شروع از مون بروی ناحیه مشخصی از صفحه نیرو کاغذی قرار داده شد. افراد با اندام تحتانی غالب روی صفحه نیرو قرار می‌گرفتند سپس محدوده پای افراد روی کاغذ مشخص می‌گردید که در اندازه‌گیری‌های مکرر تغییری در موقعیت و محدوده (Base of support) B.O.S ایجاد نشود.

انجام از مون: در ابتدا افراد جهت گرم کردن به مدت ۵ دقیقه با دوچرخه ثابت رکاب می‌زدند. بدن‌بال آن سه مرتبه و هر مرتبه ۲۰ ثانیه عضلات کوادریسپس، همسترینگ و تری سپس سوره تحت کشش قرار دادند. سپس جهت آشناسازی با نحوه انجام از مون افراد بصورت پابرهنه اندام تحتانی غالب خود را روی قسمت مشخص شده‌ی صفحه نیرو قرار دادند و اندام تحتانی سمت مقابل به اندازه عرض لگن از اندام غالب دور گردید سپس جهت انجام فعالیت تعادلی دینامیک که یک فعالیت عملکردی اندام فوقانی است بدین ترتیب عمل شد که مطابق شکل یک، دو جایگاه در دو طرف افراد گذاشته شد یکی در سطح لگنی و جایگاه دوم در سطح بالای شانه‌ای طوری که این دو جایگاه از لحاظ ارتفاع قابل تغییر بوده که در دامنه‌های قدی متفاوت قابل تنظیم باشد. بروی جایگاه اول که در سطح لگن سمت غیر غالب قرار گرفته وزنه‌ای قرار گرفت که سه درصد وزن افراد در نظر گرفته شد. افراد بصورت یکطرفه با اندام تحتانی غالب روی صفحه نیرو قرار گرفتند. از آنها خواسته شد ۵ ثانیه در حالت ایستادن ثابت قرار گیرند (شکل ۱) و به علامتی که در سطح چشمی آنها در

دهنده‌ی نوسان بدن است همچنین وضعیت مرکز فشار نشان دهنده‌ی نورومکانیک مورد نیاز جهت حفظ وضعیت ایستادن قائم است و از آن جهت توصیف سازماندهی پوسچر استفاده می‌گردد (۳،۲). جهت ارائه اطلاعات مطلوب در ارتباط با ظرفیتها و توانایی‌های تعادلی هنگام ایستادن تستهای تعادلی مختلفی (۱۰-۴) تاکنون توسعه یافته‌اند. تستهایی که جهت بررسی سیستم کنترل پوسچر از طریق ارزیابی‌های تعادلی عملکردی انجام می‌شود جهت اجرا آسان‌تر و در کلینیکها در دسترس‌تر هستند اما از دقت لازم برخوردار نیستند. تکنولوژی سیستمهای آزمایشگاهی اطلاعات جزئی‌تری در ارتباط با تعادل پوسچر در اختیار قرار می‌دهد اما اغلب جهت استفاده در set up کلینیکی مشکل است. مطالعات نشان دهنده‌ی وجود ارتباط بین متغیرهای مرکز فشار و کنترل پوسچر (اختلال یافته) است. علی‌رغم استفاده‌های مکرر از پارامترهای تعادلی پوسچر، مطالعات اندکی در ارتباط با تکرارپذیری (Reliability) متغیرهای مرکز فشار وجود دارد (۱۱). بیشتر مطالعات مربوط به بررسی ثبات پوسچر در شرایط ایستادن ثابت بوده است (۱۲) که ممکن است باعث آشکارسازی نقایص پوسچر نشود به همین دلیل ضرورت انجام ارزیابی‌های دینامیک احساس می‌شود.

مانند دیگر پارامترهای بیولوژیکی، مرکز فشار دارای تغییرپذیری (Variability) ذاتی است که روی وضعیت تکرارپذیری نتایج کنترل پوسچر تاثیرگذار است بنابراین قبل از اینکه اندازه‌های مرکز فشار بعنوان متغیرهای مونیتورکننده وضعیت بهبود تعادل در شرایط مداخلات کلینیکی و یا ارزیابی‌های تعادل ایستادن استفاده شود، باید تکرارپذیری آنها مورد بررسی قرار گیرد (۱۲). با توجه به کمبود تحقیقاتی که در ارتباط با تکرارپذیری متغیرهای مرکز فشار در شرایط پویا انجام گرفته است هدف مطالعه حاضر تعیین میزان تکرارپذیری درون جلسه ای و بین جلسه ای پارامترهای مرکز فشار در شرایط انجام یک فعالیت تعادلی پویاست، که در این شرایط پویا افراد یک رفتار هدفمند Grasp & Reaching اندام فوقانی را انجام دادند.

## روش بررسی

شرکت کنندگان: ۱۰ فرد سالم غیر ورزشکار با دامنه سنی ۳۵ - ۱۸ سال در این مطالعه شرکت کردند. این افراد در طول هفته تمرینات ورزشی بطور منظم انجام نمی‌دادند. این افراد بدون سابقه نوروپاتی یا شکستگی‌های اندام تحتانی یا هرگونه اختلال تاثیرگذار روی تعادل بودند. اندام فوقانی نیز فاقد هرگونه

فاصله ۳ متری قرار دارد متمرکز شوند بعد از ۵ ثانیه افراد در یک بازه‌ی زمانی معین که با مترونوم کنترل می‌شد وزنه ای را که در سطح لگنی قرار داشت با اندام فوقانی سمت تحمل وزن برداشته (شکل ۲) و در موضع مشخص شده در سطح سری با آرنج خم قرار میدادند (شکل ۳ و ۴) و بدین ترتیب الگوی عملکردی اندام فوقانی انجام می‌گرفت. این فعالیت جزء الگوهای عملکردی اندام فوقانی محسوب می‌شود. چون حرکات در بدن

یکسانی از مونها انجام گرفت. جهت بدست آوردن تکرارپذیری درون جلسه‌ای در هر جلسه سه مرتبه آزمون تکرار شد.

#### تجزیه و تحلیل اماری

در ابتدا از امار توصیفی جهت بررسی مشخصات دموگرافیک استفاده شد. آزمون **K-S** جهت بررسی توزیع داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تکرارپذیری نسبی درون جلسه‌ای و بین جلسه‌ای متغیرهای میانگین سرعت مرکز فشار و مسافت کل مرکز فشار توسط ضریب همبستگی درون گروهی (**ICC2,3**) با فاصله اطمینان ۹۵٪ ارزیابی شد. از طبقه بندی مونرو (۱۳) جهت توصیف میزان تکرارپذیری نسبی استفاده گردید تکرارپذیری بین ۰/۰۰-۰/۲۵ ضعیف، ۰/۲۶-۰/۴۹ پایین، ۰/۵۰-۰/۶۹ متوسط، ۰/۷۰-۰/۸۹ بالا و ۰/۹۰-۱۰۰٪ خیلی بالا محسوب می‌شود. همچنین خطای استاندارد اندازه‌گیری (**SEM**) و ضریب تغییر (**C.V**) (**Coefficient of Variation**) برای توصیف تکرارپذیری مطلق (**Absolute Reliability**) بکار گرفته شد.

انسان به شکل الگویی صورت می‌پذیرند این الگو مشابه اکثر حرکاتی است که در فعالیتهای طبیعی روزمره و ورزشی انجام می‌گیرد. این فعالیت توسط انقباض گروههای عضلانی طولیل شده شروع و با ادامه انقباض و حرکت در دامنه حرکتی به طول کوتاه شده می‌رسند.

زمان ثبت اطلاعات ۱۵ ثانیه معین گردید. بعد از گذاشتن وزنه در جایگاه سری، اندام فوقانی در همان سطح نگه داشته می‌شد تا ۱۵ ثانیه ثبت اطلاعات مرکز فشار به پایان می‌رسید. این آزمون سه مرتبه و با فاصله استراحت دو دقیقه انجام شد. جهت آشناسازی قبل از مرحله اصلی آزمون افراد چندین مرتبه این فعالیت را انجام می‌دادند که در این مرحله ثبت اطلاعات مرکز فشار انجام نشد. در صورت تماس اندام تحتانی غیر غالب با زمین و یا حرکت پای غالب از محدوده مشخص شده بروی صفحه نیرو آزمون مجدداً تکرار می‌شد.

#### پروتکل تکرارپذیری

این تست توسط یک آزمونگر انجام می‌شد. جهت بررسی تکرارپذیری آزمون - بازآزمون (بین جلسه ای) افراد در دو جلسه و با فاصله ۷ روز آزمون را انجام دادند. که در مکان و شرایط



شکل ۱- آزمودنی در حالت ایستادن ثابت



شکل ۲-آزمودنی در حالت Grasping



شکل ۳-آزمودنی در حالت Reaching

جدول ۱- اطلاعات توصیفی اندازه های مرکز فشار

متغیر	آزمون	بازآزمون
	میانگین(انحراف معیار)	میانگین(انحراف معیار)
سرعت متوسط مرکز فشار	۴,۷۴ (۰,۹۴)	۴,۸۳ (۰,۷۹)
مسافت کل مرکز فشار	۷۴,۸۲ (۱۲,۸۷)	۷۲,۸۸ (۱۵,۴۴)

### یافته‌ها

با بررسی مشخصات دموگرافیک، افراد مورد مطالعه دارای میانگین سنی ۲۵,۴ سال با انحراف معیار ۵,۵۶ و میانگین قد ۱۷۶,۹ سانتی‌متر با انحراف معیار ۸,۲۵ و میانگین وزن ۶۸,۲ کیلوگرم با انحراف معیار ۱۱,۳۱ بودند. اطلاعات توصیفی متغیرهای مرکز فشار در دو جلسه آزمون و بازآزمون در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. تکرارپذیری درون جلسه

بررسی مشخصات دموگرافیک، افراد مورد مطالعه دارای میانگین سنی ۲۵,۴ سال با انحراف معیار ۵,۵۶ و میانگین قد ۱۷۶,۹ سانتی‌متر با انحراف معیار ۸,۲۵ و میانگین وزن ۶۸,۲

تکرارپذیری بین جلسه‌ای این دو متغیر به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۹۶ بدست آمد (جدول شماره ۳).

ای (Intrasession) متغیرهای سرعت متوسط مرکز فشار و مسافت کل مرکز فشار به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۱ (جدول شماره ۲) و

جدول ۲- تکرارپذیری درون جلسه ای اندازه های مرکز فشار

متغیر	I.C.C	C.I %۹۵	S.E.M	C.V
<b>سرعت متوسط :</b>				
میانگین داده ها <sup>۱</sup>	۰.۸۹	۰.۶۹ - ۰.۹۷	۰.۲۳	۰.۳۵ ۱۶ %
داده های منفرد <sup>۲</sup>	۰.۷۳	۰.۴۲ - ۰.۹۱		
<b>مسافت کل :</b>				
میانگین داده ها <sup>۱</sup>	۰.۹۱	۰.۷۴ - ۰.۹۷	۳.۸۵	۱۷,۴۰ %
داده های منفرد <sup>۲</sup>	۰.۷۷	۰.۴۹ - ۰.۹۳		

آی سی سی (I.C.C): ضریب همبستگی درون گروهی. سی آی (C.I): فاصله اطمینان. اس ای ام (S.E.M): خطای استاندارد اندازه گیری. سی وی (C.V): ضریب تغییر. ۱: Average measures؛ ۲: Single measures

جدول ۳- تکرارپذیری بین جلسه ای اندازه های مرکز فشار

متغیر	I.C.C	C.I %۹۵	S.E.M	C.V
<b>سرعت متوسط :</b>				
میانگین داده ها <sup>۱</sup>	۰.۹۵	۰.۸۹ - ۰.۹۸	۰.۲۵	۱۸.۳۷ %
داده های منفرد <sup>۲</sup>	۰.۷۸	۰.۵۹ - ۰.۹۳		
<b>مسافت کل :</b>				
میانگین داده ها <sup>۱</sup>	۰.۹۶	۰.۹۲ - ۰.۹۹	۴.۲۹	۱۹.۶۳ %
داده های منفرد <sup>۲</sup>	۰.۸۳	۰.۶۶ - ۰.۹۴		

آی سی سی (I.C.C): ضریب همبستگی درون گروهی. سی آی (C.I): فاصله اطمینان. اس ای ام (S.E.M): خطای استاندارد اندازه گیری. سی وی (C.V): ضریب تغییر. ۱: Average measures؛ ۲: Single measures

## بحث

این پژوهش روی ۱۰ جوان سالم اجرا شد و پارامترهای دامنه حرکت، سرعت متوسط و حداکثر سرعت و مساحت جابجایی مرکز فشار از تکرارپذیری بالایی برخوردار بودند (۱۵). در مطالعه اعتبارسنجی که روی جمعیت سالم انجام شد تکرارپذیری برخی متغیرهای مرکز فشار مورد بررسی قرار گرفت. ضرایب تعمیم پذیری (پارامتری معادل ضریب همبستگی درون گروهی) در شرایط چشمان باز و بسته برای سه کوشش ۳۰ ثانیه‌ای محاسبه شد. این ضرایب در شرایط چشمان باز برای انحراف معیار جابجایی در نمای قدامی-خلفی و نمای جانبی و سرعت متوسط به ترتیب ۰/۵۰، ۰/۴۹/۸۳، محاسبه گردید. در حالی که در شرایط چشمان بسته این ضرایب ۰/۶۶، ۰/۶۶، ۰/۸۴، بدست آمد (۱۶). در مطالعه‌ای که تکرارپذیری پارامترهای تعادلی کنترل پوسچر در افراد سالمند در دو موقعیت کار منفرد و کار دو گانه مورد

همان طور که در نتایج نشان داده شده است متغیرهای مرکز فشار در حین انجام فعالیت عملکردی از تکرارپذیری بالایی برخوردار است بنابراین میتوان گفت که این فعالیت تعادلی پویا که در حالت single leg stance انجام می شود می تواند بعنوان یک آزمون تعادلی جهت بررسی وضعیت کنترل پوسچر افراد مورد استفاده قرار گیرد. در ارتباط با بررسی وضعیت تکرارپذیری متغیرهای تعادلی پوسچر مطالعات اندکی انجام گرفته است. وازاین میان بیشتر روی وضعیتهای ایستا متمرکز شده‌اند. در پژوهشی روی ۱۶ بزرگسال ضریب همبستگی درون گروهی برای سرعت نوسان در نمای قدامی خلفی و جانبی به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۷۹، بدست آمد (۱۴). در مطالعه‌ای دیگر مقادیر ICC جهت بررسی تکرارپذیری به روش آزمون - بازآزمون مورد محاسبه قرار گرفت.

افزایش مسافت طی شده‌ی مرکز فشار بیانگر دو نکته است: ۱- میزان فرکانس جابجایی مرکز فشار افزایش یافته است یعنی در زمان معین مرکز فشار در نقاط بیشتری از سطح ساپورت قرار گرفته است و یا ۲- سرعت نوسان مرکز فشار افزایش یافته است. افزایش یا کاهش فرکانس جابجایی مرکز فشار در ارتباط با **Flexibility** سیستم کنترل پوسچر است. بدین صورت که با افزایش فرکانس، بدن محدوده ثابتی را که در شرایط انجام عملکرد خاص به آن نیاز دارد شناسایی میکند که حد و مرز ثبات عملکردی را تشخیص دهد و بدین ترتیب بتواند در فعالیت‌های مختلف که سیستم کنترل پوسچر در معرض چالش بیشتری قرار میگیرد، مرکز جرم (**Center of mass: COM**) را همچنان در محدوده ثبات نگه دارد. مادامی که محدوده‌ی ثبات در سطح ساپورت بخوبی تشخیص داده نشود ممکن است در شرایط تعادلی مختلف سیستم کنترل پوسچر نتواند ثبات پوسچر را حفظ نماید. بنابراین به نظر می‌رسد که این فعالیت تعادلی روش مناسبی در ارزیابی اختلالات کنترل پوسچر باشد.

یکی از دلایل موثر بودن احتمالی این عملکرد تعادلی در آشکار سازی نقص سیستم کنترل پوسچر میتواند این مسئله باشد که چون در این فعالیت الگوی عملکردی اندام فوقانی انجام میگیرد مقداری از تمرکز سیستم از روی اندام تحتانی برداشته می‌شود و معطوف به اندام فوقانی می‌شود در نتیجه در چنین شرایطی پوسچر در وضعیت چالشی بیشتری قرار میگیرد و رفتار سیستم کنترل پوسچر در این موقعیت متفاوت خواهد بود و اطلاعات مفیدی در این شرایط بدست خواهد آمد.

امروزه در تحقیقاتی که به بررسی نوسان پوسچر (**Postural Sway**) می‌پردازند بیشتر به سمت استفاده از فعالیت‌های **supra postural** متمایل شده اند که در این شرایط بار شناختی (**Cognitive Load**) به سیستم وارد می‌شود و سیستم جهت حفظ پوسچر پایدار به زحمت بیشتری می‌افتد. چون کنترل پوسچر به میزان زیادی با فعالیت‌های **supra postural** یکپارچه است و این یکپارچگی وابسته به فعالیت است. همچنین بیشتر مطالعاتی که اخیراً انجام می‌شود به بررسی یکپارچگی کنترل پوسچر و رفتارهای هدفمند پرداخته‌اند و توانایی سیستم را در شرایط متفاوت انجام فعالیت جهت تنظیم وضعیت پوسچر مورد ارزیابی قرار داده اند (۱۷). فعالیت بکار گرفته شده در تحقیق ما یک عملکرد **Goal directed** می‌باشد که **Grasping & Reaching** وجود دارد که بررسی عملکردی سیستم کنترل پوسچر در حین انجام این الگوی عملکردی میتواند باعث یافتن وضعیت **Rigidity** یا **Flexibility** سیستم

بررسی قرار گرفت نتیجه پژوهش نشان دهنده‌ی تکرارپذیری خوب متغیرهای مرکز فشار در این دو موقعیت بود. در این تحقیق کار منفرد ایستادن ثابت روی صفحه نیرو و کار دوگانه شمارش معکوس درحالت ایستادن قرار داده شد. همچنین در این مطالعه میزان تکرارپذیری متغیرهای تعادلی پوسچر در جهت داخلی-خارجی بهتر از جهت قدامی-خلفی بدست آمد. در صورتی که **Corriveau** و همکاران در پژوهشی که در سال ۲۰۰۱ انجام دادند میزان بالاتر تکرارپذیری متغیرهای کنترل پوسچر را در جهت قدامی-خلفی گزارش دادند. یکی از دلایل وجود این اختلاف پروتکل‌های گوناگون ارزیابی سیستم کنترل پوسچر است (۱۱). ما در این مطالعه تلاش نمودیم جهت به چالش کشیدن سیستم پوسچر علاوه بر نوع فعالیت که یک فعالیت عملکردی پویاست متغیرهای تعادلی طوری انتخاب شود که میزان اختلاف موجود در نتایج تحقیقات گوناگون که از متغیرهای تعادلی یکسانی استفاده کردند به حداقل برسد. بدین صورت که از متغیری مانند مسافت کل استفاده شد که همزمان هم جهت قدامی-خلفی و هم داخلی-خارجی را در بر می‌گیرد.

در مطالعاتی که میزان پایینی از تکرارپذیری اندازه‌های مرکز فشار را گزارش داده اند ممکن است با اندکی تغییر در شرایط آزمون که روی استراتژی بکار گرفته شده از سیستم کنترل پوسچر تاثیرگذار است میزان بالاتری از تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار بدست آید.

در بسیاری از پژوهش‌هایی که جهت بررسی اختلالات سیستم کنترل پوسچر در افراد صورت گرفته است نقصی در این سیستم نیافته‌اند که این موضوع ممکن است بدلیل مختلفی از جمله تکرارپذیری ضعیف متغیرها در فعالیت بکار گرفته شده در آزمونها باشد که در نتیجه از شرایط لازم جهت تشخیص و آشکار سازی اختلالات موجود برخوردار نبوده است.

در ارزیابی اختلالات سیستم کنترل پوسچر توجه به ایستا یا پویا بودن فعالیت و همچنین شکل فعالیت انجام گرفته بسیار حائز اهمیت است چون با دستکاری و تغییر در هر یک از موارد اشاره شده ممکن است تغییرات قابل توجهی در ویژگی‌های قابل ثبت مرکز فشار رخ دهد که ما را به سمت تشخیص دقیق‌تر اختلالات پوسچر سوق دهد. مطالعه ما بر اساس نوع فعالیت تعادلی بکار گرفته شده و همچنین پویا بودن عملکرد تعادلی، سیستم کنترل پوسچر به چالش بیشتری کشیده می‌شود.

از پارامترهایی که در این مطالعه تکرارپذیری آن نشان داده شده است مسافت کل طی شده توسط مرکز فشار است که از این متغیر می‌توان اطلاعات مفیدی بدست آورد بطور مثال

## قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه تحت عنوان "بررسی تاثیر نواربندی مچ پا بر تغییرات مرکز فشار حین انجام فعالیت تعادلی پویا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا" در مقطع کارشناسی ارشد فیزیوتراپی در سال ۹۰-۱۳۸۹ کد ۲۶۴ می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گرفته است. بدین وسیله از پرسنل محترم آزمایشگاه بیومکانیک مرکز تحقیقات توانبخشی و همچنین افرادی که با شرکت داوطلبانه خود در این تحقیق موجبات انجام این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری می‌شود.

شود. همچنین چون در دو سطح متفاوت عمل **Grasping** و **Reaching** انجام می‌شود مطالعه وضعیت نوسانات پوسچر (**Postural Fluctuations**) در سطوح مختلف نسبت به ارتفاع بدن میتواند اطلاعات مفیدی در ارتباط با استراتژی بکارگرفته شده توسط سیستم کنترل پوسچر در اختیار ما قرار دهد که با توجه به تکرار پذیر بودن متغیرهای مرکز فشار، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات مربوط به سیستم کنترل پوسچر از این فعالیت عملکردی استفاده شود.

وظیفه سیستم کنترل پوسچر دستیابی و ایجاد **postural stability** و **postural orientation** در حالت‌های مختلف تعادلی است. در برخی تحقیقات که از صفحه نیرو جهت ارزیابی پوسچر استفاده شده است بخش **postural orientation** و در بعضی مطالعات **postural stability** بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که در بیشتر فعالیتهای روزمره هر دو هدف در لحظه باید تامین شود. در فعالیت تعادلی بکار گرفته شده در این مطالعه هم **postural orientation** و هم **postural stability** مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اینکه در چه مرحله و زمانی بیشترین جابجایی و یا بیشترین سرعت مرکز فشار ایجاد می‌شود و یا اطلاعاتی که از بررسی وضعیت نوسانات پوسچر بدست می‌آید می‌توان به بی‌ثباتی سیستم کنترل پوسچر در مراحل مختلف انجام آزمون پی برده و به تحلیل وضعیت پوسچر پرداخت.

با توجه به تکرارپذیر بودن متغیرهای سرعت متوسط و مسافت کل مرکز فشار در فعالیت تعادلی پویا می‌توان از این دو پارامتر در مطالعاتی که به بررسی سیستم کنترل پوسچر در حالت پویا می‌پردازند استفاده نمود. همچنین می‌توان از این الگوی عملکردی که شرایط چالشی را برای سیستم ایجاد می‌نماید در ارزیابی‌های اختلالات مربوط به پوسچر بهره برد. به نظر می‌رسد در افرادی که از لحاظ فیزیکی فعال تر هستند تطابقی که سیستم کنترل پوسچر نسبت به فعالیت خاص از خود نشان می‌دهد ممکن است در هر آزمون و یا **Task** شاهد اختلافی در اندازه‌های مرکز فشار نسبت به حالت طبیعی نباشیم. بنابراین فعالیت تعادلی مطالعه حاضر که در آن اندام فوقانی- تحتانی درگیر است ممکن است جهت بررسی اختلالات پوسچر در افرادی که از لحاظ فیزیکی فعال هستند مفید باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده در گروه‌های مبتلا به اختلالات تعادلی نیز تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار مورد آزمون قرار گیرد.

## REFERENCES

1. Riemann B: Is there a link between chronic ankle instability and postural instability?. *Journal of Athletic Training*. 2002, 37(4):386-393
2. Clark S, Riley M: Multisensory information for postural control: sway-referencing. gain shapes center of pressure variability and temporal dynamics. *Exp Brain Res* 2007; 176:299-310
3. Kyvelidou A, Harbourne R, Stuberg W, Sun J et al: Reliability of center of pressure measures for assessing the development of sitting postural control. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90(7):1176-1184
4. Mathias S, Nayak US, Isaacs B: Balance in elderly patients: The Get-up and Go test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986, 67:387-389.
5. Berg KO, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D: Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* 1989, 41:304-311
6. Juntunen J, Ylikoski J, Ojala M, Matikainen E et al: Postural body sway and exposure to high-energy impulse noise. *Lancet* 1987, 11:261-264.
7. Briggs R, Gossman M, Birch R, Drews J, Shaddeau S: Balance performance among noninstitutionalized elderly women. *Phys Ther* 1989, 69:748-756.
8. Wing AM, Clapp S, Burgess-Limerick R: Standing stability in the frontal plane determined by lateral forces applied to the hip. *Gait and Posture* 1995, 3:38-42.
9. Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B: Postural balance and its sensory motor correlates in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996, 51(2):M53-M63.
10. Chang H, Krebs DE: Dynamic balance control in elders: Gait initiation assessment as a screening tool. *Arch Phys Med Rehabil* 1999, 80:490-494.
11. Swenenburg J, Bruin E, Favero K, Uebelhart D: The reliability of postural balance measures in single and dual tasking in elderly fallers and non-fallers. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2008, 9:162
12. Santos S, Delisle A, Lariviere C, Plamondon A et al: Reliability of centre of pressure summary. Measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait & Posture* 2008; 27:408-415
13. Domholdt E. *Rehabilitation research: principles and applications*, 3rd ed., Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005
14. Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP based postural sway measures and age-related differences. *Gait & Posture* 2008; 28(2): 337-42.
15. Pinsault N, Vuillerme N. Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Med Eng Phys* 2009; 31(2): 276-86.
16. Doyle RJ, Hsiao-Wecksler ET, Ragan BG, Rosengren KS. Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & Posture* 2007; 25(2): 166-71.
17. Haddad J, Van Emmerik R, Wheat J, Hamill J: Developmental changes in the dynamical structure of postural sway during a precision fitting task. *Exp Brain Res* 2008, 190:431-441
18. Krishnamoorthy V, Latash M: Reversal of anticipatory postural adjustment during voluntary sway in humans. *Jphysiol* 2005, 565.2:675-684



## Reliability of center of pressure measures during dynamic balance performance

Fazeli S.A<sup>1</sup>, Amiry A<sup>2\*</sup>, Jamshidi A.A<sup>2,3</sup>, Sanjary M.A<sup>3</sup>

1-MSc of physiotherapy

2-Assistant Professor of Tehran University of Medical Sciences

3- Center of Biomechanics Research of Tehran University of Medical Sciences

### Abstract

**Background and Aim:** Few studies have assessed the reliability of postural balance measures during dynamic balance performance that introduce additional challenging to postural control system. In addition sometimes in the static conditions some deficiencies of the postural control system may not be revealed obviously therefore the aim of this study was to assess the reliability of postural control parameters during functional performance on force plate in healthy subjects.

**Materials and Methods:** Ten healthy male subjects (mean age: 25.4 years, weight: 68.2 kg height:176.9cm) participated in this study. None of the subjects were involved in sport activities. Every subject performed three 15seconds trials of eyes open single leg stance on a force plate during dynamic balance task. Participants grasped object with hand at their waist level and release it at above shoulder level. The reproducibility of the center of pressure (COP) deviations (average speed & length of path) was assessed. All participants were tested on 2 sessions with an inter-measurement interval of 7 days. COP data was collected for each trial. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used as parameter of intra-session and inter-session (Test-Retest) reliability.

**Results:** The ICCs for intra-session reliability of average speed and length of COP path were 0.89 and 0.91 respectively. The ICCs for inter-session reliability were 0.95 and 0.96 respectively.

**Conclusion:** The study showed high and very high reliability for center of pressure measures during dynamic balance task. Therefore this dynamic performance can be used as a balance pattern in postural control assessment. . These can be used as reliable parameters in dynamic postural control assessment due to high reliability of average speed and length of COP path

**Keywords :** Reliability, Center of pressure, Dynamic performance, Postural control, Balance

\*Corresponding author:

Dr.Ali amiry , Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Sciences.

Email: [ali-amiri@Tums.ac.ir](mailto:ali-amiri@Tums.ac.ir)

*This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)*