

## بررسی شاخص مناسب برای ارزیابی تعادل ورزشکاران در شرایط آزمون اغتشاش ناگهانی

### چکیده

ابراهیم عبدی<sup>۱\*</sup>، منصور اسلامی<sup>۱</sup>،  
محمد تقی پور<sup>۲</sup>

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.  
۲. مرکز تحقیقات اختلال حرکت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، مازندران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۴/۴/۲ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱۳

**هدف:** هدف از پژوهش حاضر عبارت‌اند از، شناسایی مناسب‌ترین شاخص تعادلی برای ارزیابی تعادل در شرایط آزمون اغتشاش ناگهانی.

**روش‌ها:** در این پژوهش از ۱۳ کشتی‌گیر آزاد کار ملی‌پوش با میانگین سن ( $20.5 \pm 2.4$  سال) و ۱۳ نفر مرد سالم با سن ( $23.5 \pm 1.4$  سال) استفاده شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای سنجش تعادل از سیستم تعادل RS-scan استفاده گردید. برای ایجاد اغتشاش از صفحه متحرک و وزنه‌هایی برابر ۱۲ درصد جرم افراد بهره برده شد. آزمون تعادل در دو شرایط ایستادن با حالت گارد (گارد) و ایستادن پا به عرض شانه باز (ایستاده) به عمل آمد. اطلاعات از چهار جهت (قدامی، خلفی، داخلی و خارجی) جمع‌آوری گردید و برای آنالیز آماری از آزمون  $t$ -test مستقل استفاده شد.

**یافته‌ها:** مسافت مرکز فشار در جهت‌های قدامی، خلفی و خارجی در گروه کشتی‌گیران نسبت به گروه افراد عادی در هر دو شرایط (گارد و ایستاده) مقدار بیشتری داشت و این اختلاف از نظر آماری در شرایط گارد به ترتیب ( $p=0.01, p=0.01, p=0.05$ ) و در شرایط ایستاده ( $p=0.20, p=0.50, p=0.01$ ) مشاهده شد. میانگین سرعت نوسان مرکز فشار در جهت‌های قدامی، خلفی و خارجی در گروه کشتی‌گیران و در هر دو شرایط گارد به ترتیب ( $p=0.01, p=0.08, p=0.01$ ) و در شرایط ایستاده به ترتیب ( $p=0.20, p=0.10, p=0.01$ ) از نظر آماری معنی‌دار بود. در متغیر زمان، برای رسیدن به پایداری، کشتی‌گیران در حالت گارد و ایستاده در چهار جهت قدامی، خلفی، داخلی و خارجی به‌طور معنی‌داری ( $p=0.01$ ) زودتر به پایداری رسیدند.

**نتیجه‌گیری:** ورزشکاران در شرایط اغتشاشات ناگهانی با افزایش سرعت نوسان مرکز فشار می‌خواهند در زمان کمتری به تعادل و پایداری برسند. به نظر می‌رسد شاخص‌های تعادل به‌ویژه زمان رسیدن به پایداری می‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی پاسخ وضعیتی ورزشکاران باشد.

**کلید واژگان:** زمان رسیدن به پایداری، سرعت نوسان مرکز فشار، مسافت مرکز فشار، اغتشاشات ناگهانی و تعادل

\* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.  
تلفن: ۰۹۳۰۲۷۷۱۵۲۳  
Email: abdi.sportinglife@gmail.com

### مقدمه

اندام و آمادگی فرد در نظر گرفته می‌شود (۲)، بنابراین تعیین شاخص مناسب برای ارزیابی تعادل اهمیت بالایی دارد.

محققین شاخص‌هایی مرتبط با مرکز فشار از قبیل: جابجایی CoP (Center of pressure displacement) در جهت‌های مختلف، مسافت کل طی شده (Travel way of center of pressure)، سرعت نوسان مرکز فشار (Velocity of center of pressure)، مساحت نوسان و تغییرپذیری مرکز فشار در جهت‌های

حفظ تعادل و پایداری در اغتشاشات خارجی نیازمند هماهنگی ارگانیکی داخلی در بدن است؛ به‌طوری‌که تحقیقات، تعادل و پایداری پاسچرال بالا را به‌عنوان هماهنگی بین عصبی-عضلانی فرد می‌دانند و نوسانات غیرطبیعی پاسچرال را به‌عنوان یک اختلال در عملکرد تعادلی فرد می‌شمارند (۱). از آنجایی‌که حفظ تعادل بدن اغلب به‌عنوان مقیاسی برای سنجش عملکرد

سرعت نوسان مرکز فشار می‌خواهند در زمان کمتری به تعادل برسند و انتخاب زمان رسیدن به پایداری به‌عنوان شاخص تعادل و پایداری می‌تواند برتری هماهنگی عصبی عضلانی بین افراد را در کسب تعادل مشخص کند. برای اثبات فرضیه فوق پژوهش حاضر در نظر دارد کشتی‌گیران نخبه را در شاخص‌های تعادلی جابجایی CoP، میانگین سرعت نوسان CoP و زمان رسیدن به پایداری با گروه افراد عادی در جهت‌های متفاوت مقایسه کند. بنابراین، هدف کلی این مقاله به دنبال شناسایی مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی تعادل در شرایط آزمون اغتشاش ناگهانی است.

### روش‌شناسی

این پژوهش به‌صورت طرح نیمه تجربی انجام شد. ۱۳ کشتی‌گیر حرفه‌ای ملی‌پوش آزادکار مرد و ۱۳ دانشجوی تربیت‌بدنی دانشگاه مازندران در این پژوهش استفاده شد. برای انتخاب نمونه‌های کشتی‌گیر، ابتدا با مربی ملی‌پوشان در شهر جویبار دیدار به‌عمل آمد و سپس بعد از رضایت مربی، کشتی‌گیران حرفه‌ای برای انجام پژوهش معرفی شدند و به‌روش نمونه‌گیری هدفمند کشتی‌گیران نخبه ملی‌پوش از بین کشتی‌گیران انتخاب شدند. کشتی‌گیران داوطلب مایل به همکاری، از نظر وجود دفورمیتی ژنوالگوم (پای ضربدری) و پای ژنواروم (پا پراتتری) و پای نرمال مورد بررسی قرار گرفتند. به علت شیوع تغییر ساختار ژنواروم در بین کشتی‌گیران حرفه‌ای، بیشتر کشتی‌گیران از گروه تغییر ساختاری ژنو واروم بودند. افراد عادی از دانشجویان مرد تربیت‌بدنی دانشگاه مازندران به شکل در دسترس انتخاب شدند؛ به‌طوری‌که این افراد نیز دارای تغییر ساختار ژنو واروم بودند. سپس از کشتی‌گیران و دانشجویان خواسته شد که جهت همکاری در آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه مازندران حاضر شوند. داوطلبان پس از آشنایی با روند مطالعه و امضای رضایت‌نامه، جهت اجرای آزمون آماده شدند. مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

کشتی‌گیران ملی‌پوش و دانشجویان تربیت‌بدنی که مایل به شرکت در مطالعه بودند، به‌صورت عمومی در هر دو گروه سابقه بیماری عصبی عضلانی اسکلتی و یا سابقه شکستگی اندام تحتانی در طول یک سال گذشته را نداشتند و همان‌طور که قبلاً ذکر شد ساختار پاهای همگی آن‌ها پراتتری بود. اما به‌صورت تخصصی، کشتی‌گیران می‌بایست حداقل یک دوره سابقه تیم ملی را داشتند و در دامنه سنی ۱۸ الی ۲۴

مختلف را برای ارزیابی تعادل معرفی کرده‌اند. از بین متغیرهایی فوق شاخص‌هایی مثل اوج جابجایی، مسافت طی شده CoP و میانگین سرعت نوسان مرکز فشار بیشتر در مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. Sharma و همکاران، Lyytinen و همکاران برای ارزیابی عملکرد تعادلی افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو از جابجایی CoP (۳،۲). همچنین Nault و همکاران، Guskiewicz و همکاران برای ارزیابی تعادل کسانی که انحرافات پاسچرال داشتند از جابجایی CoP بهره گرفتند (۵،۴). Phillip و همکاران در بررسی تأثیرات خستگی عضلات لگن و میچ پا بر روی کنترل وضعیتی افراد عادی از شاخص‌های جابجایی CoP و سرعت متوسط نوسانات CoP استفاده کردند (۶). Khodavisi و همکاران برای ارزیابی تعادل کسانی که اختلالات ساختاری کف پا داشتند از جابجایی CoP (۷)، Rabiey در بررسی تعادل پسران نوجوان دارای ژنوالگوم در شرایط شتاب ناگهانی از مسافت CoP (۸). مطالعات فوق جابجایی و سرعت نوسان مرکز فشار بیشتر را به‌عنوان ضعف در اتخاذ تعادل گزارش کردند.

Valentina با بررسی نوسان پاسچرال بازیکنان والیبال با مقایسه افراد عادی غیر ورزشکار در شاخص‌های میانگین سرعت CoP، سطح نوسان CoP و جابجایی CoP در جهات مختلف بهره گرفته بود، گزارش کرد که مقادیر میانگین سرعت CoP از نظر آماری بین دو گروه اختلاف وجود نداشت، اما ورزشکاران سرعت نوسان بیشتری را نشان دادند و همچنین در شاخص‌های سطح نوسان CoP و جابجایی CoP، ورزشکاران مقادیر بیشتری را نسبت به گروه غیر ورزشکار نشان دادند (۹).

تحقیقات نشان دادند که مقادیر میانگین سرعت نوسان CoP، دامنه جابجایی CoP و مسافت طی شده CoP در هر دو گروه ورزشکاران و کسانی که اختلال اسکلتی یا عضلانی داشتند زیاد می‌باشد. قبول این نتیجه که افزایش مقادیر متغیرهای مرتبط با مرکز فشار در ورزشکاران به‌عنوان ضعف در کسب تعادل آن‌ها می‌باشد منطقی به نظر نمی‌رسد. زیرا ورزشکاران با توجه به ماهیت رشته ورزشی خود دارای پاسخ‌های متفاوت به محیط و اغتشاشات محیطی است و همچنین پاسخ وضعیتی ورزشکاران با یک مدل پاسچرال متفاوت نسبت به افراد غیر ورزشکار است، که از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی پیکری سرچشمه می‌گیرد (۹). لذا احتمال دارد ورزشکاران جابجایی، مسافت و سرعت مرکز فشار بیشتری را نسبت به افراد عادی در شرایط آزمون پویا یا نیمه پویا از خود نشان دهند که در این صورت امکان دارد محققین در تفسیر و ارزیابی تعادل دچار خطا گردند؛ اما در مقابل احتمال آن می‌رود که ورزشکاران با افزایش

جدول ۱.

اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌های حاضر در این پژوهش

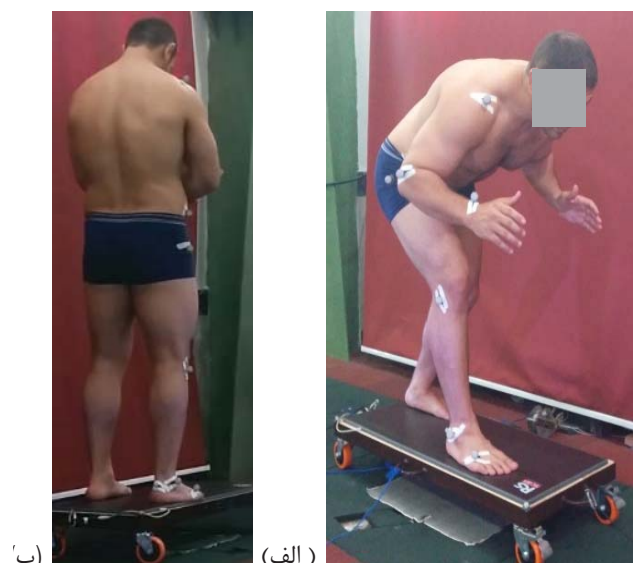
Sig.	سابقه حرفه‌ای (سال)	فاصلی دو اپی- کندیل داخلی	جرم (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	تعداد	گروه‌ها
۰/۷	۹±۲/۲۲	۳/۵±۳/۵۵	۸۱/۶±۲۱/۴۴	۱۷۲/۵ ± ۸/۲۲	۲۰/۵ ± ۲/۴۴	۱۳	کشتی‌گیران
	صفر	۳/۵±۲/۲۲	۸۰/۴±۱۱/۴۴	۱۷۴/۳ ± ۶/۲۲	۲۳/۵ ± ۱/۴۰	۱۳	افراد عادی

برای اندازه‌گیری داده‌های میانگین سرعت نوسان COP، جابجایی CoP و زمان رسیدن به پایداری از سیستم فوت اسکن پلیت (RS-scan) ساخت کشور بلژیک استفاده شد. ابعاد این دستگاه ۱۰۰×۶۰ سانتی‌متر با تعداد ۸۱۹۲ حسگر و فرکانس نمونه‌برداری ۲۵۳ هرتز است. دستگاه فوت اسکن روی صفحه متحرک خود ساخته به ابعاد ۱۰۵×۴۲ سانتی‌متر قرار داشت و ارتفاع صفحه متحرک از زمین ۱۵ سانتی‌متر بود و همچنین توانایی حرکت در جهت‌های قدامی، خلفی، داخلی و خارجی داشت، (برای اثبات پایایی و روایی ابزار می‌توان به منابع (۷ و ۸) مراجعه کرد، که برای ارزیابی تعادل از این سیستم استفاده کرده‌اند).

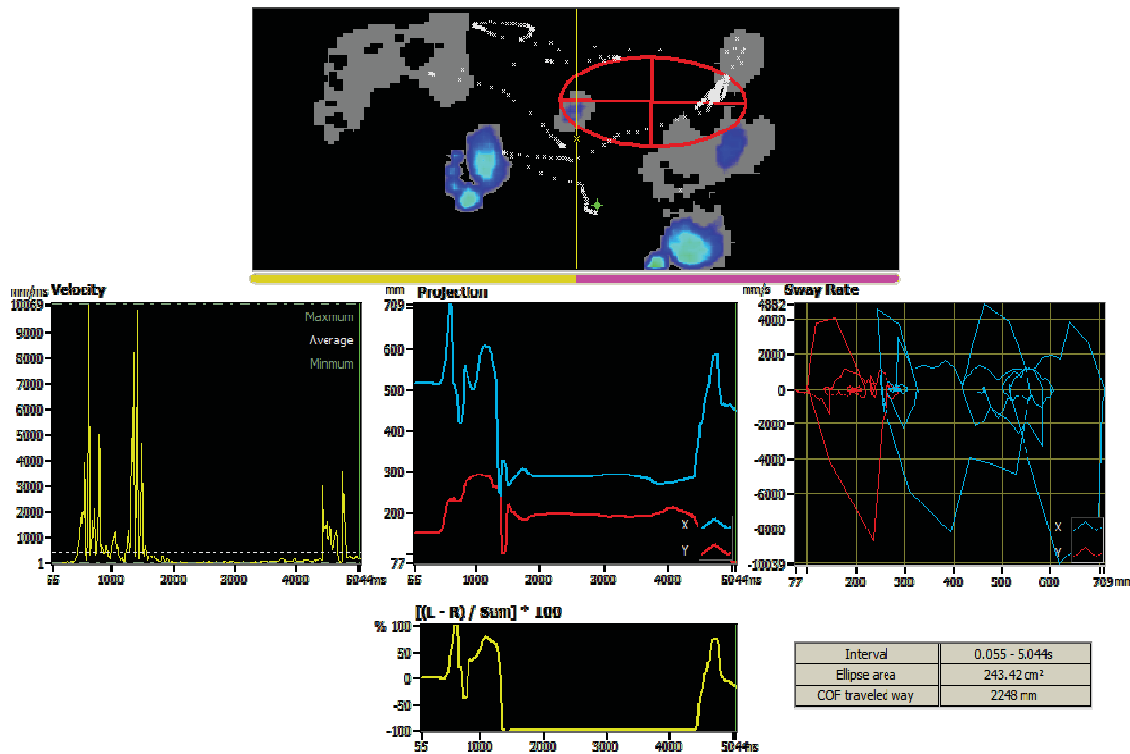
برای اعمال شتاب ناگهانی کنترلی در جهت‌های مختلف از وزنه‌هایی برابر ۱۲ درصد جرم افراد و از چهار پایه در چهار جهت و در هر پایه از سه قرقره برای تغییر جهت بردار کشش استفاده شد. از چهار کابل ۵ متری از نوع کابل‌های (بگسری) که در دستگاه‌های سیم کشش بدن‌سازی استفاده می‌شود، برای انتقال نیرو از وزنه به صفحه‌ی متحرک، در این پژوهش بهره برده شد. این روش اعمال اغتشاش با منبع از روی مقاله ریبعی (۲۰۱۰) که از یک پایه و ۱۰ درصد جرم بدن برای ارزیابی تعادل کودکان دارای پا ضربدری در شرایط نیمه پویا استفاده کرده بود، شبیه‌سازی شد، چون با اعمال اغتشاش ۱۰ درصدی جرم بدن جابجایی قابل توجهی در ورزشکاران مشاهده نشد، لذا برای اغتشاش بهتر از ۱۲ درصد جرم آنان استفاده گردید. در زمان اجرای آزمون برای هر آزمودنی ۱۲ درصد جرم مشخص شد، از او خواسته می‌شد بر روی فوت اسکن با گارد کشتی و ایستاده (پا به عرض شانه باز) به گونه‌ای که فوت اسکن توسط محقق آماده شده بود، قرار بگیرد. گارد کشتی‌گیران به گونه‌ای بود که همه آزمودنی‌ها راست گارد بودند و پای جلو برای همه‌ی آزمودنی پای راست بود. پس از اینکه آزمودنی‌ها از شرایط آزمون آگاه می‌شدند، چهار نفر آزمونگرها در چهار طرف فوت اسکن قرار می‌گرفتند و

در رشته آزاد کشتی فعالیت می‌کردند. همچنین افراد عادی هیچ نوع فعالیت ورزشی حرفه‌ای نداشتند.

افراد بدون کفش و جوراب درحالی‌که زانوها، ران و مچ پای آن‌ها نمایان بود در مقابل آزمونگر به صورت کاملاً راحت و بدون انقباض غیرطبیعی و تنش غیرمعمول در عضلات اندام تحتانی، ایستادند. برای ارزیابی از داوطلبان خواسته شد، درحالی‌که پشت به دیوار ایستاده بودند، ناحیه پشت سر، ستون فقرات پشتی، باسن و پاشنه را در تماس با دیوار قرار دادند و پاها را به صورت جفت در کنار هم نگه داشتند. در موارد طبیعی، هم‌زمان با تماس مائلول‌های داخلی مچ پا، کندیل داخلی فمور راست و چپ نیز در تماس با یکدیگر بوده و در این وضعیت زانو سالم و بدون دفورمیتی ژنوواروم می‌باشد. در صورت وجود فاصله بیش از ۳ سانتی‌متر بین دو کندیل داخلی فمور، درحالی‌که مائلول‌های داخلی مچ پا در تماس یکدیگر قرار داشتند، داوطلب در گروه ژنوواروم قرار می‌گرفت (۸).



شکل - ۱: (الف) حالت نیمه پویای گارد و (ب) حالت نیمه پویای ایستاده کشتی‌گیر



شکل ۲. محیط نرم‌افزاری برای ارزیابی داده‌ها

مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل ۲ محیط نرم‌افزار بالانس برای اندازه‌گیری میانگین سرعت نوسان و جابجایی مرکز فشار را نشان می‌دهد. فاصله زمانی شروع جابجایی مرکز فشار تا زمانی که دوباره جابجایی به صفر برسد را به‌عنوان زمان رسیدن به پایداری در نظر گرفته شد.

مقادیر میانگین سرعت نوسان CoP، زمان رسیدن به پایداری و کل مسافت طی شده CoP جهت‌های قدامی خلفی و داخلی خارجی در بین گروه‌های تحقیق با استفاده از روش t-test مستقل مقایسه شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد و آلفای کمتر از ۰/۵ برای مشخص کردن سطح معنی‌داری بین گروه‌های کشتی‌گیران و افراد عادی استفاده شد و تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ صورت گرفت.

### نتایج

در جدول ۲ معناداری آنالیز آماری بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد و ایستاده در متغیرهای مسافت طی شده مرکز فشار، میانگین سرعت نوسان مرکز فشار و زمان رسیدن به

با توجه به هماهنگی‌های انجام شده بین آزمونگرها، جهت اعمال شتاب ناگهانی مشخص می‌شد و ۱۲ سانتی‌متر از کابل جهت مخالف اعمال شتاب ناگهانی، که با چسب نواری سفید در هر طرف مشخص شده بود، آزادی حرکت داده می‌شد، که برای همه آزمودنی‌ها ۱۲ سانتی‌متر جابجایی صفحه متحرک و فوت اسکن یکسان باشد. داده‌برداری برای همه جهت‌ها در دو حالت گارد کشتی و ایستاده برای همه آزمودنی‌ها صورت می‌گرفت و داده‌های اصلی با سیستم فوت اسکن که تغییرات CoP را نشان می‌داد، شناسایی و ذخیره می‌شدند و داده‌هایی که خطا در اعمال شتاب ناگهانی داشتند، بدون اینکه آزمودنی بفهمد توسط آزمونگرهای شتاب‌دهنده به آزمونگر دیتا‌گیرنده گفته می‌شد و آن دیتا حذف می‌گردید و دوباره بعد از اعمال شتاب در جهت‌های دیگر، در جهت مورد نظر ثبت داده صورت می‌گرفت، شکل ۱ شرایط آزمون را نمایش می‌دهد.

داده‌های فوت اسکن (مسافت CoP، میانگین سرعت CoP و زمان رسیدن به پایداری) توسط نرم‌افزار بالانس RS-scan، در جهت‌های مختلف نرمال‌گیری بین داده‌ها صورت گرفت و داده‌ها به صورت فرمت اکسلی از نرم‌افزار اکسپورت شد و برای تجزیه تحلیل آماری آماده شدند. هر یک از متغیرها بین گروه‌ها در جهت‌های متفاوت

پایداری در جهت قدامی نشان داده شده است. در جهت اغتشاش قدامی با توجه به داده‌های جدول ۲ می‌توان به نتایج ذیل دست یافت: میزان مسافت طی شده مرکز فشار در گروه کشتی‌گیران در حالت گارد و حالت ایستاده نسبت به افراد عادی بیشتر بود و اختلاف

معنی‌داری در شرایط گارد مشاهده شد ( $p=0/01$ )، اما در شرایط ایستاده اختلاف معنی‌دار نبود ( $p=0/2$ ). زمان رسیدن به پایداری در هر دو شرایط، کشتی‌گیران زمان کمتری را در حالت ناپایداری سپری می‌کردند و همچنین اختلاف معناداری بین دو گروه مشاهده شد ( $p=0/01$ ) و ( $p=0/01$ ). کشتی‌گیران سرعت نوسان مرکز فشار

جدول ۲.

میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای مرتبط با CoP بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد معمولی در دو شرایط گارد کشتی و ایستاده در جهت قدامی

شرایط آزمون	گروه	زمان رسیدن به پایداری (ms)	سرعت مرکز فشار (mm/ms)	مسافت مرکز فشار (mm)
ایستاده	کشتی‌گیران	$579/40 \pm 2434/88^*$	$227/70 \pm 967/80$	$227/78 \pm 967/86$
	معمولی	$338/51 \pm 4037/22^*$	$325/69 \pm 843/61$	$325/68 \pm 843/64$
گارد	کشتی‌گیران	$570/66 \pm 1638/21^*$	$97/99 \pm 2218/38^*$	$184/75 \pm 528/21^*$
	معمولی	$537/87 \pm 4413/76^*$	$697/52 \pm 423/11^*$	$133/44 \pm 289/82^*$

متغیرهای مسافت مرکز فشار به میلی‌متر (mm)، سرعت نوسان مرکز فشار به میلی‌متر بر میلی‌ثانیه (mm/ms) و زمان رسیدن به پایداری به میلی‌ثانیه (ms). علامت‌های (\*) اختلاف معنی‌داری را در سطح  $p \leq 0/05$  نشان می‌دهد.

جدول ۳.

میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای مرتبط با CoP و زمان رسیدن به پایداری بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد کشتی و ایستاده در جهت خلفی

شرایط آزمون	گروه	زمان رسیدن به پایداری (ms)	سرعت مرکز فشار (mm/ms)	مسافت مرکز فشار (mm)
ایستاده	کشتی‌گیران	$247/44 \pm 1829/11^*$	$473/46 \pm 2235/51$	$325/31 \pm 568/21$
	معمولی	$142/30 \pm 4050/10^*$	$419/70 \pm 1581/01$	$335/03 \pm 642/01$
گارد	کشتی‌گیران	$413/81 \pm 2473/01^*$	$433/71 \pm 5073/65^*$	$415/62 \pm 733/90^*$
	معمولی	$554/22 \pm 2473/00^*$	$141/99 \pm 1537/55^*$	$99/50 \pm 433/80^*$

متغیرهای مسافت مرکز فشار به میلی‌متر (mm)، سرعت نوسان مرکز فشار به میلی‌متر بر میلی‌ثانیه (mm/ms) و زمان رسیدن به پایداری به میلی‌ثانیه (ms). علامت‌های (\*) اختلاف معنی‌داری را در سطح  $p \leq 0/05$  نشان می‌دهد.

جدول ۴.

میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای مرتبط با CoP و زمان رسیدن به پایداری بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد کشتی و ایستاده در جهت داخلی

شرایط آزمون	گروه	زمان رسیدن به پایداری (ms)	سرعت مرکز فشار (mm/ms)	مسافت مرکز فشار (mm)
ایستاده	کشتی‌گیران	$384/66 \pm 1017/66^*$	$930/70 \pm 786/33$	$80/66 \pm 291/01$
	معمولی	$396/64 \pm 3163/11^*$	$2891/12 \pm 5427/10$	$26/56 \pm 351/60$
گارد	کشتی‌گیران	$413/82 \pm 2594/70^*$	$552/88 \pm 8752/02^*$	$373/30 \pm 1041/07$
	معمولی	$142/75 \pm 4794/51^*$	$11125/88 \pm 14117/31^*$	$326/67 \pm 1572/11$

متغیرهای مسافت مرکز فشار به میلی‌متر (mm)، سرعت نوسان مرکز فشار به میلی‌متر بر میلی‌ثانیه (mm/ms) و زمان رسیدن به پایداری به میلی‌ثانیه (ms). علامت‌های (\*) اختلاف معنی‌داری را در سطح  $p \leq 0/05$  نشان می‌دهد.

## جدول ۵.

میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای مرتبط با CoP بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد کشتی و ایستاده در جهت خارجی

شرایط آزمون	گروه	زمان رسیدن به پایداری (ms)	سرعت مرکز فشار (mm/ms)	مسافت مرکز فشار (mm)
ایستاده	کشتی‌گیران	$1265/02 \pm 1706/44$ *	$71/95 \pm 1655/77$ *	$138/30 \pm 540/81$
	معمولی	$113/51 \pm 3773/75$ *	$1176/00 \pm 1910/31$ *	$94/35 \pm 450/30$
گارد	کشتی‌گیران	$1213/36 \pm 3050/99$ *	$9134/85 \pm 13938/98$ *	$584/91 \pm 1636/88$
	معمولی	$147/88 \pm 4875/80$ *	$7272/11 \pm 7217/11$ *	$674/00 \pm 1571/70$

متغیرهای مسافت مرکز فشار به میلی‌متر (mm)، سرعت نوسان مرکز فشار به میلی‌متر بر میلی‌ثانیه (mm/ms) و زمان رسیدن به پایداری به میلی‌ثانیه (ms). علامت‌های (\*) اختلاف معنی‌داری را در سطح  $p \leq 0/05$  نشان می‌دهد

مسافت طی شده مرکز فشار کمتری داشتند، علیرغم این تفاوت اختلاف معنی‌داری از نظر آماری در شرایط گارد مشاهده نشد ( $p=0/07$ ) و اما در شرایط ایستاده اختلاف معنی‌دار بود ( $p=0/01$ ). زمان رسیدن به پایداری در هر دو شرایط گروه کشتی‌گیران کمتر از گروه شاهد بود و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده شد ( $p=0/01$ ).

سرعت نوسان مرکز فشار در گروه کشتی‌گیران بیشتر از گروه مقابل بود و این اختلاف در هر دو شرایط آزمون معنی‌دار بود، حالت گارد ( $p < 0/01$ ) و حالت ایستاده ( $p < 0/02$ ).

جدول ۵ اختلاف بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد و ایستاده در متغیرهای مقدار مسافت مرکز فشار، سرعت نوسان مرکز فشار و زمان رسیدن به پایداری در جهت خارجی را نشان می‌دهد.

در جهت اغتشاش خارجی با توجه به داده‌های جدول ۵ می‌توان به نتایج ذیل دست یافت:

در گروه کشتی‌گیران میزان مسافت طی شده مرکز فشار در حالت گارد و حالت ایستاده نسبت به افراد عادی بیشتر بود، علیرغم این تفاوت اختلاف معنی‌داری از نظر آماری در شرایط گارد مشاهده نشد ( $p=0/05$ )، اما در شرایط ایستاده اختلاف معنی‌دار بود ( $p=0/04$ ). گروه کشتی‌گیران زمان رسیدن به پایداری کمتری را در هر دو شرایط آزمون نسبت به گروه شاهد داشتند و این اختلاف معنی‌دار بود ( $p=0/01$ ). کشتی‌گیران سرعت نوسان مرکز فشار بیشتری را نسبت به گروه مقابل داشتند و این اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، حالت گارد و حالت ایستاده ( $p < 0/05$ ).

بیشتری را نسبت به گروه مقابل داشتند و این اختلاف در حالت گارد ( $p < 0/05$ ) معنی‌دار، اما حالت ایستاده ( $p > 0/05$ ) اختلاف معنی‌داری نبود.

جدول ۳ اختلاف بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد و ایستاده در متغیرهای مسافت مرکز فشار، میانگین سرعت نوسان مرکز فشار و زمان رسیدن به پایداری در جهت خلفی نشان می‌دهد.

در جهت اغتشاش خلفی با توجه به داده‌های جدول ۳ می‌توان به نتایج ذیل دست یافت:

مسافت طی شده مرکز فشار در گروه کشتی‌گیران در حالت گارد و حالت ایستاده نسبت به افراد عادی بیشتر بود و این اختلاف در شرایط گارد معنی‌دار بود ( $p > 0/01$ )، اما در شرایط ایستاده اختلاف از نظر آماری مشاهده نشد ( $p=0/05$ ). زمان رسیدن به پایداری در هر دو شرایط، گروه کشتی‌گیران زودتر از گروه شاهد به تعادل رسیدند و اختلاف معنادار در هر دو شرایط مشاهده شد ( $p=0/01$ ). سرعت نوسان مرکز فشار در گروه کشتی‌گیران بیشتر از گروه شاهد بود و این اختلاف، در حالت گارد ( $p < 0/01$ ) معنی‌دار، اما در حالت ایستاده ( $p > 0/05$ ) معنی‌دار نبود.

در جدول ۴ معناداری آنالیز آماری بین دو گروه کشتی‌گیر و افراد عادی در دو شرایط گارد و ایستاده در متغیرهای مقدار مسافت مرکز فشار، سرعت نوسان مرکز فشار و زمان رسیدن به پایداری در جهت داخلی نشان می‌دهد.

در جهت اغتشاش داخلی با توجه به داده‌های جدول ۴ می‌توان به نتایج ذیل دست یافت:

کشتی‌گیران در حالت گارد و حالت ایستاده نسبت به افراد عادی

## بحث

سیستم کنترل پاسچر به طور گسترده توسط صفحه نیرو (Force Plate) و صفحه فشارسنج (Foot scan) مورد اندازه گیری قرار می گیرد و جابجایی مرکز فشار و سرعت نوسان CoP بدن بر روی زمین برای نشان دادن نورومکانیک مورد نیاز جهت حفظ وضعیت ایستادن قائم می باشد و از آن جهت برای توصیف سازماندهی پاسچر استفاده می گردد و افزایش مقادیر پارامترهای مرکز فشار به عنوان نقص در کسب تعادل عنوان کرد (۱۱، ۱۰). اما در شرایطی که تعادل آزمودنی با اعمال اغتشاش سنجیده می شود، آیا می توان فقط بر شاخص های مثل جابجایی CoP، سرعت نوسان CoP و زمان رسیدن به پایداری به تنهایی بسنده کرد؟ یا آیا کسانی که جابجایی و سرعت نوسان مرکز فشار بیشتری دارند می توان به عنوان ضعف در کسب تعادل در نظر گرفت؟

به نظر می رسد، در شرایطی که سنجش تعادل با اعمال اغتشاش و شتاب ناگهانی همراه است، استفاده از جابجایی یا مسافت CoP و سرعت نوسان CoP به تنهایی شاخص مناسبی برای ارزیابی تعادل نمی باشد، لذا به علت استراتژی های متفاوت در حفظ پایداری که فرد ممکن است با اعمال اغتشاش ناگهانی برای حفظ تعادل خود بدهد. زیرا در بعضی از گروه ها مثل ورزشکاران حرفه ای به علت تحرک پذیری بالا نسبت به اغتشاش و لحاظ کند، استفاده از یک شاخص به عنوان فاکتور ارزیابی تعادل، نمی تواند درک درستی از توانایی تعادل آزمودنی به پژوهشگر شتاب بیرونی، مقدار جابجایی CoP و سرعت نوسان بیشتر و در مقابل، زمان رسیدن به پایداری، مقدار کمتری را نسبت به افراد معمولی یا ورزشکاران آماتور خواهند داشت. این عامل به نظر می رسد به دلیل استراتژی یک ورزشکار از یک دوره تمرینی یا مسابقه که نیاز فیزیکی یک ورزش است سرچشمه می گیرد. کشتی گیر دائماً در مسابقه و تمرین از سوی حریف دچار اعمال اغتشاش می گردد و بایستی کشتی گیر در حداقل زمان به تعادل و پایداری برسد، زیرا نیاز یک کشتی گیر برای جلوگیری از امتیازگیری حریف و کسب امتیاز بایستی با یک جابجایی مشخص مرکز فشار با سرعت حداکثری در زمان کمتری به تعادل و پایداری برسد. در این شرایط استفاده از زمان رسیدن به پایداری در کنار جابجایی یا مسافت مرکز فشار و سرعت مرکز فشار می توان درک درستی از پاسخ وضعیتی کشتی گیران به اغتشاش بیرونی داشت.

پژوهش حاضر با تحقیقات ذیل همسو می باشد، Agustini و Valentina در بررسی نوسان پاسچرال بازیکنان والیبال با مقایسه

هدف از این پژوهش شناسایی مناسب ترین شاخص برای ارزیابی تعادل کشتی گیران، زمانی که آزمون تعادل با شتاب ناگهانی همراه است، می باشد و جواب به این سؤال که کدام یک از شاخص های مرکزی و زمان رسیدن به پایداری برای ارزیابی تعادل کشتی گیران در شرایط آزمون شتاب ناگهانی مناسب تر است؟ نتایج پژوهش حاضر نشان داد، که مسافت مرکز فشار در جهت های قدامی، خلفی و خارجی در گروه کشتی گیران نسبت به گروه شاهد در هر دو شرایط مقدار بیشتری داشت و این اختلاف از نظر آنالیز آماری معنی دار بود. همچنین در جهت های قدامی، خلفی و خارجی، کشتی گیران میانگین سرعت نوسان مرکز فشار بیشتری در هر دو شرایط داشتند و این اختلاف معنی دار مشاهده شد. در متغیر زمان رسیدن به پایداری، کشتی گیران در حالت گارد و ایستاده در چهار جهت قدامی، خلفی، داخلی و خارجی به طور معنی داری زودتر به پایداری رسیدند. با توجه به نتایج این پژوهش و نتایج تحقیقاتی که در مقدمه ذکر شد، می توان استنباط کرد:

انتخاب شاخص برای ارزیابی تعادل می تواند در گروه های مختلف و شرایط آزمون یعنی پویا یا ایستا بودن آزمون تعادل متفاوت باشد. زیرا تحقیقات نشان داد که، در بررسی تعادل بین دو گروه افراد پاتولوژیک و طبیعی، افرادی که دارای اختلال بودند مقادیر بیشتری را در پارامترهای مرتبط با مرکز فشار نسبت به گروه طبیعی داشتند. در تفسیر نتیجه گروه هایی که اختلال در بدن داشتند تعادل کمتری داشتند. همچنین در مقایسه ورزشکاران با افراد عادی ورزشکاران مقادیر بیشتر را در رابطه با متغیرهای تعادلی ذکر شده نشان دادند، در تفسیر علت این تناقض باید به دو مورد توجه داشت اول شرایط ایستا و پویا بودن آزمون و دوم نوع فعالیت بکار گرفته شده، که به طور کلی فعالیت در سه دسته حفظ تعادل در حالت های ایستادن ثابت (Quiet Stance)، در شرایط اعمال اغتشاش (Perturbation) و انجام فعالیت ارادی تقسیم بندی می شود (۱۵). چون سیستم کنترل پاسچر یک فرایند متناسب با فعالیت است، بنابراین نوع فعالیت بکار گرفته شده، برای انتخاب شاخص تعادلی در مرحله ارزیابی بسیار تأثیرگذار و مهم خواهد بود.

در موارد بسیاری سیستم کنترل پاسچر در حالت ایستادن قائم (Upright Stance) مورد بررسی قرار می گیرد، که در این وضعیت

است، مسافت یا جابجایی مرکز فشار بیشتر یا افزایش نوسان سرعت مرکز فشار نشان از ضعف تعادل نمی‌باشد، زیرا ورزشکار با افزایش سرعت نوسان مرکز فشار می‌خواهد در زمان کمتری به تعادل برسد. بنابراین در چنین شرایطی می‌توان با در نظر گرفتن زمان رسیدن به پایداری و مقایسه مسافت طی شده مرکز فشار درک درستی از تعادل ورزشکاران داشته باشیم.

افراد عادی غیر ورزشکار که از شاخص‌های میانگین سرعت CoP، سطح نوسان CoP و جابجایی CoP در جهات مختلف بهره برده بود، گزارش کرد مقادیر میانگین سرعت CoP از نظر آماری بین دو گروه اختلاف وجود نداشت اما ورزشکاران سرعت نوسان بیشتری را نشان دادند و همچنین در شاخص‌های سطح نوسان CoP و جابجایی CoP در ورزشکاران مقادیر بیشتری نسبت به گروه غیر ورزشکار مشاهده شد (۹).

## نتیجه‌گیری نهایی

در شرایط پویا یا زمانی که آزمون تعادل با آشفتگی ناگهانی همراه

## References

- Horak FB and Nashner LM. Central program of postural Movements: Adaptations to altered support-surface configuration. *J Neurophysiol* 1986;55(1):369-1381.
- Sharma L, Pai YC, Holtkamp K, Rymer WZ. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 1997;40(1):518-25
- Lyytinen T, Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, Karjalainen PA, Arokoski JP. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. *J Electromyogr Kines* 2010;20(1):66-1074.
- Nault ML, Allard P, Hinse S, Le Blanc R, Caron O, Labelle H, Sadeghi H. Relation between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2002;27(1):911- 1917.
- Guskiewicz KM, Perrin DH. Research and clinical applications of assessment balance. *J Sport Rehabil* 1996;(5):45.
- Phillip A. Gribble, Jay Hertel b. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kines* 2004;(14):641-646.
- Khodavisi H. The effect of foot type on dynamic and static balance among adolescent. Thesis submitted for the degree of Master of Art, Physical Education Department, Bu Ali Sina University 2007. [In Persian]
- Rabiey M. genu valgus effect on postural stability in youths people after sudden perturbation. *j clin sci* 2010. [In Persian]
- Valentina Agostini, Emma Chiamello, Lorenzo Canavese, Carla Bredariol, Marco Knafitz (2013). Postural sway in volleyball players. *Hum Mov Sci* 2013;(32):445-456.
- Riemann B: Is there a link between chronic ankle instability and postural instability?. *Journal of Athletic Training*. 2002;37(4):386-393
- Magee D. Orthopedic physical assessment. 4TH Edition. Edmonton, Alberta, Canada, 2006;(6)79-681.
- Vuilleme N, Teasdale N, Nougier V. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neurosci Lett*. 2001; (311):73-76.
- Cappa P, Patanè F, Rossi S, Petrarca M, Castelli E, Berthoz A. Effect of changing visual condition and frequency of horizontal oscillation on postural balance of standing healthy subjects. *Gait posture* 2008;(28):615-626.
- Era P, Heikkinen E, Gause-Nilsson I, Scholl M. Postural balance in elderly people: changes over a five year follow up and its predictive value for survival. *Aging Cline Exp Res* 2002;(14):37-46.
- Era P, Heikkinen E, Gause-Nilsson I, Scholl M. Postural balance in elderly people: changes over a five year follow up and its predictive value for survival. *Aging Cline Exp Res* 2002;(14):37-46



## Identifying the Best Indicator of Assessing the Athletes Balance in the Sudden Perturbation Test

Ebrahim Abdi<sup>1\*</sup>,  
Mansour Eslami<sup>1</sup>,  
Mohammad Taghipour<sup>2</sup>,

1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Mazandaran University, Sari, Iran.

2. Movement Disorders Research Center, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.

\* Corresponding author:

Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Mazandaran University, Sari, Iran.  
Tel: 09302771523

Email: abdi.sportinglife@gmail.com

### Abstract

Received: Junr 23, 2015 Accepted: Sep. 4, 2015

**Objective:** The aims of this study were to identify the most appropriate indicator to assess the balance in the sudden perturbation test conditions.

**Methods:** In this study, 13 freestyle national wrestlers at the age of  $20.5 \pm 2.4$  and 13 normal subjects with average age of  $23.5 \pm 1.4$  were used recruited. Balancing test was carried out under two conditions: standing with the guard (guard) and stand feet shoulder width apart (standing). To measure the balance parameters, the RS-scan system was used, and for external perturbation movable plant with weights equal to 12% of the mass was used. The independent t-test for statistical analysis in each direction between the two groups was used.

**Results:** Center of pressure (CoP) travel distance in the anterior, posterior and external directions, wrestlers were more than those in normal individuals in both positions; for guard position ( $p = 0.01$ ,  $p = 0.01$ ,  $p = 0.5$ ) and ( $p = 0.2$ ,  $p = 0.5$ ,  $p = 0.01$ ) in stand position. The COP average speeds in the anterior, posterior and external directions in both conditions were more in wrestlers than that normal group, ( $p = 0.01$ ,  $p = 0.08$ ,  $p = 0.01$ ) in the guard position and ( $p = 0.27$ ,  $p = 0.1$ ,  $p = 0.01$ ) in the stand position. The wrestlers were able to get stable as soon as possible in both positions and in four direction ( $p=0.001$ ).

**Conclusion:** Athletes in sudden perturbation want to reach equilibrium and stability in shorter time by increasing speed CoP. Thus it seems, time to stability can be a good indicator for balance evaluating.

**Keywords:** Time to stability, center of pressure speed, center of pressure travel distance, sudden perturbation and balance

آقای دکتر منصور اسلامی، مدرک دکتری تخصصی خود را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه مونترال کانادا اخذ نمود. ایشان در حال حاضر با مرتبه دانشیاری عضو هیئت علمی گروه بیومکانیک، دانشکده تربیت بدنی ورزشی دانشگاه مازندران می باشد.



ایشان تاکنون ۲۰ مقاله تخصصی در حوزه بیومکانیک ورزشی در مجلات معتبر داخلی و خارجی منتشر نموده اند. زمینه پژوهش های مورد علاقه ایشان بیومکانیک ورزشی، آسیب های اندام تحتانی و بیومکانیک کفش می باشد. لازم به ذکر است ایشان انتشار سه جلد کتاب تألیفی و ترجمه ای را نیز در کارنامه خود دارند.

آقای ابراهیم عبدی، دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران می باشد. ایشان در حال حاضر به عنوان مربی و استاد مدعو در دانشکده تربیت بدنی صفادشت و دانشگاه آزاد سماء اندیشه فعالیت می کند.



آقای دکتر محمد تقی پور، مدرک دکترای تخصصی خود را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه علوم پزشکی ایران اخذ کرده است.



در حال حاضر ایشان، با مرتبه دانشیاری عضو هیئت علمی گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی بابل می باشد. ایشان تاکنون ۲۵ مقاله در مجلات معتبر داخلی و خارجی منتشر نموده و ۶ جلد کتاب تألیفی و ترجمه ای در کارنامه خود دارد. زمینه پژوهشی مورد علاقه ایشان بیومکانیک و فیزیوتراپی اختلالات اسکلتی عضلانی می باشد.