

# بررسی تکرارپذیری متغیرهای مرکز فشار در نوسان ایستایی با سطوح مختلف خستگی و بینایی در مردان ورزشکار و غیرورزشکار

\*زهرة مشکاتی<sup>۱</sup>، مهدی نمازی زاده<sup>۲</sup>، مهیار صلواتی<sup>۳</sup>، مسعود مظاهری<sup>۴</sup>

## چکیده

هدف: تحقیق حاضر به بررسی تفاوت‌های مرتبط با مهارت، خستگی و بینایی بین ورزشکاران و غیرورزشکاران در تکرارپذیری اندازه‌های مرکز فشار حاصل از صفحه نیرو می‌پردازد.

روش بررسی: در این مطالعه اعتبارسنجی، نوسان ایستایی ۱۵ ورزشکار مرد و ۱۶ غیرورزشکار مرد که به صورت ساده و در دسترس انتخاب شده بودند، توسط صفحه نیرو ارزیابی شده و پس از گذشت ۴۸ تا ۷۲ ساعت، ارزیابی مجدد صورت گرفت. متغیرهای مرکز فشار در خلال ایستادن ثابت روی دو پا، قبل و بعد از ایجاد خستگی عمومی توسط نوارگردان، با چشمان باز و بسته ثبت شد. اطلاعات حاصل از ۳۰ ثانیه آزمون روی صفحه نیرو، برای متغیرهای انحراف معیار سرعت، انحراف معیار جابجایی در هر دو نمای قدامی خلفی و جانبی و سرعت متوسط محاسبه شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون تی مستقل و محاسبه ضریب همبستگی درون‌گروهی و خطای استاندارد اندازه‌گیری و ضریب تغییر استفاده شد.

یافته‌ها: ضریب همبستگی درون‌گروهی برای اندازه‌های مرکز فشار در گروه ورزشکاران در مقایسه با غیرورزشکاران مقادیر بیشتری را نشان داد. پس از خستگی ضریب همبستگی درون‌گروهی نسبت به قبل از آن افزایش یافت. همچنین ضریب همبستگی درون‌گروهی در حالت چشمان بسته در مقایسه با چشمان باز مقادیر بیشتری را نشان داد. ضریب تغییر کوچکتر از ۱۵٪ برای اکثر اندازه‌های مرکز فشار مشاهده شد. سرعت متوسط ( $P < 0/001$ ) و انحراف معیار سرعت در نمای قدامی خلفی ( $P < 0/001$ )، تکرارپذیرترین متغیرها بر اساس سطح مهارت، خستگی و بینایی بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به محققان برای انتخاب تکرارپذیرترین متغیرهای مرکز فشار در تحقیقات بعدی کنترل ایستایی (پاسچر) در ورزشکاران کمک کند. بر این اساس می‌توان از متغیرهای سرعت متوسط و انحراف معیار سرعت در نمای قدامی، خلفی، در مطالعات بعدی، در شرایط مشابه و در گروه ورزشکاران استفاده نمود.  
کلیدواژه‌ها: مرکز فشار / تکرارپذیری / ورزشکار / خستگی / بینایی

- ۱- دکترای تربیت بدنی، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان
- ۲- دکترای تربیت بدنی، دانشیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان
- ۳- دکترای فیزیوتراپی، دانشیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۴- دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۹/۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۳/۱۲

\*آدرس نویسنده مسئول:

اصفهان، خ جی شرقی، ارغوانیه، بلوار دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، دانشکده تربیت بدنی  
تلفن: ۰۳۱۱-۵۳۵۴۰۰۱

\*E-mail: zmeshkati@gmail.com



مقدمه

شرکت در فعالیتهای ورزشی باعث افزایش توانایی کنترل ایستایی<sup>۱</sup> و یا به عبارتی ظرفیت پاسچرال<sup>۲</sup> افراد می شود، چرا که ورزشکاران میزان نوسان ایستایی کمتری در خلال ایستادن ثابت<sup>۳</sup> در مقایسه با غیرورزشکاران دارند و این موضوع نشان دهنده سیستم کنترل ایستایش بهتر در آنها می باشد (۱، ۲). جهت کمی کردن نوسان ایستایی (پاسچر) به عنوان شاخصی از تعادل، از اطلاعات حاصل از اندازه های مختلف مرکز فشار<sup>۴</sup> کف پا که توسط صفحه نیرو<sup>۵</sup> ثبت می گردد استفاده می شود (۳). تصمیم گیری در مورد انتخاب اندازه های مناسب مرکز فشار، به برخی موارد از جمله تکرارپذیری<sup>۶</sup> آنها بستگی دارد و علاوه بر ارزیابی تغییرات تعادل در طول زمان و یا متمایز کردن تعادل ایستادن بین آزمودنی ها، در سایر بررسی ها نیز ضروری است که از متغیرهایی از مرکز فشار که قابلیت تکرارپذیری دارند استفاده گردد (۴).

علیرغم استفاده های مکرر از متغیرهای مرکز فشار در مطالعات مربوط به تمرینات ورزشی، طبق منابع در دسترس، تحقیقی به طور خاص خطای اندازه گیری این متغیرها را در جمعیت ورزشکار بیان نکرده است. این موضوع ممکن است به خاطر صرف وقت، هزینه و یا منابع انسانی باشد که به محققین و آزمودنی ها در مطالعات تکرارپذیری تحمیل می شود (۵). فقط در یک پژوهش هرینگ و همکاران تکرارپذیری اندازه های (پارامترهای) مرکز فشار را در یک گروه ژیمناستهای زن جوان دارای درد پشت و پا اندازه گیری کردند (۶). ولی اکثر مطالعات دیگر، تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار مربوط به افراد سالم و یا سالمندان را بررسی کرده اند. از جمله لین و همکاران در پژوهشی در همین ارتباط روی ۱۶ بزرگسال، مقادیر ضریب همبستگی درون گروهی (آی.سی.سی.سی) را برای سرعت نوسان در نمای قدامی خلفی و جانبی، مساحت و ریشه میانگین مربع ها به ترتیب برابر با ۰/۷۷، ۰/۷۹، ۰/۷۲ و ۰/۷۱ به دست آوردند (۷). همچنین بین سالت و ویلمر مقادیر آی.سی.سی.سی. را برای سه تلاش جهت بررسی تکرارپذیری به روش آزمون باز آزمون<sup>۸</sup> محاسبه کردند. این پژوهش روی ۱۰ جوان سالم اجرا شد و مقادیر آی.سی.سی.سی. برای پارامترهای دامنه، سرعت متوسط، حداکثر سرعت و مساحت به ترتیب برابر با ۰/۸۸، ۰/۸۴، ۰/۸۰ و ۰/۹۴ به دست آمد (۸). سوانبرگ و همکاران نیز مطالعه ای روی سالمندان انجام دادند. آنها یک تکلیف ساده و یک تکلیف دوگانه به آزمودنی ها دادند و میزان نوسان پاسچر را محاسبه کردند. مقادیر آی.سی.سی.سی. برای گروهی که متعاقب تکلیف ساده با چشمان باز توانستند تعادل خود را حفظ کنند در حداکثر

جابجایی در نمای قدامی-خلفی ۰/۴۳ و در نمای جانبی ۰/۷۵، سرعت متوسط ۰/۸۴ و مساحت ۰/۶۲ به دست آمد (۹). باید توجه کرد که عمومیت دادن نتایج غیرورزشکاران به جمعیت ورزشکاران ممکن است مورد سؤال قرار گیرد، زیرا متعاقب افزایش سطح مهارت، تفاوت هایی در کنترل پاسچر افراد مشاهده می شود (۱، ۲).

گذشته از سطح مشارکت ورزشی، خستگی عامل دیگری است که می تواند روی قابلیت تعادل افراد مؤثر باشد (۱۰). نوسان ایستایی در خلال ایستادن روی دو پا (۱۱) یا یک پا (۱۳، ۱۲) به طور معکوس توسط تمرین شدید روی نوارگردان<sup>۹</sup> یا دوچرخه کارسنج<sup>۱</sup> تأثیر می پذیرد که نشان دهنده تأثیر خستگی عمومی است. همچنین خستگی موضعی اندام تحتانی نیز تأثیرات مشابهی را نشان داده است (۱۳). این مسئله می تواند باعث افزایش ریسک آسیب در انتهای فعالیتهای ورزشی شود، یعنی هنگامی که ورزشکار خسته است (۱۴). در حالی که توانایی حفظ نیروی عضلانی در موقعیتهای خستگی، تأثیرات جدی روی اجرای حرکات ورزشی دارد، اغلب مطالعات تکرارپذیری، پارامترهای کنترل پاسچر را در موقعیتهای غیرخسته بررسی کرده اند. بر اساس اطلاعاتی که در دسترس می باشد، مطالعه ای که تکرارپذیری پارامترهای پاسچرال را در موقعیتهای متفاوت خستگی گزارش کرده باشد یافت نشد.

بنابراین هدف اصلی از مطالعه حاضر بررسی تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار توسط آزمون باز آزمون در ورزشکاران جوان و غیرورزشکاران، قبل و بعد از خستگی و در موقعیتهای چشمان باز و بسته می باشد.

روش بررسی

این تحقیق متدولوژیک از نوع اعتبارسنجی می باشد که با هدف تعیین تکرارپذیری و اعتبار ابزارهای کلینیکی و تحقیقاتی انجام می شود (۱۵). شرکت کنندگان در گروه ورزشکاران ۱۵ مرد کاراته کا دارای حداقل کمربند مشکی و سابقه حضور در مسابقات رسمی داخل یا خارج از کشور بودند (۱۰ نفر در سطح بین المللی، ۱ نفر در سطح ملی، ۴ نفر در سطح استانی). میانگین سابقه ورزشی کاراته کایان  $5/02 \pm 9/67$  سال بود. در گروه غیرورزشکاران ۱۶ مرد سالم بدون سابقه ورزشی در مطالعه حاضر شرکت کردند. روش نمونه گیری در هر دو گروه ساده و در دسترس بود. هیچکدام از

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1- Postural Control                         | 2- Postural Capacity        |
| 3- Quiet Standing                           | 4- Center of Pressure (COP) |
| 5- Force Platform                           | 6- Reliability              |
| 7- Intraclass Correlation Coefficient (ICC) | 8- Test-retest              |
| 9- Treadmill                                | 10- Ergometer               |



جابجایی<sup>۵</sup>، انحراف معیار سرعت (در هر دو نمای قدامی خلفی و جانبی) و سرعت متوسط بود. دلیل انتخاب این پارامترها به خاطر استفاده بیشتر آنها در سایر تحقیقات است که اجازه مقایسه کردن نتایج مطالعات مختلف را به ما می دهد. همچنین این پارامترها بیانگر ابعاد مختلف مرکز فشار می باشند. پارامترهای سرعت متوسط و انحراف معیار سرعت نشان دهنده بعد سرعت و پارامتر انحراف معیار جابجایی نشانگر بعد مسافت می باشد (۳).

خستگی عمومی توسط فعالیت روی نوارگردان ایجاد شد. ضربان قلب آزمودنیها قبل و در خلال فعالیت، توسط ضربان سنج مشخص می شد. سطح تلاش آزمودنی در طول فعالیت با استفاده از مقیاس بورگ<sup>۶</sup> برای تعیین میزان ادراک تلاش<sup>۷</sup> ارزیابی شد (۱۷). مقیاس بورگ با برخی متغیرهای فیزیولوژیکی از جمله میزان ضربان قلب و غلظت اسیدلاکتیک خون و عضله همبستگی بالایی دارد (۱۸). افزایش قابل ملاحظه غلظت اسیدلاکتیک خون در فعالیتهای بالای ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی یا ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب مشاهده شده است (۱۱). حداکثر ضربان قلب از طریق فرمول مربوطه (سن - ۲۲۰) برآورد شد (۱۲). در این پژوهش از پروتکل خستگی نارودن و همکاران استفاده شد (۱۱). به این ترتیب که شروع پروتکل خستگی با دو دقیقه راه رفتن روی نوارگردان با سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت و شیب صفر درصد به منظور گرم کردن بود. سپس با حفظ سرعت، شیب نوارگردان به ۷٪ افزایش یافت و آزمودنی به مدت ۳ دقیقه در این شرایط به راه رفتن ادامه داد. پس از این مرحله شیب نوارگردان به ۱۴٪ و سرعت آن به ۴ کیلومتر بر ساعت افزایش یافت و آزمودنی به مدت ۵ دقیقه در این شرایط به راه رفتن ادامه داد. شیب نوارگردان تا پایان به همین مقدار باقی ماند، ولی بر سرعت آن هر ۵ دقیقه به میزان ۰/۵ کیلومتر بر ساعت افزوده شد. آزمودنی همچنان به راه رفتن ادامه می داد تا هنگامی که ضربان قلب او از مرز ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب فراتر رفته و یا میزان «بسیار سخت» مقیاس بورگ را گزارش می کرد.

جهت مقایسه سن، وزن و قد آزمودنیها از آزمون تی مستقل استفاده شد. میانگین برای تعیین اندازه های تکرارپذیری سه تلاش در هر موقعیت مورد استفاده قرار گرفت. تکرارپذیری نسبی با استفاده از ضریب همبستگی درون گروهی (آی.سی.سی. سی. سی. ۲ و ۳)<sup>۸</sup> محاسبه شد (۱۹). برای هر آی.سی.سی. سی. سی. فاصله اطمینان (سی.آی.)<sup>۹</sup> ۹۵٪ محاسبه شد. جهت توصیف بزرگی تکرارپذیری از تقسیم بندی

شرکت کنندگان موارد زیر را گزارش نکردند: آسیب جدی اندام تحتانی در یک سال اخیر، مشکلات بینایی اصلاح نشده، مشکلات دهلیزی (مثلاً سرگیجه)، بیماریهای قلبی عروقی و تنفسی، دیابت، بیماریهای التهابی سیستمیک و مصرف داروهای آرام بخش، مخدر و الکل. از شرکت کنندگان خواسته شد طی ۴۸ ساعت قبل از آزمون از انجام تمرینات خسته کننده بپرهیزند. همچنین کلیه شرکت کنندگان فرم موافقت آگاهانه را امضا کردند.

جهت اندازه گیری ثبات پاسچر از دستگاه صفحه نیرو با مارک کیستلر<sup>۱</sup> مدل ۹۲۸۱ سی ساخت کشور سوئیس و به ابعاد ۴۰ در ۶۰ سانتی متر استفاده شد. در این دستگاه اساس اندازه گیری خواص پیزوالکتریک می باشد و به اندازه گیری نیروی عکس العمل زمین در صفحات قدامی خلفی، جانبی و عمودی می پردازد. فرکانس نمونه گیری ۱۰۰ هرتز بود. داده ها در رایانه شخصی ذخیره شد و سپس جهت محاسبه متغیرهای مرکز فشار به نرم افزار اکسل<sup>۲</sup> منتقل گردید. داده ها از فیلتر پایین گذر و ده هرتزی باترورت<sup>۳</sup> مرتبه ششم گذشت. جابجایی نمای قدامی خلفی و جانبی مرکز فشار به ترتیب روی محورهای ایکس و ایگرگ<sup>۴</sup> صفحه نیرو اندازه گیری شد.

آزمودنیها با پاهای برهنه و جفت شده در مرکز صفحه نیرو قرار گرفتند. دستها در کنار بدن آویزان و در تمام طول آزمون، آزمودنی بی حرکت بود. نوسان پاسچر در دو موقعیت مختلف بازخورد بینایی ارزیابی شد. در حالت چشمان باز از آزمودنی خواسته شد که به حالت خیره به نشانگری که به فاصله ۲ متری روبرو و در سطح چشمان او قرار داشت نگاه کند. در حالت چشمان بسته بازخورد بینایی توسط چشم بند از او گرفته می شد. شرکت کنندگان سه تلاش ایستادن ثابت را با چشمان باز و سه تلاش را با چشمان بسته اجرا کردند. زمان هر تلاش ۳۵ ثانیه و فاصله استراحت بین تلاشها تقریباً ۲۵ ثانیه بود (۱۶). ترتیب تلاشها به صورت تصادفی بود. سپس از آزمودنیها خواسته شد که در پروتکل خستگی شرکت کنند. بلافاصله پس از پایان پروتکل خستگی هر آزمودنی ۶ تلاش را با چشمان باز و بسته مشابه حالت غیرخسته تکرار کرد. به فاصله ۴۸ تا ۷۲ ساعت بعد، از هر آزمودنی آزمون مجدد مشابه آزمون اولیه گرفته شد. محل آزمون، روش، زمان روز و شرایط محیطی آزمون و همچنین آزمونگر در هر دو جلسه آزمون و بازآزمون یکسان بود. برای به حداقل رساندن خطای دستگاه و آزمودنی، ۵ ثانیه اول زمان آزمون، وارد تحلیل آماری نشد. طول زمان ۱۵ الی ۳۰ ثانیه با یک تا سه تلاش عموماً برای جمع آوری اطلاعات در ادبیات تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است (۱۶).

متغیرهای مورد بررسی در پژوهش حاضر شامل انحراف معیار

1- Kistler®  
2- Excel  
3- Butterworth Low-Pass Filter-10 Hz  
4- X&Y Axis  
5- Amplitude  
6- Borg Scale  
7- Rating of Perceived Exertion  
8- (ICC2,3)  
9- Confidence Interval



گروه ورزشکاران در مقایسه با گروه غیرورزشکاران در ۷۵٪ از پارامترهای مرکز فشار، آی.سی.سی. بالاتری داشتند. ۶۰٪ ورزشکاران و ۵۰٪ غیرورزشکاران مقادیر آی.سی.سی. بالای ۰/۷۰ را نشان دادند. انحراف معیار سرعت در نمای قدامی- خلفی تکرارپذیرترین پارامتر در هر دو گروه ورزشکاران (دامنه آی.سی.سی. از ۰/۷۳ تا ۰/۸۹) و غیرورزشکاران (دامنه آی.سی.سی. از ۰/۶۲ تا ۰/۷۹) بود.

پارامترهای مرکز فشار در حالت خسته در ۷۰٪ موارد تکرارپذیری بهتری را نسبت به حالت غیرخسته نشان دادند. در ۶۰٪ از موقعیتهای خسته و ۵۰٪ از موقعیتهای غیرخسته، مقادیر آی.سی.سی. بالای ۰/۷۰ مشاهده شد. سرعت متوسط تکرارپذیرترین پارامتر در هر دو موقعیت غیرخسته (دامنه آی.سی.سی. از ۰/۴۵ تا ۰/۸۷) و خسته (دامنه آی.سی.سی. از ۰/۴۵ تا ۰/۸۹) بود.

آزمونهای چشمان بسته تکرارپذیرتر از آزمونهای چشمان باز بود. به جز یک مورد، تمامی پارامترهای مرکز فشار در حالت چشمان بسته مقایسه آی.سی.سی. بالاتری را نسبت به حالت چشمان باز نشان دادند. در ۸۵٪ موقعیتهای چشمان بسته و ۲۵٪ موقعیتهای چشمان باز، مقادیر آی.سی.سی. بالای ۰/۷۰ مشاهده شد. انحراف معیار سرعت در نمای قدامی- خلفی تکرارپذیرترین پارامتر در موقعیتهای چشمان باز بود (دامنه آی.سی.سی. از ۰/۷۳ تا ۰/۸۰). همچنین در موقعیتهای چشمان بسته سرعت متوسط تکرارپذیرترین پارامتر بود (دامنه آی.سی.سی. از ۰/۷۲ تا ۰/۸۹). در کل ۸۰٪ پارامترهای مرکز فشار در گروه غیرورزشکاران (نسبت به گروه ورزشکاران) و ۵۰٪ اندازه‌های مرکز فشار در موقعیتهای غیرخسته (نسبت به موقعیتهای بسته) و ۸۰٪ پارامترهای مرکز فشار در موقعیتهای چشمان بسته (نسبت به موقعیتهای چشمان باز) دارای مقادیر سی.وی. کوچکتری بودند. به جز پارامتر انحراف معیار جابجایی در نمای قدامی- خلفی، تمامی پارامترهای مرکز فشار مقادیر سی.وی. کوچکتر از ۱۵٪ را در تمام موقعیتهای بینایی و خستگی برای هر دو گروه ورزشکاران و غیرورزشکاران نشان دادند.

ضریب همبستگی مونرو<sup>۱</sup> استفاده شد (۱۵). یک مشکل کلیدی که در مورد آی.سی.سی. وجود دارد، حساسیت آن نسبت به تغییرپذیری بین آزمودنیهاست. هنگامی که تغییرپذیری بین آزمودنیها زیاد باشد، حتی هنگامی که تکرارپذیری مطلق پایین باشد نیز، ممکن است میزان آی.سی.سی. بالا باشد (۲۰). بنابراین در ادبیات تحقیق پیشنهاد شده است که به همراه آی.سی.سی. از شاخص آماری خطای استاندارد اندازه‌گیری (اس.ای.ام.)<sup>۲</sup> و ضریب تغییر (سی.وی.)<sup>۳</sup> به عنوان دوز روش اندازه‌گیری تکرارپذیری مطلق استفاده گردد. اس.ای.ام. از طریق جذر خطای مربع میانگین هر پارامتر که از جدول آنوا<sup>۴</sup> استخراج می‌شد محاسبه گردید (۲۰). همچنین برای مقایسه تکرارپذیری مطلق بین شاخص‌های ثباتی از سی.وی. استفاده شد که از طریق  $(100 \times \frac{\text{انحراف معیار}}{\text{میانگین}})$  محاسبه گردید (۲۰). تمام اثرات در سطح کمتر از ۰/۰۵، معنادار در نظر گرفته شد. همچنین از نسخه هفدهم نرم‌افزار اسپ.پی.اس.اس. جهت محاسبات آماری استفاده شد.

#### یافته‌ها

نتایج حاکی از عدم تفاوت معنادار متغیرهای زمینه‌ای بین آزمودنیهای دو گروه بود که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. در گروه ورزشکاران، میانگین سن ۲۱/۴۷ سال با انحراف معیار ۳/۳۱، میانگین وزن ۶۴/۲۰ کیلوگرم با انحراف معیار ۱۰/۱۵ و میانگین قد ۱۷۴ سانتی‌متر با انحراف معیار ۷/۰۰ بود. همچنین در گروه غیرورزشکاران، میانگین سن ۲۱/۲۵ سال با انحراف معیار ۱/۹۵، میانگین وزن ۶۶/۴۴ کیلوگرم با انحراف معیار ۱۰/۸۹ و میانگین قد ۱۷۵ سانتی‌متر با انحراف معیار ۷/۱۲ بود. جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیار اندازه‌های مرکز فشار را در شرایط مختلف بینایی و خستگی در دو گروه ورزشکاران و غیرورزشکاران در شرایط آزمون- بازآزمون نشان می‌دهد. همچنین در جدول شماره ۳ میزان آی.سی.سی.، ۹۵ درصد سی.وی.، اس.ای.ام. و سی.وی. پارامترهای مرکز فشار نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه توزیع مشخصات فردی دو گروه شرکت‌کنندگان در مطالعه

مقدار احتمال	غیرورزشکاران		ورزشکاران		متغیر
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۰/۸۳	۱/۹۵	۲۱/۲۵	۳/۳۱	۲۱/۴۷	سن (سال)
۰/۷۷	۲/۷۵	۲۱/۵۹	۳/۱۱	۲۱/۲۴	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)



جدول ۲- مقادیر اندازه‌های مرکز فشار در شرایط مختلف بینایی و خستگی برای ورزشکاران و غیرورزشکاران در آزمون - بازآزمون

ورزشکار			غیرورزشکار			ورزشکار			غیرورزشکار		
خسته			غیرخسته			خسته			غیرخسته		
بازآزمون	انحراف میانگین	انحراف معیار	بازآزمون	انحراف میانگین	انحراف معیار	آزمون	انحراف میانگین	انحراف معیار	بازآزمون	انحراف میانگین	انحراف معیار
۰/۲۰	۱/۳۰	۰/۲۰	۱/۳۱	۱/۲۳	۰/۲۰	۱/۱۷	۱/۵۰	۰/۴۰	۱/۲۶	۰/۳۰	۱/۴۲
۰/۲۴	۰/۹۴	۰/۱۷	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۳۲	۰/۷۷	۱/۱۱	۰/۳۸	۰/۹۰	۰/۲۳	۱/۰۰
۰/۱۳	۰/۵۵	۰/۲۱	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۱۵	۰/۵۱	۰/۵۹	۰/۲۵	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۴۸
۰/۲۰	۱/۱۱	۰/۲۰	۱/۲۰	۱/۱۱	۰/۳۴	۱/۰۷	۱/۳۷	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۳۱	۱/۳۴
۰/۱۲	۰/۴۹	۰/۱۲	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۱۲	۰/۴۸	۰/۵۰	۰/۱۳	۱/۱۵	۰/۱۴	۰/۴۵
۰/۴۰	۱/۹۸	۰/۳۳	۱/۹۴	۱/۹۱	۰/۳۷	۱/۲۷	۲/۰۰	۰/۶۹	۱/۹۶	۰/۵۴	۱/۹۸
۰/۲۸	۱/۴۲	۰/۲۶	۱/۳۸	۰/۲۲	۰/۵۷	۱/۳۵	۱/۴۳	۰/۵۸	۱/۳۶	۰/۴۲	۱/۴۲
۰/۱۹	۰/۶۶	۰/۲۳	۰/۶۷	۰/۶۰	۰/۱۸	۰/۵۷	۰/۶۴	۰/۲۷	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۵۹
۰/۴۴	۱/۲۶	۰/۳۷	۱/۳۱	۱/۲۷	۰/۴۳	۱/۲۵	۱/۲۱	۰/۶۲	۱/۲۷	۰/۵۱	۱/۲۷
۰/۲۰	۰/۶۸	۰/۲۰	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۲۰	۰/۶۹	۰/۶۶	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۴

واحد‌های پارامترهای مرکز فشار عبارتند از: سانتیمتر (انحراف معیار جابجایی) و سانتیمتر بر ثانیه (سرعت متوسط و انحراف معیار سرعت)

\*: منظور از نمای سائیتال، نمای قدامی - خلفی است. \*\*: منظور از نمای کورونال، نمای جانبی است.





## زهره مشکاتی و همکاران

جدول ۳- تکرارپذیری اندازه‌های مرکز فشار در موقعیت‌های مختلف بنبانی و خستگی برای ورزشکاران و غیرورزشکاران

حالت آزمودنی	متغیر	ورزشکار				غیرورزشکار					
		غیرخسته	خسته	غیرخسته	خسته	غیرخسته	خسته	غیرخسته	خسته		
چشم باز	سرعت متوسط	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۶۲	۰/۶۷
	انحراف معیار	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷
	سرعت (سازیتال)*	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹
	انحراف معیار	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
	جایجایی (سازیتال)	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
	انحراف معیار	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲
	سرعت (کرونال)**	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
	انحراف معیار	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
	جایجایی (کرونال)	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
	انحراف معیار	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
چشم بسته	سرعت متوسط	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
	انحراف معیار	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷
	سرعت (سازیتال)	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
	انحراف معیار	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶
	جایجایی (سازیتال)	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶
	انحراف معیار	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶
	سرعت متوسط	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
	انحراف معیار	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷
	جایجایی (کرونال)	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶
	انحراف معیار	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶

آی.سی.سی. (ICC): ضریب همبستگی درون گروهی، سی.آی. (CI): فاصله اطمینان، اس.ای.ام. (SEM): خطای استاندارد اندازه‌گیری، سی.وی. (CV): ضریب تغییر. تمامی همبستگی‌های بالای ۰/۴۲ در سطح  $P \leq ۰/۰۵$  معنی دارند.

\* منظور از نمای سازیتال، نمای قدامی - خلفی است. \*\* منظور از نمای کرونال، نمای جانبی است.



### بحث

مقادیر آی.سی.سی. بر اساس سطح مهارت (ورزشکار در مقابل غیرورزشکار) و شرایط آزمون (چشمان باز در مقابل چشمان بسته و غیرخسته در مقابل خسته) متفاوت بود. بیشترین اختلاف در تکرارپذیری بین شرایط چشمان باز و بسته بود. این یافته همسو با مطالعات قبلی است که تکرارپذیری بالاتری را در شرایط چشمان بسته در مقایسه با چشمان باز گزارش کردند. دویلی و همکاران در مطالعه‌ای تکرارپذیری برخی از پارامترهای مرکز فشار را در جمعیت سالم بررسی کردند و ضرایب تعمیم‌پذیری<sup>۱</sup> (پارامتری معادل با آی.سی.سی.) را در شرایط چشمان باز و چشمان بسته بر اساس سه کوشش ۳۰ ثانیه‌ای محاسبه کردند. این ضرایب در شرایط چشمان باز برای انحراف معیار جابجایی در نمای قدامی - خلفی، انحراف معیار جابجایی در نمای جانبی و سرعت توسط به ترتیب ۰/۵۰، ۰/۴۹ و ۰/۸۳ بود، در حالی که همین ضرایب در شرایط چشمان بسته به ترتیب ۰/۶۶، ۰/۶۶ و ۰/۸۴ به دست آمد (۱۶). این نتایج یافته‌های پژوهش حاضر را در جهت تکرارپذیری بالاتر پارامترهای مرکز فشار در شرایط چشمان بسته حمایت می‌کند. همچنین بائر و همکاران در پژوهش خود تکرارپذیری درون جلسه‌ای<sup>۲</sup> پارامترهای مرکز فشار را در تعداد زیادی از سالمندان سالم ارزیابی کردند که آن نتایج نیز بیانگر آی.سی.سی. بالاتر در شرایط چشمان بسته نسبت به چشمان باز بود. آی.سی.سی. به دست آمده در شرایط چشمان بسته ۰/۷۱، ۰/۹۵، ۰/۹۳ و ۰/۹۵ به ترتیب برای پارامترهای مساحت، طول، نوسان در نمای جانبی و نوسان در نمای قدامی - خلفی بود و در شرایط چشمان باز به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸۹، ۰/۸۴ و ۰/۹۱ بود. ایستادن در غیاب بازخورد بینایی ممکن است به عنوان یک موقعیت پاسچرال جدید و چالش آور برای اغلب شرکت‌کنندگان مطرح باشد (۲۱). این موضوع ممکن است آزمودنیها را به اتخاذ استراتژیهای پاسچرال متفاوتی برای تطابق با شرایط جدید وادار کند (چنانچه در جدول ۳ مشخص شده انحراف معیار پارامترهای مرکز فشار در شرایط چشمان بسته بزرگتر از شرایط چشمان باز می‌باشد). به عبارت دیگر شرایط چشمان بسته سبب افزایش واریانس پارامتر مرکز فشار بین افراد خواهد شد که افزایش آی.سی.سی. را موجب می‌شود. این مسئله ممکن است توضیح مشابهی برای تکرارپذیری‌های متفاوت پارامترهای مرکز فشار در شرایط مختلف خستگی و سطح مهارت نیز باشد. مقادیر بالاتر آی.سی.سی. به دست آمده برای ورزشکاران و موقعیتهای خسته ممکن است به خاطر تغییرپذیری بالاتر پارامترها میان آزمودنیها در این سطوح باشد (همانطور که در جدول ۳ مشخص می‌باشد). برخلاف تکرارپذیری نسبی، تکرارپذیری مطلق (که توسط

اس.ای.ام. و سی.وی. مشخص می‌شود) پارامترهای مرکز فشار در گروه غیرورزشکاران و موقعیت غیرخسته مقادیر بالاتری را نشان داد. الگوهای مخالف تکرارپذیری نسبی و مطلق از این نکته حمایت می‌کند که آی.سی.سی. و اس.ای.ام. یا سی.وی. جایگزینهای مناسبی برای یکدیگر نیستند (۲۲، ۲۰). آنها اطلاعات متفاوتی را برای تکرارپذیری فراهم می‌کنند. آی.سی.سی. می‌تواند برای اهداف تشخیصی مفید باشد یعنی توانایی یک پارامتر برای متمایز کردن افراد از هم (مثلاً طرح‌های بین آزمودنی<sup>۳</sup>). در حالی که اس.ای.ام. برای اهداف ارزشیابی مفید می‌باشد، یعنی پی بردن به تغییرات در طول زمان متعاقب یک مداخله (مثلاً طرح‌های درون آزمودنی<sup>۴</sup>) (۴). علاوه بر تغییرپذیری ذاتی، فقدان تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار در برخی موقعیتهای (مثلاً چشمان باز) ممکن است به خاطر کافی نبودن تعداد و یا دوره تلاشهای به کار رفته باشد (۱۶). اگرچه افزایش تعداد و یا دوره تلاشها می‌تواند تکرارپذیری این پارامترها را زیاد کند (۱۶)، ولی صرف وقت، هزینه و خستگی ایجاد شده برای ورزشکار یا آزمونگر بایستی مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر آن، بایستی به این موضوع توجه شود که چون تفاوت‌های جنسیتی می‌تواند در پارامترهای مرکز فشار وجود داشته باشد (۲۳)، لذا نتایج مطالعه حاضر فقط قابل تعمیم به مردان می‌باشد. علاوه بر آن به خاطر ارتباط بین نوع ورزش و اجرای پاسچرال ممکن است نتایج در ورزشکاران رشته‌های دیگر متفاوت باشد.

### نتیجه‌گیری

در مجموع آزمونها در موقعیتهای چشمان بسته و خسته و در گروه ورزشکار تکرارپذیری بالاتری را نشان دادند. انحراف معیار سرعت در نمای قدامی - خلفی و سرعت متوسط، تکرارپذیرترین پارامترها بر اساس سطح مهارت، بینایی و خستگی بودند. این نتایج ممکن است برای افرادی که به دنبال انتخاب پارامترهای تکرارپذیر مرکز فشار هستند مفید باشد تا بتوانند از این نتایج در مطالعات کنترل پاسچر در افراد ورزشکار و غیرورزشکار استفاده کنند، زیرا نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به محققان برای انتخاب متغیرهای مرکز فشار کمک کند. بدین ترتیب محققان می‌توانند از متغیرهای سرعت متوسط و انحراف معیار سرعت در نمای قدامی - خلفی در مطالعاتشان در شرایط مشابه در گروه ورزشکاران استفاده کنند. همچنین جهت مطالعات آینده ارزیابی تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار در زنان و ورزشکاران رشته‌های دیگر توصیه می‌شود.

1- Generalizabilty Coefficients 2- Intra-session Reliability  
3- Between - subject Designs 4- Within - subject Designs



- 1- Perrin P, Deviterni D, Hugel F, Perrot C. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture* 2002;15(2):187-94.
- 2- Golomer E, Crémieux J, Dupui P, Isableu B, Ohlmann T. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neurosci Lett* 1999; 267(3): 189-92.
- 3- Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil* 2002; 11(1): 51-66.
- 4- Santos BR, Delisle A, Larivière C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait & Posture* 2008; 27(3): 408-15.
- 5- Perkins DO, Wyatt RJ, Bartko JJ. Penny-wise and pound-foolish: the impact of measurement error on sample size requirements in clinical trials. *Biol Psychiatry* 2000; 47(8): 762-6.
- 6- Harringe ML, Halvorsen K, Renström P, 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(1): 38-45.
- 7- 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.
- 8- 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.
- 9- Swanenburg J, de Bruin ED, Favero K, Uebelhart D, Mulder T. The reliability of postural balance measures in single and dual tasking in elderly fallers and non-fallers. *BMC Musculoskelet Disord* 2008; 9(9): 162.
- 10- Emery CA. Is there a clinical standing balance measurement appropriate for use in sports medicine? A review of the literature. *J Sci Med Sport* 2003; 6(4): 492-504.
- 11- Nardone A, Tarantola J, Giordano A, Schieppati M. Fatigue effects on body balance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997; 105(4): 309-20.
- 12- Ageberg E, Roberts D, Holmström E, Fridén T. Balance in single-limb stance in healthy subjects-reliability of testing procedure and the effect of short-duration sub-maximal cycling. *BMC Musculoskelet Disorders* 2003; 4: 14.
- 13- Yaggie JA, McGregor SJ. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(2): 224-8.
- 14- Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. *Br J Sports Med* 2003; 37(3): 233-8.
- 15- Domholdt E. Rehabilitation research: principles and applications. Third edition. USA. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005, pp: 149&358.
- 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- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14(5): 377-81.
- 18- Borg G, Hassmén P, Lagerström M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1987; 56(6): 679-85.
- 19- Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater Reliability. *Psych Bull* 1979; 86(2): 420-8.
- 20- Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998; 26(4): 217-38.
- 21- Bauer C, Gröger I, Rupprecht R, Gassmann KG. Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89(10): 1977-82.
- 22- Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res* 2005; 19(1): 231-40.
- 23- Nolan L, Grigorenko A, Thorstenson A. Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Dev Med Child Neurol* 2005; 47(7): 449-54.