

**مقایسه تعادل پویا و نیمه پویای کودکان دارای کف پای صاف با افراد دارای پای طبیعی**

مصطفی پاینده<sup>۱</sup>، ناهید خوشرفتار یزدی<sup>۲\*</sup>، احمد ابراهیمی عطری<sup>۳</sup>، محسن دماوندی<sup>۴</sup>، میلاد عاملی<sup>۱</sup>، مهدی صفری بک<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۲</sup> دکترای طب ورزشی، استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۳</sup> دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۴</sup> فوق دکترای بیومکانیک ورزشی، استادیار دانشگاه حکیم سبزواری سبزوار، سبزوار، ایران

\* نویسنده مسئول: ناهید خوشرفتار یزدی، دکترای طب ورزشی، استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. پست الکترونیک: khoshraftar@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳-۶-۱۲، ۲۰۱۴-۹-۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳-۱۲-۱۱، ۲۰۱۵-۳-۲

**چکیده:**

**مقدمه:** با توجه به ساختار آناتومیکی پا و موقعیت قرار گیری آن در پایین ترین بخش زنجیره حرکتی اندام تحتانی و سطح اتکا نسبتا کوچکی که بدن روی آن تعادل خود را حفظ می کند، به نظر می رسد که کوچکترین تغییرات بیومکانیکی در سطح اتکا بر کنترل قامت (کنترل پاسچر) تاثیر می گذارد. لذا هدف از تحقیق حاضر، بررسی تعادل پویا و نیمه پویا افرادی است که دارای کف پای صاف می باشند.

**روش پژوهش:** در این تحقیق از میان ۸۶ نفر از کودکان دارای کف پای صاف منعطف، ۱۵ نفر با میانگین سنی  $(0/45) \pm$  سال، میانگین قد  $(123/20 \pm 8/34)$  سانتی متر و میانگین وزن  $(26/25 \pm 4/98)$  کیلوگرم، به شکل غیر تصادفی هدفدار انتخاب شدند. گروه کنترل نیز شامل ۱۵ کودک دارای پای طبیعی، که از نظر شاخص های آنتروپومتریک با گروه کف پای صاف همگن بودند، به شکل غیر تصادفی هدفدار انتخاب شدند. تعادل پویای این افراد با آزمون ستاره و تعادل نیمه پویا با دستگاه بایودکس مورد اندازه گیری قرار گرفت.

**یافته ها:** نتایج این تحقیق نشان داد که، اختلاف معنی داری در تعادل نیمه پویا در جهت های قدامی-خلفی ( $P < 0/01$ ) و نیز در تعادل پویا در جهت های قدامی ( $P < 0/001$ )، خلفی ( $P < 0/02$ ) و قدامی داخلی ( $P < 0/000$ ) بین دو گروه وجود داشت هر چند که اختلاف معنی داری در سایر جهت ها در تعادل پویا و نیمه پویا دو گروه مشاهده نشد.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می رسد صافی کف پا بیشتر بر تعادل قدامی-خلفی افراد اثر گذار است که این می تواند به دلیل برهم خوردن توزیع خلفی-قدامی نیروهای وارده به پا به دلیل ضعف عضلات، به خصوص ضعف عضله تیبالیس خلفی و متعاقب آن کشیدگی لیگامنت کالکانئونوبیکولار که مسئول توزیع نیرو به سمت قدام و خلف پا است باشد.

**کلمات کلیدی:** کف پای صاف؛ تعادل نیمه پویا؛ تعادل پویا؛ آزمون ستاره؛ تعادل سنج بایودکس

## مقدمه و هدف

آزمون ستاره) دسته بندی کرده اند (۶). هنگام ایستادن و راه رفتن اجزاء مرکزی و محیطی سیستم عصبی به طور مداوم جهت حفظ راستای بدن و مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا به نحو مطلوبی با یکدیگر عمل می کنند (۷).

ناهنجاری های اسکلتی - عضلانی می توانند بر بیومکانیک بدن تاثیر بگذارند. بویژه ناهنجاریهای اسکلتی - عضلانی در اندام تحتانی که بر بیومکانیک راه رفتن و دویدن اثر منفی دارند (۸، ۹). کف پای انسان با سطح اندک خود، نقش مهمی در حفظ تعادل بدن ایفا می کند. قوس های موجود در کف پا، تکانها و نیروهای وارده به پا را تعدیل می کنند در نتیجه افرادی که دارای قوس طبیعی هستند به نسبت افراد دارای کف پای صاف در مدت زمان طولانی تری می توانند فعالیت حرکتی انجام داده و دیرتر خسته شوند (۱۰، ۱۱). چرخش بیش از حد پا به داخل که با صافی قوس داخلی و تحریک پذیری زیاد میان پا تعریف می شود ممکن است تقاضا را در استفاده از سیستم عضلانی - اسکلتی جهت پایداری و ثبات پا و حفظ وضعیت ایستادن ثابت روی پا افزایش دهد (۱۲). لین و همکارانش (۲۰۰۱) عقیده داشتند که کف پای صاف را نباید تنها فقط مشکل راستای ایستاتیک مچ پا و پا در نظر گرفت بلکه ممکن است منجر به تغییر عملکرد دینامیکی در کل اندام تحتانی شود (۱۳). تعادل در زندگی روز مره، عامل اساسی در اجرای تمامی حرکات محسوب می شود. به نظر می رسد وجود ناهنجاریهای آناتومیک از قبیل کف پای صاف و گود و ویژگی های مورفولوژیکی پا بر آمادگی حرکتی و از جمله تعادل افراد تاثیر گذار باشد. بنابراین با توجه به اینکه تعادل یکی از عامل هایی است که همه افراد جامعه اعم از ورزشکار و غیر ورزشکار در طول زندگی خود به

کنترل پاسچر فرایند پیچیده میان دروندادهای حسی و پاسخ های حرکتی مورد نیاز برای حفظ و یا تغییر پاسچر یا وضعیت بدنی را مورد بررسی قرار می دهد. کنترل پاسچر به عنوان یکی از نیازهای اساسی برای انجام فعالیت های روزمره زندگی نظیر بلند شدن از روی صندلی، راه رفتن، سوار اتوبوس شدن، انجام کار و فعالیت محسوب می شود (۱). از سوی دیگر در پرداختن به فعالیت های ورزشی و اجرای موثر مهارت های حرکتی پیچیده نیز توانایی نگه داری و حفظ تعادل بدن نقش عمده و تعیین کننده دارد (۲). تعادل جزء نیازهای اساسی در فعالیت های ایستا و پویا می باشد. همچنین در مهارت های ورزشی چون ژیمناستیک و برای جلوگیری از آسیب در ورزش هایی چون بسکتبال و فوتبال نقش مهمی دارد (۳). تعاریف متعددی از تعادل ارائه شده است. برخی مطالعات، تعادل را توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا تعریف می کنند (۴) که به نظر می رسد این تعریف در توضیح تعادل پویا با محدودیت مواجه شود. Pnakallio (۲۰۰۵) تعادل را به دو صورت ایستا ( توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا) و پویا (حرکت فعال مرکز فشار حین ایستادن، راه رفتن، دویدن و مهارت های دیگر) تعریف می کند (۵). تعریفی که شاموی و همکاران (۲۰۰۰) از تعادل که آن را کنترل موقعیت بدن در فضا برای پایداری و تعیین جهت بیان کرده اند، به نسبت کامل تر است (۳). و از نظر عملیاتی Olmstead و همکارش (۲۰۰۴) تعادل را به صورت ایستا (حفظ یک وضعیت با کمترین حرکت) نیمه پویا (حفظ یک وضعیت در حالی که سطح اتکا جا به جا می شود مانند آزمون بر روی دستگاه تعادل سنج بایودکس) و پویا (حفظ ثبات سطح اتکا در حالی که یک حرکت توصیف شده اجرا می شود، مانند

پرداختند اشاره شده است که افراد دارای کف پای صاف نسبت به افراد دارای کف پای سالم بعد از اجرای پروتکل خستگی دارای تعادل کمتری بوده‌اند (۱۷). همچنین در تحقیق دیگری که خداویسی (۲۰۰۹) و همکاران بر روی بررسی ناهنجاری ساختاری کف پای صاف بر تعادل پویای دختران نوجوان انجام داده بودند، اشاره شده است که افراد دارای کف پای صاف نسبت به افراد دارای کف پای طبیعی دارای تعادل کمتری هستند (۱۸).

همان طور که اشاره شد بیشتر تحقیقاتی که در مورد تعادل افراد دارای کف پای صاف و کف پای طبیعی صورت گرفته بر روی افراد بزرگسال و یا نوجوانانی بوده است که دارای این ناهنجاری بوده اند. در واقع تحقیقی که تعادل پویا و نیمه پویای کودکان را مورد بررسی قرار داده باشد یافت نشد. با توجه به اهمیت نقش تعادل در انجام صحیح و بهینه حرکات ورزشی، تحقیق حاضر بدنبال پاسخ به این سوال است که آیا کودکانی که دارای کف پای صاف هستند، نسبت به کودکان سالم از تعادل کمتری برخوردارند. لذا هدف از این تحقیق بررسی تعادل پویا و نیمه پویای دانش آموزان دارای کف پای صاف می باشد.

### مواد و روش ها:

این تحقیق از نوع تحقیقات مقایسه‌ای است که به مقایسه تعادل نیمه پویا و پویا در کودکان دارای کف پای صاف و پای طبیعی با میانگین سنی ۱۰ سال می پردازد. به منظور انتخاب آزمودنی‌های این تحقیق در یک روند غربال‌گیری، آزمون ارزیابی کف پا از ۱۰۱۸ نفر از دانش آموزان پسر مقطع ابتدایی ناحیه یک مشهد به عمل آمد که برای ارزیابی کف پا از سه روش پدسکوپ، نقش کف پا و اندازه‌گیری افت ناوی با ضریب اعتبار بالاتر

آن نیاز دارند، شناسایی عواملی که بر تعادل اثر گذارند ضروری است. در کنار زندگی روزمره، پرداختن به فعالیت های ورزشی با تعادل کم خطر آسیب دیدگی را به عنوان یک عامل پیش بین هشدار می دهد. تعادل به عنوان عامل محافظتی در پیشگیری از آسیب عمل می‌کند. این در حالی است که کاهش تعادل، به افت عملکرد منجر می‌شود و زمینه آسیب دیدگی را فراهم می‌کند (۱۴). بیشتر تحقیقاتی که در مورد تعادل افراد دارای کف پای صاف، صورت گرفته بر روی افراد بزرگسالی بوده است که دارای این ناهنجاری بوده‌اند، و کودکان، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به عنوان نمونه می‌توان به تحقیق Cobb و همکاران (۲۰۰۴) اشاره کرد. آنها گزارش کردند آزمودنی‌هایی که دارای پای چرخیده به خارج بیش از ۷ درجه که جزء افراد دارای کف پای صاف محسوب می‌شوند به طور معنی داری استحکام پوسچر ضعیف‌تری داشتند (۱۵). Cote و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر پای چرخیده به خارج و داخل را بر ثبات پوسچر استاتیک و دینامیک بررسی کردند. در این تحقیق اختلاف معنی داری بین گروه‌ها در حالت استاتیک مشاهده نشد، اما فواصل دسترسی اجرای آزمون تعادلی ستاره در حالت دینامیک در برخی جهات متفاوت بود (۸). بیشتر تحقیقاتی که در داخل کشور نیز بر روی افراد دارای کف پای صاف صورت گرفته، بیشتر بر روی بزرگسالان و یا نوجوانان بوده است. برای نمونه می‌توان به تحقیق سطوتی و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد که به بررسی تعادل ایستای افراد بزرگسال مبتلا به کف پای صاف پرداختند، آنها اشاره کردند که افراد دارای کف پای صاف در مقایسه با افراد سالم تعادل کمتری طی ایستادن دارند (۱۶). در تحقیق دیگر که معینی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تاثیر خستگی عملکردی بر تعادل پویای دختران ۱۵ تا ۱۸ ساله

کف پا می‌شد. بعد از اینکه ثبت نقش کف پا، صافی کف پای فرد را نشان می‌داد، فرد وارد آزمون آخر یعنی آزمون افت استخوان نایکولار می‌شد.

برای تشخیص صافی کف پا بوسیله پدسکوپ از دانش آموزان خواسته شد تا با پای برهنه بر روی پدسکوپ قرار گیرند، و بعد از یک دقیقه تحمل وزن، سطوحی از کف پا که تحمل وزن می‌کردند به رنگ سفید و مناطقی که تحمل وزن نمی‌کردند صورتی دیده می‌شد. برای ترسیم نقش پا از دانش آموزان خواسته شد که با پای برهنه، ابتدا یک پا و بعد پای دیگر را بدون کوچکترین لغزش روی پودر سفید قرار داده، سپس طوری روی صفحه مشکی قرار گیرند که ابتدا پاشنه پا و سپس تمام کف پا به آرامی روی صفحه فرود آید.

برای اندازه گیری افت ناوی نیز از آزمودنی در خواست گردید تا با پای برهنه روی صندلی نشسته پای خود را روی جعبه به ارتفاع چندین سانتی متر قرار داده به طوری که زاویه ران و زانو در حالت ۹۰ درجه قرار گیرد. مفصل ران در این حالت هیچگونه اداکشن و اداکشنی نداشته و در حالت معمولی قرار گیرد. با استفاده از کولیس فاصله بر جستگی استخوان ناوی تا سطح جعبه در واحد میلی متر اندازه گیری و سپس از آزمودنی خواسته شد که در حالت ایستاده قرار گیرند. در این حالت نیز فاصله برجستگی استخوان ناوی تا سطح جعبه اندازه گیری و ثبت شد. فاصله برجستگی استخوان ناوی تا سطح جعبه را در حالت تحمل وزن (ایستاده) از میزان فاصله استخوان ناوی تا سطح جعبه در حالت بدون تحمل وزن (نشسته روی صندلی) کسر و عدد بدست آمده به عنوان میزان افتادگی استخوان ناوی ثبت شد. اندازه گیری میزان افتادگی ناوی در هر آزمودنی سه بار انجام و میانگین آنها حساب شد آزمودنی‌هایی که میزان افتادگی ناوی آنها بین ۵ تا ۹ میلی متر بود در گروه

از ۷۵٪ استفاده شد. به این نکته باید اشاره کرد که ملاک کف پای صاف به وسیله اندازه‌گیری افت ناوی مورد محاسبه قرار گرفت. سپس از بین این افراد ۱۵ نفر با میانگین قد  $123/20 \pm 8/34$  سانتی متر و میانگین وزن  $26/25 \pm 4/98$  کیلو گرم که دارای ناهنجاری کف پای صاف انعطاف‌پذیر بودند، انتخاب شدند. همچنین ۱۵ نفر از دانش آموزان دارای پای طبیعی نیز به عنوان گروه شاهد که با گروه دانش آموزان دارای کف پای صاف از لحاظ سن، قد و وزن مطابقت داشتند، انتخاب شدند.

افرادی اجازه داشتند در این تحقیق شرکت کنند که شرایط زیر را داشتند:

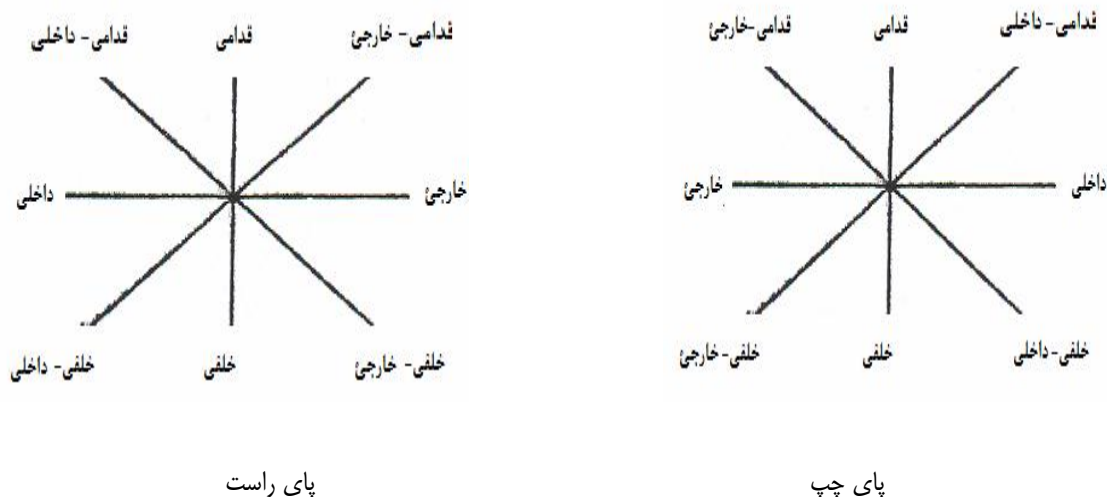
عدم اختلاف طول پا بیشتر از یک سانتی متر، کف هر دو پا صاف، افراد که داری کف پای صاف منعطف بودند، سابقه هیچ گونه آسیبی به سر نداشته باشند، نداشتن اختلال اسکلتی عضلانی که موجب اختلال قابل رویت در گام فرد گردد، عدم داشتن پلی نوریت دیابتی، عدم سابقه شکستگی در استخوان‌های ساق پا، میچ پا و پا در یک سال گذشته، عدم وجود انحرافات ستون فقرات و عدم وجود مشکلات بینایی و شنوایی و همچنین عدم وجود انحرافات و ناهنجاری‌های مربوط به زانو و لگن.

قبل از شروع کار، هدف و مراحل انجام کار برای والدین دانش آموزان بیان گردید و فرم رضایت نامه بوسیله آنها امضاء شد. جهت بررسی کف پای دانش آموزان، از سه روش، جعبه آینه یا پدسکوپ، ثبت نقش کف پا (فوت پرینت) و افت ناوی استفاده شد. ابتدا تمام دانش آموزان که ۱۰۱۸ نفر بودند، جهت غربال‌گیری اولیه روی پدسکوپ قرار می‌گرفتند، هر دانش آموزی که مشکوک به کف پای صاف بود وارد آزمون دوم یعنی ثبت نقش

انعطاف پذیر است (۲۰). پس از مشخص شدن گروه تجربی و کنترل، از آزمون ستاره با ضریب پایایی  $r=86\%$  برای بررسی تعادل پویا استفاده شد. آزمون ستاره آزمونی است که تعادل افراد در ۸ جهت، شامل جهات قدامی، قدامی داخلی، داخلی، خلفی داخلی، خلفی، خلفی خارجی و قدامی خارجی را مورد بررسی قرار می‌دهد. (عکس ۱)

پای معمولی و بیشتر از ۱۰ میلی‌متر در گروه افراد دارای کف پای صاف قرار گرفتند (۱۹). و در نهایت برای تعیین تشخیص کف پای صاف انعطاف پذیر از ساختاری از فرد خواسته شد که یک بار در حالت تحمل وزن بایستد و یک مرتبه روی نوک پنجه پا بلند شود. اگر در حالت تحمل وزن قوس طولی داخلی پا وجود نداشت، اما با ایستادن روی نوک پنجه پا قوس ظاهر شد، صافی کف پا از نوع

### عکس ۱.



از آخرین حرکت تمرینی، ارزیابی شروع شد. سه حرکت در هر جهت با ۱۵ ثانیه استراحت میان هر اجرا توسط هر آزمودنی صورت گرفت. و در صورتی که پای غیر ثابت در هنگام لمس زمین برای ایجاد اتکای قابل توجه استفاده می‌شد و یا چنانچه پای ثابت از مرکز ستاره بلند می‌شد و یا آزمودنی نمی‌توانست تعادل خود را در هر نقطه از کوشش حفظ کند، حرکت متوقف و تکرار می‌شد.

تعادل نیمه پویا با دستگاه بایودکس (مدل 300-950 Balance system SD, 115 VAC, 50/50 HZ ساخت کشور آمریکا) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از آشنایی با سیستم، آزمودنی‌ها با پای برهنه در وضعیتی

برای اجرای آزمون ستاره ابتدا طول پای آزمودنی‌ها (فاصله خار خاصه قدامی - فوقانی تا مرکز قوزک داخلی) اندازه‌گیری شد. سپس به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که با دست‌ها بر روی کمر در مرکز ستاره روی پای غالب بایستند در حالی که با پای دیگر در جهت انتخاب شده دورترین فاصله ممکن را لمس کنند. لازم به ذکر است که همه نمونه‌های شرکت کننده در این تحقیق پای غالب آنها پای راست بود. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد تا شش حرکت تمرینی در هر یک از هشت جهت آزمون را با ۱۵ ثانیه استراحت میان هر جهت اجرا کنند. پنج دقیقه پس

در این تحقیق ابتدا از آزمون آماری K-S جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها استفاده گردید و بعد از مشخص شدن نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنوف که نشان داد توزیع داده ها طبیعی است از آزمون تی مستقل Independent T-Test جهت تحلیل داده ها استفاده شد. تحلیل داده ها نیز توسط نرم افزار SPSS 21 انجام و سطح معنی داری برای آزمون های آماری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

### یافته ها:

نتایج اولیه تحقیق نشان داد که از ۱۰۱۸ نفر دانش آموزانی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته اند ۸۶ نفر آنها دارای کف پای صاف انعطاف پذیر هستند که از بین همه این افراد ۱۵ نفر در گروه کف پای صاف و ۱۵ نفر هم در گروه کف پای طبیعی قرار گرفتند. در جدول شماره ۱ مشخصات همه آنها ذکر شده است.

نتایج آزمونهای تعادلی این تحقیق نیز نشان داد که تعادل در کودکان دارای کف پای صاف نسبت به کودکان کف پای طبیعی کمتر است ولی این کاهش تعادل در جهت های قدامی ( $P < 0/001$ ) و قدامی داخلی ( $P < 0/000$ ) و خلفی ( $P < 0/02$ ) در آزمون پویا و در جهت قدامی-خلفی ( $P < 0/01$ ) در آزمون نیمه پویا معنی دار بوده است. خلاصه این نتایج در جدولهای شماره ۲ و ۳ آورده شده است.

که پاشنه پاها به اندازه ۱۰ درصد طول قد از همدیگر فاصله داشته باشد با زاویه ۱۵ درجه چرخش پا به خارج، بر روی صفحه تعادل قرار می گرفت (۲۱). آزمودنی ها با چشم باز و نگاه کردن به صفحه مانیتور سیستم بایودکس که ارتفاع آن متناسب با قد آزمودنی تنظیم شده بود، مسیر جابه جایی مرکز ثقل خویش را دنبال می کردند. هر آزمون به مدت ۲۰ ثانیه در سطح پایداری ۸ انجام شد. هر آزمون سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار با ۲ دقیقه استراحت بین هر تکرار به عنوان نمره فرد به عنوان نمره تعادل نیمه پویا ثبت گردید (۲۲).

سپس آزمودنی در وضعیت تعریف شده بر روی صفحه تعادلی به نوعی استقرار یافت که نقطه اثر نیروی ثقل او یعنی COG (center of gravity) با مرکز سطح اتکا COBS (center of base of support) منطبق گردد و صفحه کاملاً در سطح افقی قرار گیرد. با اعلام آمادگی و پس از زدن دکمه شروع، تعادل فرد همان طور که اشاره شد به مدت ۲۰ ثانیه اندازه گیری شد. متناسب با نوسانات پوسچری فرد، همین که نقطه اثر نیروی ثقل فرد از مرکز سطح اتکا دور می شد، صفحه زیر پای فرد نیز به همان سمت خم شده و فرد سعی در بر گرداندن مرکز ثقل خود به مرکز سطح اتکا می نمود. آزمودنی در تمام مدت آزمون تلاش می کرد که COG خود را همواره روی COBOS منطبق سازد. هر قدر کنترل حرکتی و تعادل فرد بهتر بود میزان انحراف COG از COBOS کمتر می شد (۲۳).

جدول ۱. مقایسه مشخصات کل شرکت کنندگان با افراد دارای کف پای صاف

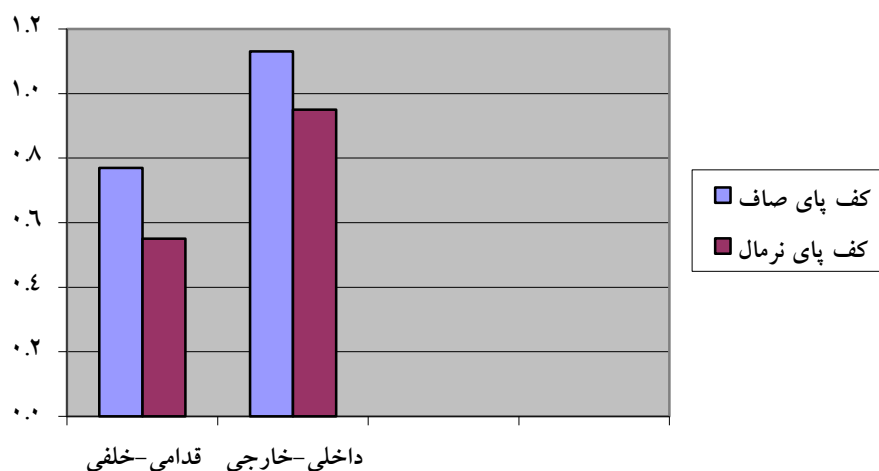
تعداد (نفر)	کل شرکت کنندگان	کل افراد دارای کف پای صاف	سطح معنی داری
۱۰۱۸	۱۰۱۸	۸۶	
وزن (کیلوگرم)	$27/55 \pm 5/21$	$26/25 \pm 4/98$	۱/۹۱
قد (سانتی متر)	$124/14 \pm 8/91$	$122/95 \pm 7/74$	۰/۸۹
افتادگی نایوکولار (میلی متر)	$8/16 \pm 1/66$	$13/14 \pm 1/98$	*۰/۰۱
سن (سال)	$10/51 \pm 0/95$	$10/06 \pm 0/45$	۰/۶۵
شاخص توده بدن	$18/64 \pm 2/44$	$18/21 \pm 2/21$	۰/۴۴

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار و سطح معنی داری تعادل نیمه پویا برای شاخص تعادل در جهت قدامی خلفی و تعادل در جهت داخلی خارجی برای هر دو گروه (n = ۱۵ برای هر گروه)

سطح معنی داری	پای طبیعی میانگین (انحراف معیار) سانتی متر	کف پای صاف میانگین (انحراف معیار) سانتی متر	شاخص
*.۰/۰۱	۰/۵۲ (۰/۱۷)	۰/۷۷ (۰/۳۱)	تعادل قدامی - خلفی
۰/۵۲	۰/۹۵ (۱/۰۱)	۱/۱۳ (۰/۵۲)	تعادل داخلی - خارجی

\*در جدول شماره ۲ اعداد بزرگتر نشان دهنده تعادل کمتر و اعداد کوچکتر نشان دهنده تعادل بهتر است.

عکس ۲. شاخص تعادل قدامی - خلفی و داخلی - خارجی افراد کف پای طبیعی و کف پای صاف



جدول ۳. میانگین، انحراف معیار و سطح معنی داری برای تعادل پویا در ۸ جهت آزمون ستاره برای هر دو گروه (n = ۱۵ برای هر گروه)

سطح معنی داری	پای طبیعی میانگین (انحراف معیار) سانتی متر	کف پای صاف میانگین (انحراف معیار) سانتی متر	جهت‌ها
*.۰/۰۰۱	۸۶/۱۹±۱۱/۴۴	۷۶/۲۵±۱۲/۸۱	قدامی
*.۰/۰۰۰	۷۹/۰۲±۷/۹۸	۷۰/۲۲±۱۰/۷۶	قدامی داخلی

۰/۵۵	۶۲/۸۲±۱۴/۱۷	۵۹/۲۲±۱۷/۴۹	داخلی
۰/۳۰	۷۴/۴۲±۱۷/۷۲	۶۶/۰۸±۲۳/۲۳	خلفی داخلی
*۰/۰۲	۸۳/۵۳±۱۵/۴۳	۶۹/۷۲±۲۲/۴۰	خلفی
۰/۳۸	۸۲/۳۲±۱۶/۹۲	۷۶/۵۲±۱۷/۸۷	خلفی خارجی
۰/۱۶	۸۶/۵۹±۱۱/۱۰	۷۹/۴۰±۱۴/۹۶	خارجی
۰/۰۹	۸۸/۷۳±۱۲/۱۴	۸۰/۰۷±۱۴/۳۰	قدامی خارجی

### بحث و نتیجه گیری:

تفاوت معنی داری نداشتند (۸). همانطور که از نتایج این تحقیق مشخص می شود تعادل در جهات داخلی و خارجی در آزمون نیمه پویا و جهت های داخلی، خلفی - خارجی، و خارجی در تعادل پویا بین دو گروه کمترین اختلاف وجود داشته است. در تحقیقی با عنوان مقایسه تعادل پویا در مردان دارای کف پای متفاوت که توسط قاسمی و همکارانش (۲۰۱۱) انجام شد به این نتیجه رسیده اند که افراد دارای کف پای صاف در جوانب داخلی و خارجی نسبت به جهت های دیگر، تعادل بهتری داشته اند که نتایج آنها نیز با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (۲۴). در تحقیق دیگر که توسط Gribble و همکارش (۲۰۰۳) صورت گرفت تفاوت معنی داری در دسترسی جهات آزمون تعادلی ستاره بین افراد دارای کف پای صاف و کف پای طبیعی دیده نشد. شاید بتوان عدم همخوانی نتیجه این تحقیق با تحقیق حاضر را میانگین سنی بین دو گروه تحقیق دانست. میانگین سنی گروه تحقیق حاضر ۱۰ سال بود ولی میانگین سنی تحقیق گریبل و همکارش افراد با میانگین سنی ۲۳ سال تشکیل می دادند (۲۵). در تحقیقی که Cobb و همکاران (۲۰۰۴) اثر چرخش جلویی پا کمتر از ۷ درجه و بیشتر از ۷ درجه بر روی تعادل ایستا و پویا را بررسی کردند مشاهده نمودند که تعادل ایستای گروه با میزان چرخش پا بیشتر از ۷ درجه در جهت

تحقیق حاضر به بررسی تعادل پویا و نیمه پویای دانش آموزان پسر دارای کف پای صاف پرداخت. بدین منظور تعادل این گروه با دانش آموزانی که پای طبیعی داشتند مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تعادل کودکان تا حدودی می تواند تحت تاثیر نوع پا قرار گیرد. آنچه این تحقیق را با سایر تحقیقات جدا می کند، بررسی متغیرهای ذکر شده بر روی کودکان است. همان طور که در ادامه مطالب در مورد تحقیقات گذشته بحث می شود مشاهده می گردد که بیشتر تحقیقات یا بر روی بزرگسالان و یا بر روی نوجوانان صورت گرفته است. به عنوان نمونه می توان به تحقیق کات و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کرد. هر چند که تحقیق کات و همکاران بر روی افراد بزرگسال صورت گرفته است نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعه آنها تطابق دارد. محققین به بررسی پایداری ایستا و پویا در افراد دارای ناهنجاری پای چرخیده به داخل و خارج پرداختند و گزارش کردند که پایداری ایستا و پویا در افراد با انواع مختلف پا، تحت تاثیر قرار می گیرد و در واقع نوع و ساختمان پا می تواند بر پایداری ایستا و پویا تاثیر بگذارد. در ادامه همین تحقیق آنها گزارش کردند که مسافت دستیابی در راستای قدامی - خارجی، داخلی و خلفی - داخلی در بین گروه های پای چرخیده به داخل، خارج و پای معمولی با هم



ساختار و عملکرد میچ پا و پا به هنگام جذب نیرو و اعمال فشار، تاثیر زیادی روی بخش های بالاتر اندام تحتانی دارند (۲۹) و اولین اجزایی هستند که جذب نیرو را انجام می‌دهند (۳۰). در صورت کارایی این مفاصل قابلیت انجام روان و به موقع حرکات در دامنه حرکتی مورد نیاز تامین می‌شود و می‌تواند از آسیب های اندام تحتانی جلوگیری کند (۳۱). اما تغییر در ساختار و وضعیت قوس پا، عملکرد موثر پا را در تامین این دامنه حرکتی مورد نیاز تا حد زیادی مخدوش می‌کند (۳۲). محور حرکتی مفصل تحت قاپی خطی است که با صفحه عرضی یک زاویه ۵۰ درجه می‌سازد (۳۳)، ناهنجاری کف پای صاف نیز محور این مفصل را تغییر می‌دهد و به نظر می‌رسد تغییر در محور این مفصل می‌تواند تعادل فرد را نیز دچار اختلال کند. با در نظر گرفتن اینکه پا پایین‌ترین زنجیره حرکتی را تشکیل می‌دهد و محدوده کوچکی از سطح اتکا را برای حفظ تعادل فراهم می‌کند، منطقی به نظر می‌رسد که تغییرات بیومکانیکی کوچک در محدوده سطح اتکا ممکن است کنترل تعادل را تحت تاثیر قرار دهد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تعادل افراد دارای کف پای صاف در جهت‌های خلفی-قدامی نسبت به افراد با پای طبیعی دارای اختلاف معنی‌داری است. دلیل این امر را می‌توان بر هم خوردن توزیع قدامی-خلفی نیروهای وارده به پا دانست. علت ایجاد کف پای صاف انعطاف‌پذیر، ضعف عضلات نگه دارنده قوس داخلی پا به خصوص عضله تیبالیس خلفی است. این عضله از زیر لیگامنت کالکانئونوویکولار عبور می‌کند. این لیگامنت در پا نقش اساسی دارد. به طوریکه در راس قوس طولی قرار دارد و کلید آن به شمار می‌رود. وزن بدن توسط سر قاب به این لیگامنت منتقل شده و از آنجا نیروها به طرف جلو (سر استخوان متاتارس) و به طرف عقب (پاشنه) تقسیم می‌گردند. همان طور که اشاره شد عضله تیبالیس خلفی از زیر این لیگامنت عبور می‌کند و تا حدودی به آن کمک کرده و از سنگینی کارش می‌کاهد. به هر اندازه‌ای که عضله تیبالیس خلفی دچار ضعف شود

قدامی- خلفی کمتر از گروه با میزان چرخش جلو پا کمتر از ۷ درجه است. همچنین تعادل افراد گروه با میزان چرخش جلوی کمتر از ۷ درجه در جهت میانی-داخلی بیشتر بود. هر چند در تحقیق حاضر میزان چرخش و پرونیشن حاصل از کف پای صاف به طور دقیق مورد اندازه‌گیری قرار نگرفت ولی از آنجاییکه صافی کف پا با پرونیشن بیش از حد مفصل تحت قاپی مرتبط است (۱۵)، می‌توان نتیجه گرفت که این یافته‌ها با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد. در تحقیقی دیگر با موضوع رابطه قوس طولی کف پا با برخی شاخص‌های حرکتی منتخب کودکان ۱۱ تا ۱۴ ساله که توسط عبدلی و همکارانش (۲۰۱۱) صورت گرفت رابطه معنی‌داری بین متغیر توانایی حرکتی تعادل با میزان قوس کف پا پیدا شد ولی آنها اشاره کردند که هیچ رابطه معنی‌داری بین دیگر توانایی‌های حرکتی مثل سرعت، چابکی، پرش طول، پرش ارتفاع بین افراد دارای قوس افتاده و افراد دارای قوس کف پای طبیعی مشاهده نشد (۲۶). خوش اندام و همکارانش (۲۰۱۳) نیز که به تحقیق بر روی تعادل افراد دارای کف پای صاف پرداختند، اشاره کردند که علاوه بر خستگی، بهم خوردن ساختار آناتومیکی پا به علت صافی کف پا می‌تواند باعث کاهش تعادل این افراد شود (۲۷). همچنین در تحقیق دیگری که توسط موسوی و همکارانش (۲۰۰۹) بر روی تعادل پویا و ایستای پسران دانش آموز ۱۲ تا ۱۴ ساله انجام شد، بین تعادل ایستای دو گروه کف پای صاف و کف پای طبیعی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی افراد دارای کف پای صاف در تعادل پویا با افراد دارای کف پای طبیعی دارای کاهش و اختلاف معنی‌داری بودند (۲۸). نتایج این تحقیقات نیز با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

همراه با پرش و فرود را افزایش می‌دهد. با توجه به یافته‌های این تحقیق که نشان داد افراد دارای کف پای صاف در بعضی جهت‌ها نسبت به افراد پای طبیعی دارای تعادل کمتری هستند نتیجه گرفته می‌شود که تمرینات تعادلی برای این افراد جهت پیشگیری از آسیب از اهمیت بالایی برخوردار است.

### تشکر و قدردانی:

در پایان از مسئولان مدرسه اویس قرنی شهر مشهد و همچنین از تمام کسانی که در این تحقیق، پژوهشگران را یاری دادند تشکر می‌گردد.

به همان اندازه هنگامیکه پاها زیر نیروی وزن قرار می‌گیرند لیگامنت کالکائونوویکولار کشیده می‌شود و به علت شل شدن نمی‌تواند سر استخوان تالوس را حمایت کند. (۳۴). در نتیجه استخوانهای وابسته به این لیگامنت کمی دچار جابجایی و توزیع نیروی قدامی - خلفی از حالت عادی خارج شده و سازوکار ثبات تعادل در این جهت‌ها نیز دچار اختلال می‌گردد.

همان‌طور که اشاره شد یکی از عواملی که می‌تواند موجب آسیب دیدگی در افراد کف پای صاف شود تغییر ساختار پا و در پی آن کاهش تعادل این افراد است. ثبات نابرابر در بین جهت‌ها احتمال وقوع آسیب‌های مچ و زانو در سمت با تعادل کمتر بویژه در ورزش‌های

## References

- Anbareyan M, Mokhtari M, Zareii P, Yalfani A. Comparison of Postural Control in Subject Kayphosis and Control Groups [in Persian]. *J of Daneshgah Oloom Pezeshki Hamadan*. 2011;**4**(54).
- Bryant EC, Trew ME, Bruce AM, Kuisma RM, Smith AW. Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clin Biomech*. 2005;**20**:330-5.
- Shumway CA, Woollacot M. *Motor control: therapy and practical applications* Maryland, USA: lippincot Williams & wilkins.; 2000.
- Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J of Athletic Training*. 2002;**37**:129-32.
- Phakallio A. Balance abilities of workers in physical demanding jobs: with special reference to firefighters of different ages. *J Sport Sci & med*. 2005;4-14.
- Sadeghi H, Nouri SH, Nabavi nik H. The relationship between selected anthropometric parameters with static balance, dynamic, semi-dynamic and different difficulty levels in non-athletic women ectomorph and endomorph [in Persian]. *J of Res in Sport Rehabilitation*. 2014;65-74.
- Alizadeh MH, Raeesi j, Shirzad E, Bagheri L. Comparison of standing balance between athletes and non-athletes with pes planus and normal foot under altered sensory condition [in Persian]. *Jl Oloom Harkat Ensan*. 2009;115-22.
- Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effect of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train*. 2005;**40**(1):41-6.
- Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait & Posture*. 2002;**15**:1-9.
- Bonnie Y, San T, Mphil Ming Z, Boone DA, Mphil CP. Quantitative comparison of plantar foot shape under different weightbearing condition. *J rehabilitation research & develop*. 2000;**40**:526-628.
- Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait and Posture*. 2004;**15**:282-91.
- Vukasinović ZS, Spasovski DV, Matanović DD, Zivković ZM, Stevanović VB, Jančić RR. Flatfoot in children. *Acta Chir Iugos*. 2011;**58**(3):103-6.
- Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL. Correlation factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *J of Pediatric Orthopaedics*. 2001;**21**:378-82.
- Riemann BL, Myerse JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. *J Athl Train*. 2002;**37**(1):78-85.
- Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. The effect of fore foot varus on postural stability. *J Orthop sports physTher*. 2004;**34**:79-85.
- Satvati B, Karimi MT, Boldaji RT, Pool F. Standing stability evaluation in subjects with flat foot [in Persian]. *J Res Rehabil Sci*. 2013;**8**(8):1277-84.
- Moeini F, Aghayari A, Mousavi H. Fatigue effects on the dynamic balance of girl students with different foot arch [in Persian]. *Sport Medicine*. 2014;**6**(2):131-51. cavus and flat foot on dynamic balance teenage girls [in Persian]. *Res in Sport Sci J*. 2009;**23**:99-112.
- Khodavaisi H, Anbareyan M, Farahpoor N, Sazvar A, Jalalvand A. The influence of structural abnormalities pes
- Changa JS, Kwonb YH, Kimc CS, Ahnd SH, S. H. Parke. Differences of ground reaction forces and kinematics of lower extremity according to landing height between flat and normal feet. *J of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2012;**25**:21-6.
- Arastoo M, Zahednezhad SH, Arastoo A, Negahban H, Goharpay SH. Measurement of ground reaction forces during walking toward the front and rear of the students with flexible flat foot [in Persian]. *modern rehabilitation School of Med Sci*. 2012;**4**(2):15-23.
- Khodavaisi H. The effect of foot type on dynamic and static balance among adolescent [in Persian] [master of art]: Bu Ali Sina University; 2007.
- Schmitz R, Arnold B. Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the Biodex Stability System. *J Sport Rehabil*. 1998;**23**:101-15.
- Farhpoor N, Laila GH, Mohammad Sadegh S, Allard P. Effect of manipulation of idiopathic scoliosis patients undergoing vestibular system in dynamic balance exercise therapy compared with patients without treatment regimen and healthy [in Persian]. *J Sci Of Hamadan Uni of Med Sci*. 2004;**4**:10.
- Ghasemi V, Rajabi R, Alizadeh MH, Dashtirostami K. Comparison of dynamic balance in men with different foot [in Persian]. *Sports Med*. 2011;**6**:5-20.
- Gribble P, Hertel J. Considerations for the normalizing measures of the star excursion balance test. *measure phys educ exer sci*. 2003; **7**:89-100.
- Abdoli B, Taymoori M, Zamani Sani SH, Zeraat Kar M, Hovnlou F. Relation Longitudinal arch of the foot with some momentum indicators selected children 11 to 14 years old [in Persian]. *J of Res in Rehabilitation Sci*. 2011;**7**(3).
- Khoshandam R, Norasteh A, Rahmaninia F. Investigating Effect of Fatigue on Balance of Athletes with Flat Foot. *Physical Treatments*. 2013;**2**(2):21-8.
- Mousavi SH, Ghasemi B, Framarzi M. The relationship between the medial longitudinal arch of the foot with static and dynamic balance in boys 12 to 14 years [in Persian]. *Sports Med*. 2009;107-25.
- Davis IS. How do we accurately measure foot motion? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;**34**(9):502-3.
- Lloyd D, Ackland TR, Cochrane J. Balance and agility. In: Ackland TR, Elliott B, Bloomfield J, editors. *Applied anatomy and biomechanics in sport* New York:: Human Kinetics; 2009.
- Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med*. 1999;**27**(5):585-93.
- Williams DSI, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol,Avon)*. 2001;**16**(4): 341-7.
- Bruckner P, Khan K. *Clinical sports med*. Australia: McGraw-Hill 2002.
- Sokhanguee Y, Sokhanguee M. *Flat foot [in Persian]*. 1 ed. Tehran, Iran: Harkat Now; 2006. p. 45.

## Comparison of Dynamic and Semidynamic Balance of a Flat Foot With a Normal Foot

Mostafa Payandeh<sup>1</sup>, Nahid Khoshraftar Yazdi<sup>2\*</sup>, Ahamd Ebrahimi Atri<sup>3</sup>, Mohsen Damavandi<sup>4</sup>, Milad Ameli<sup>1</sup>, Mehdi Safari Bak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MSc. of Sport Injury and Corrective Exercises, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor of Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor of Sport Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

\* Corresponding Author: Nahid Khoshraftar Yazdi, Assistant Professor of Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: khoshraftar@um.ac.ir

### Abstract:

**Introduction:** Considering to the anatomical structure of the foot and position it at the bottom of the chain mobility of the lower extremities and also relied on a relatively small area on the body maintains its balance, it seems that smallest changes biomechanical in level of support affect on postural control. The aim of the present study was to investigate the dynamic and semidynamic individuals who have a flat foot.

**Materials and Methods:** In this study, of the 86 children with flexible flat foot, 15 subject with a mean age ( $10.06 \pm 0.45$ ), Height ( $123.30 \pm 8.24$ ) and Weight ( $26.25 \pm 4.98$ ) Were targeted to non-random. The control group included 15 children with normal feet that of terms of anthropometric indices were homogeneous with flat foot groups, were targeted to non-random. dynamic balance with the Star Excursion Balance Test and semidynamic balance was measured with the Biodex Stability System.

**Results:** The results showed that subject with flat foot in semidynamic balance in direction of anterior - posterior ( $P < 0.01$ ) and also in dynamic balance in direction anterior ( $P < 0.0001$ ), posterior ( $P < 0.02$ ) and internal anterior ( $P < 0.000$ ) are significantly different between the two groups.

**Conclusions:** According to the results of this study It seems, flat foot more is effective on balance anterior - posterior. This could be due to disruption of the posterior - anterior forces distribution exerted on the foot, Due to muscle weakness, especially Tibialis Posterior muscle weakness and subsequent stretching of the calcaneonavicular ligament that Responsible force distribution in the anterior and Posterior part of the foot.

**Keywords:** Flat foot; Semidynamic Balance; Dynamic Balance; Star Excursion Balance Test; Biodex Stability System