طب ورزشی _ بهار و تابستان ۱۳۹۰
شمارهٔ ۶ ـ ص ص : ۲۰- ۵
تاریخ دریافت : ۲۸ / ۱۰ / ۸۸
تاریخ تصویب : ۰۳ / ۰۶ / ۸۹

# مقایسهٔ تعادل پویا در مردان دارای کف پای متفاوت

**۱.وحید قاسمی[۱] – ۲.رضا رجبی – ۳.محمدحسین علیزاده – ۴.کمیل دشتی رستمی**
***۱. کارشناس‌ارشد دانشگاه تهران، ۲.دانشیار دانشگاه تهران، ۳.دانشیار دانشگاه تهران،۴. کارشناس‌ارشد دانشگاه رازی***

## چکیده

هدف از انجام این تحقیق، مقایسهٔ تعادل پویا در مردان دارای کف پای صاف، گود و طبیعی است. جامعهٔ آماری تحقیق حاضر گروهی از دانشجویان دانشگاه تهران بودند. آزمودنی‌های تحقیق ۹۰ مرد شامل ۳۰ نفر با کف پای طبیعی (با میانگین قد ۶/۲ ± ۱۷۶/۶ سانتی‌متر، وزن ۱۰/۲± ۷۲/۸ کیلوگرم و سن ۲ ± ۲۵/۳ سال)، ۳۰ نفر با کف پای صاف (با میانگین قد ۷ ج ۱۷۷/۲ سانتی‌متر، وزن ۱۱/۱ ± ۷۳/۵ کیلوگرم و سن ۱/۴ ± ۲۵/۱ سال) و ۳۰ نفر با کف پای گود (با میانگین قد ۶/۳ ± ۱۷۴/۵ سانتی‌متر، وزن ۱۱/۲ ± ۶۹/۳ کیلوگرم و سن ۱/۷ ± ۲۵/۶ سال) بودند. برای مشخص کردن نوع آناتومیکی پا از آزمون افت استخوان ناوی و برای ارزیابی تعادل آزمودنی‌ها از تست تعادلی ستاره (SEBT) استفاده شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل چندمتغیری واریانس (AA NAAA) استفاده شد. تحلیل چندمتغیری واریانس تفاوت معنی‌داری را در اجرای تست تعادلی ستاره بین گروه‌ها نشان داد. بررسی ضرایب خطی متمایزکنندهٔ گروه‌ها مشخص کرد که دسترسی‌های داخلی و خلفی خارجی در متمایز کردن گروه‌ها نقش بیشتری داشتند. به‌طور خاص، دسترسی داخلی بی‌طور معنی‌داری در متمایز کردن گروه کف پای صاف از دو گروه دیگر و دسترسی خلفی خارجی در متمایز کردن گروه کف پای گود از دو گروه دیگر نقش داشتند. از آنجا که افراد دارای کف پای گود فشار بیشتری روی جانب خارجی پا وارد می‌آورند، به‌نظر می‌رسد که محدودهٔ پایداری در جانب خارجی بزرگ‌تر باشد و برعکس افراد دارای کف پای صاف فشار بیشتری روی جانب داخلی پا وارد می‌آورند. از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که ساختار آناتومیکی پا بر تعادل پویا تأثیر دارد.

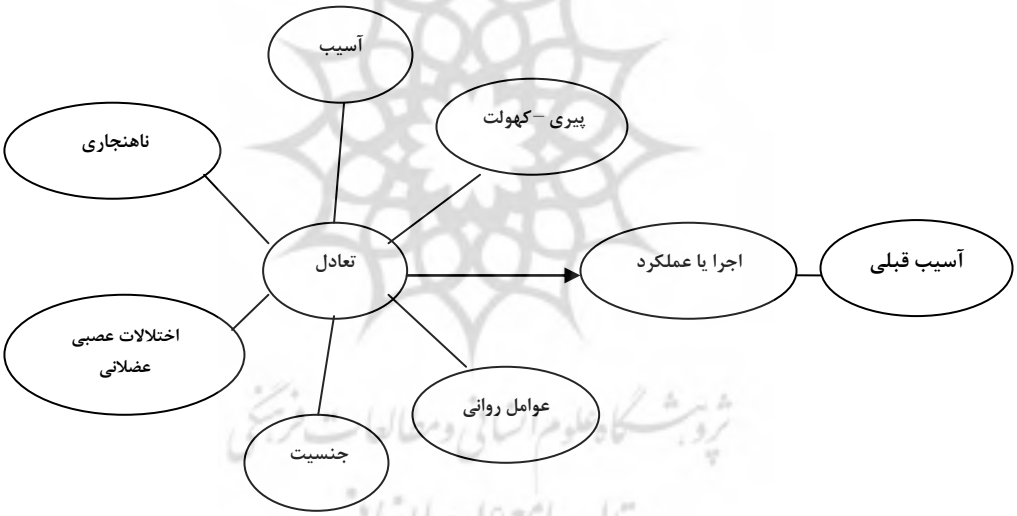
## واژه‌های کلیدی

تعادل پویا، تست تعادلی ستاره، کف پای صاف، کف پای گود.

۱- نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۹۲۶۰۵۰۶۲ Email:ghasemi.vahid120@gmail.com

## مقدمه

تعادل (Balccce) به‌عنوان توانایی حفظ یک وضعیت برای انجام فعالیت‌های ارادی و مقابله با اغتشاش‌ها (درونی یا بیرونی) (۱) و از لحاظ بیومکانیکی، نگهداری مرکز جرم بدن در محدودهٔ سطح اتکا تعریف می‌شود (۲). وجود و حفظ تعادل مناسب و طبیعی بدن، در بسیاری از فعالیت‌های روزانه و حین حرکت ورزشی اهمیت بسیار زیادی دارد و مستلزم تعامل سیستم‌های حسی (بینایی، دهلیزی و حسی پیکری) و سیستم حرکتی توسط سیستم عصبی مرکزی است. کنترل تعادل اغلب استاتیک[1] (تلاش برای حفظ وضعیت با حداقل حرکت)، یا دینامیک[2] (حفظ سطح اتکای پایدار در حین اجرای یک حرکت) خوانده می‌شود (۲۰). متغیرهایی که کنترل تعادل را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در شکل ۱ به‌خوبی نشان داده شده‌اند (۳).




***شکل ۱ – رابطهٔ بین تعادل و اجرا و عوامل اثرگذار بر آن***

1 - Static
2 - Dynamic

متغیرهای دیگری که ممکن است روی تعادل و بالطبع اندازه‌گیری تعادل اثر بگذارند، عبارتند از: پای غالب، خستگی یا اثر یادگیری (۱۵)، سن، قد، وزن (۱۲)، طول پا (۶)، ویژگی و سطح فعالیت بدنی (۸). از آنجا که تعادل در زنجیرهٔ حرکتی بسته حفظ می‌شود و به بازخورد ادغام‌شدهٔ حرکات مفاصل لگن، زانو و مچ پا متکی است، ممکن است در اثر اختلال در ارسال اطلاعات حسی آوران یا اختلال در قدرت و استحکام مکانیکی هریک از مفاصل یا ساختار متعلق به اندام تحتانی مختل شود (۷ و ۱۶). به این ترتیب باتوجه به اینکه پا پایین‌ترین قسمت این زنجیره را تشکیل می‌دهد و محدودهٔ کوچکی از سطح اتکا را برای حفظ تعادل فراهم می‌کند (به ویژه در حالت ایستادن روی یک پا)، منطقی به‌نظر می‌رسد که تغییرات بیومکانیکی کوچک در محدودهٔ سطح اتکا ممکن است کنترل تعادل را تحت تأثیر قرار دهد. هرتل و همکاران[1] (۲۰۰۲) اطلاعاتی ارائه دادند که نشان می‌دهد آزمودنی‌هایی که دارای پای صاف بودند، اختلاف معنی‌داری را در سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در مقایسه با افراد دارای پای نرمال نشان ندادند (۹). گریبل و هرتل (۲۰۰۳) نیز در مطالعه‌ای نقش نوع پا، قد، طول پا و اندازهٔ دامنهٔ حرکتی را روی فواصل اجرای تست تعادلی ستاره بررسی کردند. آنها تفاوت معنی‌داری بین نوع پا با دامنهٔ حرکتی و فواصل اجرایی تست تعادلی ستاره نیافتند، ولی رابطهٔ معنی‌داری بین قد و طول پا با مسافت‌های دسترسی وجود داشت (۶). کاب و همکاران[2] (۲۰۰۴) گزارش کردند آزمودنی‌هایی که پای چرخیده به خارج بیش از ۷ درجه داشتند، به طور معنی‌داری استحکام پوسچر ضعیف‌تری داشتند (۴). کارن کات و همکاران[3] (۲۰۰۵) اثر پای چرخیده به خارج و داخل را بر ثبات پوسچر استاتیک و دینامیک بررسی کردند. در این تحقیق اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها در حالت استاتیک مشاهده نشد، اما فواصل دسترسی اجرای آزمون تعادلی ستاره در حالت دینامیک در برخی جهات متفاوت بود (۵). اینگ چین تی سای و همکاران[4] (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که افراد دارای پای صاف یا گود، کنترل پوسچر ضعیف‌تری نسبت به افراد طبیعی داشتند (۱۸). در یک مطالعه[5] داخلی، حسینی (۱۳۸۵) گزارش داده است که در دختران دارای کف پای صاف، حداکثر زمان ایستادن روی یک پا، نسبت به افراد دارای پای طبیعی بیشتر است (۱). شناخت هرچه بهتر و جامع‌تر عوامل تأثیرگذار بر کیفیت تعادل و نحوهٔ اثرگذاری آنها این فرصت را فراهم می‌آورد که به بهبود این عامل پایهٔ حرکتی در تمام طول زندگی

1 - Hertel et al
2 - oo b e al
3 - Catt et al
4 - L Ch T sai et al
5 - Brody

کمک کرد و از عواملی که بر آن تأثیر منفی دارند، جلوگیری به عمل آورد. تعادل در زندگی روزمره، عاملی اساسی در اجرای تمامی حرکات محسوب می‌شود. به‌نظر می‌رسد وجود ناهنجاری‌های آناتومیکی از قبیل کف پای صاف و گود و ویژگی‌های مورفولوژیکی پا بر آمادگی حرکتی و از جمله تعادل افراد تأثیرگذار باشد. بنابراین باتوجه به اینکه تعادل یکی از عامل‌هایی است که همهٔ افراد جامعه اعم از ورزشکار و غیرورزشکار در طول زندگی خود به آن نیاز دارند، شناسایی عواملی که بر تعادل اثرگذارند، ضروری است. در کنار زندگی روزمره، پرداختن به فعالیت‌های ورزشی با کیفیت ضعیف تعادل، خطر آسیب‌دیدگی را به‌عنوان یک عامل پیش‌بین هشدار می‌دهد. تعادل به‌عنوان عامل محافظتی در پیشگیری از آسیب عمل می‌کند. این در حالی است که کاهش تعادل، به افت عملکرد منجر می‌شود و زمینهٔ آسیب‌دیدگی را فراهم می‌کند (۱۶). با نگاهی به تحقیقاتی که تاکنون در این زمینه انجام گرفته است مشخص می‌شود که اثر ویژگی‌های آناتومیکی بر تعادل اغلب با نتایج ضد و نقیضی همراه بوده است. این نتایج ضد و نقیض، ممکن است ناشی از نوع، جنسیت و تعداد آزمودنی‌ها و همچنین ابزارهای اندازه‌گیری و روش‌های آماری متفاوت در تحقیقات باشد. از آنجا که اکثر فعالیت‌های ورزشی، به تعادل دینامیک نیاز دارد و بسیاری از آسیب‌های ورزشی در موقعیت‌های دینامیک رخ می‌دهد، تحقیق حاضر سعی دارد تا تأثیر ویژگی آناتومیکی پا را بر اجرای آزمون تعادلی ستاره به‌عنوان آزمونی دینامیک، ارزیابی کند. به‌عبارت دیگر، تحقیق حاضر سعی دارد ارزیابی کند که آیا کف پاهای مختلف در مردان سبب افزایش یا کاهش دسترسی در جهات مختلف آزمون تعادلی ستاره می‌شود؟

## روش تحقیق

این تحقیق از نوع تحقیقات مقایسه‌ای است که به مقایسهٔ تعادل پویا در مردان دارای کف پای صاف، گود و طبیعی می‌پردازد. به‌منظور انتخاب آزمودنی‌های این تحقیق در یک روند غربالگری، آزمون ارزیابی کف پا از گروهی از دانشجویان مرد ساکن کوی دانشگاه تهران به عمل آمد که شامل ارزیابی نقش کف پای این افراد بود. سپس از بین این افراد، ۹۰ نفر که حایز شرایط انجام این مطالعه بودند، انتخاب شدند و از آنها خواسته شد در صورت تمایل و امضای فرم شرکت در تحقیق، در این مطالعه شرکت کنند. در ابتدا به هریک از آزمودنی‌ها فرم جمع‌آوری اطلاعات داده شد و از آنها خواسته شد که به پرسش‌های آن پاسخ دهند و در پایان در صورتی که

آزمودنی‌ها سابقهٔ هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی اندام تحتانی و آسیب‌دیدگی مربوط به سر نداشتند، واجد شرایط بودند و برای انجام آزمون دعوت شدند.

### طبقه‌بندی نوع ناهنجاری پا

به‌منظور تعیین ناهنجاری پا، از اندازه‌گیری درجهٔ پرونیشن مفصل تحت قاپی توسط آزمون شاخص افتادگی استخوان ناوی استفاده شد (۵). با استفاده از روش توصیف‌شده توسط برودی[1]، افتادگی استخوان ناوی، ارزیابی شد. از آزمودنی خواسته شد تا با پای برهنه روی صندلی بنشیند و پای خود را روی جعبه‌ای به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر قرار دهد. به‌طوری که زاویهٔ ران و زانو، ۹۰ درجه باشد. مفصل ران در این حالت هیچ‌گونه ابداکشن و اداکشن نداشت و در حالت معمولی قرار داشت. آزمونگر سمت داخلی و خارجی کام (قله) مچ پا را در حالی که انگشت شست و انگشت اشاره در بخش قدامی استخوان نازک نی و بخش تحتانی قوزک داخلی قرار داده می‌شد، لمس می‌کرد. آزمودنی اندکی به مچ پا حرکت اینورشن و اورشن می‌داد تا برآمدگی‌های استخوانی در زیر انگشتان در ارتفاع یکسان قرار گیرند و آزمونگر مطمئن می‌شد که مفصل تحت قاپی در حالت معمولی قرار دارد. در این حالت پای مورد ارزیابی به جز وزن خودش هیچ وزن دیگری را تحمل نمی‌کند. سپس برآمدگی استخوان ناوی که در زیر و جلو قوزک داخلی قرار داشت مشخص و علامت‌گذاری می‌شد. با استفاده از خط‌کش آنتروپومتری فاصلهٔ برجستگی استخوان ناوی تا سطح جعبه برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس از آزمودنی خواسته می‌شد که در حالت ایستاده به گونه‌ای که تمام وزن روی پای آزمایش باشد، قرار گیرد. برای اینکه آزمودنی بتواند در حالت ایستاده تعادل خود را حفظ کند، به او اجازه داده می‌شد تا نوک انگشت پای دیگر را روی زمین قرار دهد. در این حالت نیز فاصلهٔ برجستگی استخوان ناوی تا سطح جعبه اندازه‌گیری و ثبت شد. آزمونگر فاصلهٔ برجستگی استخوان تا سطح جعبه را در حالت تحمل وزن (ایستاده) از فاصلهٔ استخوان ناوی تا سطح جعبه در حالت بدون تحمل وزن (نشسته روی صندلی) کسر می‌کرد که عدد به دست آمده به‌عنوان اندازهٔ افتادگی استخوان ناوی ثبت می‌شد. اندازه‌گیری افتادگی ناوی در هر آزمودنی سه بار انجام شد و میانگین آنها به منظور طبقه‌بندی افراد در سه گروه پای طبیعی، پای صاف و پای گود به کار رفت. آزمودنی‌های دارای با افتادگی ناوی بیشتر از ۱۰ میلیمتر، در گروه کف پای صاف بین ۴ تا ۹ میلی‌متر، در گروه کف پای طبیعی کمتر از ۴

1- Brody

میلی‌متر، در گروه کف پای گود قرار گرفتند (۵) (شکل ۲). با عنایت به استاندارد بودن، این آزمون دارای اعتبار لازم برای سنجش مقدار پرونیشن پا است. ضریب پایایی آن توسط مولر و همکاران (۱۹۹۳) ٪۸۵ = r، شالتز و همکاران (۲۰۰۶) ۸۰ درصد = r، ایوانز و همکاران (۲۰۰۳) ۷۶ ٪ = r و جی هرتل و همکاران (۲۰۰۴) ۷۰٪= r گزارش شده است (۱۹).

*شکل ۲ – روش اندازه‌گیری افت استخوان ناوی*

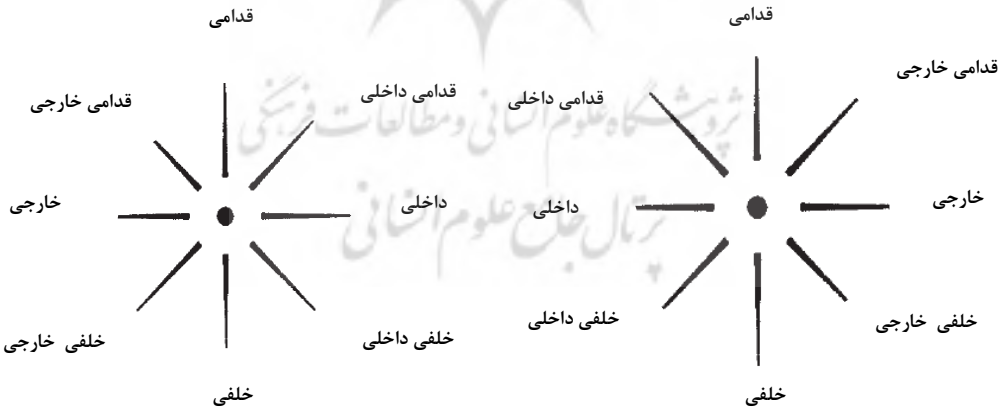
### نحوهٔ ارزیابی تعادل

برای ارزیابی تعادل آزمودنی‌ها از آزمون تعادلی ستاره[1] (EEBT) استفاده شد. آزمون تعادلی ستاره، روشی ساده برای آزمودن تعادل پویای افراد است. این آزمون که برای اولین بار توسط گری معرفی شد، یک شبکه با ۸ خط در جهات مختلف با زاویهٔ ۴۵ درجه است که فرد در مرکز شبکه با یک پا می‌ایستد و پای دیگر را در جهات ۸ خط تا جایی که امکان دارد حرکت می‌دهد (شکل ۳) (۶). EEBT جایگزینی ساده، پایا و ارزان برای ابزارهای گران امروزی است (۱۳).

1 - Star excursion balance test

*شکل ۳ – اجرای آزمون تعادلی ستاره*

جهات ۸ خط براساس وضعیت نسبت به پای واقع بر روی زمین نامگذاری می‌شود که شامل جهات قدامی (A)، قدامی – داخلی (MM)، داخلی (M)، خلفی – داخلی (MM)، خلفی (P)، خلفی – خارجی (LL)، خارجی (L) و قدامی – خارجی (LL) است (۱۰) (شکل ۴).




*شکل ۴ – جهات دسترسی در آزمون تعادلی ستاره*

هرتل و همکاران، پایایی درون آزمونگر را بین ۰/۷۸ و ۰/۹۶ گزارش کرده‌اند (۹). همچنین کینزی مشخص کرد که EEBT دارای پایایی خوب برای ارزیابی تعادل پویاست و ICC ۰/۸۶ تا ۰/۹۸ برای ارزیابی تعادل پویا دارد (۱۰). در پژوهش حاضر، ما از راه مطالعهٔ آزمایشی برای آزمون تعادل پویا ICC = ۰/۸۳ را به دست آوردیم.

## نحوهٔ اجرای آزمون

### مراحل آزمون

۱. اندازه‌گیری طول پای[1] آزمودنی برای نرمال‌کردن اندازه‌ها (فاصلهٔ خار خاصرهٔ قدامی – فوقانی تا مرکز قوزک داخلی)؛

۲. یک دورهٔ پنج دقیقه‌ای گرم کردن؛

۳. یک دورهٔ پنج دقیقه‌ای استراحت؛

۴. آموزش دادن به آزمودنی‌ها برای اینکه با دست‌های روی مفصل ران در مرکز ستاره روی یک پا بایستند. در حالی که با پای دیگر در جهت انتخاب‌شده دورترین فاصلهٔ ممکن را لمس کنند؛

۵. آموزش دادن به آزمودنی‌ها برای اینکه با انتهایی‌ترین قسمت پای خود در جهت انتخاب شده، دورترین فاصلهٔ ممکن را لمس کنند؛

۶. آزمودنی‌های با پای غیرثابت راست در جهت پاد ساعتگرد و آزمودنی‌های با پای غیرثابت چپ در جهت ساعتگرد آزمون را انجام دادند (از پای برتر آزمودنی‌ها به عنوان پای ثابت برای اجرای آزمون استفاده شد)؛

۷. آموزش دادن به آزمودنی‌ها تا شش حرکت تمرینی در هریک از هشت جهت آزمون را با ۱۵ ثانیه استراحت میان هر جهت اجرا کنند؛

۸. پنج دقیقه پس از آخرین حرکت تمرینی ارزیابی شروع شد؛

۹. سه حرکت در هر جهت با ۱۵ ثانیه استراحت میان هر اجرا توسط هر آزمودنی صورت گرفت؛

1- Leg length

۱۰. اگر از پای غیرثابت در هنگام لمس زمین برای ایجاد اتکای قابل توجه استفاده می‌شد و چنانچه پای ثابت از مرکز ستاره بلند می‌شد یا آزمودنی نمی‌توانست تعادل خود را در هر نقطه از کوشش حفظ کند، حرکت متوقف و تکرار می‌شد.

### اندازه‌گیری‌ها و تحلیل آماری

هر حرکت از مرکز ستاره به سانتی‌متر اندازه‌گیری و میانگین هر جهت محاسبه و ثبت شد. میانگین هر جهت بر طول پا تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد تا امتیاز تعادل پویای هر آزمودنی در هریک از هشت جهت مشخص شود. در نرم‌افزار SSSS با استفاده از آزمون K.S[1] نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد و سپس از آزمون NNN OVA برای مقایسهٔ گروه‌ها استفاده شد.

## نتایج و یافته‌های تحقیق

جدول ۱ میانگین دسترسی جهات آزمون تعادلی ستاره را در هریک از گروه‌ها نشان می‌دهد.

***جدول ۱ – میانگین دسترسی جهات هریک از گروه‌ها ± انحراف استاندارد***

| جهت گروه | قدامی | قدامی داخلی | داخلی | خلفی داخلی | خلفی | خلفی خارجی | خارجی | قدامی خارجی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کف پای صاف | ۸۸/۴±۶/۷ | ۹۲/۲±۶/۶ | ۹۵/۶±۸ | ۹۲/۶±۱۱/۴ | ۹۰/۲± ۱۳/۱ | ۸۰/۹ ±۱۲/۳ | ۷۳/۹± ۹/۷ | ۸۱/۱±۵/۱ |
| کف پای گود | ۸۲/۳±۶ | ۸۹/۲±۵/۷ | ۸۹/۵±۷ | ۹۶/۳±۹/۸ | ۹۸/۶± ۱۰/۴ | ۹۱/۵ ± ۱۲ | ۸۱/۷± ۹/۷ | ۷۶±۷ |
| کف پای طبیعی | ۸۶/۳±۷ | ۸۸/۷±۶/۸ | ۸۸/۴ ±۸/۵ | ۹۲/۳±۱۰/۸ | ۹۰/۲± ۱۳/۴ | ۸۴±۱۱ | ۷۵/۹± ۱۰/۶ | ۷۸/۸± ۷/۸ |

1- Kolmogorov – smirnov Z

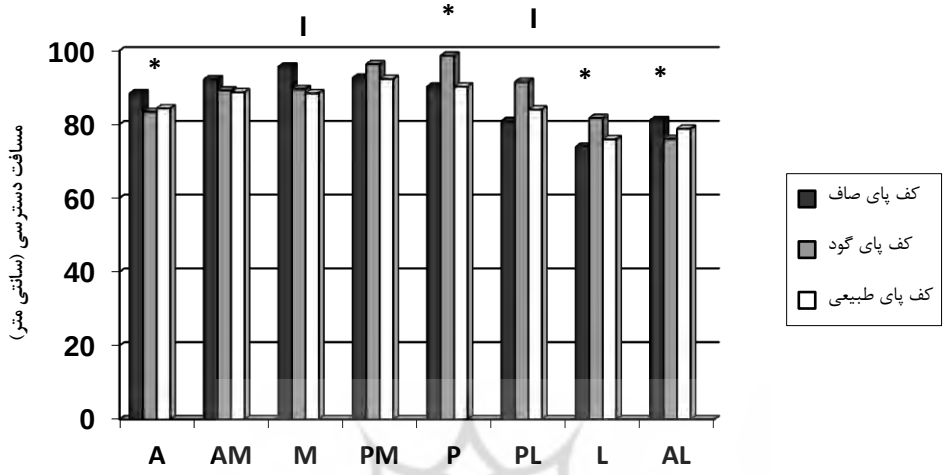
تحلیل چندمتغیری واریانس (NNN OVA) به‌منظور ارزیابی اینکه آیا تفاوت‌هایی بین سه گروه کف پای صاف، طبیعی و گود با توجه به ترکیب دسترسی‌های آزمون تعادلی ستاره وجود داشت، انجام گرفت. P = ۰/۰۰۱ و F = ۴/۵۹ و Wilks V = ۰/۰۴۷ و μ۲ چندمتغیری ۰/۳۱ بود که تفاوت معنی‌دار بود. بررسی ضرایب خطی متمایزکنندهٔ گروه‌ها مشخص کرد که دسترسی‌های داخلی و خلفی خارجی در متمایز کردن گروه‌ها بیشترین نقش را داشتند. به‌طور خاص، دسترسی داخلی به‌طور معنی‌داری در متمایز کردن گروه کف پای صاف از دو گروه دیگر و دسترسی خلفی خارجی در متمایز کردن گروه کف پای گود از دو گروه دیگر نقش داشتند (به ترتیب P= ۰/۰۰۳ ، P=۰/۰۰۱ ). برای تعیین معنی‌داری بین میانگین‌های دسترسی‌های مربوط به گروه‌های مورد مطالعه، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول ۲ آمده است.

***جدول ۲ – بررسی تفاوت بین گروه‌ها در جهات***

| شاخص / جهت | Df | F | Sig |
|---|---|---|---|
| قدامی | ۲ | ۴/۹ | ۰/۰۰۹* |
| قدامی داخلی | ۲ | ۲/۶ | ۰/۰۸۲ |
| داخلی | ۲ | ۷/۳ | ۰/۰۰۱* |
| خلفی داخلی | ۲ | ۱/۳ | ۰/۲۷۶ |
| خلفی | ۲ | ۴/۶ | ۰/۰۱۳* |
| خلفی خارجی | ۲ | ۶/۷ | ۰/۰۰۳* |
| خارجی | ۲ | ۴/۸ | ۰/۰۱* |
| قدامی خارجی | ۲ | ۴/۲ | ۰/۰۱۷* |

*P< ۰/۰۵

نتایج نشان داد که افراد دارای کف پای صاف در جهات قدامی خارجی، قدامی و داخلی به‌طور معنی‌داری از افراد دارای کف پای گود و طبیعی دسترسی بیشتر و برعکس افراد دارای کف پای گود در جهات خلفی، خلفی خارجی و خارجی به‌طور معنی‌داری از افراد دارای کف پای صاف و طبیعی دسترسی بیشتری داشتند (شکل ۵).




*تفاوت معنی دار بین گروه ها

*شکل ۵ – آزمون تعادلی ستاره بین گروه‌ها*

## بحث و نتیجه‌گیری

آزمون عملکردی تعادل ستاره‌ای (EEBT)، نمونه‌ای از آزمون‌های عملکردی پویاست که توسط گری[1] (۱۹۹۵) برای ارزیابی سیستم کنترل تعادل پویا معرفی شد (۱۷). در این آزمون فرد باید تعادل خود را روی یک پا، در حالی که با پای دیگر عمل دستیابی را با کسب حداکثر فاصله در ۸ جهت انجام می‌دهد، حفظ کند (۱۳). هدف از انجام عمل دستیابی در آزمون عملکردی تعادل ستاره‌ای، حفظ تعادل هنگام ایجاد حداکثر اختلال در موازنهٔ بدن و توانایی برگشت به حالت موازنه (حرکت فعال مرکز فشار) است (۱۱).

آزمون عملکردی تعادل ستاره‌ای نیازمند کنترل عصبی عضلانی برای موقعیت مناسب مفصل و قدرت ساختار عضلانی اطراف آن مفصل حین اجرای آزمون است (۶). اولمستد و همکارانش[2] (۲۰۰۲) در مطالعات خود

1 - Gray
2 - Olmest et al

دریافتند که پای اتکا حین اجرای آزمون نیازمند دورسی فلکشن مچ پا، فلکشن زانو و فلکشن ران است. بنابراین اندام تحتانی نیازمند دامنهٔ حرکتی مناسب، قدرت، فعالیت گیرنده‌های عمقی و کنترل عصبی عضلانی است (۱۳). نتایج تحقیق ما نشان داد که جهات دسترسی مشخصی به وسیلهٔ ساختار متفاوت پا تحت تأثیر قرار می-گیرد. ما احتمال می‌دهیم که این تأثیر وابسته به جهت مربوط به ساختار پایدار – تحرک‌پذیر پا باشد نه به تغییرات حس عمقی. بازنگری تحقیقات قبلی با استفاده از EEBT نشان داد که اطلاعات کمی دربارهٔ آثار ویژه روی جهت در افراد آسیب‌دیده در برابر افراد سالم وجود دارد. اگرچه مطالعهٔ المستد (۲۰۰۳) نشان داد که فاصلهٔ دسترسی در EEBT به‌طور معنی‌داری در افراد دچار ناپایداری مزمن مچ پا از افراد سالم کمتر است (۱۳). این نتایج در همهٔ جهات است و وابسته به جهت نیست. اما در مقابل ما تفاوت را در جهات مشخصی یافتیم که در برخی جهات، افراد دارای کف پای صاف و در برخی جهات افراد دارای کف پای گود به فواصل بهتری دست یافتند. این احتمال وجود دارد که ساختار متفاوت پا دامنهٔ حرکتی پا را به هنگام دسترسی در جهات مشخصی تغییر دهد و با ایجاد مزیت یا اختلال عصبی عضلانی و مکانیکی بر دسترسی نهایی اثرگذار باشد. این مفهوم به وسیلهٔ کار اخیر اولمستد و هرتل (۲۰۰۴) که بهبود دستیابی را در جهات ویژه‌ای با مداخلات اورتوتیکی در نمونه‌های با نوع پای متفاوت یافتند حمایت می‌شود. آنها این بهبود در تعادل دینامیک را به افزایش حمایت مکانیکی سمت داخلی پا که به طور بالقوه به افزایش فعالیت گیرنده‌های حسی و عملکرد عصبی عضلانی منجر می‌شود، نسبت می‌دهند (۱۴). گریبل و هرتل (۲۰۰۳) در تحقیق خود اثر معنی‌دار نوع پا[1] پیدا نکردند، اما قد و طول اندام تحتانی، عوامل اثرگذار حین اجرای آزمون عملکردی تعادل ستاره‌ای بودند. در این مطالعه، تفاوت معنی‌داری در دسترسی جهات آزمون تعادلی ستاره بین افراد دارای کف پای صاف، گود و طبیعی دیده نشد. تصور می‌شد که قدرت ممکن است عامل پیشگویی برای عملکرد باشد که در مطالعهٔ آنها بررسی نشد (۶).

نتایج تحقیق حاضر با تحقیق گریبل و هرتل همخوانی ندارد که احتمالاً این ناهمخوانی ناشی از تعداد آزمودنی‌های دو تحقیق باشد (آزمودنی‌های تحقیق گریبل و هرتل کمتر از آزمودنی‌های تحقیق حاضر بودند). کارن کات و همکاران[2] (۲۰۰۵) آثار پای چرخیده به خارج و داخل را بر ثبات پوسچر استاتیک و دینامیک بررسی کردند. در این تحقیق، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها در حالت استاتیک مشاهده نشد، اما فواصل

1 - Foot Type
2 - Catt et al

دسترسی اجرای آزمون تعادلی ستاره در حالت دینامیک در برخی جهات متفاوت بود (۵). تحقیق حاضر از نظر جنس و تعداد آزمودنی‌ها و همچنین روش آماری مورد استفاده با تحقیق کات و همکاران تفاوت دارد، اما نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق آنان همخوانی دارد و آن را تأیید می‌کند. در تحقیق ما افراد دارای کف پای گود در جهات خارجی، خلفی خارجی و خلفی از افراد دارای کف پای صاف و طبیعی دسترسی بیشتری داشتند. باتوجه به اینکه افراد دارای کف پای گود فشار بیشتری روی جانب خارجی پا قرار می‌دهند، منطقی به‌نظر می‌رسد که محدودهٔ پایداری ممکن است در جانب خارجی بزرگ‌تر باشد و برعکس افراد دارای کف پای صاف فشار بیشتری روی جانب داخلی پا قرار می‌دهند. افزایش تحرک‌پذیری پا همچنین ممکن است توضیحی باشد بر اینکه چرا افراد دارای کف پای صاف فاصلهٔ دسترسی بیشتری در جهت قدامی، قدامی داخلی و قدامی خارجی نسبت به افراد دارای کف پای گود به دست می‌آورند.

تعادل پویا از اجزای ضروری در فعالیت‌های روزانه و عملکرد مطلوب ورزشی محسوب می‌شود. قدرت و دامنهٔ حرکتی مشخص و کنترل عصبی عضلانی در اندام تحتانی به هنگام اجرای عملکرد ورزشی ویژه، عامل‌هایی است که با تغییر محدودیت پایداری ممکن است بر اجرا تأثیر بگذارد یا فشار وارد بر مفاصل را در طول اجرا تغییر دهد. یافته‌های ما نشان داد که دسترسی در جهات ویژه بین گروه‌ها با تأثیرپذیری از نوع کف پا متفاوت است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ناهنجاری ساختاری میانی پا ممکن است بر مکانیک مفصل به اندازه‌ای که محدودیت‌های پایداری را در طول فعالیت‌های پویا تغییر دهد، اثرگذار باشد. باتوجه به نتایج و ویژگی نمونه‌های تحقیق حاضر مشخص می‌شود که افراد دارای کف پای صاف و گود در برخی جهت‌های آزمون تعادلی ستاره نسبت به افراد دارای پای طبیعی، برتری‌هایی دارند. همچنین باید خاطرنشان کرد که عواملی مانند قدرت عضلات اندام تحتانی، دامنهٔ حرکتی مفاصل و کنترل عصبی عضلانی (که در تحقیق حاضر مورد ارزیابی قرار نگرفتند)، می‌توانند نتایج تحقیق حاضر را تحت تأثیر قرار دهند، اما باتوجه به نتایج به دست آمده از تحقیق، نسبت دادن این نتایج به تفاوت در ساختار آناتومیکی پا محتمل‌تر از عوامل مؤثر دیگر است. تحقیقات گذشته نشان داد که اختلال در کنترل تعادل به عنوان عاملی مؤثر در بروز آسیب‌های مچ و زانو به‌شمار می‌رود. نتایج این تحقیق نشان داد که افراد دارای کف پای صاف و گود به ترتیب در جوانب داخلی و خارجی تعادل پویای بهتری دارند، از این‌رو این ثبات نابرابر در جوانب داخلی و خارجی احتمال وقوع آسیب‌های مچ و زانو را در سمت

با تعادل و ثبات کمتر، به‌ویژه در ورزش‌های همراه با پرش و فرود افزایش می‌دهد. از این‌رو توصیه می‌شود که این افراد با انجام حرکات اصلاحی و برطرف کردن عارضه، احتمال وقوع آسیب‌های مچ و زانو را کاهش دهند. نتایج این تحقیق این گونه نیست که تعادل پویای افراد دارای کف پای صاف و گود از افراد دارای پای طبیعی ضعیف‌تر بوده باشد. از این‌رو به افراد دارای کف پای صاف و گود توصیه می‌شود که فرصت شرکت در فعالیت‌های ورزشی را از دست ندهند و دست کم برای حفظ سلامت خود به ورزش بپردازند. عوارض این تفاوت‌ها بر اجرای عملکردی و خطر آسیب در ورزش هنوز مشخص نیست و نیازمند تحقیق بیشتر است. به هر حال از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که ساختار آناتومیکی پا بر تعادل پویا تأثیر دارد.

## منابع و مآخذ


۱. حسینی، مونا. (۱۳۸۵). "بررسی ظرفیت حیاتی، چابکی و تعادل دختران دارای کف پای صاف و گود-- پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران.

۲. خداویسی، حمیده. (۱۳۸۶). "شناسایی اثرات ناهنجاری‌های کف پای گود و صاف بر کنترل پوسچر". پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد دانشگاه بوعلی همدان.

۳. رئیسی، جلیل. (۱۳۸۷). "مقایسهٔ تعادل ایستا در افراد فعال و غیرفعال دارای کف پای صاف"" پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران.

*4. Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. (2004). "The effect of fore foot varus on postural stability". J Orthop sports physTher; 34: PP:79-85.*

*5. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ.(2005). "Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability". J Ath Train; 40: PP:41-46.*

*6. Gribble P, Hertel J.(2003). "Considerations for the normalizing measures of the star excursion balance test, measure phys educ exer sci". 7, PP:89-100.*

*7. Guskiewicz KM, Perrin DH. (1996). "Research and clinical applications of assessing balance". J sport rehabil; 5:PP: 45-63.*

*8. Habib Z, Westcoot S. (1998). "Assessment of anthropometric factors on balance tests in children". Pediatric physical therapy, 10: PP:101-109.*

*9. Hertel J, Gay MR, Deneger CR.(2002). "Differences in postural control during single – leg stance among healthy individuals with different foot types". J Athl Train; 37:PP: 129-132.*

*10. Kinzey SJ, Armstrong CW. (1998). "The reliability of the star – excursion test in assessing dynamic balance". J orthop sports phys ther.; 27 (5): PP:356-360.*

*11. Kinzey, S, Armstrong. C. (1998). "The effect of height in assessing dynamic balance". J orthop sports phys ther, 4(3), PP:251-260.*

*12. Odenrick P, Sandstedt P, (1984). "Development of postural sway in the normal child". Hum neurobiol., 3:PP: 241-244.*

*13. Olmstead LC, Carcia CR, Hertel J, Sultz SJ. (2003). "Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability". J Athl Train, 37: PP:501-506.*

*14. Olmsted L, Hertel J. (2004). "Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control". J sport rehabil, 13: PP:54-66.*

*15. Princivero D, Lephart SM, Henry T. (1995). "Learning effects and reliability of the biodex stability system". J Athl Train., 30: S 35.*

*16. Riemann BL, Myerse JB, Lephart SM. (2002). "Sensorimototr system measrument techniques". J Athl Train, 37(1): PP:78-85.*

*17. Schieppati M. (2003). "Neck muscle fatigue affects postural control in man, Neuroscience". 121:PP: 277-85.*

*18. Tsai L, Vicki S. Mercer, Michael T. Gross. (2006). "Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control". J orthop sports phys ther, Vol. 36, No. 12, Dec.*

*19. Walker M, Fan H. (1998). "Relation between foot pressure pattern and foot type". Foot and ankle international. Vol. 19, No. 6.*

*20. Winter D.A., Patla A.E., Frank J.S. (1990). "Assessment of balance control in humans". Medical progress through technology, 16(1),PP: 31-51.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی