مقایسه تعادل ایستای افراد ورزشکار و غیر ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی تحت شرایط حسی مختلف

محمدحسین علیزاده[۱]*، جلیل رئیسی[۱]، الهام شیرزاد[۲] ، لاله باقری[۳]

۱- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران

۲- عضو گروه بیومکانیک ورزشی آکادمی ملی المپیک

۳- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تربیت معلم تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۹/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۱۰/۲۳

چکیده

هدف تحقیق: در حال حاضر اختلال در کنترل پوسچر به عنوان عاملی موثر در بروز آسیب های مچ پا و زانو به شمار می رود. بنابر این شناسایی متغیرهایی که کنترل پوسچر را تحت تاثیر قرار می‌دهند می تواند به پیشگیری از آسیب‌های آن کمک کند. هدف از انجام این تحقیق مقایسه تعادل ایستای افراد ورزشکار و غیر ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی تحت شرایط حسی مختلف بود. **روش تحقیق:** تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان مرد دانشگاه تهران جهت شرکت در تحقیق انتخاب و به چهار گروه: (۱- غیرورزشکار دارای کف پای طبیعی ۲- غیرورزشکار دارای کف پای صاف ۳- ورزشکار دارای کف پای طبیعی ۴- ورزشکار دارای کف پای صاف) تقسیم شدند. به منظور ارزیابی قوس کف پا از روش اندازه‌گیری افتادگی استخوان ناوی و جهت ارزیابی تعادل ایستای افراد نیز از دستگاه سکوی نیرو (kistler force plate) استفاده شد. همچنین مقایسه کارایی سیستم‌های حسی مختلف در حفظ تعادل با پروتکل اصلاح شده آزمون کلینیکی تعامل حسی در تعادل(CTSIB) انجام شد. **نتایج:** نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری در تعادل ایستای افراد ورزشکار و غیر ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). همچنین بین کارایی سیستم های حسی مختلف این افراد نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). **بحث و نتیجه گیری:** از این رو می توان بیان داشت که کف پای صاف کنترل پوسچر را تحت تاثیر قرار نمی دهد. و همچنین پای صاف موجب تفاوت کارایی سیستم های حسی موثر در کنترل تعادل افراد ورزشکار و غیر ورزشکار نمی شود.

واژگان کلیدی: ورزشکار،کف پای صاف، تعادل ایستا، دستگاه سکوی نیرو

Comparison of standing balance between athletes and non-athletes with pes planus and normal foot under altered sensory condition

Abstract

Introduction: Impaired postural stability has been implicated as a potential risk factor for sustaining acute foot and ankle injuries. The identification of variables that deleteriously affect PS may be important in the prevention of future injuries. The purpose of this study was to compare standing balance between athlete and non-athlete with pes planus and normal foot under altered sensory condition. **Methods:** Sixty male students of Tehran University were selected and categorized based on navicular dropping measures and physical activity to four groups:(Group1: include 15 non-athlete with normal foot, Gruop2: include 15 non-athlete with pes planus, Gruop3: include 15 athlete with normal foot, Gruop4: include 15 athlete with pes planus). A force platform system (Kistler) was used to measure the student standing balance. This system measures the COP (center of pressure) sway area for a period of time. The modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance was used to measure standing balance. **Results:** The result showed that there was no significant difference between standing balance of athlete and non-athlete with pes planus and normal foot under altered sensory conditions ($P > 0.05$). The effectiveness of an individual sensory system also, when it was the dominant source of sensory input, did not significantly differ between the groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** This study shows that pes planus structure doesn't affect postural control deleteriously.

Key words: Athlete, pes planus foot, standing balance, force platform system

* **آدرس نویسنده مسئول:** دکتر محمد حسین علیزاده

تهران- دانشگاه تهران- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: mhalizadeh47@yahoo.com

مقدمه

تعادل به عنوان فرایند حفظ مرکز ثقل بدن در محدوده سطح اتکا تعریف می‌شود (۱). هنگام ایستادن اجزاء مرکزی و محیطی سیستم عصبی بطور مداوم جهت حفظ راستای بدن و مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا به نحو مطلوبی با یکدیگر عمل می‌کنند. اجزاء محیطی در حفظ تعادل شامل سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی هستند. سیستم عصبی مرکزی درون دادهای محیطی سیستم‌های مذکور را پردازش کرده و مناسب ترین پاسخ عضلانی را جهت کنترل پوسچر و وضعیت بدن انتخاب می کند. با توجه به اهمیت ویژه کنترل تعادل در انجام فعالیت‌های حرکتی، در سال‌های اخیر تعدادی از پژوهشگران با استفاده از نظریه-های نوین در زمینه کنترل تعادل و حرکت، روش‌های جدیدی را برای بررسی تعادل ارائه نموده‌اند (۲). از جمله روش‌هایی که اخیرا به منظور بررسی تعادل توسط برخی از محققین مورد استفاده قرار گرفته است، بررسی میزان نوسان بدن در وضعیت ایستاده روی یک پا در حالت‌هایی است که دسترسی فرد به اطلاعات سیستم‌های بینایی و حسی – پیکری[1] تغییر پیدا کرده است (۲). اما به علت اینکه پا در یک زنجیره حرکتی بسته عمل می کند و به تعامل میان حرکات مفاصل لگن، زانو و مچ پا متکی است، تعادل می‌تواند تحت تاثیر در اختلال در ارسال اطلاعات حسی آوران یا اختلال در قدرت و استحکام مکانیکی هر یک از مفاصل یا ساختار متعلق به اندام تحتانی مختل شود (۱). بدین ترتیب با توجه به اینکه پا تحتانی‌ترین قسمت این زنجیره را تشکیل می دهد و محدوده نسبتا کوچکی از سطح اتکا را جهت حفظ تعادل فراهم می کند (بویژه در حالت ایستادن روی یک پا) این موضوع منطقی به نظر می رسد که تغییرات بیومکانیکی کوچک در محدوده سطح اتکا نیز کنترل پوسچر را تحت تاثیر قرار دهد. بخصوص ناهنجاری های کف پای صاف و گود ممکن است درون دادهای محیطی ارسال شده از طریق حس‌های عمقی را مختل کند (۱). مبحثی از کنترل پوسچر که هنوز به خوبی بررسی نشده است اثر ساختار پا روی کنترل پوسچر می باشد. پای صاف (کاهش در قوس طولی داخلی) با پرونیشن[2] بیش از حد مفصل سابتالار[3] مرتبط باشد. پرونیشن جبرانی غیر طبیعی ممکن است باعث عدم ثبات و بیش حرکتی مفاصل پا شود (۱). بنابراین پای صاف ممکن است حین تحمل وزن ناپایدار باشد و کنترل پوسچر را مختل کند (۳). هرتل و همکاران (۱) اطلاعاتی را ارائه داده‌اند که نشان می‌دهد آزمودنی‌هایی که دارای پای صاف بودند تفاوت معنی‌داری را در سرعت جابجایی مرکز فشار در مقایسه با افراد دارای پای نرمال نشان ندادند. همچنین کات و همکاران (۳) اثرات پای سوپین و پرون را روی ثبات پوسچر استاتیک و دینامیک بررسی کردند. در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در حالت استاتیک مشاهده نشد. از سوی دیگر کاب و همکاران (۴) گزارش داده‌اند آزمودنی‌هایی که پای چرخیده به خارج بیش از ۷ درجه داشتند بطور معنی‌داری استحکام پوسچر ضعیف‌تری داشتند. در تحقیقی دیگر لینگ چین و همکاران (۵) نیز گزارش داده اند افراد دارای کف پای صاف یا گود کنترل پوسچر ضعیف تری نسبت به افراد دارای پای طبیعی داشتند.

مطالعه پژوهش‌های گذشته نشان می دهد که این تحقیقات فقط در افراد غیر ورزشکار جامعه انجام شده است. با توجه به اینکه هدف از انجام چنین تحقیقاتی شناسایی عوامل منجر به آسیب در بین ورزشکاران است (۶-۳) تاکنون تحقیقی روی افراد ورزشکار صورت نگرفته است. لذا هدف از اجرای تحقیق حاضر بررسی کنترل پوسچر افراد ورزشکار و غیر ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی تحت شرایط حسی مختلف است.

روش تحقیق

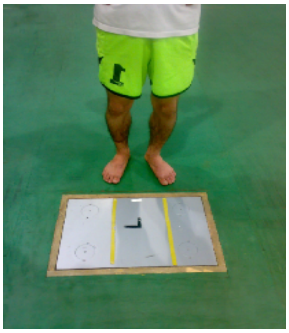
این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی است. تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان مرد دانشگاه تهران جهت شرکت در تحقیق انتخاب و به چهار گروه: (۱- غیرورزشکار دارای کف پای طبیعی ۲- غیرورزشکار دارای کف پای صاف ۳- ورزشکار دارای کف پای طبیعی ۴- ورزشکار دارای کف پای صاف) تقسیم شدند. به منظور تعیین ناهنجاری پا، با استفاده از روش برادی[4]، افتادگی استخوان ناوی مورد ارزیابی قرار گرفت (۳). آزمودنی‌هایی که میزان افتادگی ناوی بیشتر از ۱۰ میلی متر داشتند، در گروه کف پای صاف و بین

1- Somatosensory
2- Pronation
3- Subtalar
4- Brody

۴تا۹ میلی‌متر در گروه پای طبیعی قرار گرفتند (۳). افراد مورد مطالعه شرایط شرکت در آزمون را دارا بوده با انجام آزمایش نیز موافق بودند. این افراد سابقه آسیب در اندام تحتانی، سرگیجه، استفاده از سمعک، سکته مغزی، دیابت و بیماری پارکینسون را نداشتند. همچنین آنها مشکل ذهنی نداشته و قادر به درک و اجرای کلیه مراحل آزمایش بودند. جهت ارزیابی تعادل ایستا از دستگاه سکوی نیرو (force plate kistler :9281C) ساخت کشور سوئیس استفاده شد. این دستگاه مراکز فشار پای فرد را حین وضعیت ایستاده در یک بازه زمانی ثبت می‌کند (۷). علاوه بر این به منظور ارزیابی سیستم‌های حسی از تست اصلاح شده CTSIB[1] استفاده شد (۸). در این تست از یک سطح فومی و یک چشم بند استفاده می‌شود تا جایگزین سکوی نیروی متحرک و محیط دیداری شود. از سطح فومی به منظور آزمون دقت درون دادهای حس عمقی پا و از چشم بند جهت حذف درون دادهای بینایی استفاده می شود (۷). اگر چه سطح فومی و چشم بند فقط درون دادهای حسی را تغییر می‌دهد و ارسال آنها را کاملا متوقف نمی کند، مطالعات نشان داده‌اند که این دو وسیله قادر به ایجاد اثری مشابه با الگوی ناشنر و همکاران روی کنترل پوسچر می باشند (۷). اما بعلت اینکه پروتکل CTSIB از شیوه ارزیابی غیر مستقیم(نمره دهی) استفاده می‌کند در این تحقیق از دستگاه سکوی نیرو استفاده شد که نوسانات COP را در تمام جهات ثبت می کند (۷). علاوه بر این به منظور محاسبه کارایی سیستم‌های حسی فقط از چهار مرحله این پروتکل استفاده شد.

نحوه انجام تست

پس از ارزیابی کف پای افراد توسط ارزیابی استخوان ناوی و تقسیم بندی آنها در چهارگروه از آزمودنی‌ها خواسته شد که به حالت یک پا و با پای برهنه روی محل مشخصی از دستگاه سکوی نیرو که قبلا مشخص شده بود، بایستند. در این حالت دست‌ها باید به صورت دو طرفه در کنارکمر فرد قرارگیرند و پای غیر غالب فرد نیز به اندازه ۹۰ درجه از مفصل زانو خم شود. پروتکل تست دارای ۴ مرحله است و فواصل استراحت ۲ دقیقه‌ای برای هر فرد حین انجام تست در نظر گرفته شد (شکل ۱).



شکل (۱)

مراحل تست

۱- ایستادن روی یک پا به مدت ۳۰ ثانیه با چشمان باز روی سکوی نیرو (استفاده از اطلاعات سیستم بینایی، حس عمقی و وستیبولار) ۲- ایستادن روی یک پا به مدت ۳۰ ثانیه با چشمان بسته روی سکوی نیرو (استفاده از اطلاعات سیستم حس عمقی و وستیبولار و حذف اطلاعات بینایی) ۳- ایستادن روی یک پا به مدت ۳۰ ثانیه با چشمان باز روی یک سطح فومی شکل که روی سکوی نیرو قرار می‌گیرد (استفاده از اطلاعات سیستم بینایی و وستیبولار و اختلال در اطلاعات حس عمقی) ۴- ایستادن روی یک پا به مدت ۳۰ ثانیه با چشمان بسته روی یک سطح فومی شکل که روی سکوی نیرو قرار می‌گیرد (استفاده از اطلاعات سیستم وستیبولار، اختلال در اطلاعات حس عمقی و حذف اطلاعات بینایی).

تحلیل آماری

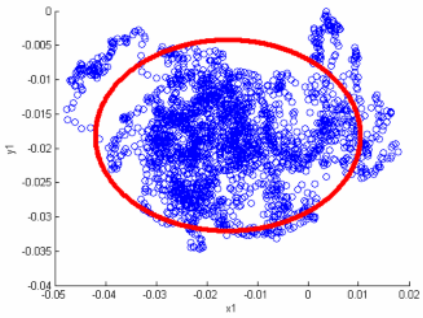
داده‌های دستگاه با سرعت 100HZ و به مدت ۳۰ ثانیه ثبت شد که به منظور اجتناب از مشکلاتی از قبیل آمادگی ناکافی و خستگی فقط داده‌های ثبت شده بین زمان‌های ۵ تا ۲۵ ثانیه جهت تجزیه و تحلیل استفاده شد. سپس با استفاده از نرم افزار MATLAB ناحیه نوسان COP محاسبه شد این ناحیه عبارت است از مساحت بیضی که به شعاع ۲ انحراف معیار از میانگین هر یک از محورها رسم شد (۷،۹)، نمودار (۱).

علاوه بر محاسبه ناحیه نوسان COP، کارایی سیستم حسی فرد موقعی که از آن به عنوان سیستم برتر درحفظ تعادل استفاده می‌کند مطابق با روش ناشنر و همکاران محاسبه شد. به طور کلی روش مذکور کارایی سیستم حسی را

1- Clinical Test of Sensory Interaction on Balance

به طریق زیر محاسبه شد:

کارایی سیستم حسی = تعادل ایستاده موقعی که سیستم درون داد حسی برتر را ارسال می کند / تعادل ایستاده موقعی که سیستم درون داد حسی برتر را ارسال نمی کند



نمودار ۱. محاسبه ناحیه نوسان در حالت چشم بسته

در این تحقیق فرض بر این است که افراد در حالت چشم بسته بیشتر به درون دادهای حس عمقی تکیه می‌کنند (۷). بنابراین کارایی سیستم حس عمقی به صورت زیر محاسبه شد:

رابطه (۱)
$$E som = \frac{cop \text{ sway area for closed eyes on firm surface}}{cop \text{ sway area for open eyes on firm surface}}$$

در این فرمول(E som) کارایی حس عمقی، صورت کسر محاسبه ناحیه نوسان در حالت ایستادن با چشمان بسته روی سطح سفت است و مخرج کسر محاسبه ناحیه نوسان در حالت ایستادن با چشمان باز روی سطح سفت است. همچنین فرض بر این است هنگامی‌که افراد روی سطح فومی می‌ایستند نسبت به موقعی که روی سطح ثابت می‌ایستند بیشتر به درون دادهای حس بینایی تکیه می‌کنند (۷). بنابراین کارایی سیستم بینایی به صورت زیر محاسبه شد:

رابطه (۲)
$$E vision = \frac{cop \text{ sway area for open eyes on compliant surface}}{cop \text{ sway area for open eyes on firm surface}}$$

در این فرمول(E vision) کارایی حس بینایی، صورت کسر محاسبه ناحیه نوسان در حالت ایستادن با چشمان باز روی سطح فومی است و مخرج کسر محاسبه ناحیه نوسان در حالت ایستادن با چشمان باز روی سطح سفت در نظر گرفته شد.

اگرچه سیستم دهلیزی برای کنترل پوسچر درون دادهای حسی دیگری را فراهم می‌کند، مطالعات نشان داده‌اند که این سیستم معمولا نقش ثانویه را ایفا می‌کند. با وجود این هنگامی که درون دادهای حس عمقی و بینایی باهم متوقف می‌شوند یا تغییر می‌کنند درون دادهای دهلیزی تنها منبع جهت حفظ تعادل می باشد (۷). در نهایت کارایی سیستم دهلیزی از طریق زیر محاسبه شد:

رابطه (۳)
$$E vestibular = \frac{cop \text{ sway area for closed eyes on compliant surface}}{cop \text{ sway area for open eyes on firm surface}}$$

در این فرمول(E vestibular) کارایی حس دهلیزی، صورت کسر محاسبه ناحیه نوسان در حالت ایستادن با چشمان بسته روی سطح فومی است و مخرج کسر محاسبه ناحیه نوسان در حالت ایستادن با چشمان باز روی سطح سفت است. در پایان با استفاده از نرم افزار SPSS از آمار پارامتریک و آزمون آماری t مستقل برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. سطح معنی داری($P < ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

یافته‌های تحقیق

برای تعیین همگن بودن گروه‌ها در شاخص‌های سن، قد، وزن و طول پا، بین گروهای ۱و۲ و گروهای ۳و۴ از آزمون t مستقل استفاده گردید. نتایج آزمون نشان داد که بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$) و گروه‌ها در این متغیرها همگن بودند. نتایج این تحقیق نشان داد بین تعادل ایستای افرادغیر ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد غیر ورزشکار دارای کف پای طبیعی اختلاف معنی داری ($P> ۰/۰۵$) وجود ندارد (جدول۲) . همچنین بین تعادل ایستای افراد ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد ورزشکار دارای کف پای طبیعی اختلاف معنی داری ($P> ۰/۰۵$) وجود ندارد (جدول۴).

نتایج جدول(۳) نیز نشان می دهد که بین میزان کارایی سیستم‌های حس عمقی، بینایی و دهلیزی افراد غیر ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد غیر ورزشکار دارای کف پای طبیعی اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P> ۰/۰۵$). نتایج جدول (۵) نیز نشان می دهد که بین میزان کارایی سیستم‌های حس عمقی، بینایی و دهلیزی افراد ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد ورزشکار دارای کف پای طبیعی اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P> ۰/۰۵$) .

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق تفاوت معنی داری در تعادل ایستای افراد غیر ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی در چهار حالت مختلف وجود ندارد. در یک نگاه کلی نتیجه این تحقیق با نتایج تحقیق هرتل و همکاران (۱) و

جدول ۱. داده‌های مربوط به میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریکی هر یک از گروه ها

گروه / ویژگی	۱)غیر ورزشکار دارای کف پای طبیعی	۲)غیر ورزشکار دارای کف پای صاف	۳)ورزشکار دارای کف پای طبیعی	۴)ورزشکار دارای کف پای صاف
سن	۲۴/۸±۱/۴۷	۲۵/۲±۱/۶۱	۲۳/۸±۱/۶۹	۲۴/۲±۱/۷۸
قد	۱۷۴/۴±۵/۶۹	۱۷۴/۴۶±۶/۸۱	۱۷۲/۱۶±۴/۸۳	۱۷۳/۲±۵/۲۹
وزن	۶۸/۵۶±۷/۹۳	۶۹/۶۴±۱۰/۱۲	۶۵/۵۷±۶/۲۶	۷۱/۸۱±۸/۹۱
افت ناوی	۴/۴۶۶±۰/۶۳	۱۰/۱۳±۰/۹۰	۴/۴۰±۰/۵۰	۱۰/۵۱±۰/۶۹
طول پا	۲۵/۹۶±۱/۱۸	۲۵/۹۹±۱/۶۳	۲۵/۵۴±۱/۰۲	۲۶/۴±۱/۲۲

جدول ۲. نتایج آزمون t مستقل : مقایسه تعادل ایستای افراد غیر ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی در شرایط مختلف حسی

آزمون / متغیر	تست لون جهت برابری واریانس ها		تست t جهت برابری میانگین ها		
	F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)	
ناحیه نوسان (چشم باز روی سکوی نیرو)	۱/۵۵	۰/۲۲	۰/۵۹	۰/۵۵	عدم تفاوت معنی دار
ناحیه نوسان (چشم بسته روی سکوی نیرو)	۸/۹۸	۰/۰۶	-۱/۴۶	۰/۱۵	عدم تفاوت معنی دار
ناحیه نوسان (چشم باز روی سطح فومی)	۴/۸۸	۰/۱۳	-۱/۰۰	۰/۳۲	عدم تفاوت معنی دار
ناحیه نوسان (چشم بسته روی سطح فومی)	۱/۵۶	۰/۲۲	۰/۴۷	۰/۶۴	عدم تفاوت معنی دار

جدول۳. مقایسه کارایی سیستم‌های حسی افراد غیرورزشکار دارای کف پای صاف با افراد دارای پای طبیعی

آزمون / متغیر	تست لون جهت برابری واریانس ها		تست t جهت برابری میانگین ها		
	F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)	
کارایی حس عمقی	۸۸/۵	۰/۰۲	-۱/۱۴	۰/۲۶	عدم تفاوت معنی دار
کارایی حس بینایی	۰/۰۳	۰/۸۵	۰/۳۱	۰/۷۵	عدم تفاوت معنی دار
کارایی حس دهلیزی	۲/۸۱	۰/۱۰	۰/۷۹	۰/۴۳	عدم تفاوت معنی دار

جدول ۴. نتایج آزمون t مستقل : مقایسه تعادل ایستای افراد ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی در شرایط مختلف حسی

آزمون / متغیر	تست لون جهت برابری واریانس ها		تست t جهت برابری میانگین ها		
	F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)	
ناحیه نوسان (چشم باز روی سکوی نیرو)	۱/۱۲۴	۰/۲۹۹	۰/۵۵	۰/۵۸	عدم تفاوت معنی دار
ناحیه نوسان (چشم بسته روی سکوی نیرو)	۸/۶۲۴	۰/۰۷	-۱/۳۸	۰/۱۷	عدم تفاوت معنی دار
ناحیه نوسان (چشم باز روی سطح فومی)	۰/۰۱۳	۰/۹۱	-۰/۰۲۸	۰/۹۷	عدم تفاوت معنی دار
ناحیه نوسان (چشم بسته روی سطح فومی)	۰/۶۵۲	۰/۴۲۷	۰/۶۲۴	۰/۵۳	عدم تفاوت معنی دار

جدول۵. مقایسه کارایی سیستم‌های حسی افراد ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد دارای پای طبیعی

آزمون / متغیر	تست لون جهت برابری واریانس ها		تست t جهت برابری میانگین ها		
	F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)	
کارایی حس عمقی	۴۳/۷	۰/۰۱	-۱/۳۳	۰/۱۹	عدم تفاوت معنی دار
کارایی حس بینایی	۰/۱۴	۰/۷۱	-۰/۱۵	۰/۸۷	عدم تفاوت معنی دار
کارایی حس دهلیزی	۰/۶۸	۰/۴۱	۰/۵۱	۰/۶۱	عدم تفاوت معنی دار

کات و همکاران (۳) همسو است، ولی با نتایج تحقیق کاب و همکاران (۴) و لینگ چین و همکاران (۹) مغایر است، آنها ساختار آناتومیکی مفصل مچ پا را علت اصلی تفاوت مشاهده شده ذکر کرده اند. این محققین بیان کرده اند که پای صاف (کاهش در قوس طولی داخلی) ممکن است با پرونیشن بیش از حد مفصل سابتالار مرتبط باشد. پرونیشن جبرانی غیر طبیعی ممکن است باعث عدم ثبات و بیش حرکتی مفاصل پا شود. بنابراین پای صاف ممکن است حین تحمل وزن ناپایدار باشد و کنترل پوسچر را مختل کند. از سوی دیگر با وجود اینکه هرتل و همکاران (۱) و کات و همکاران (۳) تفاوتی را بین تعادل افراد دارای کف پای صاف و طبیعی مشاهده نکردند، علت عدم تفاوت مشاهده شده را در روش انجام تحقیق و کنترل متغیرهای موثر در تعادل ذکر کرده اند. اما به علت این که تحقیق حاضر به خوبی متغیرهای موثر را کنترل کرده و همچنین از پروتکل کاملتری استفاده کرده است، به نظر نمی رسد که عدم تفاوت مشاهده شده را بتوان به روش تحقیق و متغیرهای دیگر نسبت داد. از این رو به نظر می رسد که ساختار آناتومیکی پا تنها معیار موثر در کنترل پوسچر نباشد و این امکان وجود دارد که عوامل دیگری نقش ساختار آناتومیکی مچ پا را در کنترل پوسچر کمرنگ تر جلوه دهد. طبق تئوری سیستم‌ها توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا، ناشی از اثر متقابل، همزمان و پیچده[1] سیستم عصبی و عضلانی اسکلتی می باشد، که در مجموع سیستم کنترل پوسچر نامیده می شود (۲). این سیستم، کنترل پوسچر جهت حفظ تعادل و متعاقب آن ایجاد حرکت را مستلزم تلفیق[2] داده‌های حسی، جهت تشخیص موقعیت بدن در فضا و همین طور توانایی سیستم عضلانی اسکلتی برای اعمال نیروی مناسب می داند. طبق این تئوری عوامل عضلانی اسکلتی مؤثر در تنظیم تعادل، شامل مواردی مانند خصوصیات و ویژگی‌های عضله، دامنه حرکت مفصل، و ارتباط بیومکانیکی قسمت‌های مختلف بدن می باشد (۲). ضمن اینکه سیستم عصبی نیز نقش بسیار مهمی در کنترل پاسچر ایفا می‌کند. بنابراین با استناد به تئوری سیستم‌ها نباید ساختار و راستای آناتومیکی مفصل مچ پا را تنها عامل موثر در کنترل پوسچر قلمداد کرد و می بایست نقش سایر سیستم‌ها را در این مورد در نظر گرفت. به همین خاطر به نظر محقق دلایل احتمالی عدم تفاوت مشاهده شده را می‌توان موارد زیر عنوان کرد. از یک سو با پذیرفتن نقش پرونیشن جبرانی بیش از حد مفصل سابتالار در اختلال کنترل پاسچر، ممکن است که به مرور زمان بدن انسان به طور ناخودآگاه در جهت رفع این اختلال باشد و سیستم‌های دیگری مانند سیستم عصبی عضلانی نقش جبرانی در این مورد ایفا کنند. برای مثال ممکن است که گیرنده‌های حسی واقع در عضلات مانند دوک‌های عضلانی به مرور زمان دچار حساسیت شوند.که این امر باعث آمادگی بهتر عضله جهت کمک به حفظ تعادل می شود. از سوی دیگر پای صاف باعث افزایش سطح اتکا خواهد شد که باعث افزایش کنترل پوسچر می شود. این امر نیز ممکن است که یک نقش جبرانی در مقابل بیش حرکتی مفصل سابتالار داشته باشد و اثر آن را خنثی سازد. لازم است به این نکته اشاره شود که دلایل فوق در حد یک فرض باقی خواهند ماند. بنابراین به منظور روشن تر شدن موضوع و بررسی دلایل مذکور ضروری است تا با استفاده از روش‌های EMG (الکترومایوگرافی) نقش عضلات اطراف مچ پا را در افراد دارای کف پای صاف و طبیعی بررسی نمود.

علاوه بر این با توجه به نتایج جدول ۴ تفاوت معنی داری نیز در تعادل ایستای افراد ورزشکار دارای کف پای صاف و طبیعی در هر یک از چهار حالت مشاهده نشد. بنابراین کف پای صاف تاثیری بر تعادل ایستای افراد ورزشکار ندارد. دلایل ذکر شده در مورد افراد غیر ورزشکار نیز در مورد افراد ورزشکار نیز صادق است ضمن اینکه انجام ورزش و فعالیت بدنی باعث تقویت سیستم عصبی عضلانی شده که باعث کنترل پوسچر بهتر می شود. بنابراین با پذیرفتن نقش عضلات در کنترل پوسچر و تاثیر ورزش بر آنها، این موضوع نیز از دلایل عنوان شده در مورد افراد غیر ورزشکار حمایت می کند. در این مورد نیز ممکن است که تاثیر نوع ساختار پا بر کنترل پوسچر به علت انجام ورزش و فعالیت بدنی و تاثیر آن بر سیستم‌های دیگر چندان آشکار نباشد. از سوی دیگر با توجه به اینکه مطالعه تحقیقات نشان داده است که تعادل در اجرای بسیاری از ورزش‌ها تاثیر گذار است و مشخص شده است که هر ورزشی مستلزم سطوح خاصی از تعادل می باشد (۶). لذا با توجه به نتایج پژوهش حاضر این احتمال وجود دارد که پای صاف نه تنها تاثیر منفی بر کنترل پوسچر افراد ورزشکار ندارد بلکه ممکن است برای برخی از ورزش‌ها مزیت نیز محسوب شود. بنابراین به نظر محقق از کاربرد نام ناهنجاری برای این

1- Complex Interaction
2- Integration

وضعیت حتی المقدور در مورد افراد ورزشکار باید به دیده احتیاط نگریست. با توجه به نتایج این تحقیق به افراد دارای کف پای صاف توصیه می شود که شانس خود را جهت شرکت در فعالیت‌های ورزشی از دست ندهند و حداقل برای حفظ سلامتی خود به انجام ورزش بپردازند.

نتایج جدول۳ نیز نشان می دهد که بین میزان کارایی سیستم‌های حس عمقی، بینایی و دهلیزی افراد غیر ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد غیر ورزشکار دارای کف پای طبیعی اختلاف معنی داری وجود ندارد. با توجه به عدم تفاوت مشاهده شده درتعادل ایستای این افراد، این موضوع منطقی به نظر می رسد که تفاوت معنی دار نیز بین کارایی سیستم‌های حسی (عمقی، بینایی و دهلیزی) مشاهده نشود. همچنین به نظر نمی رسد که نوع ساختار پا تاثیری بر کارایی سیستم‌های حسی مختلف داشته باشد. هرتل و همکاران (۱) نظریه ای ارائه داده اند که بر مبنای آن کف پای صاف یا گود ممکن است درون دادهای حس عمقی ارسال شده از سوی مفصل مچ پا را مختل کند و باعث اختلال در کنترل پوسچر شود. اما نتایج تحقیق حاضر با نظریه هرتل و همکاران مغایر است به این علت که تفاوت معنی داری در کارایی حس عمقی افراد (اعم از ورزشکار و غیر ورزشکار) دارای کف پای صاف با افراد دارای کف پای طبیعی مشاهده نشد. با وجود این لازم به ذکر است که روش حاضر نیز برای آزمایش نظریه فوق دارای محدودیت می باشد زیرا با استفاده از روش حاضر، کارایی کل سیستم حس عمقی بدن ارزیابی می شود در حالیکه باید به طور جداگانه به ارزیابی حس عمقی مفصل مچ پا پرداخت. بنابراین به منظور بررسی بیشتر نظریه فوق توصیه می شود از روش‌ها و وسایل دیگری مانند الکتروگونیا متر جهت ارزیابی حس عمقی مفصل مچ پا استفاده شود.

نتایج جدول۵ نیز نشان می دهد که بین میزان کارایی سیستم‌های حس عمقی، بینایی و دهلیزی افراد ورزشکار دارای کف پای صاف با افراد ورزشکار دارای کف پای طبیعی اختلاف معنی داری وجود ندارد. با توجه به نتایج قبل در مورد عدم تفاوت بین تعادل ایستا این افراد تحت شرایط حسی متفاوت، این موضوع منطقی به نظر می رسد که تفاوت معنی دار نیز بین کارایی سیستم‌های حسی (عمقی، بینایی و دهلیزی) مشاهده نشود. لازم به ذکر است که تا کنون تحقیقی در مورد بررسی کارایی سیستم‌های حسی در مورد افراد ورزشکار یا غیر ورزشکار و یا افراد دارای کف پای صاف و طبیعی انجام نشده است. بنابر این به منظور بحث و نتیجه گیری نهایی تحقیقات بیشتری در این زمینه باید صورت پذیرد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می توان بیان داشت که کف پای صاف کنترل پوسچر را تحت تاثیر قرار نمی دهد. همچنین پای صاف موجب تفاوت کارایی سیستم‌های حسی موثر در کنترل تعادل افراد ورزشکار و غیر ورزشکار نمی شود.

تشکر و قدر دانی

از کلیه کسانی که در این تحقیق ما را یاری رساندند بویژه کلیه کارکنان آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک سپاسگزاریم.

منابع

1. Hertel J, Gay MR and Denegar CR. (2002). Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. Journal of Athletic Training. 37:129-132.

۲. ابراهیمی اسماعیل ، نوربخش محمدرضا ، بصیری شبنم، بررسی تأثیر تغییر اطلاعات حسی بر کنترل تعادل در وضعیت ایستاده در سنین مختلف، مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران، سال ۱۳۸۱، شماره ۲۱ ، صفحات ۱۷۶ ـ ۱۷۱.

3. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM and Shultz SJ. (2005). Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. Journal of Athletic Training. 40:41-46.

4. Cobb SC, Tis LL, Johnson BF and Higbie EJ. (2004). The effect of fore foot varus on postural stability. Journal of

Orthopedic Sports Physical Therapy. 34:79-85.

5. Liang-Ching Tsai, Vicki S Mercer and Michael T Gross. (2006). Comparison of Different Structural Foot Types for Measures of Standing Postural Control. Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy. Volume 36. Number 12.
6. Eadric B, Joshua C Yonker, John K and Edward M Heath. (2007). Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball .Journal of Athletic Training. 42, 23-30
7. Rong-Ju Cherng , Yung-Wen Hsu , Yung-Jung Chen and Jenn-Yeu Chen. (2007). Standing balance of children with developmental coordination disorder under altered sensory conditions. Human Movement Science. Doi. 10.1016
8. Nashner LM, Black FO, and Wall C III. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: Patients with vestibular deficits. Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience. 2, 536–544.
9. Chi-Hsuan Lin, Hsiao-Yu Lee, Jia-Jin Chen, Hsin-Min Lee and Ming-Dar Kuok. (2006). Development of a quantitative assessment system for correlation analysis of footprint parameters to postural control in children. Institute of Physics Publishing. Physiol. Meas. 27 ,119–130.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی