پژوهش در علوم ورزشی شماره ۲۳، تابستان ۱۳۸۸، صص ۱۱۲- ۹۹

تأثیر ناهنجاری ساختاری کف پای صاف و گود بر تعادل پویا در دختران نوجوان

حمیده خداویسی[۱]، دکتر مهرداد عنبریان[۲]، دکتر نادر فرهپور[۳]، اکبر سازوار[۴]، علی جلالوند[۵]

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی

۲. استادیار دانشگاه بوعلی سیناهمدان

۳. دانشیار دانشگاه بوعلی سیناهمدان

۴. مربی دانشگاه ملایر

۵. مربی دانشگاه آزاد اسلامی همدان

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۸

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی تأثیر ناهنجاری ساختاری کف پای صاف و گود بر میزان تعادل پویای دختران نوجوان بود. ۶۰ آزمودنی با میانگین سنی۰/۷±۱۳/۵ سال، قد۳/۲± ۱۵۵ سانتی‌متر و وزن ۳/۷±۴۸/۵ کیلوگرم به طور تصادفی در سه گروه کف پای صاف (۲۱ نفر) ، کف پای گود (۱۹ نفر) و کف پای طبیعی (۲۰ نفر) طبقه بندی شدند. برای مشخص کردن نوع ساختار کف پایی از روش افتادگی استخوان ناوی[۱] استفاده شد. برای سنجش تعادل پویا، دستگاه تعادل سنج بایودکس به کار برده شد. نوسانات وضعیتی آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ ثانیه روی دو سطح پایدار و ناپایدار دستگاه تعادل سنج ثبت گردید. آنالیز واریانس با داده‌های تکراری و آزمون تعقیبی توکی جهت تحلیل داده‌ها استفاده گردید ($P<0/05$). نتایج تحقیق نشان داد افراد دارای کف پای گود دارای عملکرد تعادل پویای ضعیف تری نسبت به گروه دارای کف پای طبیعی و صاف می‌باشند. از سوی دیگر، علی‌رغم عدم وجود اختلاف معنی دار روی سطح پایدار در اندازه گیری تعادل پویا در بین افراد با کف پای صاف و طبیعی، گروه برخوردار از پای طبیعی عملکرد تعادلی بهتری روی سطح ناپایدار نسبت به آزمودنی‌های گروه دارای پای صاف داشتند. بنابراین به نظر می‌رسد که قوس‌های کف پا نقش مهم تری در عملکرد تعادل هنگام قرار گرفتن روی سطوح اتکاء ناپایدارتر و یا هنگامی که تحریکات حسی– عمقی شدیدتر می‌شوند، ایفا می‌کنند. این نتایج حکایت از تأثیر نوع ساختار آناتومیکی کف پا در حفظ تعادل بدن دارد.

کلیدواژه‌های فارسی: تعادل پویا، کف پای گود، کف پای صاف، کف پای طبیعی.

[1] . Navicular - drop

مقدمه

توانایی حفظ تعادل بدن، عاملی مهم و ضروری در انجام فعالیت‌های روزمره و اجرای فعالیت‌های ورزشی می‌باشد (۹). حفظ تعادل بدن توسط سه سیستم بینایی، دهلیزی و حسی-حرکتی کنترل می‌شود (۱۱،۴و۱). ارزیابی عملکرد فرد در حفظ تعادل بدن، تحت دو شرایط ساکن و دینامیکی که طی آن بدن تحت شرایط آشفتگی و اغتشاش قرار دارد، انجام می‌گیرد (۳و۲). ارزیابی دینامیکی تعادل در مقایسه با روش استاتیکی می‌تواند استراتژی اتخاذ شده جهت کنترل بدن را به‌طور دقیق‌تر مشخص کند و همچنین نقش سیستم‌های درگیر در حفظ تعادل بدن را به‌طور منفک تعیین نماید (۸و۶).

حفظ تعادل بدن در حالت ایستاده معمولا به‌عنوان مقیاسی برای شناسایی عملکرد اندام تحتانی بدن محسوب می‌شود (۱۰و۱۱). بدن متشکل از مجموعه‌ای از بخش‌های منعطف است که به‌صورت وضعیت بدنی قائم نگاه داشته شده که در آن مرکز جرم بدن در ارتفاع بالاتری نسبت به سطح اتکا کوچکی به نام پاها قرار گرفته است. بنابراین، بدن در این وضعیت به‌طور ذاتی از ثبات و پایداری کمی برخوردار است (۱۱). با این وجود ، کف پای انسان علی رغم سطح اندک خود، نقش مهمی در حفظ تعادل بدن ایفا می‌کند. در ساختار پا، قوس‌های موجود در کف پا قادر به جذب تکانه‌ها و نیروهای وارده از زمین می‌باشند. در نتیجه افرادی که دارای قوس طبیعی در کف پا هستند، در مقایسه با آن دسته از افرادی که دارای قوس‌های کف پا طبیعی نیستند، قادرند مدت طولانی‌تری روی پا ایستاده و فعالیت حرکتی انجام دهند و دیرتر دچار خستگی شوند (۱۲و۵). از سوی دیگر، وجود ناهنجاری در ساختار کف پا می‌تواند بر عملکرد فرد در موقعیت‌های دینامیکی و حرکتی و به ویژه در جابه‌جایی بدن مؤثر باشد (۷و ۵).

در مطالعات انجام شده، این‌گونه فرض شده است که وجود هر گونه دگرگونی و یا انحراف اندک در محدوده سطح اتکا در حالت ایستاده می‌تواند بر کنترل تعادل بدن مؤثر واقع شود . بنابراین، وجود تغییر شکل و یا اختلال در ساختار طبیعی و آناتومیکی پا می‌تواند کنترل و ثبات بدن را تحت تأثیر قرار دهد (۱۰و۱۱). هرتل[1] و همکارانش در سال ۲۰۰۲ میلادی به بررسی تأثیر ناهنجاری‌های ساختاری کف پا بر تعادل ایستا پرداختند. در این مطالعه ،تعادل ایستا با استفاده از صفحهٔ نیرو سنج AMTI و بر اساس میزان انحراف مرکز فشار پاها[2] (COP) اندازه گیری شد. هرتل نشان داد که میزان انحراف مرکز فشار پا در افراد بزرگسال که دارای ناهنجاری کف پا هستند نسبت به افراد برخوردار از کف پای طبیعی بیشتر است. به

---

1. Hertel et al
2. Center Of Pressure

عبارت دیگر، افراد دارای ساختار غیر طبیعی کف پا، دارای عملکرد تعادل ضعیف تری نسبت به افراد فاقد این ناهنجاری می‌باشند (۹). کوته[1] و همکارانش در سال ۲۰۰۵ میلادی علاوه بر بررسی عملکرد تعادلی ایستا، تعادل پویا در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های کف پا را نیز مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، تعادل پویا با استفاده از آزمون تعادل گردش ستاره ای[2] اندازه‌گیری گردید و نشان داده شد که عملکرد تعادل دینامیکی در افراد با ناهنجاری‌های کف پا، ضعیف‌تر از افراد با کف پای طبیعی است (۱۰).

بر اساس تنها دو مطالعهٔ اشاره شده به بررسی تأثیر ساختار آناتومیکی پا بر حفظ تعادل بدن پرداخته اند که اشاره به نکاتی چند در رابطه با این دو مطالعه، ضروری به‌نظر می‌رسد. در تحقیق هرتل، تعادل پویا که نقش اساسی در کنترل تعادل بدن در انجام فعالیت‌های روزمره و اجرای مهارت‌های حرکتی دارد، مورد توجه قرار نگرفته است. تحقیق کوته این نقیصه را مورد توجه قرار داد و علاوه بر تعادل ایستا، به بررسی تعادل پویا نیز پرداخت، اما برای سنجش آن از یک تست میدانی به نام آزمون تعادل گردش ستاره ای استفاده کرد. از آنجایی که طول اهرم‌های اندام تحتانی می‌تواند در حفظ تعادل نقش داشته باشد، نیاز به آزمون دقیق تر می‌تواند اطلاعات دقیق تری به دست بدهد. همچنین، بررسی عملکرد تعادل دینامیکی یا پویا با بهره گیری از یک سیستم دقیق تر در شرایطی که تحت آن بتوان آزمودنی را در موقعیت‌های پایدار و ناپایدار و ایجاد اغتشاش در سطح اتکا قرار داد، قادر خواهد بود اطلاعات جزئی و دقیق‌تری را در بررسی کنترل تعادل دینامیکی بدن به دست دهد.

از سوی دیگر، با توجه به نقش تعیین‌کنندهٔ فاکتور تعادل در روند رشد و تکامل حرکتی دوران کودکی و نوجوانی، تأثیر دفورمیتی یا بدشکلی‌های ساختاری پا بر حفظ تعادل بدن در این دوران رشدی از سوی محققان مورد بررسی قرار نگرفته است. از آنجایی که ارائه برنامه‌های درمانی و اصلاحی ناهنجاری‌های کف پا در دوران کودکی و نوجوانی از اثرپذیری بهتری برخوردار است، اهمیت بررسی این موضوع را دو چندان می‌نماید. بنابراین، هدف این پژوهش بررسی تأثیر ناهنجاری‌های کف پای صاف و گود بر میزان تعادل پویا در دختران نوجوان در دامنه سنی ۱۵-۱۰ ساله بود.

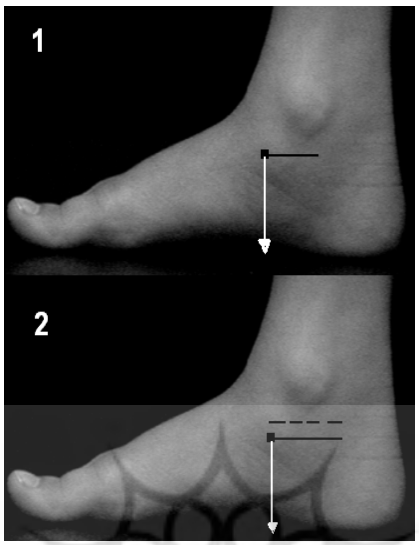
روش‌شناسی تحقیق

از بین جامعه آماری دانش آموزان دختر در مقطع راهنمایی تحصیلی شهر همدان، تعداد ۹۴۶

[1]. Cote et al
[2]. Star Excursion Balance Test

نفر به عنوان نمونه با استفاده از فرمول برآورد حجم نمونهٔ کوکران، انتخاب شدند. آزمودنی‌ها مورد بررسی و معاینه دقیق جهت مشخص شدن نوع ناهنجاری کف پا قرار گرفتند و در نهایت تعداد ۶۰ نفر از آنان با میانگین سنی۰/۷±۱۳/۵ سال، قد۳/۲± ۱۵۵سانتی‌متر و وزن ۳/۷±۴۸/۵ کیلوگرم به طور تصادفی در سه گروه کف پای صاف (۲۱ نفر) ، کف پای گود (۱۹ نفر) و کف پای طبیعی (۲۰نفر) طبقه‌بندی شدند. معیار قرارگیری هر فرد در گروه مرتبط وجود ساختار مشابه در هر دو اندام بود. هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقهٔ ابتلا به بیماری‌های عصبی-عضلانی، شنوایی، بینایی نداشتند و همچنین دارای سابقهٔ شکستگی عمل جراحی در اندام تحتانی را نبوده‌اند و فاقد هر گونه درد در ناحیه پا بوده و همچنین سابقهٔ استفاده ازکفی یا هر گونه وسیلهٔ کمکی را نداشته‌اند.

برای مشخص کردن نوع ساختار کف پایی، از روش افتادگی استخوان ناوی استفاده شده است. به این صورت که آزمودنی ضمن نشستن روی یک صندلی، کف پایش را بدون تحمل وزن روی زمین قرار می‌داد. سپس آزمونگر با لمس دو طرف استخوان قاپ یا تالوس توسط شست دست و انگشت اشاره، پای آزمودنی به آرامی به سمت داخل و خارج حرکت می‌داد به طوری‌که انگشت اشاره و شست آزمونگر در یک راستا قرار گیرد (حالت خنثی مفصل ساب تالار). در این وضعیت ابتدا زائدهٔ استخوان ناوی را علامت زده و سپس فاصلهٔ بین برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین با خط کش اندازه‌گیری می‌شد (شکل ۱، حالت ۱). سپس از آزمودنی خواسته می‌شد تا در حالت طبیعی روی پاها بایستند که ارتفاع برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین دوباره اندازه‌گیری شود. اختلاف بین دو اندازه‌گیری به میلی متر محاسبه و به عنوان میزان افتادگی استخوان ناوی در نظر گرفته می‌شد (شکل ۱ حالت ۲). با توجه به نتیجهٔ حاصله، اگر اختلاف به‌دست آمده بین ۵ تا ۹ میلی‌متر باشد، کف پای فرد طبیعی در نظر گرفته می‌شود. اما اگر اختلاف بیش از ۱۰ میلی متر باشد کف پای فرد صاف، و کمتر از ۴ میلی متر، کف پای فرد گود است (۱۱). روش اندازه گیری افتادگی استخوان ناوی، به عنوان یک روش کلینیکی معتبر در تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته است (۰/۷۲ و ۰/۸۲ به ترتیب برای پای چپ و راست ICC=) (۱۵).



شکل ۱. روش اندازه‌گیری نوع ساختار کف پا(افتادگی استخوان ناوی). ۱) فاصلهٔ بین برجستگی استخوان ناوی را تا سطح زمین در وضعیت خنثی مفصل ساب تالار ، ۲) فاصلهٔ بین برجستگی استخوان ناوی را تا سطح زمین در وضعیت ایستاده روی پاها

مساحت کف پا، از روش اثر کف پا روی کاغذ آغشته به پودر جوهر محاسبه شده است. برای ارزیابی تعادل پویا از دستگاه تعادل سنج داینامیکی بایودکس[1] استفاده شد. این دستگاه با درجهٔ اعتبار۰/۹۵-۰/۵۹=ICC، شامل یک صفحهٔ دایره‌ای مدرج است که روی یک گوی بزرگ شامل چند سنسور قرار دارد و می‌تواند به راحتی در جهت‌های مختلف نسبت به وضعیت افقی، تغییر حالت یابد (۱۳).

در بررسی میزان نیروی ناشی از وزن بر سطوح کف پاها در وضعیت تعادل دینامیکی، ابتدا آزمودنی در وضعیت مورد نظر روی صفحهٔ تعادل سنج استقرار می‌یافت به طوری که مرکز فشار پاهای او، با مرکز مختصات صفحه تعادل منطبق باشد و صفحه در حالت کاملا افقی قرار می‌گرفت. متناسب با واکنش‌های فرد در حین استقرار وی ، صفحه زیر پای فرد حرکت می‌کرد و نقطهٔ اثر نیروی ثقل فرد را به خارج از دایره منتقل می‌نمود. در این حال فرد بایستی تلاش می‌کرد که به طور دینامیکی، مرکز ثقل خود را همواره روی مرکز دایره (مرکز محور مختصات

[1]. Biodex Stability System (Biodex Inc. Shirley, NY)

صفحه تعادل سنج) منطبق سازد. در این دستگاه، سفتی صفحهٔ تعادل سنج در ۸ وضعیت مختلف (۱ تا۸) قابل تنظیم می‌باشد. در وضعیت ۸، صفحه نسبتاً سفت (سطح نسبتا پایدار) است و حساسیت آن به تغییرات مرکز ثقل کم می‌باشد؛ در حالی که در درجه ۱ (سطح ناپایدار)، سفتی صفحه به حداقل رسیده و به کوچک‌ترین جابه‌جایی مرکز ثقل صفحه حساسیت نشان می‌دهد. صفحهٔ تعادل سنج دارای نواحی چهار گانه (I, II, III, IV) است. نواحی چهارگانه به ترتیب محل استقرار: پنجهٔ پای راست در ربع اول (I)، پنجهٔ پای چپ درربع دوم (II) ، پاشنهٔ پای چپ در ربع سوم (III) و پاشنهٔ پای راست در ربع چهارم (IV) است. جهت تعیین جای قرارگیری پاها و نحوهٔ استقرار آزمودنی از او خواسته می‌شد که روی صفحهٔ تعادل‌سنج طوری بایستد که پاشنه پاها به اندازه ۱۰ درصد طول قد از هم فاصله داشته و هر یک به اندازه ۱۵ درجه به خارج متمایل باشند (شکل ۲). در این وضعیت، عملکرد تعادلی هر آزمودنی روی دو سطح پایدار (سطح ۸) و ناپایدار (سطح ۲) در موقعیت‌های چشم بسته و چشم باز، به مدت ۲۰ ثانیه در جهات قدامی-خلفی (AP)، داخلی-خارجی(ML) و وضعیت کلی(OA) اندازه گیری شد (۳). هر تست سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار با ۲ دقیقه استراحت بین هر تکرار به‌عنوان نمرهٔ فرد ثبت گردید (۱۳).

شکل ۲. نحوهٔ قرار گیری کف پاآزمودنی روی صفحهٔ تعادل سنج

اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS با Version یازده تجزیه و تحلیل شد. در این پژوهش از آزمون آنالیز واریانس با داده‌های تکراری (ANOVA with repeated measure) و

آزمون تعقیبی توکی برای اندازه‌گیری اختلاف بین گروه‌ها در متغیرهای تحقیق استفاده شد (P<۰/۰۵).

یافته‌های تحقیق

جدول (۱) میانگین و انحراف استاندارد مساحت کف پایی گروه‌های شرکت‌کننده کف پای طبیعی، صاف و گود را نشان داده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اختلاف معنی داری در مساحت کف پایی هر سه گروه با کف پای صاف، طبیعی و گود به دست آمد به طوری که کف پای صاف، بیشترین مساحت کف پایی و کف پای گود، کمترین مساحت کف پایی را داشتند. آزمودنی‌ها در سه گروه در متغیرهای قد، وزن، و سن اختلاف معناداری نداشتند.

جدول ۱ . میانگین و انحراف استاندارد مساحت کف پایی در گروه‌های شرکت کننده در تحقیق

متغیر آنتروپومتریکی	کف پای طبیعی	کف پای صاف	کف پای گود	ارزش P بین گروه		
				گود و صاف	گود و طبیعی	طبیعی و صاف
مساحت کف پایی (سانتی متر مربع)	۸۵±۰/۹	۹۷±۱/۱	۷۲±۱/۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰

جدول (۲) میانگین و انحراف استاندارد مربوط به انحرافات پاسچری را در وضعیت چشم باز، بسته، در جهات ML،AP،Total در بین سه گروه با کف پای طبیعی، صاف و گود در سطح پایدار و ناپایدار نشان می‌دهد. یافته‌ها در وضعیت‌های مختلف بینایی ، افزایش درجهٔ انحرافات پاسچری گروه‌های صاف و گود در مقایسه با گروه پای طبیعی را نشان داده است. اما از نقطه نظر آماری، اختلاف در انحرافات پاسچری در هر سه جهت ML.AP.Total در بین دو گروه کف پای طبیعی و کف پای صاف معنی‌دار نبود (P=۰/۹۹). ولی اختلاف در انحرافات پاسچری بین گروه‌های کف پای گود و طبیعی (P=۰/۰۰۲) و نیز بین گروه کف پای صاف و گود (P=۰/۰۰۳) معنی‌دار بود.

با ناپایدار شدن سطح اتکا در وضعیت‌های مختلف بینایی (چشم باز و چشم بسته) در هر سه جهت (ML.AP.OA)، میزان انحرافات از گروه کف پای طبیعی به گروه کف پای صاف و از

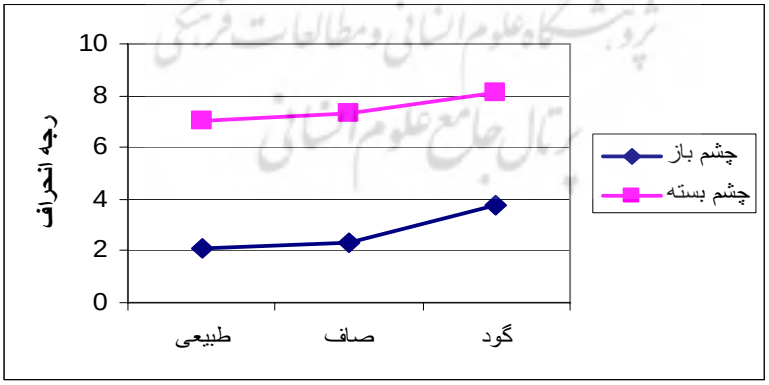
گروه کف پای صاف به گروه کف پای گود افزایش می‌یابد و این اختلافات در بین هر سه گروه کف پای طبیعی ، صاف و گود معنادار بود (P<۰/۰۵) (جدول۲).

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد انحرافات پاسچری در گروه‌های شرکت‌کننده در تحقیق اختصارات:

AP= Antero-posterior و ML =Medio-lateral ، OA= Overall

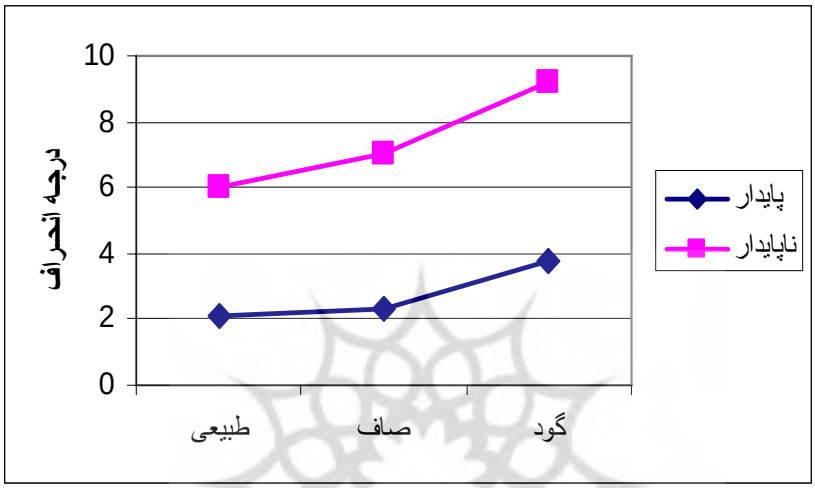
وضعیت	گروه	درجه انحراف درسطح پایدار			درجه انحراف درسطح ناپایدار		
		OA	AP	ML	OA	AP	ML
چشم باز	طبیعی	۱/۹±۰/۴	۱/۱±۰/۳	۰/۴±۰/۸†	۳/۸±۱/۳	۱/۳±۴/۱¤†	۰/۹±۲/۹¤†
	صاف	۲/۰±۲/۷*	۰/۷±۱/۹*	۰/۸±۱/۶*	۱/۶±۶/۱*¤	۱/۵±۵/۲*¤	۱/۸±۴/۲*¤
	گود	۳/۹±۴/۹*†	۲/۹±۳/۶*†	۲/۸±۳/۱*†	۲/۲±۸/۵*†	۱/۷±۷/۲*†	۱/۹±۶/۲*†
چشم بسته	طبیعی	۷/۴±۵/۳	۴/۵±۱/۲†	۳/۸±۱/۰†	۸/۲±۱/۹†	۶/۹±۱/۶†	۵/۵±۱/۷†
	صاف	۷/۴±۱/۳	۵/۸±۱/۴	۴/۱±۱/۰	۱/۶±۲/۰۸*	۷/۴±۱/۱*	۶/۴±۰/۷*
	گود	۸/۰۶±۱/۷	۷/۴±۱/۲†	۴/۵±۱/۱†	۱۱/۴±۲/۷*†	۹/۵±۲/۴*†	۷/۲±۲/۶*†

نتایج به دست آمده از تحلیل آماری نشان داد که بین عامل ثبات سطح اتکا و بینایی تأثیر متقابل وجود دارد (P=۰/۰۴۰ , F۵۶،۵۷= ۳/ ۴۰۲). در سطح پایدار به‌طور کلی تفاوت معنی‌داری بین وضعیت‌های چشم باز و بسته در هر سه گروه دیده شد (P=۰/۰۰۱) (نمودار۱).



نمودار ۱. درجهٔ انحرافات سه گروه کف پای طبیعی، صاف و گود در وضعیت‌های چشم باز و بسته در وضعیت OA

همان‌طور که نمودار ۲ نشان می‌دهد، هر سه گروه با ناپایدار شدن سطح اتکا افزایش قابل توجهی در میزان انحرافات داشتند. اما در این بین گروه کف پای گود نسبت به دو گروه کف پای صاف و طبیعی بیشتر دچار انحراف شده است (P=۰/۰۰۱).

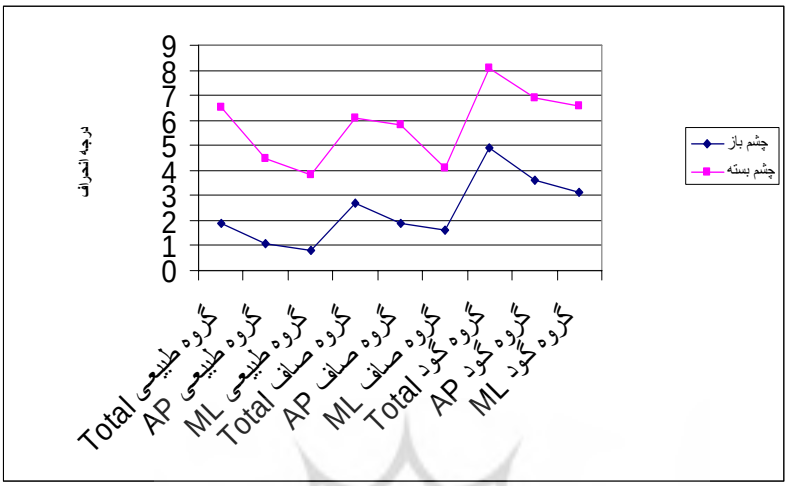


نمودار ۲. درجهٔ انحرافات سه گروه کف پای طبیعی، صاف و گود در سطح اتکای پایدار و ناپایدار

با توجه به نمودار ۳، درجهٔ انحراف پاسچری گروه کف پای طبیعی در وضعیت چشم بسته در هر دو جهت AP و ML بیشتر از چشم باز است و بین جهات AP و ML در گروه طبیعی در وضعیت چشم باز و بسته تفاوتی دیده نمی‌شود؛ یعنی با حذف بینایی (بستن چشم) در افزایش انحرافات پاسچری در جهات AP و ML در گروه کف پای طبیعی اثر یکسانی داشته است.

در گروه کف پای صاف، افزایش مختصری در درجهٔ انحرافات نسبت به گروه طبیعی دیده شده، ولی این از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (P=۰/۲۱). درجهٔ انحراف پاسچری گروه کف پای صاف در چشم بسته نسبت به چشم باز در جهت AP بیشتر از جهت ML بود.

درجهٔ انحراف گروه کف پای گود به طور واضحی نسبت به گروه صاف و طبیعی بیشتر بوده که این افزایش در وضعیت OA بیشتر محسوس بوده است. درجهٔ انحراف پاسچری گروه کف پای گود در چشم بسته نسبت به چشم باز در جهت ML نسبت به جهت AP، بیشتر بود.



نمودار ۳. تعامل بین عامل جهت و بینایی و گروه‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق ، شناسایی اثرات ناهنجاری‌های ساختاری کف پا، مشتمل بر کف پای صاف و گود بر ویژگی‌های تعادل پویا در دختران نوجوان ۱۵-۱۰ ساله بود. نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به کم بودن مساحت کف پای گروه گود نسبت به سایر گروه‌ها، مساحت کف پا می‌تواند به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در کنترل تعادل ضعیف‌تر در افراد با پای گود مطرح شود. به عبارت دیگر، تشکیل سطح اتکا در تعامل با سایر متغیرها می‌تواند در کنترل تعادل نقش مؤثر داشته باشد. در بررسی ادبیات پیشینه مرتبط با کنترل پاسچر و نوع ساختار پا (۹ و ۱۰)، متغیر مساحت کف پایی به عنوان عامل تأثیرگذار در تعادل، مورد توجه قرار نگرفته است. بنابراین، به منظور مطالعهٔ دقیق‌تر تأثیر ساختار آناتومیکی پا روی حفظ تعادل بدن، نیاز به کنترل سطح کف پا که در سطح اتکاء ایجاد شده مؤثر است ضروری به‌نظر رسد.

فرض محققان بر این است که دلیل اختلاف در کنترل پاسچر افراد دارای پای گود، مربوط به کاهش سطح تماس پا با زمین و در پی آن سطح اتکاء کمتر و نوسانات بیشتر می‌باشد و یا شاید افزایش این نوسانات به دلیل کاهش میزان داده‌های رسیده از گیرنده‌های پوستی کف پا باشد. به عبارت دیگر، در سطح بزرگ‌تر ایجاد شده توسط پاها، گیرنده‌های کف پایی بیشتری درگیر حفظ تعادل بدن می‌شوند. در مطالعه انجام شده توسط مایر [1] در سال ۲۰۰۴ نشان داد

[1]. Meyer

که با ایجاد بی‌حسی در کف پا، نوسانات بدن بیشتر می‌شود. در این تحقیق، بی‌حسی در قسمت جلویی پا باعث بیشتر شدن نوسانات در جهت داخلی-خارجی شد و بی‌حسی در کل کف پا نوسانات را در جهت قدامی-خلفی افزایش داد (۱۶). تحقیق وانگ[1] و لین[2] در سال ۲۰۰۸ نیز نشان داده است که نقص در گیرنده‌های کف پایی، باعث افزایش نوسانات بدن می‌شود و در نتیجه کنترل پاسچر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۷). به طور کلی به نظر می‌رسد با کاهش و نقص در گیرنده‌های مکانیکی کف پا، به نوعی کنترل پاسچر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بنابر این، مساحت کف پا در کاهش سطح تماس پا با زمین و در نتیجه کاهش درگیری گیرنده‌های کف پایی می‌تواند برحفظ تعادل مؤثر باشد. این متغیر برای اولین بار در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است که می‌تواند در مطالعات کنترل تعادل و به‌ویژه در رابطه با دفورمیتی‌های ساختار پا مورد توجه قرار گیرد.

در وضعیت‌های ایستادن روی پاها در حالت‌های مختلف بینایی، عملکرد تعادل در وضعیت چشم بسته نسبت به وضعیت چشم باز ضعیف تر است که این امر اثر عامل بینایی را به عنوان یکی از عوامل اصلی در حفظ تعادل بدن مورد تأیید قرار می‌دهد. نتیجهٔ به‌دست آمده با نتایج تحقیقات پیشین، به عنوان مثال مطالعه تروپ و همکارانش (۱۴) همخوانی دارد.

از سوی دیگر، نتایج این تحقیق تفاوت محسوس نقش بینایی در حفظ تعادل را در بین آزمودنی‌های گروه‌های کف پای طبیعی، صاف و گود نشان داده است. بدین‌گونه که پایداری و حفظ تعادل گروه کف پای گود نسبت به دو گروه دیگر به‌ویژه در زمانی که فرد روی سطح پایدار قرار گرفته است، هنگام بستن چشم در مقایسه با زمانی که چشم‌ها باز است کمتر دچار انحرافات پاسچری می‌شود. این امر در واقع می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که افراد با ساختار کف پای گود، کمتر از حس بینایی خود برای حفظ تعادل کمک می‌گیرند و بیشتر از طریق عملکرد حسی-حرکتی برای حفظ تعادل استفاده می‌کنند. این در حالی است که گروه کف پای طبیعی با بستن چشم در مقایسه با زمانی که چشم‌ها باز هستند، بیشتر دچار نوسان می‌شوند. این نتایج نشان‌دهندهٔ این است که بینایی در حفظ تعادل در گروه کف پای طبیعی نقش بارزتری نسبت به دو گروه دیگر دارد. به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که گروه کف پای طبیعی، بیشتر از حس بینایی برای حفظ تعادل استفاده می‌کند تا عملکرد حسی- حرکتی و گیرنده‌های موجود در کف پا. اهمیت و میزان استفاده از اطلاعات سیستم حسی-عمقی در حفظ تعادل بدن زمانی آشکارتر

---

[1]. Wang
[2]. Lin

یافته‌های تحقیق حاضر همچنین نشان داده است که عملکرد تعادلی افراد در وضعیت‌های متفاوت و سطوح مختلف می‌تواند تحت تأثیر ساختار کف پا قرار گیرد. در این مورد علی‌رغم اینکه تحقیق حاضر، از یک سیستم اندازه‌گیری حفظ تعادل بدن متفاوت در مقایسه با تحقیقات پیشین استفاده کرده است، اما نتایج به‌دست آمده با یافته‌های تحقیقات هرتل و کوته (۱۰و۱۱) که از تست میدانی استفاده کرده اند همخوانی دارد. بر اساس نتایج حاصله، افراد هر سه گروه با تغییر سطح اتکا از وضعیت پایدار به ناپایدار و ایجاد آشفتگی در محل استقرار، با نوسانات پاسچری بیشتری مواجه می‌گردند که این امر طبیعی است. اما افراد با پای گود وضعیت ضعیف‌تری نسبت به افراد دو گروه دیگر از خویش بروز داده‌اند. این در حالی است که گروه دارای کف پای نرمال در وضعیت بهتری نسبت به دو گروه دیگرآزمودنی‌ها بوده‌اند. در وضعیت ناپایدار و دینامیکی با دستکاری اطلاعات بینایی (بستن چشم‌ها)، افراد با ناهنجاری‌های کف پا و به‌ویژه آن دسته که دارای پای گود هستند، علی‌رغم دارا بودن نوسانات بیشتر نسبت به گروه طبیعی در مقایسه با وضعیت مشابه در سطح پایدار اختلاف کمتری با وضعیت چشم باز دارا می‌باشند. این امر می‌تواند مبین این امر باشد که در وضعیت‌های ناپایدار و دینامیکی، افراد با ناهنجاری ساختاری پا، سیستم حسی-حرکتی را بیشتر در گیر کرده‌اند تا با وضعیت نامتعادل به‌وجود آمده در اثر آشفتگی مقا بله کنند، تا بدین وسیله از سقوط ممانعت به عمل آورند. نتایج حاصله با مبانی مطرح شده در چگونگی کنترل پاسچر در افراد سالم در مقایسه با افراد بیمار و مبتلا به ناهنجاری‌های اسکلتی که بیشتر از سیستم‌های بینایی و دهلیزی استفاده می‌کنند، همخوانی دارد.

به طور کلی، بنابر یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که ساختار کف پا هم می‌تواند در عملکرد تعادل پویا مؤثر باشد. از آنجایی که ساختار آناتومیکی کف پا می‌تواند به عنوان یک متغیر اثرگذار روی عملکرد تعادلی نقش داشته باشد، مد نظر دادن آن در مطالعات مرتبط با کنترل پاسچر ضروری به نظر می‌رسد. البته این امر در بررسی عملکرد تعادلی افراد در سنین کودکی و نوجوانی، با توجه به اهمیت کنترل تعادل در این دوران رشدی بیشتر اهمیت پیدا کرده است و می‌تواند در برنامه حرکات اصلاحی و درمانی اثرگذاری بیشتری داشته باشد. بررسی نقش ساختار کف پا در حفظ تعادل نوجوانان، برای اولین بار در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است. همچنین این تحقیق، برای نخستین بار از دستگاه تعادل سنج داینامیکی

بایودکس به عنوان یک سیستم معتبر بررسی تعادل پویا در دو سطح پایدار و ناپایدار در افراد با ساختار متفاوت کف پا استفاده کرده است. با توجه به نتایج حاصله، در مقایسه با مطالعات قبلی مشابه می‌توان از آن به عنوان یک روش معتبر در بررسی عملکرد تعادلی در نوجوانان بهره جست . در نتیجه گیری کلی ، این تحقیق نشان داده است که کنترل پاسچر در نوجوانان می‌تواند تحت تأثیر نوع ساختار کف پا قرار گیرد. این تحقیق علاوه بر اینکه نتایج مفیدی در زمینهٔ عملکرد تعادل پویای افراد با ساختار متفاوت کف پا نشان داده است، چالش جدیدی را نیز برای بررسی‌های دقیق‌تر کلینکی حفظ تعادل در آینده ایجاد می‌نماید.

منابع:

1- Allum JH, Hongger F and Schicks H. (1993). Vestibular proprioceptive modulation of postural synergies in normal subjects. Vestibular. Res18: 59-85.

2- Baier M, Hopf T.(1998) Ankle orthoses effect on single-limb standing balance in athletes with functional ankle instability. Arch Phys Med Rehabil.. 79: 939-944.

3- Bronstein A. (2003) Posturography. In: Luxon L, Furman JM, Martin: A, Stephens D, editors. Textbook of audiological medicine.London,Martin Dunit. Pages: 747-759.

4- Bryan LR; Kevin MG (2000). Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing, Athl Train. 35: 19-27.

5- Bonnie Y San T. Mphil;ming Z,Yu -B F Boone DA, Mphil CP (2000) Quantitative comparison of plantar foot shapes under different weight-bearing conditions. J Rehabil Research & Develop. 40 : 517-526.

6- Carolyn A Emery. J David C, Terry P K.Rhonda, J R Brian RH.(2005). Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. Phys Ther. 85 : 5-18.

7- Dwyer FC. (1975) The present status of the problem of pes cavus. Clinical Orthopaed. 06: 254-75.

8- Guskiewicz KM, Perrin DH. (1996) Research and clinical applications of assessing balance. J Sport Rehabil. 24 : 45–63.

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

10- Karen P C, Michael E B, II, Bruce M Gansneder, and Sandra JS; (2005) Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. J Athl Train. 40: 41–46.

11- Nashner LM, Black FO, Wall C III. (1982) Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. J Neurosci. 12 : 536–544 .

12- Razeghi M and Batt ME. (2004). Foot type classification : a critical review of current methods. Gait and Posture. 15: 282-291.

13- Schmitz RJ and Arnold BL (1998).Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the Biodex Stability System. J Sport Rehabil. 23: 95-101.

14- Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. (1985) Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. Int J Sports Med. 19 : 180–182.

15- SmithJ,Szczerba JE, Anold BL, Perrin DH, Martin DE. (1997) Role of hyperpronation as a possible risk factor for anterior cruciate ligament injuries. J Athl Train. 32:25-28