

## اثر درجات مختلف صافی کف پا بر تعادل ایستا و پویای پسران نوجوان

هادی فقیهی<sup>۱</sup>، حبیبه نظری<sup>۲</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** حفظ تعادل در فعالیت‌های روزمره و عملکردهای مطلوب ورزشی لازم و ضروری می‌باشد. هدف پژوهش حاضر، مقایسه تعادل پویا و ایستای پسران دارای درجات مختلف ناهنجاری کف پای صاف با گروه کنترل می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش نیمه تجربی ۳۴ نفر دانش آموز پسر در دامنه سنی ۱۴-۱۸ سال با درجات مختلف صافی کف پاویه صورت در دسترس انتخاب و در سه گروه کنترل (۱۰ نفر با میانگین سن  $16/0 \pm 0/94$  سال، قد  $172/70 \pm 6/73$  سانتی‌متر، وزن  $57/5 \pm 7/45$  کیلوگرم) گروه با افت ناوی کم (۱۴ نفر با میانگین سن  $15/5 \pm 0/65$  سال، قد  $169/57 \pm 8/37$  سانتی‌متر، وزن  $60/78 \pm 12/14$  کیلوگرم) و گروه با افت ناوی شدید (۱۰ نفر با میانگین سن  $15/10 \pm 1/19$  سال، قد  $158/20 \pm 8/29$  سانتی‌متر، وزن  $46/70 \pm 11/14$  کیلوگرم) سازماندهی شدند. آزمودنی‌ها هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی در اندام تحتانی، آسیب سر و بیماری‌های مؤثر بر تعادل را نداشتند. آزمودنی‌ها براساس شاخص افت ناوی در این گروه‌ها دسته‌بندی شدند. تعادل پویا و ایستا به ترتیب با آزمون تعادلی ستاره (SEBT) و تست لک لک ارزیابی شدند. نتایج با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ تحلیل شدند. سطح معناداری برابر  $0/05$  در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های این پژوهش نشان داد که دو گروه دارای ناهنجاری کف پای صاف در مقایسه با گروه کنترل تعادل کمتری داشتند ولی بین دو گروه کف پای صاف در هیچ یک از مقایسه‌ها اختلاف معناداری مشاهده نشد. **نتیجه گیری:** تحقیق حاضر نشان داد که وجود ناهنجاری کف پای صاف، عاملی مؤثر در کاهش تعادل به شمار می‌آید، ولی افزایش مقدار صافی کف پا باعث کاهش بیشتر تعادل در این پژوهش نشد.

**کلمات کلیدی:** قوس کف پا، تعادل، ناهنجاری اسکلتی، کف پای صاف.

۱. کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی دانشگاه خوارزمی تهران hadifaghini438@yahoo.com

۲. کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی دانشگاه تهران

## مقدمه

حفظ تعادل و کنترل پاسچر از مهمترین وظایف سیستم حرکتی انسان است. فرارگرفتن در وضعیت‌های متفاوت بدنی و ایجاد حرکات هماهنگ و مؤثر نیازمند حفظ تعادل و کنترل پاسچر است. برای حفظ تعادل سیستم‌های گوناگونی نظیر سیستم عصبی مرکزی، گیرنده‌های دهلیزی، سیستم بینایی، گیرنده‌های حس عمقی و سیستم عضلانی اسکلتی باید به صورت یکپارچه با هم عمل کنند. نقص یا اختلال در هر یک از این سیستم‌ها می‌تواند باعث کاهش عملکرد تعادلی افراد شود (۱،۲،۳،۴،۵،۶).

ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی یکی از عواملی هستند که می‌توانند باعث بروز ضعف در کنترل پاسچر افراد شوند. پژوهش‌های بسیاری اثر منفی ناهنجاری بر کنترل پاسچر را نشان داده‌اند (۸) در وضعیت ایستاده یا به عنوان اولین عضو بدن که با محیط اطراف در تماس است، نقشی اساسی در کنترل پاسچر و شناسایی عملکرد اندام تحتانی بدن دارد (۳،۸). از آنجا که تعادل در حالت ایستاده در زنجیره‌ی حرکتی بسته حفظ می‌شود و به باز خورد ادغام شده‌ی حرکات مفاصل لگن، زانو و مچ پا متکی است، تعادل ممکن است در اثر اختلال در اطلاعات حسی یا اختلال در قدرت و استحکام مکانیکی هر یک از مفاصل یا ساختار متعلق به اندام تحتانی مختل شود. همچنین با توجه به اینکه پا پایین‌ترین قسمت این زنجیره را تشکیل می‌دهد، به نظر می‌رسد تغییرات بیومکانیکی کوچک در محدوده‌ی سطح اتکا ممکن است تعادل را تحت تأثیر قرار دهد (۹). قوس‌های موجود در کف پا، تکان‌ها و نیروهای وارده از زمین را جذب می‌کند، در نتیجه افراد با قوس طبیعی در کف پا، در مقایسه با افراد بدون قوس طبیعی در کف پا مدت طولانی‌تری روی پا می‌ایستند و دیرتر خسته می‌شوند (۱۰،۱۱). اهمیت گیرنده‌های کف پای و ساختار طبیعی قوس کف پا در کنترل پاسچر به اثبات رسیده است (۳).

پژوهش‌های گوناگون اثر کف پای صاف به عنوان یکی از رایج‌ترین ناهنجاری‌های ناحیه‌ی پا بر تعادل را بررسی کرده‌اند. در مطالعه‌ای که هرتل<sup>۱</sup> و همکارانش که با استفاده از صفحه نیروسنج AMTI و بر اساس میزان انحراف مرکز فشار پاها به بررسی تأثیر ناهنجاری‌های ساختاری کف پا بر تعادل ایستا پرداختند، نشان داد که میزان انحراف مرکز فشار پا در افراد بزرگسالی که دارای ناهنجاری کف پا هستند نسبت به افراد برخوردار از کف پای طبیعی بیشتر است (۹). کوته<sup>۲</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۵ میلادی عملکرد تعادلی ایستا و پویا را در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های کف پا مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، تعادل پویا با استفاده از آزمون گردش ستاره اندازه‌گیری گردید و نشان داده شد که عملکرد تعادل پویا در افراد با ناهنجاری‌های کف پا، ضعیف‌تر از افراد با کف پای طبیعی است (۸). آرنولد<sup>۳</sup> و همکاران در پژوهشی که روی فوتبالیست‌ها انجام شد، گزارش کردند که هرچه اندازه قوس کف پای کمتر باشد، توانایی‌هایی مثل استقامت قلبی-تنفسی، تعادل و توان ورزشکار کاهش می‌یابد (۱۲). در پژوهشی

<sup>1</sup> - Hertel

<sup>2</sup> -Cote

<sup>3</sup> - Arnold

دیگر تی‌سای<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که افراد دارای پای صاف یا گود، کنترل پاسچر ضعیف‌تری نسبت به افراد با پای طبیعی دارند (۱۳).

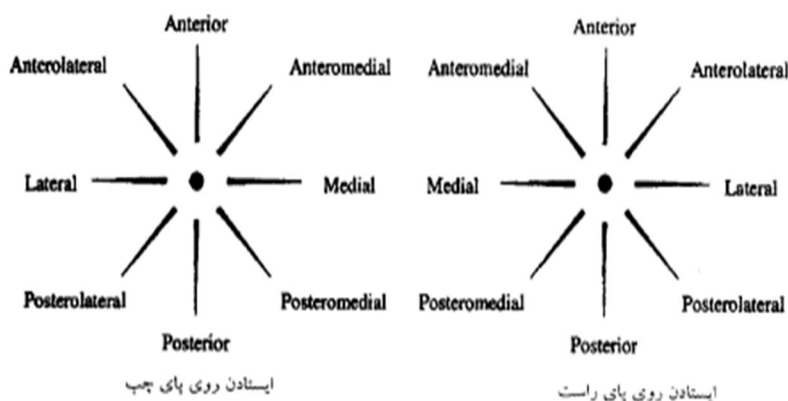
از آنجایی که ارائه برنامه‌های درمانی و اصلاحی ناهنجاری‌های کف پا در دوران کودکی و نوجوانی از اثرپذیری بهتری برخوردار است، اهمیت درک اثر ناهنجاری بر این گروه سنی مهم است. با وجود این اثر شدت ناهنجاری بر تعادل کودکان و نوجوانان مورد بررسی قرار نگرفته است. به عبارت دیگر اینکه چه سطحی از ناهنجاری بر تعادل اثر منفی دارد و اینکه آیا درجات مختلف کف‌پای صاف به شکل متفاوتی بر تعادل اثر گذارند مشخص نیست. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی اثر درجات مختلف کف‌پای صاف بر تعادل ایستا و پویای پسران نوجوان بود.

## روش شناسی

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد. ۳۴ نفر از دانش‌آموزان مقطع دبیرستان شهرستان استهبان در دامنه سنی ۱۴-۱۸ سال با درجات مختلف صافی کف پا و به صورت در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها با امضاء فرم رضایت‌نامه تمایل خود را مبنی بر شرکت در طرح پژوهشی اعلام کردند. برای مشخص کردن نوع ساختار کف پای، از روش افتادگی استخوان ناوی استفاده شده است. به این صورت که آزمودنی ضمن نشستن روی یک صندلی، کف پا را بدون تحمل وزن روی زمین قرار می‌داد. سپس آزمون‌گر با لمس دو طرف استخوان قاپ، پا را در وضعیتی قرار می‌داد که حالت خنثی در مفصل ساب تالار ایجاد شود. در این وضعیت ابتدا برجستگی استخوان ناوی را علامت زده و سپس فاصله بین برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین با متر نواری اندازه‌گیری می‌شد. 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 میلی‌متر محاسبه و به عنوان میزان افتادگی استخوان ناوی در نظر گرفته شد (۳). آزمودنی‌ها با توجه به میزان افت ناوی در دو حالت با و بدون تحمل وزن در سه گروه دسته‌بندی شدند. میانگین افت ناوی هر دو پا به عنوان شاخص گروه‌بندی استفاده شد. آزمودنی‌هایی با افت ناوی ۰ تا ۱/۴ سانتی‌متر در گروه ۱، افت ناوی ۱/۵ تا ۲/۴ سانتی‌متر در گروه ۲ و افت ناوی ۲/۵ سانتی‌متر به بالا در گروه ۳ قرار گرفتند (جدول ۲). پس از گروه‌بندی، قد و وزن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۱). این آزمون دارای اعتبار لازم برای سنجش مقدار پرونیشن پا می‌باشد (۱۴). همچنین پیک کانوآ و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کرده‌اند این روش، آزمونی پایا برای اندازه‌گیری پرونیشن پا و شاخصی معتبر برای نمایه‌های رادیولوژیک ارتفاع قوس است (۱۵). برای ارزیابی تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها به ترتیب آزمون تعادل رامبرگ و آزمون ستاره استفاده شد. برای تعیین پای برتر از آزمودنی خواسته شد توپی را شوت کند و پای که شوت فوتبال بوسیله آن اجرا می‌شد، پای برتر در نظر گرفته شد (۱۶). برای اجرای تست تعادل رامبرگ از آزمودنی‌ها خواسته شد در حالی که کف دست‌ها روی تاج لگن خاصره و کف یکی از پاها روی بخش داخلی زانوی دیگر قرار گرفته، روی پنجه‌ی پای که روی زمین قرار دارد بلند شوند و تعادل خود را تا زمانی که می‌توانند حفظ کنند (۱۷). برای تمام آزمودنی‌ها توضیحات لازم در خصوص چگونگی اجرای آزمون داده شد. در صورت گام برداری یا بر هم خوردن وضعیت اولیه‌ی فرد به هر شکلی، زمان برای آزمودنی متوقف می‌شد و این زمان به عنوان رکورد فرد ثبت می‌شد. آزمودنی‌ها با هر پا سه بار آزمون

<sup>۱</sup> - Tsai  
۲-Picciano

را انجام دادند و میانگین سه تلاش به عنوان رکورد هر فرد ثبت شد. ترتیب داده‌گیری از هر پا برای آزمودنی‌های مختلف به صورت تصادفی اجرا شد. برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون گردشی ستاره استفاده شد. برای اجرای آزمون از آزمودنی‌ها خواسته شد در مرکز چهار خط متقاطع که در هشت جهت امتداد یافته بود قرار گیرند. شبکه‌ای با ۸ خط در جهات مختلف با زاویه ۴۵ درجه نسبت به هم با استفاده از نوار چسب، ۸ مترنوازی و یک نقاله بر روی سطح زمین مشخص شد. جهت‌های این خطوط به ترتیب قدامی، قدامی-خارجی، خارجی، خلفی-خارجی، خلفی، خلفی داخلی، داخلی-قدامی-داخلی بود (شکل ۱). از آزمودنی خواسته شد در حالی که یک پا در مرکز تقاطع قرار دارد با نوک پنجه‌ی پای دیگر دورترین فاصله‌ی ممکن در جهات مختلف را نشان دهد. آزمودنی بعد از هر کوشش و تغییر جهت به وضعیت ایستادن بر روی دو پا قرار گرفت. پیش از انجام کوشش بعدی به مدت ۳ تا ۴ ثانیه استراحت و بعد از هر دور کامل هشت جهت، یک دقیقه استراحت کردند. ترتیب اجرا در جهات مختلف آزمون ستاره برای هر آزمودنی به شکل تصادفی بود. در هر تلاش آزمودنی با هر پا در هشت جهت این عمل را تکرار می‌کرد. در مجموع سه تلاش قابل قبول برای هر پا در هر جهت ثبت شد. در صورتی که آزمودنی وزن خود را روی پای متحرک انتقال می‌داد آن تلاش تکرار می‌شد. به منظور همسان‌سازی داده‌ها رکورد هر فرد در هر جهت بر طول پای فرد (فاصله‌ی بین تروکانتر بزرگ و قوزک خارجی) تقسیم و حاصل در ۱۰۰ ضرب شد (۱۰). میانگین هر هشت جهت به عنوان داده‌ی مجموع در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بوسیله‌ی نرم‌افزارهای SPSS<sup>22</sup> و اکسل نسخه‌ی ۲۰۱۳ صورت گرفت. به منظور مقایسه داده‌ها از روش آماری آنالیز واریانس چند متغیره (MANOVA) استفاده شد و سطح معناداری برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.



شکل ۱. نحوه انجام آزمون ستاره

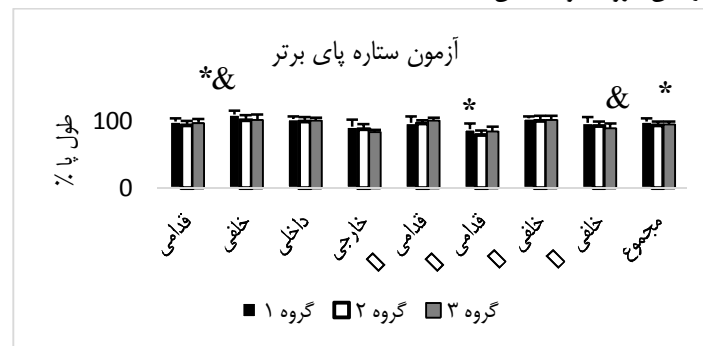
#### یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، وزن، قد آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده‌است.

#### جدول ۱- مشخصات فردی آزمودنی‌ها (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)

تعداد	سن (سال) (SD) میانگین	قد (سانتی متر) (SD) میانگین	وزن (کیلوگرم) (SD) میانگین
گروه ۱	۱۶/۰۰ (۰/۹۴)	۱۷۲/۷۰ (۶/۷۳)	۵۷/۵۰ (۷/۴۵)
گروه ۲	۱۵/۵ (۰/۶۵)	۱۶۹/۵۷ (۸/۳۷)	۶۰/۷۸ (۱۲/۱۴)
گروه ۳	۱۵/۱۰ (۱/۱۹)	۱۵۸/۲۰ (۸/۲۹)	۴۶/۷۰ (۱۱/۱۴)

مقایسه‌ی آماری نشان می‌دهد که هر سه گروه در مقادیر افت ناوی با هم اختلاف معناداری داشتند (جدول ۲). پای برتر و غیر برتر آزمودنی‌های سه گروه در دو آزمون تعادل رامبرگ و ستاره با هم مقایسه شدند. تصویر ۱ نشان می‌دهند که گروه ۱ در جهت‌های خلفی ( $P=0/01$ )، قدامی-خارجی ( $P=0/005$ ) و مجموع ( $P=0/01$ ) برای پای برتر به طور معناداری تعادل بیشتری نسبت به گروه ۲ داشته است. گروه ۱ همچنین در جهت‌های خلفی ( $P=0/01$ ) و خلفی-خارجی ( $P=0/02$ ) به شکل معناداری نسبت به گروه ۳ عملکرد بهتری داشت. هیچ یک از مقایسه‌ها اختلاف معناداری را بین گروه ۲ و ۳ نشان ندادند.



شکل ۲. مقایسه‌ی عملکرد تعادلی سه گروه مورد آزمون در آزمون ستاره برای پای برتر. علامت \* نشان دهنده وجود اختلاف معنادار بین گروه ۱ و ۲، و علامت & نشان دهنده اختلاف معنادار بین گروه ۱ و ۳ است.

مقایسه نتایج پای غیر برتر در آزمون ستاره برتری معنادار گروه ۱ نسبت به گروه ۲ در جهت قدامی ( $P=0/01$ )، خلفی ( $P=0/02$ )، قدامی-خارجی ( $P=0/005$ )، خلفی-داخلی ( $P=0/01$ )، خلفی-خارجی ( $P=0/006$ ) و مجموع ( $P=0/004$ ) را نشان داد. نتایج گروه ۱ در جهت‌های خلفی ( $P<0/001$ )، خارجی ( $P=0/01$ )، خلفی-داخلی ( $P=0/03$ )، خلفی-خارجی ( $P=0/001$ ) و مجموع ( $P=0/01$ ) نیز به شکل معناداری از گروه ۳ بیشتر بود. برای پای غیر برتر نیز هیچ اختلاف معناداری بین دو گروه ۱ و ۲ یافت نشد.

نتایج آزمون تعادلی رامبرگ در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان می‌دهند که گروه ۱ در پای برتر به شکل معناداری عملکرد بهتری نسبت به گروه ۳ داشته است ( $P=0/04$ ). در پای برتر عملکرد گروه ۱ به شکل معناداری هم از گروه ۲ ( $P=0/01$ ) و هم از گروه ۳ ( $P=0/007$ ) بهتر بوده است.



شکل ۳. مقایسه‌ی عملکرد تعادلی سه گروه مورد آزمون در آزمون ستاره برای پای برتر. علامت \* نشان دهنده وجود اختلاف معنادار بین گروه ۱ و ۲، و علامت & نشان دهنده اختلاف معنادار بین گروه ۱ و ۳ است.

## جدول ۲. نتایج مقایسه‌ی مربوط به افت ناوی و آزمون تعادلی رامبرگ برای سه گروه مورد آزمون.

گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	P گروه	P گروه	P گروه	افت ناوی
(SD)	(SD)	(SD)	۳	۲	۱	
میانگین	میانگین	میانگین				
۱/۰۴	۱/۸۲	۳/۱۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	
۵/۸۰	۵/۲۴	۲/۷۳	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۶۸	رامبرگ پای برتر
۵/۷۶	۳/۳۵	۲/۸۳	۰/۵۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱	رامبرگ پای غیر برتر

نتایج معنادار با خطی زیر آنها مشخص شده‌اند.

## بحث و نتیجه‌گیری

آزمودنی‌های پژوهش حاضر از نظر شاخص افت ناوی در سه گروه دسته‌بندی شده بودند. گروه ۱ آزمودنی‌ها که کمترین افت ناوی داشتند را می‌توان به عنوان افراد با قوس پای طبیعی لحاظ کرد در حالی که گروه ۲ و ۳ به عنوان افرادی با کف پای صاف در نظر گرفته شدند (۱۵). به طور کلی نتایج نشان می‌دهند که آزمودنی‌های گروه ۱ تعادل بهتری نسبت به دو گروه دیگر آزمودنی‌ها داشته‌اند. نتایج آزمون رامبرگ نشان می‌دهند که آزمودنی‌های گروه ۱ در حفظ تعادل در هر دو پا نسبت به دو گروه دیگر عملکرد بهتری داشته‌اند (جدول ۲). پژوهش‌های پیشین نیز نشان داده که افراد دارای ناهنجاری در اندام تحتانی و به ویژه افراد دارای کف پای صاف تعادل ایستای کمتری نسبت به افراد طبیعی دارند (۱۳). به عنوان مثال خداویسی و همکاران بیان کردند که افراد دارای کف پای طبیعی دارای عملکرد تعادلی بهتری روی سطح ناپایدار نسبت به آزمودنی‌های گروه دارای کف پای صاف داشتند (۷). همچنین هرتل و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که میزان انحراف مرکز فشار پا در افراد بزرگسال که دارای

ناهنجاری کف پا هستند نسبت به افراد طبیعی بیشتر است. به عبارت دیگر، افراد دارای ساختار غیر طبیعی کف پا، دارای عملکرد تعادل ضعیف‌تری نسبت به افراد فاقد این ناهنجاری می‌باشند (۹). تفاوت پژوهش حاضر با تحقیقات گذشته این است که در این پژوهش افراد با درجات مختلف صافی کف پا و در سنی که ناهنجاری‌ها احتمالاً بیشتر قابل اصلاح می‌باشد انجام شده است. مقایسه تعادل ایستا بین دو گروه ۲ و ۳ هیچ اختلاف معناداری را نشان نداد (جدول ۲). به نظر می‌رسد هرچند ناهنجاری باعث کاهش عملکرد تعادلی به شکل کلی شده است، ولی درجات مختلف صافی کف پا تفاوتی در تعادل ایستای افراد ایجاد نکرده است.

این نتیجه در مورد آزمون تعادلی ستاره نیز صادق است. در جهت‌های مختلف تست ستاره بین گروه ۱ و دو گروه دیگر اختلاف‌های معناداری وجود دارد (شکل ۲ و ۳). تمامی این اختلاف‌ها برای گروه ۱ بهتر بود که نشان دهنده‌ی تعادل بهتر آزمودنی‌های این گروه در مقایسه با دو گروه دیگر است. با وجود این هیچ نتیجه‌ی معناداری دال بر اختلاف بین گروه ۲ و ۳ در عملکرد تعادلی پویا یافت نشد (شکل ۲ و ۳). آزمودنی‌های دارای پای طبیعی تعادل پویای بهتری از خود نشان دادند در حالی که دو گروه دیگر نسبت به گروه پای طبیعی تعادل کمتری داشتند.

### نتیجه‌ی نهایی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که هرچند به طور کل افراد دارای افت ناوی نسبت به افراد دارای کف پای طبیعی تعادل کمتری داشتند، ولی درجات مختلف صافی کف پا در این گروه سنی از آزمودنی‌ها در این پژوهش اثر معناداری بر تعادل آنها نداشته است.

### References:

1. Riemann BL, and Guskiewicz KM. 2000. Effects of mild head injury on postural stability measured through clinical balance testing. *Journal of athletic training*. 35:19.
2. Allum JH, Hongger F and Schicks H. 1992. Vestibular proprioceptive modulation of postural synergies in normal subjects. *Journal of vestibular research: equilibrium & orientation* 3: 59-85
3. Nashner LM, Black FO, and Wall, CIII. 1982. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *The Journal of Neuroscience*. 2: 536-544.
4. Winter DA, Prince F, Stergiou P, and Powell C. 1993. Medial-lateral and anterior-posterior motor-responses associated with center of pressure changes in quiet standing. *Neuroscience Research Communications*, 12:141-148.
5. Horak FB, and Nashner LM. 1986. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of neurophysiology*. 55:1369-1381.
6. Brown LA, Shumway-Cook A, and Woollacott MH. 1999. Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 54:165-171.
7. Khodavesi H, Anbarian M, Farahpour N, Sazvar A, Jalalvand A. 2009. The effect of pes cavus and pes planus deformity on dynamic stability of adolescent girls. *Research on sport sciences*. 23:112-119.

8. Cote KP, Brunet II ME, Gansnedder BM, and Shultz SJ. 2005. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*, 40:41.
9. 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.
10. San Tsung BY, Zhang M, Fan YB, and Boone DA. 2003. Quantitative comparison of plantar foot shapes under different weight-bearing conditions. *Journal of rehabilitation research and development*. 40:517.
11. Razeghi M, and Batt ME. 2002. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & posture*. 15:282-291.
12. Arnold JA, Coker TP, and Micheli RP. 1977. Anatomical and physiological characteristics to predict football ability at the University of Arkansas. *Journal of the arkansas medical society*.74:253-260.
13. Tsai LC, Yu B, Mercer VS, and Gross MT. 2006. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *Journal of Orthopaedic& Sports Physical Therapy*.36:942-953.
14. Walker M, and Fan HJ. 1998. Relationship between foot pressure pattern and foot type. *Foot & ankle international*. 19:379-383.
15. Picciano AM, Rowlands MS, and Worrell T. 1993. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *Journal of Orthopaedic& Sports Physical Therapy*. 18:553-558.
16. Bressel E, Yonker JC, Kras J, and Heath EM. 2007. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of athletic training*. 42:42
17. Smith J, Szczerba JE, Arnold BL, Perrin DH, and Martin DE. 1997. Role of hyperpronation as a possible risk factor for anterior cruciate ligament injuries. *Journal of athletic training*. 32:25.