پژوهش در علوم ورزشی شماره ۶، تابستان ۱۳۸۹، صص ۸۲-۶۷

اثر یک دوره تمرین تعادلی هشت هفته‌ای برعملکرد تعادلی دختران نوجوان مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک

*دکتر مهرداد عنبریان[۱]، شیما خلیلی[۲]، دکتر محمد رضا نیکو[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۸/۲۳

چکیده

تحقیقات نشان داده‌اند که وجود ناهنجاری در ساختار طبیعی پا می‌تواند بر تعادل بدن تأثیر منفی داشته باشد (۶)، اما با وجود اهمیت زیاد عملکرد تعادلی مناسب در سن مدرسه، اثرگذاری تمرینات تعادلی بر حفظ تعادل بدن نوجوانان و دانش‌آموزانی مبتلا به ناهنجاری‌های ساختاری بررسی نشده است؛ بنابراین، هدف این تحقیق، بررسی اثر یک دوره تمرین تعادلی هشت هفته‌ای بر عملکرد تعادلی دختران نوجوان مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک است. پژوهش از نوع تجربی- مداخله‌ای است و به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شده است. ۲۴ دختر نوجوان با پای گود ایدئوپاتیک که سابقهٔ ابتلا به بیماری عصبی-عضلانی و آسیب دیدگی دراندام تحتانی نداشتند، انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته در برنامهٔ تمرینات تعادلی شرکت کردند. قبل و پس از برنامهٔ تمرینی، عملکرد تعادلی استاتیکی و دینامیکی آزمودنی‌ها در هر دو گروه اندازه‌گیری و مقایسه شد. تعادل استاتیکی و دینامیکی، به ترتیب با سیستم امتیازدهی بر اساس تعداد خطا[۴] و سیستم ثباتی بایودکس سنجیده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری با سطح معنی‌داری ۰۵/۰ استفاده شد. نتایج نشان داد تعداد خطاها در آزمون تعادل استاتیکی، پس از گذراندن دورهٔ تمرینی کاهش معنی‌داری داشت. همچنین گذراندن دورهٔ تمرینی، به بهبود شاخص‌های ثباتی در گروه تجربی منجر شد (p=۰/۰۰۱)، ولی در شاخص‌های ثباتی گروه کنترل تغییری دیده نشد (p=۰/۶۸۴). با توجه به یافته‌های تحقیق، تمرینات تعادلی می‌تواند روشی مناسب برای

۱. استادیار دانشگاه بوعلی سینا Email: m_anbarian@yahoo.com
۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه بوعلی‌سینا
۳. استادیار طب فیزیکی دانشگاه علوم توانبخشی و بهزیستی

4. Balance Error Scoring System (BESS)

بهبود عملکرد تعادلی نوجوانان مبتلا به کف پای گود ایدئوپاتیک باشد؛ بنابراین، گنجاندن برنامهٔ تمرینات تعادلی به عنوان روشی مؤثر در فرآیند درمان ضعف کنترل تعادل بدن افراد با ناهنجاری پای گود و همچنین جای دادن در برنامهٔ ورزشی مدارس توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌های فارسی: عملکرد تعادلی، برنامهٔ تمرین تعادلی، پای گود ایدئوپاتیک.

مقدمه

کنترل پوسچر از عوامل اساسی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های روزانه، اجرای بهینهٔ فعالیت‌های ورزشی و پیش‌گیری از آسیب دیدگی می‌باشد. کنترل پوسچر به‌منظور دست‌یابی به دو هدف مجزای پایداری[1] و جهت‌گیری صحیح راستای قامت[2]، در مطالعهٔ حرکات انسان جایگاه ویژه‌ای دارد. پایداری عبارت است از: توانایی حفظ مرکز ثقل بدن[3] در محدودهٔ سطح اتکا و جهت‌گیری صحیح راستای قامت، توانایی حفظ ارتباط صحیح اجزای مختلف بدن نسبت به یکدیگر و ارتباط مؤثر و مناسب بدن با محیط برای انجام وظیفه‌ای خاص (۱). برای کنترل پوسچر فرد باید وضعیت بدن خود را در فضا حفظ کند و نیروی مناسب را برای حفظ یا تصحیح موقعیت بدن خود تولید کند و دست‌یابی به این هدف، نیازمند ارتباط پیچیدهٔ سیستم حسی، عصبی و اسکلتی- عضلانی می‌باشد (۲).

شواهد نشان می‌دهد علاوه بر بیماری‌های اعصاب محیطی و مشکلات شنوایی که بر حفظ تعادل بدن تأثیر منفی دارند، بیماری‌های عصبی-عضلانی مانند فلج مغزی و پارکینسون (۳، ۴) نیز قادرند اختلالاتی در فرآیند کنترل پوسچر ایجاد کنند. همچنین برخی آسیب‌ها و نارسایی‌های عضلانی- اسکلتی از جمله اسپرین مزمن مچ پا، اسکولیوسیس، دردهای فرساینده و مزمن پشت و کمر نیز سیستم کنترل بدن را دچار اختلال می‌کنند.

در بین اختلالات عضلانی- اسکلتی، به نقش ناهنجاری‌های اندام تحتانی، به‌ویژه ساختار آناتومیکی پا در کنترل پوسچر کمتر توجه شده است. پا انتهایی‌ترین عضو بدن است و نقش عمده‌ای در تحمل وزن بدن، جذب و تعدیل فشارها و ضربات ناشی از اجرای مهارت‌های گوناگون مانند راه رفتن، دویدن و پریدن را بر عهده دارد؛ بنابراین هر گونه تغییر در ساختار اسکلتی– عضلانی پا می‌تواند سبب شکل‌گیری ناهنجاری‌های گوناگون در پا شود که عوارض متعددی همچون بروز خستگی، درد، بی‌ثباتی و فرسودگی در مفصل مچ، صدمه به زانو و ستون

1. Stability
2. Orientation
3. Center of Gravity (COG)

مهره‌ها را در پی داشته باشد. همچنین از آنجا که پا در تشکیل سطح اتکا در وضعیت ایستاده و اجرای مهارت‌های مختلف نقش مهمی ایفا می‌کند، در مطالعهٔ کنترل پوسچر اهمیت و جایگاه بیومکانیکی خاصی دارد.

به‌طور کلی، می‌توان گفت که حفظ پایداری به استراتژی‌های حرکتی و بازخوردهای حسی مختلفی متکی است؛ نقصان در بازخوردهای حسی و کمبود قدرت عضلات و پایداری مکانیکی هر مفصل می‌تواند پایداری کل بدن را دچار اختلال کند. در نتیجه، منطقی به نظر می‌رسد که تصور کنیم حتی تغییری کوچک در ساختار سطح اتکای بدن در حالت ایستاده (پاها)، بر کنترل پوسچر اثرگذار است. چند تحقیق به بررسی این فرضیه پرداخته‌اند و با توجه به نتایج، نقش ساختار پا را در کنترل پوسچر تأیید کرده‌اند. به عنوان مثال هرتل[1] و همکارانش (۲۰۰۲) به بررسی اثر ناهنجاری‌های ساختاری کف پا بر تعادل استاتیکی پرداختند. آنها تعادل استاتیکی را با محاسبهٔ انحراف مرکز فشار پا[2] اندازه‌گیری کرده، نتیجه گرفتند که افراد مبتلا به ساختار آناتومیکی غیرطبیعی کف پا مانند کف پای صاف و گود در مقایسه با افراد سالم، عملکرد تعادل ضعیف‌تری دارند (۵). کوته[3] و همکارانش (۲۰۰۵)، علاوه بر تعادل استاتیکی، تعادل دینامیکی را در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های کف پا بررسی کرده، نشان دادند که عملکرد تعادل دینامیکی در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های کف پا ضعیف‌تر از افراد دارای کف پای طبیعی است (۶). خداویسی و همکارانش (۱۳۸۸) نیز تأثیر ناهنجاری‌های کف پای گود و صاف را در تعادل دینامیکی دختران نوجوان بررسی و آن را با آزمودنی‌هایی با ساختار طبیعی پا مقایسه کردند. نتایج نشان داد افراد مبتلا به ناهنجاری‌های ساختاری پا، به‌ویژه پای گود[4] عملکرد تعادلی ضعیف‌تری داشتند (۷). به نظر می‌رسد در ساختار پای گود، با تغییر در قابلیت حرکت مفصل و کاهش مناطق تماس پا با زمین، داده‌های رسیده از سیستم حسی-پیکری کاهش می‌یابند (۶، ۱۰). از سوی دیگر، تغییر در قدرت و فعالیت عضلات اطراف مفصل مچ پا، بر استراتژی‌های حفظ تعادل تأثیر می‌گذارد و در نتیجه، تعادل فرد تحت تأثیر ساختار پایش قرار می‌گیرد (۱۱).

در مطالعات فوق، پای گود یکی از انواع ناهنجاری‌های شایع ساختاری پا تشخیص داده شده است که به‌طور ساده و کلی، با نشانهٔ افزایش ارتفاع قوس طولی–داخلی پا مشخص می‌گردد و در عملکرد تعادلی ضعیف در موقعیت‌های ساکن و پویا مؤثر است (۶، ۷، ۱۰، ۱۱)؛ بنابراین، با

1. Hertel
2. Center of Pressure
3. Cote
4. Pes cavus

توجه به اهمیت تعادل در انجام امور روزمره و فعالیت‌های ورزشی، بهبود عملکرد تعادلی در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های ساختاری پا ضرورت می‌یابد.

روش بهره‌گیری از اورتز در بهبود عملکرد تعادلی افراد مبتلا به اختلالات اندام تحتانی و مچ پا، جایگاه ویژه‌ای دارد (۱۷، ۱۸). در مورد استفاده از اورتز برای بهبود تعادل افراد مبتلا به ناهنجاری‌های ساختاری پا، به‌ویژه پای گود، تحقیقات زیادی وجود ندارد، ولی به عنوان روشی غیرجراحی و مؤثر در نظر گرفته شده است (۱۹).

فرض بر این است که اورتز سبب برقراری ثبات در مفصل ساب‌تالار می‌شود؛ بدین ترتیب، چرخش‌های اضافی پا را محدود و در نتیجه، تعادل را بهبود می‌بخشد. از سوی دیگر، اورتز سبب افزایش سطح تماس کف پا با زمین می‌شود که این امر افزایش فعالیت گیرنده‌های جلدی کف پا و بهبود کنترل عصبی - عضلانی را در پی دارد (۲۰).

علاوه بر اورتز، استفاده از تمرینات تعادلی نیز از راه‌های بهبود کنترل پوسچر در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های اندام تحتانی و پا می‌باشد. تمرینات تعادلی، به تمریناتی گفته می‌شود که بر آگاهی از پوسچر و حفظ و نگهداری پایداری تمرکز دارند (۸). هدف این نوع تمرینات، بالا بردن احساس حرکت در مفاصل و درک موقعیت مفصل می‌باشد (۱۲). عموماً در طراحی تمرینات تعادلی، ترکیبی از تمرینات قدرتی، انعطاف‌پذیری، پلایومتریک و تعادلی گنجانده می‌شود. می‌توان بخش مهمی از برنامه‌های تمرین تعادلی را به استفاده از سطوح ناپایدار مانند تختهٔ تعادلی[1]، صفحهٔ چرخان[2]، توپ طبی[3]، ایستادن روی سطوح نرم و تجهیزات دیگری اختصاص داد که ایستادن روی آنها سیستم تعادلی را درگیر می‌کند.

تحقیقات متعددی اثر تمرینات تعادلی را بر بهبود و ارتقای شاخص‌های تعادلی افراد مبتلا به آسیب‌های اندام تحتانی، به‌ویژه اسپرین جانبی مچ پا و آسیب لیگامنت‌های زانو بررسی کرده‌اند. از جملهٔ این بررسی‌ها، می‌توان به تحقیق انجام شده توسط پاترنو[4] و همکارانش (۲۰۰۴) اشاره کرد که پس از شش هفته تمرین عصبی-عضلانی، پیشرفت و بهبود شاخص کل تعادل و کاهش نوسانات پوسچری در جهت قدامی- خلفی را گزارش کردند (۸). راس[5] (۲۰۰۵) نیز بهبود وضعیت تعادل دینامیکی را در افراد مبتلا به اسپرین جانبی مچ پا، بعد از شش هفته تمرین

1. Balance board
2. Wobble board
3. Medicine ball
4. Paterno
5. Ross

تعادلی گزارش کرد (۹). مک‌گوئین[1] و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که یک دوره تمرین تعادلی استاندارد شده به مدت ۵/۵ هفته، در کاهش خطر ابتلا به اسپرین مچ پا (۳۸ درصد) مؤثر است (۱۳). کارافا[2] و همکارانش (۱۹۹۶) نیز اثر یک دوره برنامهٔ تمرین تعادلی با استفاده از صفحهٔ چرخان را در کاهش صدمات زانو در بین فوتبالیست‌های مرد بررسی کردند و کاهش ۷ درصدی وقوع این صدمات را گزارش کردند (۱۴). در تحقیقی دیگر، اثر یک دوره برنامهٔ تمرینی با محوریت تمرینات تعادلی، بر میزان کاهش آسیب‌هایی چون اسپرین، استرین و دررفتگی استخوان در مفصل زانوی هندبالیست‌ها بررسی شد و کاهش احتمال وقوع آسیب به میزان ۷۹٪ گزارش شد (۱۵).

با وجود حجم گستردهٔ تحقیقات انجام شده در مورد اثر تمرینات حرکتی که تمرکزشان بر تقویت سیستم تعادلی است، اطلاعات مستند در مورد چگونگی اثربخشی تمرینات تعادلی در وضعیت کنترل پوسچر مبتلایان به پای گود وجود ندارد؛ بنابراین تحقیق حاضر قصد دارد تا اثر یک دوره تمرین تعادلی هشت هفته‌ای را بر عملکرد کنترل تعادل بدن در دختران نوجوان مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک بررسی نماید.

روش‌شناسی پژوهش

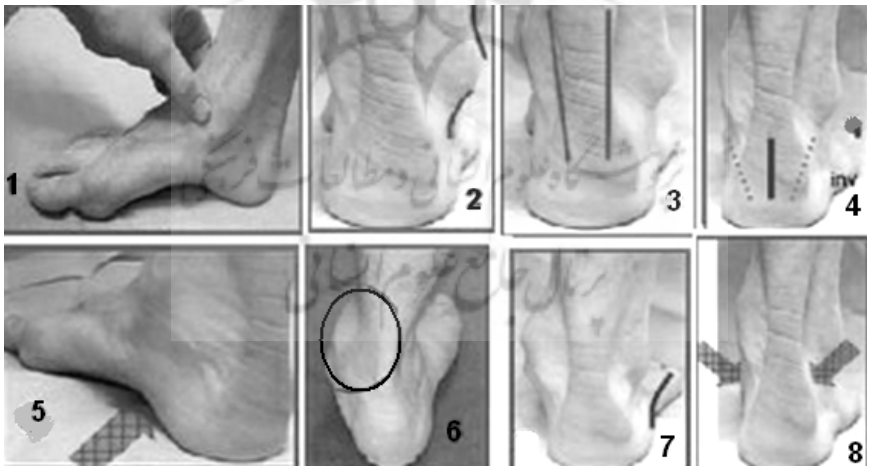
این پژوهش از نوع تجربی-مداخله‌ای است و به‌صورت پیش‌آزمون-پس آزمون، با گروه کنترل انجام شده است. ۲۴ دختر نوجوان دارای پای گود ایدئوپاتیک، از بین ۲۰۰۰ دانش‌آموز مقطع راهنمایی انتخاب و به دو گروه مساوی تجربی و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در هر دو گروه تحقیق، از نظر برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی همسان بودند و اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۱). معیار ورود آزمودنی‌ها در پژوهش، داشتن ۱۱-۱۴ سال سن و دو طرفی پای گود ایدئوپاتیک بود که پس از معاینهٔ جامع توسط متخصص طب فیزیکی مشخص می‌گردید. افرادی که هرگونه سابقهٔ ابتلا به بیماری‌های عصبی-عضلانی، مشکلات و نارسایی‌های بینایی و شنوایی، جراحی، شکستگی در اندام تحتانی، ناهنجاری آشکار در ستون فقرات و شرکت در فعالیت‌های منظم ورزشی داشتند، از پژوهش کنار گذاشته شدند.

1. McGuine
2. Caraffa

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی گروه‌های شرکت کننده در تحقیق

متغیر	گروه‌ها	
	کنترل	تجربی
سن (سال)	۱۲/۱۱±۱/۰۷	۱۲/۰۹±۱/۰۵
BMI (شاخص تودهٔ بدنی)	۱۸/۳۴±۳/۷۵	۱۸/۱۲±۲/۶۹
FPI (شاخص پوسچر پا)	-۵/۵±۲/۵۸	-۵/۵۴±۳/۱۹
طول پا (سانتی‌متر)	۲۲/۶۹±۱/۰۴	۲۲/۹۱±۱/۰۹
پهنای پاشنه (سانتی‌متر)	۴/۶۵±۰/۴۵	۴/۳۸±۰/۳
پهنای متاتارسال ۱ تا ۵ (سانتی‌متر)	۸/۲۳±۰/۳۸	۸/۴۲±۰/۶۶

برای مشخص کردن نوع ساختار آناتومیکی پا از روش شاخص پوسچر پا[1] استفاده شد که اعتبار آن ۰/۸۱ – ۰/۹۱ است. از آزمودنی خواسته شد به گونه‌ای بایستد که پاها موازی یکدیگر و به اندازهٔ عرض شانه‌ها باز باشند (۱۶). سپس، در حالی که آزمودنی وزن خود را به‌طور مساوی بین دو پا تقسیم می‌کرد، آزمونگر از نمای خلفی به مشاهدهٔ هشت شاخص مدنظر در این روش (شکل ۱) می‌پرداخت. این شاخص‌ها عبارت بودند از : لمس سر استخوان تالوس، انحنای بالا و پایین قوزک خارجی پا، زاویهٔ تاندون آشیل در محل اتصال به پاشنه، ابداکشن یا اداکشن بخش قدامی پا، برآمدگی و فرورفتگی مفصل بین ناویکولار و تالوس، قوس طولی داخلی پا، تناسب و تجانس لبهٔ جانبی پا، وضعیت پاشنه در صفحهٔ فرونتال.



شکل ۱. جنبه‌های هشت‌گانهٔ مورد ارزیابی در روش شاخص پوسچر پا

1. Foot Posture Index (FPI)

به هر شاخص، با توجه به ملاک‌های تعیین شده عدد صحیحی از ۲- تا ۲ تعلق می‌گرفت. پس از خاتمهٔ بررسی هر هشت شاخص و عدد گذاری آنها، اعداد با یکدیگر جمع شدند. چنانچه عدد به‌دست آمده در دامنهٔ صفر تا ۵ قرار داشت ساختار پای طبیعی، اگر از ۶ به بالا بود پای صاف و اگر بین ۱- تا ۱۲- و بالاتر بود پای گود در نظر گرفته می‌شد. بزرگ‌تر بودن عدد به‌دست آمده، بیانگر شدت ناهنجاری در نظر گرفته می‌شد.

برای ارزیابی تعادل دینامیکی، از سیستم ثباتی بایودکس[1] استفاده شد. این سیستم، شامل صفحهٔ دایره‌ای مدرّجی است که روی گوی بزرگی با چندین حسگر قرار گرفته و به سهولت، در تمام جهت‌ها نسبت به وضعیت افقی، قابل حرکت و تغییر است. محققان زیادی از این سیستم برای ارزیابی تعادل دینامیکی استفاده کرده‌اند و وسیله‌ای معتبر (ICC=۰/۹۵-۰/۵۹) در محیط کلینیکی برای سنجش عملکرد تعادلی معرفی شده است (۲۱). صفحهٔ تعادل هنگام استقرار آزمودنی روی آن، متناسب با واکنش و اعمال فشار پاها در جهت‌های مختلف حرکت می‌کند. فرد تلاش می کند تا با حفظ صفحهٔ متحرک در حالت افقی، تعادل بدن خود را کنترل کند. در واقع، سیستم بایودکس از این طریق، توانایی فرد را برای حفظ تعادل و ثبات روی سطحی متحرک ارزیابی می‌کند. شاخص‌های ثباتی ارائه شده توسط سیستم بیانگر میزان انحرافات صفحه از وضعیت افقی است. این شاخص‌ها شامل شاخص ثبات کلی (OA)، قدامی-خلفی (PA) و داخلی-خارجی (LM) می‌باشندکه نشان‌دهندهٔ توانایی حفظ تعادل دینامیکی در فرد می‌باشند. هرچه مقدار این شاخص‌ها کوچک‌تر باشد، بیانگر توانایی بیشتر فرد در حفظ کنترل پوسچر است. صفحهٔ تعادل دستگاه از نظر سفتی، در هشت وضعیت قابل تنظیم است به گونه‌ای که در سطح ثباتی هشت، صفحه سفت بوده (سطح نسبتاً پایدار)، حساسیت آن به تغییرات مرکز ثقل کم است، ولی در سطح ثباتی یک، سفتی صفحه تعادل به کمترین میزان می‌رسد (سطح نسبتاً ناپایدار) به شکلی که در برابر کوچک‌ترین حرکت و ناپایداری حرکت می‌کند.

به‌منظور آشنایی آزمودنی‌ها با سیستم بایودکس و کسب آمادگی برای ارزیابی تعادل دینامیکی، هر آزمودنی به مدت یک دقیقه روی دستگاه قرار می‌گرفت. پس از آشنایی با سیستم، آزمودنی با پای برهنه در وضعیتی که پاشنهٔ پاها به اندازهٔ ۱۰ درصد طول قد از هم فاصله داشت، با زاویهٔ ۱۵ درجه چرخش پا به خارج، روی صفحهٔ تعادل مستقر می‌شد (۷). آزمودنی با چشمان باز در حالی که با نگاه کردن به صفحهٔ مانیتور سیستم بایودکس، که ارتفاع آن متناسب با قد آزمودنی

1. Biodex Stability System (BSS), (Biodex, Inc.Shirley, NY)

تنظیم شده بود، مسیر جابه‌جایی مرکز ثقل بدن خویش را دنبال می‌کرد و با تلاش در نگاه‌داشتن مرکز ثقل بدن در مرکز محور مختصات که بر روی نمایشگر مشخص بود، تعادل دینامیکی خویش را کنترل می‌نمود.

در مرحلهٔ بعد، به‌منظور دست‌کاری سیستم بینایی، آزمون با چشم بسته انجام شد. هر آزمون به مدت ۲۰ ثانیه در دو سطح پایداری هشت و دو انجام و سه بار تکرار شد. میانگین سه تکرار با دو دقیقه استراحت بین هر تکرار، نمرهٔ فرد در شاخص‌های ثباتی در نظر گرفته شد.

برای ارزیابی عملکرد تعادل استاتیکی از سیستم امتیازدهی بر اساس تعداد خطا استفاده شد. آزمودنی‌ها در سه وضعیت متفاوت شامل: ایستادن روی دو پا به شکلی که هر دو پا کنار هم قرار گیرند[1]، ایستادن روی پای غیر غالب[2] و ایستادن روی دو پا به حالت یک پا جلو یک پا عقب یا پای قطاری[3] با چشمان بسته و قرار دادن دست‌ها روی کمر قرار می‌گرفتند. هر سه وضعیت روی دو سطح سفت و نرم به مدت ۲۰ ثانیه اجرا شد. شش نوع خطا برای هر آزمودنی، در صورت وقوع، شمارش و ثبت می‌شد. این خطاها عبارت بودند از: جدا کردن دست‌ها از کمر، باز کردن چشم‌ها، قدم برداشتن یا افتادن، بلند کردن پاشنه یا پنجهٔ پا، فلکشن تنه به جلو یا پهلو، بیش از ۳۰ درجه و خارج شدن از وضعیت تعریف شده به مدت پنج ثانیه. قبل از اجرای آزمون، خطاها برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و هر آزمودنی به‌منظور آشنایی با آزمون، یک بار آزمون مورد نظر را به‌صورت آزمایشی اجرا می‌کرد.

آزمودنی‌های هر دو گروه در ابتدا و انتهای مدت زمان تحقیق، آزمون‌های تعادلی استاتیکی و دینامیکی را انجام دادند، اما تنها گروه تجربی به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه در کلاس‌های تمرینات تعادلی شرکت کردند. برنامهٔ تمرینی در این تحقیق، ترکیبی از تمرینات استفاده شده در تحقیقات پیشین بود که اثر مثبت آنها بر کنترل پوسچر در گروه‌های مختلف گزارش شده بود (۸، ۱۳، ۲۲). هدف و اساس این تمرینات، تلاش برای کنترل به موقع نیروهای وارد بر بدن، حفظ تعادل و کنترل پوسچر، بالا بردن احساس حرکت در مفاصل و درک موقعیت مفصل بود. برنامهٔ تمرینی به این شرح بود: گرم کردن عمومی بدن به مدت ۱۰ دقیقه،۱۰ دقیقه حرکات کششی عمومی و حرکات کششی حول مفاصل اندام تحتانی، برنامهٔ تمرینات تعادلی ۴۰-۴۵ دقیقه‌ای شامل اجرای حرکات تعادلی روی زمین، چوب موازنه و صفحهٔ تعادلی از نوع چوب دایره‌ای به قطر ۴۰ سانتی‌متر که نیم‌کره‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر به زیر آن وصل

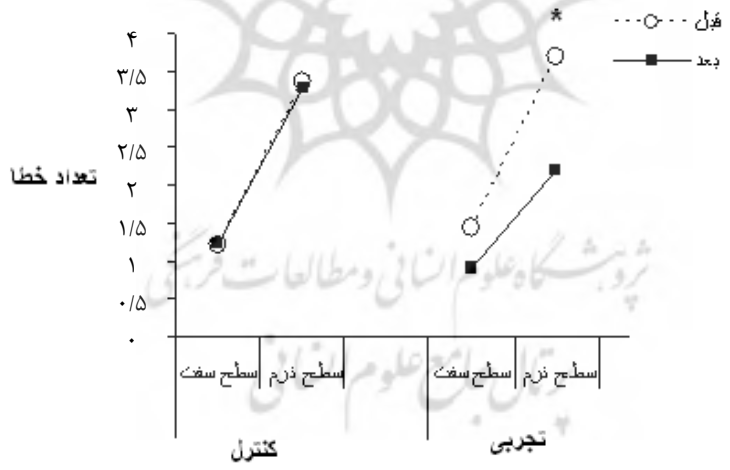
1. Two legged
2. One legged
3. Tandem

شده بود که امکان چرخش ۱۴ درجه‌ای صفحه را در تمام جهات فراهم می‌کرد. در پایان نیز پنج دقیقه تمرین برای سرد کردن بدن اجرا می‌شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از سیستم بایودکس از روش آنالیز واریانس با داده‌های مکرر و برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تعادل استاتیکی از آزمون t مستقل با سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

آزمون آماری t مستقل نشان داد در متغیرهای کنترل پوسچر استاتیکی قبل از آغاز دورهٔ زمانی تحقیق، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های تجربی و کنترل وجود ندارد (p=۰/۷۷۳)، اما همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، پس از اجرای هشت هفته برنامهٔ تمرینات تعادلی توسط گروه تجربی، تعداد خطاهای آزمون تعادل استاتیکی آزمودنی‌های این گروه روی سطوح سفت و نرم، در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۱). به بیان دیگر، برنامهٔ تمرین تعادلی تعداد خطاهای گروه تجربی را ۳۹٪ کاهش داد.



شکل ۲. مقایسهٔ شاخص‌های عملکرد تعادل استاتیکی (تعداد خطاها) در گروه‌های کنترل و تجربی روی سطوح سفت و نرم

برنامهٔ تمرینی، به ترتیب سبب کاهش ۳۶ و ۴۳ درصدی تعداد خطاهای ایستادن تک پا (p= ۰/۰۱۲) و ایستادن قطاری (p=۰/۰۰۲) شد. قبل از اجرای برنامه تمرینی، تعداد خطاهای آزمودنی‌ها هنگام اجرای آزمون عملکرد تعادلی استاتیکی روی سطح نرم به‌طور معنی‌داری بیشتر از تعداد خطاها روی سطح سفت بود. این الگو پس اجرای پروتکل تمرینی، در گروه تغییری نداشت در حالی که در گروه تجربی، تعداد خطاها روی هر دو سطح کاهش یافته بود، اما اختلاف خطاها روی سطح نرم معنی‌دار بود (p=۰/۰۰۲).

بررسی کنترل دینامیکی پوسچر با استفاده ازسیستم ثباتی بایودکس در پیش‌آزمون نشان داد دو گروه در هیچ یک از وضعیت‌ها و شاخص‌های ثباتی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. در نتیجه، قبل از اجرای پروتکل تمرینی توسط گروه تجربی، گروه‌ها از جنبهٔ عملکرد تعادلی همسان بوده‌اند، اما همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، گروه تجربی، در مقایسه با اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون پیشرفت قابل توجهی در عملکرد تعادلی داشته است (حدود ۱۴ درصد). با دست‌کاری سیستم بینایی (بستن چشم‌ها) در هر دو گروه در پیش‌آزمون، نوسان‌های پوسچری، در مقایسه با اجرای آزمون با چشمان باز افزایش یافت. این امر نشان‌دهندهٔ بی‌ثباتی و عملکرد تعادلی ضعیف‌تر در این وضعیت است.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین و انحراف استاندارد گروه‌های تحقیق در شاخص‌های ثباتی: شاخص کلی (OA)، شاخص قدامی-خلفی (AP) و شاخص طرف داخلی-خارجی (ML) قبل از اجرای تمرینات تعادلی (پیش‌آزمون) و پس از اجرای برنامهٔ تمرینی (پس‌آزمون)

سطح	شاخص ثباتی	گروه کنترل				گروه تجربی			
		چشم باز		چشم بسته		چشم باز		چشم بسته	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس آزمون
درجهٔ انحراف در سطح پایدار (۸)	OA	۱/۹۵±۰/۶۹	۲/۰۴±۰/۸۸	۴/۶۹±۱/۷۹	± ۲/۰۹ ۴/۷۶	۲/۰۷±۰/۶۲	۱/۶۸±۰/۳۵*	۴/۷۵±۱/۱۸	۳/۶۹±۱/۳۳*
	AP	۱/۸۳±۰/۹۵	۱/۸۳±۰/۸۹	۳/۵۲±۱/۱۵	۴/۰۷±۱/۸۴	۱/۷۲±۰/۶۱	۱/۳۳±۰/۲۸*	۳/۸۶±۱/۱۷	۲/۹۱±۱/۲۴*
	ML	۱/۳۱±۰/۵	۱/۲۸±۰/۳۲	۳/۱۹±۱/۱۴	۳/۰۵±۰/۹۹	۱/۳۴±۰/۲۹	۱/۲۷±۰/۳۴	۲/۸۹±۰/۵۵	۲/۱۸±۰/۸۵*
درجهٔ انحراف در سطح ناپایدار (۲)	OA	۵/۷۳±۱/۸۵	۵/۵۱±۲/۰۸	۱۱/۵۹±۲/۰۲	۱۱/۸۳±۲/۴۸	۶/۱۱±۱/۵۱	۵/۰۷±۱/۲۸*	۱۱/۱۸±۱/۸	۹/۹±۲/۳۹*
	AP	۴/۷۱±۱/۵۷	۴/۴۷±۱/۸۷	۹/۱۳±۱/۶	۹/۳۶±۲/۲۲	۵/۰۴±۱/۲۷	۳/۹۴±۰/۹۷*	۸/۹۸±۱/۹	۷/۹۳±۲/۰۵*
	ML	۳/۳۹±۱/۱۸	۳/۳۳±۱/۰۳	۷/۶۲±۲/۵۱	۷/۱۱±۱/۶	۳/۶±۰/۹۳	۳/۲۶±۱/۱	۶/۷۴±۰/۶۲	۶/۰۶±۱/۵۲

با اندازه‌گیری و بررسی اثر متقابل دو عامل بینایی و مدت دورهٔ تمرینی در پس‌آزمون، در وضعیت‌های مختلف چشم باز و چشم بسته، مشخص شد عملکرد تعادلی گروه تجربی هنگام بستن چشم‌ها بهبود یافته است (p= ۰/۰۱۳) در حالی که در گروه کنترل تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (p= ۰/۴۷۶). بررسی اثر متقابل عوامل درجهٔ پایداری، جهت‌های مختلف ثباتی و تمرینات تعادلی نشان داد با ناپایدار شدن سطح اتکا، نوسان‌های پوسچری هم افزایش می‌یابد. این افزایش، پیش از برنامهٔ تمرینی، در جهت‌ها و سطوح مختلف الگوی مشابهی داشت. پس از اجرای تمرینات تعادلی، پیشرفت عملکرد تعادلی که با کاهش درجهٔ نوسان‌های پوسچری در شاخص‌های ثباتی همراه است مانند پس‌آزمون، از الگوی تقریباً مشابهی در شاخص‌ها و انتقال سطح از پایدار به ناپایدار تبعیت می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

اجرای یک دوره برنامهٔ تمرین تعادلی پس از هشت هفته، تفاوت معنی‌داری در حفظ تعادل بدن در افراد مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک ایجاد کرد. تحقیق حاضر از این نظر که برای اولین بار به بررسی تأثیر درمانی تمرینات تعادلی بر عملکرد تعادلی افراد مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک پرداخته، منحصر به فرد است. از سوی دیگر، به کار گرفتن شیوهٔ بررسی نوسان‌های پوسچری در حالت‌ها و وضعیت‌های مختلف مانند ایجاد اغتشاش و تغییر در محل استقرار فرد (سطح اتکا) و دست‌کاری سیستم بینایی بر اهمیت نتایج می‌افزاید.

ارزیابی با آزمون تعادل استاتیکی[1] نشان داد تعداد خطاها در هر دو سطح سفت و نرم، به‌ویژه در دو حالت تک پا و قطاری کاهش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد هنگامی که فرد در وضعیت‌های آشفتگی قرار می‌گیرد، مانند کاهش سطح اتکا در ایستادن روی یک پا یا روی سطح نرم، عملکردش دچار اختلال می‌شود. در بررسی اثر تمرینات تعادلی بر کنترل پوسچر استاتیکی، بهبود ۳۹ درصدی در عملکرد تعادلی آزمودنی‌ها مشاهده شد.

تحقیق مشابهی که اثر تمرین تعادلی را بر کنترل پوسچر افراد با پای گود بررسی کند به‌دست نیامد، اما نتایج این تحقیق با یافته‌های مطالعات پیشین روی افراد سالم یا مبتلا به اسپرین جانبی مچ پا همسو است. برای مثال، نتایج تحقیق کیم[2] و همکارانش (۲۰۰۶) روی زنان سالم نشان داد بعد از شش هفته تمرین تعادلی روی صفحهٔ چرخان، طول مدت حفظ تعادل استاتیکی آزمودنی‌ها ۳۳٪ بهبود یافته است (۱۲). همچنین راس و همکارانش (۲۰۰۵) اثر

1. BESS
2. Keam

مثبت تمرین با استفاده از تختهٔ تعادلی را بر تعادل استاتیکی افراد مبتلا به اسپرین مچ پا گزارش کردند (۹)، اما در تحقیق ورهاژن[1] و همکاران (۲۰۰۵) بعد از یک دوره تمرین تعادلی ۵/۵ هفته‌ای روی صفحهٔ تعادلی، هیچ نتیجهٔ مثبتی مشاهده نشد. البته آنان نتیجه گرفتند که شاید فعال بودن آزمودنی‌ها سبب شده است که اختلال جدی در عملکرد تعادلی آنها وجود نداشته باشد تا بتوان با تمرین، آن را بهبود بخشید (۲۳).

در توضیح اینکه چرا برنامهٔ تمرین تعادلی توانسته است عملکرد تعادلی افراد مبتلا به کف پای گود ایدئوپاتیک را بهبود بخشد می‌توان به دو نکته اشاره کرد: اختلال تعادل استاتیکی در بین افراد مبتلا به ساختار کف پای گود می‌تواند به دلیل کاهش سطح تماس پا با زمین و در نتیجه، سطح اتکای کمتر از یک سو و کاهش میزان داده‌های دریافتی از گیرنده‌های مکانیکی کف پا از سوی دیگر باشد (۵- ۷)؛ بنابراین به نظر می‌رسد که برنامهٔ تمرینی با تأثیر بر سیستم حسی-عمقی، بتواند عملکرد تعادلی این افراد را بهبود دهد. پس از هشت هفته تمرین تعادلی، کنترل پوسچر دینامیکی گروه تجربی، اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل داشت و در مجموع، ۱۴ درصد بهبود یافته بود. یافته‌های این تحقیق با گزارش‌های برخی محققان هم‌خوانی دارد. ریگارو[2] (۲۰۰۳) اثر چهار هفته تمرین روی تخته تعادلی را بر افراد فعال ارزیابی و بهبود عملکرد تعادلی را گزارش کرد (۲۲). وی از آزمون میدانی گردش ستاره‌ای برای تعیین توانایی تعادل دینامیکی استفاده کرده بود.

پاترنو و همکاران (۲۰۰۴ میلادی) نیز با استفاده از سیستم بایودکس به بررسی اثر یک دوره تمرین عصبی-عضلانی بر کنترل پوسچر دینامیکی نوجوانان ورزشکار پرداختند. نتایج پژوهش آنها مانند تحقیق حاضر، کاهش نوسان‌های پوسچری و در نتیجه، بهبود تعادل را در شاخص‌های ثباتی کلی قدامی-خلفی نشان داد، اما آنها تغییر معنی‌داری در شاخص طرف داخلی-خارجی مشاهده نکردند.

تحقیقات متعددی کاهش مقادیر شاخص‌های ثباتی قدامی-خلفی را در مقایسه با شاخص طرف داخلی-خارجی گزارش کرده‌اند. در مطالعهٔ اختلالات تعادلی در افراد سالم و بیماران مبتلا به نقایص مختلف عصبی-عضلانی، نشان داده شده است که کنترل پوسچر در جهت قدامی-خلفی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد که ممکن است به دلیل وجود فشار و نوسان در جهت قدامی-خلفی باشد که در اثر اختلال اسکلتی بر بدن اعمال می‌شود. مثلاً وجود حساسیت به دلیل نقایص آرتروکینماتیکی مفاصل مچ پا در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های مفاصل مچ پا مانند

1. Verhagen
2. Riegaro

کاهش لغزش خلفی استخوان تالوس یا کاهش دامنهٔ حرکتی دورسی فلکشن می‌تواند عامل نوسان‌های بیشتر در جهت قدامی-خلفی باشد (۲۴). بورنز و کروسبی (۲۰۰۵ میلادی) نیز کاهش معنی‌دار دامنهٔ حرکتی دورسی فلکشن را در افراد مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک، در مقایسه با پای نرمال و صاف گزارش کردند. آنها کوتاهی تاندون آشیل را علت اصلی این امر بیان کردند (۲۵). بر اساس گزارش آنها، تقویت عضلات نواحی لگن، به‌ویژه بخش‌های قدامی و خلفی مربوط به مچ پا، باعث کاهش نوسان در جهت قدامی- خلفی شد.

بهبود کنترل دینامیکی و استاتیکی پوسچر در افراد دارای پای گود ایدئوپاتیک، پس از برنامهٔ تمرین تعادلی، در اثر مکانیسم‌های عصبی-عضلانی مختلف به‌وجود می‌آید. پس از دورهٔ تمرینی، فرد بر اساس یادگیری و هماهنگی‌های عصبی-عضلانی که در نتیجهٔ تمرینات کسب کرده است، سیستم حسی-حرکتی خود را برای ارائهٔ پاسخ‌های مناسب، به‌منظور کنترل پوسچر آماده می‌کند (۲). تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که تکرار عملی تعادلی، سبب تصحیح و تعدیل پاسخ‌های تعادلی می‌شود. حتی زمانی که پاسخ‌های ما به آشفتگی‌های سطح اتکا و تغییرات محیط مناسب باشند، با تکرار عمل تعادلی، دامنه و بزرگی پاسخ‌های پوسچری تعدیل می‌شوند (۲)، از این رو به نظر می‌رسد که بهبود عملکرد تعادلی پس از به‌کار گرفتن برنامهٔ تمرین تعادلی در این تحقیق، باعث تعدیل پاسخ‌های تعادلی افراد دارای پای گود ایدئوپاتیک شده است. به‌طور کلی، هشت هفته تمرین تعادلی عملکرد تعادلی دینامیکی و استاتیکی را در دختران نوجوان مبتلا به پای گود ایدئوپاتیک بهبود بخشید.

منابع:

۱. دانشمندی، حسن؛ علیزاده، محمد حسین؛ قراخانلو، رضا. (۱۳۸۳). حرکات اصلاحی: شناسایی و تجویز تمرین‌ها. تهران، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.

2. Shanway-Cook, A., Woollacott, MH. (2001). Motor Control. Theory and Practical application.” Second Edition.

3. Franzén, E., Paquette, C., Gurfinkel, VS., Cordo, PJ., Nutt, JG., Horak, FB. (2009). Reduced performance in balance, walking and turning tasks is associated with increased neck tone in Parkinson's disease. Exp Neurol. 219: 430-438.

4. Van der Heide, JC., Begeer, C., Fock, JM., Otten, B., Stremmelaar, E., Van Eykern, LA., Hadders-Algra, M. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 46:253-266.

5. 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.

6. Cote, KP., Brunet, ME., Gansneder, BM., Sandra, SJ. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Athl Train. 40: 41–46.

۷. خداویسی، حمیده؛ عنبریان، مهرداد؛ فرهپور، نادر؛ سازوار، اکبر؛ جلالوند، علی. (۱۳۸۸). اثر ناهنجاری‌های ساختاری پا مشتمل بر کف پای صاف و گود بر تعادل پویا در دختران نوجوان. پژوهش در علوم ورزشی (۲۳) ص ص: ۹۹-۱۱۲.

8. Paterno, MV., Myer, GD., Ford, KR., Hewett, TE. (2004). Neromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. J Orthop Sports Phys Ther. 34: 305-316.

9. Ross, SE., Guskiewicz, KM. (2005). Effect of balance training with and without subsensory electrical stimulation on postural stability of subject with stable ankle and subject with functional ankle instability. J Athletic Train. 40 (2): S70.

10. Lin, Ch., Lee, HY., Chen, JJ., Lee, HM., Kuo, MD. (2006). Development of a quantitation assesment system for correlatio analysis of foot print parameters to postural control in children. J Physiol Measurement. 27:119-130.

11. Canale, ST., Beaty, JH., Campbell, WC. (2007). Campbell's operative orthopaedics. Volume 4. Eleventh Edition, pags: 2792-2815.

12. Keam, CO., Behm, DG.,Young, WB. (2006). Fixed foot balance training increases rectus femuris activation during landing and jump height in recreationally active women. J Sport Sci and Med. 5: 138-148.

13. Mcguine, TA., Keen, JS. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. J Sport Med. 34: 1103-11.

14. Caraffa, A., Cerroli, G., Projetti, M., Aisa, GR. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer.a prospective controlled study of proprioceptive training. J Knee Surgery Sport Traumatol Arthrose. 4: 19-21.

15. Hewett, TE., lindenfeld, TN., Riccobene, JV., Noyer, FR. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee enjury in female athletes: A prospective study.J Sport Med. 27: 699-706.

16. Redmond, AC., Crosbie, J., Ouvrier, AR. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture:the foot posture index. Clin-Biomech. 21: 89-98.

17. Orteza, LC., Vogelbach, WD., Denager, CR. (1992). The effect of molded orthotic on balance and pain while joging after inversion ankle sprain. J Athletic Train. 27: 80-84.

18. Guskiewicez, KM., Perrin, DH. (1996). Effect of orthotics on postural sway following inversion sprain. J Orthop Sports Phys Ther. 23: 326-331.

19. Olmsted, LC., Hertel, J. (2004). Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. J Sport Rehabilitation. 13: 54-66.

20. Lott, DJ., Hasting, MK., Commean, PK., Smith, KE., Mueller, MJ. (2007). Effect of footwear and orthotic devises on stress reduction and soft tissue strain of the nearopathic foot. Clin Biomech. 22: 352-359.

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

22. Riegaro, AD. (2003). The comprative effect of four week care stabilization and balance training program in semidynamic and dynamic balance. Master thesis. West Virginia University.

23. Verhagen, E., Bobbert, M., Inklaar, M., Kalken, MV., Beek, A., Bouter, L., Mechelen, W. (2005). The effect of a balance training program on center of pressure excursion in one-leg stance. Clin Biomech. 20: 1094-1100.

24. Vicenzino, B., Branjerdporn, M., Jordan, K. (2006). Initial changes in posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle after mobilization with movement in individuals with recurrent ankle sprain. J Orthop Sports Phys Ther. 36: 464-71.

25. Burns, J., Crosbie, J. (2005). Weight bearing ankle dorsiflexion range of motion in idiopathic pes cavus compared to normal and pes planus feet. The Foot. 15: 91-94.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی