تاثیر دفورمیتی ژنوواروم بر کنترل تعادل بدن متعاقب اعمال شتاب ناگهانی پاسچرال در دختران نوجوان

مریم پناه‌آبادی[۱]، آذر آقایاری[۲]، فاطمه سالاری اسکر[۳]، مهرداد عنبریان[۴]

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور مرکز تهران، تهران، ایران.

۲. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور مرکز تهران، تهران، ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۴. دانشیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (مولف مسئول) تلفن ثابت: ۰۸۱۱-۸۲۹۰۷۵۰، m_anbarian@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: علیرغم اینکه، تعادل بدن اغلب به عنوان مقیاسی برای سنجش عملکرد اندام تحتانی در نظر گرفته می شود، بررسی اثر دفورمیتی های اندام تحتانی بر عملکرد تعادلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش، مقایسه عملکرد کنترل تعادل بدن دانش‌آموزان دختر با دفورمیتی ژنوواروم پس از اعمال آشفتگی ناگهانی در سطح اتکاء با گروه کنترل بود.

روش بررسی: در این پژوهش مقایسه ای پس رویدادی با گروه شاهد و مواجه، تعداد ۸ نفر دانش‌آموز دختر مقطع راهنمایی (سن: ۱/۴±۱۳/۵ سال) دارای ژنوواروم به عنوان گروه مواجه و ۸ نفر دانش‌آموز دختر (سن: ۱/۳±۱۳/۸ سال) فاقد عارضه ژنوواروم به عنوان گروه شاهد به طور در دسترس انتخاب شدند. شتاب ناگهانی پاسچرال با رها کردن وزنه ای برابر ۱۰ درصد وزن بدن هر آزمودنی در چهار جهت قدامی، خلفی، داخلی و خارجی در حالیکه آزمودنی‌ها بر روی دستگاه توزیع فشار کف پا که بر روی یک صفحه متحرک نصب شده بود، اعمال گردید. برای بررسی عملکرد تعادلی آزمودنی‌ها در مواجهه با آشفتگی ایجاد شده، میزان جابجایی مرکز فشار پاها (COP) محاسبه گردید. داده های جمع آوری شده با روش آماری تست تی مستقل تحلیل شدند و $P \leq ۰/۰۵$ معنی دار تلقی می شد.

یافته ها: میزان جابجایی مرکز فشار پاها پس از اعمال شتاب ناگهانی پاسچرال در گروه ژنوواروم زانو به طور معناداری ($p=۰/۰۳۹$) بیشتر از گروه شاهد بود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کنترل پاسچر هنگام مواجهه با آشفتگی ناگهانی در دانش‌آموزان دختر دارای ژنوواروم زانو در مقایسه با همسالان نرمال ضعیف‌تر می‌باشد. بنابراین، عدم راستای طبیعی در اندام تحتانی (ژنوواروم) می‌تواند به عنوان یک ریسک فاکتور اثرگذار بر کنترل و حفظ تعادل بدن هنگام مواجهه با آشفتگی ناگهانی باشد.

واژگان کلیدی: آشفتگی ناگهانی، ژنوواروم، دانش‌آموزان دختر، کنترل پاسچر.

وصول مقاله: ۹۰/۱۰/۲۷ اصلاحیه نهایی: ۹۱/۳/۲ پذیرش: ۹۱/۹/۲۹

مقدمه

از منظر بیومکانیکی، حفظ و کنترل مرکز ثقل بدن[۱] (COG) در محدوده‌ی سطح اتکاء[۲] (BOS) به عنوان تعادل بدن تعریف شده است (۱). کنترل تعادل بدن در وضعیت های استاتیکی و دینامیکی، ما را قادر می‌سازد تا فعالیت‌های روزانه را به طور مناسب و موثر انجام دهیم (۲و ۱). از سوی دیگر برخورداری از عملکرد تعادلی

1 - Center of gravity
2 - Base of support

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

مناسب در اجرای مطلوب مهارت‌های حرکتی و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی موثر است. توانایی کنترل بدن در فضا حاصل یک سری عکس العمل پیچیده سیستم عصبی- عضلانی است که به سیستم کنترل پاسچرال[1] معروف است. وظیفه این سیستم، کنترل وضعیت بدن در فضا از نظر پایداری[2] و انحرافات پاسچرال[3] است (۱). تنظیمات پاسچرال در برابر فعل و انفعالات خارجی قابل انعطاف و تغییرپذیر هستند. فعالیت سیستم عضلانی و حرکت سگمان های بدن ما را قادر به کنترل این فعل و انفعالات خارجی و کنترل مرکز ثقل بدن در محدوده سطح اتکاء می کند (۳). نیروهای برهم زننده ثبات از دو عامل اینرسی[4] سگمان‌های حرکتی بدن و یا برخورد و تصادم فیزیکی با افراد و اجسام خارجی ناشی می شوند. در برابر نیروهای بر هم زننده ثبات، تنظیمات پاسچرال توسط فعالیت عضلات و حرکت سگمان‌ها در نتیجه‌ی عملکرد مکانیسم‌های داخلی نظیر قدرت عضلانی، ورودی های حسی بینایی، حس- عمقی و وستیبولار صورت می گیرد و در نتیجه تعادل بدن تنظیم می‌شود (۴). سیستم حس- عمقی یا پراپریوسپتیو[5] مجموعه دروندادهای عصبی است که از گیرنده‌های مکانیکی موجود در کپسول مفصلی، لیگامنت‌ها، عضلات، تاندون‌ها و پوست تامین و برای تجزیه و تحلیل به سیستم اعصاب مرکزی می‌رود (۵). منبع تامین حس- عمقی و حس وضعیت، توسط گیرنده های خاصی است که در عضلات، کپسول مفصلی و پوست وجود دارند.

نوسانات غیر طبیعی پاسچرال به عنوان اختلال در عملکرد تعادلی تحت تاثیر عوامل متعددی است که از سوی محققین در جمعیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. دفورمیتی‌های پاسچرال یکی از عوامل موثر در کنترل تعادل بدن است که طی چند دهه اخیر بخشی از مطالعات این حوزه را به خود اختصاص داده است (۶،۷). گسترش تحقیقات انجام شده بر روی کنترل پاسچرال و اختلالات ناشی از آن درک ما را در شناخت دقیق تر فرآیند سیستم عصبی- عضلانی در کنترل تعادل بدن و بهبود نقایص و اختلالات آن متحول کرده است. از آنجاییکه حفظ تعادل بدن اغلب به عنوان مقیاسی برای سنجش عملکرد اندام تحتانی در نظر گرفته می شود (۸)، به نظر می رسد که وجود اختلال و دفورمیتی در راستای طبیعی اندام تحتانی در عملکرد تعادلی فرد اثرگذار باشد.

نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که عملکرد تعادلی افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو نسبت به افراد فاقد این عارضه ضعیفتر است. نتایج این پژوهش‌ها، نقص در گیرنده‌های عمقی به دلیل آسیب کپسول مفصلی و بافت‌های موجود در مفصل زانو را یکی از علل مهم در ضعف تعادلی ناشی از استئوآرتریت بیان می کنند (۱۲- ۹). دفورمیتی ژنوواروم[6] که در آن کندیل‌های داخلی استخوان ران از یکدیگر دور می شوند، می تواند باعث تغییر راستای طبیعی زانو شده و به تبع آن خط جاذبه از موقعیت طبیعی خود به بخش داخلی زانو منتقل و در نتیجه باعث بر هم خوردن نیروهای وارده بر زانو و در نهایت سبب بر هم خوردن راستای طبیعی اندام تحتانی شود. بنابراین، افراد مبتلا به ژنو واروم به دلیل گشتاور نزدیک کننده بیشتر وارد شده بر زانو، مستعد ابتلاء به استئوآرتریت کمپارتمان جانب داخلی مفصل زانو در بزرگسالی هستند (۱۴و ۱۳). چرا که تحقیقات مشخص کرده که ژنوواروم یکی از دفورمیتی‌های شایع اندام تحتانی در بین نوجوانان است (۱۶و ۱۵). برای مثال لاسجوری و میرزایی با بررسی ناهنجاری‌های اسکلتی تعداد ۱۶۸۸ نفر در سنین ۱۱-۱۳ ساله، شیوع ژنوواروم را ۶/۹۳ درصد گزارش کردند (۱۷). شیوع این دفورمیتی به طور عمومی در دختران بیشتر از پسران گزارش شده است (۱۸و ۱۹). بنابراین شناسایی و پاسخ به این سئوال که آیا

1 - Postural control
2- Stability
3 - Postural orientation
4 - Inertia
5 - Proprioceptive
6 - Genu varum (bow leg)

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

دفورمیتی ژنو واروم بر عملکرد تعادلی دختران نوجوان اثر گذار است یا خیر؟ می تواند اطلاعات مفیدی را در طرح‌ریزی یک برنامه جامع درمانی و اصلاحی عارضه ژنوواروم و همچنین پیشگیری از ابتلاء زود هنگام استئوآرتریت و کنترل پاسچرال بهتر در این افراد به دست بدهد. با توجه به محدودیت مطالعات بر روی عملکرد تعادلی افراد با دفورمیتی های زانو و به ویژه در سنین کودکی و نوجوانی، کماکان این سئوال را بدون پاسخ گذاشته است که آیا نوجوانان مبتلا به دفورمیتی ژنوواروم عملکرد تعادلی ضعیف‌تری در مقایسه با همسالان نرمال دارند؟ یا کاهش توانایی کنترل پاسچرال در افراد دارای استئوآرتریت زانو و آن هم در سنین بزرگسالی و به دلیل تخریب بافت‌های مفصلی (۱۲- ۹) و ضعف عضلانی (۱۴و۹) می‌باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی تعادل ایستا و همچنین کنترل پاسچر هنگام مواجهه با آشفتگی ناگهانی[1] در صفحات حرکتی ساجیتال و فرونتال در بین نوجوانان دختر با ژنوواروم و مقایسه آن با همسالان نرمال است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش مقایسه ای پس رویدادی، تعداد ۱۶ نفر دانش آموز دختر شهر همدان در دو گروه مساوی شامل گروه مواجه با دفورمیتی ژنو واروم (سن: ۱/۴± ۱۳/۵ سال، قد: ۴/۹ ± ۱۶۰/۲ سانتی متر، وزن: ۵/۹ ± ۴۴/۲ کیلوگرم) و گروه فاقد ژنوواروم یا شاهد (سن: ۱/۳ ± ۱۳/۸سال، قد: ۵/۵ ± ۱۵۸/۶ سانتی متر، وزن: ۶/۴ ± ۴۳/۶ کیلوگرم) تقسیم شدند. هر دو گروه در متغیرهای سن، قد و وزن با یکدیگر اختلاف معناداری نداشتند. به بیان دیگر، گروه مواجه نیز تمام ویژگی‌های گروه شاهد را داشتند و تنها در ناحیه‌ی زانو دارای ناهنجاری ژنوواروم بودند. آزمودنی‌ها پس از اطلاع از روند پژوهش، رضایت خود را مبنی بر شرکت در آزمایش، به صورت کتبی اعلام کردند. آزمودنی‌ها، برای انجام آزمایشات به آزمایشگاه بیومکانیک اندام تحتانی دانشگاه بوعلی سینا دعوت شدند. جهت تعیین شدت ناهنجاری در زانوی دانش آموزان، فاصله بین دو اپی‌کندیل داخلی ران در حالت ایستاده توسط کولیس اندازه‌گیری شد (۲۰). آزمودنی های گروه مواجه دارای فاصله بیش از ۴ سانتیمتر بین دو اپی‌کندیل داخلی ران بودند.

همچنانکه در جدول ۱ آورده شده است، اندازه‌گیری تعادل ایستا در حالی انجام شد که آزمودنی‌ها بر روی دستگاه توزیع فشار کف پا[2] در سه حالت: ایستادن بر روی دو پا در دو وضعیت چشم باز و چشم بسته، ایستادن بر روی پای راست و پای چپ با چشمان باز قرار می گرفتند. تعادل دینامیکی برای مشخص شدن توانایی و قابلیت فرد در بازیابی تعادل پاسچرال پس از مواجهه شدن با آشفتگی ناگهانی نیز در حالی انجام شد که دستگاه توزیع فشار کف پا بر روی گاری متحرکی نصب شده بود. ارزیابی دینامیکی تعادل، در حالیکه آزمودنی با چشمان باز روی گاری قرار گرفته بود انجام شد. گاری توسط طنابی به وزنه‌ای معادل ۱۰ درصد وزن بدن آزمودنی‌ها متصل بود (شکل ۱). با رهاسازی ناگهانی وزنه، تعادل آزمودنی‌ها در چهار جهت قدامی، خلفی، جانب داخلی (چپ) و جانب خارجی (راست) بر هم‌زده می شد. آنگاه، اطلاعات مربوط به حرکت یا جابجایی مرکز فشار پاها[3] برای ارزیابی عملکرد تعادلی ثبت شد (۲۱و ۲۲).

1 - Perturbation

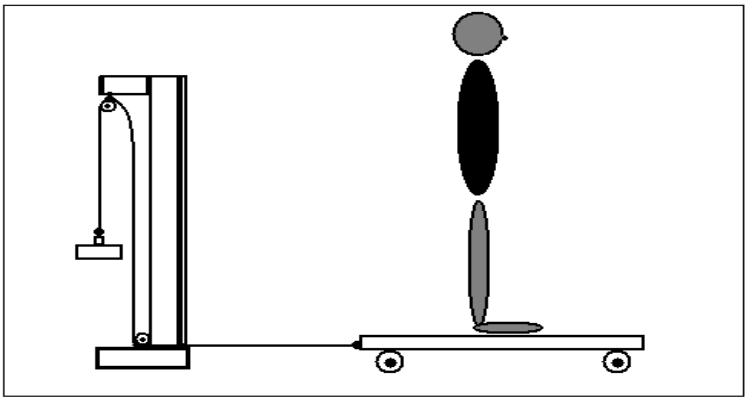
2 - Foot scan pressure plate,1 m* 0.4 m,8192 sensors,253 Hz, RSscan International, Olen, Belgium

3 - Center of Pressure

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

جدول ۱: تست‌های تعادلی و تعداد کوشش‌ها در هر یک از آن‌ها

تست	وضعیت	تعداد کوشش‌ها	زمان ثبت حرکت COP (ثانیه)
شتاب ناگهانی در جهت قدامی	چشم باز	۳	۴
شتاب ناگهانی در جهت خلفی	چشم باز	۳	۴
شتاب ناگهانی در جانب داخلی (چپ)	چشم باز	۳	۴
شتاب ناگهانی در جانب خارجی (راست)	چشم باز	۳	۴
تعادل ایستا بر روی دو پا	چشم باز	۳	۱۵
تعادل ایستا بر روی دو پا	چشم بسته	۳	۱۵
تعادل ایستا بر روی پای راست	چشم باز	۳	۱۰
تعادل ایستا بر روی پای چپ	چشم باز	۳	۱۰



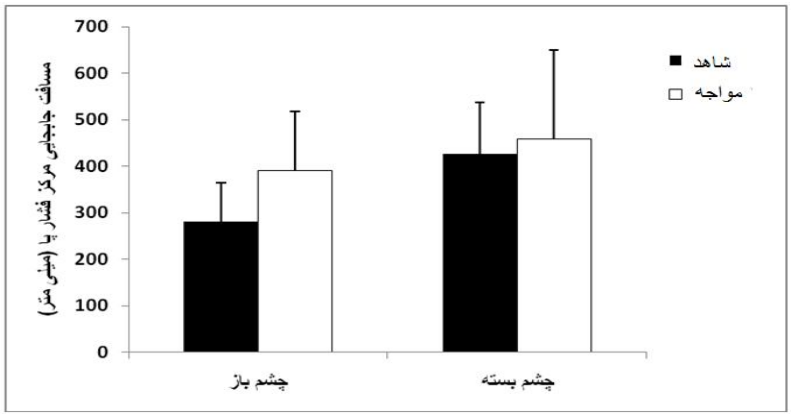
شکل ۱: ارزیابی عملکرد تعادلی با دستگاه توزیع فشار کف پا بر روی گاری.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

درصورتی که آزمودنی‌ها حین اجرای آزمایش گام بر می‌داشتند، آزمایش تکرار می‌شد. بین هر تلاش به آزمودنی‌ها ۱ دقیقه استراحت داده می‌شد. ترتیب اجرای آزمایشات در وضعیت‌های مختلف به شکل تصادفی بود. با تعیین بازه زمانی مورد نظر، با استفاده از نرم افزار دستگاه (Foot scan balance, 7.7) مسافت جابجایی COP محاسبه شد. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها با تست کلموگراف- اسمیرنوف، داده های آماری جمع آوری شده با تست تی مستقل برای مقایسه گروه‌ها با هم و تست زوجی برای مقایسه هر گروه با خودش در سطح معناداری $p \leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته ها

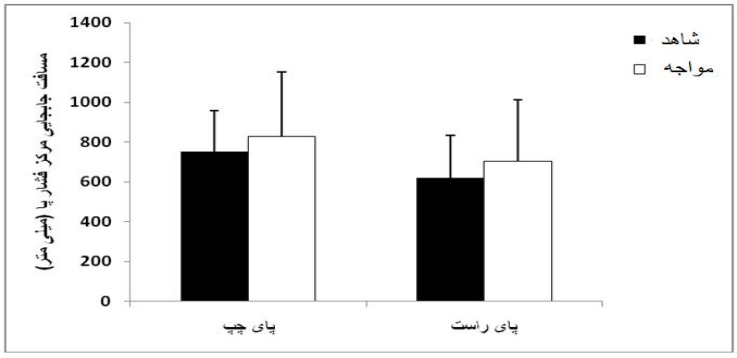
همانطور که در نمودار ۱ مشخص شده، میزان جابجایی فشار مرکز پاها در حالت ایستا در دو وضعیت چشم باز و چشم بسته درگروه ژنو واروم در مقایسه با گروه شاهد بیشتر بود؛ اما اختلاف موجود از نظر آماری معنی دار نبود. البته نتایج آزمون تی زوجی در مقایسه هرگروه با خودش در وضعیت‌های مختلف بینایی، نشان داد که میزان مسافت جابجایی مرکز فشار پاها در وضعیت چشمان بسته نسبت به چشمان باز در هر دو گروه بیشتر است که بیانگر عملکرد تعادلی ضعیف‌تر در وضعیتی است که سیستم بینایی به عنوان یکی از عوامل کنترل تعادل، مورد دستکاری قرار می گیرد. قابل ذکر است که این اختلاف در عملکرد تعادلی در وضعیت چشم بسته در مقایسه با حالت چشم باز، تنها در گروه شاهد از نظر آماری معنا دار بود ($p=۰/۰۱۱$) و در گروه مواجه اختلاف به دست آمده معنی دار نبود ($p=۰/۴۲۱$).



نمودار ۱: مقایسه مسافت جابجایی فشار مرکز پا در گروه های تحقیق.

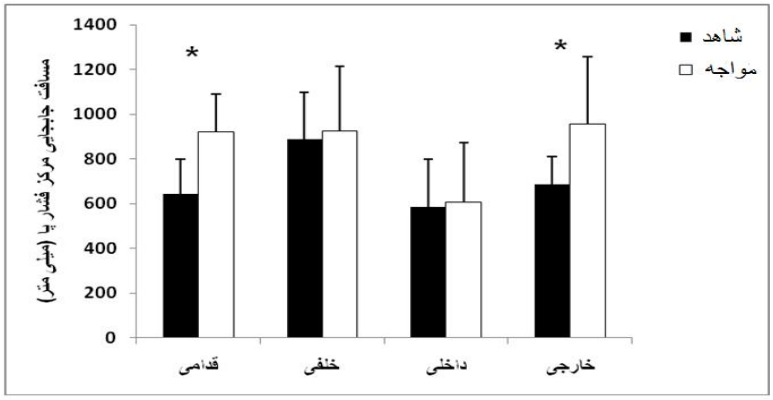
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

همچنانکه در نمودار ۲ نشان داده شده است، میانگین و انحراف استاندارد مسافت جابجایی مرکز فشار پاها هنگام قرارگرفتن بر روی یک پا در افراد گروه مواجه (با دفورمیتی ژنوواروم) نسبت به افراد گروه شاهد بیشتر است. این امر بیانگر تعادل بالنسبه بهتر گروه شاهد است. اما علیرغم این اختلاف، از نظر آماری اختلاف معنی داری بین گروه‌ها مشاهده نشد (p= ۰/۵۹۳ و p= ۰/۵۳۱ به ترتیب برای پای راست و چپ).



نمودار ۲: مقایسه ی عملکرد تعادلی دو گروه هنگامی که بر روی یک پا قرار داشتند.

تحلیل آماری نشان داد که در عملکرد تعادلی دو گروه مورد مطالعه در بازیابی تعادل بدن پس از اعمال آشفتگی ناگهانی از طریق گاری، اختلاف معنی دار وجود دارد. به این معنی که در بررسی این حالت دینامیکی تعادل، مسافت جابجایی مرکز فشار پا در گروه ژنوواروم (مواجه) در مجموع چهار جهت اندازه گیری شده بیشتر از گروه شاهد بود (p= ۰/۰۳۹). برای مشخص شدن وضعیت عملکرد تعادلی افراد، میزان جابجایی مرکز فشار پا در چهار جهتی که آشفتگی پاسچرال ناشی از رها کردن وزنه اعمال شد به تفکیک در نمودار ۳ آورده شده است. مسافت جابجایی مرکز فشار پا (COP) در جهات قدامی (P=۰/۰۰۴) و جانب خارجی (راست) (P=۰/۰۳۶) به طور معناداری در گروه ژنوواروم نسبت به گروه شاهد بیشتر بود (به ترتیب: p=۰/۰۰۴ و p=۰/۰۳۶)، در حالی که تفاوت جابجایی مرکز فشار پاها در جهات خلفی و جانب داخلی (چپ) بین گروه‌ها معنادار نبود (به ترتیب: p=۰/۷۷۱ و p=۰/۸۶۳).



نمودار ۳: مقایسه تفکیکی مسافت جابجایی مرکز فشار پا ها در گروه های تحقیق هنگام مواجهه با آشفتگی ناگهانی پاسچرال از چهار جهت متفاوت.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

بحث

در بررسی عملکرد تعادلی ایستا، نتایج نشان داد که هر دو گروه در وضعیت چشم باز نسبت به چشم بسته از تعادل بهتری برخوردار هستند هرچند این تفاوت معنی دار نبود. در مقایسه تفکیکی گروه‌ها، افراد گروه شاهد دارای میزان جابجایی مرکز فشار پای کمتری در هر دو وضعیت چشم باز و چشم بسته نسبت به گروه مواجه بودند که بیانگر عملکرد تعادلی بهتر در این گروه است، گرچه اختلاف از نظر آماری معنی دار نبود. عملکرد بالنسبه بهتر گروه شاهد زمانیکه اطلاعات بینایی حذف می شود احتمالاً به عملکرد بهتر سیستم حسی–عمقی و عضلانی (۲۳و ۹) در اندام تحتانی این افراد در مقایسه با گروه دارای دفورمیتی زانو بر می‌گردد. این مطلب در تحقیقات پیشین در افراد با ناهنجاری‌های ساختار کف پایی (۲۴) و ناهنجاری‌های پاسچرال در ناحیه ستون فقرات (۷ و ۶) نیز گزارش شده است. در بررسی تعادل، نتایج نشان داد که هنگام قرار گرفتن آزمودنی ها بر روی یک پا، اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نیست اما گروه شاهد از مسافت جابجایی COP کمتری نسبت به گروه ژنوواروم برخوردار بودند که احتمالاً نشان از عملکرد تعادلی بهتر گروه فاقد دفورمیتی در ناحیه زانو است. این یافته ها با برخی از پژوهش‌های پیشین که بر روی افراد مبتلا به استئوآرتریت انجام شده است همسو است. به عنوان مثال، لیتینن و همکاران در سال ۲۰۱۰، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در عملکرد تعادلی ایستا در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو در مقایسه با افراد سالم را گزارش کردند (۲۵). لیتینن و همکاران یکی از دلایل احتمالی وجود اختلاف نتایج در مقایسه با سایر پژوهش‌ها را یادگیری و آشنایی کامل آزمودنی‌ها با اجرای تست و در نتیجه تکرارهای زیاد که در پژوهش ایشان انجام گردید بیان نمودند. از سوی دیگر علیرغم وجود عملکرد ضعیف‌تر تعادلی ایستا گروه ژنوواروم، نتایج از نظر آماری معنی دار نبود. این یافته با برخی دیگر از تحقیقات انجام شده بر روی افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو همسو نبود (۱۷،۲۶،۲۷). یکی از علل احتمالی این امر ممکن است سن پایین آزمودنی‌های این تحقیق از یک سو و برخورداری ایشان از سیستم‌های حسی–عمقی و دهلیزی و همچنین عضلات قویتر (۲۳) از سوی دیگر در مقایسه با تحقیقات انجام شده قبلی بر روی بیماران استئوآرتریت زانو باشد. همچنین، به نظر می رسد یکی دیگر از دلایل عدم وجود اختلاف معنی‌دار در تعادل ایستای دو گروه، مربوط به استاتیکی بودن اندازه‌گیری تعادل بدن باشد. چرا که در حالت ایستا، اولین استراتژی حرکتی عمل کننده برای کنترل نوسانات بدن، استراتژی مچ پا است که به طور عمده حول محور مچ پا توسط گروه‌های عضلانی دورسی فلکسور و پلنتار فلکسور انجام می شود (۲۸). اما زمانیکه تعادل بدن در اثر عوامل بیرونی نظیر اعمال آشفتگی مانند آنچه در این تحقیق استفاده شد، بر هم می خورد، فرد برای بازیابی تعادل بدن از استراتژی ران استفاده می کند. در این استراتژی، برای بازیابی تعادل به طور عمده از فعالیت عضلانی ناحیه پروکسیمال ران استفاده می شود. عملکرد عضلات ران به طور طبیعی بر روی مفصل زانو اثرگذار هستند. به همین دلیل شاید بتوان به این نکته اشاره کرد که تست‌های ایستا برای ارزیابی تعادل بدن، آزمون‌های مناسبی برای افراد بیمار و مسن باشند، اما برای ارزیابی عملکرد تعادلی در موقعیت‌های دینامیکی بالنسبه آسان باشند.

نتایج نشان داد که با ناپایدار شدن سطح اتکاء که در این تحقیق با اعمال آشفتگی پاسچرال بوجود آمد، مسافت جابجایی مرکز فشار (COP) در گروه ژنوواروم به صورت معنی داری نسبت به همسالان گروه شاهد بیشتر است. همانگونه که اشاره شد میزان جابجایی بیشتر مرکز فشار پا در گروه ژنوواروم نسبت به گروه شاهد می تواند بیانگر ضعیفتر بودن عملکرد تعادلی این گروه در بازیابی تعادل پس از اعمال آشفتگی ناگهانی باشد. همچنانکه پیش از این نیز اشاره شد، شاید آسان بودن تست‌های ایستا باعث عدم بروز اختلاف قابل توجه در کنترل پاسچرال گروه‌های تحقیق در مطالعه حاضر بوده باشد. اما با مشکل‌تر کردن

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

تست از طریق اعمال آشفتگی ناگهانی بیرونی، عملکرد فرد در بهره‌گیری از سیستم‌های کنترل تعادل بدن را نشان داد که حاکی از ارزیابی دقیقتر عملکرد تعادلی است.

بررسی چگونگی حفظ تعادل بدن گروه‌های مورد مطالعه در این تحقیق هنگام مواجهه با شتاب ناگهانی در چهار جهت مختلف مشتمل بر جهات قدامی، خلفی، جانبی (راست) و داخلی (چپ) اختلاف معنی دار در مسافت جابجایی COP در دو جهت قدامی و خارجی (راست) را نشان داد. به شکلی که گروه ژنوواروم نسبت به همسالان نرمال از جابجایی بیشتری برخوردار بودند. البته این در حالی بودکه در دو جهت خلفی و داخلی (چپ) بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. محققین، مطالعه‌ای را که به بررسی بازیابی تعادل بدن هنگام مواجه شدن با آشفتگی ناگهانی پاسچر در نوجوانان با ژنوواروم پرداخته باشد، مشاهده نکردند تا با یافته های این تحقیق مقایسه نمایند. البته، تعداد معدودی از محققین به بررسی متغیرهای کینماتیکی هنگام راه رفتن که نوعی تعادل دینامیکی محسوب می شود بر روی افراد با دفورمیتی ژنوواروم پرداخته‌اند. برای مثال، نتایج مطالعه استیف و همکاران در سال ۲۰۱۱ میلادی بر روی تجزیه و تحلیل راه رفتن[1] نوجوانان و جوانان دارای ژنوواروم نشان داده است که با وجود اینکه دفورمیتی ژنوواروم در صفحه فرونتال است، اما علاوه بر صفحه فرونتال، این ناهنجاری باعث ایجاد تغییرات متعددی در متغیرهای کینماتیکی و کینتکی در صفحه ساجیتال و هوریزنتال نیز می‌شود. این ناهنجاری در صفحه ساجیتال باعث کاهش معنادار حداکثر گشتاور[2] اکستنشن زانو و حداکثر دامنه اکستنشن زانو در مرحله نهایی استانس می‌شود (۱۳). همچنین، حداکثر گشتاور چرخش داخلی زانو و حداکثر گشتاور چرخش خارجی ران (در صفحه هوریزنتال) طی مرحله استانس راه رفتن در افراد با ژنوواروم نسبت به همسالان نرمال بیشتر است (۱۳). همچنین از سوی استیف و همکارانش، مقادیر گشتاور نزدیک‌کننده[3] وارد بر مفصل زانو در صفحه فرونتال حدود ۳۲ درصد در نوجوانان و جوانان دارای این ناهنجاری نسبت به همسالان نرمال بیشتر گزارش شد. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که تعادل افراد با ژنوواروم هنگام مواجهه با شتاب ناگهانی علاوه بر صفحه‌ی فرونتال (جهت راست) در صفحه‌ی ساجیتال (جهت قدامی) نیز دچار کاهش می‌شود.

نتیجه گیری

پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد کنترل تعادل بدن دانش‌آموزان دختر با دفورمیتی ژنوواروم پس از اعمال آشفتگی ناگهانی در سطح اتکاء در مقایسه با گروه شاهد ، علاوه بر صفحه‌ی فرونتال (جهت راست) در صفحه‌ی ساجیتال (جهت قدامی) نیز دچار کاهش می‌شود. بنابراین هنگام طراحی برنامه های تمرینات اصلاحی و حرکات ورزشی برای بهبود عملکرد تعادلی این افراد بایدکلیه صفحات حرکتی را مورد توجه قرار داد. البته این نکته قابل ذکر است که مطالعات دقیقتر در حوزه بررسی اختلالات تعادلی ناشی از دفورمیتی های اندام تحتانی جهت مشخص کردن مکانیزم‌های کنترل تعادل بدن ضروری است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از مساعدت‌های مسئولین محترم دانشگاه پیام نور مرکز تهران، آزمایشگاه بیومکانیک اندام تحتانی دانشگاه بوعلی سینا و کلیه دانش آموزانی که در این پژوهش شرکت کردند تشکر می نمایند.

1- Gait analysis
2 - Moment
3 - Adduction moment

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

References

1. Vuilleme N, Teasdale N, Nougier V. The effect of expertise in gymnastics on propriceptive sensory integration in human subjects. Neurosci Lett. 2001; 311: 73-76.
2. Horak FB and Nashner LM. Central program of postural Movements: Adaptations to altered support-surface configuration. Journal of Neurophysiology 1986; 55:1369-1381.
3. Cappa P, Patanè F, Rossi S, Petrarca M, Castelli E, Berthoz A. Effect of changing visual condition and frequency of horizontal oscillation on postural balance of standing healthy subjects. Gait & posture 2008; 28:615-626.
4. Era P, Heikkinen E, Gause-Nilsson I, Scholl M. Postural balance in elderly people: changes over a five year follow up and its predictive value for survival. Aging Cline Exp Res. 2002; 14: 37-46.
5. Bot SD, Caspers M, Van Royen BJ, Toussaint HM, Kingma I. Biomechanical analysis of postural in patients with spinal kyphosis due to ankylosing spondylitis : a pilot study. Rheumatology 1999; 38: 441-443.
6. Nault ML, Allard P, Hinse S, Le Blanc R, Caron O, Labelle H, Sadeghi H. Relation between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2002; 27: 1911- 1917.
7. Anbarian M, Mokhtari M, Zareie P, Yalfani A. A Comparison of Postural Control Characteristics between Subjects with Kyphosis and Controls. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences 2010; 16: 53-60. [In Persian]
8. Guskiewicz KM, Perrin DH. Research and clinical applications of assessment balance. J Sport Rehabil 1996; 5: 45-63.
9. Lyytinen T, Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, Karjalainen PA, Arokoski JP. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. Journal of Electromyography and Kinesiology 2010; 20: 1066–1074.
10. Fisher NM, Pendergast DR. Reduced muscle function in patients with osteoarthritis. J Rehabil Med 1997; 29: 213–21.
11. Pai YC, Rymer WZ, Chang RW, Sharma L. Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. Arthritis Rheum 1997; 40:2260–5.
12. Sharma L, Pai YC, Holtkamp K, Rymer WZ. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? Arthritis Rheum 1997; 40: 1518–25.
13. Stief F, Bohma H, Schwirtz A, Dussa C,U, Doderlein L. Dynamic loading of the knee and hip joint and compensatory strategies in children and adolescents with varus malalignment. Gait & Posture 2011; 33: 490–495.
14. Sharma L, Lou C, Cahue S, Dunlop DD. The mechanism of the effect of obesity in knee osteoarthritis: the mediating role of malalignment. Arthrit. Rheum 2000; 43: 568–575.
15. Lasjouri Gh, Mirzaei B. The prevalence of postural deformities in pupils aged 11-13 and their relationship with age, height and weight factors. Research on Sport Science 2004; 6: 123-133. [In Persian]
16. Nazarali P, Razavi A, Keshgar S. A survey on the effect of life style on postural status among Al-Zahra University students. Harakat 2007; 34: 175-197. [In Persian]
17. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. Ann Rheum Dis 2001; 60:612–618.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]

18. Kendall EP, McGreary EK, Province PG, Rodgers MM, Romanin WA. Muscle testing and function with posture and pain. Fifth edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2005; p: 141-165..
19. Akhavi Rad SMB, Mahdi Barzi D, Jashan S, Radmanesh M. Prevalence of foot and knee deformities among high school female students in Tehran District No.5. Hakim 2006;9:18-23. [In Persian]
20. Magee D. Orthopedic physical assessment. 4TH Edition. Edmonton, Alberta, Canada, 2006; 679-681.
21. Han TR, Paik NJ, Im MS. Quantification of the path of center of pressure (COP) Using an F-scan in- shoe transducer. Gait & posture 1999; 10: 254-258.
22. Dixon SJ, Low DC. Footscan pressure insoles: Accuracy and reliability of force and pressure measurements in running. Gait & posture 2010; 32: 664-666.
23. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis 1997; 56: 641–8.
24. Khodavisi H. The effect of foot type on dynamic and static balance among adolescent. Thesis submitted for the degree of Master of Art, Physical Education Department, Bu Ali Sina University 2007. [In Persian]
25. Lyytinen T, Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, Karjalainen PA, Arokoski JP. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. Journal of Electromyography and Kinesiology 2010; 20: 1066–1074.
26. Hinman RS., Bennell KL, Metcalf BR, Crossley KM. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. Rheumatology (Oxford, Engl) 2002; 41:1388–94.
27. Masui T, Hasegawa Y, Yamaguchi J, Kanoh T, Ishiguro N, Suzuki S. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. J Orthop Sci 2006; 11:353–8.
28. Shumway-cook A, woollacot MH. Motor Control: Theory and Practical Application. Second edition, Lippincott. Williams &Wilkins 2001; p 158-186.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-11-05]