

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

مریم پناه‌آبادی^۱، آذر آقایی^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 (مؤلف 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 می‌شود، بررسی اثر دفورمیتی‌های 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 مقایسه‌ای پس‌رویدادی با گروه شاهد و مواجهه، تعداد ۸ نفر دانش‌آموز دختر مقطع راهنمایی (سن: $13/5 \pm 1/4$ سال) دارای ژنوواروم به عنوان گروه مواجهه و ۸ نفر دانش‌آموز دختر (سن: $13/8 \pm 1/3$ سال) فاقد عارضه ژنوواروم به عنوان گروه شاهد به طور در دسترس انتخاب شدند. شتاب ناگهانی پاسچرال با رها کردن وزنه‌ای 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. داده‌های جمع‌آوری شده با روش آماری تست تی مستقل تحلیل شدند و $P \leq 0/05$ معنی‌دار تلقی می‌شد.

یافته‌ها: میزان جابجایی مرکز فشار پاها پس از اعمال شتاب ناگهانی پاسچرال در گروه ژنوواروم زانو به طور معناداری ($p=0/039$) 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

وضعیت‌های استاتیکی و دینامیکی، ما را قادر می‌سازد تا فعالیت‌های روزانه را به طور مناسب و موثر انجام دهیم (۱ و ۲). از سوی دیگر برخورداری از عملکرد تعادلی

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

1 - Center of gravity

2 - Base of support

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 پژوهش های پیشین نشان داده است که عملکرد تعادلی افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو نسبت به افراد فاقد این عارضه ضعیفتر است. نتایج این پژوهش ها، نقص در گیرنده های عمقی به دلیل آسیب کپسول مفصلی و بافت های موجود در مفصل زانو را یکی از علل مهم در ضعف تعادلی ناشی از استئوآرتریت بیان می کنند (۹-۱۲). دفورمیتی ژنواروم^۶ که در آن کندیل های 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 برهم خوردن نیروهای وارده بر زانو و در نهایت سبب برهم 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 (۱۳ و ۱۴). چرا که تحقیقات مشخص کرده که ژنو واروم یکی از دفورمیتی های شایع اندام تحتانی در بین نوجوانان است (۱۵ و ۱۶). برای مثال لاسجوری و میرزایی با بررسی ناهنجاری های اسکلتی تعداد ۱۶۸۸ نفر در سنین ۱۱-۱۳ ساله، شیوع ژنو واروم را ۶/۹۳ درصد گزارش کردند (۱۷). شیوع این دفورمیتی به طور عمومی در دختران بیشتر از پسران گزارش شده است (۱۸ و ۱۹). بنابراین شناسایی و پاسخ به این سؤال که آیا

مناسب در اجرای مطلوب مهارت های حرکتی و پیشگیری از آسیب های ورزشی موثر است. توانایی کنترل بدن در فضا حاصل یک سری عکس العمل پیچیده سیستم عصبی-عضلانی است که به سیستم کنترل پاسچرال^۱ معروف است. وظیفه این سیستم، کنترل وضعیت بدن در فضا از نظر پایداری^۲ و انحرافات پاسچرال^۳ 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 ثابت از دو عامل اینرسی^۴ سگمان های حرکتی بدن و یا برخورد و تصادم فیزیکی با افراد و اجسام خارجی ناشی می شوند. در برابر نیروهای برهم زننده ثابت، تنظیمات پاسچرال توسط فعالیت عضلات و حرکت سگمان ها در نتیجه ی عملکرد مکانیسم های داخلی نظیر قدرت عضلانی، ورودی های حسی بینایی، حس-عمقی و وستبولار صورت می گیرد و در نتیجه تعادل بدن تنظیم می شود (۴). سیستم حس-عمقی یا پراپریوسپتیو^۵ مجموعه درونداهای عصبی است که از گیرنده های مکانیکی موجود در کپسول مفصلی، لیگامنت ها، عضلات، تاندون ها و پوست تامین و برای تجزیه و تحلیل به سیستم اعصاب مرکزی می رود (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 جمعیت های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. دفورمیتی های پاسچرال یکی از عوامل موثر در کنترل تعادل بدن است که طی چند دهه اخیر بخشی از مطالعات این

-
- 1 - Postural control
 - 2- Stability
 - 3 - Postural orientation
 - 4 - Inertia
 - 5 - Proprioceptive

6 - Genu varum (bow leg)

انجام آزمایشات به آزمایشگاه بیومکانیک اندام تحتانی دانشگاه بوعلی سینا دعوت شدند. جهت تعیین شدت ناهنجاری در زانوی دانش آموزان، فاصله بین دو اپی کندیل داخلی ران در حالت ایستاده توسط کولیس اندازه گیری شد (۲۰). آزمودنی های گروه مواجه دارای فاصله بیش از ۴ سانتیمتر بین دو اپی کندیل داخلی ران بودند.

همچنانکه در جدول ۱ آورده شده است، اندازه گیری تعادل ایستا در حالی انجام شد که آزمودنی ها بر روی دستگاه توزیع فشار کف پا^۲ 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 وزنه ای معادل ۱۰ درصد وزن بدن آزمودنی ها متصل بود (شکل ۱). با رهاسازی ناگهانی وزنه، تعادل آزمودنی ها در چهار جهت قدامی، خلفی، جانب داخلی (چپ) و جانب خارجی (راست) برهم زده می شد. آنگاه، اطلاعات مربوط به حرکت یا جابجایی مرکز فشار پاها^۳ برای ارزیابی عملکرد تعادلی ثبت شد (۲۱ و ۲۲).

دفورمیتی ژنو واروم بر عملکرد تعادلی دختران نوجوان اثر گذار است یا خیر؟ می تواند اطلاعات مفیدی را در طرح ریزی 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 سؤال را بدون پاسخ گذاشته است که آیا نوجوانان مبتلا به دفورمیتی ژنوواروم عملکرد تعادلی ضعیف تری 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 بافت های مفصلی (۹-۱۲) و ضعف عضلانی (۹ و ۱۴) می باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی تعادل ایستا و همچنین کنترل پاسچر هنگام مواجهه با آشفتگی ناگهانی^۱ در صفحات حرکتی ساجیتال و فرونتال در بین نوجوانان دختر با ژنوواروم و مقایسه آن با همسالان نرمال است.

مواد و روش ها

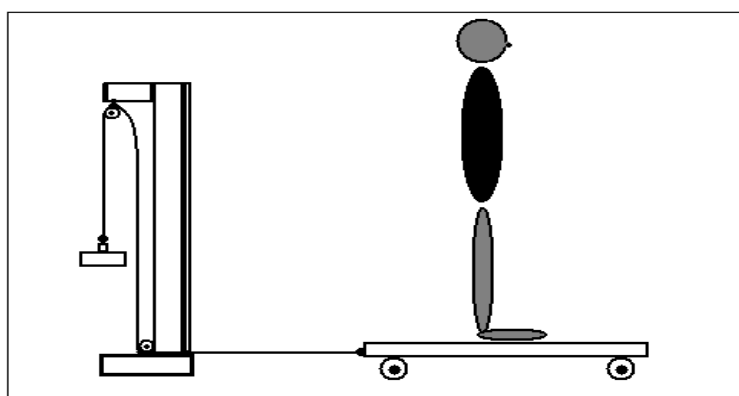
در این پژوهش مقایسه ای پس رویدادی، تعداد ۱۶ نفر دانش آموز دختر شهر همدان در دو گروه مساوی شامل گروه مواجه با دفورمیتی ژنو واروم (سن: $13/5 \pm 1/4$ سال، قد: $160/2 \pm 4/9$ سانتی متر، وزن: $44/2 \pm 5/9$ کیلوگرم) و گروه فاقد ژنوواروم یا شاهد (سن: $13/8 \pm 1/3$ سال، قد: $158/6 \pm 15/6$ سانتی متر، وزن: $43/6 \pm 6/4$ کیلوگرم) تقسیم شدند. هر دو گروه در متغیرهای سن، قد و وزن با یکدیگر اختلاف معناداری نداشتند. به بیان دیگر، گروه مواجهه نیز تمام ویژگی های گروه شاهد را داشتند و تنها در ناحیه ی زانو دارای ناهنجاری ژنوواروم بودند. آزمودنی ها پس از اطلاع از روند پژوهش، رضایت خود را مبنی بر شرکت در آزمایش، به صورت کتبی اعلام کردند. آزمودنی ها، برای

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

1 - Perturbation

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



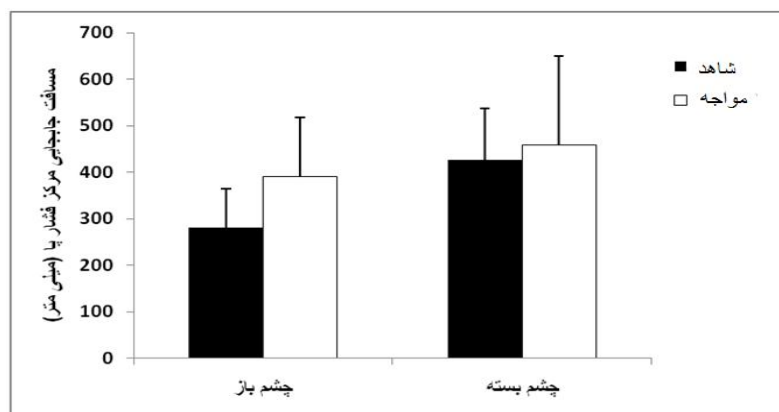
شکل ۱: ارزیابی عملکرد تعادلی با دستگاه توزیع فشار کف پا بر روی گاری.

بسته در گروه 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 هر گروه 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 می‌گیرد. 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 ($p=0/011$) و در گروه مواجه اختلاف به دست آمده معنی دار نبود ($p=0/421$).

در صورتی 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، داده‌های 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 $p \leq 0/05$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

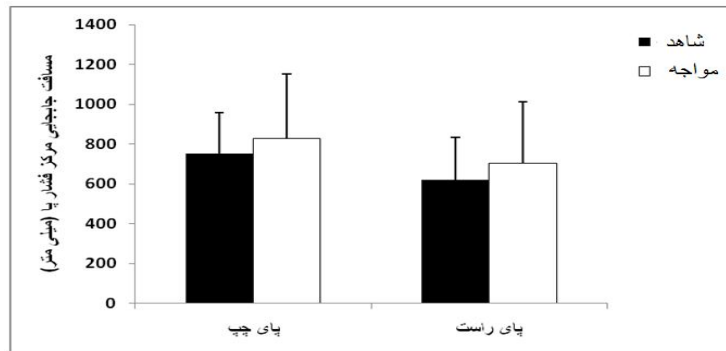
همانطور که در نمودار ۱ مشخص شده، میزان جابجایی فشار مرکز پاها در حالت ایستا در دو وضعیت چشم باز و چشم



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

بیانگر تعادل بالنسبه بهتر گروه شاهد است. اما علیرغم این اختلاف، از نظر آماری اختلاف معنی داری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($p=0/593$ و $p=0/531$ به ترتیب برای پای راست و چپ).

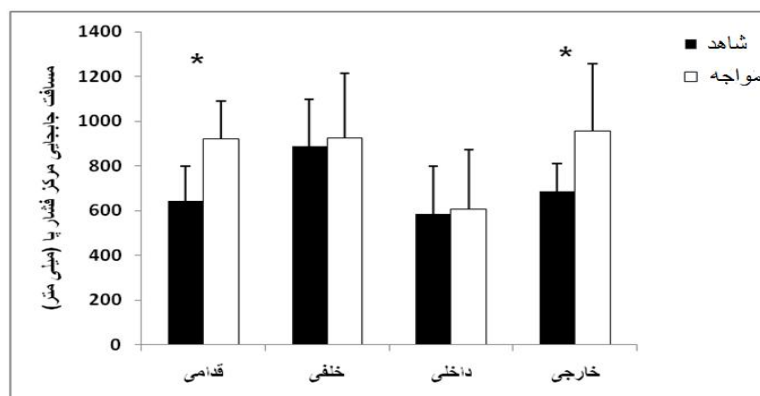
همچنانکه در نمودار ۲ نشان داده شده است، میانگین و انحراف استاندارد مسافت جابجایی مرکز فشار پاها هنگام قرار گرفتن بر روی یک پا در افراد گروه مواجهه (با دفورمیتی ژنوواروم) نسبت به افراد گروه شاهد بیشتر است. این امر



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

که آشفستگی 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 ($P=0/004$) و جانب خارجی (راست) ($P=0/036$) به طور معناداری در گروه ژنوواروم نسبت به گروه شاهد بیشتر بود (به ترتیب: $p=0/004$ و $p=0/036$)، در حالی که تفاوت جابجایی مرکز فشار پاها در جهات خلفی و جانب داخلی (چپ) بین گروه‌ها معنادار نبود (به ترتیب: $p=0/771$ و $p=0/863$).

تحلیل آماری نشان داد که در عملکرد تعادلی دو گروه مورد مطالعه در بازیابی تعادل بدن پس از اعمال آشفستگی 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 (مواجهه) در مجموع چهار جهت اندازه گیری شده بیشتر از گروه شاهد بود ($p=0/039$). برای مشخص شدن وضعیت عملکرد تعادلی افراد، میزان جابجایی مرکز فشار پا در چهار جهتی



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

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 (۲۳ و ۹) در اندام تحتانی این افراد در مقایسه با گروه دارای دفورمیتی زانو بر می گردد. این مطلب در تحقیقات پیشین در افراد با ناهنجاری‌های ساختار کف پای (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 آزمودنی‌ها بر روی یک پا، اختلاف از نظر آماری معنی دار 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 یافته‌ها با برخی از پژوهش‌های پیشین که بر روی افراد مبتلا به استئوآرتریت انجام شده است همسو است. به عنوان مثال، لیتین و همکاران در سال ۲۰۱۰، عدم وجود اختلاف معنی دار در عملکرد تعادلی ایستا در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو در مقایسه با افراد سالم را گزارش کردند (۲۵). لیتین 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 (۲۷، ۲۶، ۱۷).

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 معنی دار 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

استیف و همکارانش، مقادیر گشتاور نزدیک کننده^۳ 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 ژنواروم 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 ژنواروم 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 برنامه‌های تمرینات اصلاحی و حرکات ورزشی برای بهبود عملکرد تعادلی این افراد باید کلیه صفحات حرکتی را مورد توجه قرار داد. البته این نکته قابل ذکر است که مطالعات دقیقتر در حوزه بررسی اختلالات تعادلی ناشی از دفورمیتی‌های 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 دانش‌آموزانی که در این پژوهش شرکت کردند تشکر می‌نمایند.

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 ژنواروم نسبت به همسالان نرمال از جابجایی بیشتری برخوردار بودند. البته این در حالی بود که 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 ژنواروم پرداخته باشد، مشاهده نکردند تا با یافته‌های این تحقیق مقایسه نمایند. البته، تعداد معدودی از محققین به بررسی متغیرهای کینماتیکی هنگام راه رفتن که نوعی تعادل دینامیکی محسوب می‌شود بر روی افراد با دفورمیتی ژنواروم پرداخته‌اند. برای مثال، نتایج مطالعه استیف و همکاران در سال ۲۰۱۱ میلادی بر روی تجزیه و تحلیل راه رفتن^۱ نوجوانان و جوانان دارای ژنواروم نشان داده است که با وجود اینکه دفورمیتی ژنواروم در صفحه فرونتال است، اما علاوه بر صفحه فرونتال، این ناهنجاری باعث ایجاد تغییرات متعددی در متغیرهای کینماتیکی و کیتیکی در صفحه ساجیتال هوریزنتال نیز می‌شود. این ناهنجاری در صفحه ساجیتال باعث کاهش معنادار حداکثر گشتاور^۲ 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 ژنواروم نسبت به همسالان نرمال بیشتر است (۱۳). همچنین از سوی

1- Gait analysis

2 - Moment

3 - Adduction moment

References

1. Vuilleme N, Teasdale N, Nougier V. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive 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.

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.