مقاله پژوهشی

تأثیر وزن کوله‌پشتی بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در دختران دانش‌آموز حین راه رفتن

فاطمه اولیائی[۱]، امیرعلی جعفرنژادگرو ×[۲]، علی فتاحی [۳]، داوود خضری[٤]

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۳/۱۵ تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۰۲/۳۰

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: تأثیر کوله‌پشتی با وزن‌های مختلف بر پا که حلقه ارتباطی بدن انسان با سطح زمین است، کمتر موردتوجه محققین بوده است. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر وزن کوله‌پشتی بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در دختران دانش‌آموز حین راه رفتن بود.

مواد و روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. در این مطالعه ۲۰ دانش‌آموز دختر در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ کوله‌پشتی‌هایی معادل ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن را طی راه رفتن حمل می‌کردند. نیروی عکس‌العمل زمین در نواحی ده‌گانه پا با استفاده از سیستم اندازه‌گیری فشار کف‌پایی در هردو پای برتر و غیر برتر توسط دستگاه سنجش فشار کف‌پایی جمع‌آوری شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف مورد تائید قرار گرفت. سپس از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد.. تمامی آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲، در سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در نواحی خارج پاشنه (P =۰/۰۴۵)، کف‌پایی دو و پنجم (P =۰/۰۲۳) و انگشتان دوم تا پنجم (P =۰/۰۰۰) به‌طور معناداری در حین حمل کوله‌پشتی معادل ۲۰ درصد وزن بدن از کوله‌پشتی معادل ۱۰ درصد وزن بدن بالاتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق به نظر می‌رسد، افزایش وزن کوله‌پشتی می‌تواند منجر به افزایش عدم تقارن بین اندام برتر و غیر برتر شود که نشان‌دهنده تفاوت و ناهمسانی در عملکرد اندام برتر و غیر برتر دانش‌آموزان است.

کلیدواژه‌ها: کوله‌پشتی، پای برتر، فشار کف‌پایی، دانش‌آموز، شاخص تقارن، راه رفتن

مجله مطالعات علوم پزشکی، دوره سی و پنجم، شماره دوم، ص ۱۱۵-۱۰۷، اردیبهشت ۱۴۰۳

آدرس مکاتبه: اردبیل، دانشگاه، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تلفن: ۰۹۱۰۵۱۴۶۲۱۴
Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

مقدمه

کوله‌پشتی یکی از رایج‌ترین وسایل برای حمل وسایل روزانه است (۱) و اکثر افراد ازجمله کوهنوردان، سربازان، دانش‌آموزان و دانشجویان از آن به‌طور گسترده‌ای برای اهداف مختلف استفاده می‌کنند (۲). بااینکه استفاده از کوله‌پشتی یکی از بهترین شیوه‌های حمل وسایل ضروری مدرسه معرفی شده است (۳-۶)، اما استفاده از کوله‌پشتی سنگین، می‌تواند موجب افزایش بیش‌ازحد قوس‌های ستون مهره‌ها، فلکشن بیش‌ازحد تنه و سر شود تا امکان تحمل وزن کوله‌پشتی و حمل آن را میسر سازد. این فشار اضافی روی عضلات گردن و پشت موجب ایجاد خستگی بیش‌ازحد و به دنبال آن ایجاد آسیب می‌شود (۷). تأثیر نامطلوب بارهای اضافی بر روی سیستم اسکلتی عضلانی و پاسچر بدن به‌خصوص بیومکانیک اندام تحتانی و مشکلات ناشی از آن در انجام فعالیت‌های بنیادین و روزمره مانند راه رفتن، دویدن و ایستادن چالش بزرگی برای متخصصین بیومکانیک ورزشی است (۳۲) ساختار آناتومیکی پا در هنگام تحمل وزن بدن و جابجایی همانند یک اهرمی سخت عمل می‌کند که با تغییرات بیومکانیکی به وجود آمده در هر یک از بخش‌های بدن و سطح زمین جهت حفظ تعادل و کنترل پاسچر سازگاری ایجاد می‌کند (۸). اولین و مهم‌ترین روش برای تعیین و تشریح وضعیت نرمال و غیر نرمال ساختار یا مشاهدات عینی است (۹). ارزیابی پا

[۱] دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول)
[۳] گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[٤] گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

در هنگام ایستادن و راه رفتن معیار مناسبی برای بررسی وضعیت ساختاری و تفاوت‌های عملکردی در بین افراد سالم و دچار ناهنجاری است (۱۰، ۱۱). پژوهشگران حوزه سلامت عمومی پیشنهاد می‌کنند عدم تقارن (ناهمسانی) در فعالیت عضلانی که از وزن کوله‌پشتی ناشی می‌شود ممکن است باعث عدم پایداری تنه و عاملی برای افزایش درد پشت باشد (۸،۱۰). سایر محققان نیز ایجاد انحرافات پاسچرال دائمی را بر اثر فعالیت ناهمسان عضلات تنه هنگام حمل کوله‌پشتی‌های سنگین گزارش کرده‌اند (۱۱). افزایش وزن کوله‌پشتی‌های مدارس با افزایش نیروی عکس‌العمل زمین و فشارهای کف‌پایی در افراد همراه است. این امر ممکن است باعث از بین رفتن قوس‌های طولی کف پا شود که خود به‌عنوان منبع التهاب فاشیای کف‌پایی در نظر گرفته می‌شود (۱۲). بدیهی است که تغییر در مکانیک پاها حین راه رفتن می‌تواند اثرات منفی بر وضعیت و عملکرد ساختارهای بالاتر مثل تنه بگذارد. این موارد تنها تطابق‌های قامتی نیستند که بدن در شرایط حمل بار اتخاذ می‌کند، چراکه بدن انسان یک سیستم زنجیره حرکتی باز با درجات آزادی چندگانه است و به نظر می‌رسد یکی از مواردی که موجب تغییر در نیروی عکس‌العمل زمین و گشتاورهای مفاصل بین اندام چپ و راست می‌شود، تغییر در تقارن پارامترهای زمانی- فضایی راه رفتن است. تقارن در راه رفتن به‌صورت توافق کامل بین اعمال اندام تحتانی هنگام راه رفتن تعریف شده است (۱۳). از طرفی در برخی از مطالعات نیز زمانی راه رفتن را متقارن دانسته‌اند که مقادیر اندازه‌گیری شده برای اندام‌های طرفی یکسان باشد یا تفاوت آن‌ها ازنظر آماری معنادار نباشد (۱۴). در این زمینه Ellis و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کرده‌اند که افزایش عدم تقارن راه رفتن موجب افزایش هزینه متابولیکی و مکانیکی می‌شود و راه رفتن متقارن را به‌عنوان بهینه‌ترین حالت برای افراد سالم پیشنهاد نمودند (۱۵).

مطالعات نشان داده شده است که حمل کوله‌پشتی منجر به کاهش سرعت راه رفتن، افزایش مدت‌زمان استقرار و همچنین افزایش مدت‌زمان حمایت دوگانه می‌شود و با افزایش وزن کوله‌پشتی این تفاوت‌ها در سرعت راه رفتن، مدت‌زمان حمایت یگانه، مدت‌زمان حمایت دوگانه و مدت‌زمان فازنوسان افزایش پیدا می‌کند (۹).

هرچند نشان داده شده است که با افزایش بار، فشارهای کف‌پایی نیز افزایش می‌یابد اما هنوز روشن نیست که آیا این اثرات بین بخش‌های مختلف پا و اندام‌های غالب و غیر غالب مشابه است یا خیر (۱۶) بااین‌حال برخی مطالعات نشان دادند که برتری اندام‌ها ممکن است بر الگوی توزیع فشار کف‌پایی در اندام‌های تحتانی تأثیرگذار باشد و تقارن بین اندام برتر و غیر برتر را دستخوش تغییر سازد، درحالی‌که برخی مطالعات نیز نظر عکس دارند (۱۷-۱۸).

یک مطالعه نشان داده است که کودکان طی ایستادن وزن خود را روی اندام غالب خود انتقال می‌دهند (۱۹). در همین رابطه مطالعات دیگر نیز نشان دادند که با افزایش بار کوله‌پشتی‌های مدرسه الگوی توزیع فشار کف‌پایی در ناحیه عقب، میانه و جلوی پا بین اندام‌های چپ و راست متفاوت است (۲۰).

راه رفتن به‌عنوان یکی از بهینه‌ترین الگوهای جابجایی در انسان موردتوجه است. در شرایط عدم پاتولوژی، راه رفتن فعالیتی هماهنگ، کارآمد و بدون زحمت است بااین‌وجود عوامل مختلفی ممکن است دقت، هماهنگی، سرعت و تطبیق‌پذیری آن را تحت تأثیر قرار دهد (۲۱). بحث در مورد تقارن راه رفتن ازاین‌جهت موردتوجه است که اندام‌ها باید از هماهنگی کامل برای دستیابی به حرکتی موزون و روان برخوردار باشند، از طرفی عدم تقارن می‌تواند با مشکلات ساختاری و آسیب‌دیدگی در افراد همراه باشد. در اغلب تحقیقات، عوامل ساختاری، عملکردی و متدولوژی را موردبررسی قرار داده‌اند اما اطلاعاتی در مورد افراد دچار عارضه‌های مختلف پا و ارتباط آن با عملکردهای حرکتی و میزان دامنه استاندار توزیع فشار در آن‌ها موجود نیست. با مروری بر پیشینه تحقیق به نظر می‌رسد تاکنون نقش کوله‌پشتی از جنبه‌های مختلف کینماتیکی، کینتیکی، کنترل پاسچر و الگوی فعالیت عضلانی موردتوجه مطالعات پیشین بوده است. بااین‌حال ضمن عدم توافق کامل در خصوص چگونگی اثرگذاری حمل کوله‌پشتی با وزن‌های مختلف به‌عنوان یکی از متداول‌ترین روش‌های حمل لوازم مدرسه در میان دانش‌آموزان، مطالعه پاسخ‌های مکانیکی پا به‌عنوان حلقه ارتباطی بدن انسان با سطح زمین به وزن‌های مختلف محتوی کوله‌پشتی نیز کمتر موردتوجه محققین بوده است. لذا همچنان نکات، ابهامات و چالش‌های فراوانی در این خصوص بی‌پاسخ مانده است که ضرورت انجام پژوهش‌های بیشتر به‌منظور بررسی جنبه‌های مختلف عملکرد بیومکانیکی دانش‌آموزان به‌عنوان سرمایه‌های انسانی آینده حین حمل کیف‌های مدرسه را مضاعف می‌نماید. از طرفی، در پژوهش‌های انجام‌شده تفاوت‌هایی ازنظر تعداد، نمونه، سن، جنسیت، میزان فعالیت بدن، الگوهای گام برداری، سرعت راه رفتن، روش‌های اندازه‌گیری و تجهیزات آزمایشگاهی وجود دارد که درنهایت موجب تفاوت در نتایج مطالعات به‌صورت گرفته می‌شود. بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر وزن کوله‌پشتی بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در دختران دانش‌آموز حین راه رفتن بود.

مواد و روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. جامعه آماری پژوهش در حال حاضر را دختران ۱۴ تا ۱۷ سال شهر تهران تشکیل دادند.

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

نمونه آماری پژوهش ضمن فراخوان و دعوت به همکاری، از میان دانش‌آموزان مدارس دخترانه شهر تهران، پس از ارزیابی‌های اولیه بر اساس معیارهای ورود به تحقیق، دانش‌آموزان دخترانی که شرایط لازم برای حضور در مطالعه را داشتند ۲۰ نفر به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. حجم نمونه تحقیق با استفاده از نرم‌افزار G.Power با آلفای ۰/۰۵، بتای ۰/۲۰، و اندازه اثر ۰/۳۰ برای دو گروه، ۱۸ نفر برآورد شده است که برای افزایش قدرت تعمیم‌پذیری نتایج به ۲۰ نفر افزایش داده شد. معیارهای ورود به تحقیق شامل نداشتن سابقه آسیب و جراحی در اندام تحتانی و همچنین نداشتن هرگونه ناهنجاری اثرگذار بر متغیرهای تحقیق بود. از سوی دیگر در صورت عدم تمایل فرد به ادامه همکاری، استفاده از مسکن و هر درمانی در طول تحقیق و داشتن درد و یا گرفتگی عضلانی در طول ارزیابی‌ها فرد از فرایند تحقیق کنار گذاشته می‌شد. در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده است، و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1401.1531 دریافت شده است.

معیارهای ورود در این مطالعه؛ دانش‌آموزان دختر محدوده سنی ۱۴ تا ۱۷ سال، نداشتن سابقه آسیب در اندام تحتانی طی یک سال گذشته، نداشتن سابقه جراحی در ساختارهای اندام تحتانی و نداشتن ناهنجاری اسکلتی- عضلانی اثرگذار بر متغیرهای تحقیق و معیارهای خروج از تحقیق؛ عدم همکاری در حین اجرای تست، استفاده از مسکن و هر درمانی در طول تحقیق، داشتن درد و یا گرفتگی عضلانی در طول ارزیابی‌ها و روز انجام آزمون.

ابزارهای اندازه‌گیری؛ فرم اطلاعات فردی و فرم رضایت‌نامه، قد سنج دیواری مثلثی SM 26 (جهت اندازه‌گیری قد)، ترازوی دیجیتال Bs101 (جهت اندازه‌گیری وزن)، دستگاه دیجیتالی تست نیویورک (برای ارزیابی ناهنجاری‌های اسکلتی- عضلانی از سه نمای قدامی، خلفی و جانبی)، کیت آنتروپومتریکی و دستگاه سنجش فشار کف‌پایی در ابتدا فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش به همراه توضیحات کامل جهت نحوه اجرای آزمون و اهمیت آن ازلحاظ سلامت جسمانی به آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها داده شد؛ سپس فرم اطلاعات فردی توسط افراد تکمیل گردید. پس‌ازآن اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس برای ارزیابی ناهنجاری‌های اسکلتی- عضلانی از دستگاه دیجیتالی تست نیویورک در سه نمای قدامی، خلفی و جانبی استفاده شد. برای جمع‌آوری داده‌ها در افراد از دستگاه سنجش فشار کف‌پایی مدل PT SCAN ساخت شرکت پایا فناوران کشور ایران استفاده شد. این دستگاه از یک صفحه با قاب فلزی که در کف زمین و هموار با سطح نصب می‌شود، تشکیل شده است که با ایستادن آزمودنی روی آن اطلاعات توزیع فشار کف پای شخص را در حالت ایستا توسط سیستم ثبت می‌شود. همچنین با گام برداشتن فرد روی دستگاه به‌صورتی که یک پای فرد روی دستگاه قرار گیرد و عبور شخص از روی دستگاه، اطلاعات فشار کف پای چپ و راست به‌صورت پویا نیز ثبت می‌گردد و با استفاده از این اطلاعات، نرم‌افزار سیستم خروجی‌هایی ازجمله نحوه توزیع فشار کف پا در حالت ایستا، مرکز فشار بدن در حالت ایستا، مرکز فشار هر پا در حالت پویا و همچنین نقاط پرفشار و کم‌فشار در حالت ایستا و خط مرکز فشار در حالت پویا و همچنین نحوه گام برداشتن و مراحل مختلف آن را ارائه می‌کند. پروتکل اجرایی جمع‌آوری داده‌ها در هر مرحله پس از آماده کردن آزمودنی‌ها، جمع‌آوری اطلاعات، موارد نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به‌دقت بازبینی شد تا تمام موارد به‌طور کامل و در زمان تعیین‌شده اجرا گردد. قبل از انجام کوشش‌های اصلی، هرکدام از آزمودنی‌ها چند بار به‌منظور آشنایی با محیط و پروتکل‌های موردنظر، در مسیر تعیین‌شده راه رفتند. آزمودنی‌ها کوله‌پشتی با وزنی معادل ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن خود را طی راه رفتن در مسیری ۱۰ متری که سیستم اندازه‌گیری فشار کف‌پایی در مرکز آن قرار داشت حمل می‌کردند. ازآنجاکه کنترل سرعت ممکن بود الگوی طبیعی راه رفتن افراد را تغییر دهد از سرعت خودانتخابی برای راه رفتن استفاده شد. در همه افراد از یک کوله‌پشتی استفاده شد و برای جلوگیری از تأثیر محل قرارگیری کوله‌پشتی بر متغیرهای تحقیق، بندهای کوله‌پشتی به‌گونه‌ای تنظیم شد که در همه افراد قسمت انتهایی کوله‌پشتی در گودی کمر قرار گیرد. محتوی کوله‌پشتی شامل وسایل معمول مورداستفاده روزمره دانش‌آموزان از قبیل کتاب، دفتر، نوشت‌افزار، اغذیه و سایر ملزومات بود که متناسب درصدهای مشخصی از وزن آزمودنی‌ها (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن) (۳۱) تنظیم می‌شد. به‌منظور جلوگیری از تأثیر احتمالی اندازه‌گیری در روزهای مختلف، همه اندازه‌گیری‌ها در یک روز انجام گرفت. از سوی دیگر برای خنثی‌سازی اثر احتمالی خستگی، آزمودنی‌ها به فاصله ۱۰ دقیقه استراحت کوششی بعدی را اجرا می‌کردند. همچنین به‌منظور خنثی‌سازی اثر احتمالی یادگیری، حالت‌های مختلف به‌صورت تصادفی توسط آزمودنی‌ها اجرا می‌شد. نهایتاً سه کوشش صحیح از هرکدام از حالت‌های سه‌گانه جهت آنالیز نهایی ثبت می‌شد. درصورتی‌که پای فرد به‌طور کامل روی صفحه سیستم اندازه‌گیری فشار کف‌پایی قرار نمی‌گرفت حرکت تکرار می‌شد. برای تعیین تقارن در الگوی توزیع نیرو بین پای برتر و غیر برتر از شاخص تقارن با معادله زیر استفاده شد (۲۲):

$$SI\% = ((X2 - X1))/(0.5 \times (X2 + X1)) \times 100$$

در اینجا X2 متغیر پای برتر و X1 متغیر پای غیر برتر است. تقارن ایدئال بین دو پا با استفاده از شاخص تقارن مساوی صفر

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

مشخص می‌شود و چنانچه شاخص تقارن بیشتر از ۱۰ درصد باشد بین آن متغیر در پای برتر و غیر برتر عدم تقارن برقرار خواهد بود.

در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها استفاده شد. به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد سپس برای بررسی فرضیه‌های تحقیق از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و برای مقایسه تفاوت بین هر دو گروه از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تمامی آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (ساخت نیویورک ایالت متحده، شرکت IBM) در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

جدول (۱) میانگین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۱): میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI
۱۵	۱۵/۷۳±۱/۱۰	۱۶۶/۴۰±۵/۳۱	۶۲/۵۳±۶/۹۷	۲۲/۶۲±۲/۷۳

نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد بین تأثیر استفاده از کوله‌پشتی با وزن‌های مختلف بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در بخش خارج پاشنه (p = ۰/۰۴۵) و (F = ۴/۳۷)، کف‌پایی دوم و پنجم (p = ۰/۰۲۳) و (F = ۶/۳۷) ناحیه انگشتان دوم تا پنجم (p =۰/۰۰) و (F = ۱۰/۲۳) تفاوت معناداری وجود داشت که نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای ناحیه خارج پاشنه، کف‌پایی دوم و پنجم حاکی از تفاوت معنادار بین استفاده از کوله‌پشتی معادل ۱۰ درصد وزن بدن و ۲۰ درصد وزن بدن بود (به ترتیب p = ۰/۰۰۲ و p = ۰/۰۳۸) و برای ناحیه انگشتان دوم تا پنجم حاکی از تفاوت معنادار بین استفاده از هر سه کوله‌پشتی معادل ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن بود (p = ۰/۰۰۰)، بااین‌حال بین حالت‌های دیگر تفاوت معناداری مشاهده نشد (p> ۰/۰۵).

جدول (۲): مقایسه دوبه‌دوی شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در نواحی مختلف پا بین حمل کوله‌پشتی با وزن‌های مختلف حین راه رفتن

متغیر	درصد وزن کوله‌پشتی		تفاوت میانگین‌ها	P-value
خارج پاشنه	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۰/۱۷	۰/۹۷
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۱/۰۱	۰/۰۴۵
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۱۰/۸۳	۰/۱۴
داخل پاشنه	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۴/۵۸	۰/۶۵
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۵/۳۷	۰/۴۹
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۴/۵۸	۰/۶۵
میانه پا	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۱۱/۲۲	۰/۲۸
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۴/۸۳	۰/۶۵
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۶/۳۹	۰/۶۵
کف‌پایی پنجم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۹/۰۴	۰/۵۷
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۴۳/۹۲	۰/۰۲۳
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۳۴/۸۷	۰/۲۷
کف‌پایی چهارم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۳/۷۳	۰/۶۹
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۸/۳۲	۰/۶۰
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۴/۴۵	۰/۷۳
کف‌پایی سوم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۳/۳۲	۰/۷۱
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۵/۳۵	۰/۱۴

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

متغیر	درصد وزن کوله‌پشتی		تفاوت میانگین‌ها	P-value
کف‌پایی دوم	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۱۲/۰۳	۰/۳۴
	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۱۵/۴۹	۰/۲۴
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۳۰/۰۶	۰/۰۶
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۱۴/۵۱	۰/۲۱
کف‌پایی اول	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۷/۳۸	۰/۵۷
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۲/۸۷	۰/۴۰
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۵/۴۸	۰/۷۵
انگشتان دوم تا پنجم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۲۷/۶۷	۰/۰۲۹
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۵۴/۳۳	۰/۰۰
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۲۶/۶۵	۰/۰۲۷
انگشت شست	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۲/۵۵	۰/۸۱
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۳/۳۱	۰/۱۵
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۱۰/۷۶	۰/۱۵

بحث و نتیجه‌گیری

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر وزن کوله‌پشتی بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر در دختران دانش‌آموز حین راه رفتن بود. نتایج نشان داد با افزایش وزن کوله‌پشتی از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد وزن بدن شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر نیز افزایش پیدا کرد که این تأثیر در نواحی خارج پاشنه، کف‌پایی دوم و پنجم و انگشتان دوم تا پنجم ازنظر آماری معنادار بوده است. همسو با نتایج مطالعه حاضر، Balko و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی دریافتند که ضربه نسبی حین حمل بار ۱۰ درصد وزن بدن در ناحیه متاتارسال چهارم در اندام برتر بیشتر بود و ضربه حین حمل بار ۲۰ درصد وزن بدن در پای غیر برتر در ناحیه میانه پا بیشتر بود که این امر از عدم تقارن بین پای برتر و غیر برتر طی حمل بار حکایت دارد (۲۳). در تحقیقی دیگر، Grabec و همکاران (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که حمل کوله‌پشتی معادل ۱۰ درصد وزن بدن باعث تغییر در سطح تماس پا با زمین بین اندام‌های چپ و راست شد (۲۴). همچنین، گزارش شده است که با افزایش وزن کوله‌پشتی تا ۱۶ درصد وزن بدن، سطح تماس در میانه پا ۴/۳ درصد (۲۵) و با حمل بار معادل ۱۷ درصد وزن بدن سطح تماس میانه پا ۸/۸ درصد افزایش پیدا می‌کند (۲۶).

نشان داده شده که در افراد سالم حداکثر بار در ۴۰ تا ۵۰ درصدی فاز استقرار برای میانه پا و ۷۰ تا ۹۰ درصدی فاز استقرار برای متاتارسال‌ها اتفاق می‌افتد (۲۷). انتظار می‌رود که حداکثر بار برای میانه پا در مرحله سکون و برای متاتارسال ها در فاز پیشروی اتفاق افتد. مطالعات پیشین گزارش کردند که فاز پیشروی توسط اندام غالب و فاز سکون توسط اندام غیرغالب کنترل می‌شود. بنابراین اندام غیرغالب اثر بیشتری روی حفظ پایداری طی راه رفتن دارد (۱۶).

بر اساس نتایج مطالعات گذشته حتی در راه رفتن معمولی بدون حمل کوله‌پشتی نیز تقارن کامل بین دو اندام وجود ندارد. در این زمینه یک نظریه توسط صادقی و همکاران ارائه شده است که تقارن راه رفتن را از دیدگاه عملکردی بررسی می‌کند. در این دیدگاه، هدف از حرکت حمایت بدن در مقابل نیروی جاذبه در حالتی است که فرد در تلاش است تا بدن را به پیش براند و این کار نیازمند هماهنگی دقیق بین وظایف عملکردی پیشروی و تعادل است. بر این اساس، هنگام راه رفتن پای غیر برتر ازنظر عملکردی برای انجام وظیفه حمایت یا کنترل به کار گرفته می‌شود، درحالی‌که پای برتر ازنظر عملکردی بیشتر عمل پیشروی را بر عهده دارد که این مطلب در مطالعات دیگری نیز مورد حمایت قرار گرفته است (۱۴،۲۸،۲۹). بر اساس این نظریه، تفاوت بین عملکرد اندام‌ها در زمان راه رفتن اغلب با عنوان "عدم تقارن عملکردی" خوانده می‌شود که در افراد سالم نباید به‌عنوان یک پدیده پاتولوژیکی در نظر گرفته شود، بلکه باید از دیدگاه استراتژی‌های متفاوت کنترل و پیشروی به آن نگاه کرد. در این حالت، علت‌های متفاوتی برای توجیه عدم تقارن عملکردی ارائه شده است که شامل تفاوت قدرت و ویژگی‌های آنتروپومتریکی بین دو اندام تحتانی و همینطور مکانیزم‌های جبرانی سیستم عصبی می‌شود (۳۰)؛ بنابراین بر اساس اطلاعات موجود به نظر می‌رسد که

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

عمل راه رفتن در افراد سالم به‌طور طبیعی نامتقارن است و این رفتار نامتقارن در نتیجه انجام وظایف متفاوت مانند حمل کوله‌پشتی افزایش می‌یابد.

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به عدم وجود جنسیت مذکر در نمونه آماری اشاره نمود. سرعت راه رفتن به‌صورت خودانتخابی بود، کنترل نمودن عامل سرعت در مطالعات آینده می‌تواند به ادبیات پژوهش اطلاعات بیشتری را بیفزاید. در این مطالعه تأثیر وزن کوله‌پشتی بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر مورد بررسی قرار گرفت درحالی‌که عوامل دیگری ازجمله کینماتیک اندام تحتانی و عملکرد عضلات نیز ممکن است تحت تأثیر حمل بار قرار گیرند. تمامی آزمودنی‌های مطالعه حاضر را دانش‌آموزان دختر در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ سال تشکیل می‌دادند. بنابراین یافته‌های این تحقیق ممکن است قابل تعمیم به پسران و دیگر رده‌های سنی نباشد. سوم، در این مطالعه اثر کوتاه مدت حمل بار بر شاخص تقارن در دانش‌آموزان بررسی شد. درحالی‌که در دوره‌های زمانی طولانی‌تر ممکن است به علت خستگی، رفتار مکانیکی متفاوتی در پا وجود داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد تحقیق حاضر صرفاً دانش‌آموزان دختر را مد نظر قرار داد. پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی روی دانش‌آموزان پسر نیز انجام گیطرد تا تأثیر احتمالی جنسیت نیز مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به اینکه تحقیق حاضر محدود به دانش‌آموزان نوجوان بوده است، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده تأثیر افزایش بار کوله‌پشتی روی مقاطع سنی دیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج تحقیق، به نظر می‌رسد با افزایش وزن کوله‌پشتی در دانش‌آموزان، الگوی راه رفتن به سمت عدم تقارن بیشتر بین پای برتر و غیر برتر سوق پیدا می‌کند. هرچند در حالت عدم تحمل بار هم ممکن است عدم تقارن بین اندام‌های برتر و غیر برتر وجود داشته باشد که تحت عنوان تفاوت طبیعی در عملکرد اندام‌های برتر و غیر برتر یاد می‌شود، بااین‌حال به نظر می‌رسد به تناسب افزایش بار، عدم تقارن در توزیع نیروهای عکس‌العمل زمین در نواحی مختلف پا نیز افزایش می‌یابد. این عدم تقارن ممکن است موجب افزایش هزینه‌های متابولیکی شده و زمینه بروز آسیب و ناهنجاری‌های اسکلتی- عضلانی در دانش‌آموزان به‌عنوان آینده‌سازان جامعه را افزایش دهد.

در تحقیق حاضر تأثیر وزن کوله‌پشتی بر شاخص تقارن بین پای برتر و غیر برتر بررسی شد بااین‌حال پارامترهای دیگری ازجمله سطح و الگوی فعالیت عضلات نیز وجود دارد که مطالعه آن‌ها می‌تواند درک جامع‌تری از موضوع در اختیار متخصصین و محققین قرار دهد. لکن مجال ارزیابی آن‌ها در مطالعه حاضر وجود نداشت. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی این عوامل نیز مد نظر قرار گیرند.

باتوجه به نتایج مطالعه حاضر می‌شود بار حمل شده توسط دانش‌آموزان متناسب با سن و وزن آن‌ها منظور شود و ترجیحاً از ۱۵ درصد وزن آن‌ها فراتر نرود و جهت توزیع یکسان بار استفاده از هر دو بند کوله‌پشتی استفاده گردد.

ازآنجاکه تغییر در مکانیک پا می‌تواند مفاصل و اندام‌های پروگزیمال زنجیره حرکتی را نیز دستخوش تغییر ساخته و منجر به بد وضعیتی در نواحی بالاتر شود، از سوی دیگر این پیامدها ممکن است در نگاه اول مشخص نباشد و در میان مدت و بلند مدت نمایان شود، پیشنهاد می‌شود ارزیابی بیومکانیکی الگوی راه رفتن دانش‌آموزان به‌صورت دوره‌ای انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

از تمام آزمودنی‌ها کمال تقدیر و تشکر را داریم.

حمایت مالی تحقیق

این مقاله حمایت مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان:

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تضاد منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تضاد منافع نداد.

ملاحظات اخلاقی

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده است، و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1401.1531 دریافت شده است.

References:

1 .Hong Y, Lau T, Li J. Effects of Loads and Carrying Methods of School Bags on Movement Kinematics of Children During Chair Walking. Res Sport Med An Int J 2003;11(1):33-49. https://doi.org/10.1080/0308348

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

2 .Kim S. Ergonomic Analysis of Army Backpack Designs: Back and Shoulder Stresses and Their Implications. The University of Utah; 2014.

3 .Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim D-M, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. Ergonomics 1997;40(6):631-640. https://doi.org/10.1080/001401397187928

4 .Rateau MR. Use of backpacks in children and adolescents: A potential contributor of back pain. Orthop Nurs 2004;23(2):101-5. https://doi.org/10.1097/00006416-200403000-00004

5 .Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DI. The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. Ergonomics 2001;44(9):819-24. https://doi.org/10.1080/00140130117881

6 .Wong ASK, Hong Y. Walking pattern analysis of primary school children during load carriages on treadmill 492. Med Sci Sport Exerc 1997;29(5):85. https://doi.org/10.1097/00005768-199705001-00491

7 .Gil-Cosano JJ, Orantes-Gonzalez E, Heredia-Jimenez J. Effect of carrying different military equipment during a fatigue test on shooting performance. Eur J Sport Sci 2019;19(2):186-91. doi:10.1080/17461391.2018.1502359 https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1502359

8 .Hong Y, Li J-X, Fong DT-P. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. J Electromyogr Kinesiol 2008;18(6):990-6. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.06.013

9 .Ozgul B, Akalan NE, Kuchimov S, Uygur F, Temelli Y, Polat MG. Effects of unilateral backpack carriage on biomechanics of gait in adolescents: a kinematic analysis. Published online 2012. https://doi.org/10.3944/AOTT.2012.2678

10 .Szafraniec R, Barańska J, Kuczyński M. Acute effects of core stability exercises on balance control. Acta Bioeng Biomech 2018;20(3):145-51. doi:10.5277/ABB-01178-2018-02

11 .Hazel MC. Musculoskeletal Assessment-Joint Motion and Muscle Testing. Published online 2013.

12 .Perttunen J. Foot Loading in Normal and Pathological Walking. University of Jyväskylä; 2002.

13 .Sadeghi H, Allard P, Prince F, Labelle H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. Gait Posture 2000;12(1):34-45. https://doi.org/10.1016/S0966-6362(00)00070-9

14 .Sadeghi H, Allard P, Duhaime M. Functional gait asymmetry in able-bodied subjects. Hum Mov Sci 1997;16(2-3):243-58. https://doi.org/10.1016/S0167-9457(96)00054-1

15 .Ellis RG, Howard KC, Kram R. The metabolic and mechanical costs of step time asymmetry in walking. Proc R Soc B Biol Sci 2013;280(1756):20122784. https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2784

16 .Pi CM, Arrese AL, Aparicio AV, Masià JR. Distribution of plantar pressures during gait in different zones of the foot in healthy children: the effects of laterality. Percept Mot Skills 2015;120(1):159-76E. https://doi.org/10.2466/26.10.PMS.120v15x8

17 .Zverev Y. Laterality and plantar pressure distribution during gait in healthy children: Comment on mayolas Pi, arrese, aparicio, and masià (2015). Percept Mot Skills 2016;123(1):121-6. https://doi.org/10.1177/0031512516659883

18 .Forczek W, Staszkiewicz R. An evaluation of symmetry in the lower limb joints during the able-bodied gait of women and men. J Hum Kinet 2012;35:47. https://doi.org/10.2478/v10078-012-0078-5

19 .Wojtkow M, Szkoda-Poliszuk K, Szotek S. Influence of body posture on foot load distribution in young school-age children. acta Bioeng Biomech 2018;20(2):101-7.

20 .Rodrigues S, Montebelo MIL, Teodori RM. Plantar force distribution and pressure center oscillation in relation to the weight and positioning of school

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

supplies and books in student's backpack. Brazilian J Phys Ther 2008;12:43-8.

21 .Perry J, Burnfield JM. Gait Analysis: Normal and Pathological Function. J Sports Sci Med 2010;9:353

22 .Robinson RO, Herzog W, Nigg BM. Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. J Manipulative Physiol Ther 1987;10(4):172-176.

23 .Balkó Š, Tufano JJ, Jelínek M, Svoboda Z, Błaszczyszyn M, Vaverka F. influence of school backpack load on plantar foot pressure during walking in 9 - 11 years old girls. Cent Eur J Public Health 2022;30(3):185-9. https://doi.org/10.21101/cejph.a7109

24 .Drzał-Grabiec J, Snela S, Rachwał M, Rykała J, Podgórska J. Effects of carrying a backpack in a symmetrical manner on the shape of the feet. Ergonomics 2013;56(10):1577-83. https://doi.org/10.1080/00140139.2013.828102

25 .Pau M, Mandaresu S, Leban B, Nussbaum MA. Short-term effects of backpack carriage on plantar pressure and gait in schoolchildren. J Electromyogr Kinesiol 2015;25(2):406-12. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.11.006

26 .Kasović M, Zvonar M, Gomaz L, Bolčević F, Anton V. the influence of a school bag carriage on the pattern changes in plantar pressure during walking among schoolchildren in the first grade. Kinesiology 2018;50(2):188-93. https://doi.org/10.26582/k.50.2.14

27 .Orlin MN, McPoil TG. Plantar Pressure Assessment Physical Therapy. Published online 2000. https://doi.org/10.1093/ptj/80.4.399

28 .Gregg RD, Dhaher YY, Degani A, Lynch KM. On the mechanics of functional asymmetry in bipedal walking. IEEE Trans Biomed Eng 2012;59(5):1310-18. https://doi.org/10.1109/TBME.2012.2186808

29 .Gregg RD, Degani A, Dhaher Y, Lynch KM. The basic mechanics of bipedal walking lead to asymmetric behavior. In: 2011 ieee International Conference on Rehabilitation Robotics. IEEE; 2011:1-6. https://doi.org/10.1109/ICORR.2011.5975459

30 .Ebrahimpour M, Naderi S. Evaluation of Spatio-Temporal Gait Symmetry during Unilateral and Bilateral Backpack Carrying with Different Weights Using VBT Algorithm. Sci J Rehabil Med 2020;9(3):154-61. doi:10.22037/jrm.2020.112868.2278

31 .Ahmadi-Goodini F, Khaleghi-Tazji M, Letafatkar A. The Effect of Backpack Carriage in Different Weights and Gradients on Ground Reaction Force Parameters of 10 to 12 Year-Old Schoolchildren's Gait in Tehran, Iran. J Res Rehabil Sci 2020;16(1):17-23.

32 .Faria A, Gabriel R, Abrantes J, Brás R, Moreira H. The relationship of body mass index, age and triceps- sure musculotendinous stiffness with the foot arch structure of postmenopausal women. Clin Biotech 2010;25(6):588-93 https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.02.014

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]

Original Article

THE EFFECT OF BACKPACK WEIGHT ON SYMMETRY INDEX BETWEEN DOMINANT AND NON-DOMINANT LEGS AMONG FEMALE STUDENTS DURING WALKING

*Fatemeh Oliaei [1], AmirAli Jafarnezhadgero [*2], Ali Fatahi [3], Davood Khezri [4]*

Received: 05 June, 2023; Accepted: 19 May, 2024

Abstract

Background & Aims: The impact of the weight of backpacks with different weights on the foot, which is the link between the human body and the ground, has received less attention from researchers. Therefore, the aim of this study was to compare ground reaction force distribution between dominant and non-dominant legs among female students while carrying different loads.

Materials & Methods: The present study was semi-experimental and laboratory**.** Twenty female students at age of 14-17 participated as subject in this semi-experimental study. Participants carried backpacks with 10%, 15%, and 20% of body weight during walking. Ground reaction force data of subjects in both dominant and non-dominant legs was collected by a foot pressure system. Repeated measure ANOVA was run to analyze the obtained data. All the analyzes were performed at a significance level of 0.05 using SPSS 22 software.

Results: The results showed that the symmetry index between dominant and non-dominant legs in lateral heel (P=0.045), second and fifth metatarsals (P=0.023), toes 2-5 (P=0.000) were significantly greater in carrying backpack 20% of body weight as compared to 10% of body weight.

***Conclusion*:** According to the results, it seems that increasing weight of backpack can rise the symmetry index between dominant and non-dominant legs that indicate difference and dissimilarity in performance of dominant and non-dominant legs in students.

Keywords: Backpack, Dominant Leg, Plantar Pressure, Student, Symmetry Index, Walking

***Address**:* Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Tel: +989105146214
Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

SOURCE: STUD MED SCI 2024: 35(2): 115 ISSN: 2717-008X

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, as long as the original work is properly cited.

[1] PhD student in sports biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran (Corresponding Author)
[3] Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[4] Department of Sport Biomechanics and Technology, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-07-12]

[DOI: 10.61186/umj.35.2.107]