Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing Original Article

Winter 2024, Volume 10, Issue 2 10.22034/IJRN.10.2.1

The effect of using backpacks with different weights on plantar kinetics and balance variables among adolescent females during walking

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

1- Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Department of Sport Biomechanics and Technology, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran.

Corresponding Author: AmirAli Jafarnezhadgero, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

Received: 2023/2/11 Accepted: 2023/7/8

Abstract

Introduction: Schoolchildren have to use backpacks every day on routes with different characteristics and weights to carry their staff. However, the knowledge available on its effects on walking biomechanics is very limited. The purpose of this study was to investigate the effect of using backpacks with different weights on plantar kinetics and balance variables among female students during the stance phase of walking.

Methods: Twenty female students in the age range of 14-17 with available sampling participated as subjects in this semi-experimental study. Participants carried backpacks with 10%, 15%, and 20% of body weight during walking. Plantar pressure data of subjects was collected by a foot pressure system. Repeated measure ANOVA was run to analyze the obtained data.

Results: The results showed that the force in the heel medial and fifth metatarsal were significantly lower in 10% of body weight as compared to 15% ($p=0.045$) and 20% ($p=0.038$) body weight. Also, heel rotation in carrying a backpack with 20% of body weight was significantly greater than 10% of body weight ($p=0.031$).

Conclusions: According to the results, it seems, that increasing the weight of a backpack can alter the pattern of force distribution in the foot during walking. Changing foot biomechanics leads to poor posture adjustment and raises the risk of muscle-skeletal injuries among school students.

Keywords: Backpack, Balance, Ground reaction force, Plantar pressure, Student, Walking.

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی
زمستان ۱۴۰۲، دوره ۱۰، شماره ۲
10.22034/IJRN.10.2.1

تأثیر استفاده از کوله پشتی با وزن های مختلف بر متغیرهای کینتیکی و تعادلی پلانتار دختران نوجوان طی راه رفتن

فاطمه اولیایی[۱]، امیرعلی جعفرنژادگرو[۲*]، علی فتاحی[۱]، داوود خضری[۳]

۱-گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳-گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: امیرعلی جعفرنژادگرو، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

دریافت مقاله: ۲۲ /۱۱/ ۱۴۰۱ پذیرش مقاله: ۱۷ / ۴/ ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: دانش آموزان برای حمل وسایل ضروری مدرسه ناچار به استفاده از کوله پشتی با مشخصات و اوزان مختلف هستند. اطلاعات در دسترس در خصوص اثرات این کوله پشتی ها بر بیومکانیک راه رفتن بسیار محدود می باشد. هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر استفاده از کوله پشتی با وزن های مختلف بر متغیرهای کینتیکی و تعادلی کف پای دانش آموزان دختر حین راه رفتن بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی ۲۰ دانش آموز دختر در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ به شیوه نمونه گیری دردسترس به عنوان آزمودنی مشارکت داشتند. آزمودنی ها کوله پشتی هایی معادل ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن را طی راه رفتن حمل می کردند. اطلاعات فشار کف پایی افراد با استفاده از سیستم اندازه گیری فشار کف پایی جمع آوری شد. با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر فرضیه های تحقیق مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد مقدار نیرو در ناحیه داخل پاشنه و کف پایی پنجم به طور معناداری در کوله پشتی های۱۰ درصد وزن بدن کمتر از حالت های ۱۵ (p=۰/۰۳۸) و ۲۰ (p=۰/۰۳۸) درصد وزن بدن بود. همچنین میزان چرخش پشت پا در حالت حمله کوله پشتی ۲۰ درصد وزن بدن به طور معناداری از حالت ۱۰ درصد بیشتر بود (p= ۰/۰۳۱).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق به نظر می رسد افزایش وزن کوله پشتی می تواند الگوی توزیع نیرو در پا حین راه رفتن را تغییر دهد و با تغییر در بیومکانیک پا موجب اتخاذ پاسچرهای نامناسب و افزایش ریسک آسیب های اسکلتی- عضلانی در دانش آموزان شود.

کلیدواژه ها: کوله پشتی، تعادل، نیروی عکس العمل زمین، فشار کف پایی، دانش آموز، راه رفتن

مقدمه

دانش آموزان مجبور به حمل وسایل ضروری مدرسه می-باشند. از این رو، از منظر پاتومکانیک مورد توجه متخصصین قرار دارند [۱]. تنوع گسترده ای از کیف ها و کوله پشتی ها برای حمل وسایل در میان کاربران رایج است. با این حال در این میان استفاده از کوله پشتی برای حمل وسایل آموزشی از محبوبیت و رواج بیشتری برخوردار است [۲,۳].

گزارش اکثر مطالعات پیشین نیز استفاده از کوله پشتی را بهترین شیوه حمل وسایل برای حضور در مدرسه می داند [۴,۵]. اما در صورت عدم حمل به شیوه ای صحیح، کوله پشتی ها موجبات آسیب های فراوانی را فراهم می آورند [۶] بکارگیری و استفاده از کوله پشتی سنگین، سبب افزایش بیش از حد قوسهای ستون مهره ها، فلکشن بیش از حد تنه و سر خواهد شد تا امکان تحمل وزن کیف و حمل ان

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

را میسر سازد. این فشار اضافی روی عضلات گردن و پشت سبب بروز خستگی بیش از حد و در نهایت ایجاد آسیب می شود [۷] . پژوهشگران حوزه سلامت عمومی پیشنهاد می کنند عدم تقارن (ناهمسانی) در فعالیت عضلانی که از وزن کوله پشتی ناشی می شود ممکن است باعث عدم پایداری تنه و عاملی برای افزایش درد پشت باشد [۶،۸،۹]. سایر محققان نیز ایجاد انحرافات پاسچرال دائمی را بر اثر فعالیت ناهمسان عضلات تنه هنگام حمل کوله پشتی های سنگین گزارش کرده اند [۱۰]. این موارد تنها تطابق های قامتی نیستند که بدن در شرایط حمل بار اتخاذ می کند، چرا که بدن انسان یک سیستم زنجیره حرکتی باز با درجات آزادی چندگانه است و به نظر می رسد یکی از مواردی که موجب تغییر در نیروی عکس العمل زمین و گشتاورهای مفاصل بین اندام چپ و راست می شود، تغییر در تقارن پارامترهای زمانی- فضایی راه رفتن است. نشان داده شده است که حمل کوله پشتی منجر به کاهش سرعت راه رفتن، افزایش مدت زمان استقرار و همچنین افزایش مدت زمان حمایت دوگانه می شود و با افزایش وزن کوله پشتی این تفاوتها در سرعت راه رفتن، مدت زمان حمایت یگانه، مدت زمان حمایت دوگانه و مدت زمان فاز سوینگ افزایش پیدا می کند [۸]. در همین رابطه باربارا و همکاران (۲۰۲۱) نتیجه گرفتند که عملکرد دانش-آموزان حین عبور از خیابان می تواند تحت تأثیر وزن کوله پشتی قرار گیرد [۱۱]. چن و همکاران (۲۰۲۱) و لیو و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعات جداگانه ای دریافتند که افزایش وزن کوله پشتی کینتیک و پاسچر دانش آموزان را دستخوش تغییر می-کند [۱۲،۱۳].

با اینکه بررسی جنبه های بیومکانیکی تاثیر وزن، موقعیت قرارگیری و چگونگی حمل کوله پشتی توسط کاربران موضوع چندین مطالعه بوده است. با این حال کمتر بر تغییرات بیومکانیکی ناشی از حمل کوله پشتی با بارهای مختلف بر عملکرد پا توجه شده است. پا آخرین قسمت زنجیرهٔ حرکتی بسته و بخش اصلی فعالیت متقابل بدن با زمین است که در جذب نیرو، حفظ تعادل و انتقال بدن نقش بسزائی دارد [۲]. کف پا مرز مشترک توزیع نیرو و فشار بین اندام تحتانی و زمین است [۱۲]. در همین رابطه پائو و همکاران (۲۰۱۴) درمطالعه خود اثر کوتاه مدت حمل کوله پشتی بر پارامترهای فضایی- زمانی راه رفتن و الگوی توزیع فشار کف پایی را مورد مطالعه قرار دادند. براساس نتایج آنها تغییری در پارامترهای فضایی- زمانی راه رفتن مشاهده نشد اما فشار کف پایی در هر دو حالت ایستادن و راه رفتن تا ۲۵ درصد افزایش پیدا کرد [۱۴] . هر چند نتایج مطالعه سایمون و همکاران (۲۰۱۹) حاکی از اثر افزایش وزن کوله پشتی بر مقادیر نیروی عکس العمل زمین بود [۱۵]، یافته های حاصل از مطالعه گودینی و همکاران نشان داد که افزایش وزن کوله پشتی تاثیر معناداری بر مقادیر نیروی عکس العمل زمین طی راه رفتن نداشت [۱۶].

به نظر می رسد همچنان یک توافق کلی در خصوص چگونگی اثرگذاری حمل کوله پشتی با وزن های مختلف بر عملکرد بیومکانیکی افراد خصوصاً دانش آموزان وجود ندارد و همچنان نکات و ابهامات فراوانی در این خصوص بی پاسخ مانده است. از سوی دیگر، واکنش های بیومکانیکی پا به عنوان قلب دوم انسان در پاسخ به بارهای متفاوت و شیوه های مختلف حمل کوله پشتی کمتر مورد توجه بوده است. بنابراین باتوجه به تصویر جامع تر و روشن تری که سنجش الگوی توزیع فشار کف پایی و متغیرهای مرتبط با آن می تواند از عملکرد بیومکانیکی افراد در اختیار قرار دهد، هدف مطالعه حاضر بررسی استفاده از کوله پشتی با وزن های مختلف بر متغیرهای کینتیکی و تعادلی کف پای دانش آموزان دختر حین راه رفتن بود.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی می باشد. پس از فراخوان و دعوت به مشارکت، از میان دانش آموزان مدارس دخترانه شهر تهران که در ارزیابی های اولیه براساس معیارهای ورود به تحقیق شرایط لازم برای حضور در مطالعه را داشتند در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ سال ۲۰ دانش آموز دختر به صورت تصادفی به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شد. حجم نمونه تحقیق با استفاده از نرم افزار 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 تعمیم پذیری نتایج به ۲۰ نفر افزایش داده شد. معیارهای ورود به تحقیق شامل نداشتن سابقه آسیب و جراحی در اندام تحتانی و همچنین نداشتن هر گونه 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 ارزیابی ها فرد از فرایند تحقیق کنار گذاشته می شد. در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده است، و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1401.1531 دریافت شده است.

در ابتدا فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش به همراه توضیحات کامل جهت نحوه اجرای آزمون و اهمیت آن از لحاظ سلامت جسمانی به آزمودنی ها و والدین آنها داده شد؛ سپس فرم اطلاعات فردی توسط افراد تکمیل گردید. پس از آن اطلاعات دموگرافیک آزمودنی ها اندازه گیری و ثبت شد. سپس برای ارزیابی ناهنجاری‌های اسکلتی- عضلانی از دستگاه دیجیتالی تست نیویورک در سه نمای قدامی، خلفی و جانبی استفاده شد. جهت ارزیابی عملکرد تعادلی و الگوی توزیع فشار کف پایی افراد از دستگاه سنجش فشار کف پایی مدل PT SCAN ساخت شرکت پایافناوران 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 به صورتی که یک پای فرد روی دستگاه قرار گیرد و عبور شخص از روی دستگاه، اطلاعات فشار کف پای چپ و راست به صورت پویا نیز ثبت می‌گردد و با استفاده از این اطلاعات، نرم افزار سیستم خروجی‌هایی از جمله 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 کم فشار 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 آماده‌کردن آزمودنی‌ها، جمع‌آوری اطلاعات، موارد نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به‌دقت بازبینی شد تا تمام موارد به طور کامل و در زمان تعیین‌شده اجرا گردد. قبل از انجام کوشش های اصلی، هر کدام از آزمودنی ها چندبار به منظور آشنایی با محیط و پروتکل های مورد نظر، در مسیر تعیین شده راه رفتند. آزمودنی ها کوله پشتی با وزنی معادل ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن خود را طی راه رفتن در مسیری ۱۰ متری که سیستم اندازه گیری فشار کف پایی در مرکز آن قرار داشت حمل می کردند. وزن کوله پشتی و آزمودنی ها با ترازوی دیجیتال شیائومی اندازه گیری شد. از آنجا که کنترل سرعت ممکن بود الگوی طبیعی راه رفتن افراد را تغییر دهد از سرعت خود انتخابی برای راه رفتن استفاده شد. در همه افراد از یک کوله پشتی استفاده شد و برای جلوگیری از تاثیر محل قرارگیری کوله پشتی بر متغیرهای تحقیق، بندهای کوله پشتی به گونه- ای تنظیم شد که در همه افراد قسمت انتهایی کوله-پشتی در گودی کمر قرار گیرد. محتوی کوله پشتی شامل وسایل معمول مورد استفاده روزمره دانش آموزان از قبیل کتاب، دفتر، نوشت افزار، اغذیه و سایر ملزومات بود که متناسب درصدهای مشخصی از وزن آزمودنی ها (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن) تنظیم می شد. به منظور جلوگیری از تأثیر احتمالی اندازه گیری در روزهای مختلف، همه اندازه گیری ها در یک روز انجام گرفت. از سوی دیگر برای خنثی سازی اثر احتمالی خستگی، آزمودنی ها به فاصله ۱۰ دقیقه استراحت کوششی بعدی را اجرا می کردند. همچنین به منظور خنثی سازی اثر احتمالی یادگیری، حالت های مختلف به صورت تصادفی توسط آزمودنی ها اجرا می- شد. نهایتاً سه کوشش صحیح از هر کدام از حالت های سه گانه جهت آنالیز نهایی ثبت می شد. در صورتی که پای فرد به طور کامل روی صفحه سیستم اندازه گیری فشار کف پایی قرار نمی گرفت حرکت تکرار می شد.

در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده ها استفاده شد. به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد سپس برای بررسی فرضیه های تحقیق از آزمون آنالیز واریانس با اندازه-گیری 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 $P\leq ۰/۰۵$ انجام شد.

یافته ها

نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد بین تأثیر استفاده از کوله پشتی با وزن های مختلف بر توزیع نیرو در بخش داخلی پاشنه ($p = ۰/۰۴۵$) و ($F= ۴/۹۱$) و کف پایی پنجم تفاوت معناداری وجود داشت ($p=۰/۰۱۱$) و ($F = ۵/۳۳$)، که نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای ناحیه کف پایی اول حاکی از تفاوت معنادار بین استفاده از کوله پشتی معادل ۱۰ درصد وزن بدن با حالت های ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن بود (به ترتیب $p= ۰/۰۰۲$ و $p=۰/۰۳۸$) و برای بخش داخلی پاشنه حاکی از تفاوت معنادار بین

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

استفاده از کوله پشتی معادل ۱۰ و ۲۰ درصد وزن بدن بود (p=۰/۰۰۱)، با این حال بین حالت های دیگر تفاوت معناداری مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

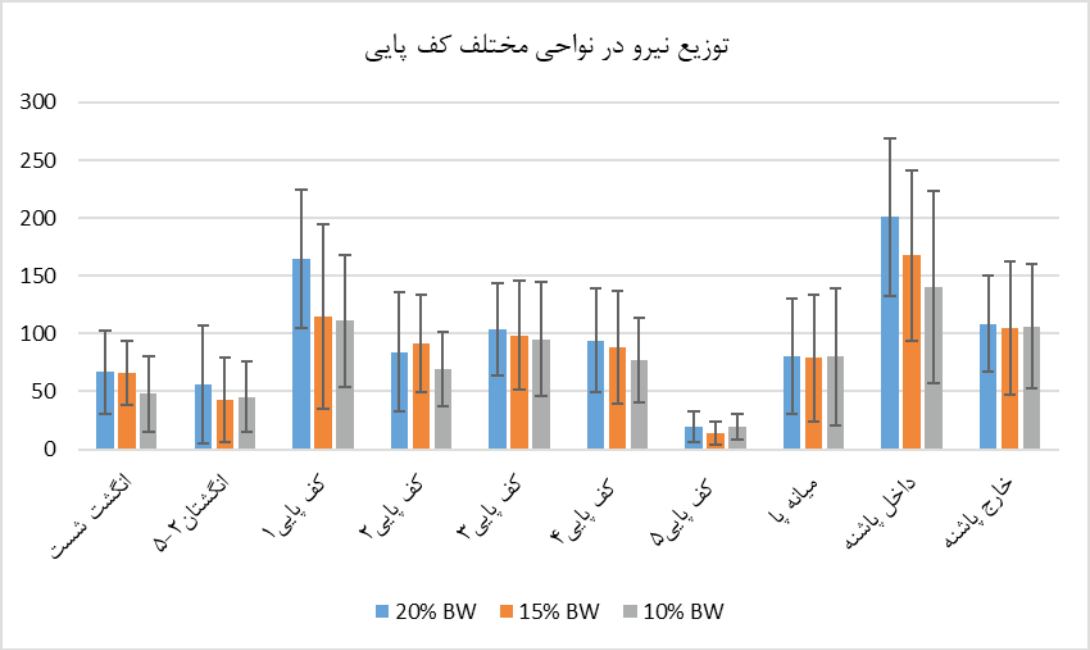
جدول ۱. مقایسه دو به دوی میانگین توزیع نیرو در نواحی مختلف پا بین حمل کوله پشتی با وزن های مختلف حین راه رفتن

متغیر	حالت حمل کوله پشتی		تفاوت میانگین ها	p
خارج پاشنه	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۳۱/۹۸	۰/۱۳
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۳۱/۸۲	۰/۱۱
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۰/۱۶۲	۰/۹۹
داخل پاشنه *	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۲۷/۶۴	۰/۳۱
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۲۷/۴۶	۰/۰۴۵
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۲۴/۳۶	۰/۲۱
میانه پا	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۰/۲۶	۰/۹۹
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۰/۸۴	۰/۹۵
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۰/۵۸	۰/۹۷
کفپایی پنجم *	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۳/۷۹	۰/۸۴
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۵۲/۷۸	۰/۰۰۲
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۴۸/۹۹	۰/۰۳۸
کفپایی چهارم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۲۰/۵۳	۰/۱۲
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۴/۲۶	۰/۲۲
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۶/۲۶	۰/۶۷
کفپایی سوم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۶/۰۵	۰/۷۰
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۷/۰۳	۰/۶۳
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۰/۹۹	۰/۹۳
کفپایی دوم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۱۲/۰۵	۰/۴۴
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۵/۲۴	۰/۲۳
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۳/۱۹	۰/۷۱
کفپایی اول	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۵/۴۶	۰/۲۸
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۰/۴۷	۰/۹۵
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۵/۹۳	۰/۴۰
انگشتان دوم تا پنجم	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۱/۷۷	۰/۸۵
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۶/۳۷	۰/۶۱
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۸/۱۴	۰/۶۴
انگشت شست	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۱۶/۱۳	۰/۱۵
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۹/۲۳	۰/۰۶۳
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۳/۱۰	۰/۷۳

علامت * بالای متغیرها نشان دهنده تفاوت معنادار در متغیر مورد نظر بین گروه ها می باشد.

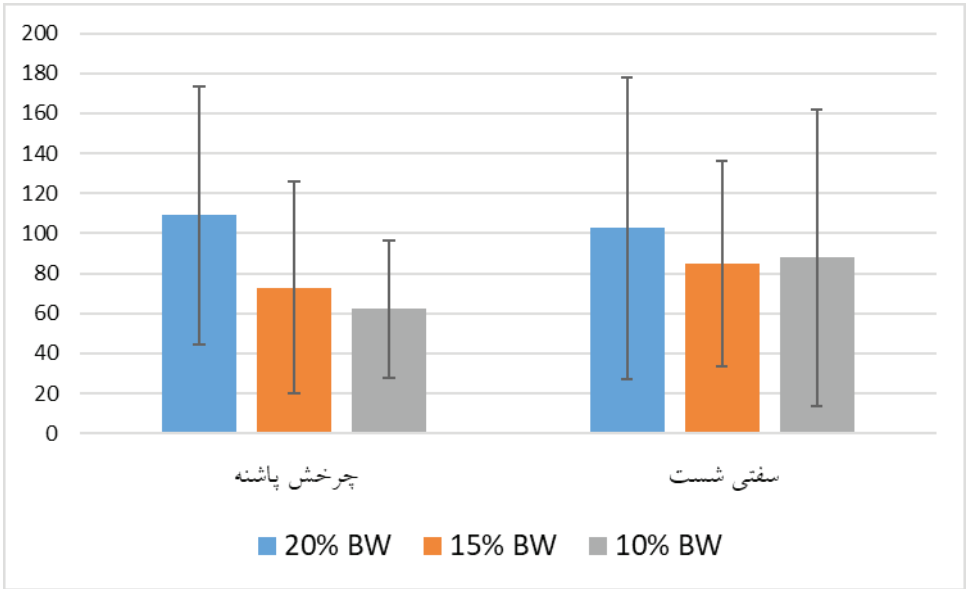
[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]



نمودار ۱: مقایسه توزیع نیرو در نواحی مختلف پا بین حمل کوله پشتی با وزن های مختلف حین راه رفتن
علامت * بالای متغیرها نشان دهنده تفاوت معنادار در متغیر مورد نظر بین گروه ها می باشد.

بر اساس نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر بین تأثیر استفاده از کوله پشتی با وزن های مختلف بر چرخش پاشنه تفاوت معناداری وجود داشت (p=۰/۰۳۱ و F= ۵/۸۵). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی حاکی از تفاوت معنادار بین استفاده از کوله پشتی معادل ۱۰ و ۲۰ درصد وزن بدن بود (p=۰/۰۳۱)، با این حال تفاوت بین حالت های دیگر تفاوت معناداری مشاهده نشد (p> ۰/۰۵). در متغیر سفتی شست پا تفاوت معناداری بین استفاده از کوله پشتی با وزن های مختلف مشاهده نشد (p>۰/۰۵).



نمودار ۲. مقایسه سفتی شست پا و چرخش قسمت پشت پا بین حمل کوله پشتی با وزن های مختلف حین راه رفتن
علامت * بالای متغیرها نشان دهنده تفاوت معنادار در متغیر مورد نظر بین گروه ها می باشد.

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

جدول ۲. مقایسه دو به دوی میانگین سفتی شست پا و چرخش قسمت پشت پا بین حمل کوله پشتی با وزن های مختلف حین راه رفتن

متغیر	حالت حمل کوله پشتی		تفاوت میانگین ها	p
سفتی شست پا	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۱/۵۶	۰/۹۴
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۱۵/۵۵	۰/۲۶
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۱۷/۱۱	۰/۴۲
چرخش قسمت پشت پا *	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۹/۷۶	۰/۶۰
	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۴۷/۲۲	۰/۰۳۱
	۱۵ درصد	۲۰ درصد	۳۷/۴۶	۰/۰۸۹

علامت * بالای متغیرها نشان دهنده تفاوت معنادار در متغیر مورد نظر بین گروه ها می باشد.

بحث

هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر استفاده از کوله پشتی با وزن های معادل ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن بر متغیرهای کینتیکی و تعادلی کف پای دانش آموزان دختر حین راه رفتن بود. نتایج نشان داد نیروی اعمال شده به نواحی مختلف پا حین راه رفتن با افزایش وزن کوله پشتی افزایش پیدا کرد، هر چند این تفاوت ها تنها در ناحیه داخل پاشنه و کف پایی پنجم از نظر آماری معنادار بود. همچنین با افزایش وزن کوله پشتی، چرخش قسمت پشتی پا حین راه رفتن به طور معناداری در افراد افزایش پیدا کرد.

در بررسی مطالعات پیشین، مطالعه ای یافت نشد که مستقیماً توزیع نیروها و فشار کف پایی در نواحی مختلف پا طی راه رفتن را در نتیجه افزایش وزن کوله پشتی مورد بررسی قرار داده باشد، با این حال همسو با یافته های مطالعه حاضر، نتایج مطالعه simon و همکاران حاکی از افزایش مقادیر نیروی عکس العمل زمین و افزایش نیروی فشاری مفصل خاجی- خاصره ای به دنبال افزایش وزن کوله پشتی بود [۱۵] مطالعه دوروی و همکاران نشان داد حمل کوله پشتی با وزن بیش از ۱۰ درصد از وزن بدن باعث افزایش ناراحتی، تغییرات منفی در حرکات جنبشی و نوار الکتریکی عضله می شود [۱۷]. مطالعاتی که تاثیر افزایش وزن کوله پشتی بر پارامترهای فضایی- زمانی راه رفتن را مورد بررسی قرار دادند نشان دادند که افزایش وزن کوله پشتی موجب کاهش سرعت گام برداری [۱۸,۱۹]، افزایش زاویه فلکشن زانو و دورسی فلکشن مچ پا و کاهش زاویه پلنتارفلکشن مچ پا شده است [۲۰]. پژوهش های مختلفی نیز تایید کردند که افزایش وزن کوله پشتی، سطح فعالیت عضلات خصوصاً در ناحیه تنه و اندام تحتانی [۴,۱۳] و پاسچر بدن [۱۲,۲۰] را دستخوش تغییر می سازد. از آنجا که پاسچر، عملکرد عضلات و کینماتیک مفاصل بدن همگی روی مکانیسم کنترل نیروها و جذب شوک در بدن نقش دارند، شاید بتوان تغییر در الگوی توزیع نیروها در نواحی مختلف پا به دنبال افزایش وزن کوله پشتی را به این عوامل نسبت داد. از سوی دیگر تحقیقات گذشته نشان دادند که با افزایش وزن کوله پشتی، گشتاور و توان مفاصل ران، زانو و مچ پا افزایش پیدا کرده است [۲۱]. به نظر می رسد این افزایش در بارهای مکانیکی در فشار و نیروهای کف پایی منعکس شده است.

یافته های مطالعه حاضر نشان داد که در نواحی خارج پاشنه و میانه پا، تفاوت محسوسی توزیع نیرو حین حمل کوله پشتی با وزن های مختلف وجود نداشت در حالی که در نواحی جلویی پا با افزایش وزن کوله پشتی مقدار نیروی اعمال شده نیز افزایش یافت، که این نتایج توسط مطالعه پاو و همکاران (۲۰۱۴) و منصوریان و همکاران (۲۰۱۸) حمایت شده است [۱۴,۲۲]. آنها در پژوهش های خود نتیجه گرفتند که حین حمل بار میانگین فشار کف پایی در نواحی جلویی پا بیشتر از فشار اعمال شده به بخش های پشت و میانه پا بوده است. در حالی که در وضعیت بدون بار بیشترین فشار به ناحیه پاشنه وارد می آمد. علت این موضوع را شاید بتوان یک مکانیسم جبرانی از سوی بدن برای مقابله عقب رفتن مرکز جرم بدن بواسطه حمل کوله پشتی با وزن های بالاتر دانست، چرا که در مطالعات پیشین نشان داده شد که با افزایش وزن کوله پشتی، مرکز جرم عقب تر رفته [۲۳] و برای جبران گشتاور خارجی ناشی از آن عضلات ناحیه سینه و فلکسور تنه وادار به فعالیت بیشتر می شوند. [۲۴,۲۵] از سوی دیگر، عقب رفتن مرکز ثقل ترکیبی کوله پشتی و حمل کننده آن منجر به تغییر در حرکات جنبشی، نیروهای تماسی زمین و کف پا در هنگام راه رفتن می شود. این

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

تغییرات بیومکانیکی در نتیجه حمل بار منجر به درد پشت، ناراحتی عضلات، سندروم فلج کوله پشتی یا به عبارتی آسیب کمربند شانه، مشکلات مفصلی و شکستگی فشاری استخوان های کف پا، درد پا [۲۶] درد زانو و تاول پا در افراد حمل کننده کوله پشتی می شوند [۲۷].

مطالعه حاضر با برخی محدودیت ها نیز مواجه بوده است. اول، در این مطالعه توزیع نیروهای عکس العمل زمین در نواحی مختلف پا حین راه رفتن مورد بررسی قرار گرفت در حالی که عوامل دیگری از جمله کینماتیک اندام تحتانی و عملکرد عضلات نیز ممکن است تحت تأثیر حمل بار قرار گیرند. دوم، تمامی آزمودنی های مطالعه حاضر را دانش آموزان دختر در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ سال تشکیل می¬دادند. بنابراین یافته های این تحقیق ممکن است قابل تعمیم به پسران و دیگر رده های سنی نباشد. سوم، در این مطالعه اثر کوتاه مدت حمل بار بر الگوی توزی نیرو در دانش آموزان بررسی شد. در حالی که در دوره های زمانی طولانی تر ممکن است به علت خستگی، رفتار مکانیکی متفاوتی در پا وجود داشته باشد.

نتیجه گیری

باتوجه به نتایج تحقیق، به نظر می رسد افزایش وزن کوله پشتی در دانش آموزان می تواند الگوی توزیع نیرو را در نواحی مختلف پا حین راه رفتن تغییر دهد، همچنین با افزایش چرخش بخش پشتی پا، عملکرد تعادلی افراد را طی فعالیت های دینامیک مانند راه رفتن دستخوش تغییر سازد. از آنجا که پا یک بخش پیچیده بدن است که به عنوان انتهایی ترین بخش زنجیره اندام تحتانی در برابر نیروهای اعمالی مقاومت می کند. همچنین معیار مناسبی برای تعادل بدن است چون وزن کل بدن را با پایه و اساس نازک خود حمایت می کند. توزیع نامناسب نیروها در پا باعث ایجاد حرکات غیرطبیعی و اعمال استرس زیاد شده و آسیب بافت و عضلات پا را به دنبال دارد و لذا می تواند طیف گسترده ای از ناهنجاری ها و آسیب های پا را به همراه داشته باشد.

سپاسگزاری

از تمام آزمودنی ها کمال تقدیر و تشکر را داریم.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع نداد.

References

1. Beurskens R, Muehlbauer T, Grabow L, Kliegl R, Granacher U. Effects of backpack carriage on dual-task performance in children during standing and walking. J Mot Behav. 2016;48(6):500-508. https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1152137
2. Golriz S, Walker B. Backpacks. Several factors likely to influence design and usage: A systematic literature review. Work. 2012;42(4):519-531. https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1383
3. Mohammadi S, Mokhtarinia H, Nejatbakhsh R, Scuffham A. Ergonomics evaluation of school bags in Tehran female primary school children. Work. 2017;56(1):175-181. https://doi.org/10.3233/WOR-162469
4. Ghamari HSS, Babakhani F, Anbarian M, Hajiloo B. Effect of carrying backpack with different loads on electromyography activity of selected lower limb muscles during walking in elementary school students in Hamedan city. Published online 2016.
5. Castro M, Abreu S, Sousa H, Machado L, Santos R, Vilas-Boas JP. Ground reaction forces and plantar pressure distribution during occasional loaded gait. Appl Ergon. 2013;44(3):503-509. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.10.016
6. 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):990-996. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.06.013
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):186-191. https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1502359
8. 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
9. Szafraniec R, Barańska J, Kuczyński M. Acute effects of core stability exercises on balance

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]

control. Acta Bioeng Biomech. 2018;20(3):145-151.
10. Hazel MC. Musculoskeletal Assessment-Joint Motion and Muscle Testing. Published online 2013.
11. Morrongiello BA, Corbett M. The effect of a heavy backpack on children›s street-crossing performance. Accid Anal Prev. 2021;150(September 2020):105843. https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105843
12. Chen YL, Nguyen HT, Chen Y. Influence of school bag loads and carrying methods on body strain among young male students. Int J Ind Ergon. 2021;82. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103095
13. Liu Y, Qiang L, Song Q, Zhao M, Guan X. Effects of backpack loads on leg muscle activation during slope walking. Appl Sci. 2020;10(14). https://doi.org/10.3390/app10144890
14. 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):406-412. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.11.006
15. Li SSW, Zheng YP, Chow DHK. Changes of lumbosacral joint compression force profile when walking caused by backpack loads. Hum Mov Sci. 2019;66. https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.04.006
16. Ahmadi-goodini F, Khaleghi-tazji M, Letafakar A. The Effect of Backpack Carriage in Different Weights and Gradients on Ground Reaction Force Parameters of 10- 12 Year Old Schoolchildren ' s Gait in Tehran , Iran. 2020;16(1):17-23.
17. Devroey C, Jonkers I, De Becker A, Lenaerts G, Spaepen A. Evaluation of the effect of backpack load and position during standing and walking using biomechanical, physiological and subjective measures. Ergonomics. 2007;50(5):728-742. https://doi.org/10.1080/00140130701194850
18. Song Q, Yu B, Zhang C, Sun W, Mao D. Effects of backpack weight on posture, gait patterns and ground reaction forces of male children with obesity during stair descent. Res Sport Med. 2014;22(2):172-184. https://doi.org/10.1080/15438627.2014.881823
19. 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):154-161.
20. Rezaei J, Babakhani F. The effects of unilateral backpack carrying on postural changes and gait pattern in rural children during treadmill walking. J Mod Rehabil. 2016;9(5):161-170.
21. Ahmad HN, Barbosa TM. The effects of backpack carriage on gait kinematics and kinetics of schoolchildren. Sci Rep. 2019;9(1):1-7. https://doi.org/10.1038/s41598-019-40076-w
22. Mansoorian M, Ghasemi MS, Forough B, Dehghan N. Evaluating the impact of a new ergonomic backpack designed on foot plantar pressure and perceived comfort by its users. Iran Occup Heal. 2018;15(5):59-68.
23. Piscione J, Gamet D. Effect of mechanical compression due to load carrying on shoulder muscle fatigue during sustained isometric arm abduction: an electromyographic study. Eur J Appl Physiol. 2006;97(5):573-581. https://doi.org/10.1007/s00421-006-0221-x
24. Hosseini SH, Dastmanesh S, Daneshmandi H. The examination of EMG Changes of Students› Trunk Muscles When Carrying Traditional Schoolbags. J Exerc Sci Med. 2009;1(2):5-25.
25. S ZS, Daneshmandi H, Rahnama N, Akoochakiyan M. The effect of weight and duration of carrying backpack on forward head , kyphoses and lordoses in 14-18 year-old girls Abstract : Background : In recent years , the weight of school backpack has become a growing concern and carrying the heavy backpack cau. 2018;22(1):94-102.
26. Castro MP, Figueiredo MC, Abreu S, et al. The influence of gait cadence on the ground reaction forces and plantar pressures during load carriage of young adults. Appl Ergon. 2015;49:41-46. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.01.004
27. Perrone M, Orr R, Hing W, Milne N, Pope R. The impact of backpack loads on school children: A critical narrative review. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(11):1-25. https://doi.org/10.3390/ijerph15112529

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.1]