مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

سلامت کار ایران
دوره ۱۵، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۷

ارزیابی تأثیر کوله‌پشتی ارگونومیک طراحی شده بر فشار کف پا و راحتی درک شده توسط کاربران

مهسا منصوریان: گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
محمد صادق قاسمی: (*نویسنده مسئول) گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. ghasemi.m@iums.ac.ir
بیژن فروغ: مرکز تحقیقات عصبی، اسکلتی- عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
ناصر دهقان: مرکز تحقیقات طب کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: حمل بار با پوسچر نامناسب و حمل اشیاء سنگین می‌تواند منجر به مشکلات فیزیکی و تغییرات شکل اسکلتی بدن و فشار وارد بر کف پا شود؛ بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر کوله‌پشتی جدید ارگونومیک طراحی شده بر فشار کف پا و راحتی درک شده توسط کاربران انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه از نوع نیمه تجربی بوده و بر روی ۲۰ نفر از دانشجویان دختر در بازه‌ی سنی ۱۸ تا ۲۵ سال انجام گرفت. برای اندازه‌گیری فشار کف پا از دستگاه فوت اسکنر PT-Scan استفاده شد. شرکت‌کنندگان با کوله‌پشتی ارگونومیک طراحی شده و نیز یک کوله‌پشتی رایج به‌عنوان کنترل، باری معادل ۱۰ درصد از وزن بدنشان را در ۳ حالت در حال راه رفتن، ایستاده و تعادل حمل کردند. پس از این مرحله، راحتی کوله‌پشتی‌ها با استفاده از مقیاس بورگ ارزیابی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان‌دهنده آن است که اگرچه اختلاف میانگین فشار وارده به پا بین دو نوع کوله‌پشتی از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p > ۰/۰۵$) اما میانگین نمره‌ی راحتی در دو قسمت بند کمر، پد پشتی و هنگام حمل بین دو کوله پشتی جدید ارگونومیک و رایج اختلاف معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، ویژگی‌های به کار رفته در کوله پشتی جدید ارگونومیک اگرچه در میزان کاهش فشار پا تأثیر معنی‌دار آماری را نشان نداد اما باعث کاهش تنش درک شده، افزایش راحتی و حفظ حالت طبیعی در نواحی کمر و پشت شده است و احتمالاً استفاده از این مدل کوله پشتی در بلند مدت می‌تواند منجر به کاهش اختلالات اسکلتی - عضلانی در این نواحی شود.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت‌کننده: *گزارش نشده است.*

کلیدواژه‌ها
کوله‌پشتی،
فشار کف پا،
راحتی،
طراحی ارگونومیک،
حالت بدن

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۲
تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۱۷

شیوه استناد به این مقاله:
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 Occupational Health. 2018 (Oct-Nov);15(5):59-68.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 1.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health.2018 (Oct-Nov);15(5):59-68.

Evaluating the impact of a new ergonomic backpack designed on foot plantar pressure and perceived comfort by its users

Mahsa Mansoorian, Department of Ergonomics, Faculty of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Mohammad Sadegh Ghasemi, (*Corresponding Author) PhD, Department of Ergonomics, Faculty of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. ghasemi.m@iums.ac.ir
Bijan Forough, Neurological, Musculoskeletal Diseases Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Naser Dehghan, Occupational Medicine Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background: Inappropriate postures when carrying loads and heavy objects can result in physical problems and changes in the body's skeletal structure and pressure on the sole of the foot. Therefore, this study was to evaluate the foot plantar pressure and the perceived comfort of two new types of ergonomic and common backpacks.
Methods: This study, which is semi- experimental, was performed on 20 female students aged 18 to 25 years. The PT-Scan Foot Scanner was used to measure the plantar pressure. The subjects, with the both types of backpacks, carried 10% of their body weight in walking, standing and balancing mode. After this stage, the perceived comfort of the backpacks was evaluated by using the Borg scale.
Results: The results showed that the difference in mean pressure of the foot between the two new ergonomic and common backpacks was not statistically significant ($p > 0.05$). But the average score of perceived comfort in the two parts of the waist and back pad, and the two new ergonomic and common backpacks while carrying was significant ($p < 0.05$).
Conclusion: According the finding, the features used in the design of the new backpack did not show statistically significant effect on decrease the foot pressure, but it decreased of perceived exertion and improved the perceived comfort and maintained the posture in the back and back areas. Therefore, using this backpack model probably could reduce musculoskeletal disorders in these areas in the long time.

Conflicts of interest: None
Funding: None.

Keywords
Backpack,
Ergonomic design,
Plantar pressure,
Perceived comfort,
Posture eling

Received: 02/01/2018
Accepted: 08/07/2018

How to cite this article:
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 Occupational Health. 2018 (Oct-Nov);15(5):59-68.

This work is published under CC BY-NC-SA 1.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

مقدمه

امروزه اختلالات اسکلتی - عضلانی طی حمل بار به یک موضوع مهم تبدیل شده است. حمل اشیاء سنگین و نیز حمل بار با حالت و وضعیت[1] نامناسب بدنی نه تنها باعث مشکلات فیزیولوژیکی با تغییر مصرف اکسیژن می‌شود (۱). همچنین می‌تواند منجر به مشکلات فیزیکی و تغییرات شکل اسکلتی بدن مانند اختلالات شبکه بازویی، کمر درد و آسیب و فشار وارد بر کف پا شود (۵-۲). لذا وزن وسایل و روش حمل آن‌ها باید مهم در نظر گرفته شود. بهبود بالقوه این ریسک فاکتور می‌تواند با طراحی بهینه وسایل حمل بار به دست آید. با این وجود تنوع وسایل حمل بار نشان می‌دهد که سیستم کاملاً بهینه هنوز در دسترس نیست (۶).

کوله‌پشتی یکی از رایج‌ترین وسایل برای حمل وسایل روزانه است (۸،۷) و اکثر افراد ازجمله کوهنوردان، سربازان (۹)، دانش آموزان و دانشجویان از آن به‌طور گسترده‌ای برای اهداف مختلف استفاده می‌کنند (۲). لذا به نظر می‌رسد که راه مناسبی برای حمل بار نیز هست، زیرا بار درحالی‌که پایداری‌اش حفظ می‌شود و دارای تعادل می‌باشد در وضعیتی نزدیک به بدن قرار می‌گیرد (۴). با این وجود به‌طور هم‌زمان نگرانی‌ها در مورد افزایش شیوع عواقب نامطلوب استفاده از کوله‌پشتی (۱۰،۳) نیز در حال افزایش است.

مطالعه دوروی و همکاران نشان داد حمل کوله‌پشتی با وزن بیش از ۱۰ درصد از وزن بدن باعث افزایش ناراحتی، تغییرات منفی در حرکات جنبشی[2] و نوار الکتریکی عضله[3] می‌شود (۱۱).

مطالعات گذشته نشان داده‌اند علاوه بر ویژگی‌های فردی مانند داشتن سن بیشتر از ۱۲ سال و جنسیت مؤنث (۱۲) وزن بیش از حد کوله‌پشتی (۳)، موقعیت قرارگیری آن در پشت و جنبه‌های طراحی مانند بندهای باریک ناحیه شانه و فقدان بند ناحیه کمر که فشار بیشتری بر عضلات وارد می‌کنند نیز در ایجاد مشکلات نقش دارند(۳،۱۳). از طرفی هنگام راه رفتن به همراه یک کوله‌پشتی وزن کوله‌پشتی باعث استرس فیزیکی می‌شود و تعادل فیزیکی و تغییرات حالت بدن هنگام حرکت و ایستادن تحت تأثیر عوامل فیزیکی و مکانیکی قرار می‌گیرد (۱۴). ایستادن و راه رفتن با کوله‌پشتی، مرکز ثقل ترکیبی کوله‌پشتی و حمل‌کننده‌ی آن را به سمت عقب و بالا تغییر می‌دهد. این امر منجر به تغییر در حرکات جنبشی ، نیروهای تماسی زمین و کف پا در هنگام راه رفتن می‌شود. این تغییرات بیومکانیکی در نتیجه حمل بار منجر به درد پشت، ناراحتی عضلات، سندروم فلج کوله‌پشتی یا به عبارتی آسیب کشش شانه، مشکلات مفصلی و شکستگی فشاری استخوان‌های کف پا، درد پا (۱۵،۵) درد زانو و تاول پا در افراد حمل‌کننده کوله‌پشتی می‌شوند (۱۵).

پا یک بخش پیچیده‌ی بدن است که به‌عنوان انتهایی‌ترین بخش زنجیره اندام تحتانی در برابر نیروهای اعمالی مقاومت می‌کند (۱۶). همچنین معیار مناسبی برای تعادل بدن است چون وزن کل بدن را با پایه و اساس نازک خود حمایت می‌کند. در نتیجه صفحه‌ی فشار پا، مرکز توجه مطالعات بررسی تعادل بدن می‌باشد (۱۷).

نتایج مطالعه کاسترو و همکاران در بررسی تأثیر آهنگ گام برداشتن روی نیروهای واکنش زمین و فشار کف پا در طول حمل بار، نشان داد نیروهای قدامی - خلفی و عمودی و قله‌ی فشار در قسمت پشت، جلو و شست پا هنگامی که شرکت‌کنندگان کوله‌پشتی حمل می‌کنند و با آهنگ بالایی راه می‌روند بیشتر است (۵). 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 می‌تواند طیف گسترده‌ای از ناهنجاری‌ها و آسیب‌های پا را موجب شود (۱۹،۱۸).

درحالی‌که دانشجویان به‌عنوان گروهی از بالغین جوان از کاربران کوله‌پشتی برای حمل کتاب و وسایل مورد نیاز روزانه خود هستند، اما اغلب حمل کوله‌پشتی و اثرات آن در دانش آموزان (۲۰) مورد توجه بوده است (۲۱). از سوی دیگر تعداد محدودی از مطالعات بر روی جنسیت خاص خصوصاً دختران متمرکز بوده (۲۲) و در اغلب مطالعات حتی درصورتی‌که بر روی هر دو جنس مؤنث و مذکر انجام شده اما تحلیل داده‌ها به‌طور مجزا و

[1]. Posture
[2]. kinematics
[3]. Electromyogram

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

برای ویژگی‌های این جنس انجام نشده است (۲۳). همچنین درحالی‌که مشخصات آنتروپومتریک دو جنس پس از سن بلوغ بارز است اما مطالعات مرتبط با طراحی کوله‌پشتی، اغلب بدون در نظر داشتن تفاوت‌های آنتروپومتریک مرتبط با جنس کودکان سن مدرسه (۲۴) و یا سربازان (۹) را مورد نظر داشتند و نیز تأثیر انواع کوله‌پشتی معمولاً در بزرگ‌سالان بر نقاطی به‌جز کف پا و معمولاً بر ستون فقرات (۲۵) بررسی شده است.

این در حالی است که به منظور پیشگیری از اختلالات اسکلتی – عضلانی و به خصوص تأثیرات منفی فشارهای وارد به پا ناشی از استفاده از کوله‌پشتی باید به عواملی همچون راحتی، کاهش فشار وارد بر عضلات پا، توزیع مناسب وزن در کف پا، بهبود وضعیت مناسب کمر و کاهش بار کاری توجه بیشتری شود. لذا با توجه به مطالب فوق، هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر کوله‌پشتی ارگونومیک طراحی شده بر فشار کف پا و راحتی درک شده کاربران در نظر گرفته شد.

روش بررسی

مطالعه از نوع نیمه تجربی کور سازی شده بود، به‌طوری که مشارکت‌کنندگان، تحلیل‌گر داده‌ها و نیز کارشناس اندازه‌گیری کننده فشار کف پا نسبت به کوله طراحی شده و کوله تهیه شده از بازار مطلع نبودند. جامعه پژوهش دانشجویان دختر شاغل به تحصیل در دانشگاه علوم پزشکی مشهد در نظر گرفته شدند. علت انتخاب این دانشگاه فراهم شدن امکان انجام اندازه‌گیری‌های مربوطه در یکی از آزمایشگاه‌های شهر مشهد بود.

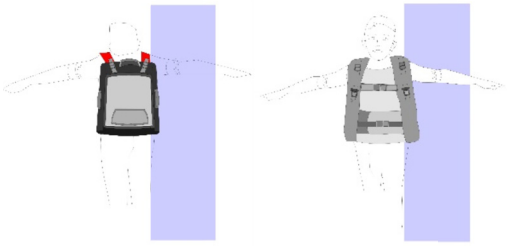
معیارهای ورود شرکت‌کنندگان در این مطالعه شامل تمایل به مشارکت و امکان حضور در محل آزمایشگاه اندازه‌گیری فشار کف پا طبق زمان تعیین شده قبلی، قرار داشتن در محدوده سنی ۲۵-۱۸ سال، داشتن نمایه توده بدنی در محدوده طبیعی ۲۵-۱۸ و نیز برخورداری از سلامت عمومی جسمی و روانی، نداشتن اختلالات شناخته شده قبلی اسکلتی_عضلانی و نورولوژیک، نارسایی عروقی، ترومای اندام تحتانی و جراحی، اختلاف طول اندام، انحراف ستون مهره‌ها، اختلال مربوط به هماهنگی، تعادل و مشکلات شنیداری و بینایی شدید، مشکلات و آسیب‌های مربوط به کف پا به صورت شناخته شده و ممانعت کننده از انجام تست ارزیابی فشار کف پا بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم تمایل به ادامه‌ی مشارکت و انجام اندازه‌گیری‌ها، بروز و یا شناسایی شدن مشکلات و آسیب‌ها در اندام تحتانی در طول مدت آزمایشات و قرار نداشتن در محدوده طبیعی نمایه توده بدنی بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط پژوهشگر (به دلیل طراحی شدن کوله‌پشتی برای این محدوده) بود.

روش نمونه‌گیری و حجم نمونه: در این پژوهش از میان داوطلبان به روش مبتنی بر هدف و بر اساس معیارهای ورود نمونه‌گیری انجام شد. حجم نمونه در این مطالعه ۲۰ نفر در نظر گرفته شد. در مطالعات مقایسه‌ای برای تعیین کاربردپذیری حجم نمونه ۲۵-۸ معتبر معرفی شده است (۲۶). همچنین در مطالعات مشابه ازجمله در مطالعه پل تأثیر دو نوع کوله‌پشتی بر فشار کف پای ۱۹ کودک بررسی شده بود (۲۷).

وسایل و ابزارهای پژوهش: وسایل مورد استفاده در این مطالعه شامل دو کوله‌پشتی، دستگاه فوت اسکنر جهت اندازه گیری فشار کف پا ترازو و قدسنج برای اندازه‌گیری وزن و قد شرکت‌کنندگان و مقیاس بورگ جهت ارزیابی راحتی و وسایل بود که در ادامه توضیح داده می‌شوند:

کوله‌پشتی‌ها: دو نوع کوله‌پشتی در این مطالعه استفاده شد. کوله‌پشتی اول، کوله‌پشتی جدید ارگونومیک طراحی شده و کوله‌پشتی دوم که به‌عنوان کوله‌پشتی کنترل در این پژوهش استفاده شد، یکی از انواع کوله‌پشتی رایج در بازار بود. در این مطالعه کوله‌پشتی جدید (شکل ۱)، بر اساس ویژگی‌های استاندارد ارگونومیک طراحی شد. در ساخت این کوله‌پشتی از کمربند طبی مخصوص که دارای پد حمایت‌کننده ستون فقرات و لگن، جهت توزیع بهتر فشار و نیروی بار کوله‌پشتی روی پشت و انتقال نیروی وزن کوله‌پشتی از شانه‌ها به سمت لگن است، استفاده شد. علاوه بر این ازجمله ویژگی‌های ارگونومیکی به کار رفته در این کوله‌پشتی می‌توان به بند مخصوص قفسه سینه، استفاده از بندک‌هایی روی بندهای ناحیه شانه جهت نزدیک کردن قسمت بالای کوله‌پشتی به بالا تنه و شانه‌ها، طبقه‌بندی داخلی کوله‌پشتی و جیب‌های

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]



شکل ۱- کوله پشتی جدید ارگونومیک طراحی و ساخته شده

شکل ۲- کوله پشتی رایج

متعدد در قسمت بیرونی کوله‌پشتی جهت تقسیم کردن بار در نقاط مختلف، اشاره کرد.

کوله‌پشتی رایج (شکل ۲)، از بین ۴ نوع مختلف کوله‌پشتی موجود در بازار مبتنی بر هدف انتخاب شد. معیار انتخاب، داشتن بیشترین ویژگی‌های ارگونومیک بر اساس استانداردها بود. ویژگی‌های این کوله‌پشتی شامل بند مخصوص کمر، پد پشتی، پد حمایت‌کننده گودی کمر، بندهای استاندارد شانه، جیب‌های متعدد روی کوله‌پشتی برای طبقه‌بندی وسایل بود.

ویژگی‌های دو کوله‌پشتی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

دستگاه ارزیابی فشار کف پا PT-Scan: این سیستم متشکل از یک سکوی مسطح با ابعاد ۶۶×۵۷ سانتی متر به همراه نرم افزار آن بود که در این سکو بیش از دو هزار حسگر فشار وجود داشت.

هر شرکت‌کننده باری با وزن استاندارد ۱۰ درصد از

جدول ۱- ویژگی های کوله پشتی جدید ارگونومیک و رایج

وزن (کیلوگرم)	اندازه (سانتیمتر)	ویژگی های ارگونومیک	نوع کوله پشتی
۲/۲	ارتفاع: ۴۷ عرض: ۲۷ عمق: ۱۸	بندک مخصوص شانه، پد پشت، پد حمایت کننده گودی کمر، پد لگن، بند قفسه سینه، طبقه بندی داخلی	جدید ارگونومیک
۱/۳	ارتفاع: ۴۷ عرض: ۳۱ عمق: ۱۳	بند مناسب شانه، پد پشت، طبقه بندی داخلی	رایج

میانگین وزن بدن را در هریک از کوله‌پشتی‌های طراحی شده و رایج در ۳ حالت استاتیک و دینامیک و تعادل حمل کرد. داخل هر کوله‌پشتی کتاب‌های مختلف با وزن مشخص قرار داده شد. میانگین وزن حمل شده توسط شرکت‌کنندگان ۵/۵۶ کیلوگرم بود. کوله‌پشتی‌ها تا حد امکان نزدیک به بدن قرار داده شدند و بندهای ناحیه‌ی شانه به صورتی تنظیم شد که قسمت انتهای کوله‌پشتی در گودی کمر قرار گرفته باشد. اندازه‌گیری فشار طی راه رفتن با روش قدم میانی صورت گرفت. به این منظور از فرد خواسته شد مسیر مشخصی را که در میانه‌ی آن صفحه حساس به فشار قرار دارد، با سرعت راه رفتن طبیعی خود در راستای مستقیم طی کند و برای هر پا به صورت جدا ثبت فشار صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری فشار در حالت ایستاده از فرد درخواست شد روی صفحه اندازه‌گیری فشار بایستد و به یک نقطه‌ی ثابت روی دیوار رو به رو به مدت ۱۰ ثانیه نگاه کند. وقتی فشار روی یک پا ۵۰ درصد کل فشار بود اندازه‌گیری ثبت شد.

آزمون تعادل مانند روش آزمون استاتیک انجام شد و فقط شرکت‌کنندگان به مدت بیشتری در حدود ۳۰ ثانیه روی دستگاه ایستادند؛ زیرا در آزمون تعادل حفظ حالت ثابت بدن در مدت آزمون نیاز بود و کوچک‌ترین حرکت در طی ثبت فشار کف پا مانند حرکت انگشتان دست باعث خطا در آزمون می‌شد. هر ۳ آزمون استاتیک، دینامیک و تعادل با هر یک از کوله‌پشتی‌ها به دلیل بروز کمترین میزان خطا ۳ بار تکرار شد. هر مرحله با فاصله پس از ۵ دقیقه استراحت انجام گرفت تا خستگی شرکت‌کنندگان در نتایج آزمون تأثیرگذار نباشد. در همه آزمون‌ها پاها برهنه بودند (شکل ۳).

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

ترازو و قد سنج: ترازو با دقت ۱۰۰ گرم جهت اندازه‌گیری وزن و قدسنج با دقت ۱ میلی‌متر جهت اندازه‌گیری قد افراد شرکت‌کننده در پژوهش بودند.

مقیاس فشار درک شده بورگ: به منظور ارزیابی میزان راحتی کوله‌پشتی جدید، از افراد درخواست شد نظر خود را در مورد راحتی هر دو کوله‌پشتی جدید و نوع رایج در چهار مورد شامل راحتی بند مخصوص کمر، راحتی بند شانه، راحتی پد پشتی و راحتی هنگام حمل بار با مقیاس فشار درک شده بورگ[4] به صورت کمی بیان نمایند. مقیاس شدت فشار یا تلاش درک شده، درجه سنگینی یا استرین ناشی از کار فیزیکی بوده که در دهه ۱۹۶۰ توسط بورگ معرفی شد. مفهوم استنباط فرد از میزان تلاش درک در طول کار فیزیکی، اندازه گیری شدت فعالیت بدنی است. این استنباط می‌تواند مربوط به سیستم‌های قلبی-تنفسی و اسکلتی-عضلانی، گیرنده های مکانیکی، حرارتی و شیمیایی و حتی فاکتورهای روانی مانند انگیزش و ناسازگاری شغلی باشد مقیاس اصلی، مقیاس ۱۵ امتیازی می‌باشد که میزان تلاش را در یک طیف ۶ تا ۲۰ از خیلی سبک تا حداکثر فشار (غیر قابل انجام) اندازه‌گیری می‌کند (۲۸). از این ابزار برای بررسی فشار درک شده در عضلات بخش های مختلف بدن استفاده می شود (۲۹). روایی و پایایی این مقیاس در ایران بررسی و تأیید شده است (۳۰).

داده‌های مطالعه پس از گردآوری با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه ابتدا توسط آزمون کلوموگروف-اسمیرنوف[5] نرمال بودن متغیرهای کمی تعیین و با توجه به نرمال بودن از آزمون‌های آماری پارامتری (T زوجی[6]) استفاده شد. مقدار α کمتر از ۰/۰۵ به‌عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی: این طرح دارای تأییدیه شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه و کمیته اخلاق با کد اخلاق IR.IUMS.REC1395.9413467002 می‌باشد. همچنین رضایت آگاهانه جهت مشارکت در طرح از داوطلبین اخذ شد. اصل رازداری و محرمانه بودن

شکل ۳- ثبت فشار کف پا در حالت راه رفتن و استاتیک با کوله پشتی جدید ارگونومیک

اطلاعات و عدم استفاده از نام شرکت کنندگان رعایت گردید. آزادی نمونه‌ی مورد پژوهش حفظ و حق کناره گیری از مشارکت در هر زمان و در هر بخش از پژوهش برای آن‌ها در نظر گرفته شد و از شرکت‌کنندگان در پژوهش هزینه‌ای جهت انجام معاینات دریافت نشد.

یافته‌ها

مشارکت‌کنندگان در بازه‌ی سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بودند. میانگین وزن شرکت‌کنندگان ۹/۰۹ ± ۵۵/۶ کیلوگرم، میانگین قد ۶ ± ۱۶۱/۷۵ سانتیمتر و میانگین BMI[7] ۳/۱۵ ± ۲۱/۱۵ بود.

مقادیر میانگین و انحراف معیار متغیرها شامل میانگین فشار کف پا و راحتی به ترتیب در جداول ۲ و ۳ به اختصار بیان شده است. نتایج بر اساس داده‌ها نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری در میانگین فشار پشت، جلو و کل پا در حالت راه رفتن و حالت تعادل و اختلاف آماری معنی‌داری در میانگین فشار پشت، جلو و میانه پا در حالت استاتیک با دو کوله‌پشتی جدید ارگونومیک و رایج وجود نداشت ($p>0/05$).

از نظر میانگین نمره راحتی، اختلاف آماری معنی‌داری در قسمت‌های بند کمر و پد پشتی و هنگام حمل وجود داشت ($p<0/05$). به‌گونه‌ای که کاربران با کوله‌پشتی جدید ارگونومیک احساس راحتی بیشتری در این قسمت‌ها داشتند. همچنین میانگین نمره راحتی در قسمت بند شانه، اختلاف معنی‌داری بین دو کوله‌پشتی نداشت ($p>0/05$).

4. Borg's Ratings of Perceived Exertion (RPE) Scale
5. KolmogorovSmirnov Test
6. Paired sample t test
7. Boddy Mass Index

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

جدول ۲- مقایسه میانگین و انحراف معیار فشار کف پا در سه حالت راه رفتن، استاتیک و تعادل در دو کوله پشتی جدید ارگونومیک و رایج

حالت	مناطق	کوله پشتی جدید ارگونومیک	کوله پشتی رایج	سطح
		میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	معنی داری
راه رفتن	پشت پا	۲۴/۴۲ ± ۴/۹۲	۲۴/۰۲ ± ۴/۴۹	۰/۵۶
	جلو پا	۲۵/۴۴ ± ۵/۴۶	۲۶/۲۴ ± ۴/۳۰	۰/۴۴
	کل پا	۴۹/۷۹ ± ۰/۷	۴۹/۹۹ ± ۰/۰۰۲	۲/۱۸
استاتیک	پشت پا	۳۸/۱۹ ± ۵/۱۱	۳۸/۰۵ ± ۴/۶۴	۰/۷۸
	جلو پا	۵۲/۷۲ ± ۳/۹	۵۲/۹۵ ± ۲/۵۹	۰/۶۲
	میانه پا	۹/۰۴ ± ۴/۰۳	۸/۹۱ ± ۳/۹۶	۰/۵۷
تعادل	پشت پا	۴۷/۵۱ ± ۸/۳۹	۴۷/۲۷ ± ۷/۰۱	۰/۸۴
	جلو پا	۵۱/۲۴ ± ۸/۵۶	۵۲/۸۶ ± ۶/۹۷	۰/۲۷
	کل پا	۵۰ ± ۰/۰۰۰	۵۰ ± ۰/۰۰۰	-

جدول ۳- مقایسه میانگین و انحراف معیار نمره راحتی کوله پشتی جدید ارگونومیک و رایج

	کوله پشتی جدید ارگونومیک	کوله پشتی رایج	سطح معنی داری
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیارکوله	
بند کمر	۱۰/۹۵ ± ۱/۸۷	۱۲/۶۵ ± ۲	۰/۰۰۶
بند شانه	۱۱/۸ ± ۱/۸۵	۱۲/۵ ± ۲/۰۶	۰/۲۶
پد پشت	۱۰/۱۵ ± ۱/۴۶	۱۳/۱ ± ۱/۸۶	< ۰/۰۰۱
هنگام حمل	۱۱/۹۵ ± ۲/۰۸	۱۳/۲۵ ± ۱/۴	۰/۰۲

بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با اهداف این مطالعه، در راستای تعیین و مقایسه فشار وارد بر کف پا با کوله پشتی طراحی شده و نمونه‌ی مورد نظر، نتایج نشان داد که میانگین فشار در جلوی پا در دو حالت ایستاده و در حال حرکت با هر دو کوله‌پشتی، بیشتر از میانگین فشار پشت پا بود و کمترین میانگین فشار به قسمت میانی پا وارد شد. همچنین فشار وارد به پا در حالت ایستاده بیشتر از حالت در حال حرکت بود؛ که نتایج حاصل از مطالعه‌ی پاو و همکاران آن را تأیید می‌نماید (۳).

این در حالی است که نتایج مطالعه تونا و همکاران روی دو گروه زنان و مردان در حالت راه رفتن با سرعت طبیعی و بدون حمل بار نشان داد که به‌طور کلی بیشترین فشار وارده بر پا در ناحیه پاشنه پا می باشد (۳۱) که این اختلاف نتیجه ممکن است به دلیل عدم حمل بار توسط شرکت‌کنندگان باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که در بین دو کوله‌پشتی مورد بررسی، از نظر میانگین فشار وارده بر پشت پا، جلوی پا و کل پا در حالت تعادل و در حال حرکت طبیعی و انتخابی نمونه پژوهش و نیز میانگین فشار وارد بر پشت پا، میانه‌ی پا و جلوی پا در حالت ایستاده تفاوت معنی‌دار مشاهده نمی‌شود. این امر می‌تواند مربوط به شباهت ویژگی های کوله پشتی انتخاب شده به‌عنوان نوع رایج با ویژگی‌های ارگونومیکی کوله‌پشتی طراحی شده از نظر داشتن پد پشتی، پد حمایت‌کننده گودی کمر و بند مخصوص کمر، طبقه‌بندی داخلی و جیب‌های خارجی و بندهای مناسب ناحیه شانه مطابق با استانداردها باشد (۳۴-۳۲). همچنین این مسئله می‌تواند مرتبط با سرعت حرکت انتخاب شده در این پژوهش نیز باشد. نتایج مطالعه‌ی کاسترو و همکاران نشان‌دهنده‌ی آن است که هنگام راه رفتن با آهنگ حرکت آرام هنگام حمل کوله پشتی در جوانان اختلاف فشار وارد به قسمت جلو و پشت کف پا معنی‌دار نبوده، درحالی‌که در سرعت‌های بالاتر این تفاوت معنی‌دار بوده است (۵). در پژوهش حاضر ارزیابی فشار کف پا فقط در حالت حرکت با سرعت پایین و به صورت راه رفتن طبیعی بوده و لذا می‌توان گفت که با نتایج مطالعه‌ی ما در تطابق است.

در راستای مقایسه راحتی کاربران با کوله‌پشتی طراحی شده و نمونه‌ی مورد نظر با استفاده از مقیاس بورگ، نتایج نشان داد که میانگین نمره‌ی راحتی کوله‌پشتی ارگونومیک در دو قسمت بند کمر، پد پشتی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

و هنگام حمل از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با کوله‌پشتی رایج داشت و احساس راحتی در این سه مورد بیشتر بوده است.

در مطالعه‌ی مکی و همکاران (۳۶) و رمضان و همکاران (۳۵) از مقیاس بورگ جهت ارزیابی راحتی و فشار هنگام حمل کوله‌پشتی‌های تعیین شده استفاده شده بود و کوله‌پشتی دارای ویژگی‌های ارگونومیک نمره‌ی مثبت و بهتری از سوی شرکت‌کنندگان دریافت کرده بود که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. همچنین مکی بیان کرده بود که نمره‌ی شرکت‌کنندگان به سؤالات مخصوص مربوط به فشار عضلانی روی پشت و شانه‌ها به ترجیح آن‌ها نسبت به کوله‌پشتی‌ها بر می‌گردد (۳۶) که نتایج مطالعه‌ی حاضر این امر را تأیید می‌کند.

در مطالعه‌ی حاضر، شرکت‌کنندگان گزارش دادند که وجود کمربند طبی در کوله‌پشتی جدید ارگونومیک باعث کمک به حفظ حالت راست تنه شده و در واقع استفاده از این کمربند، اصلاح وضعیت بدن هنگام حمل بار را نیز موجب می‌شود. با اینکه کوله‌پشتی ارگونومیک به‌طور کلی هنگام حمل نمره‌ی بهتری از نظر راحتی دریافت کرد اما حدوداً نیمی از شرکت‌کنندگان احساس راحتی کمتری با بندهای شانه و احساس فشار در ناحیه شانه را داشتند و از این نظر کوله‌پشتی رایج را ترجیح می‌دادند؛ که این امر می‌تواند احتمالاً مرتبط با ثابت بودن اندازه‌ی ارتفاع پد پشتی در کمربند طبی باشد.

همچنین بر اساس نتایج، ارزیابی راحتی با مقیاس بورگ برای حمل وزن مشابه در کوله‌پشتی‌ها مفید است؛ که نتایج مطالعه لگ و مهنتی را تأیید می‌کند (۳۷).

از محدودیت‌های این مطالعه نمونه‌گیری به‌صورت در دسترس از میان داوطلبان بود. استفاده از سایز متوسط کمربند طبی در طراحی کوله‌پشتی و ثابت بودن ارتفاع پد پشتی مانع نمونه‌گیری از افراد با BMI خارج از محدوده طبیعی و نیز آقایان شد. - همچنین دقت ناکافی و غیر همسان در پاسخگویی به جداول ارزیابی راحتی توسط نمونه ی پژوهش علیرغم تلاش پژوهشگر برای پیشگیری از آن و ذهنی بودن حس راحتی نیز می‌تواند مورد نظر قرار گیرد. اندازه‌گیری فشار وارده به کف پا در حالت حرکت با سرعت طبیعی و انتخابی نمونه پژوهش در کوتاه مدت صورت گرفت.

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد، کوله‌پشتی جدید طراحی شده با استفاده از کمربند طبی بر اساس ویژگی‌های ارگونومیکی اگرچه در مقایسه با نوع رایج اختلاف معنی‌داری در میانگین فشار وارده به کف پا در حالت‌های ایستاده، حرکت و تعادل و نیز نمره‌ی راحتی بند شانه نداشت ولی باعث افزایش راحتی در دو قسمت بند کمر، پد پشتی و راحتی هنگام حمل شد؛ بنابراین استفاده از کوله‌پشتی جدید ارگونومیک با ویژگی خاص داشتن کمربند طبی به منظور افزایش احساس راحتی و حفظ وضعیت راست تنه هنگام حمل بار توصیه می‌شود. انجام مطالعه با حجم نمونه بیشتر و در محدوده BMI متفاوت و به‌طور مقایسه‌ای با حضور نمونه از جمعیت مردان و همچنین انجام مطالعه در حالت دویدن یا قدم زدن و استفاده هم زمان از روش های دیگر ارزیابی فشار پا همراه با دستگاه فوت اسکنر به منظور افزایش دقت توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه تحصیلی کارشناسی ارشد نویسنده اول در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران است. بدین‌وسیله نویسندگان از همکاری و مساعدت معاونت محترم آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران و همچنین مشارکت‌کنندگان در این پژوهش که حضور آن‌ها انجام این کار را امکان‌پذیر نمود سپاسگزاری و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Lloyd R, Cooke CB. The oxygen consumption associated with unloaded walking and load carriage using two different backpack designs. Eur J Appl Physiol. 2000;81:486-492.

2. Zakeri Y, Baraz S, Gheibizadeh M, Saidkhani V. Relationship between Backpack Weight and Prevalence of Lordosis, Kyphosis, Scoliosis and Dropped Shoulders in Elementary Students. Int J Pediat. 2016;6:1859-66.

3. Pau M, Mandaresu S, Leban B, Nussbaum MA. Short-term effects of backpack carriage on plantar pressure and gait in schoolchildren. J Electromyog

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

Kinesiol. 2015;25(2):406-12.
4. 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 Ergonom. 2013;44(3):503-9.
5. Castro MP, Figueiredo MC, Abreu S, Sousa H, Machado L, Santos R, Vilas-Boas JP. The influence of gait cadence on the ground reaction forces and plantar pressures during load carriage of young adults. Appl Ergonom. 2015 Jul 31;49:41-6.
6. Kim JH, Coca A, Williams WJ, Roberge RJ. Subjective perceptions and ergonomics evaluation of a liquid cooled garment worn under protective ensemble during an intermittent treadmill exercise. Ergonomics. 2011;54(7):626-35.
7. Hong Y, Lau TC, Li JX. Effects of loads and carrying methods of school bags on movement kinetics of children during stair walking. Res Sports Med. 2003;11:33–49.
8. Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim DM, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. Ergonomics. 1997; 40(6):631-40.
9. Kim S. Ergonomic analysis of army backpack designs: back and shoulder stresses and their implications (Doctoral dissertation), The University of Utah. 2014.
10. Panicker RK, Sandesh TS. Prevalence of Musculoskeletal Pain in School Going Adolescents Using School Bags: A Co-relational Research. Int J Therap Rehabil Res. 2014 Oct 1;3(4):1.
11. 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):728-42.
12. Trevelyan FC, Legg SJ. Back pain in school children—where to from here? Appl Ergonom. 2006 Jan 31;37(1):45-54.
13. Sheir-Neiss GI, Kruse RW, Rahman T, Jacobson LP, Pelli JA. The association of backpack use and back pain in adolescents. Spine. 2003 May 1; 28(9):922-30.
14. Matsuo T, Hashimoto M, Koyanagi M, Hashizume K. Asymmetric load-carrying in young and elderly women: Relationship with lower limb coordination. Gait Posture. 2008;28(3):517-20.
15. Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. Appl Ergonom. 1996 Jun 30;'27(3):207-16.
16. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. Gait Posture. 1995; 3(4):193-214.
17. Lee S, Bae S. The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(2):97-101.
18. Jarmo P. Foot loading in normal and pathological walking. Jyväskylä: MS Thesis. University of Jyväskylä; 2002.
19. Orlin MN, Mcpoil TG. Plantar pressure assessment. Physic Therap. 2000;80(4):399-409.
20. Smith DR, Leggat PA. Back pain in the young: A review of studies conducted among school children and university students. Curr pediat Rev. 2007 Feb 1; 3(1):69-77.
21. Mououdia MA, Akbari J, Mousavi nasab SN. Ergonomic design of school backpack by using anthropometric measurements for primary school students (6–12 years). Int J Indust Ergonom. 2018;67;98-103.
22. Mohammadia S, Mokhtariniaa H, Nejatbakhshb R, Scuffhamc A. Ergonomics evaluation of school bags in Tehran female primary school children. Work. 2017;56:175–18. (Persian)
23. Smith B, Ashton KM, Bohl D, Clark RC, Metheny JB, Klassen S. Influence of carrying a backpack on pelvic tilt, rotation, and obliquity in female college students. Gait Posture. 2006;23:263–267.
24. Amiri M, Dezfooli MS, Mortezaei SR. Designing an ergonomics backpack for student aged 7-9 with user centred design approach. Work. 2012 Jan 1; 41(Supplement 1):1193-201.
25. Kim K, Ju Kim Ch, Won Oh D. Effect of backpack position on foot weight distribution of school-aged children. J Phys Ther Sci. 2015;27:747–749.
26. Macefield R. How to specify the participant group size for usability studies: a practitioner's guide. J Usabil Stud. 2009;5(1):34-45.
27. Mastalerz A, Niźnikowski T, Buszta M, Różański P, Wiśniowski P, Sadowski J. Effect of two backpack designs on cop displacement and plantar force distribution in children during upright stance. Pol J Sport Tourism. 2016;23:123-126.
28. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales: Human kinetics; 1998.
29. Kai Way Li, Ruifeng Yu, and Wei Zhang. Perception of Hand Force in Power Grip for Females. Hum Factors Ergonom Manufact Serv Indust. 2013:77-84.
30. Arvari R, Dehghan H, Haghi A, Rajabivardanjan H. Validity and Reliability of the Persian Version of Borg RPE in Two 10-0 and 20-6 Scales. J Health Syst Res. 2013;9(8):851-858. (Persian)
31. Tuna H, Yildiz M, Celtic C, Koniko S. Static and dynamic plantar Pressure measurement in adolescents. Acta Orthop Traumatol Turc. 2004; 38(3):200-5.
32. Goodgold SA, Nielsen D. Effectiveness of a school-based backpack health promotion program: Backpack Intelligence. Work. 2003 Jan 1;21(2):113-23.
33. Bellamy J. Is Your Child's Backpack Making

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]

the Grade? 2012.
34. Gausling JF, Moran SL, inventors; Zero G Technologies, Llc, assignee. Ergonomic bookpack. United States patent US 6,164,509. 2000 Dec 26.
35. Ramadan MZ, Al-Shayea AM. A modified backpack design for male school children. Int J Indust Ergonom. 2013 Sep 30;43(5):462-71.
36. Mackie H, Legg S, Beadle J, Hedderley D. Comparison of four different backpacks intended for school use. Appl Ergonom. 2003;34(3):257-64.
37. Legg SJ, Mahanty A. Comparison of five modes of carrying a load close to the trunk. Ergonomics. 1985;28(12):1653-6.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-18]