DOI: 10.22122/jrrs.v16i0.3545 Published by Vesnu Publications

اثر حمل دو نوع کوله در دو ارتفاع قرارگیری (لومبار و توراسیک) بر برخی متغیرهای کینماتیکی دانش‌آموزان پسر ابتدایی

علی‌اکبر جدیدیان[۱]، محمدحسین علیزاده[۲]، الهام شیرزاد[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر حمل کوله‌پشتی و کوله اصلاح شده سه محفظه که بار را در جلو و پشت تنه به صورت برابر توزیع می‌کند، در دو ارتفاع قرارگیری لومبار و توراسیک، بر متغیرهای کینماتیکی شامل زوایای کرانیوورتبرال، تنه، ران و زانوی پسران ابتدایی بود.

مواد و روش‌ها: ۲۷ دانش‌آموز پسر ابتدایی ۸ تا ۱۱ ساله، پس از بررسی معیارهای ورود و خروج، در مطالعه شرکت نمودند و پنج تکلیف شامل «راه رفتن بدون کوله (شاهد)، حمل کوله‌پشتی در ناحیه لومبار، حمل کوله‌پشتی در ناحیه توراسیک، کوله اصلاح شده در ناحیه لومبار و کوله اصلاح شده در ناحیه توراسیک» را روی دستگاه تردمیل انجام دادند و با استفاده از دوربین پاناسونیک، از سمت راست آن‌ها فوتوگرامتری صورت گرفت. زوایای هدف به صورت کور در نرم‌افزار تحلیل حرکت Kinovea اندازه‌گیری گردید. آزمون Repeated measures ANOVA به منظور مقایسه تکالیف مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: کاهش معنی‌دار زاویه کرانیوورتبرال (افزایش سر به جلو) در تکلیف حمل کوله‌پشتی در ناحیه توراسیک نسبت به ناحیه لومبار و افزایش خمش تنه به جلو با حمل کوله‌ها مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$) که در کوله‌پشتی به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < ۰/۰۵$)، اما تفاوت معنی‌داری در زاویه کرانیوورتبرال در حمل کوله اصلاح شده نسبت به شاهد وجود نداشت ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: حمل کوله در ناحیه لومبار، کمتر موجب تغییرات کینماتیک می‌گردد. بنابراین، مناسب‌تر به نظر می‌رسد. جابه‌جایی باری که در پشت متمرکز است، بیشتر می‌تواند بر شاخص‌های کینماتیک دانش‌آموزان تأثیر بگذارد. حمل کوله اصلاح شده تنها باعث اندکی خمش تنه می‌شود که نسبت به کوله‌پشتی بسیار کمتر است. بنابراین، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کوله‌پشتی دانش‌آموزان باشد.

کلید واژه‌ها: کوله‌پشتی؛ دانش‌آموزان؛ کینماتیک؛ موقعیت کوله؛ راه رفتن

ارجاع: جدیدیان علی‌اکبر، علیزاده محمدحسین، شیرزاد الهام. **اثر حمل دو نوع کوله در دو ارتفاع قرارگیری (لومبار و توراسیک) بر برخی متغیرهای کینماتیکی دانش‌آموزان پسر ابتدایی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۹؛ ۱۶: ۱۰۲-۹۵.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۱ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۴/۱۵

مقدمه

بررسی حمل کوله‌های مختلف از دیدگاه‌های بالینی، فیزیولوژیکی و بیومکانیکی اهمیت دارد (۱). پژوهشگران، حمل بار در شکل‌ها و وزن‌های متفاوت را با ناراحتی، خستگی و برخی دردها و ضایعه‌های عضلانی- اسکلتی مانند درد پشت (۲) و بروز ناهنجاری‌های وضعیتی و نقص‌های حرکتی (۳) مرتبط دانسته‌اند. حمل بار توسط کودکان بیشتر با کوله‌پشتی صورت می‌گیرد (۶-۴). میانگین وزن نسبی کوله‌پشتی دانش‌آموزان پسر ابتدایی در ایران ۴/۱۳ ± ۱۱/۳۱ درصد وزن بدن گزارش شده است که حدود ۲۱ دقیقه حمل می‌شود (۷). مطالعات مختلف، حمل کوله‌پشتی با بار کمتر از ۱۰ درصد (۸) یا ۱۵ درصد (۲) وزن بدن را برای کودکان توصیه می‌کنند. البته این نتایج محدود به مسافت‌های کوتاه در سطح صاف است (۹). بررسی پوسچر هنگام حمل کوله، از جمله مهم‌ترین معیارهای تعیین‌کننده می‌باشد (۱). برخی تحقیقات به شکل‌های مختلف کوله (۱۰) و ارتفاع قرارگیری آن روی پشت (۱۱) معطوف شده است که به دلیل معدود بودن آن‌ها و نتایج متناقض به ویژه در شاخص‌های کینماتیک، هنوز در این زمینه نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر احساس می‌گردد. بنابراین، در مطالعه حاضر تأثیر تغییر ارتفاع قرارگیری دو نوع کوله بر شاخص‌های کینماتیکی بررسی شد.

۱- دکتری تخصصی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران و مربی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- استاد، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: علی‌اکبر جدیدیان؛ دکتری تخصصی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران و مربی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
Email: jadidiths@ut.ac.ir

محل قرارگیری بار بر پشت ممکن است بر میزان مصرف انرژی و مکانیک بدن اثرگذار باشد (۱۲). طبق باور عمومی، قرارگیری بار یا کوله در بالای پشت بهتر است (۱۳)؛ در حالی که تحقیقات نتایج متفاوتی را گزارش کرده‌اند. Knapik و همکاران با مرور پژوهش‌های بیومکانیکی و فیزیولوژیکی، عنوان کردند که قرارگیری بار در پایین یا میانه پشت، ممکن است برای زمین ناهموار بهتر باشد، اما قرارگیری بار در بالای پشت، ممکن است برای زمین صاف و هموار مناسب باشد (۱۲). Golriz و Walker در مطالعه مروری مقالات مربوط به کوله‌پشتی تا سال ۲۰۱۰، تحقیقات را درباره ارتفاع قرارگیری آن ناکافی می‌دانند (۵). درباره شکل آن، کوله دو محفظه (۱۷-۱۴) و تا حدی کوله جلویی (۱۸)، بهتر از کوله‌پشتی عنوان شده است. از منابع موجود، تنها چند پژوهش به بررسی شاخص‌های کینماتیکی متأثر از ارتفاع قرارگیری کوله‌پشتی پرداختند که نتایج متناقضی را نشان داده‌اند (۲۲-۱۹، ۱۶، ۱۳). به طور کلی، نتایج مطالعات بیومکانیکی در مورد ارتفاع قرارگیری کوله‌پشتی بر روی پشت در کودکان متناقض است؛ به طوری که برخی محققان تفاوتی را گزارش نکرده‌اند (۲۳، ۱۹، ۱)، اما برخی قرارگیری در ناحیه کمر (۲۴، ۲۲-۲۰، ۱۳) و یا در میانه یا بالای تنه (۲۵، ۱۶) را مناسب‌تر می‌دانند. دلایل این تناقضات را می‌توان به شیوه‌های مختلف اندازه‌گیری، وزن کوله‌پشتی، شیوه جابه‌جایی ارتفاع بار و اختلاف سنی شرکت‌کنندگان نسبت داد.

شواهد مربوط به اثر حمل بار بر عملکرد راه رفتن در کودکان نشان می‌دهد که نیازمند پژوهش‌های بیشتری است (۴). Abdullah و همکاران با مرور مقالات مربوط به کینماتیک تنه در دانش‌آموزان، نتیجه‌گیری کردند که انجام مطالعات بیشتر برای شناسایی حد بار مناسب و محل قرارگیری آن در کودکان، نیاز است (۲۶). با این که حمل کوله‌پشتی در دانش‌آموزان شایع است، اما نسبت به بزرگسالان، تحقیقات کمتری درباره آنان انجام شده است (۲۸-۲۶). پژوهشگران بار ۱۰ درصد بدن را برای کوله‌پشتی دانش‌آموزان مناسب دانسته‌اند (۲۶). به طور کلی، به توزیع بار در اطراف تنه، به جای تمرکز آن در پشت، توصیه شده است (۲۹). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر حمل کوله‌پشتی و کوله اصلاح شده سه محفظه، در دو ارتفاع قرارگیری پایین (ناحیه لومبار) و میانه (ناحیه توراسیک) پشت، بر زاویه کرانیوورتبرال، تنه، ران و زانوی پسران ۸ تا ۱۱ ساله هنگام راه رفتن انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع نیمه تجربی با طرح اندازه‌های تکراری بود و به صورت یک سویه کور (ارزیاب)، اثر حمل دو نوع کوله با وزن ۱۰ درصد بدن را در دو ارتفاع قرارگیری لومبار و توراسیک، بر متغیرهای کینماتیکی بررسی نمود. تحقیق حاضر کد اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1397.002 و کد ثبت کارآزمایی بالینی IRCT20180607039995N1 مورد تأیید قرار گرفت. کور کردن از طرف شرکت‌کنندگان ممکن نبود؛ چرا که کوله‌ها را می‌پوشیدند، اما حین اجرا از فرضیه پژوهش آگاه نبودند (۲۱). جامعه آماری مطالعه را پسران دبستانی ۸ تا ۱۱ ساله سالم شهر تهران تشکیل داد. نرم‌افزار G*Power نسخه ۳.۱.۹.۲، برای طرح اندازه‌های تکراری با پنج اندازه‌گیری و اندازه اثر ۰/۲۵ و توان ۰/۹۰، تعداد ۲۶ آزمودنی را پیشنهاد کرد (۱۹). ۲۸ نفر به صورت در دسترس و با اعمال معیارهای ورود و خروج برای شرکت در تحقیق دعوت شدند. با حذف یک نفر به دلیل انصراف و ناتمام ماندن تکلیف‌ها، داده‌های ۲۷ نفر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

معیارهای ورود شامل محدوده سنی ۸ تا ۱۱ سال، جنسیت مرد، رضایت فرد و والدین و برتر بودن دست و پای راست بود. داشتن اختلالات عضلانی-اسکلتی (۳۰)، آسیب ستون مهره و اندام تحتانی در سه ماه منتهی به اندازه‌گیری (۱۹)، وجود ناهنجاری‌های راه رفتن و وضعیتی آشکار با آزمون نیویورک (۳۰)، مصرف دارو (۱۹)، سابقه جراحی (۳۱)، عفونت گوش (۳۱)، داشتن تب در ۷۲ ساعت منتهی به اندازه‌گیری (۳۱، ۱۹) و خوردن چای و قهوه (کافئین) در سه ساعت پیش از اندازه‌گیری (۱۹) نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد. همه اندازه‌گیری‌ها پس از پایان مدارس و در ساعت ۱۰ تا ۱۳ انجام گردید.

از دوربین فیلم‌برداری پاناسونیک (مدل NV-GS75، Panasonic، ژاپن) مربوط به دستگاه تحلیل راه رفتن Gaitway (belt-driven instrumented HP Cosmos Gaitway treadmill with Kistler force plates، آلمان) استفاده شد. دوربین روی پایه مدرج مخصوص دستگاه و عمود بر صفحه ساجیتال با فاصله ۵ متری از خط وسط تردمیل و در ارتفاع متناسب با مفصل ران شرکت‌کنندگان قرار داده شد و از سمت راست با فرکانس ۵۰ فریم بر ثانیه فیلم تهیه گردید. سایر ابزارهای اندازه‌گیری شامل فرم جمع‌آوری اطلاعات و ثبت داده‌های اولیه، کوله‌پشتی استاندارد مرسوم (مدل Diteyn Team)، کوله اصلاح شده سه محفظه (شامل پشت، جلو- راست و جلو- چپ به صورت جلیقه پوشیدنی که بر اساس طرح مطالعه Ramadan و Al-Shayea (۱۰) توسط پژوهشگر ساخته شد) و متر نواری برای اندازه‌گیری قد بود.

با اجرای مطالعه آزمایشی روی سه شرکت‌کننده، شیوه اندازه‌گیری‌ها با وسایل مربوط بررسی و رفع اشکال شد. محل اندازه‌گیری، آزمایشگاه کنترل حرکتی دانشکده برق دانشگاه تهران بود. از قبل و هم‌زمان با اجرای تحقیق، فراخوان‌هایی برای جذب داوطلب در مدارس و کلاس‌های آموزشی و حتی مجتمع‌های مسکونی نصب گردید. غربالگری برای انتخاب افراد واجد شرایط پژوهش انجام و سپس فرایند اندازه‌گیری برای داوطلبان با جزییات تشریح شد و در مورد محرمانه ماندن اطلاعات به آن‌ها اطمینان داده شد. با حضور در آزمایشگاه، فرم رضایت آگاهانه توسط پدر یا مادر شرکت‌کننده امضا گردید. فرایند اندازه‌گیری طی ایستگاه‌های مشخص صورت گرفت. سایر اندازه‌گیری‌ها شامل وزن (با کمک فورس پلیت دستگاه) و قد [با استفاده از متر نواری در کنار دیوار مطابق روش International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) بود که توسط محقق انجام گرفت و او به طور کامل بر حسن اجرای مرحله اصلی اندازه‌گیری نظارت داشت.

پنج مرحله اندازه‌گیری (یکی بدون کوله و دو نوع کوله در دو موقعیت لومبار و توراسیک) در یک روز صورت گرفت. برای جلوگیری از اثر خستگی، تکلیف‌ها به صورت تصادفی برای هر آزمودنی اجرا شد و شرکت‌کننده بین پوشیدن دو کوله استراحت کرد. سرعت راه رفتن در مرحله آشنایی آزمودنی با تردمیل با ۵ دقیقه راه رفتن، به صورت خودانتخابی تعیین و ثبت گردید. این سرعت مختص هر آزمودنی در تمامی تکالیف دیگر او ثابت بود. برای هر تکلیف نیز ۲ دقیقه راه رفت و فیلم وی ضبط شد. برای تنظیم وزن کوله‌ها متناسب با ۱۰ درصد وزن، از وسایل روزمره دانش‌آموزان شامل کتاب، بطری، نوشت‌افزار و سایر ملزومات به شکل متعادلی در صفحات فرونتال و ساجیتال در دو نوع کوله استفاده گردید. بار لازم برای کوله‌ها، با کمک همکار آماده شد. در کوله اصلاح شده، تنظیم وزن کوله در محفظه پشتی و دو محفظه جلویی، نصف نصف بود.

http://jrrs.mui.ac.ir

محل قرارگیری بار با تنظیم خط پایین کوله در سطح مهره پنجم کمری به عنوان وضعیت پایین یا لومبار و با تنظیم خط پایین کوله در خط مهره دوازدهم پشتی به عنوان وضعیت میانه یا توراسیک در نظر گرفته شد (۲۲). در مطالعه حاضر، کل کوله تا حد ممکن و لازم با دستکاری بندهای آن‌ها بالا کشیده شد. سپس برای تنظیم دقیق خط بار کوله در خط محل‌های مذکور، با گذاشتن فیبر در کف کوله، در سطح مناسب تنظیم گردید. گذاشتن فیبر، برای وضعیت توراسیک در هشت آزمودنی که جثه کوچک‌تری داشتند، لازم بود. نشانگرهای بدنی پس از شناسایی با لمس به صورت «تراگوس گوش، میانه زایده آکرومی، زایده خاری مهره هفتم گردنی (نشانگر برجسته)، تروکانتر بزرگ ران، لقمه خارجی ران و قوزک خارجی پا» با شبرنگ یک سانتی‌متری علامت‌گذاری شد. آزمودنی‌ها با شورت ورزشی چسبان و تی‌شرت و یا تنها با شورت ورزشی آزمون شدند. با توجه به تأثیر فعالیت‌های دو تکلیفی (همراه با عملکرد شناختی) بر عملکرد حین حمل بار (۴)، از افراد درخواسته گردید به دیوار روبه‌رو نگاه کنند. پیش‌فرض این بود که تمرکز آن‌ها عادی است.

پس از انتقال ویدئوها به نرم‌افزار Kinovea (Kinovea. version 0.8.27. Joan Charmant and contributors, 2018)، ۲۰ ثانیه آخر هر تکلیف جدا شد. سپس سه سیکل گیت به صورت تصادفی از هر کدام مشخص گردید. زوایای مفاصل ران و زانو و زاویه کرانیوورتبرال و زاویه خم شدن تنه در سه مرحله ضربه پاشنه، میداستانس (مجاورت هر دو پا)، و توآف در هر سیکل در نرم‌افزار Kinovea به دست آمد و میانگین سه سیکل محاسبه شد. برای زاویه زانو از نشانگرهای لقمه خارجی ران، تروکانتر بزرگ و قوزک خارجی، برای زاویه ران از خط عمود و خط تروکانتر بزرگ تا لقمه خارجی ران، برای زاویه تنه از خط عمود و خط تروکانتر بزرگ تا مهره هفتم گردنی (۳۲، ۲۰) و برای زاویه کرانیوورتبرال نیز از خط افق و خط مهره هفتم گردنی تا تراگوس گوش استفاده گردید. به منظور کور شدن یک سویه، همه این محاسبات در نرم‌افزار Kinovea توسط متخصص بیومکانیک ورزشی صورت گرفت و داده‌ها وارد برنامه Excel شد. همه این زوایا برای هر کدام از سه مرحله از گیت با مراحل متناظر آن در تکلیف راه رفتن بدون کوله (شاهد) مقایسه شد. برای شاخص تنه و سر، میانگین مقادیر سه مرحله نیز برای هر تکلیف محاسبه گردید.

برای ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان، از آمار توصیفی و به منظور تشخیص توزیع نرمال داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون Repeated measures ANOVA و آزمون تعقیبی Least significant difference (LSD) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ (IBM Corporation, Armonk, NY, version 23) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

۲۷ دانش‌آموز با میانگین سنی ۱/۲۹ ± ۹/۷۰ سال، میانگین قد ۸/۰۴ ± ۱۴۱/۴۶ سانتی‌متر، میانگین وزن ۱۲/۵۰ ± ۳۵/۷۹ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) ۴/۲۵ ± ۱۷/۵۱ کیلوگرم بر مترمربع در پژوهش حاضر شرکت نمودند. نرمال بودن توزیع داده‌ها برای تک‌تک متغیرهای هر شرکت‌کننده با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk تأیید شد ($P > ۰/۰۵$). سایر پیش‌فرض‌های آزمون Repeated measures ANOVA شامل همگنی واریانس‌ها و تقارن مرکب ماتریس کواریانس مد نظر قرار گرفت. بر اساس داده‌های جدول ۱، حمل کوله‌پشتی در ناحیه توراسیک، تنها در زاویه کرانیوورتبرال، نسبت به وضعیت لومبار منجر به کاهش معنی‌دار مقادیر (افزایش سر به جلو) شد ($P < ۰/۰۰۱$). کاهش زاویه کرانیوورتبرال در حمل کوله اصلاح شده مشاهده نشد ($P = ۰/۱۴۰$). خمش تنه به جلو با حمل کوله‌ها افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P < ۰/۰۰۱$) که در کوله‌پشتی به طور معنی‌داری بیشتر از کوله اصلاح شده بود. زاویه مفصل ران در هیچ‌کدام از تکلیف‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > ۰/۰۵۰$). زاویه مفصل زانو تنها در مرحله ضربه پاشنه با حمل کوله‌پشتی در پایین پشت، نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت ($P = ۰/۰۲۰$).

بحث

دانش‌آموزان در سن رشد هستند و از نظر کنترل حرکتی تکامل کامل ندارند (۳۳). بنابراین، بررسی استرس‌هایی که به آن‌ها وارد می‌شود، اهمیت فراوانی دارد. تصور عمومی بر این است که حمل کوله‌پشتی در بالای پشت آسان‌تر می‌باشد (۳۴، ۲۱). این در حالی است که پژوهش‌ها نزدیک بودن مرکز جرم بار به مرکز ثقل بدن را توصیه کرده‌اند (۳۵). در مطالعه حاضر، اثر حمل کوله‌پشتی و کوله اصلاح شده با وزن ۱۰ درصد وزن بدن، در دو موقعیت لومبار و توراسیک بر شاخص‌های کینماتیکی کودکان بررسی گردید. لازم به ذکر است که در این زمینه تحقیقات اندکی صورت گرفته است. فرضیه این بود که مقادیر متغیرها در وضعیت توراسیک به ویژه در کوله‌پشتی، تغییرات بیشتری داشته باشد. به بیان دیگر، احتمالاً حمل کوله در وضعیت لومبار بهتر از وضعیت توراسیک است.

حمل کوله‌پشتی در هر دو موقعیت قرارگیری، منجر به افزایش معنی‌دار سر به جلو نسبت به راه رفتن بدون کوله شد. میزان افزایش سر به جلو حین حمل کوله‌پشتی توراسیک، به طور معنی‌داری بیشتر از افزایش آن حین حمل کوله‌پشتی لومبار بود، اما در تکلیف‌های حمل کوله اصلاح شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین، حمل کوله‌پشتی در ناحیه لومبار (با بندهای شل شده)، کمتر موجب سر به جلو شده است، اما حمل کوله اصلاح شده سه محفظه نه تنها منجر به تغییر در وضعیت سر نسبت به بدون کوله نشد، بلکه در دو ارتفاع قرارگیری نیز تفاوتی ایجاد نکرد. حمل هر دو کوله با وزن ۱۰ درصد بدن در هر دو موقعیت قرارگیری، منجر به افزایش معنی‌دار خمش تنه نسبت به راه رفتن بدون کوله گردید. میزان خم شدن تنه حین حمل کوله اصلاح شده، به طور معنی‌داری کمتر از حمل کوله‌پشتی بود. تغییر ارتفاع قرارگیری کوله‌ها، تغییر معنی‌داری در زاویه تنه ایجاد نکرد. در مفاصل ران و زانو نیز تنها زاویه زانو در مرحله ضربه پاشنه با حمل کوله‌پشتی در پایین پشت، نسبت به گروه شاهد کاهش ۱/۲۶ درجه‌ای داشت. این میزان کاهش تنها در ضربه پاشنه نمی‌تواند منجر به نتیجه‌گیری محکمی درباره اثر متغیرهای مستقل گردد. به طور کلی، تغییر ارتفاع قرارگیری تنها در کوله‌پشتی، موجب تغییر وضعیت سر شد؛ به گونه‌ای که قرارگیری کوله‌پشتی در ناحیه توراسیک، باعث افزایش سر به جلو نسبت به موقعیت لومبار گردید. بنابراین، تغییر ارتفاع قرارگیری کوله‌پشتی موجب تغییر استراتژی کنترل حرکتی در حمل آن شد، اما این تغییر برای کوله اصلاح شده رخ نداد. در نتیجه، فرضیه در زاویه کرانیوورتبرال مورد تأیید قرار گرفت.

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۱. متغیرهای اصلی پژوهش و نتایج آزمون آماری تعقیبی Least significant difference (LSD)

متغیر	وضعیت‌ها	بدون کوله	کوله‌پشتی، لومبار	کوله‌پشتی، توراسیک	کوله اصلاح شده، لومبار	کوله اصلاح شده، توراسیک	مقدار P
زاویه کرانیوورتبرال (درجه)	ضربه پاشنه	۴۲/۶۱ ± ۵/۲۳	۴۱/۰۴ ± ۴/۹۱ *۰/۰۱۹	۳۸/۶۴ ± ۳/۴۸ *< ۰/۰۰۱	۴۳/۶۱ ± ۵/۷۲	۴۲/۵۰ ± ۶/۰۱	†۰/۰۰۱ ‡۰/۰۰۱ #< ۰/۰۰۱
	میداستانس	۴۰/۸۳ ± ۵/۰۰	۳۹/۹۵ ± ۴/۴۴	۳۷/۵۷ ± ۳/۵۵ *< ۰/۰۰۱	۴۱/۹۵ ± ۵/۷۹	۴۱/۲۲ ± ۵/۷۷	†۰/۰۰۱ ‡۰/۰۳۲ #< ۰/۰۰۱
	توآف	۴۲/۳۵ ± ۵/۳۲	۴۰/۷۸ ± ۴/۴۵ *۰/۰۱۷	۳۹/۲۹ ± ۴/۵۲ *۰/۰۰۱	۴۲/۹۲ ± ۵/۸۵	۴۲/۳۱ ± ۶/۱۲	†۰/۰۴۳ ‡۰/۰۰۲ # ۰/۰۰۱
	میانگین	۴۱/۹۳ ± ۵/۱۲	۴۰/۵۹ ± ۴/۴۶ *۰/۰۱۶	۳۸/۵۰ ± ۳/۷۲ *< ۰/۰۰۱	۴۲/۸۳ ± ۴/۷۴	۴۲/۰۱ ± ۵/۹۰	†۰/۰۰۱ ‡۰/۰۰۴ #< ۰/۰۰۱
زاویه تنه (درجه)	ضربه پاشنه	۳/۳۳ ± ۲/۴۸	−۱/۳۱ ± ۳/۲۰ *< ۰/۰۰۱	−۰/۹۵ ± ۲/۷۶ *< ۰/۰۰۱	۰/۵۰ ± ۳/۲۱ *< ۰/۰۰۱	۰/۸۷ ± ۲/۸۲ *< ۰/۰۰۱	‡< ۰/۰۰۱ # ۰/۰۰۲
	میداستانس	۲/۵۹ ± ۲/۶۶	−۱/۲۷ ± ۳/۰۰ *< ۰/۰۰۱	۱/۰۹ ± ۲/۱۰ *< ۰/۰۰۱	۰/۳۵ ± ۲/۵۸ *< ۰/۰۰۱	۱/۰۰ ± ۲/۹۰ *۰/۰۰۹	‡۰/۰۰۲ #< ۰/۰۰۱
	توآف	۱/۴۷ ± ۲/۸۲	−۲/۱۳ ± ۲/۷۰ *< ۰/۰۰۱	−۲/۴۵ ± ۲/۶۳ *< ۰/۰۰۱	−۰/۷۵ ± ۲/۵۳ *< ۰/۰۰۱	−۰/۴۵ ± ۲/۹۸ *۰/۰۰۲	‡< ۰/۰۰۱ #< ۰/۰۰۱
	میانگین	۲/۴۶ ± ۲/۴۰	−۱/۵۷ ± ۲/۸۵ *< ۰/۰۰۱	−۱/۵۰ ± ۲/۱۳ *< ۰/۰۰۱	۰/۰۳ ± ۲/۵۴ *< ۰/۰۰۱	۰/۴۷ ± ۲/۶۶ *< ۰/۰۰۱	‡< ۰/۰۰۱ #< ۰/۰۰۱
زاویه مفصل ران (درجه)	ضربه پاشنه	۱۹/۲۶ ± ۳/۴۲	۲۰/۲۹ ± ۲/۹۴	۱۹/۲۲ ± ۳/۸۷	۲۰/۳۴ ± ۳/۸۹	۲۰/۲۴ ± ۲/۹۵	
	میداستانس	−۰/۵۴ ± ۳/۳۸	−۰/۸۸ ± ۳/۰۹	−۱/۱۰ ± ۳/۵۳	−۰/۳۸ ± ۳/۳۹	−۰/۶۱ ± ۳/۰۲	
	توآف	−۱۰/۳۰ ± ۴/۶۵	−۱۰/۷۸ ± ۵/۰۷	−۱۱/۲۳ ± ۴/۳۴	−۱۰/۷۵ ± ۴/۴۸	−۱۰/۸۶ ± ۵/۱۴	
زاویه مفصل زانو (درجه)	ضربه پاشنه	۱۷۷/۶۹ ± ۲/۰۰	۱۷۶/۴۳ ± ۳/۲۷ *۰/۰۲۰	۱۷۷/۵۲ ± ۲/۲۵	۱۷۷/۰ ± ۲/۹۳	۱۷۷/۲۲ ± ۲/۷۱	
	میداستانس	۱۶۹/۸۰ ± ۴/۱۱	۱۷۰/۱۳ ± ۵/۶۰	۱۷۰/۵۶ ± ۵/۲۱	۱۶۹/۷۳ ± ۵/۰۰	۱۶۹/۷۵ ± ۵/۴۲	
	توآف	۱۴۲/۲۳ ± ۷/۱۶	۱۴۳/۲۵ ± ۷/۵۷	۱۴۳/۶۱ ± ۷/۳۶	۱۴۳/۸۶ ± ۶/۲۶	۱۴۳/۴۴ ± ۸/۱۸	

برای همه زوایا، قرارگیری اندام در جهت عقربه ساعت، منفی و در خلاف جهت عقربه ساعت، مثبت در نظر گرفته شد.
*با بدون کوله (شاهد) معنی‌دار است. †وجود تفاوت معنی‌دار بین کوله‌پشتی لومبار و توراسیک، ‡وجود تفاوت معنی‌دار بین کوله‌پشتی لومبار و کوله اصلاح شده لومبار، #تفاوت معنی‌دار بین کوله‌پشتی توراسیک و کوله اصلاح شده توراسیک

انتخاب موقعیت‌های میانه (ناحیه توراسیک) و پایین (ناحیه لومبار) پشت، طبق دو وضعیت شایع و ممکن برای حمل کوله توسط دانش‌آموزان و با بررسی پژوهش‌های پیشین بود. موقعیت‌های دیگر که بار کوله‌پشتی خیلی بالا (حدود کتف‌ها) و یا خیلی پایین (روی باسن) قرار گیرد، شایع نیست. در مطالعات پیشین نیز از اصطلاح بندهای شل و سفت برای معرفی موقعیت قرارگیری کوله‌پشتی استفاده شده است (۳۴). تعیین محل کوله در برخی تحقیقات با حد بالای کوله (۳۱) و یا با مرکز ثقل آن (۱۱) بوده است. در پژوهش حاضر از حد پایین کوله استفاده گردید؛ چرا که بار کوله در کف آن متمرکز می‌باشد و شناسایی و انتخاب آن برای خانواده‌ها و دانش‌آموزان ملموس و راحت است.

بر اساس دانش به دست آمده، چندین مطالعه به بررسی تأثیر تغییر ارتفاع قرارگیری کوله و بار بر شاخص‌های کینماتیکی و پوسچرال قسمت‌های مختلف بدن مانند سر و تنه و زوایای مفاصل پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به تحقیقات Bloom و Woodhull-Mcneal (۳۶)، Johnson و همکاران (۲۹)، Chen و Mu (۱۱)، Devroey و همکاران (۱۳)، Brackley و همکاران (۲۰)، Frank و همکاران (۳۷)، Abdelraouf و همکاران (۳۴)، Singh و Koh (۱)، Mackie و Legg (۲۳) و Grimmer و همکاران (۲۱) اشاره نمود. در زمینه قوس‌های ستون مهره نیز می‌توان پژوهش‌های Brackley و همکاران (۲۰) و Chow و همکاران (۱۶) را نام برد.

با نگاه به هر شاخص در هر مطالعه، نتایج همسو و ناهمسو، اندکی از نتیجه کلی آن‌ها متفاوت است. Bloom و Woodhull-Mcneal به این نتیجه رسیدند که پوشیدن کوله‌پشتی که حجم اصلی آن در پایین پشت است، منجر به خمش بیشتر تنه می‌شود. شرکت‌کنندگان آن‌ها که بزرگسالان زن و مرد بودند، در

وضعیت ایستا کوله‌پشتی مخصوصی به نام Rucksack را پوشیدند. بنابراین، ممکن است قابل تعمیم به حمل کوله‌پشتی کودکان نباشد (۳۶). Johnson و همکاران نیز خم شدن بیشتر تنه و مفصل ران را با حمل کوله‌پشتی نظامی ۳۶ کیلوگرمی در موقعیت پایین نسبت به بالای پشت گزارش نمودند (۲۹)، اما Grimmer و همکاران جابه‌جایی و شیب کلی بدن به جلو با پوشیدن کوله‌پشتی با حداکثر ۱۰ درصد وزن بدن که مرکز آن‌ها در بالا (T7)، میانه (T12) و پایین (L3) بود را گزارش کردند. خمش تنه در موقعیت پایین (روی باسن) به طور معنی‌داری کمتر از دو موقعیت دیگر بود. ارزیابی آن‌ها تنها در وضعیت ایستا صورت گرفت (۲۱). موقعیت میانه در تحقیق Grimmer و همکاران (۲۱) با موقعیت لومبار در پژوهش حاضر مطابقت داشت. Frank و همکاران با این که به طور کلی حمل کوله‌پشتی را از نظر نیروی عکس‌العمل در مفاصل کمری و شانه، در پایین پشت توصیه کردند، اما از نظر کینماتیکی تغییری در تنه مشاهده نشد (۳۷). با تغییر ارتفاع قرارگیری کوله‌ها در مطالعه حاضر، تغییری در خمش تنه صورت نگرفت، اما در حمل کوله‌پشتی نسبت به کوله اصلاح شده خمش بیشتری وجود داشت. ممکن است کودکان در هنگام راه رفتن نسبت به وضعیت ایستا، پاسخ متفاوتی به تغییر ارتفاع قرارگیری کوله بدهند.

در مطالعه Singh و Koh با وجود خمش بیشتر تنه در وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد کوله‌پشتی هنگام قرارگیری در بالای مهره‌های T8 و T9، در وزن ۲۰ درصد با قرارگیری کوله‌پشتی در بالا، اندکی (یک درجه) از خمش تنه نسبت به موقعیت پایین کاسته شد. آن‌ها دلیل این تغییرات را پیچیدگی و تغییرپذیری پاسخ دستگاه عصبی به حمل کوله‌پشتی دانستند که نیازمند بررسی‌های بیشتری است (۱). در تحقیق حاضر با جابه‌جایی کوله‌ها در وزن ۱۰ درصد، تغییری در وضعیت تنه مشاهده نشد که با نتایج پژوهش Singh و Koh در وزن ۱۰ درصد (۱) ناهمسو بود. علاوه بر تناقض در نتایج مطالعه Singh و Koh، میزان جابه‌جایی بار در آن خیلی زیاد بوده است و بدون جابه‌جایی کوله‌پشتی، فقط بار داخل آن با گذاشتن فیبر جابه‌جا شده است (۱). Brackley و همکاران در تحقیق خود، عدم تغییر وضعیت تنه کودکان با تغییر ارتفاع قرارگیری کوله‌پشتی با وزن ۱۵ درصد وزن بدن و افزایش سر به جلو را با حمل آن در موقعیت بالا و میانه پشت نسبت به پایین گزارش کردند (۲۰) که با یافته‌های پژوهش حاضر مشابهت داشت. همچنین، آن‌ها کمترین تغییر در لوردوز کمری را در موقعیت پایین مشاهده نمودند (۲۰). نزدیک‌تر بودن مرکز ثقل بار به ستون مهره و مرکز ثقل، منجر به کاهش تغییرات راستای کمری (۳۸) و جلوگیری از سر به جلو (۳۹) می‌شود. در مطالعات مذکور (۳۹، ۳۸)، فاصله افقی بار از مرکز بدن ذکر نشده است. چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تغییر ارتفاع قرارگیری بار ۱۰ درصد، تأثیر چندانی بر میزان خمش تنه ندارد و خود بار کوله‌پشتی است که خمش زیادی در تنه ایجاد می‌کند؛ تغییری که با کوله اصلاح شده به شدت کاهش داشت، اما بر اساس نتایج تحقیقات پیشین، بارهای سنگین‌تر در بالای پشت و یا پایین‌تر از مرکز ثقل بدن، منجر به خمش بیشتر تنه می‌گردد (۲۹).

در پژوهش Frank و همکاران، حمل کوله‌پشتی در موقعیت T7، موجب افزایش سر به جلو شد، اما تغییری در کل بدن ایجاد نکرد (۳۷) که به نوعی با یافته‌های بررسی حاضر همخوانی داشت، اما در مطالعه آن‌ها، کودکان تنها در وضعیت ایستا کوله‌پشتی را در موقعیت C7 به عنوان بالا و در موقعیت T7 به عنوان پایین پوشیده بودند (۳۷). در تحقیق Abdelraouf و همکاران، شرکت‌کنندگان هنگام حمل کوله‌پشتی با بندهای شل و دراز (در موقعیت پایین پشت)، سر به جلو بیشتری (کاهش زاویه کرانیوورتبرال) را نشان دادند (۳۴) که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت داشت. آن‌ها پیشنهاد کردند که بندهای کوله‌پشتی سفت و نزدیک به بالای پشت باشد و دلیل نتیجه خود را کشش بیشتر بندهای شل روی شانه‌ها و بالای تنه عنوان کردند (۳۴). دلایل احتمالی نتایج ناهمسو این است که شرکت‌کنندگان آن‌ها جوانان بودند و زاویه کرانیوورتبرال در وضعیت ایستا قبل و پس از ۱۵ دقیقه حمل کوله‌پشتی به وزن ۱۵درصد اندازه‌گیری شد (۳۴).

نتایج مطالعه Devroey و همکاران نیز از این تصور عمومی که حمل کوله‌پشتی در بالای پشت (ناحیه توراسیک) بهتر است، حمایت نکرد. اگرچه قرار دادن کوله‌پشتی در ناحیه کمری، موجب خمش بیشتری در تنه شد (۱۳). Wang (۴۰) و Singh و Koh (۱) نیز به طور کلی قرارگیری بار در پایین پشت حین حمل کوله جلویی و کوله‌پشتی را بهتر گزارش کردند. به تازگی نیز تحقیق Chen و Mu، قرارگیری کوله در پایین پشت به گونه‌ای که مرکز ثقل آن در سطح T12 باشد (متناظر با وضعیت پایین در پژوهش حاضر که حد پایین کوله‌پشتی در سطح L5 بود) را بهترین حالت از نظر شاخص‌های کینماتیکی، الکترومایوگرافی و درک ناراحتی معرفی کرد. دیگر موقعیت‌ها در پژوهش آن‌ها، قرارگیری مرکز ثقل کوله‌پشتی در بالا (ناحیه پشتی) و خیلی پایین (پایین کمر) بود (۱۱). Ou نیز بر اساس اطلاعات کنترل پوسچر، قرارگیری بار در ناحیه کمری و حمل کوله جلویی را نسبت به ناحیه توراسیک و کوله‌پشتی مناسب‌تر گزارش کرد (۳۳).

در مطالعه حاضر با وجود نیم درجه صاف‌تر شدن تنه در موقعیت توراسیک کوله‌پشتی، زاویه کرانیوورتبرال کاهش معنی‌داری را نشان داد. ممکن است دلیل این اتفاق، سفت بودن بند کوله‌ها و اعمال کشش بیشتر به آن‌ها باشد (۴۱) که می‌تواند منجر به صاف‌تر راه رفتن کودکان و در مقابل، افزایش سر به جلو شود. شاید با قرارگیری مرکز جرم بار بالاتر، با وجود انقباض عضلات شکمی، تنه وارد یک پوسچر جبرانی جدید در پاسخ به بار خارجی در بالای پشت شده (۴۲)، اما برای جبران آن و نگهداشتن مرکز جرم کل در سطح اتکا، سر بیشتر به جلو متمایل شده است.

در تحقیق حاضر، با حمل کوله‌هایی با ۱۰ درصد وزن بدن، تغییر چندانی در زوایای ران و زانو در مراحل ضربه پاشنه، میداستانس و توآف رخ نداد و تنها در ضربه پاشنه اندکی کاهش زاویه زانو مشاهده گردید. پژوهشگران تغییر زوایای ران و زانو را برای جذب ضربه و حفظ تعادل پویا عنوان کردند که بیشتر با حمل بارهای بیش از ۲۰ درصد وزن بدن رخ می‌دهد (۴۳). در مطالعه Johnson و همکاران، زاویه زانوی سربازان با حمل کوله‌پشتی ۳۶ کیلوگرمی تنها در پایین پشت، نسبت به گروه شاهده تغییر کرد (۲۹). روش اندازه‌گیری، سن و نوع تکلیف، از دیگر دلایل نتایج متفاوت ذکر شده است (۴۳).

محدودیت‌ها

نتایج تحقیق حاضر محدود به ثبت دو بعدی حرکت طی حمل کوتاه‌مدت کوله‌ها در سطح صاف، تنها در وزن ۱۰ درصد توسط پسران دبستانی بود. همچنین، ثبت فعالیت عضلانی صورت نگرفت.

پیشنهادها

با رفع محدودیت‌ها و ثبت همزمان فعالیت عضلانی و کینماتیک سه بعدی بدن،

http://jrrs.mui.ac.ir

می‌توان اطلاعات گویاتری به دست آورد. کوله اصلاح شده با توزیع وزن در جلو و پشت بدن، می‌تواند جایگزین خوبی برای کوله‌پشتی دانش‌آموزان باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود مورد توجه طراحان صنعتی و متخصصان ارگونومی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که قرارگیری کوله‌پشتی در پایین پشت (ناحیه لومبار)، از نظر وضعیت سر به جلو بهتر است، اما در شاخص‌های وضعیت تنه و زوایای ران و زانو تفاوتی مشاهده نشد. همچنین، کوله اصلاح شده تنها باعث اندکی خمش تنه شد که نسبت به کوله‌پشتی بسیار کمتر بود. بنابراین، از ایده توزیع بار در اطراف تنه حمایت می‌کند و کوله اصلاح شده می‌تواند جایگزین مناسبی برای کوله‌پشتی دانش‌آموزان باشد. جابه‌جایی محل قرارگیری کوله‌پشتی در مقایسه با کوله اصلاح شده، بیشتر موجب تغییر در متغیرها گردید. از این‌رو، جابه‌جایی باری که در پشت متمرکز است، بیشتر می‌تواند بر شاخص‌های کینماتیکی دانش‌آموزان مؤثر باشد. با این حال، نتایج محدود به تغییرات آنی با وزن ۱۰ درصد در سطح صاف است.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از رساله دکتری تخصصی با کد اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1397.002 و کد ثبت کارآزمایی بالینی IRCT20180607039995N1، مصوب دانشگاه تهران می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از مسؤولان دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران و سرکار خانم دکتر بهرامی تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از همه شرکت‌کنندگان و سرکار خانم فاطمه احمدی سپاسگزاری می‌گردد.

نقش نویسندگان

علی‌اکبر جدیدیان، ایده و انتخاب موضوع مطالعه، مطالعه پیشینه و طراحی و چارچوب‌بندی مطالعه، تأمین منابع مالی مطالعه، تهیه ملزومات و آماده‌سازی تجهیزات مطالعه، فراخوانی و دعوت شرکت‌کنندگان، اجرای مطالعه و جمع‌آوری داده‌ها، محاسبات اولیه و استخراج داده نهایی، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و تفسیر آن‌ها، جمع‌بندی نتایج مطالعات مرتبط و تهیه نوشتار اولیه، تنظیم و تأیید دست‌نوشته برای نشریه، مسؤولیت تأمین نظر داوران و پاسخ به نشریه، محمدحسین علیزاده، پشتیبانی و تأیید ایده و طراحی و مدیریت علمی و اجرایی مطالعه، پشتیبانی در فراهم کردن تجهیزات و آزمایشگاه، نظارت تخصصی بر اجرا و روش جمع‌آوری داده‌ها، تفسیر نتایج و ارزیابی و یکپارچه‌سازی و تأیید علمی دست‌نوشته، ارزیابی و تأیید نهایی برای نشریه، نظر تخصصی در تأمین نظر داوران، الهام شیرزاد، پشتیبانی و طراحی و مدیریت علمی و اجرایی مطالعه، پشتیبانی در فراهم کردن تجهیزات و آزمایشگاه، نظارت تخصصی بر اجرا و جمع‌آوری داده‌ها، نظارت بر محاسبات و استخراج داده‌ها، ارزیابی و تأیید علمی دست‌نوشته، ارزیابی و تأیید نهایی برای نشریه، نظر تخصصی در تأمین نظر داوران را بر عهده داشتند.

منابع مالی

تحقیق حاضر در آزمایشگاه کنترل حرکتی دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران اجرا شد. هیچ‌گونه اعمال نظر و کمکی در فراهم آوردن ملزومات، شرکت‌کنندگان، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و تهیه دست‌نوشته صورت نگرفته است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند تعارض منافع ندارند.

References

1. Singh T, Koh M. Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. Gait Posture 2009; 29(1): 49-53.
2. Adeyemi AJ, Rohani JM, Abdul Rani MR. Backpack-back pain complexity and the need for multifactorial safe weight recommendation. Appl Ergon 2017; 58: 573-82.
3. Brzek A, Dworrak T, Strauss M, Sanchis-Gomar F, Sabbah I, Dworrak B, et al. The weight of pupils' schoolbags in early school age and its influence on body posture. BMC Musculoskelet Disord 2017; 18(1): 117.
4. 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): 500-8.
5. Golriz S, Walker B. Backpacks. Several factors likely to influence design and usage: A systematic literature review. Work 2012; 42(4): 519-31.
6. Mohammadi S, Mokhtarinia H, Nejatbakhsh R, Scuffham A. Ergonomics evaluation of school bags in Tehran female primary school children. Work 2017; 56(1): 175-81.
7. Daneshmandi H, Hoseini H. Study of backpack carriage among Iranian school boys. Sport Medicine Studies 2011; 3(10): 13-32. [In Persian].
8. Hong Y, Brueggemann GP. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. Gait Posture 2000; 11(3): 254-9.
9. Orantes-Gonzalez E, Heredia-Jimenez J. Pulling a school trolley: A good kinematic option for children. Gait Posture 2017; 53: 61-6.
10. Ramadan MZ, Al-Shayea AM. A modified backpack design for male school children. Int J Ind Ergon 2013; 43(5): 462-71.
11. Chen YL, Mu YC. Effects of backpack load and position on body strains in male schoolchildren while walking. PLoS One 2018; 13(3): e0193648.
12. Knapik JJ, Reynolds KL, Harman E. Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. Mil Med 2004; 169(1): 45-56.
13. Devroey C, Jonkers I, de BA, 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.

14. Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Yoo WG. Changes in neck muscle electromyography and forward head posture of children when carrying schoolbags. Ergonomics 2008; 51(6): 890-901.
15. Kinoshita H. Effects of different loads and carrying systems on selected biomechanical parameters describing walking gait. Ergonomics 1985; 28(9): 1347-62.
16. Chow DH, Ou ZY, Wang XG, Lai A. Short-term effects of backpack load placement on spine deformation and repositioning error in schoolchildren. Ergonomics 2010; 53(1): 56-64.
17. Lloyd R, Cooke CB. Kinetic changes associated with load carriage using two rucksack designs. Ergonomics 2000; 43(9): 1331-41.
18. Wang CXG, Chow D, Pope M. Biomechanical effect of LOAuD carriage on spine curvature and repositioning ability in adolescents. Proceedings of the 5th IASTED International Conference on Biomechanics, BioMech 2007; 2007 Aug 20-22; Honolulu, Hawaii, USA.
19. Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, Walker BF. The effect of hip belt use and load placement in a backpack on postural stability and perceived exertion: A within-subjects trial. Ergonomics 2015; 58(1): 140-7.
20. Brackley HM, Stevenson JM, Selinger JC. Effect of backpack load placement on posture and spinal curvature in prepubescent children. Work 2009; 32(3): 351-60.
21. Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. Adolescent standing postural response to backpack loads: A randomised controlled experimental study. BMC Musculoskelet Disord 2002; 3: 10.
22. Yoo WG. Effects of a low-center-of-gravity backpack on the trunk stability of mountaineers while ascending and descending. J Phys Ther Sci 2015; 27(10): 3259-60.
23. Mackie HW, Legg SJ. Postural and subjective responses to realistic schoolbag carriage. Ergonomics 2008; 51(2): 217-31.
24. Kellis E, Arampatzi F. Effects of sex and mode of carrying schoolbags on ground reaction forces and temporal characteristics of gait. J Pediatr Orthop B 2009; 18(5): 275-82.
25. Muslim K, Nussbaum MA. The effects of a simple intervention on exposures to low back pain risk factors during traditional posterior load carriage. Appl Ergon 2017; 59(Pt A): 313-9.
26. Abdullah AM, McDonald R, Jaberzadeh S. The effects of backpack load and placement on postural deviation in healthy students: A systematic review. Int J Eng Res Appl 2012; 2(6): 466-81.
27. Chow DH, Kwok ML, Au-Yang AC, Holmes AD, Cheng JC, Yao FY, et al. The effect of backpack load on the gait of normal adolescent girls. Ergonomics 2005; 48(6): 642-56.
28. Janakiraman B, Ravichandran H, Demeke S, Fasika S. Reported influences of backpack loads on postural deviation among school children: A systematic review. J Educ Health Promot 2017; 6: 41.
29. Johnson R, Pelot R, Doan J, Stevenson J. The effect of load position on biomechanical and physiological measures during a short duration march. Halifax and Truro, NS: Dalhousie University; Halifax; 2001.
30. Connolly BH, Cook B, Hunter S, Laughter M, Mills A, Nordtvedt N, et al. Effects of backpack carriage on gait parameters in children. Pediatr Phys Ther 2008; 20(4): 347-55.
31. Talbott NR. The effect of the weight, location and type of backpack on posture and postural stability of children. Cincinnati, OH: University of Cincinnati; 2005.
32. Chow D, Hin C, Ou D, Lai A. Carry-over effects of backpack carriage on trunk posture and repositioning ability. Int J Ind Ergon 2011; 41(5): 530-5.
33. Ou Z. The effects of backpack weights and positions on motor control of schoolchildren [MSc Thesis]. Kowloon, Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University; 2010.
34. Abdelraouf OR, Hamada HA, Selim A, Shendy W, Zakaria H. Effect of backpack shoulder straps length on cervical posture and upper trapezius pressure pain threshold. J Phys Ther Sci 2016; 28(9): 2437-40.
35. Birrell SA, Haslam RA. The effect of load distribution within military load carriage systems on the kinetics of human gait. Appl Ergon 2010; 41(4): 585-90.
36. Bloom D, Woodhull-Mcneal AP. Postural adjustments while standing with two types of loaded backpack. Ergonomics 1987; 30(10): 1425-30.
37. Frank E, Stevenson J, Stothart P. The effect of load placement on static posture and reaction forces in youth. Med Sci Sport Exercise 2003; 35(Suppl 1): S21.
38. Kim KH, Ann J, Jang SH. Analysis of the effect of backpack design with reduced load moment arm on spinal alignment. Int J Environ Res Public Health 2019; 16(22): 4351.
39. Daffin L, Stuelcken MC, Armitage J, Sayers MGL. The effect of backpack load position on photographic measures of craniovertebral posture in 150 asymptomatic young adults. Work 2020; 65(2): 361-8.
40. Wang X. Biomechanical effects of load carriage on spine curvature and proprioception. [MSc Thesis]. Kowloon, Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University; 2008.
41. Mackie HW, Stevenson JM, Reid SA, Legg SJ. The effect of simulated school load carriage configurations on shoulder strap tension forces and shoulder interface pressure. Appl Ergon 2005; 36(2): 199-206.
42. Al-Khabbaz YS, Shimada T, Hasegawa M. The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture. Gait Posture 2008; 28(2): 297-302.
43. Dahl KD, Wang H, Popp JK, Dickin DC. Load distribution and postural changes in young adults when wearing a traditional backpack versus the BackTpack. Gait Posture 2016; 45: 90-6.

DOI: 10.22122/jrrs.v16i0.3545 Published by Vesnu Publications

Effect of Carrying Two Types of Packs in Two Heights of Placement (Lumbar and Thoracic) on some Kinematics Variables of Primary Schoolboys

Ali Akbar Jadidian[1], Mohammad Hosein Alizadeh[2], Elham Shirzad[3]

Original Article

Abstract

Introduction: The present study is conducted with the aim to investigating the effect of carrying backpacks and modified packs (with three bags that distribute the load equally in front and back of trunk) in two heights of placement including lumbar and thoracic, on craniovertebral angle, trunk angle, and the angle of hip and knee joints among the 8-11-year-old schoolboys during walking.

Materials and Methods: Considering the inclusion and exclusion criteria, 27 schoolboys participated in the study and fulfilled five tasks including walking without a pack, carrying backpack on lumbar area, backpack on thoracic area, modified packs on lumbar area, and modified packs on thoracic area. Then, the photogrammetry of the right side was performed by a camera (Panasonic, Japan). The target angles were measured as single-blind with Kinovea motion analysis software. Repeated measure analysis of variance (ANOVA) was used to compare tasks.

Results: The results showed significant decrease in craniovertebral angle (increased forward head posture) in the task of carrying backpacks on thoracic area in contrast with the lumbar area, as well as increase in trunk forward lean while carrying packs ($P < 0.05$) that was significantly higher in the backpack carrying tasks ($P < 0.05$). But in craniovertebral angle, significant difference was not seen while carrying modified packs in contrast with the control group ($P > 0.05$).

Conclusion: Carrying packs on lumbar area caused less postural variations, thus seeming better. Changing the position of the load concentrated on the back can more affect the kinematic parameters of schoolboys. The modified pack carriage only caused a little trunk forward lean which was lesser than that of backpack carriage, so it can be a good alternative for students' backpack.

Keywords: Backpack; Schoolchildren; Kinematics; Pack position; Gait

Citation: Jadidian AA, Alizadeh MH, Shirzad E. **Effect of Carrying Two Types of Packs in Two Heights of Placement (Lumbar and Thoracic) on some Kinematics Variables of Primary Schoolboys.** J Res Rehabil Sci 2020; 16: 95-102.

Received date: 30.04.2020 Accept date: 01.07.2020 Published: 05.07.2020

1- PhD, Department of Corrective Exercise, University of Tehran AND Lecturer, Department of Sport Science, Payame Noor University, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Health and Sport Medicine, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Health and Sport Medicine, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Ali Akbar Jadidian; PhD, Department of Corrective Exercise, University of Tehran AND Lecturer, Department of Sport Science, Payame Noor University, Tehran, Iran; Email: jadidiths@ut.ac.ir