

آثار سینماتیکی حمل کوله‌پشتی بر راه رفتن و وضعیت قامت نوجوانان

دکتر مهدی نمازی‌زاده^۱ - دکتر خسرو ابراهیم - مهران سررشته - حمید صالحی
دانشیار دانشگاه شهید بهشتی - دانشیار دانشگاه شهید بهشتی - عضو هیأت علمی
دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی - کارشناس ارشد دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

هدف پژوهش بررسی آثار سینماتیکی حمل کوله‌پشتی مدرسه با چهار وزن مختلف بر پارامترهای منتخب وضعیت قامت در راه رفتن دانش‌آموزان بود. آزمودنی‌ها از میان داوطلبان با میانگین سنی $0.32 \pm 13/26$ سال و میانگین وزن $7/7 \pm 54/96$ کیلوگرم بودند ($N=12$). کوله‌پشتی با وزن‌های $7/25\%$ ، 10% درصد و 15% درصد وزن بدن آنها در یک مسیر 200 متری و با سرعت دلخواه حمل شد. از آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده و در حال راه رفتن سینماتوگرافی انجام شد. پس از تجزیه و تحلیل سینماتیکی فیلم‌های گرفته شده و مقایسه آن با وضعیت بدون بار (گروه کنترل) مشخص شد که افزایش وزن کوله‌پشتی به اندازه ده درصد و بیشتر از وزن بدن سبب کاهش طول گامها به‌طور معنی‌دار می‌شود. علاوه بر این مشخص شد مقدار وزن ده درصد باعث افزایش تواتر گام و زوایای تمایل تنه و سر و گردن به جلو می‌شود. سایر اوزان کوله‌پشتی تأثیر معنی‌داری در پارامترهای فوق‌الذکر نداشت لذا توصیه می‌شود وزن کوله‌پشتی در این رده سنی بیشتر از $7/5$ درصد وزن بدن نباشد.

واژه‌های کلیدی

کوله‌پشتی، الگوی راه‌رفتن، وضعیت قامت.

مقدمه

انسان در زندگی روزمره خود مجبور است در شرایط ویژه و سایلی را به شکل‌ها و روش‌های مختلف حمل کند. طریقه حمل صحیح این وسایل، مسئله‌ای است که باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا روش‌های حمل نامناسب و وسایل سنگین به‌طور مکرر می‌تواند سبب ایجاد عوارض جسمانی و تغییر شکل اسکلت فرد شود. بیشتر تحقیقات انجام‌شده در این زمینه، بر روی کوله‌پشتی‌های مورد استفاده بزرگسالان جهت گردش و تفریح، کاربردهای صنعتی یا حمل وسایل توسط افراد نظامی متمرکز شده‌اند. این پژوهش‌ها به‌طور عمده برای تعیین اکسیژن مصرفی (۱۵، ۱۸ و ۲۷) سینماتیک راه رفتن (۱۷ و ۲۳)، فشارهای فیزیولوژیکی (۸، ۲۰، ۲۱ و ۳۰) و تحرک‌پذیری (۹) در حین حمل وسیله به‌صورت کوله‌پشتی صورت گرفته‌اند.

عضلات لیگامنت‌ها و استخوان‌های نوجوانان، تا پایان دوره بلوغ و در حدود ۱۹ سالگی هنوز مراحل تکاملی و رشد فیزیکی خود را طی می‌کنند و در فاصله بین سنین ۶ تا ۱۴ سال از حساسیت زیادی برخوردار بوده و مستعد بیشترین ضایعه و آسیب‌های ممکن می‌باشند (۲). در حین راه‌رفتن، دویدن، پریدن و همچنین حمل وسایل، به‌علت قدرت و استحکام لیگامنت‌ها و عضلات، ستون فقرات حالت طبیعی خود را حفظ می‌کند، اما اگر وسایل سنگین به‌طور مداوم و در طی دوره طولانی حمل شوند، می‌تواند موجب ایجاد مشکلات اسکلتی - عضلانی در ناحیه ستون مهره‌ها و شانه‌های نوجوانان در حال رشد بشود (۱۹، ۲۸ و ۳۵). بیشتر دانش‌آموزان در مدارس ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان برای حمل کتاب و دیگر وسایل آموزشی خود از کوله‌پشتی استفاده می‌کنند که اغلب سنگین‌اند (۱). نحوه حمل، نوع کیف، وزن کیف‌ها و وضعیت قامت دانش‌آموزان در حین حمل این کیف‌ها، از مسائلی است که توجه والدین، معلمان تربیت‌بدنی و پزشکان را به خود معطوف داشته است.

به لحاظ اهمیت مسئله در متون تخصصی و تحقیقاتی، گزارش‌هایی در مورد آثار حمل کیف‌های سنگین بر نوجوانان جوامع مختلف توسط متخصصان طب کودکان، ارتوپدها،

متخصصان و محققان علوم ورزشی و دیگر محققان ارائه شده است. پاسکو و همکاران^۱ (۲۶)، هونگ و بروگمن^۲ (۱۰) و هونگ و ونگ^۳ (۱۳) در تحقیقات خود مشاهده کردند حمل کیف به کاهش طول و افزایش تواتر گام در راه رفتن نوجوانان سنین مختلف منجر می‌شود. پاسکو و همکاران (۲۵) در تحقیقات خود نشان دادند بیشترین تغییرات قامت نوجوانان در زمانی است که دانش‌آموزان کیف‌های مدرسه را با یک بند حمل کرده و یا از ساک‌های ورزشی استفاده می‌کنند.

تحقیق بر روی عملکرد کوله‌پشتی‌ها و تعیین وزن بهینه کوله‌پشتی برای بزرگسالان، از سال‌ها قبل مورد توجه محققان بوده است (برون و فیشر^۴، ۱۸۸۹؛ در ۳). در تحقیقاتی که با هدف بررسی روش‌های حمل وسایل، در مورد بزرگسالان انجام شده، کوله‌پشتی بهترین وسیله معرفی شده است (۲۱) و حداکثر وزن قابل قبول که برای حمل توصیه شده، بین ۲۵ تا ۴۰ درصد وزن بدن متغیر بوده است. نظر به اینکه نوجوانان دوره رشد جسمانی خود را سپری می‌کنند و قدرت و توان عضلانی و ساختار بدنی آنها در حد و اندازه بزرگسالان نیست، از اطلاعات به دست آمده از این تحقیقات نمی‌توان در مورد این گروه سنی استفاده کرد. با این حال در متون تخصصی، برای گروه سنی نوجوانان نیز همانند بزرگسالان، بهترین روش حمل وسایل مدرسه، کوله‌پشتی معرفی شده است (۲۲، ۱۵، ۲۲، ۱۶ و ۲۹)، لیکن وزن بهینه‌ای که کمترین آثار فیزیولوژیکی و مکانیکی را ایجاد کند، متغیر و متفاوت گزارش شده است. مالهوترا و سن‌گوپتا (۲۲) حمل کیف‌هایی با وزن ۱۰ تا ۱۲ درصد وزن بدن را برای نوجوانان (۹ تا ۱۵ سال) توصیه می‌کنند، این در صورتی است که پاسکو و همکاران (۲۵) این مقدار را ۱۷ درصد وزن بدن، هونگ و همکاران^۵ (۱۲) ۱۰ درصد و وانگ و همکاران^۶ (۳۳) ۱۵ درصد وزن بدن نوجوانان توصیه کرده‌اند. روند کنونی در حمل کیف‌های مدرسه به سمت کیف‌های بزرگتر با وزن بیشتر

1- Pascoe et al

2- Hong & Brugnman

3- Hong & Wong

4- Brun & Fischer

5- Hong et al

6- Wang et al

است. نگرینی و همکاران^۱ (۲۴) در تحقیق خود مشاهده کردند میانگین وزن کیف‌های مدرسه که توسط دانش‌آموزان در یک مدرسه در میلان در طول سه هفته حمل شده بود، ۹/۵ کیلوگرم بود، این رقم تا ۱۶/۳ کیلوگرم هم مشاهده شد. علاوه براین، مشاهده کردند، ۳۴/۸ درصد دانش‌آموزان در این مدرسه کیف‌هایی با وزن بیش از ۳۰ درصد وزن بدنشان را در طول روزهای هفته حمل می‌کردند.

با توجه به تحقیقات اندک و متعارضی که در این زمینه انجام شده، دو سؤال مهمی که پاسخ به آنها ضرورت ویژه دارد عبارتند از:

۱- حمل کیف‌های کوله‌پشتی چه آثاری (اثرهای موقت) بر روی راه‌رفتن و وضعیت قامت نوجوانان دارد؟

۲- وزن مناسب برای حمل وسایل مدرسه دانش‌آموزان رده‌سنی ۱۲-۱۴ سال چقدر است؟ در همین زمینه و در جهت پاسخگویی به این سؤالات، در این تحقیق تلاش شده با استفاده از فیلمبرداری ویدیویی، آثار سینماتیکی^۲ حمل کیف‌های کوله‌پشتی بر راه رفتن و وضعیت قامت دانش‌آموزان رده‌سنی ۱۲ تا ۱۴ سال مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد و پس از اندازه‌گیری‌های لازم، نتایج آن با استفاده از روش‌های آماری تجزیه و تحلیل شود.

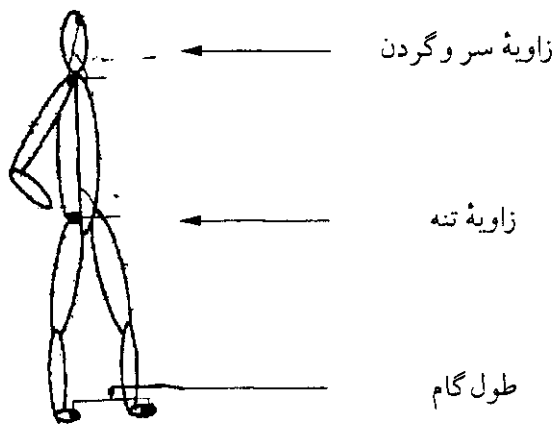
روش تحقیق

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و میدانی است که بر روی ۱۲ پسر داوطلب، با میانگین سنی $13/26 \pm 0/32$ سال و وزن $54/96 \pm 7/7$ کیلوگرم که از یک مدرسه راهنمایی در تهران انتخاب شدند، انجام شد. معیار انتخاب این بود که آزمودنی‌ها هیچ‌گونه عارضه ساختاری و اسکلتی نداشته باشند. قبل از انجام آزمایش‌ها، اطلاعاتی در مورد نحوه انجام آزمون‌ها و کاربرد نتایج حاصل در اختیار آزمودنی‌ها و والدین آنها و اولیای مدرسه قرار گرفت و پس از آن، از دانش‌آموزان و والدین آنها رضایتنامه کتبی جهت شرکت در مراحل انجام پژوهش اخذ شد. بدین منظور نخست اطلاعات مربوط به آزمودنی‌ها شامل سن و وزن آنها توسط محقق

جمع‌آوری شد. سپس با هماهنگی قبلی آزمودنی‌ها در محل انجام آزمون‌ها (واقع در سالن مرکز سنجش و اندازه‌گیری قابلیت‌های جسمانی کمیته ملی المپیک) حضور یافتند. پس از آشنایی با محل، توضیحاتی در مورد نحوه انجام آزمون‌ها و وظیفه آزمودنی‌ها، توسط محقق و مسئولان مرکز به آنها داده شد و به آنها فرصت داده شد تا با نحوه انجام کار و وسایل به‌طور کامل آشنا شوند. پس از آن، آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی یکی از آزمایش‌ها را در یک روز و در مجموع چهار آزمایش را در چهار روز (دو روز در میان) انجام دادند. آزمون به این طریق بود که ابتدا درحالی‌که آزمودنی‌ها حداقل پوشاک را به تن داشتند، ۵ نقطه بدنشان (جلو سر، مفصل شانه راست، مفصل ران و پنجه پای چپ و راست) توسط چسب نواری مشکی نشانه‌گذاری شد. آزمایش‌ها شامل ۵ تا ۱۰ ثانیه ایستادن و متعاقب آن ۵ دقیقه راه رفتن در مسیر مستقیم و بدون شیب به طول تقریبی ۲۰۰ متر، در داخل سالن محل اجرای آزمون بود. آزمودنی‌ها در مجموع در چهار آزمون ایستادن و راه رفتن شامل ۱) بدون کیف (صفر درصد وزن بدن)، به‌عنوان گروه کنترل، ۲) حمل کوله‌پشتی با وزن ۷/۲۵ درصد وزن بدن (۴ کیلوگرم، میانگین وزن کوله‌پشتی‌های خود دانش‌آموزان)، ۳) حمل کوله‌پشتی با وزن ۱۰ درصد وزن بدن (۵/۵ کیلوگرم) و ۴) حمل کوله‌پشتی با وزن ۱۵ درصد وزن بدن (۸/۳ کیلوگرم) شرکت کردند. برای از بین بردن اثر خستگی، هر آزمون به‌طور تصادفی و در یک روز مجزا انجام گرفت. محتویات داخل کیف‌ها شامل وسایل معمولی که یک دانش‌آموز در یک روز عادی حمل می‌کند (مانند کتاب، دفتر، مداد، خوراکی و...)، بود.

آزمون به این صورت بود که هر بار نخست وضعیت ایستادن و سپس راه رفتن آزمودنی‌ها در شرایط مورد نظر، توسط یک دوربین فیلمبرداری دیجیتالی سرعت بالا مدل کداک (با توانایی ۱۰۰۰ تصویر در ثانیه PS230)، ثبت شد. فاصله دوربین از مسیر حرکت ۵ متر و محور لنز دوربین عمود بر مسیر قرار گرفت. سرعت دوربین نیز با توجه به چگونگی انجام تکلیف حرکتی مورد نظر ۶۰ تصویر در ثانیه انتخاب شد. تصاویر ویدئویی حاصل توسط نرم‌افزار FMP به فیلم تبدیل شد. تجزیه و تحلیل سینماتیکی فیلم‌های حاصل نیز توسط نرم‌افزار تحلیل‌گر وین (Win Analyzer) انجام شد و اعداد و ارقام مربوط به متغیرهای مورد نظر در تحقیق حاصل شد. در هر بار آزمون حمل، پس از گرفتن یک عکس در حالت ایستاده، آزمودنی شروع به

راه رفتن می‌کرد. در حین راه رفتن در طول مسیر، بدون اینکه آزمودنی متوجه شود، یک بار در ابتدای راه رفتن (پس از آشنا شدن آزمودنی) و یک بار در انتها، هر بار از شش گام کامل و در مجموع از دوازده گام فیلمبرداری شد. در این تحقیق طول یک گام^۱، فاصله بین نقطه جدا شدن پنجه یک پا تا نقطه برخورد پاشنه پای مخالف با زمین (بر حسب میلی‌متر)، تواتر گام^۲، تعداد گام کامل در هر دقیقه، زاویه تنه (خم شدن تنه به جلو^۳) زاویه بین خط عبوری از نشانه‌های قرارداده شده بر روی مفصل شانه و مفصل ران نسبت به خط افق، در سطح سهمی^۴ (بر حسب درجه)، زاویه سر (خم شدن سر و گردن به جلو^۵)، زاویه بین خط عبوری از نشانه‌های قرارداده شده بر روی مفصل شانه و جلو سر نسبت به خط افق، در سطح سهمی (بر حسب درجه) تعریف شده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- چگونگی تعریف طول گام، زاویه تنه و زاویه سر و گردن

برای آزمون فرضیه‌های تحقیق، از تحلیل واریانس به روش اندازه‌گیری‌های تکراری

1- Stride Length

2- Stride Frequency

3- Forward Lean of trunk

4- Sagittal Plane

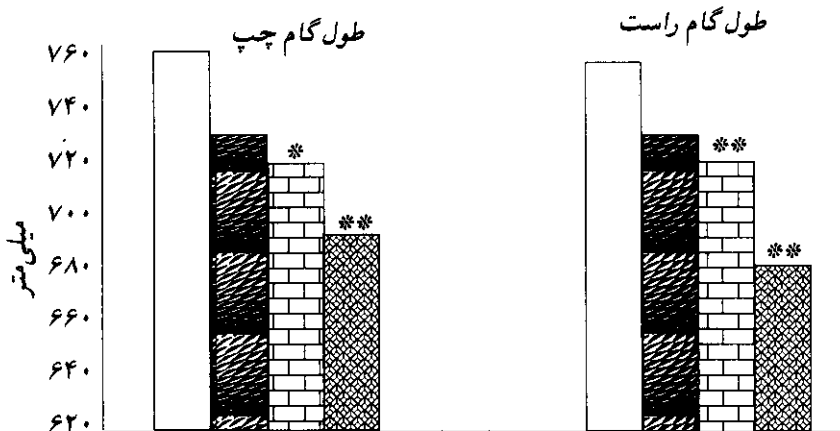
5- Forward Lean of Head and Neck

(R-ANOVA) و نیز مقایسه‌های چندگانه به روش بونفرونی^۱ با سطح معنی داری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

نتایج و یافته‌های تحقیق در جدول و نمودارهای ذیل خلاصه شده و مسائل مربوط به تحلیل نتایج و یافته‌های پژوهش در بحث و بررسی مورد توجه قرار گرفته است. جدول و نمودار ۱ نشان دهنده کاهش معنی دار در طول گام چپ به ترتیب به میزان ۴۲ ($P \leq 0/05$) و ۷۱/۵۷ میلی متر ($P \leq 0/01$) در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد)، و نیز کاهش معنی دار ($P \leq 0/001$) در طول گام راست به ترتیب به میزان ۳۴/۶۷ و ۷۵/۲۵ میلی متر در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد) است.

□ ۰٪ درصد وزن بدن ▨ ۷/۲۵٪ وزن بدن ▤ ۱۰٪ وزن بدن ▩ ۱۵٪ درصد وزن بدن



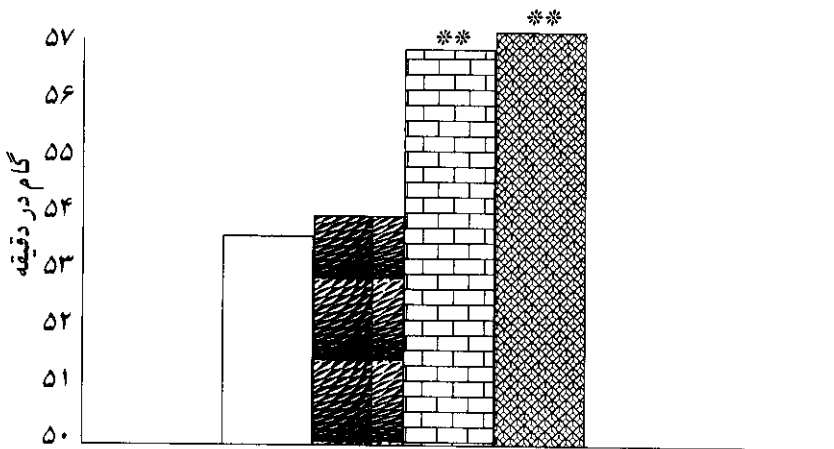
شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های متفاوت
نمودار ۱- مقایسه میانگین طول گام چپ و راست بین شرایط حمل کوله‌پشتی با اوزان صفر،
۱۰، ۷/۲۵ و ۱۵ درصد وزن بدن

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد مقادیر مربوط به متغیرهای سینماتیکی، طول گام چپ و راست، تواتر گام، زاویه تنه در دو حالت ایستا و پویا و زاویه سر و گردن در دو حالت ایستا و پویا در شرایط حمل کوله پشتی با اوزان صفر، ۷/۲۵ و ۱۰ درصد وزن بدن

زاویه سر و گردن در حالت ایستا	زاویه تنه در حالت ایستا	زاویه تنه در حالت پویا	زاویه تنه در حالت ایستا	تواتر گام (گام بر دقیقه)	طول گام چپ (mm)	طول گام راست (mm)	متغیر	
							میانگین	انحراف معیار
۶۴/۷۱	۷۲/۸۷	۸۵/۹۷	۹۰/۱۱	۵۲/۷۸	۷۱۵/۴۲	۷۵۶/۷۵	میانگین	صفر
۳/۹۱	۵/۳۶	۲/۹۶	۲/۳۱	۳/۲۹	۴۶/۷۵	۴۹/۱۶	انحراف معیار	درصد
۶۴/۳۰	۷۲/۳۶	۸۵/۵۰	۹۶/۸۹	۵۲/۹۹	۷۳۲/۱۷	۷۳۰/۳۳	میانگین	۷/۲۵
۴/۰۷	۵/۴۲	۲/۸۳	۱/۹۱	۳/۵۹	۴۴/۱۹	۳۲/۰۳	انحراف معیار	درصد
۵۷/۶۹	۶۷/۲۷	۸۱/۶۷	۸۶/۲۸	۵۶/۷۱	۷۱۶/۷۵	۷۱۴/۷۵	میانگین	۱۰
۳/۹۶	۷/۳۷	۲/۷۵	۲/۵۵	۴/۴۸	۳۶/۵۶	۲۷/۴۴	انحراف معیار	درصد
۵۴/۲۷	۶۳/۱۸	۸۷/۴۴	۸۳/۰۹	۵۷/۰۰	۶۷۶/۱۷	۶۸۵/۱۷	میانگین	۱۵
۶/۴۶	۶/۰۸	۳/۳۵	۳/۶۴	۳/۰۰	۳۸/۱۹	۳۶/۲۳	انحراف معیار	درصد

جدول ۱ و نمودار ۲ نشان‌دهنده افزایش ($P \leq 0.001$) معنی‌دار در تواتر گام آزمودنی‌ها به ترتیب به میزان ۳/۹۲ و ۴/۲۱ گام در دقیقه در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد) است.





۱۵٪ درصد وزن بدن ۱۰٪ وزن بدن ۷/۲۵٪ وزن بدن ۰٪ درصد وزن بدن

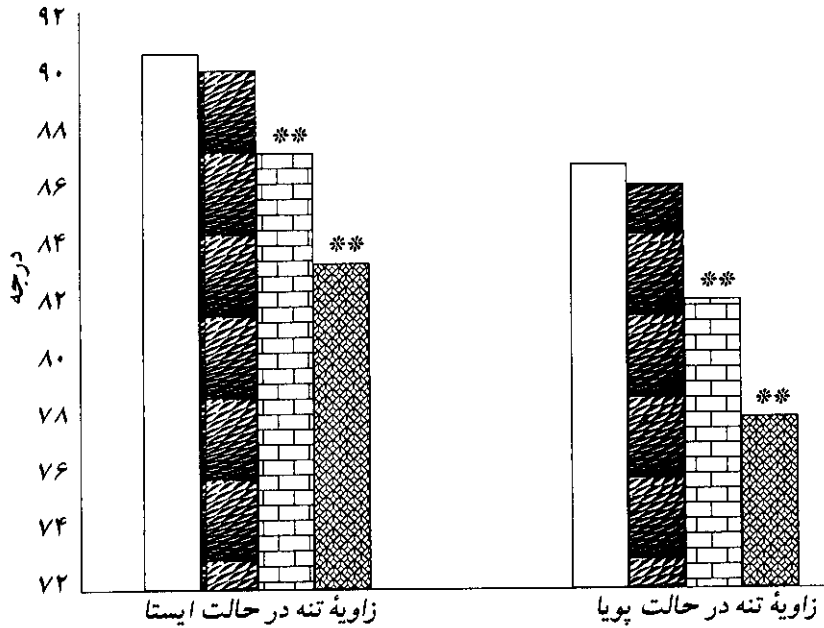


تواتر گام
شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های متفاوت

نمودار ۲- مقایسه میانگین تواتر گام بین شرایط حمل کوله‌پشتی با اوزان صفر، ۷/۲۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن

جدول ۱ و نمودار ۳ کاهش معنی‌دار ($P \leq 0.001$) در زاویه تنه در حالت ایستا به ترتیب به میزان ۳/۸۲ و ۷/۰۲ درجه در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد) و نیز کاهش معنی‌دار ($P \leq 0.001$) در زاویه تنه در حالت پویا به ترتیب به میزان ۴/۲۹ و ۷/۲۵ درجه در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد) را نشان می‌دهند.

۱۵٪ درصد وزن بدن  ۱۰٪ وزن بدن  ۷/۲۵٪ وزن بدن  ۰٪ درصد وزن بدن 

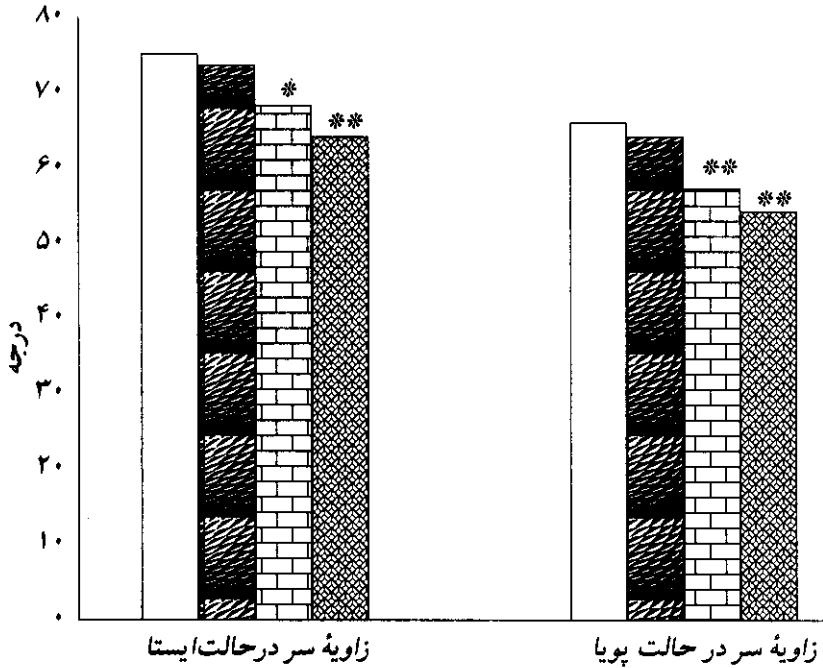


شرایط حمل کوله پشتی با وزن‌های متفاوت

نمودار ۳- مقایسه میانگین زاویه تنه آزمودنی‌ها در دو حالت ایستا و پویا بین شرایط حمل کوله پشتی با اوزان صفر، ۷/۲۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن

جدول ۱ و نمودار ۴ کاهش معنی‌دار در زاویه تنه در حالت ایستا به ترتیب به میزان ۳/۸۲ ($P \leq 0/05$) و ۷/۰۲ ($P \leq 0/001$) درجه در شرایط حمل کوله پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد)، و نیز کاهش معنی‌دار ($P \leq 0/001$) در زاویه سر و گردن در حالت پویا به ترتیب به میزان ۷/۰۲ و ۱۰/۴۴ درجه در شرایط حمل کوله پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد بدن نسبت به حالت بدون بار (صفر درصد) را نشان می‌دهند.

□ ۰٪ درصد وزن بدن ■ ۷/۲۵٪ وزن بدن ▤ ۱۰٪ وزن بدن ▨ ۱۵٪ درصد وزن بدن



شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های متفاوت

نمودار ۴- مقایسه میانگین زاویه سر و گردن آزمودنی‌ها در دو حالت ایستا و پویا بین شرایط حمل کوله‌پشتی با اوزان صفر، ۷/۲۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن

بحث و نتیجه‌گیری

اکثر دانش‌آموزان برای حمل وسایل مدرسه خود از کوله‌پشتی استفاده می‌کنند. حمل کیف‌های کوله‌پشتی با وزن زیاد می‌تواند تغییرات بیومکانیکی در وضعیت قامت و نحوه راه رفتن نوجوانان ایجاد کند. به علت ساختار آناتومیکی بدن انسان، تغییرات بیومکانیکی ایجاد شده در وضعیت قامت و نحوه راه رفتن در حین کوله‌پشتی اجتناب‌ناپذیر است، اما اگر

وزن این کیف‌ها از حد معینی بیشتر باشد، این تغییرات ممکن است به علت ضعف و عدم استحکام عضلات و اسکلت نوجوانان در حال رشد بیش از دامنه مجاز باشد و موجب تغییر در ساختار بدنی نوجوانان شود یا به بروز برخی مشکلات اسکلتی - عضلانی کمک کند. این تغییرات همچنین ممکن است سبب بروز خستگی بدنی زودرس، کمردرد، دردهای عضلانی، شانه درد و ... شود. بنابراین هدف اصلی تحقیق حاضر مقایسه آثار سینماتیکی حمل کیف‌های کوله‌پشتی با چهار وزن مختلف، بر برخی پارامترهای وضعیت قامت و نحوه راه رفتن نوجوانان بود.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد تفاوت متغیرهای طول گام چپ و راست و تواتر گام در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به شرایط بدون کیف (صفر درصد وزن بدن) با اطمینان ۹۵ درصد در مورد طول گام چپ و اطمینان نزدیک به ۱۰۰ درصد طول گام راست و نیز تواتر گام، معنادار بود. این نتیجه با نتایج تحقیقات پاسکو و همکاران (۲۶)، پاسکو و همکاران (۲۵) و وانگ و همکاران (۳۳) همخوانی دارد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق هونگ و ونگ (۱۳) و در مورد معنی‌دار بودن اختلاف بین طول و تواتر گام در دو حالت صفر درصد و ۱۰ درصد وزن بدن با نتایج تحقیق وانگ و همکاران (۳۰) تعارض دارد. به نظر می‌رسد این اختلاف‌ها مربوط به شرایط انجام تحقیق در تحقیقات مورد نظر باشد. ونگ و هونگ (۳۳) در تحقیق خود سرعت راه رفتن آزمودنی‌ها را با استفاده از نوارگردان کنترل کرده، ثابت نگاه‌داشتند. به نظر می‌رسد ثابت بودن سرعت راه رفتن در حین حمل کوله‌پشتی سبب ثبات در پارامترهای مربوط (طول و تواتر گام) خواهد شد و افزایش وزن کوله‌پشتی در حالت راه رفتن بر روی نوارگردان به تغییر در پارامترهای سینماتیکی راه رفتن نوجوانان منجر نمی‌شود. تفاوت مشاهده شده در تحقیق وانگ و همکاران (۳۳) نیز احتمالاً مربوط به سن آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق است. به نظر می‌رسد کوله‌پشتی با وزن ۱۰ درصد وزن بدن، طول و تواتر گام آزمودنی‌های این تحقیق را که معدل سن آنها ۲۱/۹۳ سال بود، تحت تأثیر قرار نداده است، در صورتی که میانگین سن آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق حاضر ۱۳/۲۶ سال بود. مقایسه تحقیق حاضر و تحقیق وانگ و همکاران (۳۳)، نشان می‌دهد کوله‌پشتی با وزن ۱۰ درصد وزن بدن برای دانش‌آموزان حدود ۱۳ سال سن‌گین است.

درحالی‌که این مقدار وزن تغییرات محسوس و معناداری در پارامترهای طول و تواتر گام جوانان حدود ۲۲ سال ایجاد نمی‌کند.

نتیجه دیگری که به دست آمد، نشان داد تفاوت متغیر زاویه تنه در حالت ایستا در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به شرایط بدون کیف (صفر درصد وزن بدن) با اطمینان ۹۵ درصد در مورد شرایط ۱۰ درصد و اطمینان نزدیک به ۱۰۰ درصد در شرایط ۱۵ درصد وزن بدن معنی دار است. این نتیجه با نتایج تحقیقات پاسکو و همکاران (۲۶)، پاسکو و همکاران (۲۵) و گریمر و همکاران (۶) همخوانی دارد. همچنین معلوم شد تفاوت متغیر زاویه تنه در حالت ایستا در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به شرایط بدون کیف (صفر درصد وزن بدن) با اطمینان نزدیک به ۱۰۰ درصد معنی دار است. این نتیجه با نتایج تحقیقات پاسکو و همکاران (۲۶)، هونگ و ونگ (۱۳)، پاسکو و همکاران (۲۵)، هونگ و بروگمن (۱۰)، استنفورد و همکاران (۳۲) و وسدوک و همکاران (۳۴) همخوانی دارد. نتیجه به دست آمده در این تحقیق در مورد معنی دار بودن اختلاف بین زاویه تنه در دو حالت صفر و ۱۰ درصد وزن بدن با نتایج تحقیقات مالهورترا و سن گوپتا (۲۲) و هونگ و بروگمن (۱۰) تعارض دارد. به نظر می‌رسد استفاده از کوله‌پشتی سبک در این دو تحقیق (به ترتیب ۲/۸۳ و ۳/۳۵ کیلوگرم) و نیز سن آزمودنی‌ها (به ترتیب ۱۰/۴ و ۱۰ سال) عامل تفاوت موجود در تحقیق حاضر و تحقیقات مذکور باشد، درحالی‌که وزن کوله‌پشتی معادل ۱۰ درصد وزن بدن در تحقیق حاضر برابر ۵/۵ کیلوگرم و میانگین سن آزمودنی‌های تحقیق ۱۳/۲۶ سال بود. این اختلاف نشان می‌دهد دانش‌آموزان با سن کمتر، از نظر رشد جسمی در سطح پایین‌تری قرار داشتند و قدرت و استحکام عضلات و لیگامنت‌های ناحیه ستون مهره‌های آنها با حمل کوله‌پشتی با وزن مورد نظر، تحت تأثیر فشار و تنش فیزیولوژیکی ناشی از وزن کوله‌پشتی مجبور به تغییر حالت طبیعی (ایستادن بدون کوله‌پشتی) شده، درحالی‌که آزمودنی‌های تحقیق حاضر از لحاظ رشد جسمی در سطح بالاتری قرار داشتند و وزن کوله‌پشتی کمتر از ۱۰ درصد وزن بدن (۵/۵ کیلوگرم) موجب تغییر در حالت ایستادن معمولی آنها نشده است.

همچنین تفاوت متغیر زاویه سر و گردن در حالت ایستا در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به شرایط بدون کیف (صفر درصد وزن بدن) با

اطمینان ۹۹ درصد در مورد شرایط ۱۰ درصد و اطمینان نزدیک به ۱۰۰ درصد در شرایط ۱۵ درصد وزن بدن، معنی دار بود. این نتیجه با نتایج تحقیقات پاسکو و همکاران (۲۶)، پاسکو و همکاران (۲۵)، گریمر و همکاران (۷)، چنسرینکو و همکاران (۴)، گریمر و همکاران (۶) و وسدوک و همکاران (۳۴) همخوانی دارد. تفاوت متغیر زاویه سر و گردن در حالت پویا در شرایط حمل کوله‌پشتی با وزن‌های ۱۰ و ۱۵ درصد وزن بدن نسبت به شرایط بدون کیف (صفر درصد وزن بدن) نیز با اطمینان نزدیک به ۱۰۰ درصد معنی دار بود. این نتیجه به نتایج تحقیقات پاسکو و همکاران (۲۶)، پاسکو و همکاران (۲۵)، گریمر و همکاران (۷)، چنسرینکو و همکاران (۴)، گریمر و همکاران (۶) و وسدوک و همکاران (۳۴) همخوانی دارد.

به‌طور خلاصه با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت، افزایش وزن کوله‌پشتی نوجوانان از صفر درصد تا ۷/۲۵ درصد وزن بدن موجب ایجاد تغییر در پارامترهای منتخب مربوط به راه‌رفتن و وضعیت قامت نوجوانان ۱۲ تا ۱۴ سال شرکت‌کننده در این تحقیق نشد. این در حالی بود که افزایش وزن کوله‌پشتی از صفر تا ۱۰ درصد وزن بدن (۵/۵ کیلوگرم) و بیشتر، سبب ایجاد تغییرات معنی‌داری در این پارامترها شد، که این تغییرات با افزایش وزن کوله‌پشتی متناسب بود. یکی از این تغییرات، کاهش طول و افزایش تواتر گام بود. با کاهش طول گام و افزایش تواتر آن، مدت زمان قرار گرفتن یک پا بر روی زمین کاهش و مدت زمان قرار گرفتن همزمان هر دو پا بر زمین افزایش می‌یابد (۳۳). کینوشیتا (۱۷) و پاسکو و همکاران (۲۵) معتقدند کاهش مدت زمان قرار گرفتن یک پا بر زمین، به کم شدن فشارهای مکانیکی وارد به «سیستم اسکلتی - عضلانی استخوان‌های مچ پا»^۱ منجر می‌شود. به نظر می‌رسد با افزایش مدت زمان قرار گرفتن همزمان هر دو پا بر زمین، فشار ناشی از وزن کوله‌پشتی بین هر دو پا پخش شده، فرد در حین حمل کوله‌پشتی‌های سنگین وضعیت پایدارتری خواهد داشت.

تغییرات ایجادشده در وضعیت قامت نیز مشابه تغییرات ایجادشده در نحوه راه‌رفتن آزمودنی‌ها بود. به این معنی که با افزایش وزن کوله‌پشتی از صفر تا ۱۰ درصد وزن بدن و بیشتر، تغییر ایجادشده در زوایای تنه و سر در دو حالت ایستا و پویا معنی دار بود، که این تغییرات با

افزایش وزن کوله‌پشتی متناسب بود. به علت قرار گرفتن کوله‌پشتی بر روی پشت، مرکز جرم کل سیستم کوله و بدن به سمت خارج از خط ثقل اولیه (به سمت پشت) منحرف می‌شود. شخص برای حفظ تعادل ایستا و پویای خود مجبور است در وضعیت و موقعیت اندام فوقانی خود شامل تنه، سر و گردن، تغییر ایجاد کند. این تغییر شامل خم کردن سر، گردن و تنه به جلو خواهد بود. همان‌طور که در جدول ۱ و نمودارهای ۳ و ۴ مشاهده شد، با افزایش وزن کوله‌پشتی نوجوانان، میزان خم شدن تنه، سر و گردن آنها نیز افزایش یافته است. به علت اینکه این عمل، عکس‌العملی در برابر برهم خوردن تعادل است، غیرقابل اجتناب خواهد بود. این عمل سبب افزایش فعالیت عضلانی عضلات راست‌کننده ستون مهره‌های نوجوانان می‌شود (۱۱). اگر این وضعیت برای مدت طولانی ادامه یابد یا به‌طور مکرر ایجاد شود، به علت بروز فشار فیزیولوژیکی و بالا رفتن تنش وارد بر عضلات، لیگامنت‌ها و استخوان‌های ناحیه ستون مهره‌های نوجوانان، ممکن است بروز برخی آسیب‌های اسکلتی - عضلانی مانند، کمردرد، کشیدگی عضلانی، بی‌حسی، خستگی مزمن و ... شود (۵، ۱۲، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۲۶، ۳۰ و ۳۵). بنابراین به دانش‌آموزان، والدین، معلمان تربیت‌بدنی و مسئولان مدارس نوجوانان توصیه می‌شود، توجه ویژه‌ای به وزن، نوع، مدت زمان و نحوه حمل کیف‌های مدرسه دانش‌آموزان داشته باشند. براساس یافته‌های این تحقیق توصیه می‌شود کوله‌پشتی نوجوانان ۱۲ تا ۱۴ ساله وزنی بیش از ۷/۲۵ تا ۱۰ درصد بدن آنها نداشته باشد.

منابع و مآخذ

- ۱- پاسکو و پاسکو. "کیف‌های مدرسه و حقایقی درباره آنها"، ترجمه خسرو ابراهیم و محمدتقی جاوید. نشریه ورزش اندیشه، ۱۳۷۹، شماره‌های ۱۴۸ و ۱۴۹، صص: ۴۱-۴۰، ۲۶-۲۵.
- ۲- هی‌وود، کاتلین، ام. "رشد و تکامل حرکتی در طول عمر". ترجمه مهدی نمازی‌زاده و محمدعلی اصلانخانی، چاپ دوم، تهران: انتشارات سمت، (تاریخ انتشار به زبان اصلی ۱۳۷۷)، (۱۹۹۳).

standing with two types of loaded backpack". *Ergonomics*, 1987, 30(10), PP : 1425-1430.

4- Charnirinukor, W., Wilson, D., Grimmer, K., Dansie, B. "Effects of backpacks on students : Measurements of cervical and shoulder posture". *Australian Journal of physiotherapy*, 2001, 47(2), PP: 110-116.

5- Forjuoh, S.N., Lane, B.L., Little, D. "Parental knowledge of school Backpacks weight and contents", *Arch Disorder Child*, 2003, 88(1), PP : 9-18.

6- Grimmer, K., Dansie, B., Milanese, S., Pirunsan, U., Tratto, P. "Adolescent standing postural response to backpack loads : a randomized controlled experimental study". *BMC Musculoskeletal Disorder*, 2002, 3(1), P : 10.

7- Grimmer, K.A., Williams, M.T., Gill, T.K. "The associations between adolescent head - on-neck posture, backpack weight , and anthropometric features". *Spine*, 1999, 24(21), PP: 2262-2267.

8- Holewijn, M. "Physiological strain due to load carrying". *European Journal of Applied physiology*, 1990, 61, (3-4), PP: 237-245.

9- Holewijn, M., Lotens, W.A. "The influence of backpack design on physical performance". *Ergonomics*, 1992, 35(2), PP:149-157.

10- Hong, Y., Brueggeman, G.P. "Changes in gait patterns in 10-years old boy's with increasing loads when walking on treadmill". *Gait & Posture*, 2000, 11, PP:254-259.

11- Hong, Y., Cheung, C.K. "Electromyographic response of back muscles during load carriage". *Gait & Posture*, 2003, 17(1), PP: 28-33.

12- Hong, Y., Li, J.X., Wang, A.S.K., Robinson, P.D. "Weight of schoolbags and the metabolic strain created in children". *Journal of Human Movement*

Science, 1998, 00, PP:187-200.

13- Hong , Y., Wong , A.S.K."Walking pattern analysis of primary school children during load carriage on treadmill". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997, 29(5):S , P: 85.

14- Lyer, S.R. "An ergonomic study of chronic musculoskeletal pain in schoolchildren". *Indian Journal of pediatrics*, 2001, 68(10), PP: 937-941.

15- Jones, A.Y.M.Lai , J.P.H. "The effect of shoulder - girdle loading by a schoolbag on lung volume in chine's primary school children". *Human Development*, 1996, 27, PP: 207-216.

16- Karkosa, B., Franz, C., Pascoe, D.D."Influence of book bags on collage studetns". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997, 29, P :384.

17- Kinoshita, H."Effects of different loads and carrying systems on selected biomechanical parameters describing gait". *Ergonomics*, 1985, 28(9), PP: 1374-1362.

18- Kirk, J., Schnerder, D.A."Physiological and perceptual response to load carrying in female subjects using internal and external frame backpacks". *Ergonomics*, 1992, 35(4), PP: 445-455.

19- Klee, J. "Schoolbooks are hurting our kids, The problem, The Solution". *Star packs Ergonomic Backpack* (www.starpack.com). 2001, PP:1-3.

20- Knapick, J.J.,Ang, P., Meiselman, H., Johnson, W.,Kirk, J.,Bonsel, C.,Hanlon, W. "Soldier performance and strenuous road marching: influence of load mass and load distribution". *Military Medicine*, 1997, 162(1), PP: 62-67.

21- Knapick, J.J. Harman, E.,Reynolds, K."Load carriage using packs : A review of physiological, biomechanical and medical aspects". *Applied Ergonomics*,1996, 27, PP: 207-216.

- 22- Malhotra, M.S., Sen Gupta, J."The carrying of schoolbags by children". Ergonomics, 1965, 8, PP: 55-60.
- 23- Matrin, P.E., Nelson, R.C."The effect of coarried loads on the walking patterns of men and women". Ergonomics, 1986, 29(10), PP: 1191-1202.
- 24- Negrini S., Carabalona, R.Sibilla P."Backpack as a daily load for schoolchildren". Lancet. 1999, 4;354 (9194) 1974.
- 25- Pascoe, D.E.,Pascoe, D.D., Wang, Y.T.,Shine, D.M.,Kim."Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths". Ergonomics, 1997, 40(6), 631, 641.
- 26- Pascoe, D.E.,Shine, D.M.,Kim, C.K., Wang, Y.T.,Pascoe, D.D."Impact of bookbags in gait and posture". Medicine & Science in sports & Exercise. 1994, 25, S140, 787.
- 27- Pierrynowski, M.R., Norman, R.W.,Winter, D.A."Mechanical energy analysis of the human during load carriage on a treadmill". Ergonomics, 1981, 24(1), PP: 1-14.
- 28- Ropp, T. "Schools in , Backs out-kids Risk Aches, pain or worse with overloaded packs". The Arizona republication, 2000, PP:8-14.
- 29- Sander, M."Weight of schoolbags in a Fryeburg Elementary. Recommendation to parets and teachers". Offenthiche Gesundheitswsen, 1979, 41, PP:251-253.
- 30- Schnider, D.A.,Kirk, J."Physiological and perceptual responses to load carrying in femail subjects suing internal and external frame backpacks" Ergonomics, 1992, 32, PP : 445-455.
- 31-Sheri-Neiss, G.I.,Rohman, T.,Jacobson, L.P.,Pelli, J.A."Bachpack use as a risk factor in adolescent's back pain". A.I.Dupont hospital for children,

Wilmington, Delaware, USA, 2001, P:98.

32- Stanford, C.F., Francis, P.R., Chambers, H.G. "The effects of backpack load on pelvis and upper body kinematics of the adolescent female during gait". Motion Analysis laboratory, Children's Hospital, and San Diego, California, USA. 2002.

33- Wang, Y.T., Pascoe, D.D., Weimar, W. "Evaluation of backpack load during walking". Ergonomics, 2001, 44(9), PP: 858-869.

34- Wesdock, K., Henley, J., Masiello, G., Nogi, J. "The effects of backpack use on posture and gait in school - age children". A pilot study . Children's Hospital, Richmond, Virginia, USA. 2002.

35- Widom, M.D. "Weithing on backpack safety". LAPE Journal Education - Physical Training - Sport, 3.ht, 2000, PP: 1-3.