

تغییرات کینماتیکی راستای بدن ناشی از وزن، محل قرارگیری و مدت زمان کوله‌پشتی در دانش آموزان پسر ۱۰ تا ۱۲ سال

عین اله نادری^۱، فاطمه شعبانی^۲، فاطمه ملکی^۳، فائزه خسروی^۴

چکیده

مقدمه و هدف: کوله‌پشتی به عنوان یکی از رایجترین تجهیزات مورد استفاده کودکان و نوجوانان، از جنبه‌های متفاوتی چون؛ طرح و شکل، وضعیت حمل، وزن و مدت زمان حمل آن و به واسطه اثراتی که بر روی ستون فقرات و نواحی دیگر بدن دارد به عنوان یک نگرانی رو به رشد مورد توجه بسیاری از محققان سلامت بوده است. تحقیق حاضر در نظر دارد تاثیر وزن، محل قرارگیری و مدت زمان حمل کوله‌پشتی را بر تغییرات کینماتیکی بدن دانش آموزان پسر ۱۰ تا ۱۲ ساله مقطع ابتدایی بررسی کند.

روش شناسی: تحقیق حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی بود. نمونه آماری تحقیق را ۲۵ دانش آموز پسر با دامنه سنی ۱۰ تا ۱۲ سال تشکیل دادند. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل؛ زاویه سر در سطح افق (CHA)، زاویه سر بر روی مهره‌های گردنی (CVA)، زاویه شانه در سطح ساجیتال (SSPA)، زاویه تنه (TA) و زاویه اندام تحتانی (LLA) بود که از روش عکس برداری از نمای ساجیتال جهت ارزیابی میزان تغییرات کینماتیکی بدن استفاده شد. داده‌های گردآوری شده توسط آزمون آماری تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان داد زمانی که کوله‌پشتی با وزن ۱۵٪ وزن بدن حمل می‌شود، زوایای CHA، CVA و TA به طور معنی‌داری تغییر می‌کند ($p < 0.05$). علاوه بر این قرار دادن کوله‌پشتی در ناحیه‌های L7 و L12 نسبت به ناحیه L3 زوایای TA و CVA را به طور معنی‌داری تغییر می‌دهد ($p < 0.05$). مدت زمان حمل کوله‌پشتی نیز تغییر معنی‌داری را در زوایای LLA و TA ایجاد می‌کند ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان بیان نمود که؛ برای دانش آموزان پسر سنین ۱۰ تا ۱۲ سال بهترین وزن کوله‌پشتی کمتر از ۱۰٪ وزن بدن آنها است، بهترین محل قرارگیری کوله‌پشتی در ناحیه پایین ستون فقرات (L3) است و راه رفتن طولانی مدت با کوله‌پشتی نیز می‌تواند تغییرات پاسچرال مخربی را به همراه داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: کوله‌پشتی، تغییرات کینماتیکی، پاسچر

۱. استادیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، (نویسنده مسئول) ay.naderi@shahroodut.ac.ir

۲. گروه روانشناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی

۳. مدرس دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران

۴. مدرس دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران

مقدمه

کوله‌پشتی به‌عنوان یکی از رایج‌ترین تجهیزات مورد استفاده کودکان و نوجوانان از جنبه‌های متفاوتی چون؛ طرح و شکل، چگونگی حمل، وزن و مدت‌زمان حمل آن مورد توجه محققان زیادی بوده است (۱). از آنجاکه وزن کوله‌پشتی از طریق بند کوله‌پشتی به‌طور مستقیم به شانه و ستون فقرات اعمال می‌شود و به دلیل اینکه مطالعات نشان داده اعمال بار خارجی با اختلالات ستون فقرات همراه است (۲)، در بسیاری از کشورها حمل کوله‌پشتی به‌عنوان یک نگرانی رو به رشد مورد توجه است (۳). مطالعات گویای این است که با بالا رفتن مقطع تحصیلی دانش‌آموزان، مقدار بار اعمال شده از طریق کوله‌پشتی بر روی بدن و ستون فقرات دانش‌آموزان افزایش یافته و حتی در سال‌های اخیر کوله‌پشتی‌های دانش‌آموزان علیرغم کتاب‌های بیشتر با وسایل اضافه دیگری چون؛ بسته تغذیه، تجهیزات ورزشی و لباس‌های بعد از مدرسه پر می‌شود (۴).

مطالعات متعددی وجود دارد که کوله‌پشتی را عامل بسیاری از آسیب‌های پزشکی گزارش نموده‌اند (۴-۸). تحقیقات نشان داده است که حمل کوله‌پشتی اثرات منفی بر روی برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی چون؛ راه رفتن (۹، ۱۰)، مصرف انرژی (۹)، فعالیت عضلات تنه (۱۰)، ثبات ایستادن (۱۱) و عملکرد قلبی-ریوی (۱۲) دارد. قابل ذکر است که پاسچر سر و تنه (۱۳) و کنترل پیش‌خوردی^۱ پاسچر ستون فقرات (۱۴) نیز به میزان قابل توجهی تحت تأثیر حمل کوله‌پشتی است. همان‌طور که قبلاً ذکر شد تاکنون تحقیقات زیادی به‌منظور بررسی چگونگی حمل، وزن مناسب و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی و اثراتی که این متغیرها می‌توانند بر روی بدن و ستون فقرات دانش‌آموزان داشته باشند صورت گرفته و نتایج متفاوتی را در این رابطه ارائه نموده‌اند. به‌عنوان مثال، حداکثر وزن کوله‌پشتی مدرسه‌ای در دامنه‌ای بین ۹ تا ۴۰٪ از وزن بدن گزارش شده است (۵، ۷). از جهت دیگر، تقریباً تمام تحقیقات حمل کوله‌پشتی بر روی هر دو شانه را به‌عنوان بهترین روش حمل کوله‌پشتی گزارش نموده‌اند (۱۵)، باین‌وجود، برخی از محققان تفاوتی را بین وضعیت‌های قرارگیری کوله‌پشتی در ناحیه پشت گزارش نکرده (۱۶) و برخی دیگر محدوده مناسب قرارگیری کوله‌پشتی را محدوده باسن گزارش نموده‌اند (۴). برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که حمل کوله‌پشتی تمام نقاط آناتومیکی و زوایای بدن را در سطح ساجیتال تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۹، ۴). با توجه به موارد ذکر شده، به نظر می‌رسد روشن‌سازی این موضوع که رعایت نکردن وزن، محل و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی دقیقاً بر هر یک از شاخص‌های پاسچرال ستون فقرات چه تأثیر دارد، نیاز به تحقیقات گسترده‌تر و دقیق‌تری دارد.

بنابراین با توجه به اهمیت مدرسه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نهادهای سازمان‌یافته رسمی که با فراهم نمودن محیط بهداشتی سالم در شکوفایی جسم و روان کودکان و نوجوانان جامعه نقش دارد (۱۷). از جهت دیگر با توجه به اهمیت مسائل مربوط به کودکان و نوجوانان که در اوج دوران رشد و تکامل خود هستند (۱۸) و با توجه به اینکه اختلالات رشد و نمو و بیماری‌های دوران کودکی می‌تواند بنیان و اساس بسیاری از بیماری‌ها و اختلالات جسمی و روانی بزرگ‌سالی باشد (۱۹، ۱۷) تحقیق حاضر در نظر دارد تأثیر وزن، محل قرارگیری و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی را بر شاخص‌های زاویه‌ای بدن دانش‌آموزان مقطع ابتدایی بررسی نماید.

مواد و روش‌ها تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی است و جامعه آماری تحقیق را دانش‌آموزان پسر مقطع ابتدایی تشکیل می‌دهد. نمونه آماری شامل؛ ۲۵ دانش‌آموز با میانگین سنی ۱۱/۶ سال بود که با مراجعه به آموزش و پرورش شهرستان کازرون و هماهنگی با مدیران و معلمان دبستان‌های این شهرستان از بین دانش‌آموزان مدارس این شهرستان انتخاب شدند.

فرایند تحقیق

بعد از انتخاب آزمودنی‌های تحقیق بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق، فرایند انجام تحقیق برای آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها به‌صورت کامل شرح داده شد. سپس، به‌منظور رعایت اصول اخلاقی در مورداستفاده از آزمودنی‌های نابالغ، پس از آگاه ساختن والدین و اولیای مدارس از نحوه انجام آزمون‌ها و کاربرد نتایج حاصل، از مدیران مدارس، دانش‌آموزان داوطلب و والدین آن‌ها رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در مراحل انجام پژوهش اخذ شد. معیارهای انتخاب آزمودنی‌ها شامل؛ عدم هرگونه ناهنجاری‌های مادرزادی و ساختاری، مشکلات اسکلتی - عضلانی، مشکلات عصبی، بیماری حاد، نقص شنوایی، بینایی، عصبی، سابقه کمردرد یا جراحی بود.

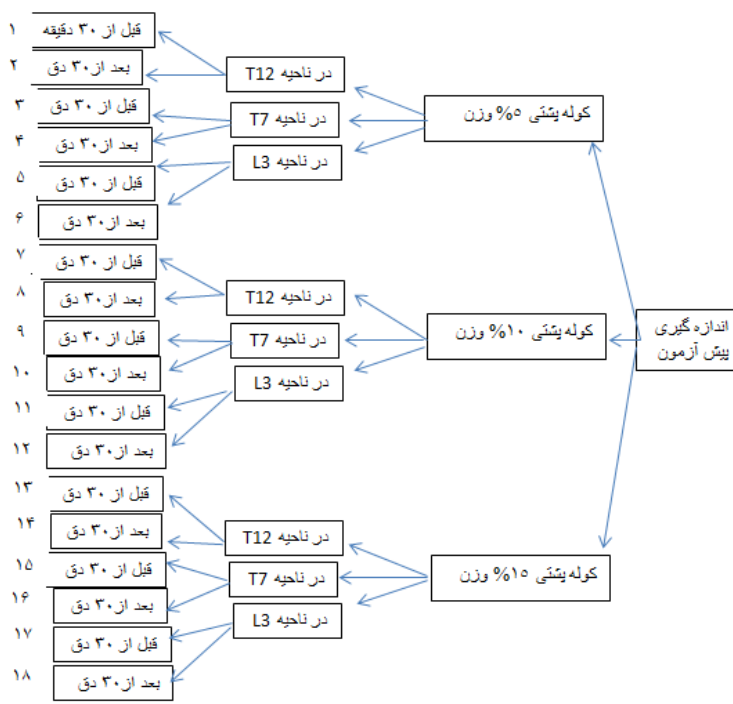
جدول ۱. مشخصات آنتروپومتری آزمودنی‌ها (Mean ± SD)

سن (سال)	جرم بدن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
۱۱/۶ ± ۱/۵	۳۳/۴۲ ± ۶/۴	۱۴۰/۶۴ ± ۹/۸۶	۱۷/۰۵ ± ۲/۷۶

اطلاعات مورد نظر از طریق پرونده سلامت دانش‌آموزان در مدرسه و در صورت لزوم کسب اطلاعات از مسئول بهداشت مدرسه‌ها حاصل شد. در صورت گزارش هرگونه مشکل بالینی توسط والدین آن‌ها در قبل و حین مطالعه، آزمودنی از مطالعه حذف می‌شدند. با توجه به ترکیب درصد وزن کوله‌پشتی (پنج، ده، پانزده درصد)، محل و موقعیت حمل کوله‌پشتی در ناحیه خلفی ستون فقرات بالا (T₇)، وسط (T₁₂) و پایین (L₃) و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی (قبل و بعد از ۳۰ دقیقه راه رفتن) مشخص شد. شرایط تجربی انتخاب‌شده مبنی بر نتایج مطالعات گذشته انتخاب شدند (۲۰-۲۲). به‌عنوان مثال؛ به‌منظور بررسی تأثیر افزایش بار بر روی پاسچر ستون فقرات، حداقل و حداکثر بار به ترتیب معادل ۵ و ۱۵٪ از وزن بدن (۲۰، ۲۱، ۲۰). مدت‌زمان حمل بار ۳۰ دقیقه (۲۲، ۲۳) و محل قرارگیری کوله‌پشتی در نواحی بالا (T₇)، وسط (T₁₂) و پایین (L₃) (۴) انتخاب شد. به‌منظور قرار گرفتن کوله‌پشتی در سه موقعیت آزمون، بند کوله‌پشتی با توجه به قد آزمودنی طوری تنظیم می‌شد که کوله‌پشتی در ناحیه خلفی ستون فقرات در موقعیت مناسب قرار گیرد. به‌منظور متناسب‌سازی وزن کوله‌پشتی از کتاب درسی دانش‌آموزان استفاده شد. تحقیق حاضر دارای ۱۸ ارزیابی تجربی و یک ارزیابی پیش‌آزمون بود. صورت درسی ارزیابی پیش‌آزمون، وضعیت ایستاده ریلکس بدون حمل کوله‌پشتی با عکس‌برداری از نمای ساجیتال بدن صورت گرفت. ارزیابی پیش‌آزمون، شاخص پایه‌ای را برای بررسی بهتر متغیرهای وابسته در ۱۸ شرایط تجربی حمل کوله‌پشتی فراهم ساخت (شکل ۱).

روش ارزیابی

در این تحقیق به منظور ارزیابی میزان تغییرات زاویه‌ای نقاط آناتومیکی بدن در سطح ساجیتال از روش عکس برداری استفاده شد. فرایند اندازه‌گیری به این شکل بود که ابتدا قبل از انجام عکس برداری، محل آناتومیکی، زبانه گوش^۱، مهره هفتم گردنی، زانده خاری آخرومی، ستیغ فوقانی خاصره، تروکانتر بزرگ ران، بخش میانی زانو و نوک قوزک خارجی از طریق لمس مشخص و توسط لندمارک علامت گذاری شد. پس از مشخص کردن علامت‌های استخوانی مورد نیاز، برای جمع‌آوری اطلاعات فوتوگرافیکی، آزمودنی‌ها در فاصله ۳/۵ متری دوربین دیجیتالی که بر روی یک سه‌پایه قابل تنظیم قرار داشت، از سمت راست و عمود بر سطح ساجیتال عکس برداری می‌شدند. ارتفاع دوربین برابر با ارتفاع مفصل هیپ^۲ آزمودنی تنظیم شد. در طی فرایند عکس برداری، آزمودنی‌ها به‌صورت طبیعی و راحت ایستاده و مستقیماً به سمت جلو نگاه می‌کردند، پاها به‌اندازه عرض شانه‌ها از یکدیگر فاصله داشت و وزن به‌طور یکسان بر روی هر دو پا اعمال می‌شود. این وضعیت حدود ۳۰ ثانیه حفظ می‌شد تا بدن در وضعیت طبیعی و ریلکس قرار گیرد، سپس عکس برداری انجام می‌شد. بعد از اتمام فرایندهای عکس برداری، عکس‌های گرفته‌شده به یک لپ‌تاپ ارسال می‌شد تا توسط نرم‌افزار posture pro مورد ارزیابی قرار گیرد (۲۴). میزان ضریب همبستگی درون ارزیاب (ICC)^۳ برای تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده در دامنه ای بین ۰/۸۷ تا ۰/۹۲ قرار داشت.

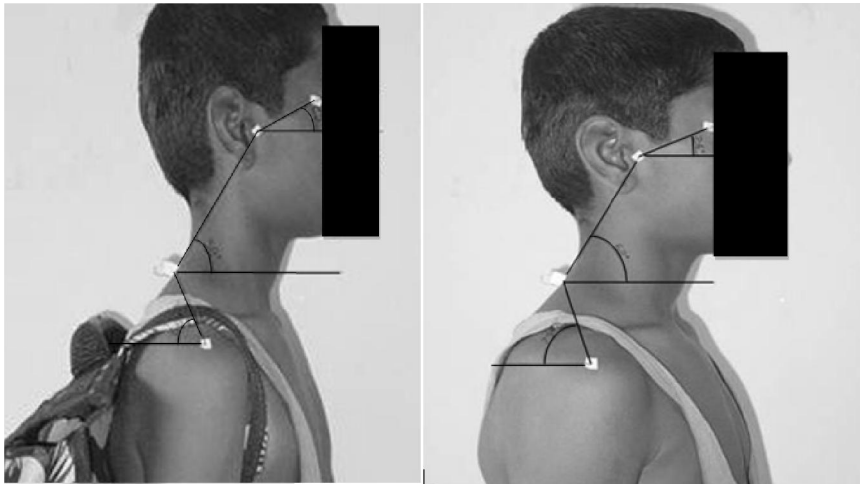


شکل ۱. شرایط های تجربی حمل کوله‌پشتی

1 - Tragus
2 -Hip Joint
3 -Intraclass Correlation Coefficient

متغیرهای زاویه‌ای اندازه‌گیری شده شامل؛

- زاویه سر در سطح افقی (CHA)؛ زاویه تشکیل شده بین خط کشیده شده از گوشه چشم به زبانه گوش و خطی که به صورت افقی در سرتاسر زبانه گوش کشیده می‌شود.
- زاویه سر بر روی مهره‌های گردنی (CVA)؛ زاویه تشکیل شده بین خط کشیده شده از زبانه گوش به مهره هفتم گردنی و خطی که به صورت افقی در سرتاسر مهره هفتم گردن کشیده می‌شود.
- زاویه شانه در سطح ساجیتال (SSPA)؛ زاویه تشکیل شده بین خط کشیده شده از مهره هفتم گردنی به زائده آخرمی و خطی که به صورت افقی در سرتاسر زائده آخرمی کشیده می‌شود.
- زاویه تنه (TA)؛ زاویه تشکیل شده بین خط کشیده شده از مهره هفتم گردنی به تروکانتر بزرگ و خطی که به صورت عمود در سرتاسر تروکانتر بزرگ کشیده می‌شود.
- زاویه اندام تحتانی (LLA)؛ زاویه تشکیل شده بین خط کشیده شده از تروکانتر بزرگ به مرکز قوزک خارجی و خطی که به صورت عمود در سرتاسر تروکانتر بزرگ کشیده می‌شود (۴، ۱۵، ۲۵).



شکل ۲. شیوه ارزیابی کینماتیک سر گردن و شانه در دانش آموزان پسر با وبدون کوله پشتی

روش تجزیه و تحلیل آماری

برای توصیف و تجزیه و تحلیل آماری در ابتدا برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنف استفاده شد، سپس برای بررسی اختلاف میانگین‌ها از آزمون‌های تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در سطح $(p < 0.05)$ بهره گرفته شد. داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵ تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌های تحقیق

جدول ۱. یافته‌های مربوط به متغیرهای تحقیق قبل و بعد از ۳۰ دقیقه راه رفتن با کوله‌پشتی‌های اوزان ۵، ۱۰ و

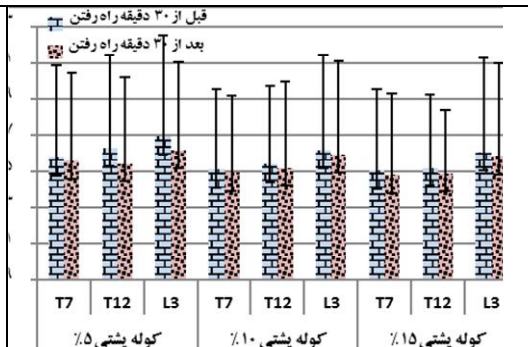
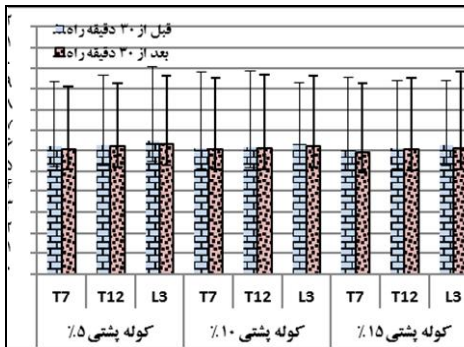
۱۵ درصد وزن بدن

کوله‌پشتی ۱۵٪			کوله‌پشتی ۱۰٪			کوله‌پشتی ۵٪			زمان اندازه‌گیری	متغیرها
L ₃	T ₁₂	T ₇	L ₃	T ₁₂	T ₇	L ₃	T ₁₂	T ₇		
۱۶/۲۸	۱۶/۱۲	۱۶/۰	۱۶/۳۲	۱۶/۱۶	۱۶/۱۲	۱۶/۴۸	۱۶/۳۰	۱۶/۲۸	قبل از راه رفتن	CHA (درجه)
۱۶/۱۲	۱۶/۰۸	۱۵/۹۲	۱۶/۲۰	۱۶/۱۲	۱۶/۰۹	۱۶/۳۲	۱۶/۲۲	۱۶/۲۰	بعد از راه رفتن	
۵۶/۰۵	۵۴/۴۴	۵۵/۰۸	۵۶/۱۶	۵۴/۷۶	۵۵/۱۲	۵۶/۹۶	۵۶/۲۸	۵۶/۷۶	قبل از راه رفتن	CVA (درجه)
۵۵/۸۴	۵۳/۷۶	۵۴/۹۲	۵۵/۹۲	۵۵/۴۰	۵۴/۹۲	۵۶/۲۰	۵۶/۴۴	۵۶/۶۰	بعد از راه رفتن	
۲۷/۲۰	۲۷/۹۶	۲۸/۸۴	۲۷/۱۲	۲۷/۹۲	۲۸/۴۴	۲۶/۷۲	۲۷/۴۸	۲۷/۶۸	قبل از راه رفتن	SSPA (درجه)
۲۷/۴۰	۲۸/۳۶	۲۹/۱۲	۲۷/۳۲	۲۸/۴۴	۲۹	۲۶/۹۶	۲۷/۶۴	۲۷/۷۶	بعد از راه رفتن	
۸/۴۴	۷/۵۶	۷/۴۴	۸/۷۶	۶/۶۹	۷/۶۰	۸/۸۸	۸/۰۸	۸/۱۶	قبل از راه رفتن	TA (درجه)
۸/۲۰	۶/۲۸	۶/۵۶	۸/۲۴	۶/۴۰	۷/۱۶	۸/۶۴	۷/۸۰	۷/۹۲	بعد از راه رفتن	
۵/۳۲	۷/۲۸	۶/۶۰	۵/۱۲	۷/۰۸	۶/۳۶	۴/۶۴	۵/۹۶	۵/۸۴	قبل از راه رفتن	LLA (درجه)
۵/۷۲	۷/۶۴	۶/۹۲	۵/۵۲	۷/۴۰	۶/۷۶	۴/۹۲	۶/۲۴	۶/۱۲	بعد از راه رفتن	

جدول ۲. تأثیر وزن، محل قرارگیری و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی بر متغیرهای پژوهش

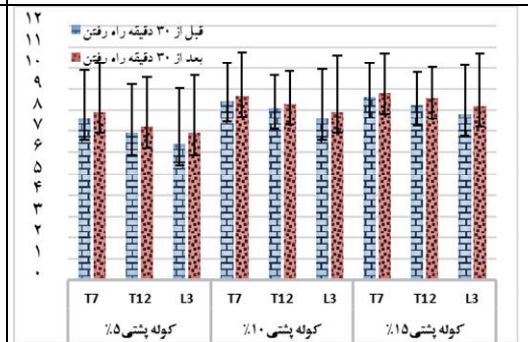
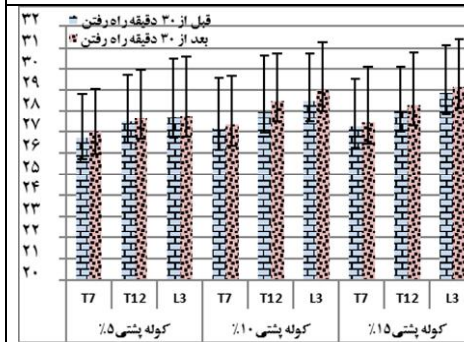
متغیر	شاخص‌ها منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجدورات	F	P	تأثیر ضریب اتا
CHA	وزن کوله	۲	۱/۶۹	۴/۷۱	۰/۰۱۴*	۱۹
	محل قرارگیری کوله	۲	۱/۶۳	۴/۵۸	۰/۰۱۵*	۲۷
	مدت‌زمان راه رفتن	۱	۱/۱۸	۲/۹۵	۰/۰۹	٪۱۱
CVA	وزن کوله	۲	۴۰/۶۰	۱۸/۸۶	۰/۰۰۱*	٪۴۴
	محل قرارگیری کوله	۲	۵۸/۳۵	۱۶/۹۲	۰/۰۰۱*	٪۴۱
	مدت‌زمان راه رفتن	۱	۵/۳۹	۲/۷۹	۰/۱۱	٪۶
SSPA	وزن کوله	۲	۱۵/۳۲	۲/۳۲	۰/۰۹	٪۱۱
	محل قرارگیری کوله	۲	۱۹/۸	۲/۲۸	۰/۱۰	٪۹
	مدت‌زمان راه رفتن	۱	۶/۱۹	۱/۸	۰/۱۶	٪۷
TA	وزن کوله	۲	۳۲/۲۱۷	۱۴/۳۱	۰/۰۰۱*	٪۳۵

متغیر	شاخص‌ها منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجدورات	F	P	تأثیر ضریب اتا
LLA	محل قرارگیری کوله	۲	۳۹/۱۲	۱۶/۱۷	۰/۰۰۱*	٪۳۹
	مدت زمان راه رفتن	۱	۱۱/۲۱	۸/۲۳	۰/۰۰۱*	٪۳۸
	وزن کوله	۲	۸/۱۷	۱/۳۱	۰/۲۳	٪۶
	محل قرارگیری کوله	۲	۶/۱۲	۱/۲۳	۰/۲۷	٪۵
	مدت زمان راه رفتن	۱	۱۱/۲۱	۹/۵	۰/۰۰۱*	٪۲۳



نمودار ۱. تغییرات زاویه CHA تحت بار، محل حمل و مدت زمان حمل کوله پشتی

نمودار ۲. تغییرات زاویه CVA تحت بار، محل حمل و مدت زمان حمل کوله پشتی



نمودار ۳. تغییرات زاویه SSPA تحت بار، محل حمل و مدت زمان حمل کوله پشتی

نمودار ۴. تغییرات زاویه TA تحت بار، محل حمل و مدت زمان حمل کوله پشتی

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات حاکی از آن است که پاسچر راست انسان، منعکس‌کننده حداقل میزان تنش عضلانی موردنیاز جهت حفظ وضعیت بدن در فضا است و فشارهای ضد جاذبه را در بافت‌های بدن به حداقل می‌رساند. اعتقاد بر این است که این وضعیت در حالت بدون بار حاصل می‌شود، یعنی زمانی که بدن در راستای خط عمودی مرجع قرار

دارد(۳۲). معمولاً اعمال نیروهای خارجی بر روی بدن (چون کوله‌پشتی) با انحراف قامت از راستای عمودی همراه است. از آنجاکه اعمال بار خلفی به دلیل تغییر در مرکز ثقل بدن با تغییر پاسچر بدن همراه است، به نظر می‌رسد که روش کارآمد حمل کوله‌پشتی (که با حداقل استرس بر روی بافت‌های ستون همراه باشد) روشی است که با حداقل اعمال فشار بر روی ستون فقرات و قرار گرفتن کوله‌پشتی در نزدیکی مرکز ثقل بدن همراه باشد (۴). نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که صرف‌نظر از محل قرارگیری کوله‌پشتی، حمل کوله‌پشتی با وزن ۱۵٪ وزن بدن در مقایسه با وضعیت پایه بدون بار و کوله‌پشتی‌های با وزن ۵ و ۱۰ درصد وزن بدن باعث افزایش معنی‌داری زوایای CVA،CHA و TA می‌شود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات چانسیرینوکور^۱ و همکاران (۲۰۰۱)، گریمر^۲ و همکاران (۲۰۰۲) و هانگ^۳ و چونگ (۲۰۰۳) و پاسکو^۴ و همکاران (۱۹۹۷) همخوانی دارد (۲۷،۸،۳-۲۹)، اما با نتایج تحقیقات هانگ و چونگ (۱۹۹۹) و هانگ و لی (۲۰۰۱) همخوانی ندارد (۸). احتمالاً دلیل عدم همخوانی نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق هانگ و چونگ (۱۹۹۹) و هانگ و لی (۲۰۰۱) این می‌باشد که آزمودنی‌های تحقیق حاضر را کودکان دبستانی (با میانگین $11/5 \pm 1/6$ سال) تشکیل می‌دهد، درحالی‌که آزمودنی‌های تحقیق‌های مذکور را به ترتیب بزرگسالان و نوجوانان دبیرستانی تشکیل می‌دهد. این انحراف پاسچر در آزمودنی‌های تحقیق حاضر می‌تواند حاکی از آن باشد که میزان وزنی که قبلاً ۱۵٪ توصیه‌شده است (۲۰) برای کودکان مقطع ابتدایی بیش‌ازحد سنگین است. رامپراساد^۵ و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مطالعه‌ای مشابه با تحقیق حاضر گزارش نمودند که با افزایش وزن کوله‌پشتی زاویه CV کوچک‌تر می‌شود که نشان‌دهنده جابجایی وضعت سر به سمت جلو در پاسخ به وزن کوله‌پشتی است. جابجایی راستای گردن ممکن است باعث اختلال عملکرد عضلانی و فشار بر روی مفاصل و بافت‌های نرم اطراف گردن شود. پاسچر سر به جلو به‌عنوان علت عمده بسیاری از اختلالات اسکلتی-عضلانی در بزرگسالان گزارش شده است. زاویه CV کوچک‌تر یا سر به جلو با ناتوانی بیشتر گردن، سردردهای تنشی، سندرم‌های گردنی، اختلالات مفصل فکی-گیج گاهی، بروز دردهای بین کتفی و غیره را افزایش می‌دهد. روسکو^۶ (۱۹۸۹) تأثیر وزن و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی مدرسه را بر روی راستای ستون فقرات و انحراف شانه دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۷ سال بررسی کرده و گزارش نموده است که روش‌های مختلف حمل کوله‌پشتی، سطح تحصیلات، وزن و مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی تأثیری بر روی راستای ستون فقرات دانش‌آموزان ندارند، درحالی‌که دو متغیر اول یعنی وضعیت حمل کوله‌پشتی و وزن آن راستای شانه دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۰). پاسکو و همکاران (۱۹۹۷) نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که حمل کوله‌پشتی با وزن ۱۷٪ از وزن بدن در کودکان ۱۱ تا ۱۳ سال باعث متمایل شدن سر به سمت جلو می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (۲۹). این یافته‌ها نشان می‌دهد که راستای بدنی دانش‌آموزان دبیرستانی به باری معادل با ۱۵٪ از وزن بدن حساس بوده و از این فرضیه که بارهای سنگین یک اثر معنی‌دار بر راستای بدنی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی دارد حمایت می‌کند. چو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که کوله‌پشتی با وزن ۱۵ درصد از وزن بدن منجر به تغییر پاسچر قابل‌توجهی در ستون فقرات شده و قرار دادن کوله‌پشتی در ناحیه مهره سینه‌ای

1 - Chansirinukor
2 - Grimmer
3 - Hong
4 - Pascoe
5 - Ramprasad
6 - Ruscoe

دوازدهم منجر به حداقل انحراف پاسچرال می‌شود (۳۱). به نظر تغییرات زاویه‌ای مشاهده‌شده ناشی از تغییرات تنظیمی است که جهت حفظ مرکز گرانش بدن برای سازگاری با یک بار خلفی در زوایای مفصلی رخ می‌دهد. نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان داد که بین تأثیر کوله‌پشتی با وزن ۱۰٪ وزن بدن با وضعیت پایه بدون کوله‌پشتی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. لذا این فرضیه که وزن کوله‌پشتی باید معادل با ۱۰٪ از وزن بدن محدود باشد موردپذیرش قرار می‌گیرد. ول و کلیمت^۱ (۱۹۷۷) توصیه نموده‌اند که کوله‌پشتی یک دانش‌آموز نباید از ۱۰٪ وزن بدن او تجاوز کند (۳۶). به نظر می‌رسد، مقدار وزنی که دانش‌آموزان ابتدایی ضمن حفظ راستای قامتی طبیعی‌شان قادر به حمل هستند باید ۱۰٪ از وزن بدن آن‌ها باشد.

یکی از اولین و مهم‌ترین تصمیم‌گیری‌ها جهت حمل کوله‌پشتی، قرار دادن آن در یک محل مناسب در بخش خلفی ستون فقرات است. آگاهی از محل قرارگیری کوله‌پشتی در ناحیه خلفی ستون فقرات باعث می‌شود که خستگی و تغییرات سازشی ستون فقرات به حداقل برسد. نتایج تحقیق نشان داد که زوایای TA و CVA در افرادی که کوله‌پشتی را در ناحیه فوقانی ستون فقرات (T12) حمل می‌کنند نسبت به افرادی که کوله‌پشتی را در ناحیه تحتانی ستون فقرات (L3) حمل می‌کنند بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که قرار دادن کوله‌پشتی در ناحیه تحتانی ستون فقرات (L3) ممکن است تغییر در وضعیت و انحنای ستون فقرات را به حداقل برساند. همسو با نتایج تحقیق حاضر براکلی و همکاران (۲۰۰۹) بیان نموده‌اند که هرچند که بین محل قرارگیری کوله‌پشتی در هر یک از شرایط آزمون در میزان تمایل بدن به سمت جلو (TFL) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما نتایج CVA نشان دهنده آن است که قرارگیری کوله‌پشتی در پایین نسبت به بالای ستون فقرات برای هر دو حالت ایستادن ساکن و بعد از ۱۰۰۰ متر پیاده‌روی بهتر است. نتایج زاویه لوردوز کمری (LA) در مطالعه براکلی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که قرار دادن کوله‌پشتی در بالا و پایین ستون فقرات ممکن است بهتر از قرار دادن کوله‌پشتی در بخش میانی ستون فقرات باشد. قابل ذکر است که در مطالعه براکلی و همکاران (۲۰۰۹) تنها قرار گرفتن کوله‌پشتی در پایین ستون فقرات بود که LA را تحت تأثیر قرار نمی‌داد. گریمر و همکاران (۲۰۰۲) نیز قرار دادن کوله‌پشتی در پایین ستون فقرات (در سطح L3) را توصیه می‌کنند. آنها جابجایی افقی لندمارک‌های آناتومیکی نواحی مختلف بدن را تنها در وضعیت استاتیک بررسی کرده و گزارش نمودند که قرار دادن کوله‌پشتی در ناحیه T7 نسبت نواحی T12 و L3 با جابجایی خطی بیشتری همراه است (۴). فرانک و همکاران نیز در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که با حمل کوله‌پشتی در انتهای تحتانی ستون فقرات باعث به حداقل رسیدن اعمال نیرو بر روی شانه و ستون فقرات سینه‌ای می‌شود (۳۵). مکی^۲ و همکاران نیز نشان دادند که وزن کوله‌پشتی، استفاده از کمربند دور کمر و بلند بودن بند کوله‌پشتی منجر به اعمال فشار کمتری بر روی شانه‌های دانش‌آموزان می‌شد (۳۶). قابل ذکر است این مطالعه بر روی کوله‌پشتی بزرگ‌سالان انجام شده است که در آن کمربند دور کمر نیز مورداستفاده قرار گرفت و ممکن است قابل مقایسه با کوله‌پشتی کودکان بدون یک کمربند دور کمر نباشد. به نظر می‌رسد قرار دادن کوله‌پشتی در بالای ستون فقرات باعث حداکثر واکنش تطبیقی در راستای بدن می‌شود. در حالی که قرار گرفتن کوله‌پشتی در پایین ستون فقرات باعث شده که بار به مرکز ثقل بدن فرد نزدیک تر باشد در نتیجه به نظر می‌رسد جهت حفظ وضعیت بدن در فضا نیاز به تنظیمات پاسچرال کمتری باشد.

1 - Voll and Klimt

2 - Mackie

از آنجا که هدف از به‌کارگیری کوله‌پشتی، حمل بار است، در نتیجه بررسی تأثیر مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی نسبت به ارزیابی حمل کوله‌پشتی در حین ایستادن ریلکس آزمون واقعی‌تری را فراهم می‌کند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی باعث افزایش معنی‌داری زوایای TA و LLA می‌شود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق براکلی^۱ و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی درحالی‌که با نتایج تحقیق ارولوف و همکاران همخوانی ندارد (۳۲). نگرینی و نگرینی (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای گزارش نمودند که حمل کوله‌پشتی ۸ کیلوگرمی به مدت ۷ دقیقه باعث تغییر راستای ستون فقرات دانش‌آموزان با میانگین سنی ۱۲/۵ سال می‌شود، طوری که باعث کاهش لوردوز کمری و کایفوز سینه‌ای و افزایش تمایل تنه به سمت جلو می‌شود (۳۹). اما پس از حذف حمل بار، به‌جز انحنای لوردوز کمری بقیه تغییرات به حالت اول برمی‌گردد. ارولوف و رپ^۲ (۲۰۰۴) (۳۴) نیز در تحقیقی تأثیر مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی را بر روی ستون فقرات، راستای سر، تنه و انحنای ستون فقرات (ستون فقرات سینه‌ای و کمری) ۲۵ زن بزرگسال بعد از ۳ دقیقه (حالت استراحت) و ۲۱ دقیقه راه رفتن (شرایط خستگی خفیف) با یک کوله‌پشتی ۹ کیلوگرمی با یک سرعت ثابت (۱/۷۹ متر در ثانیه) مورد بررسی قرار دادند. با وجود اینکه تغییر معنی‌داری در پاسچر سر و تنه این افراد مشاهده نشد، آن‌ها مشاهده نمودند که پس از ۲۱ دقیقه پیاده‌روی انحنای سینه‌ای این افراد به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد. آن‌ها در این رابطه گزارش نمودند که در مطالعه اثر حمل بار بر روی ستون فقرات، نباید ستون فقرات را به‌عنوان یک ساختار سفت‌وسخت در نظر گرفت. بدیهی است که راه رفتن با کوله‌پشتی نسب به حالت ایستاده اولیه باعث افزایش تمایل تنه به سمت جلو و به‌نوبه افزایش زاویه TA می‌شود.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مدت‌زمان حمل کوله‌پشتی همراه با فلکشن تنه و کاهش توانایی کنترل راستای ستون فقرات به میزان قابل‌توجهی تمایل تنه به سمت جلو را افزایش می‌دهد. نتایج نشان داد که پاسچر تنه و کنترل حرکتی به‌سرعت و به میزان قابل‌توجهی تحت تأثیر مدت‌زمان حمل بار قرار می‌گیرند.

References:

1. Chow DH-K, Hin CK-F. Carry-over effects of backpack carriage on trunk posture and repositioning ability. *Int J* [Internet]. Elsevier Ltd; 2011 Sep [cited 2013 Oct 11];41(5):530–5.
2. Korovessis P, Koureas G, Zacharatos S, Papazisis Z. Backpacks, back pain, sagittal spinal curves and trunk alignment in adolescents: a logistic and multinomial logistic analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. LWW; 2005;30(2):247–55.
3. Chansirinukor W, Wilson D, Dansie B. Effects of backpacks on students: measurement of cervical and shoulder posture. *Aust J Physiother* [Internet]. Australian Physiotherapy Association; 2001 [cited 2013 Oct 4];47(2):110–20.
4. Grimmer K, Dansie B. Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskelet ...* [Internet]. 2002 [cited 2013 Oct 11];3:1–10.
5. Singh T, Koh M. Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. *Gait Posture*. 2009;29(1):49–53.
6. Hong Y, Brueggemann G-P. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait Posture*. Elsevier; 2000;11(3):254–9.

1 - Brackley

2 - Orloff and Rapp

7. Chow DHK, Kwok MLY, Au-Yang ACK, Holmes AD, Cheng JCY, Yao FYD, et al. The effect of backpack load on the gait of normal adolescent girls. *Ergonomics*. Taylor & Francis; 2005;48(6):642–56.
8. Hong Y, Li J. Movement Kinematics of Treadmill Walking Under Load Carriage in 6-year-old children—A preliminary report. *ISBS-Conference Proceedings Archive*. 2001.
9. Birrell SA, Haslam RA. The effect of military load carriage on 3-D lower limb kinematics and spatiotemporal parameters. *Ergonomics*. Taylor & Francis; 2009;52(10):1298–304.
10. LaFiandra M, Wagenaar RC, Holt KG, Obusek JP. How do load carriage and walking speed influence trunk coordination and stride parameters? *J Biomech*. Elsevier; 2003;36(1):87–95.
11. Foissac M, Millet GY, Geysant A, Freychat P, Belli A. Characterization of the mechanical properties of backpacks and their influence on the energetics of walking. *J Biomech*. Elsevier; 2009;42(2):125–30.
12. Motmans R, Tomlow S, Vissers D. Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*. Taylor & Francis; 2006;49(2):127–38.
13. Heller MMF, Challis JJH, Sharkey NNAN. Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. *Gait Posture* [Internet]. Elsevier; 2009 Jul [cited 2013 Oct 11];30(1):115–7.
14. Legg SJ, Cruz CO. Effect of single and double strap backpacks on lung function. *Ergonomics*. Taylor & Francis; 2004;47(3):318–23.
15. 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*. Taylor & Francis; 2007;50(5):728–42.
16. Li X, Aruin AS. The effect of short-term changes in body mass distribution on feed-forward postural control. *J Electromyogr Kinesiol*. Elsevier; 2009;19(5):931–41.
17. Ramprasad M, Alias J, Raghuvveer A. Effect of backpack weight on postural angles in preadolescent children. *Indian Pediatr* [Internet]. 2010 [cited 2013 Oct 11];(4).
18. Talbott NR. The Effect of the Weight, Location and Type of Backpack on Posture and Postural Stability of Children [Internet]. [University of Cincinnati]: University of Cincinnati; 2005.
19. Brackley H, Stevenson J, Selinger J. Effect of backpack load placement on posture and spinal curvature in prepubescent children. *Work A J Prev ...* [Internet]. 2009 [cited 2013 Oct 11];32:351–60.
20. Hoseini H. The effect of backpacks with load condition on EMG activity of rectos abdominals and erector spinal muscles in primary school. *Olympic Mag*. 2011;3:56–9.
21. Hong Y, Li J-X, Fong DT-P. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. *J Electromyogr Kinesiol*. Elsevier; 2008;18(6):990–6.
22. Nylund T, Mattila VM, Salmi T, Pihlajamäki HK, Mäkelä JP. Recovery of brachial plexus lesions resulting from heavy backpack use: A follow-up case series. *BMC Musculoskelet Disord*. BioMed Central Ltd; 2011;12(1):62.
23. Chow DHK, Ting JML, Pope MH, Lai A. International Journal of Industrial Ergonomics Effects of backpack load placement on pulmonary capacities of normal schoolchildren during upright stance. *Int J Ind Ergon* [Internet]. Elsevier Ltd; 2009;39(5):703–7.
24. 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 [Internet]. BioMed Central Ltd; 2002 [cited 2013 Oct 11];3(1):10.
25. Al-Khabbaz YSSM, Shimada T, Hasegawa M. The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture. *Gait Posture* [Internet]. 2008 Aug [cited 2013 Oct 11];28(2):297–302.
 26. Brackley HM, Stevenson JM. Are children's backpack weight limits enough?: A critical review of the relevant literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. LWW; 2004;29(19):2184–90.
 27. Chow DHK, Kwok MLY, Cheng JCY, Lao MLM, Holmes AD, Au-Yang A, et al. The effect of backpack weight on the standing posture and balance of schoolgirls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. *Gait Posture* [Internet]. 2006 Oct [cited 2013 Oct 11];24(2):173–81.
 28. Haselgrove C, Straker L, Smith A, O'Sullivan P, Perry M, Sloan N. Perceived school bag load, duration of carriage, and method of transport to school are associated with spinal pain in adolescents: an observational study. *Aust J Physiother*. Elsevier; 2008;54(3):193–200.
 29. Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DI. The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. *Ergonomics*. Taylor & Francis; 2001;44(9):819–24.
 30. McEvoy MP, Grimmer K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC Musculoskelet Disord*. BioMed Central Ltd; 2005;6(1):35.
 31. Raine S, Twomey LT. Head and shoulder posture variations in 160 asymptomatic women and men. *Arch Phys Med Rehabil*. Elsevier; 1997;78(11):1215–23.
 32. Kendall FP, Provance PG, McCreary EK. *Muscles, testing and function: with posture and pain* [Internet]. Baltimore: Md: Williams & Wilkins. Baltimore: Md: Williams & Wilkins; 2005 [cited 2013 Oct 4].
 33. Hong Y, Cheung C-K. Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait Posture*. Elsevier; 2003;17(1):28–33.
 34. Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim D-M, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*. Taylor & Francis; 1997;40(6):631–40.
 35. Ruscoe G. *The effect of unilateral load carriage on adolescent posture*. Curtin University of Technology, Perth; 1989.
 36. Voll HJ, Klimt F. Strain in children caused by carrying schoolbags (author's transl). *Offentl Gesundheitswes*. 1977;39(7):369.
 37. Frank E, Stevenson JM, Stothart P. The effect of load placement on static posture and reaction forces in youth. *Med Sci Sport Exerc*. LWW; 2003;35(5):S21.
 38. Mackie HW, Stevenson JM, Reid SA, Legg SJ. Kinetic demands on the shoulder during different simulated school load carriage conditions. *Appl Ergon*. 2005;36:188–206.
 39. Negrini S, Negrini A. Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of schoolchildren. *Scoliosis* [Internet]. 2007 Jan [cited 2014 Sep 25];2:8.
 40. Orloff HA, Rapp CM. The effects of load carriage on spinal curvature and posture. *Spine (Phila Pa 1976)*. LWW; 2004;29(12):1325–9.