المپیک
فصلنامه
سال بیستم- شماره ۳ (پیاپی ۵۹) پاییز ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۶
تاریخ تصویب: ۹۱/۴/۱۲

اثر حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلف بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مستقیم شکمی و راست‌کنندهٔ ستون فقرات کمری در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی

❖ **سید حسین حسینی**؛ دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی*
❖❖ **ابوالفضل خوری**؛ کارشناس‌ارشد تربیت بدنی
❖❖❖ **سیامک امیریان**؛ کارشناس‌ارشد آسیب‌شناسی ورزشی
❖❖❖❖ **محمد سیاوشی**؛ عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور
❖❖❖❖❖ **علی عبدالمحمدی**؛ کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزش

چکیده: تحقیق حاضر با هدف مطالعهٔ اثر حمل کوله‌پشـتی‌های با اوزان مختلف، بر فعالیت الکترومایوگرافیکی عضلات مستقیم شکمی (RA) و راست‌کنندهٔ ستون فقرات (ES) کمری دانش‌آموزان پسر مقطع ابتدایی انجام شده است. بدین منظور، ۲۲ دانش‌آموز با میانگین سن ۹/۱ سال به صورت تصادفی انتخاب شدند. فعالیت الکترومایوگرافی این عضلات به طور دوطرفه پس از پانزده دقیقه حمل کوله‌پشتی با اوزان ۹/۵، ۱۱، ۱۲/۵ و ۱٤ درصد وزن بدن، با سرعت ۱/۱ متر بر ثانیه بر روی نوارگردان در طول یک دقیقه ایستادن مستقیم با استفاده از دستگاه EMG ۸ کاناله ثبت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از ANOVA با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی توکی نشان داد حمل کوله‌پشتی معادل ۱۲/۵ و ۱٤ درصد وزن بدن سبب کاهش معنادار فعالیت عضله ES (P<۰/۰۰۳)، افزایش معنادار فعالیت عضلهٔ RA (P>۰/۰۰۱) و فعالیت ناهمسـان بخش‌های چپ و راسـت عضلهٔ RA (P<۰/۰۱) می‌شود. حمل اوزانی معادل ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن تغییر معناداری در سطح فعالیت EMG هیچ‌کدام از این دو عضله ایجاد نمی‌کند (P>۰/۰۵). همچنین، فعالیت عضلهٔ ES هنگام حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلف بین طرف چپ و راست بدن همسان است (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج پژوهش حاضر، اوزانی معادل ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن به ترتیب وزن مطلوب و حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان مقطع ابتدایی پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: دانش‌آموز ابتدایی، فعالیت عضله، کوله‌پشتی، EMG

* **E.mail : Hoseini.papers@gmail.com**

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کاهش فعالیت بدنی و استفاده از ابزار و امکانات متفاوت در زندگی روزمره امری اجتناب‌ناپذیر است و آدمی را در معرض انواع بیماری‌ها و تغییر شکل بدن قرار می‌دهد. بنابراین، مطالعه و پیشنهاد استانداردهای لازم در این تجهیزات و نیز مطالعهٔ چگونگی اثر استفاده از این ابزار بر سلامت کاربران مهم است. کوله‌پشتی یکی از ابزارهای شایع و محبوب در میان اقشار متفاوت جامعه به‌خصوص دانش‌آموزان کودک و نوجوان است.

در تحقیقات متنوعی گزارش شده کوله‌پشتی در میان روش‌های متفاوت حمل وسایل مدرسه (از قبیل کیف شانه‌ای، کیف دستی، کیف چرخدار، کولهٔ جلویی و جزآن) از محبوبیت و شیوع بیشتری برخوردار است (۱، ۲، ۶، ۸، ۲۷ و ۲۸). همچنین، در تحقیقات حسینی و همکارانش (۱،۲) رایج‌ترین کیف مدرسه‌ای در بین دانش‌آموزان، به ترتیب کوله‌پشتی، کیف شانه‌ای و کیف دستی گزارش شده است. طبق تحقیقات این محققان، کوله پشتی کمترین تغییرات فیزیولوژیایی منفی (۱)، همچنین کمترین ناهمسانی فعالیت عضلانی را بین بخش‌های چپ و راست عضلات تنه (۲) نسبت به سایر کیف‌ها دارد.

آثار بلندمدت حمل این کیف‌ها بر بدن تاکنون شناخته نشده، با این حال فشار ناشی از حمل کیف‌های سنگین ممکن است در شیوع ناهنجاری‌های عضلانی- اسکلتی در میان دانش‌آموزان تأثیر داشته باشد (۱۳، ۲۱) و به انحراف دائمی پوسچر (۷)، همچنین عدم کنترل تعادل پوسچر (۹) بینجامد. از جملهٔ این آثار نامطلوب می‌توان به اثر حمل کوله‌پشتی‌های سنگین در ایجاد پوسچرهای کایفوزیس، اسکولیوزیس (۱۲، ۲۹، ۳۲) و سر به جلو (۱۵) اشاره کرد. علاوه بر نوع کیف‌های مورد استفاده، وزن و مدت زمان حمل آن‌ها و نیز محل قرارگیری کیف بر پشت کاربر از عوامل بروز این مشکلات‌اند (۸، ۱۴، ۲۴، ۲۸، ۲۹).

آثار حمل کوله‌پشتی از جنبهٔ فیزیولوژیایی و پاتولوژیایی مطالعهٔ بسیار شده است. همچنین، بررسی این موضوع به ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه متخصصان بیومکانیک بوده است (۷، ۹، ۱۱، ۲۶، ۲۹، ۳۲). از آن جمله می‌توان به آثار منفی حمل کوله‌پشتی‌های سنگین بر بیومکانیک راه رفتن اشاره کرد (۱۸، ۲۶، ۲۸). لیکن کمبود مطالعات میوالکتریکی و تغییرات فعالیت عضلانی در این مورد به شدت احساس می‌شود.

برخی محققان به بررسی تغییرات فعالیت EMG عضلات هنگام حمل مدل‌های مختلف کیف‌های مدرسه‌ای پرداخته‌اند. موتمنز و همکارانش (۱۹) فعالیت عضلات تنه را هنگام حمل کوله‌پشتی، کولهٔ جلویی، کولهٔ دومحفظه‌ای و کیف شانه‌ای بررسی کردند. این محققان بین حمل کولهٔ دومحفظه‌ای و وضعیت بدون کیف اختلاف معناداری را در فعالیت EMG عضلات تنه گزارش نکردند.

حسینی و همکارانش (۲) در پژوهشی به بررسی تغییرات الکترومایوگرافیکی عضلات تنهٔ دانش‌آموزان هنگام حمل کیف‌های رایج مدرسه‌ای پرداختند. این محققان پیشنهاد کردند کوله‌پشتی بهترین نوع کیف مدرسه‌ای توصیه می‌شود، زیرا حمل آن ناهمسانی فعالیت عضلانی و نیز فشار ناشی از حمل کیف‌های مدرسه‌ای را به حداقل می‌رساند.

Archive of SID
www.SID.ir

با وجود این، از این تحقیقات مشخص نیست که حداقل و حداکثر وزن کوله‌پشتی چه میزان باشد که ضمن ایجاد کمترین تغییرات منفی در فعالیت EMG عضلات، جوابگوی نیازهای دانش‌آموزان (فضای کافی برای لوازم آموزشی و شخصی ضروری) نیز باشد.

شمار تحقیقاتی که به بررسی اثر حمل کوله‌پشتی با اوزان مختلف بر فعالیت EMG عضلات پرداخته‌اند بسیار اندک است. هونگ و چئونگ (۱۷) پاسخ‌های EMG عضلات ناحیهٔ پشت دانش‌آموزان دبستانی را در حین حمل کوله‌پشتی‌های مدرسه بررسی کرده‌اند. همچنین، هونگ و لی (۱۸) اثر حمل کوله‌پشتی با اوزان ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن را بر فعالیت عضلات تنه در کودکان ۶ سالهٔ چینی مطالعه کردند. آن‌ها افزایش فعالیت عضلهٔ ذوزنقه‌ای را پس از پانزده دقیقه حمل کوله‌پشتی ۱۵٪ وزن بدن گزارش کردند.

با این حال این تحقیقات جوابگوی مشکلات دانش‌آموزان دبستانی ایرانی نیست، زیرا مطابق نورم مربوط به وزن کوله‌پشتی که در سال ۱۳۸۹ دانشمندی و همکارانش (۶) تعیین کردند، حمل بار ۱۵ و ۲۰ درصد وزن بدن در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی ایران چندان رایج نیست، لذا لازم است به مطالعهٔ اوزانی پرداخت که در دانش‌آموزان ایرانی به طور رایج حمل می‌شوند. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلف بر فعالیت الکترومایوگرافیکی عضلات مستقیم شکمی و راست‌کنندهٔ ستون فقرات کمری در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی انجام شده است.

روش شناسی

آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های تحقیق حاضر ۲۵ داوطلب جامعهٔ آماری دانش‌آموزان پسر مقطع ابتدایی بودند (از هر پایهٔ تحصیلی، ۵ نفر) که به صورت تصادفی هدفدار از بین افراد راست‌دست انتخاب شدند. پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتری و وزن کوله‌پشتی همهٔ آزمودنی‌ها، محققان ۱ نفر از آن‌ها را به دلیل ترس از اجرای آزمون‌ها و ۲ نفر دیگر را به دلیل عدم رضایت والدین از آزمون‌های آزمایشگاهی حذف کردند. ویژگی‌های آنتروپومتری و وزن کوله‌پشتی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمودنی‌ها همگی سالم بودند و هیچ مشکل عضلانی- اسکلتی احتمالی و مانع اجرا نداشتند. به منظور رعایت اصول اخلاقی در مورد استفاده از آزمودنی‌های نابالغ، پس از آگاه ساختن والدین و اولیای مدارس از نحوهٔ انجام آزمون‌ها و کاربرد نتایج حاصل، از مدیران مدارس، دانش‌آموزان داوطلب و والدین آن‌ها رضایت‌نامهٔ کتبی برای شرکت در مراحل انجام پژوهش اخذ شد. علاوه بر این، محققان تعهدنامه‌ای را مبنی بر موارد زیر امضا کردند: حمایت و مراقبت از دانش‌آموزان و نظارت مستمر و کامل بر آن‌ها هنگام اجرای آزمون‌ها، اهدای کوله‌پشتی استاندارد به هر یک از آن‌ها پس از اجرای موفقیت‌آمیز تحقیق، و دادن گزارشی حاوی وضعیت پیکرسنجی دانش‌آموزان، نتایج تحقیق و کاربردهای آن و نکاتی دربارهٔ چگونگی استفاده از کوله‌پشتی به والدین آن‌ها. آزمودنی‌ها پس از آشنایی با محیط آزمایشگاه و نحوهٔ صحیح راه رفتن

www.SID.ir

جدول ۱. مشخصات آنتروپومتری آزمودنی‌ها (n=۲۵)

ویژگی	Mean ± SD
سن (سال)	۹/۱±۱/۵
وزن (کیلوگرم)	۳۳/۹±۹/۴
قد (سانتی‌متر)	۱۳۶/۴±۱۰/۱
شاخص تودهٔ بدنی ($kg.m^{-2}$)	۱۷/۹±۲/۹
وزن کوله‌پشتی (٪ وزن بدن)	٪۱۱±٪۱/۵

روی نوارگردان و نیز دادن توضیحاتی در مورد نحوهٔ اجرای تست‌ها و تکلیف هر یک از دانش‌آموزان، با هماهنگی قبلی در روز آزمون حضور یافتند.

طرح، وزن و محتویات کوله‌پشتی

کوله‌پشتی استفاده شده در این پژوهش عبارت از نوعی کیف بود که از سطح فوقانی با دو تسمه که از روی هر دو شانه می‌گذشت و اندکی پایین‌تر از شانه‌ها از زیر بغل عبور می‌کرد، سپس در پشت فرد به انتهای تحتانی کیف متصل می‌شد، بر پشت شخص محکم و استوار می‌شد. میانگین وزن نسبی کوله‌پشتی در پژوهش حاضر ۱۱٪ وزن بدن آزمودنی‌ها بود. برای مطالعهٔ موضوع از چهار وزن کوله‌پشتی شامل میانگین (۱۱٪ وزن بدن)، ۱ واحد انحراف معیار کمتر از میانگین (۹/۵٪)، ۱ واحد انحراف معیار بیش از میانگین (۱۲/۵٪) و ۲ واحد انحراف معیار بیش از میانگین (۱۴٪) استفاده شد.

از مطالعهٔ اوزان پایین‌تر از ۹/۵٪ و بالاتر از ۱۴٪ وزن بدن اجتناب شد، زیرا اولاً وزنی کمتر از ۹/۵٪ وزن بدن دانش‌آموزان ابتدایی نمی‌تواند همهٔ لوازم آموزشی و شخصی ضروری آن‌ها را شامل شود. ثانیاً مطابق با تحقیقات انجام شدهٔ اخیر در داخل کشور که به تهیهٔ نورم وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان ایرانی پرداخته‌اند (۵، ۶)، درصد بسیار کمی از دانش‌آموزان مقطع ابتدایی در ایران کوله‌پشتی‌هایی با وزنی کمتر از ۹/۵٪ یا بیشتر از ۱۴٪ وزن بدن خود را حمل می‌کنند. کوله‌پشتی‌ها توسط محققان با کتاب، دفتر، قلم و سایر لوازم آموزشی و نیز خوراکی‌ها و نوشیدنی‌های مورد استفادهٔ دانش‌آموزان تا جایی پر می‌شد که به وزن‌های مورد نظر برسد.

پروتکل تحقیق

پروتکل تحقیق به‌صورت راه رفتن بر روی نوارگردان (MED, COSMED, Rome, Italy-۱۵۰)، با شیب صفر درجه و سرعت ۱/۱ متر بر ثانیه (۳، ۴) و به مدت ۱۵ دقیقه تعریف شد. هر آزمودنی در چهار آزمون شرکت کرد: حمل کوله‌پشتی معادل میانگین (۱۱٪ وزن بدن)، حمل کوله‌پشتی معادل ۱ واحد انحراف معیار سبک‌تر از میانگین (۹/۵٪ وزن بدن)، حمل کوله‌پشتی معادل ۱ واحد انحراف معیار سنگین‌تر از میانگین (۱۲/۵٪ وزن بدن) و حمل کوله‌پشتی معادل ۲ واحد انحراف معیار سنگین‌تر از میانگین (۱۴٪ وزن بدن). ترتیب اجرای آزمون‌ها تصادفی بود و هر دانش‌آموز در هر روز فقط یکی از آزمون‌های چهارگانه را اجرا می‌کرد. بلافاصله پس از پانزده دقیقه حمل کوله‌پشتی در هر یک از شرایط وزنی، آزمودنی‌ها به‌طور مستقیم با فاصلهٔ پاهای تقریباً برابر با فاصلهٔ بین دو زایدهٔ آخرمی کتف چپ و راست (۱۹)، ثابت ایستاده و فعالیت EMG

www.SID.ir

عضلات مستقیم شکمی و راست‌کنندهٔ ستون فقرات کمری آن‌ها در طول یک دقیقه ایستادن مستقیم ثبت شـد. پس از پانزده دقیقه راه رفتن بدون کیف نیز به منظور کنترل و مقایسـه، بار دیگـر این اندازه‌گیری انجام شد.

اندازه‌گیـری و تحلیـل سـیگنال‌های EMG

عضلات مورد بررسی در پژوهش حاضر عبارت بود از عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون فقرات(ES)[1] کمری و عضلهٔ مسـتقیم شـکمی(RA)[2]. محل قـرار دادن الکترودهـای سـطحی در این دو عضلـه به صورت زیر بود: عضلهٔ راسـت‌کنندهٔ ستون فقرات کمری در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متری از زائدهٔ خاری مهرهٔ سوم کمری به هر دو طـرف (۲۲). محل این عضلات را محققان علامت‌گذاری کردند. سـطح پوسـت بدن در چهار نقطهٔ تعیین‌شـده با اسـتفاده از پنبه و الکل تمیز شد. سـپس، الکترودها با اسـتفاده از چسـب الکترولیتی بر روی محل‌های تعیین‌شـده قرار داده شـد. جهت الکترودهـا تقریباً موازی بـا جهت فیبرهای عضلات مذکور تنظیم شـد. فعالیـت EMG عضلات ES و RA در هر دو طرف چپ و راسـت بدن، بلافاصله پـس از اجرای هر آزمـون در طول یـک دقیقه در وضعیت ایستا با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی هشـت کانالـه (Muscle EMG Tester, ME۳۰۰۰P۸ ,Electronics LTD, Finland) ثبت شـد. سـپس، سـیگنال‌های ثبت‌شـده به رایانهٔ متصل به دسـتگاه EMG منتقل شـد و بـا نرم‌افزار ویـژهٔ تحلیل اطلاعات خـام EMG (SPATOL, Divergent, Compiegne, France) تجزیه و تحلیل و به داده‌های قابل استفاده تبدیل شد.

برای ارائهٔ شـکلی واضح از داده‌های EMG و مقایسه و تفسـیر اختلاف‌ها، میانگین مقادیر EMG حاصل از وضعیت بدون کیف پایه و مرجع (۱۰۰٪) در نظر گرفته شـد. سپس، میانگین داده‌های به‌دست آمده هنگام حمل کوله‌پشـتی در هر یک از شرایط وزنی مختلـف به‌صورت درصدی از میانگین مقادیر EMG در وضعیت بدون کیف بیان شـد. اختلاف معنادار فعالیت EMG بین بخش‌های چپ و راست هر عضلـه معیار ناهمسـانی (عـدم تقـارن) فعالیت عضلانی در آن عضله در نظر گرفته شد.

روش‌های آماری

بـرای مقایسـهٔ میانگیـن مقادیـر EMG بیـن آزمون‌های مختلف، از تحلیل واریانس (ANONA) بـا اندازه‌گیری‌هـای مکرر اسـتفاده شـد. هرجا بین آزمون‌های مختلف اختلاف معناداری مشـاهده شد، از آزمـون تعقیبی توکی برای تعییـن نقاط معناداری استفاده گردید. برای مقادیر P کوچک‌تر یا مساوی با ۰/۰۵ (P≤۰/۰۵)، فرضیـهٔ صفر مبنی بر عدم معناداری رد شـد و تفاوت‌های موجود معنـادار در نظر گرفته شـدند. همچنین، به‌منظور بررسـی و مقایسهٔ فعالیت EMG بین بخش‌های چپ و راست هر عضله و تعیین همسـانی یا عدم همسانی فعالیت بین این دو بخش، از آزمون ویلکاکسون رانک[3] اسـتفاده شد، زیرا توزیع

1. erector spinae
2. rectus abdominis
3. Wilcoxon Rank Test

www.SID.ir
Archive of SID

این مقادیر طبیعی نیست.

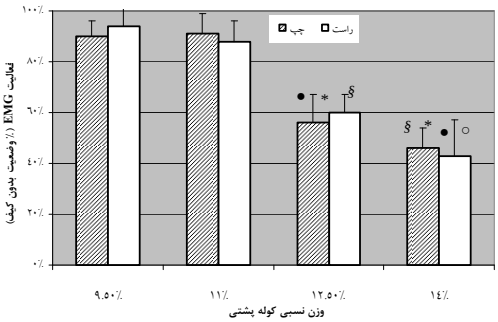
یافته‌ها

فعالیت EMG عضلهٔ ES

اثر حمـل کوله‌پشـتی‌های بـا اوزان مختلف بر فعالیت الکترومایوگرافـی بخش‌های عضلانی چپ و راسـت عضلـهٔ ES کمر را درشـکل ۱ مشـاهده می‌کنید. نتایج نشـان داد بیـن فعالیت EMG عضلهٔ ES هنگام حمل کوله‌پشـتی‌های بـا اوزان مختلف، تفـاوت معناداری وجـود دارد (P=۰/۰۰۰). فعالیت EMG این عضله با افزایش وزن کوله‌پشـتی به‌طور معناداری کاهـش یافت. حمل کوله‌پشـتی با اوزان ۱۲/۵ و ۱۴ درصد وزن بدن فعالیت الکترومایوگرافی عضلهٔ ES کمر را نسـبت به وضعیت راه رفتن بدون کیف، به‌طور معناداری کاهش داد (P<۰/۰۰۳)، اما حمل کوله‌پشـتی‌های با اوزان ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن تغییر معناداری در فعالیت این عضله ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). همچنین، هنگام حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلـف، فعالیت EMG بین دو طرف چپ و راسـت عضلهٔ ES همسان بود (P>۰/۰۵). به عبارت دیگر، فعالیت عضله بین طرف چپ و راست تفاوت معناداری نداشت.

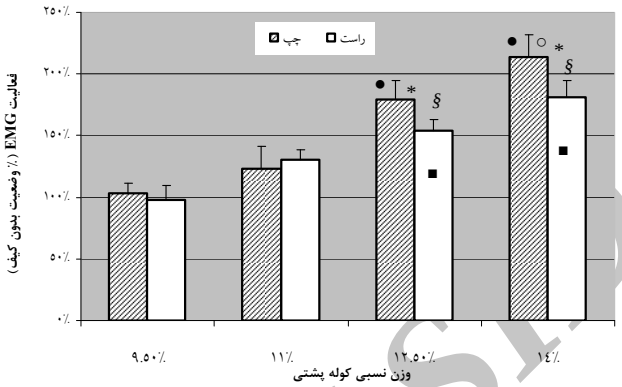
فعالیت EMG عضلهٔ RA

اثر حمـل کوله‌پشـتی‌های بـا اوزان مختلف بر فعالیت الکترومایوگرافی بخش‌های عضلانی چپ و راسـت عضلهٔ مستقیم شکمی درشـکل ۲ درج شده است. نتایج نشان داد بین فعالیت EMG عضلهٔ RA هنگام حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلف، تفاوت معناداری وجـود دارد (P=۰/۰۰۰). فعالیت EMG این عضله با افزایش وزن کوله‌پشتی به‌طور معناداری



شکل ۱. فعالیت EMG بخش‌های چپ و راست عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون فقرات (ES) کمری هنگام حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلف نسبت به وضعیت بدون کیف (*اختلاف معنادار با وضعیت بدون کیف، § اختلاف معنادار با کولهٔ ۹/۵ درصد، ٪ اختلاف معنادار با کولهٔ ۱۱ درصد، ٪ اختلاف معنادار با کولهٔ ۱۲/۵ درصد، ▪ اختلاف معنادار با طرف چپ)

www.SID.ir



شکل ۲. فعالیت EMG بخش‌های چپ و راست عضلهٔ مستقیم شکمی (RA) هنگام حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان مختلف نسبت به وضعیت بدون کیف (* اختلاف معنادار با وضعیت بدون کیف، § اختلاف معنادار با کولهٔ ۹/۵ درصد، § اختلاف معنادار با کولهٔ ۱۱ درصد، o اختلاف معنادار با کولهٔ ۱۲/۵ درصد، ▪ اختلاف معنادار با طرف چپ)

افزایش یافت. حمل کوله‌پشتی با اوزان ۱۲/۵ و ۱۴ درصد وزن بدن فعالیت الکترومایوگرافی عضلهٔ RA را نسبت به وضعیت راه رفتن بدون کیف، به‌طور معناداری افزایش داد ($P<۰/۰۰۱$)، اما حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن تغییر معناداری در فعالیت این عضله ایجاد نکرد ($P>۰/۰۵$). همچنین، هنگام حمل کوله‌پشتی با اوزان ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن، فعالیت EMG عضلهٔ RA بین دو طرف چپ و راست همسان بود ($P>۰/۰۵$). به عبارت دیگر، فعالیت عضله بین دو طرف چپ و راست تفاوت معناداری نداشت. اما هنگام حمل اوزان ۱۲/۵ و ۱۴ درصد وزن بدن، فعالیت این عضله در سمت چپ به‌طور معناداری کمتر از سمت راست بود ($P<۰/۰۱$).

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که نتایج نشان داد، وزن کوله‌پشتی اثر معناداری بر فعالیت EMG عضلات ES و RA دارد، به‌طوری‌که حمل کوله‌پشتی‌های سنگین‌تر به کاهش بیشتری در فعالیت عضلهٔ ES و افزایش بیشتری در فعالیت عضلهٔ RA می‌انجامد. این موضوع به لحاظ بیومکانیکی منطقی است چرا که بار کوله‌پشتی به همراه نیروی جاذبه تمایل دارد تنه را به سمت عقب بکشاند، لذا مرکز ثقل بدن به عقب متمایل می‌شود. در این حالت عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون فقرات فعالیت اندکی خواهد داشت و این فعالیت با افزایش بار خارجی (وزن کوله‌پشتی) کاهش می‌یابد.

در مقابل، عضلهٔ مستقیم شکمی عضلهٔ آگونیست عمل می‌کند و با انقباض کانستریک خود تلاش دارد مانع از هایپراکستنشن تنه و سقوط آن به سمت پشت شود و آن را در وضعیت طبیعی نگه‌دارد. بنابراین، طبیعی است با افزایش بار کوله‌پشتی، مقاومت عضلهٔ مستقیم شکمی نیز افزایش می‌یابد

www.SID.ir
Archive of SID

(۳۲). لذا، نقش اصلی عضلهٔ مستقیم شکمی احتمالاً ایجاد فوروارد فلکشن تنه به منظور توزیع متعادل بار روی پشت است.

از طرف دیگر، عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون فقرات ممکن است عضلهٔ آنتاگونیست عمل کند و فعالیت آن به صورت اکسنتریک ادامه یابد تا مانع از فوروارد فلکشن بیش از حد تنه شود. بنابراین، نقش اصلی عضلهٔ راست‌کننده احتمالاً کمک به تثبیت مفاصل ستون فقرات هنگام حمل کوله‌پشتی است، لذا طبیعی است عمل عضله به عنوان تثبیت کننده، مستلزم فعالیت الکترومایوگرافی کمتری باشد.

این مسئله را می‌توان چنین تفسیر کرد: هنگام حمل بار بر روی پشت، تمایل تنه برای خم شدن به جلو افزایش می‌یابد، زیرا مرکز ثقل بدن به سمت پشت بدن متمایل می‌شود (۳۰). این خم شدن رو به جلو به‌منظور ایجاد تعادل در توزیع وزن بار بر روی پشت صورت می‌گیرد (۱۲، ۲۴). علاوه بر این، بر اثر جابه‌جایی مرکز ثقل بدن به سمت پشت هنگام حمل کوله‌پشتی، عضلات ناحیهٔ قدامی تنه واکنش نشان می‌دهند و با افزایش بیشتری در فعالیت خود، سعی در خنثی‌سازی این حرکت می‌کنند و در برقراری تعادل در ساختمان بالاتنه مؤثرند. این مسئله موجب می‌شود عضلات پشتی کمتر درگیر شوند و عضلات قدامی سخت‌تر کار کنند (۱۰). مجموعهٔ این تغییرات در ساختمان بدن عوامل جبرانی به‌منظور تثبیت مرکز ثقل کلی بدن تلقی می‌شوند (۱۰، ۱۵).

به هر حال در تحقیق حاضر، اثر حمل کوله‌پشتی‌های با اوزان ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن بر فعالیت این عضلات معنادار نبود اما حمل کوله‌پشتی با وزنی بیش از ۱۱٪ وزن بدن تغییرات معناداری را در فعالیت این عضلات ایجاد کرد.

ویتفیلد و همکارانش (۳۱) نشان دادند حمل کیف‌های سنگین‌تر فشار فیزیکی بیشتری بر دانش‌آموزان تحمیل می‌کند. همچنین، یافته‌های کوک و نیومن (۱۰) مؤید نتایج تحقیق حاضر است. آن‌ها در تحقیقی آثار موقعیت بار حملی را بر فعالیت EMG عضلات ناحیهٔ کمر مردان و زنان بررسی کردند و کاهش اندکی را در سطوح فعالیت EMG گروه عضلات راست‌کنندهٔ کمری در حین حمل جعبه‌های با وزن ۱۰٪ و ۲۰٪ وزن بدن بر روی پشت مشاهده کردند.

هونگ و چئونگ (۱۷) پاسخ‌های EMG عضلات پشت دانش‌آموزان دبستانی را در حین حمل کوله‌پشتی‌های مدرسه‌ای بررسی کردند و اظهار داشتند شرایط حمل بارهای مختلف بر درجهٔ خستگی و میزان فعالیت عضلات ذوزنقه‌ای اثرگذار است، در حالی که عامل اثرگذار بر درجهٔ خستگی و میزان فعالیت عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌های کمری، راه رفتن بود. آن‌ها همچنین اظهار داشتند پیمودن مسافت‌های طولانی و حمل بارهای سنگین در کودکان و نوجوانان ممکن است باعث ایجاد درد در قسمت تحتانی کمر و یا بروز مشکلات عضلانی شود.

همچنین، هونگ و لی (۱۸) در تحقیقی دیگر نشان دادند هنگام حمل کوله‌پشتی معادل ۱۵٪ وزن بدن به مدت پانزده دقیقه، فعالیت عضلهٔ ذوزنقه به طور معناداری افزایش می‌یابد و با افزایش وزن کوله‌پشتی به ۲۰٪ وزن بدن، خستگی این عضله تنها پس از پنج دقیقهٔ نخست حمل آشکار می‌شود. سایر محققان نیز افزایش معنادار فعالیت عضلات راست شکمی و

www.SID.ir

ذوزنقه را هنگام حمل کوله‌پشتی معادل ۲۰٪ وزن بدن در دانشجویان ۲۱ ساله گزارش کردند (۳۲).

در تحقیق حاضر، حمل کوله‌پشتی با اوزان ۹/۵ و ۱۱ درصد وزن بدن، به حفظ همسانی فعالیت عضلانی در بخش‌های چپ و راست عضلهٔ مستقیم شکمی منجر شد، در حالی که حمل بارهایی به میزان ۱۲/۵ و ۱۴ درصد وزن بدن به ناهمسانی فعالیت عضلانی بین بخش‌های چپ و راست این عضله منجر شد. با حمل کوله‌های سنگین‌تر، فعالیت EMG بخش راست عضلهٔ RA کمتر از بخش چپ آن بود. شاید علت آن به برتری دست آزمودنی‌ها بستگی داشته باشد. همان‌طور که گفتیم، آزمودنی‌ها همگی راست‌دست بودند، لذا طرف راست آن‌ها احتمالاً به علت توانایی بیشتر برای مقاومت در برابر بارهای خارجی تحت فشار و تنش کمتری قرار می‌گیرد. بنابراین، زمانی که کوله‌پشتی سنگین به هایپراکستنشن تنهٔ کودک راست‌دست می‌انجامد و کودک تلاش می‌کند با ایجاد تنش در عضلات شکمی مانع برهم‌خوردن تعادل خود شود، در عضلهٔ RA طرف راست نسبت به طرف چپ، تنش کمتری ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر، طرف چپ این عضله هنگام حمل بارهای یکسان بر روی پشت بدن تحت فشار بیشتری قرار می‌گیرد، چون ضعیف‌تر از طرف راست است.

محققان پیشنهاد کردند عدم تقارن (ناهمسانی) در فعالیت عضلانی ممکن است نشانه‌ای از عدم پایداری تنه (۲۷) و عاملی برای افزایش درد پشت باشد (۲۳، ۲۵، ۲۷).

بنابراین، فعالیت ناهمسان عضلات هنگام حمل کوله‌پشتی‌های سنگین‌تر به همراه تغییرات وضعیتی ناشی از آن در بلندمدت مضر است. گزارش شده ناهمسانی فعالیت عضلات پشتی و تغییرات ایجاد شده در زوایای تنه را می‌توان علل درد کمر مطرح کرد (۱۶). تحقیقی نشان داد حمل ناموزون بار، به‌ویژه در دانش‌آموزان در حال رشد، به خمیدگی جانبی تنه در سمت عضلات غیرفعال و اعمال فشار به ناحیهٔ کمر منجر می‌شود (۲۰). سایر محققان نیز ایجاد انحرافات پوسچرال دائمی را بر اثر فعالیت ناهمسان عضلات تنه هنگام حمل کوله‌پشتی‌های سنگین گزارش کرده‌اند (۷).

به‌طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد حمل وزنی بیش از ۱۱٪ وزن بدن در کوله‌پشتی به افزایش معنادار فعالیت EMG عضلهٔ مستقیم شکمی و کاهش معنادار فعالیت EMG عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون فقرات ناحیهٔ کمر منجر می‌شود. این موضوع به همراه فعالیت ناهمسان بخش‌های چپ و راست عضلات قدامی ستون فقرات (از جمله عضلهٔ مستقیم شکمی) سبب کاهش تعادل پاسچرال در تنه و افزایش نوسانات پاسچرال می‌شود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، حمل کوله‌پشتی ۹/۵٪ وزن بدن کمترین تغییرات را در فعالیت عضلات ایجاد می‌کند و حمل وزنی برابر با ۱۱٪ وزن بدن نیز تغییرات اندکی در فعالیت عضلانی ایجاد می‌نماید. بنابراین، وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن را می‌توان وزن مطلوب کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان ابتدایی پیشنهاد کرد. بر همین اساس، وزنی معادل ۱۱٪ وزن بدن حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای این دانش‌آموزان توصیه می‌شود.

www.SID.ir
Archive of SID

منابع

۱. حسینی، حسین؛ دانشمندی، حسن؛ رحمانی‌نیا، فرهاد ،۱۳۸۸، مقایسهٔ تأثیر فیزیولوژیکی حمل ۳ مدل مختلف ارگونومیکی از کیف‌های مدرسه‌ای در دانش‌آموزان، فصلنامهٔ المپیک، ش ۳: ۴۷.

۲. حسینی، حسین؛ دستمنش، سیاوش؛ و دانشمندی، حسن ،۱۳۸۸، بررسی تغییرات الکترومایوگرافی عضلات تنهٔ دانش‌آموزان در هنگام حمل کیف‌های رایج مدرسه‌ای»، نشریهٔ حرکت، تخصصی طب ورزشی، ش ۲، ص ۵-۲۱.

۳. حسینی، حسین؛ دانشمندی، حسن؛ رحمانی‌نیا، فرهاد ،۱۳۸۸، تأثیر وزن کوله‌پشتی بر تغییرات قلبی- عروقی و تنفسی دانش‌آموزان نوجوان، نشریهٔ حرکت، تخصصی طب ورزشی، ش ۱، ص ۵-۲۳.

۴. حسینی، حسین؛ دانشمندی، حسن؛ رحمانی‌نیا، فرهاد ،۱۳۸۸، بررسی پاسخ‌های ضربان قلب،V_{O2} و هزینهٔ انرژی دانش‌آموزان هنگام حمل کوله‌پشتی‌های مدرسه‌ای»، نشریهٔ پژوهش در علوم ورزشی، تخصصی طب ورزشی، ش ۲۲، ص ۶۳-۸۰.

۵. حسینی، حسین؛ دانشمندی، حسن ،۱۳۹۰، بررسی توصیفی- تحلیلی وضعیت موجود کوله‌پشتی دانش‌آموزان پسر ایرانی، نشریهٔ پژوهش در علوم ورزشی، تخصصی طب ورزشی، زیر چاپ.

۶. دانشمندی، حسن؛ حسینی، حسین ،۱۳۸۹، هنجارسازی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان ایرانی». طرح پژوهشی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، پژوهشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی.

7. **Barbara, S.; Kelly, M. (2006). "Influence of carrying a backpack on pelvic, tilt rotation, and obliquity in female college students". Journal of Gait & Posture, 23: 263-267.**
8. **Chow, D.H.K.; Pope, J.M.H.; Lai, A. (2009). "Effect of backpack load placement on pulmonary capacities of normal school children during upright stance". International of Industrial Ergonomics, 38: 703-707.**
9. **Chow, D.H.K.; Kwok, M.L.Y. (2006). "The effect of load carriage on the gait of girls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls". Journal of Medical Engineering & Physics, 28: 430-437.**
10. **Cook, J.M.; Neuman, D.A. (1987). "The effects of load placement on the EMG activity of the low back muscle during load carrying by men and women", Ergonomics, 30: 1413-1423.**
11. **Demura, S.; Uchiyama, M. (2009). "Combined effects of bag holding and obstacle avoidance on gait characteristics: A kinematics study in healthy young adults". HKJOT, 19(2): 36-43.**
12. **Filiaire, M. et al. (2001). "Influence of the mode of load carriage on the static posture of the pelvic girdle and the thoracic and lumbar spine in vivo", Surgical and Radiologic Anatomy, 23: 27-31.**
13. **Forjouh, S.N.; Schuchman, G.A. (2004). "Correlates of heavy backpack use by elementary school children". Journal of Public Health, 118: 532-535.**
14. **Gray, A.; Sam, M.; Mark, S. (2007). "Profiling schoolchildren in pain and associated demographic and behavioral factors: a latent class approach". Journal of Pain, 129: 295-303.**
15. **Grimmer, K.; Dansie, B.; Milanese, S.; Pirunsan, U; Tratto, P. (2002). "Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomized controlled experiential study", BMC Musculosklet Disorder, 3(1): 10.**
16. **Harman, E.A.; Han, K.H.; Frykman, P.N.; Hanson, M.; Russel, F. (1992). "The effects of gait timing, kinetics and**

www.SID.ir

muscle activity of various loads carried on the back", Medicine and Science in Sport and Exercise, 24: S129.

17. **Hong, Y.; Cheung C.K. (2002). Proceedings of XXth, ISBS, 405-408.**
18. **Hong, Y.; Li, J.X. (2008). "Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children". Journal of Electromyography and Kinesiology, 18: 990-996.**
19. **Motmans, R.R.E.E.; Tomlow, S.; Visser, D. (2006). "Trunk muscles activity in different modes of carrying schoolbags", Ergonomics, 46: 127-138.**
20. **Noone, G.; Mazumdar, J.; Ghista, D.N.; Tansley, G.D. (1993). "Asymmetrical loads and lateral bending of the human spine", Medical & Biological Engineering & Computing, 31: S131-S136.**
21. **Piscione, J.; Gamet, D. (2006). "Effect of mechanical compression due to load carrying on shoulder muscle fatigue during sustained isometric arm abduction: An electromyographic study", Eur J Appl Physiol, 97: 573-581.**
22. **Preira et al. (2011). "Electromyographic activity of selected trunk muscles in subjects with and without hemiparesis during therapeutic exercise". Journal of Electromyography and Kinesiology, 21: 327-332.**
23. **Puckree, T.; Silal, S.P.; Lin, J. (2004). "School bag carriage and pain in school children", Disability & Rehabilitation, 26(1): 54-59.**
24. **Rateau, M.R. (2004). "Use of backpacks in children and adolescents: a potential contributor of back pain", Orthopedic Nursing, 23: 101-105.**
25. **Sam, M.; Peter, B. (2007). "A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors". Journal of Applied Ergonomics, 38: 797-804.**
26. **Simon, X.X.; Hsiang, M.; Gary, A. (2009). "The effect of a suspended-load backpack on gait". Journal of Gait & Posture, 29: 151-153.**
27. **Stanford, C.F.; Francis, P.R.; Chambers, H.G. (2002). "The effects of backpack load on pelvis and upper body kinematics of the adolescent female during gait", Motion Analysis Laboratory, Children's Hospital, California, USA.**
28. **Tarkeshwar, S.; Michael, K. (2009). "Lower limb dynamics change for children while walking with backpack loads to modulate shock transmission to the head". Journal of Biomechanics, 42: 736-742.**
29. **Tarkeshwar, S.; Michael, K. (2009). "Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean". Journal of Gait & Posture, 29: 49-53.**
30. **Trevelyan, F.C.; Legg, S.J. (2006). "Back pain in school children-Where to from here?", Journal of Applied Ergonomics, 37: 45-54.**
31. **Whittfield, J.; Legg, S.J. (2005). "Schoolbag weight and musculoskeletal symptoms in New Zealand secondary schools". Journal of Applied Ergonomics, 36: 193-198.**
32. **Yusuf, Al-Khabaz; Shimada, T. (2008). "The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture". Journal of Gait & Posture, 28: 297-302.**

Archive of SID

www.SID.ir