Original article

Evaluation of the Effect of Different Backpack Loads on Static and Dynamic Postural Control of Female Students

Maryam Jafarian[1], Hassan Daneshmandi[2], Ebrahim Mohammad Ali Nasab Firouzjah[3], Hamed Babagoltabar Samakoush[4*]

1. MSc of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. PHD Student of Sport Injury and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
4. Graduate Student of Corrective Exercise and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Corresponding Author:
Hamed babagoltabar samakoush, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Email: hb.sama@yahoo.com

Received:17 August 2016
Revised: 20 October 2016
Accepted: 4 November 2016

ABSTRACT

Background & Objectives: Today, backpacks are frequently used by children and adolescents. This study aimed to evaluate the effect of different loads of backpack on static and dynamic postural control of female students aged 9-11 years.

Materials and Methods: This study was conducted on 15 healthy students with mean age of 10.20±0.07 years, body weight of 38.56±5.86 kg, body mass index of 19.52±2.76 km/m^2, and mean height of 1.39±0.08 m. Subjects were randomly selected and their static and dynamic postural control under three different backpack loads, including no weight, and 10% and 20% of body weight, were evaluated using single-leg stance and Y balance tests. Data analysis was performed in SPSS using one-way and repeated measures analysis of variance (ANOVA).

Results: In this study, a significant difference was observed in all the participants regarding static balance under three different backpack loads ($P<0.001$). In addition, the results were indicative of a significant difference in the overall balance of the left foot between the group with backpack loads of 10% of the body weight and the group with backpacks weighing 20% of the body weight ($P<0.009$). Moreover, a significant difference was observed in the condition of backpack carrying ($P<0.004$) and overall balance of the right foot ($P<0.001$) between the group with no backpacks and subjects carrying backpack loads of 20% of the body weight.

Conclusion: According to the results of this study, increased weight of backpacks was associated with decreased postural control in female students. It is suggested that effective training programs be implemented by the school health managers and parents regarding proper backpack loading and carrying.

Keywords: Backpack, Postural control, Single-leg stance test, Y balance test

▶ **Citation**: Jafarian M, Daneshmandi H, Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Babagoltabar Samakoush H. Evaluation of the Effect of Different Backpack Loads on Static and Dynamic Postural Control of Female Students. Tabari J Prev Med. Autumn 2016;2(3): 1-13.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

مقاله پژوهشی

بررسی اثر وزن کوله‌پشتی با اوزان مختلف بر کنترل پاسچر ایستا و پویای دانش‌آموزان دختر

مریم جعفریان[۱]، حسن دانشمندی[۲]، ابراهیم محمد علی نسب فیروزجاه[۳]، حامد بابا گل تبار سماکوش[۴*]

چکیده

مقدمه و هدف: کوله‌پشتی یکی از ابزارهای رایج و محبوب در میان دانش‌آموزان کودک و نوجوان است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر حمل کوله‌پشتی با اوزان مختلف بر کنترل پاسچر ایستا و پویای دانش‌آموزان دختر ۱۱-۹ سال بود.

مواد و روش‌ها: ۱۵ دانش‌آموز دختر سالم (با میانگین سن ۰/۰۷±۱۰/۲۰ سال، قد ۰/۰۸± ۱,۳۹ متر، وزن ۵/۸۶±۳۸/۵۶ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲/۷۶±۱۹/۵۲ وزن بر مجذور قد) به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. کنترل پاسچر ایستا و پویا با استفاده از آزمون لک لک و آزمون Y، به‌ترتیب در سه حالت حمل کوله‌پشتی به میزان ۱۰ و ۲۰ درصد وزن بدن و بدون حمل آن، مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به‌وسیله آزمون آنالیز واریانس یک راهه و اندازه‌گیری مکرر و با کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد ($P\leq/۰۵$).

نتایج: براساس یافته‌های این تحقیق، در زمینه تعادل ایستا بین سه حالت بدون حمل کوله‌پشتی و حمل کوله با ۱۰ و ۲۰ درصد وزن بدن، تفاوت معناداری در سطح $P<۰/۰۰۱$ وجود داشت. همچنین در تعادل کلی پای چپ، در شرایط حمل کوله ۱۰ درصد و بدون حمل کوله ($P<۰/۰۰۹$) و در شرایط حمل کوله ۲۰ درصد و بدون حمل کوله ($P<۰/۰۰۴$) و در تعادل کلی پای راست، در شرایط حمل کوله۲۰ درصد و بدون حمل کوله ($P<۰/۰۰۱$) تفاوت معناداری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر، افزایش وزن کوله‌پشتی سبب کاهش کنترل پاسچر در دانش‌آموزان دختر ۱۱-۹ سال می‌شود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود مسئولین بهداشت مدارس و والدین، برنامه‌ریزی‌های مؤثری را بکار گیرند و آموزش‌های لازم را به دانش‌آموزان در مورد حمل کوله‌پشتی و وزن مناسب آن بدهند.

واژه‌های کلیدی: آزمون لک لک، آزمون تعادلی Y، کنترل پاسچر، کوله‌پشتی

۱. کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲. استاد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

نویسنده مسئول: حامد باباگل تبار سماکوش، رشت، کیلومتر ۵ جاده تهران، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

پست الکترونیک:
hb.sama@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۷
اصلاحیه: ۱۳۹۵/۷/۲۹
ویراستاری: ۱۳۹۵/۸/۱۴

◀ **استناد:** جعفریان، مریم؛ دانشمندی، حسن؛ محمد علی نسب فیروزجاه، ابراهیم؛ بابا گل تبار سماکوش، حامد. بررسی اثر وزن کوله‌پشتی با اوزان مختلف بر کنترل پاسچر ایستا و پویای دانش‌آموزان دختر. مجله طب پیشگیری طبری، پاییز ۱۳۹۵؛۲(۳): ۱۳-۱.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

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 مطالعه چگونگی اثر استفاده از این ابزار بر سلامت کاربران مهم است. کوله‌پشتی یکی از ابزارهای رایج و محبوب در میان اقشار متفاوت جامعه به‌خصوص دانش‌آموزان کودک و نوجوان می‌باشد. در تحقیقات بسیار، گزارش شده است که کوله‌پشتی در میان روش‌های متفاوت حمل وسایل مدرسه شامل: کیف شانه‌ای، کیف دستی، کیف چرخ‌دار، کوله جلویی و جز آن، از محبوبیت و شیوع بیشتری دارد (۱،۲). وضعیت بدنی غیراستاندارد دانش‌آموزان هنگام پیاده‌روی و حمل کوله‌پشتی‌های سنگین در مسیر مدرسه و برعکس، باعث نگرانی والدین، معلمان و کل جامعه گردیده و محققان را به تحقیق در مورد عوارض نامطلوب ناشی از حمل کوله‌پشتی‌های نامناسب واداشته است. فشار ناشی از حمل کوله‌های سنگین ممکن است در شیوع ناهنجاری‌های عضلانی-اسکلتی و اختلالات تعادلی ناشی از سنگینی بار در میان دانش‌آموزان مشاهده شود و به انحراف دائمی پاسچر (Posture) و همچنین عدم کنترل تعادل پاسچر (۶-۳) بیانجامد. عضلات، لیگامنت‌ها و استخوان‌های نوجوانان تا پایان دوره بلوغ و در حدود سن 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 می‌باشد (۷). از جمله این آثار نامطلوب می‌توان به اثر حمل کوله‌پشتی‌های سنگین در ایجاد پاسچرهای کایفوزیس (Kyphosis)، اسکولیوزیس (Scoliosis) و سر به جلو (Forward head) اشاره کرد که هرکدام از این ناهنجاری‌ها می‌تواند باعث اختلالات تعادلی در دانش‌آموزان شود (۱۰-۸). تعادل یکی از اجزاء جداناپذیر تقریباً همه فعالیت‌های روزانه و کلیدی برای عملکردهای افراد می‌باشد. Gambetta و Gray (۲۰۰۰) بیان کردند که تعادل مهم‌ترین بخش توانایی فرد است و تقریباً در هر شکلی از فعالیت‌ها درگیر می‌باشد. حفظ تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی قامت را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند (۱۱). تحقیقات مختلفی آثار حمل کوله‌پشتی را از جنبه‌ی فیزیولوژیکی، مکانیکی و پاتولوژیکی مورد مطالعه قرار داده‌اند. همچنین بررسی این موضوع به‌ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه متخصصان بیومکانیک بوده است (۵،۹،۱۱،۱۲). از جمله می‌توان به آثار منفی حمل کوله‌پشتی‌های سنگین بر بیومکانیک راه رفتن اشاره کرد (۱۱،۱۳). از طرفی تعادل یکی از عوامل مهم آمادگی حرکتی است که رابطه نزدیکی با میزان کارآمدی سیستم عصبی-عضلانی دارد؛ اما کمبود مطالعات بررسی تغییرات تعادل در دانش‌آموزان دختر به دنبال استفاده از کوله‌پشتی به شدت احساس می‌شود (۱۴). Hong و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیق خود مشاهده کردند که حمل کوله‌پشتی‌های سنگین (بالاتر از ۱۰ درصد وزن بدن) باعث افزایش فشار مکانیکی و فیزیولوژیکی می‌گردد. آن‌ها کوله‌پشتی معادل ۱۰درصد وزن بدن را، به‌عنوان وزن استاندارد کوله برای دانش‌آموزان ۱۰ ساله توصیه نمودند و در بیان علت پیشنهاد کردن این وزن، اظهار داشتند که این میزان بار باعث کمترین اختلال در فرآیندهای متابولیکی و مکانیکی و کاهش اختلالات تعادل می‌گردد (۱۵). Negrin و همکاران (۱۹۹۹) میانگین وزن کوله‌های مدرسه حمل‌شده توسط دانش‌آموزان یک مدرسه ایتالیایی در طول سه هفته را، ۹/۵ کیلوگرم گزارش نمودند. این رقم تا ۱۶/۳ کیلوگرم نیز مشاهده شد. آن‌ها علاوه بر این مشاهده نمودند که ۳۴/۸ درصد از دانش‌آموزان این مدرسه، کوله‌ای با وزن نسبی بیش از ۳۰ درصد وزن بدنشان را، حداقل یک بار در هفته حمل می‌کردند که این افزایش وزن کوله‌پشتی باعث افزایش اختلالات تعادلی به‌خصوص در جهت قدامی-خلفی در افراد شده است (۱۶).

Brackley و همکاران (۲۰۰۴) در یک پژوهش مروری، سوابق فیزیولوژیکی، اپیدمیولوژیکی و بیومکانیکی حمل

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

کوله‌پشتی را به‌منظور تعیین حدود بهینه وزن کوله‌پشتی در کودکان، مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از پژوهش‌های قبلی به‌منظور بررسی تناسب و کاهش اختلالات پاسچری حدود پیشنهادی وزن کوله‌پشتی و تعیین جنبه‌های تحقیقاتی مورد نیاز برای پژوهش‌های آتی، مروری جامع به عمل آمد. محققان اظهار داشتند که اطلاعات فیزیولوژیکی، اپیدمیولوژیکی و بیومکانیکی، از حدود وزن پیشنهادی ۱۰ تا ۱۵ درصد وزن بدن برای کوله‌پشتی حمایت می‌کنند. با این‌حال تعیین ارتباط بین استفاده از کوله‌پشتی و آسیب‌های مربوط به آن و نیز بررسی عواملی نظیر طرح کوله‌پشتی، ویژگی‌های فردی از قبیل آمادگی بدنی و تأثیر سازگاری‌های لازم هنگام حمل کوله‌پشتی، نیاز به تحقیقات بیشتری دارد (۱۷). با توجه به افزایش روزافزون استفاده‌ی دانش‌آموزان از کوله‌های با وزن‌های بیش از حد مجاز و اهمیت تعادل در حفظ وضعیت بدنی ایستا و پویای دانش‌آموزان، به‌منظور پیشگیری از آسیب‌ها و ناهنجاری‌های عضلانی-اسکلتی و افزایش کارکردهای مرتبط با سلامتی و همچنین نبود بررسی اثر وزن کوله‌پشتی بر عامل تعادل در تحقیقات مشابه، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات حمل کوله‌پشتی با اوزان مختلف بر تعادل ایستا و پویای دانش‌آموزان دختر ۹ تا ۱۱ ساله انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع کاربردی محسوب می‌شود. جامعه آماری این تحقیق را، دانش‌آموزان دختر سالم ۹ تا ۱۱ ساله مدارس شهرستان بابل تشکیل دادند. نمونه آماری تحقیق شامل ۱۵ دانش‌آموز دختر بودند که با توجه به ادبیات تحقیق و به‌صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند. با مراجعه به پرونده پزشکی و مشاوره با معلم بهداشت، سلامت تمامی دانش‌آموزان مورد تأیید قرار گرفت و هیچ‌یک از آنان مشکل عضلانی-اسکلتی احتمالی و مانع اجرا نداشتند. به‌منظور رعایت اصول اخلاقی در مورد استفاده از آزمودنی‌ها، پس از آگاه ساختن والدین و مسئولین مدارس از نحوه انجام آزمون‌ها، از مدیران مدارس، دانش‌آموزان داوطلب و والدین آن‌ها رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در مراحل انجام پژوهش اخذ گردید. پس از هماهنگی‌های لازم با مدارس، طی یک جلسه نحوه انجام آزمون‌ها برای آزمودنی‌ها تشریح شد. در ابتدا اندازه‌گیری‌های مربوط به ویژگی‌های آنتروپومتریکی شامل: قد، وزن، طول پا و شاخص توده بدنی صورت گرفت.

$$\text{شاخص توده بدنی} = \frac{\text{وزن (کیلوگرم)}}{\text{قد (متر)}^2}$$

برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون لک لک استفاده شد. نحوه انجام آن بدین صورت بود که آزمودنی روی پای مسلط (برتر) می‌ایستاد و در حالی که دست‌ها روی کمر بود؛ انگشتان پای دیگر را روی زانو پا مسلط می‌گذاشت. سپس آزمودنی با فرمان «حاضر» و سپس «رو»، پاشنه پای مسلط را بلند می‌کرد و در حالی که در روی انگشتان یک پای خود ایستاده بود تلاش می‌کرد تا تعادل خود را بدون حرکت دادن پا و یا جدا شدن دست‌ها از کمر حفظ کند (شکل ۱). آزمون سه بار اجرا شد و بهترین زمان به‌عنوان امتیاز ثبت گردید (۱۸).

جهت شروع آزمون تعادل پویا، طول واقعی پا یعنی از خار خاصره قدامی-فوقانی (Anterior Superior Iliac



شکل ۱: نحوه اجرای آزمون لک لک

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

Spine: ASIS) تا قوزک داخلی پا جهت نرمال کردن داده‌ها و مقایسه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین پای برتر با استفاده از آزمون شوت توپ تعیین گردید. برای اندازه‌گیری طول پا، ابتدا از آزمودنی خواسته شد تا روی تخت در حالت درازکش به پشت قرار بگیرد، سپس فاصله بین خار خاصره قدامی-فوقانی تا بخش دیستال قوزک داخلی پا اندازه‌گیری گردید. برای هر آزمودنی و هر پا، دو مرتبه تکرار و میانگین گرفته شد؛ سپس میانگین محاسبه‌شده به‌عنوان اندازه طول پا مورد استفاده قرار گرفت (۱۹). در این تحقیق از آزمون تعادلی Y استفاده شد. Hertel و همکاران (۲۰۰۰) پایایی درون آزمونگر آزمون ارزیابی تعادل پویا را، بین ۰/۷۸ و ۰/۹۶ گزارش کرده است. همچنین Kinsey (۱۹۹۸) مشخص کرد که این آزمون دارای پایایی متوسط برای ارزیابی تعادل پویا است و ICC ۰/۸۶ تا ۰/۹۸ برای ارزیابی تعادل پویا دارد (۲۰). در تحقیق حاضر نیز، ICC محاسبه و گزارش شد. آزمودنی در مرکز جهات می‌ایستاد و سپس بر روی یک پا قرار می‌گرفت و با پای دیگر عمل دستیابی را انجام و به حالت طبیعی روی دو پا می‌ایستاد و پیش از انجام کوشش بعدی به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در این حالت می‌ماند. تمام کوشش‌ها در یک جهت، قبل از رفتن به جهت دیگر باید تکمیل شوند و در یک ترتیب متوالی ساعت‌گرد یا پادساعت‌گرد انجام گردند (۱۹). آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را، در هر یک از جهات تعیین‌شده لمس می‌نمود. فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی می‌باشد که به سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید (شکل ۲). برای به‌دست آوردن اختلاف بین میانگین، نمرات تعادل (آزمون Y) در هر جهت، به‌صورت جداگانه از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{امتیاز} = \frac{\text{فاصله دستیابی}}{\text{طول اندام}} \times 100$$

پس از اینکه هر آزمودنی، آزمون Y را بدون حمل کوله‌پشتی انجام داد؛ از او خواسته شد تا کوله‌ای که حامل ۱۰ درصد وزن بدنش بود را، در پشت خود قرار دهد. نحوه قرارگیری کوله و میزان سفتی و فاصله آن از کمر یا گردن و یک طرف بودن یا نبودن و همه این موارد کنترل شد. در نهایت، آزمون تعادل پویا در شرایطی که دانش‌آموز کوله‌ای به میزان ۲۰ درصد وزن بدن خود را حمل می‌کرد، به عمل آمد.

به‌منظور خلاصه کردن، طبقه‌بندی نمرات خام و توصیف اندازه‌های نمونه، از آمار توصیفی (فراوانی‌ها، میانگین‌ها، درصدها، انحراف استانداردها) استفاده شد. تجزیه و تحلیل و استنباط داده‌ها نیز، با کمک روش‌های آماری اندازه‌گیری و آزمون تعقیبی بونفرونی مکرر در سطح معناداری $\alpha \leq ۰/۰۵$ صورت گرفت.



شکل ۲: جهات و نحوه انجام آزمون Y

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۱: گزارش ICC برای آزمون تعادل ایستا و پویا

متغیر	ICC
آزمون Y پای راست (قدامی)	۰/۹۴
آزمون Y پای راست (خلفی داخلی)	۰/۹۱
آزمون Y پای راست (خلفی خارجی)	۰/۹۰
آزمون Y پای چپ (قدامی)	۰/۹۲
آزمون Y پای چپ (خلفی داخلی)	۰/۸۸
آزمون Y پای چپ (خلفی خارجی)	۰/۹۱
آزمون لک لک (پای برتر)	۰/۸۹

جدول ۲: آمار توصیفی مربوط به‌ویژگی‌های فردی

شاخص	تعداد	میانگین	انحراف‌استاندارد
وزن (کیلوگرم)	۱۵	۳۸/۵۶	۵/۸۶
قد (متر)	۱۵	۱/۳۹	۰/۰۸
طول پا (سانتی‌متر)	۱۵	۷۲/۳۳	۵/۱۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۱۵	۱۹/۵۲	۲/۷۶

نتایج

در جدول ۱، ICC برای آزمون تعادل ایستا و پویا گزارش شده است. آمار توصیفی آزمودنی‌ها، شامل ویژگی‌های فردی مثل: وزن، قد، طول پا و شاخص توده بدنی (BMI) آزمودنی‌ها بود که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. در جدول ۳ نیز، نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای تعادل پویا و تحلیل واریانس یک طرفه برای تعادل ایستا گزارش گردیده که نتایج مربوط به آزمون تعقیبی آن‌ها، در جدول ۴ عنوان شده است. علاوه بر این، در نمودارهای ۱ و ۲ مقایسه میانگین نمره‌های آزمون تعادلی Y در سه حالت حمل کوله‌پشتی در پای راست و چپ گزارش شده و در نمودار ۳ نیز، مقایسه نمرات تعادل ایستا در سه حالت

جدول ۳: نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس مکرر و آزمون آنالیز واریانس یک طرفه

آزمون	جهات	متغیر	انحراف معیار±میانگین	F	P
نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر					
تعادل پویا	قدامی چپ	بدون کوله‌پشتی	۴۳/۵۷±۳/۳۰	۴/۶۲	*۰/۰۲
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۱/۵۲±۴/۶۵		
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴۳/۱۸±۴/۷۳		
	قدامی راست	بدون کوله‌پشتی	۴۴/۸۴±۴/۴۶	۳/۱۶	۰/۰۵۸
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۲/۹۴±۴/۳۶		
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴۲/۴۴±۴/۱۴		
	خلفی خارجی چپ	بدون کوله‌پشتی	۴۱/۳۲±۵/۴۲	۳/۱۰	۰/۰۸
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۰/۱۹±۴/۲۸		
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳۷/۹۶±۶/۰۲		
	خلفی خارجی راست	بدون کوله‌پشتی	۴۳/۸±۶/۰۹	۷/۹۰	**۰/۰۰۲
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۰/۶۵±۶/۴۲		
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳۹/۹۶±۵/۲۸		

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

ادامه جدول ۳.

تعادل پویا	خلفی داخلی چپ	بدون کوله‌پشتی	۴۸/۰۵±۵/۶۶		
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۵/۲۳±۴/۰۳	۱۲/۷۸	۰/۰۰۳**
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴۲/۶۰±۴/۶۷		
	خلفی داخلی راست	بدون کوله‌پشتی	۴۵/۲۲±۵/۳۲		
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۳/۹۰±۵/۰۴	۵/۰۲	۰/۰۱**
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴۱/۹۷±۵/۲۰		
	کل چپ	بدون کوله‌پشتی	۴۴/۳۱±۳/۴۴		
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۲/۳۱±۳/۳۷	۱۲/۱۲	۰/۰۰۱**
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴۱/۲۵±۴/۳۱		
	کل راست	بدون کوله‌پشتی	۴۴/۶۲±۴/۵۴		
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۴۲/۴۹±۴/۵۲	۱۰/۲۹	۰/۰۰۱**
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴۱/۴۶±۴/۳۳		
نتایج آزمون آنوا					
	تعادل ایستا	بدون کوله‌پشتی	۱۱/۲۴±۴/۶۵		
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۱۰/۰۹±۲/۳۱	۹/۰۵	۰/۰۰۱**
		با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۶/۳۲±۳/۶۰		

***معناداری در سطح ۰/۰۵**

****معناداری در سطح ۰/۰۱**

جدول ۴: نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی

آزمون	جهات	گروه	گروه	تفاوت میانگین	P
تعادل پویا	قدامی چپ	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۲/۰۴	۰/۰۶
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۰/۳۸	۱/۰۰
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	-۱/۶۶	۰/۰۱**
	قدامی راست	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۱/۸۹	۰/۲۶
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۲/۳۹	۰/۱۴
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۰/۴۹	۱/۰۰
	خلفی خارجی چپ	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۱/۱۳	۰/۷۱
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳/۳۶	۰/۲۰
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۲/۲۲	۰/۳۹

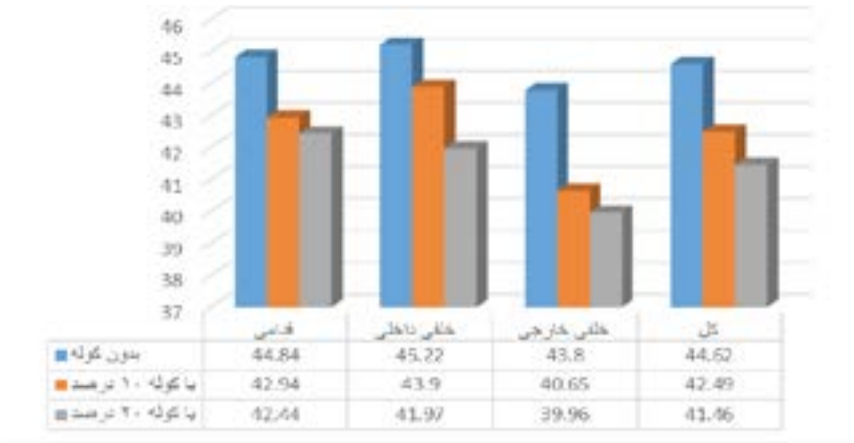
[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

ادامه جدول ۴.

تعادل پویا	خلفی خارجی راست	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۳/۱۴	*۰/۰۴
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳/۸۳	**۰/۰۰۵
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۰/۶۸	۱/۰۰
	خلفی داخلی چپ	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۲/۸۲	۰/۱۷
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۵/۴۴	**۰/۰۰۱
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۲/۶۲	*۰/۰۲
	خلفی داخلی راست	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۱/۳۲	۰/۸۰
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳/۲۴	**۰/۰۰۸
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۱/۹۲	۰/۲۶
	کل چپ	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۲/۰۰۲	**۰/۰۰۹
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳/۰۶	**۰/۰۰۴
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۱/۰۶	۰/۲۴
	کل راست	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۲/۱۲	۰/۰۵۹
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳/۱۵	**۰/۰۰۱
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۱/۰۳	۰/۳۵
	تعادل ایستا	بدون حمل کوله‌پشتی	با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	۱/۱۵	۰/۵۶
			با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۴/۶۰	**۰/۰۰۱
		با کوله‌پشتی ۱۰ درصد	با کوله‌پشتی ۲۰ درصد	۳/۴۵	**۰/۰۱

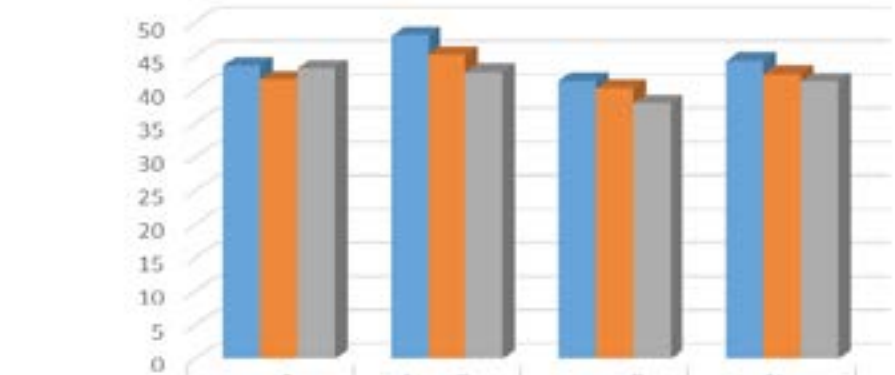
***معناداری در سطح ۰/۰۵**

****معناداری در سطح ۰/۰۱**



نمودار ۱: مقایسه میانگین نمره‌های آزمون تعادلی Y در سه حالت حمل کوله‌پشتی (پای راست)

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]



	قدامی	خلفی داخلی	خلفی خارجی	کل
بدون حمل کوله	43.57	48.05	41.32	44.31
با کوله ۱۰ درصد	41.52	45.23	40.19	42.31
با کوله ۲۰ درصد	43.18	42.6	37.96	41.25

نمودار ۲: مقایسه میانگین نمره‌های آزمون تعادلی Y در سه حالت حمل کوله‌پشتی (پای چپ)



نمودار۳: مقایسه نمرات تعادل ایستا در سه حالت حمل کوله‌پشتی (پای برتر)

حمل کوله پشتی (پای برتر) گزارش شده است.

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر وزن کوله‌پشتی با اوزان مختلف بر تعادل ایستا و پویای دانش‌آموزان دختر بود. یافته های این مطالعه دلالت بر کاهش تعادل ایستا در حمل کوله‌پشتی با ۲۰ درصد وزن بدن و کاهش تعادل پویا به دنبال استفاده از کوله‌پشتی با وزنی به میزان ۱۰ درصد و

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

۲۰ درصد وزن بدن داشت.

نتایج تحقیق حاضر به جهت کاهش عملکرد فرد در حفظ تعادل با نتایج تحقیق Hong و همکاران (۲۰۰۸) (۱۵)، رضایی و همکاران (۲۰۱۵)، Sahli و همکاران (۲۰۱۳) و Pau و همکاران (۲۰۱۵) هم‌خوانی دارد و با نتایج تحقیق Hong و Brueggemann (۲۰۰۰) و Wang و همکاران (۲۰۰۱) همسو نمی‌باشد (۲۵-۲۱،۱۵).

Chansirinukor و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که وزن کوله‌پشتی، اثر منفی بر روی تغییرات وضعیت گردن و شانه دارد و بیان کردند که حمل کوله‌پشتی به میزان ۱۵ درصد از وزن بدن، برای دانش‌آموزان دبیرستانی با سن ۱۳-۱۶ سال جهت حفظ وضعیت طبیعی بدن و قامت ایستاده بیش از حد سنگین خواهد بود (۲۶). محققان بسیاری بیان نمودند که کودکان با سن ۱۱-۱۳ سال، در هنگام حمل کوله‌پشتی، به اندازه ۱۷ درصد از وزن بدن، وضعیت بدنی خم‌شده به جلو افزایش یافته‌ای را، اتخاذ می‌کنند (۱۶). این موضوع دلالت بر آن دارد که این وزن کوله‌پشتی برای این گروه سنی بیش از اندازه سنگین است. در واقع 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 (۱۶) که در همین راستا Pau و همکاران (۲۰۱۱) به تغییر رو به جلو مرکز فشار (Center of pressure) تأکید کردند (۱۶،۲۷). در اثر جابه جایی مرکز ثقل بدن به سمت پشت در هنگام حمل کوله‌پشتی، عضلات ناحیه 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 مؤثر هستند. این مسئله موجب می‌شود عضلات پشتی کمتر درگیر شوند و عضلات قدامی سخت‌تر کار کنند (۲۸،۲۹). مجموعه این تغییرات در ساختمان بدن واکنش‌های جبرانی به‌منظور تثبیت مرکز ثقل کلی بدن تلقی می‌شوند (۱۶). Whittfield و همکاران (۵) نشان دادند حمل کوله‌های سنگین‌تر فشار فیزیکی بیشتری بر دانش‌آموزان تحمیل می‌کند. گفته می‌شود که کوله‌های های مدرسه نباید بیش از ۱۰ درصد از وزن بدن دانش‌آموز باشد(۳۰). مقدار وزن مناسب کوله‌پشتی دانش‌آموز که او را قادر به حمل و حفظ هم‌راستایی طبیعی وضعیت بدنی خود کند، بین ۱۰ درصد تا ۱۷ درصد از وزن بدن دانش‌آموز است (۲۶). Heller و همکاران در بررسی اثرات حمل وزن خارجی بر ثبات پاسچر در ۲۲ آزمودنی زن با ۲۰ سال سن اعلام کردند که ارتباط بین بار حمل شده و ثبات وجود دارد. اندازه‌گیری‌های استاندارد ثبات پاسچرال نشان داد که افراد، در هنگام حمل کوله‌پشتی پایداری کمتری داشتند. حمل بار خارجی به میزان ۱۸/۱ کیلوگرم که کمتر از حداقل بار حمل شده توسط کارکنان نظامی است، ثبات پاسچرال را در زنان جوان و سالم را کاهش می‌دهد و ممکن است شیوع صدمات مانند پیچ‌خوردگی مچ پا در این جمعیت سوق داده شود (۳۱). با افزایش وزن کوله‌پشتی نوجوانان، میزان خم شدن تنه، سر و گردن آن‌ها افزایش یافته است. به علت اینکه این عمل، عکس‌العمل در برابر برهم خوردن تعادل است، غیرقابل اجتناب خواهد بود. این عمل سبب افزایش فعالیت عضلانی عضلات راست‌کننده ستون مهره‌های نوجوانان می‌شود (۳۲). در این تحقیق بعضی از جهات آزمون تعادل پویا کاهش معناداری را نشان نداد. در این خصوص نویسندگان زیادی بیان کرده‌اند که انجام عمل دستیابی در بعضی از جهات آزمون تعادل پویا نسبت به برخی دیگر از جهات آسان‌تر می‌باشد. به‌ویژه جهت‌های خلفی، خلفی داخلی و داخلی به‌عنوان آسان‌ترین جهات معرفی شده‌اند؛ اما جهت‌های قدامی، قدامی خارجی و خارجی سخت‌ترین جهات می‌باشند (۳۳،۳۴). Bloom و همکاران به این نتیجه رسیدند که حمل کوله‌پشتی به میزان ۱۹ درصد از وزن بدن برای مردان و ۱۴ درصد از وزن بدن برای زنان، باعث خم شدن افراد به جلو می‌شود (۳۵). وقتی کوله‌پشتی سنگین باشد، کودک بیش از حد پشت را قوس‌دار یا سر و تنه را به جلو خم می‌کند تا بتواند وزن کوله را تحمل کند. این فشار روی عضلات گردن و پشت سبب خستگی بیش از حد و کاهش تعادل فرد می‌شود. اگر وزن کوله‌ها از حد معینی بیشتر باشد، این

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

تغییرات ممکن است به‌علت ضعف و نبود استحکام عضلات و اسکلت نوجوانان در حال رشد بیش از دامنه مجاز باشد و موجب تغییر در ساختار بدنی نوجوانان یا به بروز برخی اختلالات کنترل تعادل و مشکلات اسکلتی-عضلانی منجر شود (۳۶). استفاده از کوله‌پشتی‌های دارای بند در ناحیه کمر با جابه‌جایی عمده جرم به ناحیه لگن، از فشار وارد بر سر شانه‌ها می‌کاهد. لگن دارای آستانه تحمل فشار بالاتری نسبت به شانه‌ها است؛ بنابراین این مسئله به افزایش راحتی عمومی کمک خواهد کرد. این بند همچنین مرکز بار را به کمر منتقل کرده و میزان ناراحتی در سرشانه و گردن را کاهش می‌دهد (۱۹،۳۷). رضایی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که افزایش وزن کوله‌پشتی به اندازه ۱۰ درصد و بیشتر از وزن بدن سبب کاهش طول گام‌ها می‌شود (۲۱). همچنین مقدار وزن ۱۰ درصد باعث افزایش تواتر گام و زوایای تمایل تنه و سر و گردن به جلو می‌شود. کوله‌پشتی‌های دارای بند در قسمت کمر و لگن در پژوهش‌های مختلفی پیشنهاد شده‌اند، این بندها به نگه‌داشتن بار نزدیک به بدن و حفظ تعادل مناسب در راه رفتن کمک می‌کنند (۲۹،۳۱،۳۲). استفاده از این بندها در زمان حمل بار توصیه شده است؛ زیرا میزان بار را تقسیم کرده، از فشار به یک ناحیه خواهد کاست و میزان وزن کوله را از پشت و سرشانه به لگن و بالاتنه‌ی فرد منتقل خواهد نمود (۳۸). محققین در مطالعه‌ای دریافتند که ارتباط معناداری بین درد کمر و پشت و وزن کوله‌پشتی و مدت‌زمان حمل آن در تمام رده‌های سنی دانش‌آموزان وجود دارد. افزایش وزن کوله‌پشتی، منجر به ازدیاد فشار بر ستون مهره‌ها در سطح ساجیتال (Sagittal) خواهد شد. خم شدن بدن به جلو برای ایجاد تعادل در هنگام حمل بار سنگین، تأثیر نامناسبی بر انحناهای طبیعی در ناحیه کمر خواهد داشت. وزن زیاد کوله‌پشتی‌ها منجر به افتادگی شانه‌ها شده، انحنا در ناحیه سینه یا قسمت بالایی پشت را افزایش داده و سبب قوز در بدن می‌شود؛ در نتیجه دانش‌آموزان در قسمت سرشانه، پشت و گردن دچار درد خواهند شد. شاید کاستن از وسایل اضافی دانش‌آموزان توسط والدین، به کاهش این میزان بار کمک کند؛ اما تأثیر برنامه‌های مدیریتی آموزش و پرورش کشور برای جلوگیری از این صدمات، غیرقابل چشم‌پوشی است. والدین باید به فرزندان خود نحوه صحیح حمل کوله‌پشتی را آموزش دهند و از طرفی اختصاص فضای کافی به مدارس دولتی و بودجه کافی برای تهیه کمدها و قفسه‌های مناسب جهت جلوگیری از حمل اضافی بار به مدرسه و برعکس و آموزش کافی معلمان در خصوص برنامه‌ریزی برای کنترل وسایلی که دانش‌آموزان هر روز حمل می‌کنند، شایان توجه است. با توجه به تأثیر اضافه وزن کوله‌پشتی بر تعادل دانش‌آموزان دختر پیشنهاد می‌شود، والدین نسبت به بررسی وزن کوله‌پشتی دانش‌آموزان و تعدیل وزن آن اقدام نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود تا تدابیری توسط مسئولین مدارس اتخاذ شود تا دانش‌آموز مجبور به حمل تمام وسایل خود به‌صورت روزانه نباشد. علاوه بر این از آنجایی که تعادل، یکی از عوامل مؤثر در حفظ راستای قامت می‌باشد، توصیه می‌شود تا مربیان بهداشت و تندرستی مدارس، آموزش‌های لازم را به دانش‌آموزان در مورد نحوه حمل صحیح کوله‌پشتی و وزن مناسب آن بدهند. همچنین در صورت امکان، تمرینات مؤثر در بهبود قامت و تعادل را در برنامه‌های ورزشی دانش‌آموزان با عادت حمل کوله‌پشتی‌های سنگین بگنجانند.

تشکر و قدردانی

از مدیریت تربیت‌بدنی آموزش و پرورش شهرستان بابل، مدیران و دست اندرکاران مدارس و همه دانش‌آموزانی که در این تحقیق شرکت کردند، تشکر می‌کنیم.

حمایت مالی

این مقاله بدون حمایت مالی انجام شده و برخاسته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

ملاحظات اخلاقی

در تحقیق حاضر کلیه شرکت‌کنندگان، فرم رضایت‌نامه

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

کتبی را پر کرده بودند و همچنین شرایط و نحوه انجام آزمون برای کلیه آزمودنی‌ها طی یک جلسه تشریح شد و ملاحظات اخلاقی شامل بی‌خطر بودن آزمون‌ها و محرمانه بودن اطلاعات هر یک از آزمودنی‌ها و همچنین فراهم بودن امکان خروج از تحقیق در هر مرحله از پژوهش برای آزمودنی‌ها رعایت گردید.

استفاده از این مقاله با ذکر منبع بلامانع است.

تضاد منافع

در مطالعه حاضر، هیچ گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1. Daneshmandi H. The norm-making of backpack weight for Iranian school students, research design. Res Cent Physical Educ Sports Sci 2010; 1(3):50-69 (Persian).
2. Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DI. The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. Ergonomics 2001; 44(9):819-24.
3. Forjuoh SN, Schuchmann JA, Lane BL. Correlates of heavy backpack use by elementary school children. Public Health 2004; 118(7):532-5.
4. Sarshin A. The effect of whole body vibration training on dynamic balance in male athletic students. [Master Thesis]. Tehran, Iran: Kharazmi University; 2007. P. 33-69 (Persian).
5. Smith B, Ashton KM, Bohl D, Clark RC, Metheny JB, Klassen S. Influence of carrying a backpack on pelvic tilt, rotation, and obliquity in female college students. Gait Posture 2006; 23(3):263-7.
6. Chow DH, Kwok ML, Au-Yang AC, Holmes AD, Cheng JC, Yao FY, et al. The effect of load carriage on the gait of girls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. Med Eng Phys 2006; 28(5):430-7.
7. Haywood K, Getchell N. Life span motor development. New Zealand: Human Kinetics; 2009.
8. Filaire M, Vacheron JJ, Vanneuville G, Poumarat G, Garcier JM, Harouna Y, et al. Influence of the mode of load carriage on the static posture of the pelvic girdle and the thoracic and lumbar spine in vivo. Surg Radiol Anat 2001; 23(1):27-31.
9. Singh T, Koh M. Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. Gait Posture 2009; 29(1):49-53.
10. lyer SR. An ergonomic study of chronic musculoskeletal pain in school children. Indian Journal of Pediatrics 2011; 8: 937-41.
11. Devroey C, Jonkers I, de Becker A, Lenaerts G, Spaepen A. Evaluation of the effect of backpack load and position during standing and walking using biomechanical, physiological and subjective measures. Ergonomics 2007; 50(5):728-42.
12. Singh T, Koh M. Lower limb dynamics change for children while walking with backpack loads to modulate shock transmission to the head. J Biomech 2009; 42(6):736-42.
13. 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(1):10.
14. Nouri J, Azadeh A, Fam IM. The evaluation of safety behaviors in a gas treatment company in Iran. J Loss Prev Proc Indust 2008; 21(3):319-25.
15. Hong Y, Li JX, Fong DT. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. J Electromyogr Kinesiol 2008; 18(6):990-6.
16. Negrini S, Carabalona R, Sibilla P. Backpack as a daily load for schoolchildren. Lancet 1999; 354(9194):1974.
17. Brackley HM, Stevenson JM. Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature. Spine 2004; 29(19):2184-90.
18. Reiman MP, Manske RC. Functional testing in human performance. New Zealand: Human Kinetics; 2009. P. 103-15.
19. Khorramnezhad H. The effect of basketball - specific fatigue on dynamic postural control in basketball players with functional ankle instability. [Master Thesis]. Kerman, Iran: Shahid Bahonar University; 2010. P. 35-55 (Persian).
20. Rajabi R, Samadi H. Corrective exercise laboratory. Tehran: University of Tehran Publication; 2013. P. 154-6 (Persian).

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]

21. Rezaei J, Babakhani F. The effects of unilateral backpack carrying on postural changes and gait pattern in rural children during treadmill walking. J Mod Rehabilitat 2015; 9(5):161-70 (Persian).
22. Sahli S, Rebai H, Ghroubi S, Yahia A, Guermazi M, Elleuch MH. The effects of backpack load and carrying method on the balance of adolescent idiopathic scoliosis subjects. Spine J 2013; 13(12):1835-42.
23. Pau M, Mandaresu S, Leban B, Nussbaum MA. Short-term effects of backpack carriage on plantar pressure and gait in schoolchildren. J Electromyogr Kinesiol 2015; 25(2):406-12.
24. 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.
25. Wang Y, Pascoe DD, Weimar W. Evaluation of backpack load during walking. Ergonomics 2001; 44(9):585-69.
26. Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, Danise B. Effects of backpacks on students: measurements of cervical and shoulder posture. Aust J Physiother 2001; 47(2):110-6.
27. Pau M, Corona F, Leban B, Pau M. Effects of backpack carriage on foot-ground relationship in children during upright stance. Gait Posture 2011; 33(2):195–9.
28. Hong Y, Li JX, Fong DT. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. J Electromyogr Kinesiol 2008; 18(6):990-6.
29. Reneman ME, Poels BJ, Geertzen JH, Dijkstra PU. Back pain and backpacks in children: biomedical or biopsychosocial model? Disabil Rehabil 2006; 28(20):1293-7.
30. De Paula AJ, Silva JC, Silva JC. The influence of load imposed by the backpack school in children and teens in Brazil. Proc Manufact 2015; 3:5350-7.
31. Abuzayan K, Alabed H, Ali S. The effects of adding external mass and localized fatigue upon static and dynamic balance. Ergonomics 2010; 3(15):55-96.
32. Hosseini SH, Daneshmandi H, Rahmaninia F. The comparison of physiological effects of carrying three different ergonomic models of school bags in students. Olympic 2009; 3(47):65-74 (Persian).
33. Gribble P. The stare excursion balance test as a measurement tool. Athl Ther Today2003 , 8(2):46-7.
34. Gribble PA, Hertel J, Deneger CR, Buckly WE. The effect of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. J Athl Train 2004; 39(4):321-9.
35. Bloom D, Woodhull-Mcneal AP. Postural adjustments while standing with two types of loaded backpack. Ergonomics 1987; 30(10):1425-30.
36. Delahunt E. Neuromuscular contributions to functional instability of the ankle joint. J Bodywork Mov Ther 2007; 11(3):203-13.
37. 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 Ergonom 2005; 36(2):199-206.
38. 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.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-04]