Journal of
Sport Biomechanics

September 2019. Vol 5. Issue 2

Research Paper

The Effect of Shoe Type and Load Carrying on Electromyographic Activity of Lower Extremity Muscles during Stair Ascent and Descent

*Nader Farahpour[1], Mahdi Majlesi[2], Mohammad Reza Hoseinpouri[3]

1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
3. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Boroujerd Branch, Islamic Azad University, Boroujerd, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Farahpour N, Majlesi M, Hoseinpouri M. [The Effect of Shoe Type and Load Carrying on Electromyographic Activity of Lower Extremity Muscles during Stair Ascent and Descent (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2019; 5(2):92-101. https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.2.2

https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.2.2

CC BY NC

Article Info:
Received: 03 Jan 2019
Accepted: 23 Jul 2019
Available Online: 01 Sep 2019

Key words:
Load carrying, Shoes, Stair Ascent and Descent, Muscle activity

ABSTRACT

Objective Stair ascent and descent is an essential movement task in daily life in which individuals are subjected to repetitive impact forces. The purpose of this study was to evaluate the intensity of Electromyographic (EMG) activity in lower extremity muscles of healthy young men during stair ascent and descent task wearing different type of shoes and carrying loads.

Methods Nine men with a mean age of 25.94±3.26 years, mean height of 174±7.4 cm, and mean weight of 70.95±8.25 kg were selected. Four stairs were fabricated and the electromyographic activity of their lower extremity muscles (two muscles in the posterior leg and three quadriceps muscles) in the right side of the body was measured using the 16-channel EMG system MA300 during the task. These tests were conducted in two conditions of with and without load carrying. The load was a cube-shaped box weighing 15% of the body weight. Three cases of footwear were set: barefoot, athletic shoes, and formal shoes. Repeated measure ANOVA was used for data analysis at the significant level of $P<0.05$.

Results The load factor had a significant effect on the intensity of muscle activity. The intensity of muscle activity during ascending stairs was higher than that during descending. In stair descent task, the EMG activity of the vastus medialis muscle was greater than that of the vastus lateralis and rectus femoris muscles, which causes the patella to be pulled inward more leading to patellofemoral articular cartilage wear in the long term.

Conclusion Stair ascent puts more pressure on the ankle and knee joints. When carrying the load up stairs, the use of proper shoes can greatly reduce the intensity of muscle activity and delay fatigue. It is, therefore, recommended that people with patellofemoral articular cartilage wear should not use the stairs, if possible.

Extended Abstract

1. Introduction

One of the most common daily motor tasks is stair ascent and descent walk, which requires more muscle activity and range of motion in the joints of the lower limbs than normal walking [1]. In walking up and down stairs, in addition to applying force to move forward, more force is needed to move the body upward, where the knee and ankle muscles are responsible for creating this force when ascending [2, 3]. During walking, the joints are exposed to repeated impact forces at the moment the heel makes contact with the ground, which

* *Corresponding Author:*
Nader Farahpour, PhD.
Address: Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.
Tel: +98 (918) 1113816
E-mail: naderfarahpour1@gmail.com

over time can lead to destructive changes in them. These impact forces during walking on stairs, especially when descending, can be even more severe [1]; so, a suitable shoe can reduce these impact forces and their effect. The choice of footwear is different between people. Some prefer to wear formal shoes with relatively hard heels; some prefer to wear shoes with high heels, and others prefer sneakers. The type of shoe can affect muscle activity and postural alignment, the distribution of force on the sole of the foot, and the ground reaction force, and if not suitable, it can lead to clinical problems in the lower extremity [10].

So far, several studies have been performed on the kinematics, kinetics, and electromyography of muscles when walking up and down stairs [13-16]. The electromyographic activity of the lower extremity muscles while walking on stairs can provide an overview of how these muscles and the forces applied to the lower extremity joints work. When climbing stairs, a lot of pressure is put on the knee joint, which is caused by the contraction of the quadriceps muscles [17]. The present study aimed to examine the effect of show type and load carrying on Electromyographic (EMG) activity of lower extremity muscles during stair ascent and descent walk.

2. Participants and Methods

In this quasi-experimental study, from among male students of Islamic Azad University, Hamedan Branch, 9 aged 20-30 years were randomly and voluntarily selected after ensuring their general health and no history of any injuries, including fracture in limbs, especially lower limbs and spine. A digital scale and a stadiometer (Seca model), were used to measure the weight and height of the subjects, respectively. The 16-channel EMG system (MA 300, Motion Lab Systems, US) was used to record the activity of internal and external twin muscles, the vastus medialis, vastus lateralis, and rectus femoris muscles. These points were selected according to McGill (1996)'s protocol. After installing the electrodes, Maximal Voluntary Isometric Contraction (MVIC) of the muscles was performed to normalize the data. The participants were first tested without load carrying and performing the stair ascent and descent task with bare feet. Then, it was done with the load (carrying a box weighing 15% of the body weight) and performing the task once wearing athletic shoes and once with formal shoes. Subjects were asked to use the most convenient form and the usual speed to complete the task.

3. Results

The results showed that the load factor significantly increases the intensity of muscle activity (Figure 1) indicating that carrying loads during stair ascent and descent task significantly increases EMG activity of lower extremity muscles (F=25.2, P=0.0001). Moreover, the intensity of EMG activity during ascending and descending stairs was significantly different. As shown in Figure 2, its intensity in ascending was higher than in descending (F=58.01, P=0.0001). Regarding the shoe factor, results showed that the intensity of EMG activity in the three cases of barefoot, athletic shoes and formal shoes did not differ significantly (F=2.86, P=0.08). Factor analysis showed that the interaction between the two factors of load and direction (ascending and descending) is not significant; this means that the effect of load carrying on the intensity of EMG activity during ascending and descending stairs was similar. Furthermore, the intensity of EMG activity in different muscles changed equally in both conditions of with and without load carrying (F=1.53, P=0.35); i.e., although the intensity of EMG activity under load carrying was increased significantly, but it increased the intensity of EMG activity in all muscles.

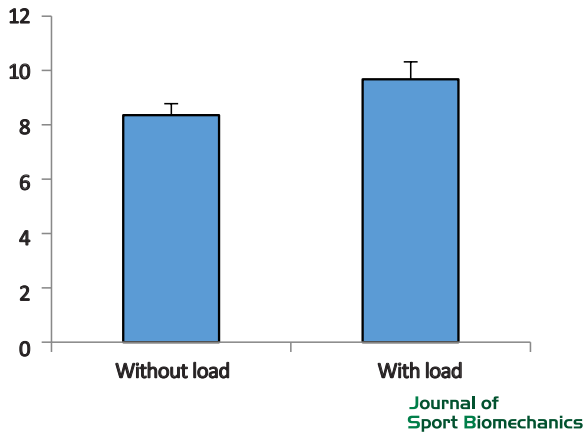


Figure 1. Comparing the effect of load on EMG activity of lower extremity muscles

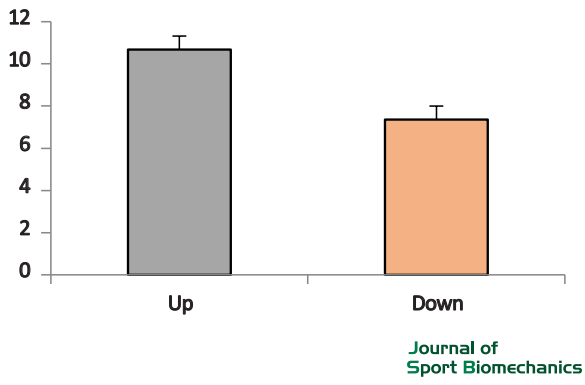


Figure 2. Comparing the effect of direction on EMG activity of lower extremity muscles

4. Discussion

The load factor has a significant effect on EMG activity of lower extremity muscles; i.e., the intensity of EMG activity increases by load carrying. The direction factor (ascending and descending) has also a significant effect on EMG activity of muscles, where its intensity during ascending stairs increased by about 45% compared to its intensity when descending. In addition to increased intensity, the pattern of EMG activity varied in both directions where the activity of internal and external twin muscles as well as vastus medialis and vastus lateralis muscles during climbing the stairs increased while the activity of rectus femoris muscle was reduced.

5. Conclusion

Based on these results, it can be said that, by descending the stairs, since the intensity of activity in vastus medialis muscle increases more than in vastus lateralis muscle, it causes the patella to be pulled inward more leading to the abrasion of the internal cartilage of patellofemoral joint in the long term. Therefore, it can be concluded that stair ascent and descent can be considered as a risk factor for osteoarthritis.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects participated in the present study voluntarily after signing a consent form.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest

تأثیر نوع کفش و حمل بار بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی هنگام بالا رفتن و پایین آمدن از پله

*نادر فرهپور[۱]، مهدی مجلسی[۲]، محمدرضا حسین‌پوری[۳]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.
۳. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۳ دی ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۰۱ مرداد ۱۳۹۸
تاریخ انتشار: ۱۰ شهریور ۱۳۹۸

چکیده

هدف گام برداری روی پله یک تکلیف حرکتی ضروری در زندگی روزانه است که در آن افراد در معرض نیروهای ضربه‌ای مکرر هستند. هدف این پژوهش ارزیابی شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی مردان جوان سالم با استفاده از EMG حین بالا رفتن و پایین آمدن از پله با کفش‌های متفاوت و حمل بار بود.

روش‌ها ۹ مرد با دامنه سنی ۹۴/۲۶±۲۵/۳ سال و میانگین قد ۷/۴±۱۷۴ سانتی‌متر و وزن ۸/۲۵±۷۰/۹۵ انتخاب شدند. چهار پله طراحی شد و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی (دو عضله در ناحیه خلف ساق پا و سه عضله از گروه عضلات چهار سر ران) سمت راست بدن با استفاده از دستگاه EMG ۱۶کاناله MA ۳۰۰ حین بالا رفتن و پایین آمدن از پله اندازه‌گیری شد. این آزمون‌ها در دو حالت با و بدون حمل بار انجام شد. اندازه بار به میزان ۱۵درصد وزن بدن بود که درون جعبه‌ای به شکل مکعب مستطیل قرار داده شد. سه حالت پوشش پا شامل بدون کفش، با کفش ورزشی و کفش رسمی در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون Repeated measure در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد که عامل بار، اثر معنی‌داری در شدت فعالیت عضلات دارد. شدت فعالیت عضلات در بالا رفتن از پله بیشتر از پایین آمدن است. در پایین آمدن از پله شدت فعالیت عضله پهن داخلی از عضله پهن خارجی و راست قدامی بیشتر است که باعث کشش بیشتر کشکک به سمت داخل شده و در درازمدت ساییدگی غضروف داخلی مفصل کشککی ـ رانی را به همراه دارد.

نتیجه‌گیری نتایج نشان می‌دهد بالا رفتن از پله فشار بیشتری روی مفاصل مچ پا و زانو وارد می‌کند. هنگام حمل بار روی پله استفاده از کفش مناسب تا حدود زیادی می‌تواند از شدت فعالیت عضله کاسته و خستگی را به تعویق بیندازد. بنابراین توصیه می‌شود افراد مبتلا به ساییدگی غضروف کشککی ـ رانی داخلی تا جای ممکن، از پله استفاده نکنند.

کلیدواژه‌ها:
حمل بار، کفش، بالا و پایین آمدن از پله، فعالیت عضلانی

مقدمه

یکی از متداول‌ترین تکالیف حرکتی روزمره بالا و پایین رفتن از پله است که نیاز به فعالیت عضلانی و دامنه حرکتی بیشتری در مفاصل اندام تحتانی، نسبت به راه رفتن معمولی دارد [۱]. در گام‌برداری روی پله علاوه بر اعمال نیرو برای پیشروی به جلو، به نیروی بیشتری نیز برای انتقال بدن به سمت بالا نیاز است که عضلات عبورکننده از روی زانو و مچ پا مسئول ایجاد این نیرو هنگام بالا رفتن از پله هستند [۲، ۳]. در حین راه رفتن، مفاصل در معرض نیروهای ضربه‌ای مکرر در لحظه تماس پاشنه با زمین هستند که با گذر زمان این نیروها می‌توانند منجر به تغییرات مخرب در آن‌ها شوند. این بارهای ضربه‌ای در گام‌برداری روی پله، به‌ویژه در حین پایین آمدن، می‌تواند شدیدتر هم باشد [۱]، بنابراین در صورتی که پوشش کف پا مناسب باشد تا حدودی از این نیروهای ضربه‌ای می‌کاهد و اثر آن را کاهش می‌دهد.

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که در بالا و پایین رفتن از پله، تعادل بدن و کنترل پوسچر دارای تغییراتی نسبت به گام برداری در سطح صاف است [۴، ۵]؛ به طوری که افراد دچار نقص عملکرد تعادلی مثل سالمندان [۶]، بیماران پارکینسون [۷]، افراد دارای استئوآرتریت زانو [۸] در این فعالیت دارای مشکل هستند. از سوی دیگر در مطالعات انجام‌شده روی افراد سالم مشخص شده که برای بالا و پایین آمدن از پله به دامنه حرکتی مفاصل اندام

* نویسنده مسئول:
نادر فرهپور
نشانی: همدان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، دانشکده علوم انسانی، گروه بیومکانیک ورزشی.
تلفن: ۱۱۱۳۸۱۶ (۹۱۸) ۹۸+
پست الکترونیکی: naderfarahpour1@gmail.com

تحتانی و گشتاور بالا در مفاصل نیاز است [۹]. همچنین اثر حمل بار در گام‌برداری در مطالعاتی بررسی شده است. سینگ و کوه اشاره کردند که ایستادن یا راه رفتن با کوله‌پشتی مرکز ثقل بدن را بالاتر می‌آورد و درنتیجه بر شرایط تعادل ایستا و پویای بدن اثر می‌گذارد. همچنین پارامترهای سرعت راه رفتن، زمان حمایت دو پا و خم شدن بیشتر بالاتنه به سمت جلو تحت تأثیر حمل کوله‌پشتی قرار می‌گیرد [۱۰]. در مطالعات دیگری گزارش شده که گام‌برداری روی پله یک فعالیت رایج روزانه است که همراه با افزایش فعالیت عضلات اندام تحتانی در مقایسه با راه رفتن ساده روی سطح است [۱۱، ۱۲].

سلیقه افراد در انتخاب نوع کفش متفاوت است، بعضی از افراد تمایل به پوشیدن کفش‌های رسمی و دارای پاشنه‌ای نسبتاً سخت دارند و برخی دیگر تمایل به پوشیدن کفش‌های دارای پاشنه بلند و بعضی هم پوشیدن کفش ورزشی را ترجیح می‌دهند. نوع کفش می‌تواند فعالیت عضلانی و راستای قامت، توزیع نیروهای وارده بر کف پا و نیروی عکس‌العمل سطح زمین را تحت تأثیر قرار دهد و در صورت مناسب نبودن ممکن است منجر به مشکلات بالینی اندام تحتانی شود [۱۰]. تاکنون تحقیقات متعددی روی کینماتیک، کینتیک و الکترومیوگرافی عضلات هنگام گام‌برداری روی پله صورت گرفته است [۱۶-۱۳].

فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی حین گام‌برداری روی پله و نحوه فعالیت این عضلات می‌تواند بینش کلی را در مورد نحوه فعالیت این عضلات و نیروهای اعمال‌شده روی مفاصل اندام تحتانی فراهم کند. هنگام گام‌برداری روی پله فشار زیادی روی مفصل زانو وارد می‌شود که ناشی از انقباض عضلات چهار سر رانی است [۱۷].

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر نوع کفش و حمل بار روی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی هنگام گام‌برداری روی پله است.

روش‌شناسی

در این پژوهش نیمه‌تجربی از میان دانشجویان مرد دانشگاه آزاد واحد همدان ۹ نفر به شکل تصادفی ـ داوطلبانه با دامنه سن ۲۰ تا ۳۰ سال با اطمینان حاصل شدن از سلامتی عمومی و نداشتن سابقه هرگونه آسیب از جمله سابقه شکستگی اندام و اندام تحتانی یا ستون مهره‌ای انتخاب شدند.

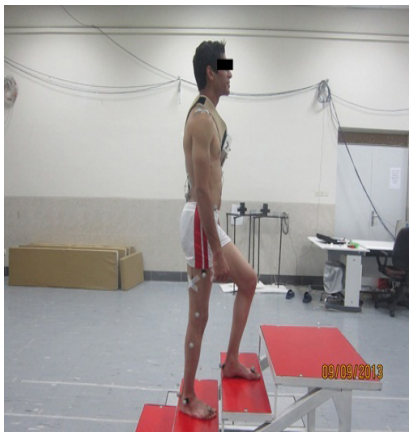
از ترازوی دیجیتال، قدسنج Seca برای اندازه‌گیری وزن و قد آزمودنی‌ها و از دستگاه ۱۶کاناله EMG مدل ۱۶-۳۰۰ (MA Motion Lab System) ساخت آمریکا برای ثبت فعالیت عضلانی اندام تحتانی استفاده شد.

فیلترهای پایین‌گذر ۵۰۰ هرتز و بالاگذر ۱۰ هرتز و ناچ فیلتر ۶۰ هرتز (برای حذف نویز برق شهری) جهت فیلترینگ داده‌های خام الکترومایوگرافی مورد استفاده قرار گرفت [۱۸]. از فیلتر ناچ برای حذف سیگنال‌های برق شهری استفاده شد. در پژوهش حاضر نسبت CMRR برابر ۱۰۰ دسی‌بل بود. پس از نصب الکترودها و مارکرها روی نقاط مشخص‌شده آزمایش ابتدا بدون بار و با پای برهنه سپس همین حالت با بار با اجرای تکلیف حرکتی بالا و پایین آمدن از پله انجام شد. در حالت دوم همین عمل با کفش‌های ورزشی و در سومین (آخرین) حالت با کفش‌های رسمی از آزمودنی‌ها تست گرفته شد. جهت اندازه‌گیری الکترومیوگرافی عضلانی، نخست پنج نقطه عضلانی موردنظر شامل عضلات دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، پهن داخلی، پهن خارجی و راست قدامی برای نمونه‌برداری مشخص شد. این نقاط برابر با پروتکل McGill ۱۹۹۶ آماده‌سازی شدند.

الف) نمای قدامی

ب) نمای خلفی

تصویر ۱. نحوه نصب الکترودها و مارکرها



تصویر ۲. تکلیف بالا رفتن و پایین آمدن بدون حمل بار

فاصله مرکز تا مرکز الکترودها دو سانتی‌متر بود [۱۹]. به منظور ثبت امواج الکترومیوگرافی به صورت سطحی از روی پوست، ابتدا موهای سطح پوست در محل موردنظر به وسیله تیغ‌های یک‌بارمصرف تراشیده شد و سپس ذرات چربی و ذرات حاصل از کشیدن تیغ روی پوست با استفاده از الکل تمیز شدند. در انتها شرایط برای الکترودگذاری آماده شد. بعد از نصب الکترودها، از عضلات، حداکثر انقباض ایزومتریک به روش انقباض ایزومتریک زیربیشینه اندازه‌گیری شد. تصویر شماره ۱ نمایانگر موقعیت‌های آناتومیکی انتخاب‌شده جهت استقرار الکترودهاست.

مقادیر انقباض زیر بیشینه ایزومتریک به منظور نرمال‌سازی مقادیر به‌دست‌آمده از فعالیت الکترومیوگرافی عضلات مذکور هنگام فعالیت ثبت شد. هنگام انجام انقباض ایزومتریک زیربیشینه آزمودنی‌ها به طور کلامی تشویق شدند و میزان انگیزش آن‌ها قبل از اجرای حرکات موردنظر بالا برده شد.

مجموعاً چهار پله با ارتفاع ۱۸، پهنای ۸۰ و عرض ۳۰ سانتی‌متر برای اجرای تست در نظر گرفته شد (تصویر شماره ۲). آزمودنی‌ها یک‌بار بدون حمل بار سپس با در دست داشتن یک جعبه به سنگینی ۱۵ درصد وزن بدنشان در حالات مختلف کفش (بدون کفش، با کفش ورزشی و کفش رسمی) حرکت بالا رفتن و پایین آمدن از پله را اجرا کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که راحت‌ترین شکل ممکن و سرعت معمولی را جهت انجام تکلیف به کار ببرند. هر آزمودنی تکلیف حرکتی بالا رفتن و پایین آمدن را به‌طور جداگانه پنج‌بار اجرا می‌کرد. استراحت بین هر تکرار ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد.

نتایج

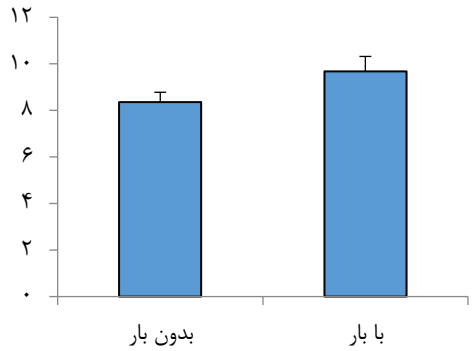
جدول شماره ۱ میانگین و انحراف استاندارد قد، جرم، سن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد عامل بار، شدت فعالیت عضلات را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (تصویر شماره ۳). بدین‌مفهوم که حمل بار هنگام گام‌برداری روی پله باعث افزایش معنی‌دار در فعالیت عضلات می‌شود (P=۰/۰۰۰۱ و F=۲۵/۲). همچنین، شدت فعالیت عضلات در بالا و پایین آمدن از پله اختلاف معنی‌داری داشتند. همان‌طور که در تصویر شماره ۴ نشان داده شده است، شدت فعالیت عضلات هنگام بالا رفتن نسبت به پایین آمدن بیشتر بود (P=۰/۰۰۰۱ و F=۵۸/۰۱). نتایج در مورد عامل کفش نشان دادند شدت فعالیت عضلات در سه وضعیت پابرهنه، با کفش ورزشی و کفش رسمی اختلاف معنی‌داری باهم ندارند (P=۰/۰۸ و F=۲/۸۶).

تجزیه و تحلیل عاملی نشان داد تعامل بین دو فاکتور بار و جهت معنی‌دار نیست؛ بدین معنی که تأثیر حمل با بر شدت فعالیت عضلات حین بالا و پایین آمدن از پله مشابه بوده است

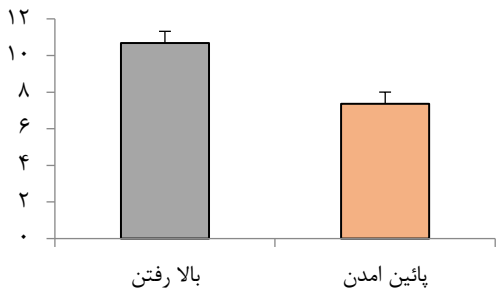
جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها

متغیرهای آنتروپومتری	میانگین±انحراف استاندارد
قد	۱/۷۴±۰/۰۴۷
جرم	۷۰/۹۵±۸/۲۵
سن	۲۵/۹۴±۳/۲۶
شاخص توده بدنی	۲۰/۴۹±۸/۰۶۸



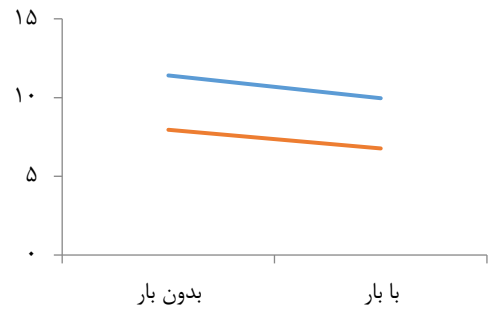
مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۳. اثر عامل بار روی شدت فعالیت عضلات



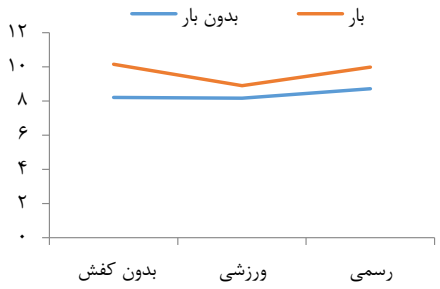
مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۴. اثر عامل جهت روی شدت فعالیت عضلات



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۵. تعامل بین عامل بار و جهت

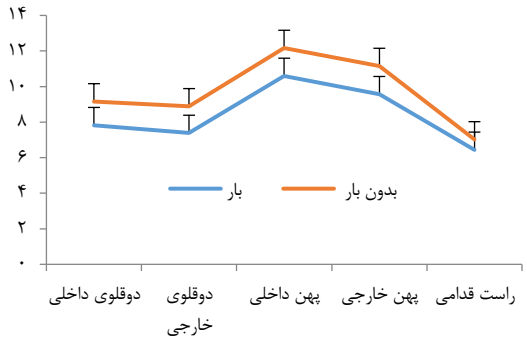


مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۶. تعامل بین عامل بار و کفش

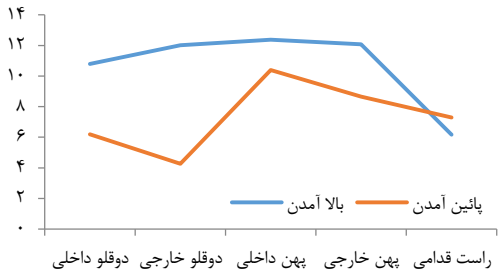
که این نتایج در تصویر شماره ۵ مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در تصویر شماره ۶ مشخص شده است، بین عامل کفش و بار اثر متقابل معنی‌داری وجود ندارد، بدین‌مفهوم که شدت فعالیت عضلات با و بدون حمل بار در وضعیت بدون کفش، با کفش ورزشی و کفش رسمی مشابه است (P=۰/۰۶ و F=۳/۳۳). همچنین عامل نوع کفش و جهت حرکت نیز تأثیر متقابل معنی‌داری نداشتند، یعنی شدت فعالیت عضلات در حرکت بالا رفتن و پایین آمدن از پله با پای برهنه، کفش ورزشی و کفش رسمی مشابه است (P=۰/۸۱ و F=۰/۲۱).

نتایج تحلیل عاملی نشان داد که شدت فعالیت در عضلات مختلف در شرایط با و بدون حمل به طور یکسانی تغییر می‌کند (P=۰/۳۵ و F=۱/۵۳). بدین‌مفهوم که اگرچه شدت فعالیت عضلات در وضعیت با حمل بار افزایش معنی‌داری یافته است، اما حمل بار در همه عضلات موجب افزایش شدت فعالیت شده است (تصویر شماره ۷). اما بین دو عامل جهت حرکت و شدت فعالیت در عضلات مختلف تعامل معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱ و F=۹/۷۵). همان‌طور که در تصویر شماره ۸ نیز مشاهده می‌شود، میزان فعالیت عضلات مختلف در دو جهت بالا و پایین آمدن از پله، با یکدیگر متفاوت است.



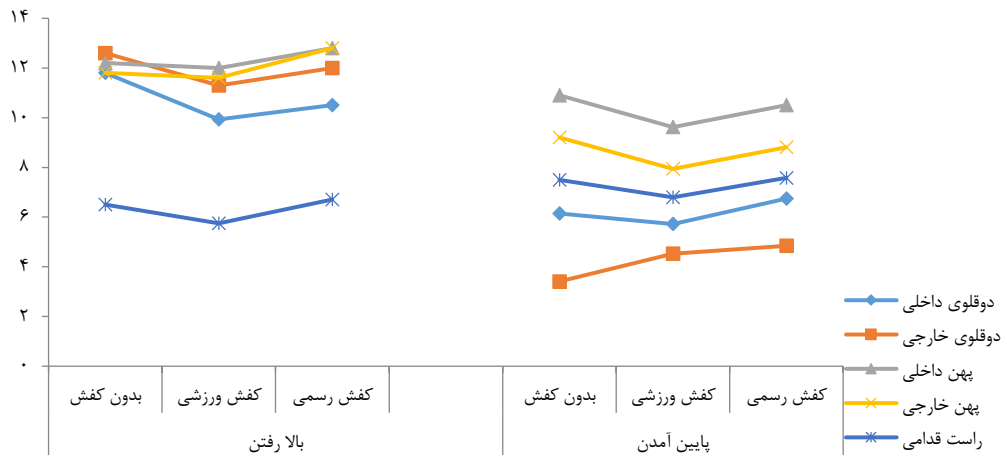
مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۷. تعامل بین بار و عضله



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۸. تعامل بین جهت وعضله



تصویر ۹. تعامل معنی‌دار بین جهت، کفش و عضله

نتایج نشان داد عامل‌های جهت، کفش و عضله دارای تأثیر متقابل معنی‌داری هستند (P=۰/۰۰۰۱ و F=۵/۵۱). بدین‌مفهوم که عضلات دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، پهن داخلی، پهن خارجی و راست قدامی شدت فعالیت متفاوتی را در وضعیت بالا و پایین آمدن با پای برهنه، کفش ورزشی و کفش رسمی نشان دادند که در تصویر شماره ۹ قابل مشاهده است. با توجه به این تصویر شدت فعالیت چهار عضله دوقلوی داخلی و خارجی، پهن داخلی و خارجی در بالا رفتن از پله بیشتر از پایین آمدن بود، فقط عضله راست قدامی در هر دو جهت دارای فعالیت مشابهی بود. همچنین استفاده از کفش ورزشی موجب کاهش غیرمعنی‌داری در شدت فعالیت عضلات می‌شود.

بحث

حرکت روی پله از جمله فعالیت‌های است که در طول شبانه‌روز با آن سر و کار داریم. شدت فعالیت عضلات حین گام‌برداری روی پله متفاوت با گام‌برداری روی سطح صاف و یا سطح شیب‌دار است. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر حمل بار و نوع کفش بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی هنگام گام‌برداری روی پله بود.

نتایج نشان داد عامل بار اثر معنی‌داری در شدت فعالیت عضلات دارد. بدین‌مفهوم که شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی با حمل بار افزایش می‌یابد. گام‌برداری روی پله تفاوت‌هایی با گام‌برداری روی سطح دارد. هنگام گام‌برداری روی پله علاوه بر اینکه مقداری از نیرو باید صرف حرکت رو به جلوی فرد شود نیازمند نیروی اضافی برای حرکت به سمت بالاست. عضلات عبورکننده از روی مفاصل زانو و مچ پا مسئول ایجاد این نیرو هنگام بالا رفتن از پله هستند [۳، ۲۰]. افزایش شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی هنگام حمل بار در این تحقیق به این خاطر است که هنگام بالا رفتن به فعالیت عضلانی بیشتری نیاز است تا بر بار اضافی غلبه

شود. این مقدار نیروی اضافه باید هم در جهت جلو و هم در جهت بالا اعمال شود؛ بنابراین حرکت رو به بالا به فعالیت بیشتر عضلات اطراف مفاصل مچ پا و زانو نیاز دارد، تا با اعمال یک پلنتار فلکشن در مچ پا و اکستنشن در زانو نیروی لازم جهت حرکت رو به جلو و بالا را فراهم کند. بنابر یافته‌های این پژوهش با حمل بار، شدت فعالیت در هر پنج عضله منتخب به طور معنی‌داری افزایش یافت. بنابراین هنگام بالا رفتن روی پله در وضعیت حمل بار نسبت به وضعیت بدون بار، شدت فعالیت عضلات عبورکننده از روی مچ پا و عضلات عمل‌کننده روی زانو به مقدار مشابهی افزایش می‌یابد.

با توجه به یافته‌های این تحقیق مشاهده می‌شود که عامل جهت (بالا رفتن و پایین آمدن از پله) اثر معنی‌داری روی شدت فعالیت عضلات دارد. شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی در بالا رفتن از پله حدود ۴۵ درصد نسبت به پایین آمدن، افزایش یافت. نتایج مطالعات گذشته نشان داده است که هنگام بالا رفتن از پله بیشتر انقباضات عضلانی از نوع کانسنتریک است؛ در حالی که هنگام پایین آمدن از پله بیشتر انقباضات از نوع اکسنتریک است که در این نوع انقباض، بافت الاستیکی هم به کمک ساختارهای انقباض عضله می‌آید که این دلیلی بر افزایش شدت فعالیت عضلانی در هنگام بالا رفتن نسبت به هنگام پایین آمدن است. این نتایج با نتیجه تحقیق مولر و همکاران که نشان دادند شدت فعالیت عضلات دوقلو، راست رانی و دوسررانی در بالا رفتن از پله بیشتر از پایین آمدن از پله بود هم‌خوانی دارد [۱۱].

علاوه بر افزایش شدت فعالیت در بالا و پایین آمدن از پله، الگوی فعالیت عضلات در دو جهت بالا و پایین آمدن متفاوت است؛ به طوری که شدت فعالیت دوقلوی داخلی و خارجی، پهن داخلی و خارجی در بالا رفتن از پله افزایش و شدت فعالیت عضله راست قدامی کاهش می‌یابد. در بالا رفتن از پله تأکید بیشتر عضلات برای تولید نیرو رو به سمت بالا در مفصل زانو، بر عضله‌های پهن داخلی و پهن خارجی است و شدت فعالیت عضله

راست قدامی کمتر است؛ در نتیجه در بالا رفتن از پله تماس مکانیکی مفصل کشککی ـ رانی بیشتر و فشار روی این مفصل افزایش یافته، توزیع نیروی بیشتر روی کندیل خارجی اتفاق می‌افتد و کشکک بیشتر به خارج تمایل پیدا می‌کند؛ اما در هنگام پایین آمدن از پله، تأکید بیشتر بر فعالیت عضله پهن داخلی است؛ به طوری که شدت فعالیت عضله پهن داخلی از عضله پهن خارجی و راست قدامی بیشتر است. با توجه به این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که پایین آمدن از پله به دلیل اینکه شدت فعالیت عضله پهن داخلی را نسبت به پهن خارجی بیشتر افزایش می‌دهد، باعث کشش بیشتر کشکک به سمت داخل شده و در درازمدت ساییدگی غضروف داخلی مفصل کشککی ـ رانی را به همراه دارد. بنابراین شاید بتوان نتیجه‌گیری کرد گام‌برداری روی پله به عنوان یک عامل خطر برای دررفتگی کشککی ـ رانی و ایجاد آرتروز در نظر گرفته می‌شود [۲۱].

نتایج نشان داد عامل کفش اثر معنی‌داری روی شدت کلی فعالیت عضلات اندام تحتانی نداشت. نتایج همچنین نشان داد که بین دو عامل عضله و کفش هم هیچ‌گونه تعامل معنی‌داری وجود ندارد. بدین‌مفهوم که شدت فعالیت عضلات مختلف دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، پهن داخلی، پهن خارجی و راست قدامی در سه وضعیت پای برهنه، با کفش ورزشی و با کفش رسمی مشابه است. اما شدت فعالیت عضلات هنگام گام‌برداری روی پله با کفش ورزشی از دو وضعیت بدون کفش و با کفش رسمی به طور غیرمعنی‌داری کمتر بود. این نتایج با نتایج ساکو و همکاران که نشان دادند شدت فعالیت عضلات دوسررانی، دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی و پهن خارجی در وضعیت گام‌برداری با کفش استاندارد و کفش MBT کمتر از وضعیت بدون کفش است، مشابهت دارد [۲۲]. نیگ و همکاران شدت فعالیت عضلات ساقی قدامی، دوقلوی داخلی، پهن داخلی و همسترینگ را هنگام دویدن با دو کفش با پاشنه نرم و پاشنه سخت مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در شدت فعالیت عضلات مورد اندازه‌گیری بین دو نوع کفش با پاشنه نرم و سخت وجود نداشت که این نتایج با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی دارد [۲۳].

تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد بین عامل‌های بار، جهت و کفش تعامل معنی‌داری وجود دارد. شدت فعالیت عضلات در وضعیت با بار حین بالا رفتن از پله در وضعیت بدون کفش حدود چهار برابر بیشتر از دو وضعیت دیگر بود. مطالعات همسو با این نتایج نشان داده‌اند که ارتباط زیادی بین کار عضلانی کانسنتریک و هزینه انرژی وجود دارد، هرچه کار عضلانی کانسنتریک بیشتر باشد هزینه انرژی مصرفی در آن عضلات نیز افزایش می‌یابد [۲۴]. همان‌طور که در نتایج مشاهده شد حمل بار حین بالارفتن از پله و در وضعیت گام‌برداری بدون کفش موجب افزایش شدت فعالیت عضلات نسبت به وضعیت پایین آمدن شده بود که عضلات دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، پهن داخلی و پهن خارجی شدت فعالیت بیشتری نسبت به دیگر وضعیت‌ها داشتند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد عامل بار اثر معنی‌داری در شدت فعالیت عضلات دارد. بدین‌مفهوم که شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی با حمل بار افزایش می‌یابد. با توجه به یافته‌های این تحقیق مشاهده می‌شود عامل جهت (بالا رفتن و پایین آمدن از پله) اثر معنی‌داری روی شدت فعالیت عضلات دارد. شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی در بالا رفتن از پله حدود ۴۵ درصد نسبت به پایین آمدن در پایین آمدن افزایش یافت. علاوه بر افزایش شدت فعالیت در بالا و پایین آمدن از پله، الگوی فعالیت عضلات در دو جهت بالا و پایین آمدن متفاوت است؛ به طوری که شدت فعالیت دوقلوی داخلی و خارجی، پهن داخلی و خارجی در بالا رفتن از پله افزایش و شدت فعالیت عضله راست قدامی کاهش می‌یابد. با توجه به این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که پایین آمدن از پله به دلیل اینکه شدت فعالیت عضله پهن داخلی را نسبت به پهن خارجی بیشتر افزایش می‌دهد، باعث کشش بیشتر کشکک به سمت داخل شده و در درازمدت ساییدگی غضروف داخلی مفصل کشککی ـ رانی را به همراه دارد. بنابراین شاید بتوان نتیجه‌گیری کرد که گام‌برداری روی پله می‌تواند به عنوان یک عامل خطر برای ایجاد آرتروز در نظر گرفته شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی آزمودنی‌ها به طور داوطلبانه و با تکمیل رضایت‌نامه شخصی در تحقیق حاضر شرکت داشتند.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های عمومی یا خصوصی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, Stern D, Galante JO. A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. The Journal of Bone & Joint Surgery. 1980; 62(5):749-57. [DOI:10.2106/00004623-198062050-00008] [PMID]

[2] Spanjaard M, Reeves ND, van Dieen JH, Baltzopoulos V, Maganaris CN. Gastrocnemius muscle fascicle behavior during stair negotiation in humans. Journal of Applied Physiology. 2007; 102(4):1618-23. [DOI:10.1152/japplphysiol.00353.2006] [PMID]

[3] McFadyen BJ, Winter DA. An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. Journal of Biomechanics. 1988; 21(9):733-44. [DOI:10.1016/0021-9290(88)90282-5]

[4] Silverman AK, Neptune RR, Sinitski EH, Wilken JM. Whole-body angular momentum during stair ascent and descent. Gait & Posture. 2014; 39(4):1109-14. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2014.01.025] [PMID]

[5] McCrory JL, Chambers AJ, Daftary A, Redfern MS. Ground reaction forces during stair locomotion in pregnant fallers and non-fallers. Clinical Biomechanics. 2014; 29(2):143-8. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2013.11.020] [PMID]

[6] Bergland A, Sylliaas H, Jarnlo GB, Wyller TB. Health, balance, and walking as correlates of climbing steps. Journal of Aging and Physical Activity. 2008; 16(1):42-52. [DOI:10.1123/japa.16.1.42] [PMID]

[7] Conway ZJ, Silburn PA, Blackmore T, Cole MH. Evidence of compensatory joint kinetics during stair ascent and descent in Parkinson's disease. Gait & Posture. 2017; 52:33-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.11.017] [PMID]

[8] Hicks-Little CA, Peindl RD, Fehring TK, Odum SM, Hubbard TJ, Cordova ML. Temporal-spatial gait adaptations during stair ascent and descent in patients with knee osteoarthritis. The Journal of Arthroplasty. 2012; 27(6):1183-9. [DOI:10.1016/j.arth.2012.01.018] [PMID]

[9] Meyer CA, Corten K, Fieuws S, Deschamps K, Monari D, Wesseling M, et al. Evaluation of stair motion contributes to new insights into hip osteoarthritis-related motion pathomechanics. Journal of Orthopaedic Research. 2016; 34(2):187-96. [DOI:10.1002/jor.22990] [PMID]

[10] Singh T, Koh M. Lower limb dynamics change for children while walking with backpack loads to modulate shock transmission to the head. Journal of Biomechanics. 2009; 42(6):736-42. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2009.01.035] [PMID]

[11] Müller R, Bisig A, Kramers I, Stüssi E. Influence of stair inclination on muscle activity in normals. Journal of Biomechanics. 1998; 31(Suppl. 1):32. [DOI:10.1016/S0021-9290(98)80067-5]

[12] Heinlein B, Kutzner I, Graichen F, Bender A, Rohlmann A, Halder AM, et al. ESB clinical biomechanics award 2008: Complete data of total knee replacement loading for level walking and stair climbing measured in vivo with a follow-up of 6-10 months. Clinical Biomechanics. 2009; 24(4):315-26. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.01.011] [PMID]

[13] Kuriki H, Azevedo F, Alves N. Characterization of biomechanical parameters during stair ascent. Journal of Biomechanics. 2012; 45(Suppl. 1):S236. [DOI:10.1016/S0021-9290(12)70237-3]

[14] Larsen AH, Puggaard L, Hämäläinen U, Aagaard P. Comparison of ground reaction forces and antagonist muscle coactivation during stair walking with ageing. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2008; 18(4):568-80. [DOI:10.1016/j.jelekin.2006.12.008] [PMID]

[15] Aldridge JM, Sturdy JT, Wilken JM. Stair ascent kinematics and kinetics with a powered lower leg system following transtibial amputation. Gait & Posture. 2012; 36(2):291-5. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.03.013] [PMID]

[16] Alimusaj M, Fradet L, Braatz F, Gerner HJ, Wolf SI. Kinematics and kinetics with an adaptive ankle foot system during stair ambulation of transtibial amputees. Gait & Posture. 2009; 30(3):356-63. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2009.06.009] [PMID]

[17] Bjerke J, Öhberg F, Nilsson KG, Stensdotter AK. Compensatory strategies for muscle weakness during stair ascent in subjects with total knee arthroplasty. The Journal of Arthroplasty. 2014; 29(7):1499-502. [DOI:10.1016/j.arth.2014.01.033] [PMID]

[18] Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. Journal of Foot and Ankle Research. 2009; 2:35. [DOI:10.1186/1757-1146-2-35] [PMID] [PMCID]

[19] Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Reliability of electromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2010; 20(1):142-7. [DOI:10.1016/j.jelekin.2008.11.008] [PMID]

[20] Simpson KM, Munro BJ, Steele JR. Backpack load affects lower limb muscle activity patterns of female hikers during prolonged load carriage. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2011; 21(5):782-8. [DOI:10.1016/j.jelekin.2011.05.012] [PMID]

[21] Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. Gait & Posture. 2002; 16(2):115-23. [DOI:10.1016/S0966-6362(02)00090-5]

[22] Sacco IC, Sartor CD, Cacciari LP, Onodera AN, Dinato RC, Pantaleão Jr E, et al. Effect of a rocker non-heeled shoe on EMG and ground reaction forces during gait without previous training. Gait & Posture. 2012; 36(2):312-5. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.02.018] [PMID]

[23] Nigg BM, Stefanyshyn D, Cole G, Stergiou P, Miller J. The effect of material characteristics of shoe soles on muscle activation and energy aspects during running. Journal of Biomechanics. 2003; 36(4):569-75. [DOI:10.1016/S0021-9290(02)00428-1]

[24] Spaepen AJ, Vanlandewijck YC, Lysens RJ. Relationship between energy expenditure and muscular activity patterns in handrim wheelchair propulsion. International Journal of Industrial Ergonomics. 1996; 17(2):163-73. [DOI:10.1016/0169-8141(95)00047-X]