

Research Paper: Effects of age and walking speeds on vertical ground reaction force in younger and older adults

Maryam Rastegar¹, *Seyyed Hosein Hoseini², Mohamad Hosein Naser Melli¹, Morteza Taffah³

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.
3. Department of Sport injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.



Citation: Rastegar M, Hoseini SH, Naser Melli MS, Taffah M. [The Effects of Age and Walking Speeds on Vertical Ground Reaction Force in Younger and Older Adults (Persian)]. *Journal of Rehabilitation*. 2017; 17(4):290-299. <http://dx.doi.org/10.21859/jrehab-1704290>

doi: <http://dx.doi.org/10.21859/jrehab-1704290>

Received: 20 Jun. 2016
Accepted: 11 Oct. 2016

ABSTRACT

Objective Walking is one of the most important activities of daily living that plays a vital role in the lives of the elderly population and can help improve their physical and mental health. Especially, the survey of ground reaction force (GRF) during walking with different speeds between young and old adults results in better perception of essential mechanisms of speed regulation during walking. Thus, the purpose of this study was to examine the effects of age and walking speeds on vertical GRF in younger and older adults.

Materials & Methods The subjects of this study included 15 younger and 15 older men with a mean age of 26.46 and 70.33 years, respectively. All the subjects were healthy and randomly selected. A-10-meters walking path was considered along the laboratory, and a three-axis Kistler Force plate was placed in the middle of the track. The distance of walking start line to force plate was 4 meters. Each subject walked this 10-meters path with self-selected (100%), slow (80%) and fast (120%) speeds. The vertical GRF during walking stance phases including weight acceptance or first peak phase (FZ1), midstance or depth phase (FZ2), and heel off or second peak phase (FZ3) were measured by the Force plate at 200-Hz frequency. The data were analyzed by ANOVA with repeated measures and Bonferroni tests.

Results The results showed that the effects of age ($P=0.002$) and speed ($P=0.001$) on the mean vertical GRF are significant. Also, the interaction effect of age and speed on the mean vertical GRF was significant ($P=0.013$). According to the Bonferroni test, in both age groups, the mean vertical GRF was significantly different between different speeds ($P<0.01$). Moreover, at 100% ($P=0.036$) and 120% ($P=0.002$) speeds, there were significant differences between younger and older adults. At slow speed, there was no significant difference in GRF components (FZ1, FZ2, and FZ3) between the two age groups ($P>0.05$). At self-selected and fast speeds, there were significant differences in FZ1 and FZ3 between the two groups ($P<0.01$) while there was no significant difference regarding FZ2 ($P>0.05$). In addition, there were significant differences at FZ1 and FZ3 between different speeds ($P<0.01$).

Conclusion In summary, the results of the present study showed that during walking with self-selected and fast speeds, the reaction forces of weight acceptance and heel off phases were significantly different between younger and older adults, but there was no significant difference in the reaction force of mid-stance phase. Moreover, in both age groups, there were significant differences among walking different speeds in the reaction forces of weight acceptance and heel off phases. It seems that lower extremity muscles strengthening in the older adults can increase walking speed and decrease falling risks and functional disabilities of these people.

Keywords:

Walking speed,
Older adults,
Younger adults,
Vertical ground,
reaction force

* Corresponding Author:

Seyyed Hosein Hoseini, PhD

Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.

Tel: +98 (919) 9196275

E-Mail: hoseini.papers@gmail.com

بررسی اثرات سن و سرعت راه رفتن بر نیروی عکس العمل عمودی زمین در جوانان و سالمندان

مریم رستگار^۱، *سیدحسین حسینی^۲، محمدحسین ناصرملی^۱، مرتضی تفاح^۳

- ۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
- ۲- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
- ۳- گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

حکیده

تاریخ دریافت: ۳۱ خرداد ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش: ۲۰ مهر ۱۳۹۵

هدف: افزایش پیش رونده جمعیت سالمندان در بسیاری از کشورهای توسعه یافته توجه را بیش از پیش به سلامت این گروه سنی معطوف کرده است. یکی از مهم ترین فعالیت های حرکتی زندگی روزانه راه رفتن است که نقشی حیاتی در زندگی افراد این گروه سنی ایفا می کند و می تواند به تأمین سلامت جسمانی و روانی سالمندان کمک شایانی کند. به طور خاص بررسی نیروی عکس العمل زمین در حین راه رفتن سالمندان در سرعت های مختلف و مقایسه آن با جوانان می تواند درک بهتری از سازوکارهای زیربنایی تنظیم سرعت در طول راه رفتن به وجود آورد. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات سن و سرعت راه رفتن بر نیروی عکس العمل عمودی زمین در جوانان و سالمندان بود.

روش بررسی: آزمودنی های این پژوهش را پانزده مرد جوان و پانزده مرد سالمند تشکیل می داد که میانگین سنی آن ها به ترتیب ۲۶/۴۶ و ۷۰/۳ سال بود. همگی این افراد سالم و به روش نمونه گیری غیر تصادفی انتخاب شده بودند. یک مسیر پیاده روی دهمتری در طول آزمایشگاه در نظر گرفته و یک صفحه نیروی سهمحوره کیستلر در وسط مسیر جاسازی شد. فاصله نقطه شروع راه رفتن آزمودنی ها تا صفحه نیرو چهار متر بود. هر یک از آزمودنی ها این مسیر دهمتری را با سرعت های مختلف خود انتخابی (۱۰۰ درصد) و کند (۸۰ درصد) و سریع (۱۲۰ درصد) راه رفتند. نیروهای عکس العمل عمودی زمین طی مراحل استقرار راه رفتن شامل مرحله پذیرش وزن یا اوج اول (FZ1) و مرحله میانه استقرار یا عمق (FZ2) و مرحله پیشروی یا اوج دوم (FZ3) با صفحه نیرو با فرکانس ۲۰۰ هرتز ثبت شد. داده ها با آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی تجزیه و تحلیل شد.

یافته ها: نتایج نشان داد اثر سن ($P=0/002$) و سرعت ($P=0/001$) بر میانگین نیروی عکس العمل عمودی زمین معنی دار است. همچنین اثر تعاملی سن و سرعت بر میانگین نیروی عکس العمل عمودی زمین نیز معنی دار بود ($P=0/013$). مطابق آزمون بونفرونی در هر دو گروه سنی جوانان و سالمندان میانگین نیروی عکس العمل عمودی بین سرعت های مختلف تفاوت معنی داری داشت ($P<0/01$). به علاوه در سرعت های ۱۰۰ درصد ($P=0/036$) و ۱۲۰ درصد ($P=0/002$) بین جوانان و سالمندان تفاوت های معنی داری دیده شد. در سرعت ۸۰ درصد در نیروهای اوج اول و عمق و اوج دوم عکس العمل عمودی زمین بین جوانان و سالمندان تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P>0/05$). باین حال در دو سرعت ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تفاوت معنی داری در نیروهای اوج اول و دوم بین جوانان و سالمندان وجود داشت ($P<0/01$). این در حالی است که در نیروی عمق تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P>0/05$). افزون بر این در هر دو گروه سنی در مقدار نیروهای اوج اول و دوم بین سرعت های مختلف راه رفتن تفاوت های معنی داری مشاهده شد ($P<0/01$).

نتیجه گیری: به طور خلاصه نتایج پژوهش حاضر نشان داد هنگام راه رفتن با سرعت های دلخواه و سریع نیروهای اوج اول و دوم در بین جوانان و سالمندان تفاوت معنی داری دیده شد؛ در حالی که در نیروی عمق تفاوت معنی داری وجود نداشت. علاوه بر این در هر دو گروه سنی در مقدار نیروهای اوج اول و دوم بین سرعت های مختلف راه رفتن تفاوت های معنی داری مشاهده شد. از نتایج تحقیق حاضر چنین استنباط می شود که کاهش نیروی اوج اول عکس العمل عمودی زمین در سالمندان به نوعی مؤید ضعف پویا و واکنش سیستم عصبی عضلانی در آن ها و کاهش نیروی اوج دوم عکس العمل زمین بیانگر عملکرد ضعیف تر عضلات پلانتر فلکسور سالمندان در هنگام راه رفتن است. به نظر می رسد تقویت عضلات اندام تحتانی در سالمندان بتواند به بهبود سرعت راه رفتن آن ها کمک کند و در کاهش خطرهای افتادن و ناتوانی عملکردی مؤثر واقع شود.

کلیدواژه ها:

سرعت راه رفتن، سالمندان، جوانان، نیروی عکس العمل عمودی زمین

* نویسنده مسئول:

دکتر سیدحسین حسینی

نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۹۱۹۶۲۷۵ (۹۱۹) ۰۹۸

رایانامه: hoseini.papers@gmail.com

مقدمه

فعالیت الکترومایوگرافی و هم‌انقباضی عضلانی [۱۵-۱۲] بررسی شده است. نتایج این تحقیقات نشان داده است که عواملی از قبیل سرعت راه رفتن و سن روی متغیرهای بیومکانیکی راه رفتن تأثیر می‌گذارد. به‌علاوه محققان در تحقیقی مروری نتیجه گرفته‌اند که کوتاه‌تر شدن طول گام، کند شدن سرعت راه رفتن، افزایش عرض گام و طولانی‌شدن زمان حمایت دوطرفه در سالمندان ممکن است به‌عنوان راهبردی جبرانی با هدف افزایش پایداری و پیشگیری از سقوط یا کاهش هزینه متابولیکی حرکت صورت گیرد [۱۶]. با وجود این همچنان نکات بسیاری وجود دارد که باید تحقیقات بیشتر و عمیق‌تری درباره آن‌ها انجام شود.

نیروی عکس‌العمل زمین یکی از متغیرهای بیومکانیکی محسوب می‌شود که نیاز است تا تحقیقات بیشتری درباره آن انجام گیرد. این متغیر می‌تواند در مطالعه راه رفتن به‌عنوان ابزار تشخیصی مهمی استفاده شود. مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین نیرویی خارجی است که بر شتاب مرکز جرم بدن تأثیر می‌گذارد. این نیرو اغلب در تحلیل‌های راه رفتن اندازه‌گیری و به‌عنوان معیاری برای ارزیابی راه رفتن در نظر گرفته می‌شود [۱۰]. دو اوج نیروی عکس‌العمل عمودی زمین طی مراحل اوایل استقرار (مرحله پذیرش وزن) و اواخر استقرار (مرحله پیشروی) منعکس‌کننده حمایت از مرکز جرم بدن است. حداقل میزان این نیرو در مرحله میانه استقرار که عمق نیروی عکس‌العمل عمودی زمین نامیده می‌شود، نشان می‌دهد که نیروی عمودی وارد شده بر زمین و نیروی عکس‌العمل از زمین به بدن کاهش یافته است [۱۷].

به‌دلیل ارتباط نیروی عکس‌العمل زمین با شتاب حرکت و در نتیجه تغییرات سرعت حرکت (برای مثال در راه رفتن) مطالعه این عامل بیومکانیکی، به‌ویژه در سالمندانی حائز اهمیت است که از سرعت حرکت کمتری برخوردارند. نقش اصلی عضلات در تنظیم سرعت راه رفتن، حفظ نیروهای شتاب‌دهنده و کم‌کننده شتاب اندام‌های بدن برای ایجاد پیشروی ایمن است. درحقیقت بررسی نیروی عکس‌العمل زمین در حین راه رفتن افراد سالمند در سرعت‌های مختلف و مقایسه آن با افراد جوان می‌تواند به درک بهتری از سازوکارهای زیربنایی تنظیم سرعت در طول راه رفتن منجر شود [۴]. از این‌رو تحقیق پیش‌رو با هدف مقایسه نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در مراحل پذیرش وزن (نیروی اوج اول) و میانه استقرار (نیروی عمق) و پیشروی (نیروی اوج دوم) طی راه رفتن با سرعت‌های خودانتخابی (۱۰۰ درصد) و کند (۸۰ درصد) و سریع (۱۲۰ درصد) بین دو رده سنی جوانان و سالمندان است.

روش بررسی

آزمودنی‌ها

تحقیق حاضر از نظر شیوه پژوهشی از نوع نیمه‌تجربی و از نظر هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی بود. آزمودنی‌های این

افزایش پیش‌رونده جمعیت سالمندان در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته توجه را بیش‌ازپیش به سلامت این گروه سنی معطوف کرده است. آنچه دانش امروزی بدان توجه می‌کند، تنها طولانی‌کردن دوران زندگی نیست؛ بلکه باید توجه داشت که سال‌های اضافی عمر انسان در نهایت آرامش و سلامت جسمی و روانی سپری شود. در صورتی که چنین شرایطی تأمین نشود، پیشرفت‌های علمی برای تأمین زندگی طولانی‌تر بی‌نتیجه و مخاطره‌آمیز خواهد بود [۱].

یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های حرکتی زندگی روزانه راه رفتن است که نقشی حیاتی در زندگی افراد این گروه سنی ایفا می‌کند و می‌تواند به تأمین سلامت جسمانی و روانی سالمندان کمک شایانی کند. در واقع راه رفتن طی سال اول زندگی فراگرفته می‌شود، در حدود هفت‌سالگی به تکامل می‌رسد و تا سن شصت‌سالگی در همان سطح باقی می‌ماند. سپس در دوره سالمندی توانایی راه رفتن به‌طور تدریجی شروع به کاهش می‌کند [۲]. از جمله تغییراتی که در الگوی راه رفتن افراد سالمند در مقایسه با افراد جوان مشاهده می‌شود، عبارت است از: طول گام کمتر، سرعت راه رفتن پایین‌تر، عرض گام بیشتر، آهنگ گام‌برداری پایین‌تر، دامنه حرکتی کمتر مفاصل اندام تحتانی و تمایل برای افزایش نوسانات پاسچرال به‌ویژه در جهت قدیمی خلفی در سالمندان است. این تغییرات به‌نوعی می‌تواند هشداردهنده خطر سقوط در این افراد باشد [۳-۶].

همان‌گونه که بیان شد، یکی از تغییرات ایجاد شده در الگوی راه رفتن سالمندان کاهش در سرعت راه رفتن آنان است. سرعت راه رفتن یکی از شاخص‌های مهم الگوی راه رفتن محسوب می‌شود و توانایی تنظیم سرعت پیشروی در طول راه رفتن سازوکار مهمی است که فعالیت حرکتی را با تغییرات نیازهای محیطی (زمان فشار و ارتقای ایمنی) تطبیق می‌دهد. درحقیقت سرعت راه رفتن مؤلفه مهمی برای حفظ استقلال عملکردی سالمندان و پیش‌بینی‌کننده‌ای قوی برای تعیین میزان توانایی حرکتی در آن‌ها به‌شمار می‌رود. نتایج مطالعات مختلف نشان داده کاهش سرعت راه رفتن در نتیجه افزایش سن دلیل تغییرات مطالبات و وظایف حرکتی است که در نهایت منجر به تغییر الگوهای فعالیت عضلانی در راه رفتن می‌شود. به‌علاوه سرعت‌های پایین راه رفتن سالمندان احتمال دارد که با کاهش حرکات و کینتیک مفصل و تغییرات بیومکانیکی و انتخاب راهبردهای محتاطانه راه رفتن وابسته باشد [۷، ۳۰].

تغییرات ایجاد شده در راه رفتن سالمندان در سال‌های اخیر از نظر بیومکانیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این گونه تحقیقات بیومکانیکی راه رفتن سالمندان و جوانان از جنبه‌های مختلف از جمله متغیرهای فضایی‌زمانی [۸]، تعادل و کنترل پوسچر [۴، ۶]، کینتیک [۲، ۹، ۱۰]، کینماتیک [۱۱، ۲] و

صفحه نیروسنج حین راهرفتن و قرارنگرفتن کامل پا روی صفحه نیروسنج از جمله مواردی بود که منجر به تکرار آن کوشش می‌شد.

استخراج و محاسبه داده‌های مربوط به نیروی عکس‌العمل

سن و سرعت راهرفتن به‌عنوان متغیرهای مستقل و مقدار نیروی عکس‌العمل عمودی زمین به‌عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری نیروی عکس‌العمل زمین از صفحه نیروی سه‌محوره مدل کیستلر در ابعاد $40 \times 60 \times 7$ سانتی‌متر ساخت کشور سوئیس استفاده شد که در مرکز مسیر پیاده‌روی جاسازی شده بود. این صفحه نیرو قابلیت ثبت نیروی عکس‌العمل زمین در دامنه ده تا پانصد هرتز را دارد.

صفحه نیرو با فرکانس دویست هرتز اطلاعات راهرفتن را با سرعت‌های مختلف خودانتخابی (۱۰۰ درصد) و کند (۸۰ درصد) و سریع (۱۲۰ درصد) ثبت کرد. همچنین نیروهای عکس‌العمل عمودی در مراحل استقرار راهرفتن شامل نیروی مرحله پذیرش وزن یا نیروی اوج اول (FZ1) و نیروی مرحله میانه استقرار یا نیروی عمق (FZ2) و نیروی مرحله پیشروی یا نیروی اوج دوم (FZ3) ثبت شد. داده‌ها با نرم‌افزار ورک‌استیشن^۲ محاسبه و به‌شکل فایل اکسل در مکانی ذخیره شد که قبلاً تعریف شده بود. در این پژوهش داده‌ها با استفاده از فیلتر پایین‌گذر مرتبه چهارم باترورت با قطع فرکانس ده هرتز فیلتر شد. گفتنی است که در تحلیل نهایی فقط از داده‌های مربوط به مرحله استقرار استفاده شد.

روش‌های تحلیل آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات مدنظر از نسخه ۲۲ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. همچنین برای سازمان‌دهی، خلاصه‌کردن، طبقه‌بندی نمرات خام و توصیف اندازه‌های نمونه از آمار توصیفی و برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. برای بررسی تفاوت گروه‌های مطالعه شده در شاخص نیروی عکس‌العمل عمودی از آزمون آنووا^۳ با اندازه‌گیری‌های مکرر به‌صورت ۲ (گروه سنی) $3 \times$ (سرعت راهرفتن) و به‌منظور یافتن محل تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری تفاوت‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر میانگین و انحراف معیار متغیر سرعت راهرفتن در جدول شماره ۱ ارائه شده است. براساس این جدول میانگین سرعت خودانتخابی یا دلخواه (۱۰۰ درصد) آزمودنی‌ها در گروه سنی جوانان بیشتر از گروه سنی سالمندان بود. در جدول شماره ۲

پژوهش را پانزده مرد سالمند با میانگین سن $70/33 \pm 3/29$ سال و قد $172/53 \pm 5/22$ سانتی‌متر و جرم $71/6 \pm 5/14$ کیلوگرم و پانزده مرد جوان با میانگین سن $26/46 \pm 3/34$ سال و قد $174/73 \pm 5/26$ سانتی‌متر و جرم $70/8 \pm 5/85$ کیلوگرم تشکیل می‌دادند. این افراد به روش نمونه‌گیری غیرتصادفی و با توجه به معیارهای ورود و خروج به‌صورت هدفمند انتخاب شدند.

معیارهای ورود به پژوهش عبارت بود از: مذکر بودن، امضای رضایت‌نامه کتبی و برخوردار بودن از سلامت جسمانی، قرارداشتن در محدوده سنی بیست تا سی سال برای جوانان و ۶۵ تا ۷۵ سال برای سالمندان. برای گزینش نمونه‌های آزمون ابتدا طرح پژوهش برای آن‌ها تشریح شد و سپس با استفاده از پرسش‌نامه سوابق بیماری‌های ارتوپدی و عصبی-عضلانی افرادی بررسی شد که به شرکت در پژوهش مایل بودند. افراد با علائم ارتوپدیک، آسیب‌های عضلانی-اسکلتی، درد مزمن مفصل، اختلالات قلبی-عروقی و عصبی و همچنین افرادی که برای اجرای پروتکل تمرینی و آزمون‌های مدنظر شرایط مطلوب بدنی نداشتند، از پژوهش کنار گذاشته شدند [۱۵]. افزون‌براین از انتخاب افراد چاق با شاخص توده بدنی بیش از سی جلوگیری شد تا تأثیر عامل بافت چربی زیرپوستی برای استخراج سیگنال EMG به حداقل برسد؛ زیرا ثابت شده است که بین شاخص توده بدنی و تعادل سالمندان ارتباط وجود دارد [۴]. قبل از شروع آزمون‌ها از تمام آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش فرم رضایت‌نامه آگاهانه دریافت شد. پژوهش حاضر توسط کمیته اصول اخلاقی دانشگاه آزاد اسلامی کرج به تصویب رسیده است.

روش اجرا

یک مسیر پیاده‌روی ده‌متری در طول آزمایشگاه در نظر گرفته و صفحه نیروی کیستلر^۱ در وسط مسیر جاسازی شد. محققان مختلف روایی و اعتبار این دستگاه را برای اندازه‌گیری نیروی عکس‌العمل زمین تأیید کرده‌اند [۲، ۷، ۹، ۱۰، ۱۲]. فاصله نقطه شروع راهرفتن آزمودنی‌ها تا صفحه نیرو چهار متر بود. راهرفتن آزمودنی در مسیر تعیین‌شده پنج بار تکرار و در هر یک از متغیرهای مدنظر میانگین پنج بار تکرار برای محاسبات آماری در نظر گرفته شد. به‌منظور عادی‌سازی داده‌ها مقادیر به‌دست‌آمده توسط دستگاه بعد از میانگین گرفتن از تکرارها، بر وزن بدن (نیوتن) تقسیم و حاصل در عدد صد ضرب شد تا از این طریق مقدار نهایی براساس درصدی از وزن بدن بیان شود و تأثیر وزن بدن آزمودنی‌ها به‌حداقل کاهش یابد [۷]. شرایط انجام آزمون در حین راهرفتن به آزمودنی‌ها توضیح داده و از آن‌ها خواسته شد تا جای ممکن به‌طور طبیعی راه بروند و از نگاه کردن به صفحه نیروسنج خودداری کنند. هر آزمودنی عمل راهرفتن را در پنج کوشش با کفش تکرار می‌کرد. انجام عمل راهرفتن به‌صورت غیرطبیعی نگاه کردن به

2. Workstation
3. ANOVA

1. Kistler

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار سرعت راه رفتن آزمودنی‌ها بر حسب متر بر ثانیه.

متغیر	جوانان	سالمندان
سرعت ۸۰٪	۱/۱۸±۰/۱۱	۱/۰۹±۰/۱۰
سرعت ۱۰۰٪	۱/۴۸±۰/۱۷	۱/۳۶±۰/۱۴
سرعت ۱۲۰٪	۱/۷۷±۰/۱۹	۱/۶۳±۰/۱۷

توانبخشی

شد (جدول شماره ۳). مطابق این جدول در هر دو گروه سنی جوانان و سالمندان میانگین نیروی عکس العمل عمودی بین سرعت‌های مختلف تفاوت معنی داری دارد ($P < 0/01$). علاوه بر این در سرعت‌های ۱۰۰ ($P = 0/036$) و ۱۲۰ درصد ($P = 0/002$) بین جوانان و سالمندان تفاوت‌های معنی داری وجود دارد.

برای ارائه تصویری شماتیک از الگوی نیروی عکس العمل عمودی زمین دیاگرام این نیرو در مراحل پذیرش وزن (اوج اول) و میانه استقرار (عمق) و پیشروی (اوج دوم) در جوانان و سالمندان در سرعت خودانتخابی، در تصویر شماره ۱ ترسیم شده است. همچنین تصویر شماره ۲ اثر تعاملی سن × سرعت راه رفتن

نتایج مقایسه میانگین نیروی عکس العمل عمودی زمین (میانگین سه مرحله) بین سرعت‌های مختلف و گروه‌های سنی جوانان و سالمندان نشان داده شده است. طبق این جدول میانگین نیروی عکس العمل عمودی زمین بین جوانان و سالمندان تفاوت معنی داری دارد؛ به عبارت دیگر سن به طور مستقل از سرعت روی این متغیر تأثیر معنی داری دارد ($P = 0/002$). افزون بر این تأثیر سرعت نیز به صورت مستقل از سن معنی دار است ($P = 0/001$). همچنین مطابق جدول شماره ۲ اثر تعاملی سن و سرعت بر نیروی عکس العمل عمودی زمین نیز معنی دار است ($P = 0/013$). به منظور مقایسه‌های جفتی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس دوره‌ها با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه میانگین نیروی عکس العمل عمودی زمین.

منبع تغییر	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	مقدار P
سن	۶۱۸۳/۸۵	۱	۶۱۸۳/۸۵	۷۷/۳۴	۰/۰۰۲
سرعت راه رفتن	۹۸۵/۶۶	۲	۴۹۲/۸۳	۲۵/۲۸	۰/۰۰۱
سن × سرعت	۴۷۱۹/۲۸	۲	۲۳۵۹/۶۴	۱۶/۹۱	۰/۰۱۳

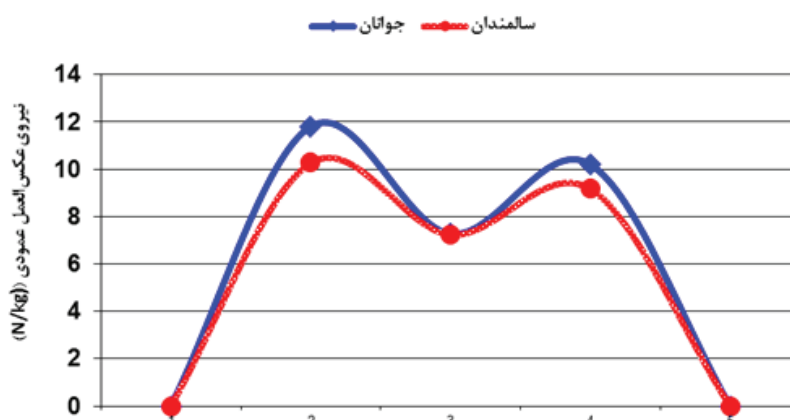
توانبخشی

جدول ۳. نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه میانگین نیروی عکس العمل عمودی زمین بین جفت گروه‌ها.

گروه (I)	گروه (II)	اختلاف میانگین (I-II)	خطای انحراف معیار	سطح معنی داری ^a
جوانان (۱۰۰٪)		-۱/۱۵۵	۰/۰۸۵۱	۰/۰۱
جوانان (۸۰٪)	جوانان (۱۲۰٪)	-۲/۶۷۱۷	۰/۰۸۵۱	۰/۰۰۳
سالمندان (۸۰٪)	سالمندان (۱۲۰٪)	-۰/۲۱۷	۰/۰۸۵۱	۰/۱۶۹
جوانان (۱۲۰٪)	سالمندان (۱۰۰٪)	-۱/۴۱۶۷	۰/۰۸۵۱	۰/۰۰۹
سالمندان (۱۰۰٪)	جوانان (۱۲۰٪)	۰/۴۷	۰/۰۸۵۱	۰/۰۳۶
سالمندان (۱۲۰٪)	سالمندان (۱۲۰٪)	۱/۶۷۵۹	۰/۰۸۵۱	۰/۰۰۲
سالمندان (۱۰۰٪)	سالمندان (۸۰٪)	-۰/۶۶۳۳	۰/۰۸۵۱	۰/۰۴
سالمندان (۱۲۰٪)	سالمندان (۸۰٪)	-۱/۹۵۳۳	۰/۰۸۵۱	۰/۰۰۱
سالمندان (۱۲۰٪)	سالمندان (۱۰۰٪)	-۰/۷۸۹	۰/۰۸۵۱	۰/۰۳

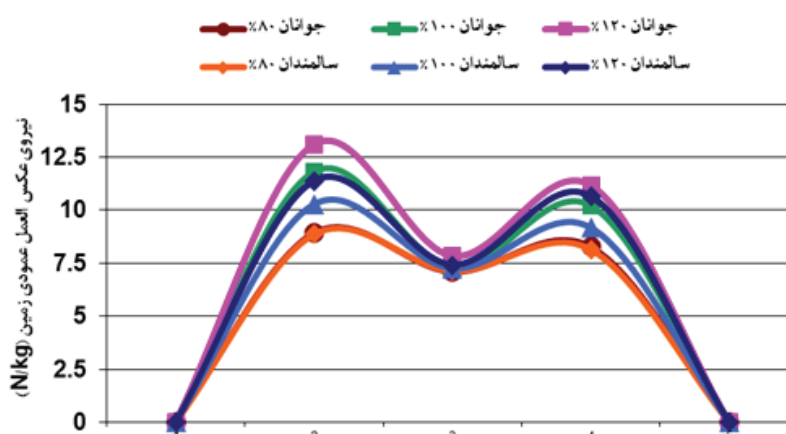
توانبخشی

^a سطح معنی داری در مقایسه‌های جفتی آزمون بونفرونی.



توانبخشنی

تصویر ۱. دیاگرام الگوی نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در جوانان و سالمندان در سرعت خودانتخابی (۱۰۰ درصد). نیروهای FZ۱ و FZ۲ و FZ۳ به ترتیب نشان‌دهنده نیروی اوج اول (مرحله پذیرش وزن) و نیروی عمق (مرحله میانه استقرار) و نیروی اوج دوم (مرحله پیشروی) عکس‌العمل عمودی است.



توانبخشنی

تصویر ۲. نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در جوانان و سالمندان در سرعت‌های مختلف. نیروهای FZ۱ و FZ۲ و FZ۳ به ترتیب نشان‌دهنده نیروی اوج اول و نیروی عمق و نیروی اوج دوم عکس‌العمل عمودی است.
* تفاوت معنی‌دار بین سرعت راه رفتن، † تفاوت معنی‌دار بین گروه سنی.

زمین طی راه رفتن با سرعت‌های خودانتخابی (۱۰۰ درصد) و کند (۸۰ درصد) و سریع (۱۲۰ درصد) در بین دو رده سنی جوانان و سالمندان انجام شد. نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در زیرمراحل استقرار راه رفتن با استفاده از فورس پلیت اندازه‌گیری و سپس نیروی عکس‌العمل عمودی براساس جرم بدن طبیعی شد.

براساس نتایج پژوهش حاضر در میانگین نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در سرعت کند (۸۰ درصد)، در بین جوانان و سالمندان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این نتیجه با نتایج لاروج و همکارانش (۲۰۱۱) همسو بود. این محققان در هنگام بررسی نیروی عکس‌العمل در راه رفتن با سرعت استاندارد (۰/۸ متر بر ثانیه) تفاوت معنی‌داری را در بین عملکرد سالمندان با قدرت کم و سالمندان با قدرت طبیعی مشاهده نکردند [۱۸]. احتمالاً این امر به دلیل سرعت پایین راه رفتن است که موجب می‌شود سالمندان بتوانند بدون ناتوانی راه بروند و از

را روی تغییرات نیروی عکس‌العمل عمودی زمین نشان می‌دهد.

همچنان‌که تصویر شماره ۲ نشان می‌دهد، در سرعت ۸۰ درصد نیروهای اوج اول و عمق و اوج دوم عکس‌العمل عمودی زمین بین جوانان و سالمندان متفاوت نیست ($P > 0.05$)؛ اما در دو سرعت ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیروهای اوج اول و دوم بین جوانان و سالمندان به‌طور معنی‌داری متفاوت است ($P < 0.01$). این در حالی است که در نیروی عمق تفاوتی وجود نداشت ($P > 0.05$). به‌علاوه در هر دو گروه سنی در مقدار نیروهای اوج اول و دوم، بین سرعت‌های مختلف راه رفتن تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.01$).

بحث

پژوهش حاضر با هدف مقایسه نیروی عکس‌العمل عمودی

عملکردی مشابه با گروه جوانان برخوردار باشند [۱۹،۲۰].

نتایج این پژوهش نشان داد میانگین نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در سرعت‌های ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد در جوانان بیشتر از سالمندان بود. هنگام مقایسه دقیق‌تر داده‌ها در زیرمراحل مختلف استقرار یافته‌ها نشان داد که در دو سرعت ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیروهای اوج اول (FZ۱) و اوج دوم (FZ۳) در جوانان بیشتر از سالمندان بود. این در حالی است که در نیروی عمق (FZ۲) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ اگرچه دره مربوط به دی‌گرام این نیرو عمیق‌تر شد. در پژوهش حاضر نبود تفاوت در نیروی عمق عکس‌العمل عمودی زمین بین سالمندان و جوانان و بیشتر بودن نیروی اوج دوم در جوانان با یافته‌های تودا و همکارانش (۲۰۱۵) همخوانی داشت؛ اما این محققان درباره نیروی اوج اول نتیجه متناقضی را گزارش کرده‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که در بین نیروی اوج اول و نیروی عمق عکس‌العمل عمودی در بین جوانان و سالمندان تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما دومین اوج نیروی عکس‌العمل عمودی زنان سالمند به‌طور معنی‌داری کمتر از زنان جوان است [۱۰]. علاوه بر این لاریش و همکارانش (۱۹۸۹) نیز نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در FZ۱ وجود ندارد. با این حال این محققان معتقدند تفاوت موجود در FZ۳ معنی‌دار است [۲۱]. با وجود این نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج پژوهش یامادا و مای (۱۹۹۶) همخوان است. این پژوهشگران نیز چنین گزارش کرده‌اند که اولین و دومین اوج نیروی عکس‌العمل زمین در سالمندان کمتر از جوانان و مقدار FZ۲ در آن‌ها بیشتر از گروه سنی جوانان است [۲۲].

از آنجایی که مقدار اولین و دومین اوج نیروی عکس‌العمل زمین بیشتر از سرعت گام‌برداری تأثیر می‌پذیرد تا طول گام [۲۳]؛ بنابراین ممکن است تفاوتی بین جوانان و سالمندان در FZ۱ وجود نداشته باشد. هر دو نیروی FZ۱ و FZ۳ مسئول ایجاد شتاب روبه‌بالا در مرکز جرم بدن است [۱۰]. گفتنی است که در مطالعه تودا و همکارانش (۲۰۱۵) زنان سالمند در مرحله جدا شدن پاشنه از زمین شتاب روبه‌بالای کمتری در مرکز جرم بدنشان داشتند. این موضوع می‌تواند طی مرحله حمایت دوگانه بار موجود روی اندام جلویی زنان سالمند را در هنگام تولید شتاب روبه‌بالا افزایش دهد. به نظر می‌رسد کاهش معنی‌داری که در این پژوهش در نیروی اوج اول عکس‌العمل عمودی زمین در سالمندان مشاهده شد، به نوعی نشان‌دهنده ضعف پویا و واکنش سیستم عصبی-عضلانی در این گروه سنی باشد؛ زیرا این مؤلفه از نیروی عکس‌العمل عمودی زمین به مقدار این نیرو طی مرحله پذیرش وزن یا تماس کف پا با زمین مربوط می‌شود.

همچنین شایان ذکر است عضلات نیز نقش ویژه‌ای در تغییر نیروی عکس‌العمل زمین در هنگام راه رفتن دارند. در ابتدای مرحله استقرار که در آن شتاب بدن و شتاب جاذبه هم‌راستا است، عضلات اکستنسور زانو (وستوس‌مدیالیس و لترالیس و اینترمدیوس) و اکستنسور ران (گلوئتوس‌مکزی‌موس) اوج اول نیروی عکس‌العمل عمودی را حفظ می‌کند که کمی بیشتر از وزن بدن است [۲۴].

در مرحله میانه استقرار نیروی عکس‌العمل عمودی به کمتر از وزن بدن می‌رسد و به‌صورت دره در نمودار نیروی عکس‌العمل عمودی مشاهده می‌شود که در این مرحله عضله گلوئتوس‌مدیوس بیشترین حمایت را فراهم می‌کند.

در مرحله انتهایی استقرار که در آن شتاب بدن در خلاف شتاب جاذبه زمین است، عضلات پلانتر فلکسور مچ پا (گاستروکنمیوس و سولئوس) و عضلات اکستنسور زانو در حفظ دومین اوج نیروی عکس‌العمل عمودی و شتاب‌بخشیدن به بدن نقش مهمی دارد [۲۵،۲۶]. در واقع کاهش نیروی اوج دوم عکس‌العمل عمودی زمین در سالمندان بر ارتباط عملکرد عضلات پلانتر فلکسور با سرعت راه رفتن در این افراد تأکید دارد [۲۶]. به عبارت دیگر کاهش دومین اوج نیروی عکس‌العمل زمین در سالمندان به دلیل ضعف عضلات پلانتر فلکسور مچ پا و عضلات اکستنسور زانو و ران این افراد است [۲۷]؛ بنابراین نتایج مطالعات انجام‌شده بر اهمیت تقویت این عضلات در سالمندان تأکید دارد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر میانگین نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در هر دو گروه سنی جوانان و سالمندان در بین سرعت‌های مختلف متفاوت است. در هر دو گروه سنی مقدار نیروهای اوج اول و دوم عکس‌العمل عمودی زمین در سرعت‌های بالاتر راه رفتن به‌طور معنی‌داری بیشتر از سرعت‌های پایین است. این نتایج با یافته‌های پژوهش لاروج و همکارانش (۲۰۱۱) همخوان بود. آنان بیان کرده‌اند حداکثر سرعت راه رفتن با اوج نیروی عکس‌العمل عمودی زمین همبستگی دارد [۱۸]. در حقیقت از آنجایی که حداکثر سرعت راه رفتن سالمندان کمتر از جوانان است، می‌توان انتظار داشت که اوج نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در سالمندان نیز کمتر از جوانان باشد [۲۷، ۲۸].

به دلیل وجود رابطه خطی مثبت در بین اوج نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و سرعت راه رفتن افرادی که در عضلات اندام تحتانی خویش به ضعف قدرت مبتلا هستند، برای راه رفتن سریع نیز ظرفیت کمتری دارند. در واقع آنچه به نظر آشکار می‌رسد این است که کاهش قدرت اندام تحتانی در سالمندان منجر به کاهش نیروهای اوج اول و دوم عکس‌العمل عمودی و نیز کاهش حداکثر سرعت راه رفتن در آن‌ها می‌شود [۲۹]. از این رو تقویت عضلات اندام تحتانی در سالمندان می‌تواند به بهبود سرعت حرکت و افزایش نیروی عکس‌العمل عمودی آن‌ها کمک کند و در کاهش خطرهای افتادن و ناتوانی عملکردی مؤثر واقع شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر میانگین نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در بین دو گروه سنی جوانان و سالمندان در سرعت‌های ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد راه رفتن تفاوت معنی‌داری داشت. هنگام مقایسه دقیق‌تر داده‌ها در زیرمراحل مختلف استقرار نتایج

References

- [1] Shoae F, Azkosh M, Alizad V. [Health status of Iranian older people: A demographical Analysis (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2013; 8(2):60-69.
- [2] Paroczai R, Bejek Z, Illyés A. Kinematic and kinetic parameters of healthy elderly people. Periodica Polytechnica Ser Mechanical Engineering. 2005; 49(1): 63-67.
- [3] Akbari-Kamrani AA, Azadi F, Salavati M, Kazemi B. [Predicting fall risk in nursing home elderly using two functional assessment methods (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2003; 4(2):45-52.
- [4] Baharlouei H, Nodehi-Moghaddam A. [Correlation between Body Mass Index and Postural Balance in Elderly (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2012; 12:54-9.
- [5] Kimura T, Kobayashi H, Nakayama E, Hanaoka M. Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly. Anthropological Science. 2007; 115(1):67-72. doi: 10.1537/ase.060309
- [6] Gomes MM, Reis JG, Neves, TM, Petrella, M, Abreu DC. Impact of aging on balance and pattern of muscle activation in elderly women from different age groups. International Journal of Gerontology. 2013; 7(2):106-11. doi: 10.1016/j.jige.2012.11.013
- [7] Winter DA. The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological 2nd ed. Ontario: University of Waterloo Press; 1991.
- [8] Sadeghi H, Norouzi H. [Spatio-Temporal Parameters Changes in Gait of Male Elderly Subjects (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2010; 4(2):71-76.
- [9] Toda H, Nagano A, Luo Z. Contribution of lower extremity joint moment on ground reaction force during walking in elderly and younger people. Paper presented at: 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration; 2013 Dec 15-17; Kobe, Japan.
- [10] Toda H, Nagano A, Luo Z. Age and gender differences in the control of vertical ground reaction force by the hip, knee and ankle joints. Journal of Physical Therapy Science. 2015; 27(6):1833-838. doi: 10.1589/jpts.27.1833
- [11] Arshi AR, Eskandari F, Navvab Motlagh F, Karimi M. [Comparing pelvic and trunk kinematics between young and older adults during treadmill walking (Persian)]. Paper presented at: 21st Iranian Conference on Biomedical Engineering; 26-28 Nov 2014; Tehran, Iran.
- [12] Larsen AH, Puggaard L, Hamalainen 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
- [13] Hortobagyi T, Solnik S, Gruber A, Rider P, Helseth J, DeVita P. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle co-activation. Gait & Posture. 2009; 29(4): 558-64. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.12.007
- [14] Schmitz A, Silder A, Heiderscheid B, Mahoney J, Thelen DG. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. Journal of Electromyography

نشان داد که در این سرعت‌ها نیروهای اوج اول و دوم در بین جوانان و سالمندان از تفاوت معنی‌داری برخوردار بود؛ در حالی که در نیروی عمق تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین در هر دو گروه سنی در مقدار نیروهای اوج اول و دوم بین سرعت‌های مختلف راه رفتن تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد.

به‌طور کلی از نتایج تحقیق حاضر چنین استنباط می‌شود که کاهش نیروی اوج اول عکس‌العمل عمودی زمین در سالمندان، به‌نوعی مؤید ضعف پویا و واکنش سیستم عصبی-عضلانی در آن‌ها و کاهش نیروی اوج دوم عکس‌العمل عمودی بیانگر عملکرد ضعیف‌تر عضلات پلاتتارفلکسور سالمندان در هنگام راه رفتن است. به‌نظر می‌رسد تقویت عضلات اندام تحتانی در سالمندان بتواند به بهبود سرعت حرکت راه رفتن آن‌ها کمک کند و در کاهش خطرهای افتادن و ناتوانی عملکردی مؤثر واقع شود.

محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به یکسان‌سازی نوع کفش آزمودنی‌ها با توجه به تفاوت زیاد در شماره کفش و ابعاد آنتروپومتریکی پا و نیز تفاوت‌های سنی بود. احتمالاً نوع کفش بتواند بر میزان نیروهای عکس‌العمل زمین مؤثر باشد.

پیشنهادات

به پژوهشگران علاقه‌مند پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی را با درگیر کردن گروه‌های سنی دیگر از قبیل کودکان و نوجوانان انجام دهند. همچنین تمرکز پژوهشی بر سازوکارهای کنترل پوسچر و مطالعه تفاوت‌های نوسان مرکز فشار (COP) بین سالمندان و جوانان و بررسی ارتباط عملکرد عضلات با سیستم کنترل پوسچر اطلاعات ارزشمندی را در زمینه الگوی راه رفتن سالمندان عرضه می‌کند. افزون‌بر این بررسی مقایسه‌ای مؤلفه‌های دیگر نیروی عکس‌العمل زمین (مدیولترال و آنتریوپوستریور) در سالمندان و جوانان و مطالعه تفاوت‌های مورفولوژیک عضلات ضدجاذبه و نقش این تفاوت‌ها در حفظ تعادل از اهمیت پژوهشی زیادی برخوردار است.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج است.

- graphy and Kinesiology. 2009; 19(6):1085–091. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.10.008
- [15] Khodaveisi H, Anbarian M, Khodaveisi M. [Comparison of Electromyographic Activity Pattern of Knee Two-Joint Muscles between Youngs and Olders in Gait Different Speeds (Persian)]. *Journal of Rehabilitation*. 2015; 16(4): 234-41.
- [16] Aboutorabi A, Arazpour M, Bahramizadeh M, Hutchins SW, Fadayevatan R. The effect of aging on gait parameters in able-bodied older subjects: a literature review. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2016; 28(3):393-405. doi: 10.1007/s40520-015-0420-6
- [17] Lin MR, Hwang HF, Wang YW, Chang SH, Wolf SL. Community-Based Tai Chi and its effect on injurious falls, balance, gait and fear of falling in older people. *Physical Therapy*. 2006; 85(9):1189-201. doi: 10.2522/ptj.20040408
- [18] LaRoche DP, Millett ED, Kralian RJ. Low strength is related to diminished ground reaction forces and walking performance in older women. *Gait & Posture*. 2011; 33(4):668–72. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.02.022
- [19] Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*. 2006; 95(5):1851–60. doi: 10.1152/jappphysiol.00246.2003
- [20] Bouchard DR, Janssen I. Dynapenic-obesity and physical function in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2011; 65(1):71–7. doi: 10.1093/gerona/glp159
- [21] Larish DD, Martin PE, Mungiole M. Characteristic patterns of gait in the healthy old. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1989; 515(1):18–32. doi: 10.1111/j.1749-6632.1988.tb32960.x
- [22] Yamada T, Maie K. The characteristics of walking in old men analyzed from the ground reaction force. *Journal of Anthropological Society of Nippon*. 1996; 96(1):7–15. doi: 10.1537/ase1911.96.7
- [23] Martin PE, Marsh AP. Step length and frequency effects on ground reaction forces during walking. *Journal of Biomechanics*. 1993; 25(10):1237–1239. doi: 10.1016/0021-9290(92)90081-b
- [24] Liu MQ, Anderson FC, Pandy MG, Delp SL. Muscles that support the body also modulate forward progression during walking. *Journal of Biomechanics*. 2006; 39(14):2623-630. doi: 10.1016/j.jbiomech.2005.08.017
- [25] Kepple TM, Siegel KL, Stanhope SJ. Relative contributions of the lower extremity joint moments to forward progression and support during gait. *Gait & Posture*. 1997; 6(1):1-8. doi: 10.1016/s0966-6362(96)01094-6
- [26] Keller TS, Weisberger AM, Ray JL, Hasan SS, Shiavi RG, Spengler DM. Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging, and running. *Clinical Biomechanics*. 1999; 11(5):253-59. doi: 10.1016/0268-0033(95)00068-2
- [27] McGibbon CA, Krebs DE. Discriminating age and disability effects in locomotion: neuromuscular adaptations in musculoskeletal pathology. *Journal of Applied Physiology*. 2008; 96(1):149–60. doi: 10.1152/jappphysiol.00422.2003
- [28] Devita P, Hortobagyi T. Age causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *Journal of Applied Physiology*. 2007; 88(5):1804-811. PMID: 10797145
- [29] Rantanen T, Guralnik JM, Izmirlian G, Williamson JD, Simonick EM, Ferrucci L. Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 1988; 77(4):299–305. doi: 10.1097/00002060-199807000-00008
- [30] Akbari Kamrani AA, Zamani Sani SH, Fathi Rezaie Z, Aghdasi MT. Concurrent validity of functional gait assessment, timed up and go, and gait speed tests in the Persian community-dwelling elderly. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2010; 8(2):15-20.

