Archive of SID

Published Online: 2016.April.22

Research Article

Age- and Speed-Related Differences in Myoelectrical Activity of Leg Muscles during Walking between Younger and Older Adults

Maryam Rastegar*[1], Mohamad Hosein Naser Melli[2], Amir Sarshin[3]

1. MSc in Sport Biomechanics, Islamic Azad University of Karaj. Karaj, Iran
2. Academic member in Department of Physical Education, Islamic Azad University of Karaj. Karaj, Iran
3. Assistant Professor in Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University of Karaj. Karaj, Iran

Received: 2015.December.31 Revised: 2016. February.28 Accepted: 2016.April.04

Background and Aim: Reduced walking speed is one of the changes that occur because of the reduction in lower extremity muscle strength due to the aging process. The purpose of the present study was to examine age- and speed-related differences in the electrical activity of leg muscles between younger and older adults during walking.

Materials and Methods: In the current semi-experimental study, 15 healthy young men and 15 healthy older men, with the mean age of 26.46 and 70.3 years, respectively, were randomly selected. The electrical activities of the tibialis anterior, soleus, and gastrocnemius muscles were measured using a surface electromyographic system during walking at preferred (100%), slow (80%), and fast (120%) speeds in the Foot Flat (FF), Midstance (MSt), Terminal Stance (TSt), Initial Swing, and Terminal Swing (TSw) phases. Data was analyzed using two-way analysis of variance with repeated measures and Bonferroni tests.

Results: The Root Mean Squares (RMS) of the electrical activity of the gastrocnemius and soleus in the MSt and TSt phases at 80% and 120% speeds were significantly different between the groups ($P<0.01$). Further, the RMS of electrical activity of the tibialis anterior differed significantly between the groups ($P<0.01$) in the FF phase at 100% and 120% speeds, in the MSt phase at any of the 3 speeds, and in the TSw phase at 80% speed. Moreover, in the swing phases in both groups, the activity differed significantly between the 80% and 100% speeds and between the 100% and 120% speeds ($P<0.001$). The activities of all muscles in all stance phases differed significantly between the 80% and 120% speeds among the younger group ($P<0.001$) and at all speeds among the older adults ($P<0.01$).

Conclusion: Age-related changes in the electrical activity of the leg muscles during walking are clearly noticeable even among healthy older adults. This may be a strategy to control balance, maintain a steady metabolic state, or limit neuromuscular fatigue.

Keywords: Age; Speed; Leg Muscles; Walking; Myoelectrical Activity

Cite this article as: Maryam Rastegar, Mohamad Hosein Naser Melli, Amir Sarshin. Age- and Speed-Related Differences in Myoelectrical Activity of Leg Muscles during Walking between Younger and Older Adults. J Rehab Med. 2017; 6(1): 19-27.

* **Corresponding Author**: Maryam Rastegar. MSc in Sport Biomechanics, Islamic Azad University of Karaj. Karaj,Tehran.
Email: sportsscientists75@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

تفاوت‌های وابسته به سن و سرعت در فعالیت میوالکتریکی عضلات ساق پا در حین راه رفتن بین جوانان و سالمندان

مریم رستگار[1*]، محمدحسین ناصرملی[2]، امیر سرشین[3]

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. کرج، ایران
۲. مربی گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. کرج، ایران
۳. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. کرج، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹٤/۱۰/۱۰ بازنگری مقاله ۱۳۹٤/۱۲/۰۹ پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۱/۱٦ *

چکیده

مقدمه و اهداف

از جمله تغییراتی که در اثر کاهش قدرت عضلات اندام تحتانی رخ می‌دهد، کاهش در سرعت راه رفتن است که ممکن است به تغییرات سنی نیز وابسته باشد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر، مطالعه تفاوت‌های وابسته به سن و سرعت در فعالیت الکتریکی عضلات ساق پا در حین راه رفتن بین جوانان و سالمندان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش نیمه‌تجربی حاضر، تعداد ۱۵ مرد جوان سالم و ۱۵ مرد سالمند سالم به ترتیب با میانگین سنی ۲۶/۴۶ و ۷۰/۳ سال، به‌طور تصادفی هدفدار انتخاب گردیدند. فعالیت الکتریکی (RMS) عضلات تیبیالیس آنتریور، سولئوس و گاستروکنمیوس به‌وسیله دستگاه الکترومایوگرافی سطحی در حین راه رفتن با سرعت خود انتخابی (۱۰۰٪)، کند (۸۰٪) و سریع (۱۲۰٪) در فازهای تماس کف پا با زمین (F.F)، میانه استقرار (M.St)، انتهای استقرار (T.St)، ابتدای نوسان (I.Sw) و انتهای نوسان (T.Sw)، اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و بونفرونی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

فعالیت عضلات گاستروکنمیوس و سولئوس در فازهای M.St و T.St، در سرعت‌های ۸۰٪ و ۱۲۰٪ بین دو گروه متفاوت بود ($p<۰/۰۱$). همچنین، فعالیت عضله تیبیالیس آنتریور در فاز F.F، در دو سرعت ۱۰۰٪ و ۱۲۰٪؛ در فاز M.St، در هر سه سرعت و در فاز T.Sw، تنها در سرعت ۸۰٪، بین جوانان و سالمندان متفاوت بود ($p<۰/۰۱$). در زیرفازهای نوسان، در هر دو گروه سنی، بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۰۰ درصد و نیز ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد، تفاوت معناداری وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$). فعالیت هر سه عضله در همه زیرفازهای استقرار، در جوانان بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درصد ($p<۰/۰۰۱$) اما در سالمندان بین همه سرعت‌ها ($p<۰/۰۱$)، متفاوت بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تغییرات وابسته به سن در فعالیت عضلات ساق در طی گیت، حتی در میان سالمندان سالم نیز کاملا مشهود است. این امر ممکن است یک استراتژی برای کنترل بالانس، حفظ حالت یکنواخت متابولیکی و یا محدود کردن خستگی عصبی–عضلانی باشد.

واژه‌های کلیدی

سن؛ سرعت؛ عضلات ساق پا؛ راه رفتن؛ فعالیت میوالکتریکی

نویسنده مسئول: مریم رستگار، استان البرز، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی. کرج، ایران.

آدرس الکترونیکی: sportsscientists75@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Published Online: 2016.April.22

Research Article

مقدمه و اهداف

راه رفتن، به عنوان یکی از اصلی‌ترین حرکات انسان به شمار می‌آید که با هدف جابجایی و از طریق انتقال ایمن بدن بر روی سطح انجام می‌گیرد. این فعالیت حرکتی در طی سال اول زندگی فرا گرفته می‌شود، سپس در حدود ۷ سالگی به تکامل می‌رسد و تا سن ۶۰ سالگی در همان سطح باقی می‌ماند. آنگاه همراه با افزایش سن و وارد شدن فرد به دوره سالمندی، الگوی راه رفتن تغییر کرده و توانایی راه رفتن به‌طور تدریجی شروع به کاهش می‌کند.[۱] از جمله عواملی که منجر به کاهش در توانایی راه رفتن در اثر فرآیند پیری می‌شود، ضعف عضلات اندام تحتانی در نتیجه فرآیند پیری است.[۲] روند طبیعی پیری همراه با آتروفی عضلانی و کاهش در جرم عضلات اسکلتی مشخص می‌شود که معمولا با ضعف عضلانی همراه است. در واقع عضلات اسکلتی که از اصلی‌ترین عوامل تعیین کننده در حرکت انسان می‌باشد با افزایش سن دچار تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌شود که این تغییرات در کل منجر به کاهش قدرت عضلانی می‌گردد.[۳]

از جمله تغییراتی که در اثر کاهش قدرت عضلات اندام تحتانی در نتیجه فرآیند پیری در الگوی راه رفتن رخ می‌دهد، کاهش در سرعت راه رفتن است. در واقع، نقش اصلی عضلات در تنظیم سرعت راه رفتن، کنترل نیروهای شتاب دهنده و کم کننده‌ی شتاب اندام‌های بدن برای ایجاد پیشروی ایمن می‌باشد. می‌توان چنین پیش‌بینی کرد که دامنه فعالیت عضلانی به احتمال زیاد با افزایش سرعت، زیاد و با کاهش سرعت، کم می‌شود.[۴] با این حال، این تغییرات وابسته به سرعت، ممکن است همچنین به تغییرات سنی نیز وابسته باشد.

تفاوت‌های بیومکانیکی و کینزیولوژیکی الگوی راه رفتن جوانان و سالمندان سالهاست که مورد توجه و تمرکز محققان است. از آن جمله، صادقی و نوروزی (۱۳۸۸) تغییرات پارامترهای فضائی-زمانی را در راه رفتن مردان سالمند و جوانان سالم مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که در افراد سالمند، سرعت، آهنگ گام برداری و طول گام به‌طور معناداری کمتر و فاز استقرار و زمان آغاز حرکت به جلو به‌طور معناداری بیشتر از افراد جوان بود. آنها نتیجه‌گیری کردند که تفاوت‌های مشاهده شده را می‌توان به کاهش انعطاف‌پذیری عضلات، دامنه حرکتی مفاصل و کنترل عصبی عضلانی در افراد سالمند نسبت داد.[۵] صادقی و همکاران (۱۳۹۳)، کنترل تعادل و حرکت به سمت جلو هنگام راه رفتن با سرعت دلخواه را بین افراد جوان و کهنسال سالم و طبیعی، مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که اگرچه منحنی‌های توان مکانیکی در بین افراد جوان و کهنسال، شباهت‌های زیادی داشتند، لیکن تفاوت معناداری در نقاط اوج توان‌های مکانیکی و انرژی‌های متناظرشان در اغلب فازهای حرکتی قابل مشاهده است.[۶] عرشی و همکاران (۲۰۱۴) سینماتیک لگن و بالاتنه را میان افراد سالمند و جوان حین راه رفتن بر روی تردمیل مورد مقایسه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که بین دامنه حرکتی بالاتنه و لگن سالمندان و جوانان تفاوت معناداری وجود ندارد. این محققان اظهار داشتند که افزایش سن، برخی از پارامترهای مهم راه رفتن را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، اما ممکن است با انجام آنالیزهای ریاضی پیچیده بر روی سیگنال زاویه بالاتنه و لگن، تفاوت-هایی آشکار گردد.[۷] Larsen و همکاران در پژوهشی دریافتند که هم انقباضی حول ساق در هر دوی بالا رفتن و پائین آمدن از پله در افراد سالمند و جوان مشابه می‌باشد.[۸] محققان دیگر هم‌انقباضی اندام تحتانی و پایداری ساق سالمندان و افراد جوان را در بالا و پائین رفتن از پله بررسی و اثبات کردند که هم‌انقباضی حول ساق و ران در سالمندان به ترتیب ۹۱٪ و ۱۴۸٪ بالاتر از افراد جوان‌تر بود. آنها همچنین رابطه‌ی مثبتی بین هم‌انقباضی و پایداری ساق پیدا کردند که نشان می‌دهد کاهش در قدرت و عملکرد عصبی ممکن است به دلیل افزایش در هم‌انقباضی برای افزایش پایداری و ثبات مفصل در طول کارهای دینامیکی باشد.[۹] سایر محققان نیز گزارش کرده‌اند که سالمندان فعالیت بیشتری را در عضله تیبیالیس آنتریور در فاز میانی استنس در همه سرعت‌های راه رفتن، و فعالیت بیشتری را در عضلات وستوس مدیالیس و همسترینگ در طی مراحل لودینگ و میانه استنس در راه رفتن سریع، در مقایسه با جوانان نشان می‌دهند.[۱۰] مروری بر مقالات قبلی، نشان می‌دهد که اگرچه تغییرات وابسته به سن روی کینماتیک و کینتیک مفاصل تا حدی بررسی شده و الگوی فعالیت عضلات اندام تحتانی در طی راه رفتن به‌ویژه در فاز استقرار تا حدودی مورد بررسی قرار گرفته است، این به دلیل تفاوت‌های موجود در روش و نتایج این تحقیقات و نیز به دلیل کمبود مدارک کافی در خصوص فاز نوسان، هنوز هم آن دسته از عوامل اساسی که باعث ایجاد این تغییرات می‌شود، به خوبی درک نشده‌اند. از طرفی ارزیابی فعالیت عضلات ساق پا برای کسب دانش بیشتر در اثرات وابسته‌ی بیومکانیکی و فاکتورهای عصبی روی راه رفتن سالمندان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین در تحقیق پیش‌رو تلاش شده است تا فعالیت الکتریکی عضلات ساق پا (سولئوس، گاستروکنمیوس و تیبیالیس قدامی) در همه فازهای استقرار و نوسان راه رفتن با سرعت‌های مختلف خود انتخابی (۱۰۰٪)، کند (۸۰٪) و سریع (۱۲۰٪)، بین دو رده سنی جوانان و سالمندان مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نظر شیوه پژوهشی از نوع نیمه تجربی و به لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی می‌باشد. آزمودنی‌های پژوهش حاضر را ۱۵ مرد سالمند ۷۵-۶۵ ساله و ۱۵ مرد جوان ۳۰-۲۰ ساله تشکیل دادند که به روش نمونه‌گیری غیرتصادفی و به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. همه این

www.SID.ir

Archive of SID

آزمودنی‌ها از سلامت نسبی برخوردار بودند و با رضایت کامل در پژوهش حاضر شرکت کردند. به‌علاوه، جنسیت مرد، سن بین ۲۰ تا ۳۰ سال برای جوانان و سن بین ۶۵ تا ۷۵ سال برای سالمندان، به عنوان سایر معیارهای ورود به تحقیق در نظر گرفته شد. همچنین، وجود علائم ارتوپدیک، آسیب‌های عضلانی-اسکلتی، درد مزمن مفصل، اختلالات قلبی-عروقی و عصبی و برخورداری از BMI بیشتر از ۳۰، به عنوان معیارهای خروج از تحقیق در نظر گرفته شد.

ثبت داده‌های الکترومایوگرافی

ثبت سیگنال الکترومایوگرافی عضلات ساق پا (عضلات سولئوس، گاستروکنمیوس و تیبیالیس قدامی) در حین راه رفتن با سرعت‌های مختلف خود انتخابی (۱۰۰٪)، کند (۸۰٪) و سریع (۱۲۰٪) بر روی تردمیل صورت گرفت. به این منظور از دستگاه الکترومایوگرافی ۱۶ کاناله مگاوین (ME6000 مدل MT-M6T16) استفاده شد. ثبت سیگنال‌های EMG در طی یک چرخه کامل گام‌برداری صورت گرفت. یک چرخه گام-برداری به ۵ فاز «تماس کف پا با زمین، F.F»، «میانه استقرار، M.St»، «انتهای استقرار، T.St»، «ابتدای نوسان، I.Sw» و «انتهای نوسان، T.Sw» تقسیم گردید. میانگین RMS هر عضله در هر یک از سرعت‌ها با میانگین‌گیری از ۵ آزمون به‌دست آمد. سپس فعالیت EMG با تقسیم RMS حاصله از هر عضله در هر سرعت بر مقدار RMS سرعت مرجع نرمال گردید. برای به‌دست آوردن سرعت مرجع، میانگین ۱۰ آزمون راه رفتن روی یک مسیر ۱۰ متری محاسبه شد. تحلیل سیگنال‌ها با استفاده از نرم افزار MEGAVIN Software Version 2.2 صورت گرفت. داده‌های الکترومایوگرافی در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و با استفاده از نرم افزار Myo-Dat ثبت و در کامپیوتر ذخیره شد.

نحوه الکترودگذاری عضلات

قبل از الکترودگذاری، ابتدا پای برتر آزمودنی‌ها مشخص گردید تا الکترودگذاری بر روی پای برتر انجام شود. پس از آماده کردن پوست محل مورد نظر از طریق تراشیدن کامل موهای زائد و تمیز کردن آن با پنبه و الکل طبی، الکترودها مطابق با پروتکل اروپایی SENIAM بر روی عضلات مورد نظر قرار داده شد. الکترودها در حد فاصل نقطه حرکتی عضله و تاندون دیستال قرار داده شد. الکترود زمین بر روی برجستگی استخوان تیبیا قرار گرفت. الکترودها و کابل‌ها بر روی پوست ثابت گردید تا در حرکت آزمودنی اختلال ایجاد نکند و از طرفی از ایجاد نویزهای ناشی از حرکت جلوگیری به عمل آید. سیگنال‌ها با استفاده از الکترودهای یک بار مصرف از جنس آلیاژ نقره یا کلرید نقره با قطر ۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که به پری آمپلی‌فایرهایی با بهره ۴۰۰۰، پهنای باند ۳۲ کیلو هرتز، نسبت حذف سیگنال‌های مشترک ۱۰۲ dB- و مقاومت ورودی 10^8 اهم وصل بود. فاصله مرکز تا مرکز الکترودها ۲۰ میلی‌متر بود.

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات مورد نظر از SPSS نسخه ۲۲ در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شد. به منظور سازمان دادن، خلاصه کردن، طبقه‌بندی نمرات خام و توصیف اندازه‌های نمونه از آمار توصیفی و برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. جهت بررسی تفاوت گروه‌های مورد مطالعه از نظر فعالیت الکترومایوگرافی (RMS) عضلات منتخب، از آزمون ANOVA دوراهه با اندازه‌گیری‌های مکرر به‌صورت ۲ (گروه سنی)×۳ (سرعت راه رفتن) و آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور یافتن محل تفاوت‌ها استفاده شد. سطح معناداری تفاوت‌ها $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. مطابق با این جدول، میانگین سن آزمودنی‌های گروه جوانان و سالمندان به ترتیب ۲۶/۴۶ و ۷۰/۳۳ سال بود. همچنین میانگین قد و جرم برای جوانان به ترتیب ۱۷۴/۷۳ سانتی‌متر و ۷۰/۸ کیلوگرم و برای سالمندان به ترتیب ۱۷۲/۵۳ سانتی‌متر و ۷۱/۶ کیلوگرم بود. علاوه بر این، لازم به ذکر است که مقدار میانگین سرعت خودانتخابی یا دلخواه (۱۰۰٪) آزمودنی‌ها در گروه سنی جوانان برابر ۱/۴۸ و در گروه سنی سالمندان برابر ۱/۳۶ متر بر ثانیه بود.

جدول ۱: مشخصات فردی آزمودنی‌ها در گروه جوانان(n=۱۵) و سالمندان(n=۱۵)

آزمودنی ها	آماره	سن(سال)	قد(سانتیمتر)	جرم(کیلوگرم)
جوانان	M±SD*	۲۶/۴۶±۳/۳۴	۱۷۴/۷۳±۵/۲۶	۷۰/۸±۵/۸۵
	دامنه	۳۰-۲۰	۱۸۴-۱۶۷	۸۰-۶۲
سالمندان	M±SD	۷۰/۳۳±۳/۲۹	۱۷۲/۵۳±۵/۲۲	۷۱/۶±۵/۱۴
	دامنه	۷۵-۶۵	۱۸۱-۱۶۵	۸۰-۶۱

*: مقادیر به‌صورت انحراف معیار ± میانگین گزارش شده‌اند.

www.SID.ir

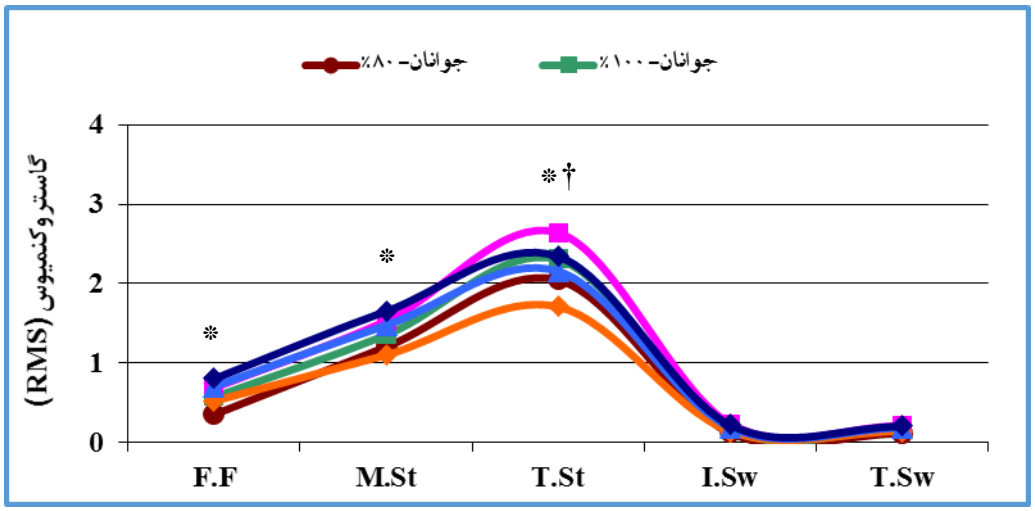
Archive of SID

نتایج مربوط به آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق با جدول مذکور، سطح معناداری در کلیه متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد، لذا توزیع همه این داده‌ها نرمال است. بنابراین در ادامه آنالیزها از آزمون‌های پارامتریک استفاده شده است.

جدول ۲ :نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف تک‌نمونه‌ای برای آزمون طبیعی بودن توزیع داده‌ها

آماره	تیبیالیس آنتریور	سولئوس	گاستروکنمیوس
تعداد	۳۰	۳۰	۳۰
Z کلموگروف-اسمیرنوف	۰/۹۱۵	۰/۴۱۷	۰/۹۵۳
سطح معناداری	۰/۲۱۹	۰/۸۱۶	۰/۵۵۹

نمودارهای ۱ تا ۳، که حاصل تحلیل داده‌ها به کمک آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر و آزمون بونفرونی می‌باشد، فعالیت الکتریکی عضلات ساق پا شامل گاستروکنمیوس، سولئوس و تیبیالیس آنتریور جوانان و سالمندان در فازها و سرعت‌های مختلف راه رفتن را به تصویر کشیده است.
با توجه به نمودار شماره ۱، فعالیت عضله گاستروکنمیوس در فازهای F.F، M.St و T.St در گروه جوانان، فقط بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درصد از تفاوت معناداری برخوردار بود ($p<۰/۰۱$)، اما در گروه سالمندان، بین همه سرعت‌های راه رفتن تفاوت معناداری وجود داشت ($p<۰/۰۱$). همچنین در دو فاز اول، در هیچ یک از سرعت‌های راه رفتن، بین دو گروه سنی تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$)، اما در فاز سوم (T.St)، تفاوت معناداری بین دو گروه در سرعت‌های ۸۰٪ و ۱۲۰٪ وجود داشت. در هر دو فاز نوسان، بین سرعت‌های مختلف راه رفتن و نیز بین دو گروه سنی تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).

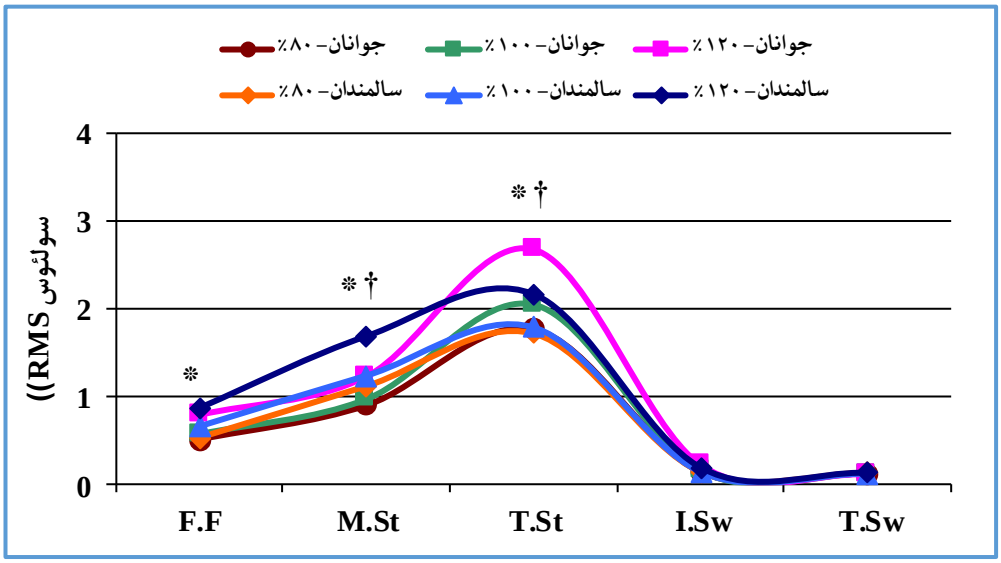


نمودار ۱. فعالیت عضله گاستروکنمیوس در فازها و سرعت‌های مختلف راه رفتن در جوانان و سالمندان. F.F: فاز تماس کف پا با زمین؛ M.St: فاز میانه استقرار؛ T.St: فاز انتهای استقرار؛ I.Sw: فاز ابتدای نوسان؛ T.Sw: فاز انتهای نوسان. ❊: تفاوت معنادار بین سرعت راه رفتن؛ †: تفاوت معنادار بین گروه سنی

علاوه بر این، طبق آنچه در نمودار شماره ۲ مشاهده می‌شود، فعالیت عضله سولئوس در فاز F.F در هر دو گروه سنی، بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درصد و نیز ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد، از تفاوت معناداری برخوردار است ($p<۰/۰۱$). همچنین در M.St و TSt، تفاوت بین دو گروه سنی و نیز بین سه سرعت، معنادار است ($p<۰/۰۱$). در فاز F.F استقرار و نیز در هر دو فاز نوسان، تفاوت بین دو گروه سنی در هیچ یک از سرعت‌های راه رفتن معنادار نبود ($p>۰/۰۵$).

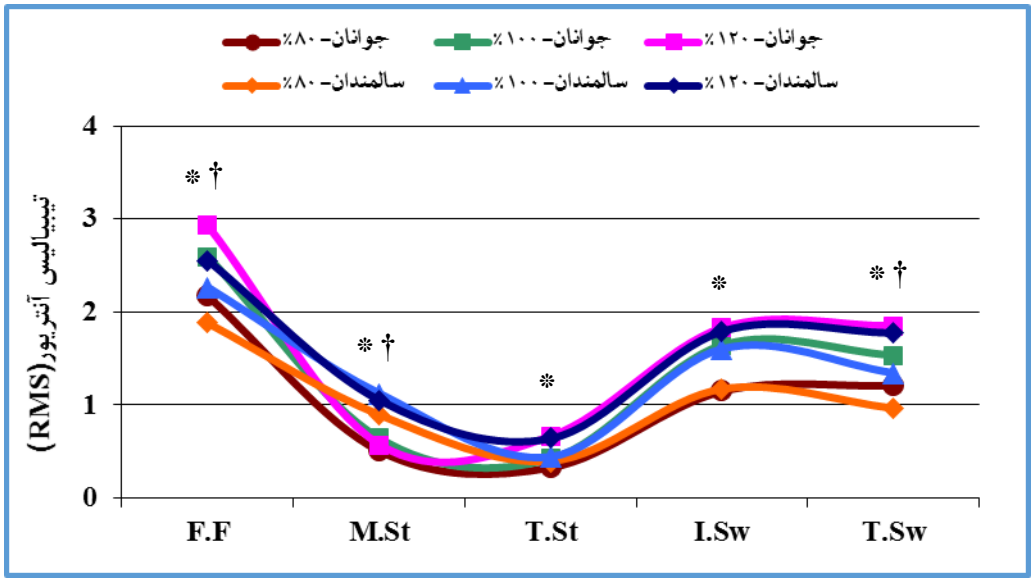
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲. فعالیت سولئوس در فازها و سرعت‌های مختلف گیت در جوانان و سالمندان. F.F: فاز تماس کف پا با زمین؛ M.St: فاز میانه استقرار؛ T.St: فاز انتهای استقرار؛ I.Sw: فاز ابتدای نوسان؛ T.Sw: فاز انتهای نوسان. ❊: تفاوت معنادار بین سرعت راه رفتن؛ †: تفاوت معنادار بین گروه سنی

بر طبق نمودار شماره ۳، فعالیت عضله تیبیالیس آنتریور در فاز F.F در هر دو گروه سنی، بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درصد و نیز ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد از تفاوت معناداری برخوردار است ($p<۰/۰۰۱$) و در سالمندان بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیز تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۱$). در فاز M.St، تفاوت‌های بین سرعت راه رفتن فقط در گروه سنی سالمندان، معنادار است ($p<۰/۰۱$). در فاز T.St، در هر دو گروه سنی، تفاوت بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درصد و نیز ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد، معنادار است ($p<۰/۰۰۱$). به‌علاوه در هر دو فاز نوسان، در هر دو گروه سنی، بین سرعت-های ۸۰ و ۱۰۰ درصد و نیز ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد، تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۰۱$). همچنین در فاز F.F، در دو سرعت ۱۰۰٪ و ۱۲۰٪؛ در فاز M.St، در هر سه سرعت و در فاز T.Sw، تنها در سرعت ۸۰٪، بین جوانان و سالمندان تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۱$).



نمودار ۳: فعالیت تیبیالیس آنتریور در فازها و سرعت‌های مختلف گیت در جوانان و سالمندان. F.F: فاز تماس کف پا با زمین؛ M.St: فاز میانه استقرار؛ T.St: فاز انتهای استقرار؛ I.Sw: فاز ابتدای نوسان؛ T.Sw: فاز انتهای نوسان. ❊: تفاوت معنادار بین سرعت راه رفتن؛ †: تفاوت معنادار بین گروه سنی

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تفاوت‌های وابسته به سن و سرعت راه رفتن در فعالیت الکتریکی عضلات ساق پا (تیبیالیس آنتریور، سولئوس، گاستروکنمیوس) در حین راه رفتن به انجام رسید. فعالیت الکتریکی این عضلات در طی راه رفتن با سرعت‌های خود انتخابی (۱۰۰٪)، کند (۸۰٪) و سریع (۱۲۰٪) در دو رده سنی جوانان و سالمندان با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی اندازه‌گیری شد. ثبت سیگنال‌های الکترومایوگرافی در طی یک سیکل کامل گام‌برداری صورت گرفت.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، فعالیت عضلات گاستروکنمیوس و سولئوس سالمندان در سرعت‌های ۱۰۰٪ و ۱۲۰٪ از تفاوت معناداری نسبت به جوانان برخوردار بود. همچنین، نتایج نشان داد که در فازهای تماس کف پا با زمین، میانه استقرار و انتهای استقرار در گروه جوانان، فقط بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درصد، اما در گروه سالمندان، بین همه سرعت‌های راه رفتن تفاوت معناداری وجود داشت. این نتایج با یافته های Hortobagyi و همکاران (۲۰۰۹) که نشان دادند فعالیت عضلات پلانتارفلکسور آنکل سالمندان با افزایش سرعت راه رفتن به‌طور معناداری افزایش می‌یابد[۹]، همخوانی دارد. این محققان اظهار داشتند که فعالیت پلانتارفلکسورهای سالمندان بیشتر از جوانان تحت تاثیر سرعت گیت قرار می‌گیرد.[۹] به‌علاوه Daniel و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که عامل سرعت بیش از عامل سن، فعالیت عضلات اندام تحتانی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و ترکیب این دو عامل با هم، تاثیرات بزرگ‌تری را ایجاد می‌کند.[۱۱]

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در فاز انتهای استقرار در سرعت‌های ۸۰٪ و ۱۲۰٪، تفاوت معناداری بین دو گروه سنی وجود ندارد، اما در هر دو فاز نوسان، بین همه سرعت‌های راه رفتن و نیز بین دو گروه سنی تفاوت معناداری وجود نداشت. این بخش از نتایج برخلاف یافته‌های Hortobagyi و همکاران (۲۰۰۰) است که بیان کرده‌اند فعالیت عضله سولئوس در بین سالمندان و جوانان در طی فاز نوسان متفاوت می‌باشد.[۱۲] همچنین این نتیجه مورد تایید تودا و همکاران (۲۰۱۵) است که یک افت عملکردی وابسته به سن را در عضلات پلانتارفلکسور سالمندان نشان داده‌اند[۱۳]. این محققان نشان دادند که گشتاور پلانتارفلکشن سالمندان تقریبا ۱۴/۵ درصد کمتر از جوانان است. بنابراین یک افت عملکردی وابسته به سن در عضلات پلانتارفلکسور سالمندان مشاهده می‌شود[۱۳].

برخی محققان اظهار داشته‌اند که تأثیر سن بر روی عضلات تک مفصله (سولئوس) بیشتر از عضلات دومفصله (گاسترو) است. به عنوان مثال سالمندان در طی فاز پیشروی، در همه سرعت‌ها فعالیت گاستروی مشابهی با جوانان نشان می‌دهند، اما در راه رفتن سریع، فعالیت سولئوس آنها کمتر از جوانان است[۱۰]. این تفاوت‌ها ممکن است مربوط به نقش‌های بیومکانیکی مختلفی باشد که این عضلات در طی گام‌برداری طبیعی بازی می‌کنند[۱۱]. محققان با استفاده از مدلسازی بیومکانیکی نشان داده‌اند که سولئوس یک مفصله در پیشروی تنه به جلو مهم‌تر از گاسترو است و گاستروی دومفصله نقش بیشتری را در آغاز حرکت نوسان اندام ایفا می‌کند[۱۴]. عملکرد بیومکانیکی متفاوت گاسترو و سولئوس در طی گام‌برداری طبیعی توسط محققان دیگر نیز تایید شده است[۱۵]. بنابراین نتایج تحقیق ما حاکی از این است که گاسترو نقش خود را در آغاز نوسان حفظ می‌کند. سالمندان فعالیت سولئوس کمتری را در طی فاز پیشروی در راه رفتن سریع نشان می‌دهند، اما از سرعت گام‌برداری مشابهی با جوانان برخوردارند، لذا به نظر می‌رسد که نقش سولئوس در پیشروی به جلو کاهش یافته است.

در هنگام مقایسه میانگین RMS تیبیالیس قدامی، نتایج نشان داد که در فاز تماس کف پا با زمین، در دو سرعت ۱۰۰٪ و ۱۲۰٪؛ در فاز میانه استقرار، در هر سه سرعت و در فاز انتهای نوسان، تنها در سرعت ۸۰٪، بین جوانان و سالمندان تفاوت وجود دارد. در فاز انتهای استقرار و نیز در هر دو فاز نوسان، در هر دو گروه سنی، اثر سرعت معنادار بود. همچنین، در فاز تماس کف پا با زمین در جوانان، بین سرعت‌های ۸۰ و ۱۲۰، اما در سالمندان، بین همه سرعت‌ها تفاوت، وجود داشت. در فاز میانه استقرار، اثر سرعت راه رفتن فقط در گروه سنی سالمندان، معنادار بود. این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیق Laughton و همکاران (۲۰۰۶) که نشان داده است فعالیت تیبیالیس قدامی در طی ایستادن در سالمندان ۳ برابر بیشتر از جوانان است[۱۶]، همخوانی دارد. فعالیت بالاتر تیبیالیس قدامی در سالمندان ممکن است تا حدودی ناشی از جبران کاهش‌های وابسته به سن در قدرت عضلانی باشد. لذا به نظر می‌رسد عضلات تیبیالیس قدامی سالمندان به دلیل ضعف قدرت، فشار و تنش بیشتری را متحمل شوند. علاوه بر این، گروه سالمندان از درصد هم‌انقباضی تیبیالیس آنتریور–سولئوس بیشتری در قیاس با جوانان برخوردارند و همچنین درصدی از دوره ایستادن که در آن عضله تیبیالیس آنتریور فعال است، در سالمندان ۱/۵ برابر جوانان است. سایر محققان نیز هم‌انقباضی بیشتری را در تیبیالیس آنتریور و سولئوس در سالمندان در طی راه رفتن گزارش کرده‌اند[۹، ۱۰، ۱۷]. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که سالمندی نه تنها موجب نقصان در توانایی راه رفتن (برای مثال کاهش سرعت گام‌برداری) می‌شود، بلکه سبب تغییر در کنترل حرکت دینامیکی سیستم عصبی مرکزی نیز می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

با وجود نتایج قابل توجه پژوهش حاضر، عدم مطالعه تفاوت‌های وابسته به جنسیت و نیز عدم استفاده از سالمندانی با سابقه زمین خوردن از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌باشد. به نظر می‌رسد انتخاب گروه‌هایی مشابه از زنان و نیز به‌کارگیری گروهی از سالمندان با سابقه زمین خوردن می‌توانست به دقت و اعتبار نتایج بیافزاید.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی از نتایج تحقیق حاضر چنین استنباط می‌شود که سالمندان در همه سرعت‌های راه رفتن از هم‌انقباضی عضلانی بیشتری در اطراف مفصل مچ پا، به‌ویژه در فاز میانه استقرار، برخوردارند. این الگوی گام‌برداری، در پاسخ به نوسان بیشتر سالمندان در حین راه رفتن در مقایسه با جوانان می‌باشد که سبب می‌شود تا پایداری مفصل مچ پا در حین راه رفتن افزایش یابد. بنابراین تغییرات وابسته به سن در فعالیت عضلات ساق پا حتی در میان سالمندان سالم نیز کاملا مشهود است. به نظر می‌رسد سالمندان، سرعت تولید نیرو را در طی راه رفتن سریع تعدیل می‌کنند تا به ظرفیت لازم برای تولید نیرو دست یابند. این امر ممکن است یک استراتژی برای کنترل بالانس، حفظ حالت یکنواخت متابولیکی و یا محدود کردن خستگی عصبی–عضلانی باشد، اما پیامد نهایی آن کاهش سرعت راه رفتن است که می‌تواند یک سالمند ضعیف را در معرض ناتوانی حرکتی اولیه قرار دهد. بنابراین برای سالمندان مهم است تا عضلات مفصل مچ پای خویش را تقویت کنند.

با توجه به عدم به‌کارگیری گروه‌های مشابهی از زنان، پیشنهاد می‌شود که تحقیق مشابهی به مطالعه تغییرات وابسته به جنس در فعالیت عضلات اندام تحتانی در طی راه رفتن پرداخته و نقش جنسیت را در تعادل مفاصل آنکل، زانو و هیپ و تغییرات قدرت عضلات آنها بررسی و تعیین نماید. بعلاوه، اثرات وابسته به سن در فعالیت عضلات اندام تحتانی را می‌توان در طی فعالیت‌های دیگری از جمله دویدن، پرش و غیره، مورد مطالعه قرار داد. همچنین، تمرکز پژوهشی بر مکانیسم‌های کنترل وضعیت و بررسی ارتباط عملکرد عضلات با سیستم کنترل وضعیت می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با الگوی راه رفتن سالمندان عرضه کند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر بخشی از یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته بیومکانیک ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج با عنوان «مطالعه تفاوت‌های وابسته به سن و سرعت راه رفتن در الگوی فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی و نیروی عکس‌العمل زمین بین جوانان و سالمندان» است که از مهر ماه سال ۱۳۹۳ آغاز شده و در خرداد ماه ۱۳۹۴ به پایان رسیده است. محققین، بدین‌وسیله از کلیه مسئولان ارجمند آزمایشگاه و اساتید و کارکنان محترم دانشگاه، قدردانی به عمل می‌آورند.

منابع

1. Kimura T, Kobayashi H, Nakayama E, Hanaoka M. Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly: AnthroSci, 2007; 115 (7): 67-72.
2. Hortobágyi T, Finch A, Solnik S, Rider P, DeVita P. Association between Muscle Activation and Metabolic Cost of Walking in Young and Old Adults. Gerontology J, 2011. 66 A (5): 541-47.
3. Sadeghi H, Ghasempour H, Yadegaripour M, Shojaedin S. The effect of eight week combined aquatic and non-aquatic training program on the lower extremity strength and gait speed of elderly men. Salmand. 2013; 7 (4):59-66. [In Persian]
4. Proczai R, Bejek Z, Illyés A. Kinamatic and kinetic parameters of healthy elderly people. Periodical Polytechnincal Ser Mech Eng J, 2005. 49(1): 63–7.
5. Sadeghi H, Norouzi H R. Spatio-Temporal Parameters Changes in Gait of Male Elderly Subjects. Salmand. 2010; 4 (2):71-76. [In Persian]
6. Sadeghi H. [Balance control and forward move during walking in a healthy and normal young and old persons]. Research projects, University of Kharazmi, 2014. [In Persian]
7. Arshi AR, Eskandari F, Navvab Motlagh F, Karimi M. Comparing pelvic and trunk kinematics between young and older adults during treadmill walking, 21st Iranian Conference on Biomedical Engineering, Tehran, Iran, 2014; 21 (2): 633-7.
8. Larsen AH, Puggaard L, Hamalainen U, Aagaard P. Comparison of ground reaction forces and antagonist muscle coactivation during stair walking with ageing. J Electromyogr Kinesiol, 2008; 18(4):568–80.
9. Hortobagyi T, Solnik S, Gruber A, Rider P. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle co-activation. Gait & Posture, 2009; 29 (1): 558–64.
10. Schmitz A. Silder A, Heiderscheit B, Mahoney J, Thelen DG. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. J Electromyogr Kinesiol. 2009, (19): 1085–1091.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Peterson DS, Martin PE. Effects of age and walking speed on co-activation and cost of walking in healthy adults. Gait & Posture J, 2010. 31(3): 355–59
12. Hortobagyi T, DeVita P. Muscle pre- and co-activity during downward stepping are associated with leg stiffness in aging. ElectromyogrKinesiol J, 2000. 10 (2): 117–26.
13. 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. PhysTherSci J, 2015. 27: 1833–38.
14. Dingwell JB, and Marin LC. Kinematic variability and local dynamic stability of upper body motions when walking at different speeds. Biomech J, 2006. 39(3): 444-52.
15. Dobbs RJ, Lubel DD, Charlett A, Bowes SG. Hypothesis: age-associated changes in gait represent, in part, a tendency towards Parkinsonism. Age Ageing J, 1992. 21(3): 221-5.
16. Laughton CA. Slavin M, Katdare K. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. Gait and Posture J, 2006. 18(2): 101-8.
17. Nagai K, Yamada M, Uemura K, Yamada Y, Ichihashi N, Tsuboyama T. Differences in muscle co-activation during postural control between healthy older and young adults. Archives of Gerontology and Geriatrics J, 2011; 53 (3): 338–43.

www.SID.ir