

## مقایسه الگوی فعالیت عضلات منتخب تنه حین راه رفتن روی زمین و تردمیل

دکتر گلاره رادمهر<sup>1</sup>، دکتر رضا مظاهری<sup>۱،۲</sup>، دکتر محمدعلی سنجرى<sup>3</sup>، دکتر فرزین حلبچی<sup>۱،۲</sup>، دکتر محمدعلی منصورنیا<sup>1</sup>

1- مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

2- گروه پزشکی ورزشی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

3- آزمایشگاه بیومکانیک، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی، دپارتمان علوم پایه توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** باتوجه به تفاوت‌های بیومکانیکی راه رفتن روی زمین و تردمیل انتظار می‌رود نحوه انقباض عضلات متفاوت بوده و در نتیجه تمرین ورزشی در این حالات تأثیرات متفاوتی بر عضلات تنه داشته باشد. هدف مطالعه، مقایسه الگوی فعالیت عضلات تنه از نظر مدت زمان و دامنه فعالیت در چرخه راه رفتن روی زمین و تردمیل بود تا با در نظر گرفتن شرایط ویژه هر فرد نسخه ورزشی مناسب وی تجویز شود.

**روش بررسی:** 19 مرد 20-40 سال دارای زندگی کم‌تحرک از طریق نمونه‌گیری ساده انتخاب شدند. فعالیت عضلات راست شکمی، مایل خارجی شکم، لانجیسیموس و مولتی‌فیدوس توسط دستگاه الکترومیوگرافی سطحی ثبت گردید.

**یافته‌ها:** مدت زمان انقباض عضلات تنه در هر چرخه راه رفتن، تفاوت معنی داری بین زمین و تردمیل نداشت. میانگین دامنه فعالیت عضلات در هنگام راه رفتن روی تردمیل بیشتر از زمین بود و این تفاوت برای عضلات راست شکمی ( $P=0/005$ )، لانجیسیموس ( $P=0/018$ ) و مولتی فیدوس ( $P=0/044$ ) معنی دار بود.

**نتیجه گیری:** نقش پایدار کنندگی عضلات تنه هنگام راه رفتن باعث می‌شود تا عضلات تنه در تمامی چرخه فعال باشند. افزایش دامنه فعالیت عضلات تنه روی تردمیل می‌تواند نشانه انقباض واحدهای حرکتی بیشتر باشد که در تجویز نوع ورزش خصوصاً به افرادی که ضعف عضلات تنه دارند، کمک کننده است.

**کلید واژه‌ها:** عضلات تنه، دامنه فعالیت عضله، الکترومیوگرافی سطحی

(ارسال مقاله 1391/1/21، پذیرش مقاله 1391/10/2)

**نویسنده مسئول:** مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

**Email:** mazaheri\_md@tums.ac.ir

### مقدمه

در مقایسه با زمین زیاد می‌شود و طول گام‌ها کاهش می‌یابد (1) و (2). همچنین دامنه حرکتی و حداکثر زاویه فلکشن مفصل لگن و ضرباهنگ حرکت در حین راه رفتن روی تردمیل بیشتر از راه رفتن روی زمین است و زمان فاز ایستا (stance) در راه رفتن روی تردمیل کوتاهتر است (2). در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که در حرکت روی تردمیل فلکشن مفصل لگن در فاز نوسانی (swing) و فلکشن زانو در فاز ایستا (stance) بیشتر است (3).

باتوجه به تفاوت‌های موجود در بیومکانیک راه رفتن بر روی تردمیل به واسطه اکستنشن غیرفعال هیپ و وضعیت خمیده تر (flex) تنه در حرکت روی تردمیل نسبت به راه رفتن روی زمین که به خاطر حفظ وضعیت رو به جلو (forward) قامت در برابر حرکت رو به عقب تسمه تردمیل می‌باشد (3)، انتظار می‌رود که الگوی فعالیت عضلات تنه و اندام تحتانی در حین راه رفتن بر روی تردمیل متفاوت از راه رفتن بر روی زمین باشد.

امروزه استفاده از دستگاه تردمیل در باشگاه‌های ورزشی، مراکز بازنوایی و منازل شیوع گسترده‌ای یافته است. تردمیل ابزاری مناسب جهت انجام حرکاتی چون راه رفتن یا دویدن با امکان تغییر در سرعت و شیب می‌باشد. تردمیل به سبب استفاده در فضای سرپوشیده به صورت فزاینده‌ای توسط محققین جهت بررسی عملکرد حرکتی اندام‌ها به کار برده شده است. در نگاه اول به این وسیله ورزشی چنین استنباط می‌شود که عملکرد حرکتی بر روی تردمیل و راه رفتن معمولی مشابه هستند ولی مطالعات دیگر نشان‌دهنده تفاوت حرکت بر روی زمین و تردمیل می‌باشند (1). این مسئله از این نظر حائز اهمیت است که در مطالعاتی که به منظور تحقیق در مورد عملکرد حرکتی بدن بر روی تردمیل انجام می‌پذیرد باید این تفاوتها مورد توجه قرار گیرد.

Alton در سال 1998 و همچنین Arsenault در سال 1986 در مطالعاتشان نشان دادند که بسامد گام‌ها در راه رفتن روی تردمیل

(ACSM) [به معنی نداشتن حداقل 30 دقیقه فعالیت فیزیکی با شدت 40%-60% ظرفیت هوازی بیشینه در حداقل 3 روز هفته طی 3 ماه اخیر] (7)، قرار داشتن در گروه سنی 20 تا 40 سال، عدم وجود هر گونه بیماری عضلانی - اسکلتی، عدم ابتلا به کمردرد مزمن، عدم سابقه جراحی کمر یا اندام تحتانی، عدم اختلال شناخته شده در راه رفتن و عدم آسیب نورولوژیک و معیار خروج از مطالعه اختلال در الگوی راه رفتن فرد در نظر گرفته شد.

در این تحقیق نوزده مرد 20 تا 40 ساله سالم و بدون تحرک بدنی با میانگین وزن  $74/57 \pm 7/1$  کیلوگرم، میانگین قد  $179/8 \pm 5/4$  سانتی متر و میانگین شاخص توده بدنی  $1/9 \pm 22/89$  مورد مطالعه قرار گرفتند.

این مطالعه در تابستان سال 1390 در مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. تمام شرکت کنندگان در مطالعه توسط پزشک ویزیت شده و سپس اطلاعات دموگرافیک افراد از جمله قد و وزن جمع‌آوری شد. قبل از مداخله شرایط و فرایند انجام تست برای هر فرد توضیح داده شد و اطلاعات مختصری نیز در مورد الکترومیوگرافی سطحی در اختیار افراد قرار داده شد. در نهایت فرم رضایت نامه برای شرکت داوطلبانه در آزمون توسط شرکت کنندگان امضا شد.

برای مقایسه فعالیت عضلات تنه در هنگام راه رفتن روی زمین و تردمیل از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی 8 کاناله (مدل: DataLog) شرکت بیومتریکس (Biometrics) استفاده شد. برای ثبت، نرخ نمونه برداری مطابق توصیه سازنده دستگاه و ادبیات مرتبط، 1000 هرتز انتخاب شد. الکترودهای فعال مدل SX230 تقویت کننده با بهره 1000 استفاده شد. فاصله مرکز تا مرکز این الکترودها 2 سانتیمتر است. به منظور یکسان ساختن سرعت راه رفتن بر روی زمین با تردمیل، آزمودنی در یک مسافت مشخص با سرعت دلخواه خود (Self Selected) شروع به راه رفتن نمود و زمان طی این مسافت با زمان سنج دیجیتال اندازه‌گیری شد و سرعت راه رفتن هر شخص در حالت عادی بر حسب متر بر ثانیه به طور جداگانه محاسبه گردید. در نهایت با توجه به سرعت راه رفتن عادی هر فرد، سرعت راه رفتن شخص آزمودنی بر روی تردمیل تنظیم گردید.

با توجه به مطالعات قبلی، برای ارزیابی فعالیت عضلات تنه، عضلات راست شکمی، مایل خارجی، لانجیسموس و مولتی‌فیدوس انتخاب شدند و تمامی اطلاعات از سمت راست آزمون دهنده‌ها جمع‌آوری شد. مناسب‌ترین محل برای ثبت فعالیت الکترومیوگرافی هر عضله براساس مراجع مشخص شد

تحقیقات اولیه‌ای که در مورد حرکت انسان و اختلاف آن بر روی تردمیل و زمین انجام شده بیشتر بر روی اندام تحتانی به عنوان عامل اصلی حرکت تمرکز داشته است، درحالیکه به عضلات تنه و نقش آنها در کنترل حرکت کمتر پرداخته شده است. این در صورتی است که تنه 60% توده عضلانی بدن را تشکیل می‌دهد و در موقعیت بالاتری نسبت به پاها قرار می‌گیرد و نقش مهمی را مانند یک پاندول معکوس اعمال می‌نماید. تنه تعداد زیادی مفصل دارد و از عضلات زیادی تاثیر می‌گیرد که باعث می‌شود وظایف حرکتی متفاوت، در ضمن حفظ تعادل بدن با مهارت انجام شود. این مهارت نیاز به هماهنگی در اجزای حرکتی تشکیل دهنده تنه دارد تا ترکیبی از فعالیت‌های پیش بینی شده و واکنشی انجام پذیرد. مطالعات الکترومیوگرافی نقش عضله راست‌کننده ستون فقرات را در سازمان‌دهی الگوی حرکت در حین راه رفتن و سایر فعالیت‌های حرکتی ریتمیک برجسته کرده است (4).

فعالیت عضلات اطراف ستون مهره‌ها در پایداری بدن هنگامی که اندامها فعالیت انجام می‌دهند مهم و ضروری است (5). کنترل عصبی عضلانی مجموعه کمری لگنی در حین حرکت انسان نقش مهمی در نگهداری و حفظ وضعیت بدن دارد و همچنین باعث پیشگیری از آسیب می‌شود (6). اهمیت داشتن عضلات تنه قوی و ارتباط آن با عملکرد ورزشی به خوبی شناخته شده است. فعالیت عضلات تنه برای پایداری ستون مهره‌ها در حین حرکت و در بسیاری از فعالیت‌های ورزشی حیاتی است (5). در اینصورت با استمرار تمرین بر روی تردمیل عضلات تقویت شده و مقدار تقویت آنها متفاوت از حالت راه رفتن معمولی بر روی زمین خواهد بود.

لذا بر آن شدیم تا با مقایسه الگوی فعالیت عضلات منتخب تنه به هنگام راه رفتن روی زمین یا تردمیل به این پرسش کاربردی پاسخ دهیم که آیا این دو نوع راه رفتن از نظر تحریک فعالیت عضلات تنه با هم تفاوت دارند یا خیر و آیا می‌توان از این دو روش به جای هم استفاده کرد؟

## روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع بررسی مقطعی است و نمونه‌ها به صورت نمونه‌گیری ساده جمع‌آوری شدند. برای این منظور در محیط خوابگاه‌های دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی تهران اطلاعاتی نصب گردید.

معیارهای لازم برای ورود به مطالعه جنس مذکر، نداشتن تحرک بدنی [طبق تعریف کالج پزشکی ورزشی آمریکا

مرکز تحقیقات توانبخشی و تحت نظر مشاور طرح انجام گرفت. آنالیز داده‌ها شامل مراحل کلی به شرح زیر بود:

1- پردازش اولیه داده‌های الکترومیوگرافی آزمودنی‌ها: در این مرحله ابتدا داده‌هایی که منقطع ثبت شده بودند ادغام شدند تا در نهایت یک فایل برای راه رفتن روی زمین و یک فایل برای راه رفتن روی تردمیل برای هر آزمودنی حاصل شود. سپس برای بررسی میزان نویز، طیف فرکانس سیگنالها رسم شد و حداکثر توان فرکانس‌های برق شهر (50 تا 60 هرتز) و فرکانس‌های کم (نویز حرکتی) بررسی شد. از آنجا که میزان آنها در مقیاس لگاریتمی بسیار کمتر از محتوای فرکانسی در پهنای باند اصلی بود (20 تا 450 هرتز الکتروود فعال)، نویز در سطح قابل قبولی بود و به استفاده از فیلتر در این مقطع نیازی نبود (10). انجام آنالیز باقیمانده‌ها (10) نیز بررسی فوق را تأیید کرد.

برای محاسبه سطح فعالیت الکتریکی عضلات، بعد از بررسی پنجره‌های متفاوت برای پردازش سیگنالهای الکترومیوگرافی، نهایتاً داده‌ها با پنجره 50 میلی‌ثانیه داده‌های RMS محاسبه شد تا در مرحله بعدی مورد بررسی قرار گیرد.

2- جداسازی چرخه‌های راه رفتن: در این مرحله با استفاده از داده‌های سویچ پای (Foot switch)، منحنی‌های RMS طبق چرخه‌های راه رفتن از هم جدا شدند.

3- تفکیک مراحل راه رفتن: بر اساس مراحل هفت‌گانه چرخه راه رفتن مراجع کینزیولوژی انجام شد (11).

فاصله‌های هفت مرحله‌ای چرخه راه رفتن بر اساس درصد وقوع آن مطابق با شکل شماره 1 جداسازی شد (11). بر این اساس فاز ایستا (Stance) به چهار مرحله Mid-Stance, Loading response, Terminal stance و Pre swing تقسیم شده است. مرحله تحمل بار (Loading response) فاصله بین تماس پا با زمین و بلند شدن انگشتان پای مقابل از زمین می‌باشد. و مرحله میان ایستایی (Mid-Stance) حد فاصل بلند شدن انگشتان پای مقابل از زمین تا بلند شدن پاشنه پا از زمین است. مرحله پایان ایستایی (Terminal stance) از بلند شدن پاشنه پا تا تماس پاشنه پای مقابل با زمین را در بر می‌گیرد و مرحله قبل از نوسانی (Pre-swing) از تماس پاشنه پای مقابل با زمین تا بلند شدن انگشتان پا می‌باشد (11).

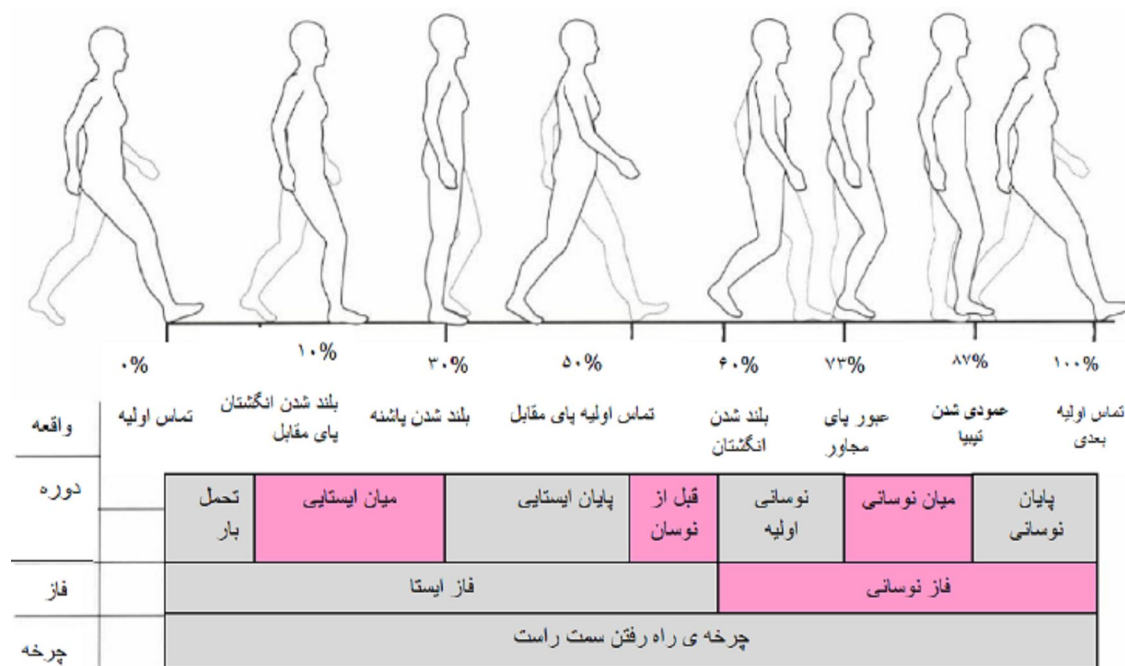
(8) سپس برای افزایش کیفیت انتقال امواج الکتریکی از پوست آزمودنی به دستگاه، موهای موضعی بدن در محل الکتروود تراشیده شده و محل با الکل تمیز شد و الکتروودها با چسب مخصوص به محل‌های تعیین شده چسبانده شد. دستگاه الکترومیوگرافی با استفاده از کمر بند بر روی کمر آزمودنی ثابت شد. این دستگاه به صورت بی‌سیم به کامپیوتر وصل می‌شد و اطلاعات در زمان انجام مطالعه بر روی کامپیوتر ثبت می‌شد. محل الکتروودها

عضله رکتوس ابدومینوس (Rectus Abdominus:RA): الکتروود به صورت عمود نسبت به افق در 3 سانتی‌متری فوقانی - خارجی ناف نصب گردید (8). عضله مایل خارجی شکم (External Oblique:EO): الکتروود به صورت مایل با زاویه  $45^\circ$  در میانه حد فاصل خار قدامی فوقانی ایلیاک (Anterior superior iliac spine:ASIS) تا پایین‌ترین نقطه قفسه سینه گذاشته شد (8).

عضله مولتی‌فیدوس (Multifidus:MF): الکتروود به صورت عمود نسبت به افق در نقطه‌ای به محاذات مهره پنجم کمری (L5) بر روی خطی فرضی که خار خلفی فوقانی ایلیاک (Posterior superior iliac spine:PSIS) سمت راست را به فضای بین مهره‌ای مهره کمری اول (L1) و مهره کمری دوم (L2) همان سمت وصل می‌کند نصب گردید (9). عضله لانجیسیموس (Longissimus:LO): الکتروود به صورت عمود نسبت به افق در 4 سانتی‌متری خارج زائده خاری مهره اول کمری (L1) نصب گردید. الکتروود مرجع هم بر روی قوزک داخلی پای راست گذاشته شد (8).

کلید پای (Foot Switch) زیر پاشنه و پنجه پای راست گذاشته شد و فرد ابتدا با سرعت دلخواه خود روی زمین راه رفت و برای هر فرد اطلاعات الکترومیوگرافی توسط دستگاه الکترومیوگرام ثبت شد و سپس با همان سرعت (متر بر ثانیه) بر روی تردمیل (مدل Technogym) به مدت 5 دقیقه به منظور آشنا شدن با راه رفتن روی تردمیل راه رفت. پس از این مدت اطلاعات الکترومیوگرافی ثبت شد.

در این تحقیق، آنالیز داده‌های الکترومیوگرافی مراحل مختلفی را شامل می‌شود که با امکانات نرم افزاری آزمایشگاه بیومکانیک



شکل 1- مراحل چرخه راه رفتن (11)

چرخه ، محاسبه شد. این داده‌ها برای تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت.

6- توصیف الگوی فعالیت عضلات: به منظور تهیه یک نمودار جامع از نحوه فعالیت عضلات در راه رفتن روی زمین و روی تردمیل، فراوانی وضعیت فعال عضلات برای جامعه مورد مطالعه در هر مرحله از چرخه راه رفتن بصورت نمودار میله رسم شد.

زمان فعالیت عضلات به منظور یکسان‌سازی در افراد مختلف به صورت درصد فعال بودن عضلات در یک چرخه راه رفتن (gait) در نظر گرفته و بیان شد. توصیف مدت زمان انقباض عضلات تنه و دامنه فعالیت آنها بر اساس میانه و آنالیز تفاوت داده‌ها میان دو حالت راه رفتن روی زمین و تردمیل با استفاده از آزمون Wilcoxon انجام شد. برای نشان دادن پراکندگی داده‌ها از دامنه بین چارکی (interquartile range: iqr) استفاده شد.

#### یافته‌ها

میزان فعال بودن عضلات منتخب تنه شامل لانجیسیموس، مولتی فیدوس، رکتوس ابدومینیس و مایل شکمی در طول چرخه راه رفتن در حین راه رفتن روی زمین و تردمیل در جدول 1 نمایش داده شده است.

فاز نوسانی (Swing) هم به سه مرحله نوسانی اولیه (Initial swing)، میان نوسانی (Mid swing) و پایان نوسانی (Terminal swing) تقسیم شده است. مرحله نوسانی اولیه از بلند شدن انگشتان پا تا زمانی که پا از کنار پای مجاور می‌گذرد، را شامل می‌شود. مرحله میان نوسانی زمانی است که پا از کنار پای مجاور می‌گذرد تا زمانی که تیبیا به صورت عمودی قرار می‌گیرد و مرحله پایان نوسانی از زمان عمودی قرارگرفتن تیبیا تا تماس بعدی همان پا با زمین است (11).

4- بدست آوردن آستانه فعالیت: برای تشخیص وضعیت فعال عضلات، معیارهای متفاوتی مطرح است که در این تحقیق از مقدار آستانه استفاده شد. به این ترتیب که اگر مقدار فعالیت از درصدی از کل دامنه تغییرات RMS آن عضله بیشتر بود، در آن مقاطع عضله فعال محسوب می‌شد. بعد از مطالعه اولیه و بررسی چندین مقدار آستانه، آستانه‌ی 20% برای بررسی تمام داده‌های این تحقیق انتخاب شد.

5- محاسبه متغیرهای وابسته: با استفاده از داده‌های مرحله قبل، میانگین دامنه فعالیت و مدت زمانی که عضلات در وضعیت فعال بودند، برای تمام چرخه‌های راه رفتن هر فرد در هر مرحله از

جدول 1- مقایسه مدت فعالیت عضلات تنه در هنگام راه رفتن روی زمین و روی تردمیل

عضلات	زمین	تردمیل	سطح معناداری**
راست شکمی	100(0)	100(0)	0/317
مایل خارجی شکمی	100(0)	100(0)	0/655
مولتی فیدوس	79(27)	82(28)	0/446
لانجیسیموس	62(14)	76(43)	0/098

\* Interquartile range  
\*\* یا استفاده از تست آماری wilcoxon

همانطور که در جدول 2 آمده است دامنه فعالیت عضلات در حین راه رفتن روی تردمیل بیشتر از راه رفتن روی زمین است. این تفاوت برای عضلات راست شکمی، مولتی فیدوس و لانجیسیموس معنی دار است.

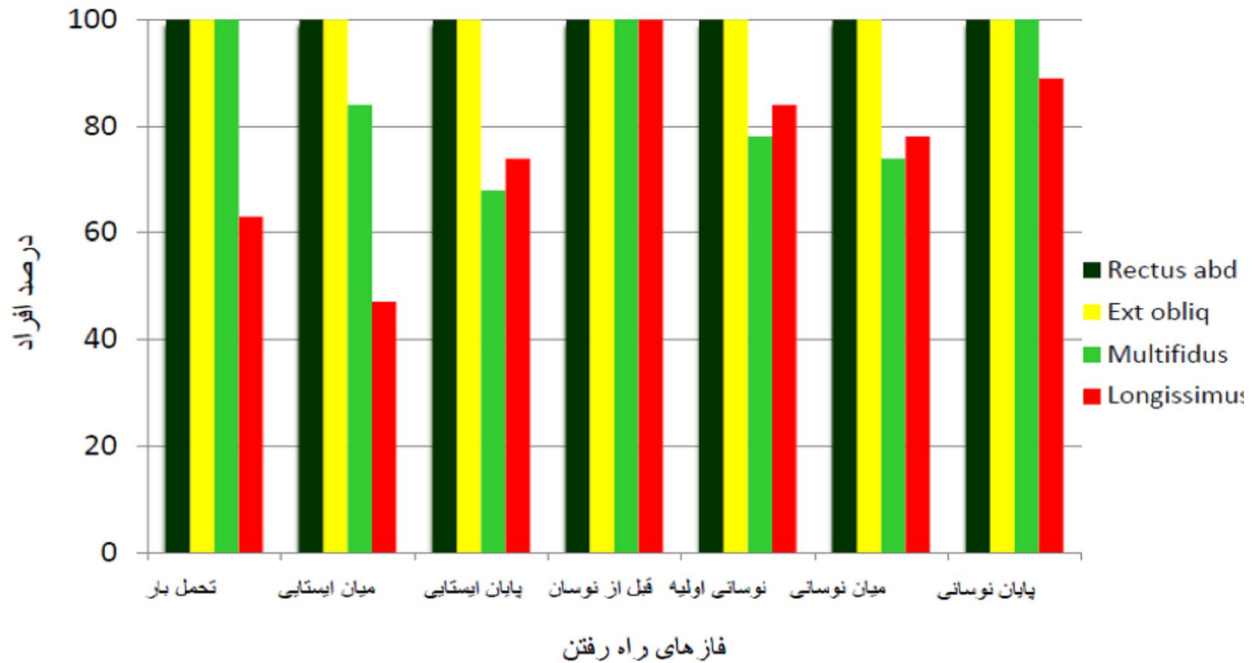
جدول 2- مقایسه میزان دامنه فعالیت عضلات تنه در هنگام راه رفتن روی زمین و روی تردمیل

عضلات	زمین	تردمیل	سطح معناداری**
	میلی ولت	میلی ولت	
راست شکمی	3/0(1/6)	4/1(5/1)	0/005
مایل شکمی	6/5(1/9)	8/2(5)	0/136
مولتی فیدوس	11/4(7/6)	17/0(7/9)	0/044
لانجیسیموس	10/2(4/8)	14/5(10/4)	0/018

\* Interquartile range  
\*\* wilcoxon با استفاده از تست آماری

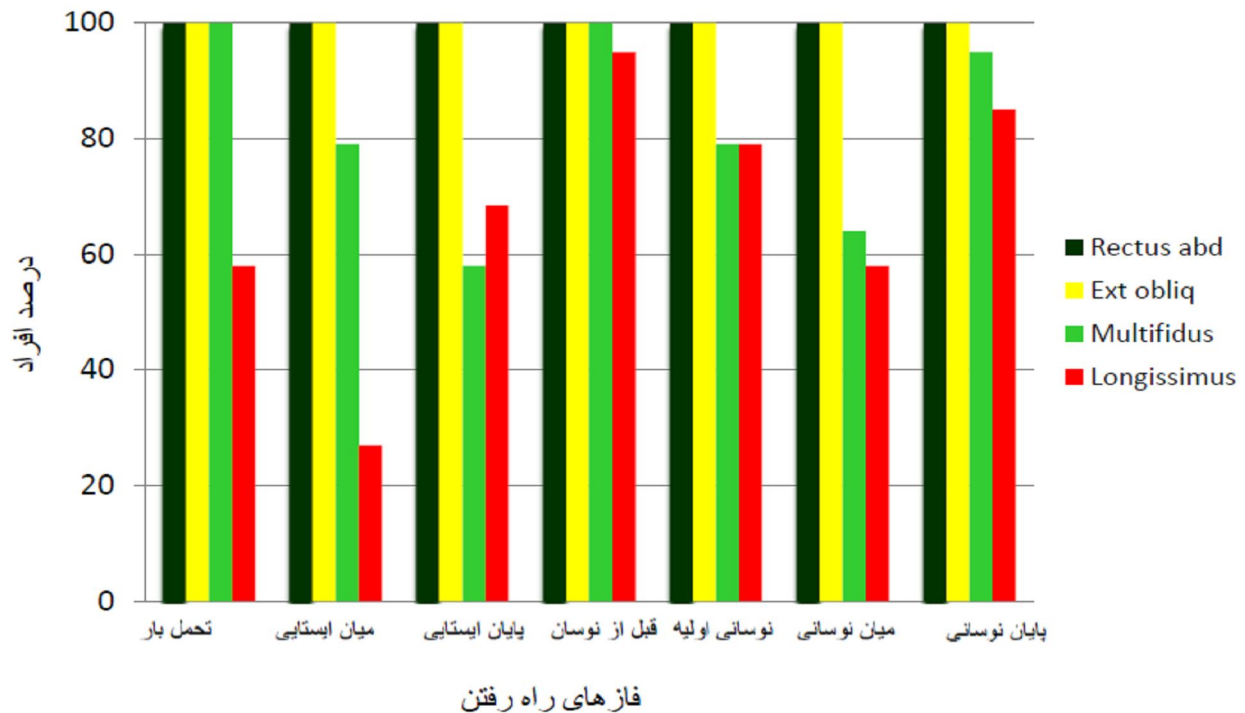
زمین فعال است و عضله مولتی فیدوس در 100% افراد آزمودنی در مرحله تحمل بار، قبل از نوسان و 90% افراد در مرحله پایان نوسانی در هنگام راه رفتن در روی زمین فعال می‌باشد.

شکل های 1 و 2 بر اساس تفکیک مراحل راه رفتن که در بالا توضیح داده شد، رسم شده اند. شکل 1 نشان می‌دهد عضلات راست شکمی و مایل خارجی در 100% افراد آزمودنی در تمام مراحل چرخه راه رفتن در روی



شکل 1- فراوانی حالت فعال عضلات منتخب تنه در هفت مرحله چرخه راه رفتن روی زمین

همانگونه که در شکل شماره 2 ملاحظه می‌شود، عضلات راست شکمی و مایل خارجی در 100% افراد آزمودنی در تمام مراحل چرخه راه رفتن در روی تردمیل فعال هستند و عضله مولتی فیدوس در 100% افراد آزمودنی در مرحله تحمل بار، قبل از نوسان و پایان نوسانی در هنگام راه رفتن در روی تردمیل فعال می‌باشد.



شکل 2- فراوانی حالت فعال عضلات منتخب تنه در هفت مرحله چرخه راه رفتن در روی تردمیل

روی زمین و تردمیل فعال بودند و تفاوتی بین راه رفتن روی زمین و تردمیل وجود نداشت. عضله مولتی فیدوس در مرحله ابتدا و انتهای فاز ایستا در تمام افراد در هنگام راه رفتن روی زمین و تردمیل فعال بود. این عضله در مرحله انتهای فاز نوسانی هم در همه افراد در هنگام راه رفتن روی تردمیل و 90% افراد در هنگام راه رفتن روی زمین فعال بود. عضله لانجیسیموس در مرحله انتهای فاز ایستا در همه افراد در هنگام راه رفتن روی تردمیل و 90% افراد در هنگام راه رفتن روی زمین فعال بود. مطالعه پیشین نیز فعالیت عضله راست کننده ستون فقرات را قبل از فاز نوسانی همان سمت نشان داده است (4).

از دیدگاه دامنه فعالیت عضلات منتخب، در این مطالعه دامنه فعالیت عضلات در هنگام راه رفتن بر روی تردمیل بیشتر از راه رفتن بر روی زمین گزارش شد که این اختلاف دامنه در عضلات راست شکمی، مولتی فیدوس و لانجیسیموس معنی دار بوده است. نتایج مطالعه ما در خصوص دامنه فعالیت عضلات با نتایج مطالعات پیشین که بر روی اندام تحتانی انجام شده بود شباهت داشت. به عنوان مثال، Arsenault در سال 1986 و همکاران در مطالعه ای به این نتیجه رسیدند که دامنه عضلات سولتوس، رکتوس فموریس، بای سپس فموریس، واستوس مدیالیس و تیبیالیس قدامی در راه رفتن روی تردمیل در مقایسه با راه رفتن روی زمین افزایش می یابد (1). Nymark هم در مطالعه اش به افزایش دامنه در عضلات دیستال اندام تحتانی (تیبالیس قدامی و گاستروکنمیوس) در هنگام راه رفتن روی تردمیل با سرعت نرمال پی برد (3). در مطالعه ای دیگر مشخص گردید که در هنگام راه رفتن روی تردمیل، فعالیت الکترومیوگرافی در عضله تیبالیس قدامی در کل فاز ایستا و همچنین فعالیت عضله گاستروکنمیوس در قسمت اعظم این فاز به نحو معنی داری کمتر است. در این تحقیق نشان داده شد که تفاوت جالبی در عضلات همسترینگ، واستوس مدیالیس و اداکتور لونگوس در بین این دو حالت راه رفتن وجود دارد، بدین معنا که در کل فازهای اولیه و میان نوسانی فعالیت هریک از این عضلات در راه رفتن روی زمین بیشتر بود و در فاز پایان نوسانی این رابطه معکوس می شد، یعنی فعالیت در راه رفتن روی تردمیل به نحو محسوسی بیشتر بود. در مورد عضله رکتوس فموریس، فعالیت عضله افراد به هنگام راه رفتن روی تردمیل، در طی گذر از فاز ایستا به نوسانی (فازهای 4 و 5 از فازهای هفتگانه) و همچنین در پایان فاز نوسانی به نحو محسوسی بیشتر بود (12).

اگرچه مطالعات متعددی برای مقایسه راه رفتن روی زمین و تردمیل انجام شده اند، هنوز بحث زیادی در خصوص تفاوت های بین این دو شیوه وجود دارد. بسیاری از مطالعات حاکی از آن هستند که هنگامی که افراد بر روی تردمیل راه می روند، الگوهای فعال سازی عضله تا حدی تعدیل می شوند.

در یک مطالعه نشان داده شد که اگرچه متغیرهای زمانی راه رفتن و الگوهای کینماتیک میان راه رفتن روی زمین و تردمیل مشابه است، الگوهای فعال شدن عضله و گشتاورها و نیروهای مورد استفاده برای حصول این الگوهای حرکتی اغلب متفاوت هستند. البته از دیدگاه بالینی، الگوهای کلی فعال شدن عضله آنقدر به هم شبیه هستند که در عمل می توان از هر دو روش به جای هم استفاده کرد (12).

مطالعه حاضر از دو منظر مدت زمان فعالیت و دامنه فعالیت عضلات منتخب تنه، راه رفتن روی زمین و تردمیل را با هم مقایسه نموده است. متأسفانه در مرور به عمل آمده با موتورهای جستجوگر Ovid، Elsevier، Web of science، Pubmed و Google Scholar مطالعه ای که زمان یا دامنه فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات تنه در دو حالت راه رفتن روی زمین و تردمیل را مقایسه نماید، یافت نشد. البته از نقطه نظر دامنه فعالیت، مطالعاتی در خصوص مقایسه دامنه فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات ران و ساق میان راه رفتن روی زمین و تردمیل انجام شده اند که به تفسیر نتایج آنها در قسمت بعدی بحث اشاره خواهد شد. از نقطه نظر مدت زمان فعالیت عضلات منتخب، نتایج مطالعه ما نشان داد که زمان فعالیت عضلات راست شکمی، مایل شکمی، مولتی فیدوس و لانجیسیموس در حین راه رفتن روی تردمیل با راه رفتن روی زمین تفاوت معنی داری ندارد. همان گونه که اشاره شد عضلات راست شکمی و مایل خارجی در 100% چرخه راه رفتن چه در راه رفتن روی زمین و چه بر روی تردمیل فعال بودند (جدول 1). فعالیت عضلات راست شکمی و مایل خارجی در تمامی چرخه راه رفتن، نشان دهنده اهمیت کلیدی این عضلات در پایداری ستون مهره ها و حفظ تعادل در هنگام راه رفتن است و در این خصوص تفاوتی از نظر زمان فعال بودن عضلات بین راه رفتن روی زمین و تردمیل وجود ندارد. به عبارت دیگر، الگوی الکترومیوگرافیک عضلات منتخب تنه در هنگام راه رفتن روی زمین و تردمیل از نظر مدت زمان فعال بودن این عضلات در طول چرخه راه رفتن مشابه هستند (شکل 1 و 2). همان گونه که ذکر شد عضله راست شکمی و مایل خارجی در تمام افراد در تمام مراحل راه رفتن

تردمیل، دامنه فعالیت این عضلات (مقدار مطلق بر حسب میکروولت) در قیاس با عضلات محرکه به مراتب کمتر هستند. باتوجه به تفاوت‌های موجود در بیومکانیک راه رفتن بر روی تردمیل به واسطه اکستنشن غیرفعال هیپ و وضعیت خمیده‌تر (flex) تنه در حرکت روی تردمیل نسبت به راه رفتن روی زمین که به خاطر حفظ وضعیت رو به جلو (forward) قامت در برابر حرکت رو به عقب تسمه تردمیل می‌باشد (3)، انتظار می‌رود که الگوی فعالیت عضلات تنه و اندام تحتانی درحین راه رفتن بر روی تردمیل متفاوت از راه رفتن بر روی زمین باشد.

همچنین این مطالعه نشان می‌دهد که الگوی فعالیت عضله در راه رفتن روی تردمیل شباهت بسیار زیادی با راه رفتن روی زمین دارد و در صورتی که بازسازی الگوی راه رفتن روی زمین مدنظر است، راه رفتن روی تردمیل انتخاب مطلوبی خواهد بود.

به نظر می‌رسد عضلات راست شکمی و مایل خارجی شکم که در تمام مراحل راه رفتن روی زمین و تردمیل فعال هستند نقش پایدار کنندگی در هنگام راه رفتن و در فعالیت سگمان‌های انتهایی بدن در هنگام حرکت دارند. از طرفی افزایش دامنه فعالیت عضلات تنه روی تردمیل نشان می‌دهد که ممکن است واحدهای حرکتی بیشتری در حال انقباض بوده و عملکرد بالاتری داشته باشند که این موضوع می‌تواند در تجویز نوع ورزش خصوصاً به افرادی که ضعف عضلات تنه دارند کمک کننده باشد.

### قدردانی

مقاله حاضر حاصل از پایان نامه دستیار تخصصی رشته پزشکی ورزشی است که تحت عنوان طرح پژوهشی با شماره 11904 در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران به تصویب رسیده است.

تحقیق دیگری نشان داد که در قیاس با راه رفتن روی زمین، کوادریسپس در هنگام راه رفتن روی تردمیل با دامنه و مدت بیشتری فعال است. این افزایش فعالیت عمدتاً در فاز ایستای راه رفتن روی تردمیل مشهود است (13). مطالعه Murray نیز به همین شکل افزایش فعالیت الکترومیوگرافی در کوادریسپس، و نه همسترینگ را در هنگام راه رفتن روی تردمیل در قیاس با راه رفتن روی زمین نشان داد (14). در مطالعه دیگری نیز افزایش فعالیت رکتوس فموریس در حین راه رفتن روی تردمیل نسبت به راه رفتن روی زمین گزارش گردید (12).

در این مطالعه نیز میانه دامنه فعالیت عضلات منتخب تنه شامل عضلات راست شکمی، مایل خارجی، مولتی‌فیدوس و لانجیسیموس در هنگام راه رفتن روی تردمیل بیشتر از راه رفتن روی زمین گزارش شد و بیشترین تفاوت مربوط به عضلات مولتی‌فیدوس (50%) و لانجیسیموس (42%) بوده است و این تفاوت‌ها در مورد عضلات راست شکمی، مولتی‌فیدوس و لانجیسیموس از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است، بنابراین به نظر می‌رسد که نظیر عضلات اندام تحتانی، عضلات تنه نیز در مقایسه به هنگام راه رفتن روی تردمیل فعال‌تر هستند. این مسأله به این صورت قابل توجیه است که با توجه به تفاوت‌های موجود در بیومکانیک راه رفتن بر روی تردمیل از جمله اکستنشن غیرفعال هیپ و وضعیت خمیده‌تر (flex) تنه در حرکت روی تردمیل نسبت به راه رفتن روی زمین که به خاطر حفظ وضعیت رو به جلو (forward) قامت در برابر حرکت رو به عقب تسمه تردمیل می‌باشد (3)، انتظار می‌رود که الگوی فعالیت عضلات تنه و اندام تحتانی درحین راه رفتن بر روی تردمیل متفاوت از راه رفتن بر روی زمین باشد و به هنگام راه رفتن روی تردمیل از آنجا که مرکز ثقل بدن به صورت غیرفعال جابجا می‌شود، احتمالاً عضلات تنه برای حفظ وضعیت بدن باید فعالیت بیشتری داشته باشند. با این حال در هر دو حالت راه رفتن روی زمین و

## REFERENCES

1. Arsenault AB, Winter DA, Marteniuk RG. Treadmill versus walkway locomotion in humans: an EMG study. *Ergonomics*. 1986; 29:665-76.
2. Alton F, Baldey L, Caplan S, Morrissey MC. A kinematic comparison of overground and treadmill walking. *J Biomech*. 1998; 13:434-40
3. Nymark JR, Balmer SJ, Melis EH, Lemaire ED, Millar S. Electromyographic and kinematic nondisabled gait differences at extremely slow overground and treadmill walking speeds. *J Rehabil Res Dev*. 2005; 42(4): 523-534.
4. Ceccato JC, de Sèze M, Azevedo C, Cazalets JR. Comparison of trunk activity during gait initiation and walking in humans. *Plos One* 2009; 4(12): e8193.
5. Ewbank PT, Jensen RL. Change in trunk muscle activity during incline treadmill running. *Portuguese Journal of Sport Sciences*. 2011, 11(Suppl. 2): 487-490



6. Saunders SW, Schache A, Rath D, Hodges PW. Changes in three dimensional lumbo-pelvic kinematics and trunk muscle activity with speed and mode of locomotion. *Clinical Biomechanics* 2005, 20: 784-793.
7. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription/ American College of Sports Medicine/ Lippincott Williams & Wilkins, 2005
8. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37(12):754-62
9. <http://seniam.org/miultidus.html>.
10. Winter DA. *Biomechanics and motor control of human movement*: John Wiley & Sons; 2004, 150-76
11. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system*. 1st ed. New York: Mosby, 2002, 532.
12. Lee SJ, Hidler J. Biomechanics of overground vs. treadmill walking in healthy individuals. *J Appl Physiol.* 2008; 104(3):747-55.
13. Prosser LA, Stanley CJ, Norman TL, Park HS, Damiano DL. Comparison of elliptical training, stationary cycling, treadmill walking and overground walking. *Gait & Posture.* 2011; 33(2): 244-250.
14. Murray MP, Spurr GB, Sepic SB, Gardner GM, Mollinger LA. Treadmill vs. floor walking: kinematics, electromyogram, and heart rate. *J Appl Physiol.* 1985; 59(1):87-91.

# Comparison of activation pattern of selected trunk muscles during over ground and treadmill walking

Radmehr G<sup>1</sup>, Mazaheri R<sup>1,2\*</sup>, Sanjari MA<sup>3</sup>, Halabchi F<sup>1,2</sup>, Mansournia MA<sup>1</sup>

1. Sports Medicine Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Department of Sports & Exercise Medicine, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Biomechanics Lab., Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation, Department of Rehabilitation Basic Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## Abstract

**Background and Aim:** Given the biomechanical differences between over ground and treadmill walking, it is expected that the contraction of muscles should be also different, so exercise training in these scenarios may have various effects on trunk muscles. The aim of this study was to compare amplitude and duration of activation of trunk muscles during over ground and treadmill walking to prescribe a suitable exercise mode considering the special circumstances of each person.

**Materials and Methods:** Nineteen healthy 20-40 years old male with sedentary life style were selected via simple sampling. Surface electromyography of rectus abdominis, external oblique, longissimus and multifidus muscles were recorded.

**Results:** In each gait cycle, there was not statistically significant differences on duration of trunk muscles activity between treadmill and over ground walking. The mean amplitude of these muscles was greater on treadmill in comparison with over ground and this difference was statistically significant for rectus abdominis ( $P=0.005$ ), longissimus ( $P=0.018$ ) and multifidus ( $P=0.044$ ) muscles.

**Conclusion:** Stabilizing role of trunk muscles during walking causes them to be active throughout the entire gait cycle. The increased muscle amplitude on treadmill might show that more motor units may be recruited during the contraction, which is helpful in prescribing the appropriate type of exercise especially to patients who have trunk muscles weakness.

**Key words:** Trunk muscles, Muscle activity amplitude, Surface EMG

**\*Corresponding author:** Dr. Reza Mazaheri, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences

**Email:** mazaheri\_md@tums.ac.ir

*This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)*