

بررسی الگوی کینماتیک راه رفتن کودکان لاغر، عادی و چاق

چکیده

میشم رضایی^۱، مهدی نجفیان رضوی^{۲*}،
الهه مازندرانی^۲

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.

۲. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فریمان، فریمان، ایران.

دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۶

هدف: در دنیای امروزی چاقی می‌تواند علت برخی از مشکلات از قبیل بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت، ناتوانی‌های حرکتی و قامتی باشد. راه رفتن که در این زمینه تأثیرگذار است، اهمیت زیادی در رشد حرکتی انسان دارد. لذا هدف از این تحقیق، مطالعه تأثیر چاقی و لاغری بر عوامل کینماتیکی راه رفتن در کودکان است.

روش‌ها: تعداد ۳۰ دانش‌آموز پسر ۷ تا ۹ ساله بر اساس چارت صدک وزنی و شاخص توده بدنی به سه گروه عادی و چاق و لاغر تقسیم شدند. تمام کودکان سالم بودند و فاقد نقص حرکتی بودند. از دستگاه آنالیز حرکت برای اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیکی راه رفتن از قبیل سرعت گام، طول گام، عرض گام، مدت زمان مرحله ایستایش، مدت زمان مرحله نوسان و حمایت دوگانه استفاده شد. از تحلیل واریانس برای تحلیل داده‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ برای تحلیل آماری استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین سرعت، طول و عرض گام کودکان عادی، چاق و لاغر وجود ندارد، اما تفاوت معنی‌داری بین مدت زمان مرحله نوسان، ایستایش و حمایت دوگانه کودکان عادی، چاق و لاغر وجود دارد ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با بیشتر شدن فشار وزن بر سیستم حرکتی، ممکن است برخی ویژگی‌های کینماتیکی راه رفتن که می‌توانند به کنترل حرکتی بهتر کمک کنند، تغییر کنند.

کلید واژگان: آنالیز حرکت، راه رفتن، کودکان، چاقی، لاغری

* نویسنده مسئول: گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فریمان، فریمان، ایران.
تلفن: ۰۹۳۵۴۴۱۱۹۲
E-mail: mnajafian44@yahoo.com

مقدمه

(۲). پیشگیری از چاقی کودکان در بسیاری از کشورهای جهان در حال افزایش است (۳). در آلمان پیشگیری از مرض چاقی در دهه اخیر تا ۵۰ درصد افزایش یافته است و از هر شش کودک یکی دارای اضافه‌وزن یا چاقی است (۴) و از هر پنج نفر نوجوان، چهار نفر به بزرگسالی چاق تبدیل می‌شود (۳). چاقی با تعداد زیادی از بیماری‌ها از قبیل مشکلات قلبی و عروقی، فشارخون و دیابت نوع دو و... همراه است (۵). چاقی همچنین با مشکلات ارتوپدی که منجر به اعمال اضافه‌بار به ساختار

چاقی و اضافه‌وزن در سرتاسر جهان از مشکلات سلامتی عمومی است. تعداد افراد چاق و دارای اضافه‌وزن در سال ۲۰۰۵ به ترتیب ۳۹۶ میلیون و ۹۳۷ میلیون بوده است (۱). درصد کودکان دارای اضافه‌وزن در ایالات متحده در طی سالیان گذشته دو برابر شده است و در سال ۱۹۹۵، ۴/۷ میلیون نفر یا ۱۱ درصد در آمریکا دارای اضافه‌وزن بوده‌اند

چرخه راه رفتن و همچنین پایداری و زوایای مفصلی کمتری نسبت به کودکان عادی دارند؛ که این ویژگی‌ها نشان‌دهنده کارایی راه رفتن آن‌ها می‌باشد (۲۱). برخی مطالعات توزیع فشار کف پای بیشتر را در کودکان چاق در حین راه رفتن نشان داده‌اند (۲۲-۲۵).

در تحقیقات انجام شده بر روی ویژگی‌های فضایی-زمانی (Spatio-temporal) راه رفتن به نظر می‌رسد نتایج متناقضی در تحقیقات مختلف به دست آمده است، به‌طور مثال Hills و Parker تغییرات حرکتی جبرانی هنگام راه رفتن در افراد چاق شامل: سرعت آرام‌تر راه رفتن و مدت زمان حمایت دوگانه طولانی‌تری را در تحقیق خود گزارش نمودند (۲۶) در حالی که Nantel و همکاران در تحقیق خود هیچ تفاوت معنی‌داری را در سرعت گام و مرحله حمایت دوگانه در افراد با و بدون اضافه وزن گزارش نکردند (۲۷). همچنین Hills و Parker در پژوهش خود تفاوتی را در مرحله تاب دادن و ایستایش افراد چاق و عادی گزارش نکردند (۲۶) اما McGraw و همکاران و Browning و Kram در تحقیق خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در مرحله تاب دادن و ایستایش افراد چاق و عادی وجود دارد (۲۸، ۲۹). Hills و Parker و همچنین Lai و همکاران در تحقیق خود طول گام کوتاه‌تر و سرعت گام آهسته‌تری را برای افراد چاق گزارش نمودند (۲۶، ۳۰) در حالی که Nantel و همکاران تفاوت معنی‌داری را در طول گام و سرعت گام بین افراد عادی و چاق گزارش نکردند (۲۷). در پژوهش McGraw و همکاران تفاوت معنی‌داری را در مرحله ایستایش و حمایت دوگانه برای افراد چاق گزارش شد (۲۹)، در حالی که Nantel و همکارانش در تحقیق خود هیچ تفاوت معنی‌داری را در مرحله ایستایش و حمایت دوگانه در افراد چاق و عادی مشاهده نکردند (۲۷).

به نظر می‌رسد که اضافه وزن و چاقی کودکان، الگوی طبیعی راه رفتن را تحت تأثیر قرار دهد در حالی که با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیقات انجام شده، تناقضاتی به چشم می‌خورد که این تغییرات بایستی به صورت دقیق‌تری مورد مطالعه قرار گیرد. از طرفی با توجه به اهمیت بسیار زیاد الگوی راه رفتن در مفاهیم رشدی و بیومکانیکی به‌عنوان اولین الگوی جابجایی عمودی، اندازه‌گیری دقیق مفاهیم فضایی و زمانی راه رفتن نقش بسیار مهمی در تشخیص، پیش‌بینی و آسیب‌شناسی مفاهیم رشدی و بیومکانیکی بعدی خواهد داشت. در کشور ما با توجه به جستجوهای انجام شده توسط محقق، اطلاعات کمی درباره مشخصات اساسی راه رفتن کودکان به دست آمده است (۳۱، ۳۲). همچنین اطلاعات به دست آمده به روز نبوده و با ابزارهای قدیمی نظیر فیلم‌برداری و استفاده از استامپ (stamp) برای ثبت رد گام‌ها (۳۳) به دست آمده که دارای روایی

اسکلتی-عضلانی می‌شود، همراه است. مطالعات همچنین تفاوت‌هایی را در فشار کف پای (۶) ساختار پا (۷) و نحوه عملکرد پا (۸) در افراد چاق در مقایسه با افراد عادی نشان دادند که این تفاوت‌ها می‌تواند راه رفتن را تحت تأثیر قرار دهد. چاقی می‌تواند به راحتی در دوره کودکی به وجود آید، که وقتی چاقی در دوران کودکی به وجود می‌آید و مدت زیادی ادامه پیدا می‌کند، خطرات بیشتری برای سلامتی به همراه خواهد داشت (۹). تحقیقات بیومکانیکی (۱۰، ۱۱) و تمرین درمانی (۱۲) نشان داده‌اند که شروع اضافه‌وزن و چاقی منجر به تغییراتی در تعادل بدن کودکان در دوره کودکی می‌شود، که یکی از این تغییرات می‌تواند روی راه رفتن افراد باشد. راه رفتن جزء جدایی‌ناپذیر از زندگی انسان است که به افراد اجازه عملکرد در محیط و انجام فعالیت‌های بدنی در زندگی روزمره را می‌دهد. اهمیت جابجایی به لحاظ روانی اغلب نشانه تسلط است که فعالیت‌های اجتماعی و شرکت در فعالیت‌های تفریحی را آسان می‌کند (۱۳، ۱۴). توانایی راه رفتن یک عامل حیاتی در انعکاس ارزیابی و رشد کیفیت زندگی وضعیت سلامتی افراد است (۱۳، ۱۵). ارزیابی راه رفتن قسمتی از آزمایش‌های بدنی است که می‌تواند به حفظ از صدمات بدنی و ناهنجاری‌ها کمک کند (۱۶).

راه رفتن با وضعیت چاقی و اضافه وزن ممکن است در دراز مدت به اعضای انتهایی اندام تحتانی آسیب وارد نماید و وقتی این وضعیت ادامه پیدا می‌کند، روی رشد کودکان تأثیر خواهد گذاشت. بنابراین مشاهده شیوه راه رفتن کودکان و چگونگی تغییرات راه رفتن در سنین مختلف نقش بسیار مهمی در مداخلات و کنترل مشکلات مربوط به چاقی دارد. مطالعات زیادی بر سازگاری‌های ایجاد شده در هنگام راه رفتن افراد چاق انجام شده است که ناشی از وارد آمدن بار خارجی (حمل اضافه بار) است (۱۷-۲۰). این مطالعات تغییراتی را در اندازه‌های فضایی-زمانی راه رفتن بر اثر وارد آمدن بار اضافی در سیستم حرکتی را نشان داده‌اند. برای مثال Laflandra و همکاران نشان دادند که کوله پشتی با محتوای ۴۰ درصد از وزن بدن، حرکت آزمودنی‌های سالم جوان را روی تردمیل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ به‌طوری‌که طول گام کاهش و تعداد گام‌ها افزایش می‌یافت. اما نتایج این مطالعه نمی‌تواند برای افراد مبتلا به اضافه وزن به کار برده شود؛ زیرا اضافه‌بار در این تحقیق موقتی بوده و عملکرد جبرانی متفاوتی نسبت به افرادی که دارای اضافه‌وزن و چاقی می‌باشند، به کار گرفته شده بود (۲۰). در تحقیقی دیگر نشان داده شده است که کودکان چاق سرعت گام برداشتن آرام‌تر، گام‌های کوتاه‌تر، افزایش مرحله ایستایش (Stance) و حمایت دوگانه (Double support) در

کالیبره (Kalibre) می‌شد و پس از کالیبره کردن محیط، مارکرها بر روی محل مخصوص خود بر روی بدن آزمودنی‌ها نصب می‌شدند که محل نصب مارکرها به شرح ذیل بود: برجستگی دیستال استخوان اول و پنجم کف پا در سطح قدامی، پشت پا در ناحیه پاشنه، قوزک داخلی و خارجی مچ پا، کندیل خارجی و دیستال استخوان ران، خار خاصره قدامی-فوقانی، محل اتصال کتف و ترقوه، زائده شوکی مهره هفتم گردن و وسط پیشانی (البته باید در نظر داشت که مارکرهای اصلی از مچ پا به پایین می‌باشند و الباقی مارکرها جهت کمک به شناسایی حرکات پا نصب شده‌اند). نحوه اجرای تست بدین شکل بود که پس از پوشیدن لباس مخصوص و نصب مارکرها در محل‌های بخصوص، آزمودنی مسافت شش متری آنالیز حرکت را پنج بار به صورت رفت و برگشت طی می‌کرد و از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد تا به صورت طبیعی راه بروند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای آماده‌سازی جهت تجزیه تحلیل، بایستی داده‌ها را سالم‌سازی می‌کرد. به همین منظور قسمت‌های ابتدایی و انتهایی سیکل راه رفتن در آزمایشگاه کنار گذاشته



تصویر ۱. محل نصب مارکرها روی بدن آزمودنی‌ها

و دقت کمتری نسبت به دستگاه آنالیز حرکت سه بعدی (3D Motion Analysis) می‌باشند. از طرفی با توجه به جستجوهای انجام شده توسط محقق تاکنون به بررسی ویژگی‌های راه رفتن افراد لاغر و مقایسه آن‌ها با افراد عادی و دارای اضافه وزن پرداخته نشده است. بنابراین با توجه به محدود بودن و به روز نبودن دستگاه‌های اندازه‌گیری در زمینه کینماتیک راه رفتن و متغیرهای تأثیرگذار بر آن، به نظر می‌رسد تحقیق در این زمینه بتواند محدودیت‌های این حوزه را تا حدودی در کشور بهبود بخشد، لذا محقق در این پژوهش بر آن است که الگوی کینماتیک راه رفتن افراد لاغر را با کودکان عادی و دارای اضافه وزن را مقایسه نماید.

روش شناسی

تحقیق حاضر از نوع توصیفی و کاربردی می‌باشد که به صورت میدانی انجام شده است و شامل سه گروه دارای اضافه وزن، لاغر و عادی می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر را دانش آموزان پسر ۷ تا ۹ ساله شهر مشهد تشکیل داده‌اند که بر اساس تهیه فهرست مدارس، هفت مدرسه به صورت تصادفی بر اساس نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب شدند که پس از ارزیابی شاخص توده بدنی (Body Mass Index) ۹۰ نفر از دانش آموزان داوطلبی که فرم رضایت آن‌ها توسط والدین تکمیل شده بود، ۳۰ نفر که دارای شرایط لازم بودند به صورت هدفمند انتخاب شدند و در سه گروه ۱۰ نفری عادی، دارای اضافه وزن و لاغر بر اساس چارت صدک وزنی (نمودار صدک وزنی برای افراد ۲ تا ۲۰ سال به جای BMI به کار برده می‌شود) تقسیم شدند (۳۴) که دارای ویژگی‌های ورود به مطالعه بدین شرح بودند: نبود نقص حرکتی مادرزادی که روی راه رفتن اثر دارد، نداشتن عادات غلط در راه رفتن، نداشتن هرگونه مشکلی که روی راه رفتن اثر دارد مثل: فقر حرکتی و نداشتن هرگونه بیماری و ضعف در اجرای حرکت راه رفتن.

ابزار پژوهش حاضر شامل دستگاه سیکا (Seka) مدل ۱۰۹۰۰۱۳۰۲۸۴ بود که برای اندازه‌گیری قد و وزن از آن استفاده شد و همچنین دستگاه موشن آنالیزر کوالیسیس ۵۰۰ (Qalasis Motion Analysis) از نوع ۸ دوربین که ساخت کشور سوئد می‌باشد که هم‌زمان به یک رایانه متصل بوده و حرکات را با دقت بسیار بالایی تجزیه و تحلیل می‌نماید.

روش اجرای تحقیق بدین شرح بود که برای شروع آنالیز راه رفتن، محیط آزمایشگاه آنالیز حرکت که فضایی در حدود ۳۵ متر (۷*۵) بود و در اطراف آن هشت دوربین آنالیز حرکت قرار داشت، باید

واریانس نشان داد تفاوت معنی داری بین طول گام ($p=0/164$) و *Stride Length*)، عرض گام ($p=0/126$) و *Stride Width*) و سرعت گام ($p=0/056$) افراد با و بدون اضافه وزن وجود ندارد. اما بین مدت زمان حمایت دوگانه ($p=0/008$) (*Double Support Duration*)، مدت زمان مرحله تاب دادن ($p=0/004$) (*Suing Phase duration*) و مدت زمان مرحله ایستایش ($p=0/001$) (*Stance Phase Duration*) تفاوت معنی داری را نشان داد.

حال با توجه به نتایج جدول شماره ۲ و وجود تفاوت معنی دار در سه متغیر راه رفتن شامل مدت زمان حمایت دوگانه ($p=0/008$)، مدت زمان فاز نوسان ($p=0/004$) و مدت زمان فاز ایستایش ($p=0/001$)، برای مشخص کردن اینکه این تفاوت بین کدام گروه‌ها می‌باشد از آزمون تعقیبی LSD استفاده می‌کنیم:

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که بین مدت زمان حمایت دوگانه

می‌شد و معمولاً از داده‌های میانی به صورت میانگین برای تجزیه و تحلیل استفاده می‌شد. به طور مثال برای عرض گام، دو قدم میانی سه سیکل از راه رفتن بین پای چپ و راست و برعکس مورد استفاده قرار می‌گرفت و پس از استخراج داده‌های مورد نظر از کامپیوتر توسط نرم‌افزار QTM (*Qalysis Trackers Manager*)، میانگین آن‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری برای هر فرد استفاده می‌شد.

نتایج

مشخصات فردی نمونه‌های تحقیق حاضر شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول ۱ ذکر شده است و نتایج جدول ۲ متغیرهای کینماتیکی راه رفتن کودکان لاغر، عادی و چاق را نشان داده شده است. همان‌طور که از نتایج جدول ۲ ملاحظه می‌شود، نتایج آزمون تحلیل

جدول ۱.

میانگین و انحراف استاندارد سن و مشخصات فردی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها به تفکیک هر گروه

گروه‌ها	سن (سال) انحراف استاندارد± میانگین	وزن (کیلوگرم) انحراف استاندارد± میانگین	قد (سانتیمتر) انحراف استاندارد± میانگین	<i>BMI</i> (وزن/قد به متر) انحراف استاندارد± میانگین
کودکان عادی (۱۰ نفر)	۸/۷۷±۰/۶۶	۲۹/۱۱±۵/۹۶	۱۳۲/۴۴±۹/۵۹	۱۶/۵۹±۱/۵۹
کودکان چاق (۱۰ نفر)	۹±۰/۰۰۱	۴۷/۴۴±۶/۸۷	۱۴۴±۴/۸۷	۲۲/۸۷±۲/۶۸
کودکان لاغر (۱۰ نفر)	۷/۸۸±۰/۹۹	۲۱/۷±۷/۰۴	۱۳۶/۸±۱۱/۳۱	۱۱/۵۹±۱/۳۷

جدول ۲.

نتایج آزمون تحلیل واریانس در مورد متغیرهای پژوهش به منظور بررسی اثر درون و بین گروهی

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F آماره	سطح معنی داری
طول گام	بین گروه‌ها	۲	۴۸۹۴/۹۵۳	۱/۹۳۵	۰/۱۶۴
	داخل گروه‌ها	۲۷	۲۵۲۹/۸۴۷		
عرض گام	بین گروه‌ها	۲	۱۴۴۶/۱۲۶	۲/۲۳۷	۰/۱۲۶
	داخل گروه‌ها	۲۷	۶۴۶/۵۲۹		
سرعت گام	بین گروه‌ها	۲	۳۸۶۸۴۰/۵۸۲	۳/۲۲۴	۰/۰۵۶
	داخل گروه‌ها	۲۷	۱۱۹۹۷۷/۵۴۱		
مدت زمان	بین گروه‌ها	۲	۰/۱۰۶	۵/۷۳۹	۰/۰۰۸*
	داخل گروه‌ها	۲۷	۰/۰۱۹		
حمایت دوگانه	بین گروه‌ها	۲	۰/۰۴۵	۶/۹۱۳	۰/۰۰۴*
	داخل گروه‌ها	۲۷	۰/۰۰۶		
مدت زمان نوسان	بین گروه‌ها	۲	۰/۲۲۴	۱۰/۰۷۴	۰/۰۰۱*
	داخل گروه‌ها	۲۷	۰/۰۲۲		

*وجود تفاوت آماری در سطح $\alpha=0/05$

جدول ۳.

نتایج آزمون تعقیبی LSD در مورد محل تفاوت بین گروه‌های پژوهش

متغیر	گروه‌ها	گروه‌ها	سطح معنی‌داری ($p < 0.05$)
مدت زمان	لاغر	نرمال	۰/۹۰۹
حمایت	لاغر	چاق	۰/۰۰۸*
دوگانه	نرمال	چاق	۰/۰۰۶*
مدت زمان	لاغر	نرمال	۰/۴۶
نوسان	لاغر	چاق	۰/۰۱*
	نرمال	چاق	۰/۰۰۲*
مدت زمان	لاغر	نرمال	۰/۹۵۳
ایستایش	لاغر	چاق	۰/۰۰۱*
	نرمال	چاق	۰/۰۰۱*

* وجود تفاوت آماری در سطح $\alpha=0/05$

پسران نرمال و لاغر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما هر دو گروه لاغر و نرمال با پسران چاق تفاوت معنی‌داری دارند. بین مدت زمان نوسان پسران نرمال و لاغر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما هر دو گروه لاغر و نرمال با پسران چاق تفاوت معنی‌داری دارند. بین مدت زمان مرحله ایستایش پسران نرمال و لاغر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما هر دو گروه لاغر و نرمال با پسران چاق تفاوت معنی‌داری دارند ($p=0/05$).

بحث

هدف از مطالعه حاضر مقایسه الگوی کینماتیک راه رفتن کودکان لاغر با کودکان عادی و چاق بود. نتایج پژوهش نشان داد که اضافه بار دائمی وارد بر سیستم حرکتی در کودکان اثر معنی‌داری بر طول گام، عرض گام و سرعت گام افراد لاغر، عادی و چاق ندارد؛ اما بر مدت زمان حمایت دوگانه، مدت زمان فاز نوسان و مدت زمان فاز ایستایش تأثیر معنی‌داری دارد.

اولین بار Spyropoulos و همکاران پارامترهای فضایی-زمانی مردان چاق را بررسی کردند و سرعت ۱/۰۹ (متر بر ثانیه) و طول گام ۱/۲۵ متر را گزارش دادند (۳۲). با مروری بر ادبیات تحقیقات مشاهده می‌کنیم که در زمینه راه رفتن با سرعت دلخواه تناقضاتی بین افراد چاق و طبیعی وجود دارد؛ بدین صورت که برخی از محققین سرعت راه رفتن آرام‌تری را برای مردان چاق (۳۲) و کودکان چاق نسبت به افراد عادی گزارش نمودند (۲۶، ۲۹). اما Browning و همکاران تفاوت معنی‌داری را بین زنان طبیعی و چاق در راه رفتن با سرعت دلخواه گزارش کردند و سرعت زنان چاق بیشتر گزارش شد (۲۸). همچنین Blaszczyk و همکاران معتقد بودند که اضافه

بار وارد شده بر سیستم حرکتی انسان تأثیری بر راه رفتن با سرعت دلخواه ندارد (۳۵). به نظر می‌رسد دلیل اختلافات این تحقیق‌ها با تحقیق حاضر به علت پراکنندگی گروه‌های تحت مطالعه و همچنین ابزار اندازه‌گیری باشد. بیشتر تحقیقاتی که به بررسی پارامترهای فضایی-زمانی پرداخته‌اند، تغییراتی را در افراد چاق نسبت به افراد عادی نشان داده‌اند، که یکی از این تغییرات طول گام بوده است (۳۶، ۳۲، ۸)، در صورتی که در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین طول گام افراد با و بدون اضافه وزن مشاهده نشد. ممکن است اختلاف ناشی در این تحقیق با تحقیقات موجود به علت سن آزمودنی‌ها باشد، چرا که آزمودنی‌های این تحقیق را کودکان تشکیل می‌دادند، در حالی که مطالعات مذکور روی بزرگسالان انجام شده است. به عبارتی می‌توان این‌گونه در نظر گرفت که چون سیستم حرکتی بزرگسالان کاملاً رشد کرده است، لذا آنان تعادل، هماهنگی و کنترل حرکتی مناسب‌تری نسبت به کودکان دارند و ممکن است یکی از علل کاهش طول گام در کودکان عادی (که تفاوت معنی‌داری با چاق‌ها نداشتند)، برای کنترل بهتر تعادل آن‌ها از طریق کاهش طول گام باشد.

در تحقیقات انجام شده بر روی پارامترهای مختلف گام برداشتن کمتر به بررسی تفاوت بین عرض گام افراد با و بدون اضافه وزن پرداخته شده؛ در صورتی که عرض گام یکی از فاکتورهای مهم در حفظ تعادل هم در دوره کودکی و هم در دوره سالمندی است. Ko و همکاران در تحقیق خود بر روی ۵۲ سالمند تفاوت معنی‌داری را در عرض گام افراد با و بدون اضافه وزن گزارش نکردند (۳۷) که این نتیجه با نتیجه تحقیق فوق همخوان؛ اما Ko و همکارانش در تحقیقی دیگر، تفاوت معنی‌داری را بین عرض گام افراد سالمند چاق و طبیعی گزارش نمودند (۳۸)، که ممکن است اختلاف موجود ناشی از BMI در بین گروه‌های سنی دو تحقیق باشد. زیرا به نظر می‌رسد در تحقیقات گذشته، BMI به عنوان فاکتوری برای اضافه وزن و چاقی باشد در صورتی که شاخص BMI در بزرگسالان ممکن است تحت تأثیر میزان توده عضلانی نسبت به قد، ساختار استخوانی و فعالیت بدنی قرار گیرد و شاخص مناسبی نباشد. از طرفی برای دوره کودکی می‌توان BMI را با توجه به عدم فعالیت عضلانی شدید و عدم ترشح هورمون‌های جنسی در دوره کودکی به عنوان شاخصی مناسب در نظر گرفت.

در تحقیقات انجام شده تفاوت معنی‌داری بین مدت زمان مرحله ایستایش در افراد چاق و عادی گزارش داده شده است (۳۹، ۳۲، ۲۹، ۲۷، ۲۶) که نتیجه این تحقیقات با تحقیق حاضر همخوان است. به نظر می‌رسد تغییرات مشاهده شده در مرحله ایستایش در افراد چاق نشان‌دهنده سازگاری‌های تعادلی ایجاد شده برای بهبود پایداری بیشتر در افراد چاق باشد (۴۰).

تحقیقات نشان داده‌اند که مدت زمان مرحله حمایت دوگانه در کودکان (۲۷، ۲۹) و بزرگسالان (۳۰) دارای اضافه‌وزن معمولاً بیشتر از افراد عادی می‌باشد. بنابراین نتایج تحقیقات گذشته با نتایج تحقیق حاضر همخوان بوده است. به نظر می‌رسد به علت اینکه در مرحله حمایت دوگانه نسبت به مرحله ایستایش مرکز ثقل به‌طور بیشتری به‌وسیله دو پا در درون توده بدن قرار می‌گیرد، موجب حداکثر میزان پایداری در افراد دارای اضافه‌وزن می‌شود (۲۷).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اضافه‌وزن می‌تواند روی بعضی از پارامترهای فضایی-زمانی اثر گذارد که موجب به وجود آمدن تغییراتی در الگوی راه رفتن کودکان دارای اضافه‌وزن نسبت به کودکان عادی شود. از سوی دیگر، توجه به الگوی راه رفتن کودکان، مخصوصاً کودکان دارای اضافه‌وزن و چاق می‌تواند کمک به درک بیشتر ویژگی‌های راه رفتن و حل مشکلات حرکتی کند تا از آسیب‌های احتمالی و ناهنجاری‌های بعدی جلوگیری کند. به همین دلیل توصیه می‌شود که تمرکز بیشتری بر الگوهای حرکتی کودکان دارای اضافه‌وزن و چاقی شود.

References

1. Kelly T, Yang W, Chen C-S, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International journal of obesity*. 2008;32(9):1431.
2. Campbell SM, Johnson CL. Overweight prevalence and trends for children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1995;149:1085-91.
3. Flodmark C-E, Lissau I, Moreno L, Pietrobelli A, Widhalm K. New insights into the field of children and adolescents' obesity: the European perspective. *International journal of obesity*. 2004;28(10):1189.
4. Kurth B-M, Rosario AS. Die verbreitung von übergewicht und adipositas bei kindern und jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*. 2007;50(5-6):736-43.
5. Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH. The disease burden associated with overweight and obesity. *Jama*. 1999;282(16):1523-9.
6. Hills A, Hennig E, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International journal of obesity*. 2001;25(11):1674.

همچنین تحقیق حاضر با تحقیق Hills و parker متناقض است که دلیل این اختلاف به نظر مربوط به ابزار استفاده شده در تحقیق Hills و parker باشد، زیرا در تحقیق آن‌ها برای ثبت اطلاعات از ابزارهای محقق ساخته الکترونیکی با قابلیت ثبت بازخوردهای سمعی و بصری استفاده شده بود که قطعاً نمی‌تواند با ابزارهای امروزی آنالیز حرکت به لحاظ روایی و پایایی قابل مقایسه باشد (۲۶).

در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین افراد با و بدون اضافه‌وزن در مدت زمان مرحله نوسان مشاهده شد که این نتیجه با تحقیق McGraw و همکارانش موافق بوده است (۲۹) که به نظر می‌رسد کاهش در مرحله خم شدن ران به سمت بیرون محدودیتی از راه رفتن با سرعت عادی در الگوی حرکتی افراد چاق باشد، که ممکن است بدین معنی باشد که کودکان چاق فاقد قدرت عضلانی با توجه به کل وزن اندام و کنترل عصبی-عضلانی مورد نیاز برای حفظ خم شدن بیشتر مفاصل زانو و لگن باشند. برای کودکان عادی خم شدن در طول مرحله تاب دادن ادامه یافته و گشتاور ابتدایی کاهش یافته و شتاب زاویه‌ای اندام در نوسان به سمت جلو افزایش می‌یابد (۲۷). همچنین نتیجه این تحقیق برای مدت زمان مرحله نوسان با تحقیق Hills و Parker مخالف بوده است که ممکن است به دلیل تفاوت در سرعت متفاوت در راه رفتن و BMI دو تحقیق باشد (۲۶).

7. Riddiford-Harland D, Steele J, Storlien L. Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *International journal of obesity*. 2000;24(5):541.
8. Messier SP, Davies AB, Moore DT, Davis SE, Pack RJ, Kazmar SC. Severe obesity: effects on foot mechanics during walking. *Foot & ankle international*. 1994;15(1):29-34.
9. Lai F-q, Ou Z-m, Ouyang X-h, Wang H-l, Li H-m, Fan W-b. Investigation on overweight and obesity of middle and primary school students in the Longgang district of Shenzhen [J]. *J Trop Med*. 2011;11(7):799-801.
10. McMillan A, Pulver A, Collier D, Williams DB. Sagittal and frontal plane joint mechanics throughout the stance phase of walking in adolescents who are obese. *Gait & posture*. 2010;32(2):263-8.
11. Shultz SP, Hills AP, Sitler MR, Hillstrom HJ. Body size and walking cadence affect lower extremity joint power in children's gait. *Gait & posture*. 2010;32(2):248-52.
12. Dimitri P, Bishop N, Walsh J, Eastell R. Obesity is a risk

- factor for fracture in children but is protective against fracture in adults: a paradox. *Bone*. 2012;50(2):457-66.
13. Deconinck FJ, De Clercq D, Savelsbergh GJ, Van Coster R, Oostra A, Dewitte G, et al. Differences in gait between children with and without developmental coordination disorder. *Motor control*. 2006;10(2):125-42.
 14. Sorsdahl AB, Moe Nilssen R, Strand LI. Observer reliability of the Gross Motor Performance Measure and the Quality of Upper Extremity Skills Test, based on video recordings. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2008;50(2):146-51.
 15. Thomann K, Dul M. Abnormal gait in neurologic disease. *Optometry clinics: the official publication of the Prentice Society*. 1996;5(3-4):181-92.
 16. Andriacchi TP, Alexander EJ. Studies of human locomotion: past, present and future. *Journal of biomechanics*. 2000;33(10):1217-24.
 17. Abe D, Yanagawa K, Niihata S. Effects of load carriage, load position, and walking speed on energy cost of walking. *Applied ergonomics*. 2004;35(4):329-35.
 18. Bastien GJ, Willems PA, Schepens B, Heglund NC. Effect of load and speed on the energetic cost of human walking. *European journal of applied physiology*. 2005;94(1-2):76-83.
 19. Griffin TM, Roberts TJ, Kram R. Metabolic cost of generating muscular force in human walking: insights from load-carrying and speed experiments. *Journal of Applied Physiology*. 2003;95(1):172-83.
 20. LaFiandra M, Wagenaar RC, Holt K, Obusek J. How do load carriage and walking speed influence trunk coordination and stride parameters? *Journal of biomechanics*. 2003;36(1):87-95.
 21. Songhua Y, Nan X, Zhicheng L. Biomechanical study on gait of obese children. *CHINESE JOURNAL OF SPORTS MEDICINE*. 2007;26(3):286.
 22. Dowling A, Steele J, Baur L. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *International Journal of Obesity*. 2004;28(11):1514.
 23. Tian-Feng L, Lin-Fang S. Research on plantar pressure distribution of 11–12 years obese children during walking. *The guide of Science and Education*. 2010;3:154-5.
 24. YAN S-h, TAN G-q, LIU Z-c. Research on dynamic plantar pressures distribution of 7 to 11 years obese children. *Journal of Medical Biomechanics*. 2010;2:010.
 25. Yan S-h, Zhang K, Tan G-q, Yang J, Liu Z-c. Effects of obesity on dynamic plantar pressure distribution in Chinese prepubescent children during walking. *Gait & posture*. 2013;37(1):37-42.
 26. Hills AP, Parker AW. Gait characteristics of obese children. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1991;72(6):403-7.
 27. Nantel J, Brochu M, Prince F. Locomotor Strategies in Obese and Non-obese Children. *Obesity*. 2006;14(10):1789-94.
 28. Browning RC, Kram R. Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007;39(9):1632-41.
 29. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(4):484-9.
 30. Lai PP, Leung AK, Li AN, Zhang M. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clinical biomechanics*. 2008;23:S2-S6.
 31. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20—79 years: reference values and determinants. *Age and ageing*. 1997;26(1):15-9.
 32. Spyropoulos P, Pisciotto JC, Pavlou KN, Cairns M, Simon SR. Biomechanical gait analysis in obese men. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1991;72(13):1065-70.
 33. Barati AH, Bagheri A, Azimi R, Darchini MA, Nik HN. Comparison balance and footprint parameters in normal and overweight children. *International journal of preventive medicine*. 2013;4(Suppl 1):S92.
 34. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *The American journal of clinical nutrition*. 1991;53(4):839-46.
 35. Błaszczuk JW, Plewa M, Cieślinska-Swider J, Bacik B, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A. Impact of excess body weight on walking at the preferred speed. *Acta neurobiologiae experimentalis*. 2011;71(4):528-40.
 36. Hinton R, Moody RL, Davis AW, Thomas SF. Osteoarthritis: diagnosis and therapeutic considerations. *American family physician*. 2002;65(5).
 37. uk Ko S, Ling SM, Winters J, Ferrucci L. Age-related mechanical work expenditure during normal walking: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of biomechanics*. 2009;42(12):1834-9.
 38. Ko S-u, Stenholm S, Ferrucci L. Characteristic gait patterns in older adults with obesity—results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of biomechanics*. 2010;43(6):1104-10.
 39. DeVita P, Hortobágyi T. Obesity is not associated with increased knee joint torque and power during level walking. *Journal of biomechanics*. 2003;36(9):1355-62.
 40. Winter DA. Overall principle of lower limb support during stance phase of gait. *Journal of biomechanics*. 1980;13(11):923-7.

The kinematics gait pattern analysis of thin, normal and obese children

Meysam Rezaei¹,
Mahdi Najafian Razavi^{2*},
Elaheh Mazandarani²

1. Department of Physical
Education and Sport Sciences,
Islamic Azad University, Mash-
had Branch, Mashhad, Iran.

2. Department of Physical
Education and Sport Sciences,
Islamic Azad University, Fari-
man Branch, Mashhad, Iran.

* Corresponding author:
Department of Physical Education and
Sport Sciences, Islamic Azad University,
Fariman Branch, Mashhad, Iran.
Tel: 09354481192
Email: mnajafian44@yahoo.com

Abstract

Received: March 14, 2018 Accepted: Aug. 28, 2018

Objective: Obesity is associated with numerous health problems such as dyslipidemia, hypertension, type II diabetes, cerebrovascular diseases, and coronary heart diseases. Gait as an effective factor in controlling obesity is very important in human motor development. Thus, the purpose of this study was to examine the effects of obesity and slimming on the gait kinematics in children.

Methods: Thirty student boys with the age of 7-9, based on weight –age percentile and body mass index were divided to three normal, thin and overweight groups. All the children were healthy and had no physical abnormality. The 3D motion analysis was used for measuring gait parameters such as walking speed, stride length, stride width, single support phase duration, double support and swing phase duration. ANOVA was run for the purpose of data analysis.

Results: The findings indicated that there not significant differences between walking speed (0/056), stride length (0/164) and stride width (0/126) in normal, thin and obese children, but there were significant differences in swing phase (0/004), single support (0/001) and double support (0/008) phases duration, between normal, thin and obese children and that obesity can affect some of the spatiotemporal parameters in children's gait which can cause changes in obese children's gait patterns.

Conclusion: The results of this study have shown that when the movement system is under pressure, some kinematics gait factors may change which can help better movement control.

Keywords: Motion analysis, Gait, Children, Obesity, Thin

الهه مازندرانی فوق‌لیسانس تربیت‌بدنی گرایش رفتار حرکتی از دانشگاه آزاد اسلامی مشهد دارای دو مقاله علمی و پژوهشی در حال چاپ است. ایشان در حال حاضر استاد مدعو دانشگاه آزاد اسلامی مشهد است.



میثم رضایی فارغ‌التحصیل مقطع دکتری از دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، دارای دو مقاله ISI، چندین مقاله علمی پژوهشی و همچنین چند مقاله در همایش‌های ملی و بین‌المللی است و دارای دو طرح پژوهشی از طرح‌های مصوب دانشگاه آزاد اسلامی مشهد



است و همچنین مترجم کتاب «رشد هماهنگی حرکت در کودکان» است. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه ایشان کینماتیک حرکات مختلف ورزشی، توان‌بخشی و کار با کودکان دارای ناتوانی‌های مختلف از جمله ADHD است. ایشان هم‌اکنون مدرس فدراسیون پرورش اندام و پاورلیفتینگ می‌باشد و در حال حاضر به‌عنوان استادیار دانشگاه آزاد اسلامی گروه تربیت‌بدنی واحد مشهد فعالیت دارد.

مهدی نجفیان رضوی دانشجوی دکتری رفتار حرکتی در دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران دارای چند مقاله علمی پژوهشی و چند مقاله در همایش‌های ملی و بین‌المللی است. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه ایشان کینماتیک حرکات مختلف ورزشی، توان‌بخشی و کار با



کودکان دارای ناتوانی‌های مختلف است. ایشان هم‌اکنون مدرس ورزش در آب می‌باشد و در حال حاضر به‌عنوان مربی دانشگاه آزاد اسلامی مرکز فریمان - واحد مشهد فعالیت دارد.