مقایسه پارامترهای منتخب فضایی- زمانی راه رفتن کودکان ۱۰ تا ۱۲ سال دارای اضافه وزن و طبیعی

حیدر صادقی[1]*، رضا عظیمی**، حسین نبوی‌نیک**، محسن علی‌دارچینی**

*استاد تمام، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی

**کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۶/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۹/۱۸

چکیده

اضافه وزن و چاقی در دوران کودکی با سرعت بسیار زیادی درحال همه‌گیرشدن است. به نظر می‌رسد واردآمدن طولانی‌مدت بار مکانیکی، فعالیت‌های حرکتی و ازجمله راه‌رفتن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مطالعه با هدف مقایسه پارامترهای منتخب فضایی- زمانی راه‌رفتن کودکان ۱۰ تا ۱۲ سال دارای اضافه وزن و نرمال انجام شد. در این تحقیق نیمه‌تجربی، ۳۰ آزمودنی (۱۵ پسر نرمال و ۱۵ پسر مبتلا به اضافه وزن) به شکل تصادفی انتخاب شدند و نقش پای کودکان به کمک جوهر و کاغذ به هنگام راه‌رفتن ثبت شد. برای مقایسه ویژگی‌های فضایی-زمانی راه‌رفتن آزمودنی‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد صرفاً بین سه پارامتر زمان طی‌شده، سرعت و آهنگ حرکت دو گروه و نیز بین زاویه پیش‌روی پای برتر و غیربرتر آزمودنی‌های گروه نرمال تفاوت معناداری مشاهده شد. نتایج این تحقیق مانند اکثر مطالعات درگذشته تأکید دارند که بار واردآمده بر سیستم حرکتی تغییراتی در الگوی راه‌رفتن به منظور بهینه‌سازی الگوی گام‌برداری ایجاد می‌کند تا شاید فرد از این طریق به کنترل حرکتی بهتری به هنگام راه‌رفتن دست پیدا کند.

کلیدواژه‌ها: اضافه وزن، راه‌رفتن، فضایی- زمانی، کودک.

1. Sadeghih@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

The Comparison of Selected Spatiotemporal Parameters of Gait in Overweight and Normal Childrens 10-12 years.

Sadeghi, H.*., Azimi, R **., Nabavi Nik, H**., Ali Darchini, M**
* Full Professor, Faculty of Physical Education and Sport Science, Kharazmi University
** Master in Biomechanics of Sport, Faculty of Physical Education and Sport Science, Kharazmi University

Abstract

Introduction and Purpose: The rate of overweight and obesity of childhood is dramatically increasing. It seems that mechanical load would affects motor activities for instance walking pattern. This study undertaken to compare spatio-temporal parameters of walking among overweight and normal childrens 10 to 12 years.

Methodology: In this semi-experimental study, 30 subjects (15 overweight boys and 15 normal boys) are randomly selected participated. Footprints recorded during walking with ink and paper system. In order to make comparison of spatio- temporal parameters of walking of subjects Independent Samples t-Test is used. **Results:** Significant difference was seen in three parameters spending time, speed and cadence between the two groups; in addition, there is significant difference in foot progressive angle between dominant and non dominant limbs.

Discussion and conclusion: According to the findings of this study, which confirms findings of previous studies, in order to optimize walking pattern perhaps overweight changes the pattern of gait through improvement of motor control.

Keywords. Overweight, Gait, Spatio-Temporal, Child

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

مقدمه

چاقی کودکان، به مثابهٔ مشکلی جهانی، در قرن بیست‌ویکم در حال ظهور است. اخیراً تخمین زده شده است که حدود ۱۵۵ میلیون نفر از کودکان جهان، یا یک نفر از هر ۱۰ نفر، مبتلا به اضافه‌وزن یا چاقی است (۱). در بیست‌سال گذشته، چاقی کودکان در آمریکا سه‌برابر شده است به‌طوری‌که درحال حاضر یک کودک از هر پنج کودک به اضافه‌وزن مبتلا است (۴-۲). علاوه بر این، کودکان مبتلا به اضافه‌وزن درمعرض خطر ابتلا به اضافه‌وزن در بزرگسالی قرار دارند (۶ و ۵).

در ایران نیز که کشوری درحال توسعه است، با پدیده شهرنشینی و صنعتی‌شدن روبه‌روییم میزان شیوع اضافه‌وزن در کودکان در سال‌های اخیر در ایران بیش از حد انتظار بوده که با افزایش سن این مقدار نیز رو به افزایش می‌گذارد (۷)، به‌طوری‌که شیوع ۱۷ درصد اضافه‌وزن و چاقی در بدو ورود به دبستان، ایران را در ردیف شهرهای بزرگ کشورهای غربی قرار داده است (۸). طی مطالعه‌ای که حاجیان تیلکی و همکاران (۲۰۱۱) در مناطق شمالی کشور انجام دادند، میزان شیوع اضافه‌وزن و چاقی در کودکان ۷ تا ۱۲ سال به ترتیب ۱۲/۳ و ۱۳/۲ درصد بوده است (۹). در مطالعه دیگری که در دبستان‌های شهر تهران (دختران) انجام شد این مقادیر به ترتیب ۱۳/۲ و ۷/۷ درصد گزارش شده است (۱۰). به نظر می‌رسد ازجمله دلایل افزایش سریع اضافه‌وزن، گذار تغذیه‌ای است که از سال ۱۹۹۰ به بعد در ایران شایع شده و به دنبال آن انرژی دریافتی افزایش و فعالیت بدنی کاهش یافته است که منجر به بروز اضافه‌وزن در این سال‌ها شده است (۷).

درباره سلامتی افراد چاق نگرانی‌های زیادی وجود دارد که ازآن‌جمله می‌توان به دیابت نوع دو، بیماری‌های قلبی- عروقی و مشکلات تنفسی اشاره کرد (۱۱)؛ اما باید توجه داشت که چاقی اولیه در دوران کودکی مربوط به عوامل ثانویه (ژنتیکی یا غدد) نیست، بلکه مربوط به شتاب خطی رشد در این دوران است که خطر بروز شکستگی، لغزش اپی‌فیز سر استخوان ران، درد کمر، صافی کف پا و واروس و والگوس غیرطبیعی راستای زانو را افزایش می‌دهد (۱۴-۱۲). علاوه بر این، اضافه‌وزن و چاقی هندسه و شکل بدنی را تغییر می‌دهد و جرم بخش‌های مختلف بدن را افزایش می‌دهد و باعث محدودیت‌های عملکردی می‌شود که در درجه اول اندام تحتانی (۱۵) و درنتیجه بیومکانیک فعالیت‌های روزانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و طبیعتاً افراد را مستعد آسیب‌دیدگی می‌کند (۱۶).

راه‌رفتن یکی از فعالیت‌هایی است که می‌تواند تحت تأثیر قرار بگیرد. به طور کلی، راه‌رفتن فرآیند بیومکانیکی پیچیده‌ای که ناشی از فعل و انفعالات نیروهای عضلانی و اینرسی است تعریف می‌شود که درنهایت منجر به پیش‌روی آرام بدن در محیط می‌گردد (۱۷). ازطرفی اعمال بارهای طولانی‌مدت بر اندام تحتانی ضعیف کودکان ممکن است منجر به تغییرات عمده و دائمی بر سیستم اسکلتی عضلانی آنها شود و دردهای مزمن و اختلالات اسکلتی عضلانی از قبیل آرتروز را به همراه آورد. مسلماً تغییر در راستای اندام تحتانی منجر به تغییراتی در اندام تحتانی طی راه‌رفتن خواهد شد و انتظار می‌رود تفاوت‌هایی در کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی مشاهده شود (۱۸).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

مطالعات زیادی بر سازگاری‌های ایجادشده در طی راه‌رفتن تمرکز کرده‌اند که ناشی از واردآمدن بار خارجی (حمل بار اضافی) است (۲۲-۱۹). این مطالعات نشان داده‌اند که در اثر واردآمدن بار اضافی بر سیستم حرکتی، تغییراتی در اندازه‌های فضایی-زمانی راه‌رفتن ایجاد می‌شود. برای مثال لافلاندرا و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند کوله‌پشتی با محتوای ۴۰ درصد از وزن بدن، حرکت آزمودنی‌های سالم جوان را روی تردمیل به طور معناداری تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ به‌طوری‌که در اثر این امر طول گام‌ها کاهش و تعداد گام‌ها افزایش پیدا کرد (۱۹). اما نتایج این مطالعه را نمی‌توان برای افراد مبتلا به اضافه‌وزن یا چاق به‌کار برد؛ چراکه اعمال بار موقتی بوده است و استراتژی‌های جبرانی متفاوتی نسبت به افراد مبتلا به اضافه‌وزن یا چاق به‌کار گرفته می‌شود (۱۶). اضافه‌وزن اثربخشی مکانیکی راه‌رفتن را کاهش می‌دهد، چراکه دامنه حرکتی و توانایی جذب ضربه را کم می‌کنند و درنهایت منجر به دژنریشن[2]مفصلی می‌شود.

با وجود سادگی نسبی اندازه‌های فضایی-زمانی راه‌رفتن، هنوز اطلاعات کمی درباره مشخصات اساسی راه‌رفتن افراد چاق خصوصاً کودکان وجود دارد (۲۴ و ۲۳). تنها چندین مطالعه با هدف تأثیر افزایش وزن بدنی بر مصرف انرژی طی راه‌رفتن افراد چاق انجام شده است (۲۷-۲۵ و ۲۰). ازاین‌رو فرض می‌شود که اضافه‌وزن/چاقی کودکان، الگوی طبیعی راه‌رفتن را تغییر دهد، که با طولانی‌ترشدن چرخه راه‌رفتن، کمترشدن آهنگ حرکت، کاهش سرعت راه‌رفتن و افزایش پهنای گام همراه خواهد بود. بنابراین با توجه به محدودبودن اطلاعات در زمینه اثرات افزایش وزن بدنی بر پارامترهای فضایی-زمانی راه‌رفتن کودکان به نظر می‌رسد پرداختن به این موضوع بتواند تا حدودی محدودیت‌های این حوزه را برطرف کند. ازاین‌رو در پژوهش حاضر سعی خواهد شد پارامترهای منتخب فضایی- زمانی راه‌رفتن کودکان ۱۰ تا ۱۲ سال مبتلا به اضافه‌وزن و طبیعی با هم مقایسه شود.

روش‌شناسی

۳۰ آزمودنی به شکل تصادفی انتخاب شدندو طبق جدول BMI کول و همکاران (۲۰۰۰) (براساس سن و جنس) (۲۸) در دو گروه ۱۵ نفره طبیعی و مبتلا به اضافه‌وزن شرکت کردند (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات فیزیکی آزمودنی های گروه طبیعی و مبتلا به اضافه وزن

آزمودنی	تعداد	سن(سال)	قد(cm)	وزن(kg)	شاخص توده بدنی (BMI)
طبیعی	۱۵	۱۱,۶۰(۰,۵۲)	۱۳۸,۹۰ (۳,۴۴)	۳۲,۶۳ (۴,۱۰)	۱۶,۹۰ (۲,۰۳)
اضافه وزن	۱۵	۱۱,۸۲ (۰,۴۰)	۱۴۸,۲۷ (۳,۴۳)	۵۳,۹۰ (۳,۳۰)	۲۴,۵۶ (۱,۹۸)

1. Degeneration

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

پرسش‌نامه رضایت فردی را خانواده‌های آزمودنی‌ها تکمیل کردند. کودکانی که هیچ‌گونه سابقه اختلالات عصبی-عضلانی، متابولیکی یا هر عامل اثرگذار بر تعادل و راه‌رفتن را در پرسش‌نامه خوداظهاری که توسط اولیای آنها تکمیل می‌شد گزارش نمی‌کردند، در لیست آزمودنی‌ها برای مرحله غربالگری قرار می‌گرفتند. آزمودنی‌ها براساس طول اندام تحتانی که از خار خاصره فوقانی قدامی تا قوزک داخلی پا اندازه‌گیری شد غربال شدند. چراکه بلاسزیک و همکاران (۲۰۱۱) همبستگی معنادار مثبتی را بین طول پا و سرعت راه‌رفتن گزارش کردند ($R=0.21$, $P<0.014$) (۳۰) و درنهایت پای برتر آزمودنی‌ها ازطریق ضربه‌زدن به توپ تعیین شد (۳۰).

از تکنیک‌های مختلفی برای ارزیابی پارامترهای راه‌رفتن استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به پودر تالک، گچ پاریس (گچ مخصوص قالب‌گیری)، بالشتک‌های مخصوص، صفحات نیرو، کاغذ جاذب رطوبت، صفحات شیشه‌ای، دوربین و سیستم‌های تجزیه و تحلیل حرکت اشاره کرد (۳۶-۳۱). در مطالعه حاضر به منظور مقایسه پارامترهای منتخب فضایی-زمانی راه‌رفتن (زمان طی‌شده،[3] مسافت طی‌شده، سرعت، طول قدم، طول گام،[4] آهنگ حرکت،[5] زاویه راه‌رفتن[6] و پهنای گام) کودکان مبتلا به اضافه‌وزن با همسالان عادی از روش ثبت نقش پا[7] به کمک جوهر، که روشی آسان، پایا، معتبر، ارزان و از نظر کلینیکی عملی است، استفاده شد (۴۰-۳۷، ۳۱). مطالعات بسیاری پایایی این روش را بررسی کرده‌اند به‌طوری‌که تارانتو و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای که با هدف مقایسه پایایی زاویه پا به کمک سیستم EMED-SF و ثبت نقش پا انجام دادند، تفاوت معناداری گزارش نکردند ($t=0.09$, $P=0.93$) (۴۱). از سوی دیگر، مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که طول گام و قدم ثبت‌شده با استفاده از نقش پا از عینیت بالایی برخوردار است (۴۷-۱۲). در مطالعه‌ای دیگر آدلف و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه نقش پای جوهری ۲۳۸ آزمودنی نشان دادند که طول قدم و گام در سراسر مسیر راه‌رفتن از ضریب همبستگی بالایی برخوردار است ($R=0.97$) (۴۲).

درنتیجه، به منظور ثبت نقش پای آزمودنی‌ها از آن‌ها خواسته شد به طور کاملاً راحت و درحالی‌که سر خود را در سطح فرانکفورت نگه داشته‌اند، با سرعت انتخابی در مسیر تعیین‌شده و با فرمان آزمون‌کننده (رو) شروع به راه‌رفتن کنند.

برای ثبت نقش پا از کاغذ رولی با ابعاد ۷۰×۲۰۰ سانتی‌متر و استامپ آغشته به گواش که برای سلامت آزمودنی‌ها مضر نبود استفاده شد. قبل از قراردادن استامپ در مسیر تعیین‌شده به آزمودنی‌ها اجازه داده شد چندبار در مسیر راه بروند تا با محیط آزمون آشنا شوند (۴۷). سپس استامپ در منطقه‌ای مشخص قرار گرفت. هریک از آزمودنی‌ها سه‌بار مسیر تعیین‌شده را طی کردند و میانگین سه تکرار محاسبه شد. به منظور ازبین‌بردن اثرات افزایش و کاهش شتاب، آزمون‌کننده ۲ مارکر در فاصله ۲,۵ متری قبل از خط شروع و بعد از خط پایان قرار داد. این امر به کودک امکان می‌داد تا قبل از آنکه به خط شروع برسد به سرعت یک‌نواختی

1. Time Spend
2. Stride Length
3. Cadence
4. Angle of Gait or Foot Progression Angle
5. Footprint

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

دست یابد و اثر کاهش شتاب را قبل از عبور از خط پایان به حداقل برساند (۴۹، ۴۸، ۴۵)؛ سپس پارامترهای موردنظر اندازه‌گیری شدند. این پارامترها عبارت بودند از:

۱-زمان سپری‌شده (ثانیه): کرونومتر با تماس اولین پاشنه پا با کاغذ شروع به کار می‌کرد و با جداشدن آخرین پنجه پا از کاغذ متوقف می‌شد.

۲- مسافت طی‌شده (سانتی‌متر): فاصله بین اولین نقطه تماس پاشنه پا تا دورترین نقطه تماس آخرین پنجه پا به کمک خط‌کش اندازه‌گیری شد که در تصویر ۱ الف با علامت D نشان داده شده است.

۳- سرعت حرکت (سانتی‌متر/ ثانیه): از طریق تقسیم کل مسافت طی‌شده بر زمان ثبت‌شده توسط کرنومتر محاسبه شد.

۴- طول قدم (سانتی‌متر): فاصله بین مرکز پاشنه‌های دو نقش پای مخالف که به کمک خط‌کش اندازه‌گیری شد و در تصویر ۱ الف با علامت ST نشان داده شده است.

۵- طول گام (سانتی‌متر): فاصله بین مرکز پاشنه‌های دو نقش پا یک طرف بود که به کمک خط‌کش اندازه‌گیری شد و در تصویر ۱ الف با علامت SL نشان داده شده است.

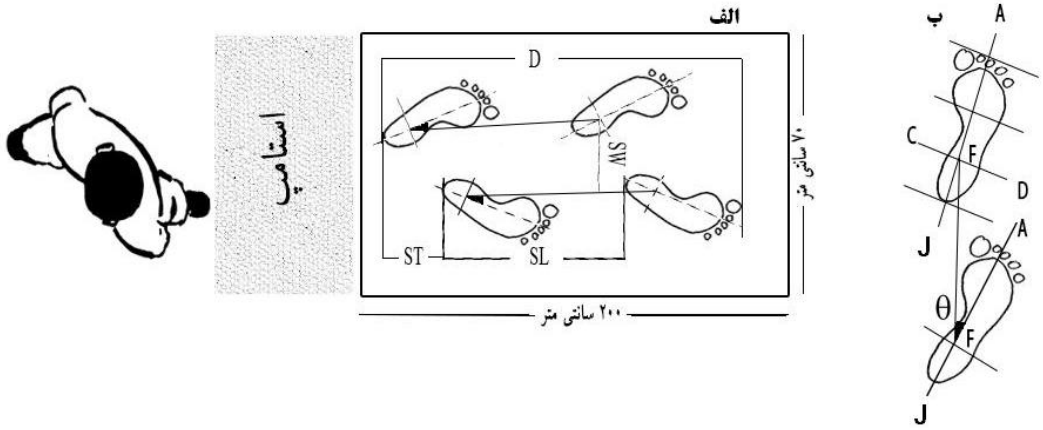
۶- آهنگ حرکت (قدم/دقیقه): به تعداد قدم در دقیقه گفته می‌شود و از تقسیم تعداد قدم‌ها بر یک دقیقه به دست می‌آید.

۷- زاویه پا (درجه): برای محاسبه زاویه پا خط طولی AJ را از بین انگشت دوم و سوم به مرکز پاشنه متصل و آن را به ۳ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم؛ سپس خط افقی CD را از ۱/۳ خلفی بر خط AJ عمود می‌کنیم و از فاصله بین مرکز پاشنه تا خط CD، برای ترسیم خط CD سایر نقش‌های پا استفاده می‌کنیم. محل تقاطع ۲ خط AJ و CD را از دو نقش پای یک‌طرف به هم متصل می‌کنیم تا خط FF که خط پیش‌روی است به دست آید. زاویه‌ای که بین خط FF و AJ تشکیل می‌شود زاویه راه‌رفتن(θ) نام دارد (۵۰) که به کمک نقاله پلاستیکی شفاف اندازه‌گیری شد. زاویه θ نشان‌دهنده میزان چرخش پا به داخل یا خارج است (تصویر ۱ ب).

۸- پهنای گام (سانتی‌متر): به فاصله بین دو پا در یک دوره کامل راه‌رفتن اطلاق می‌شود. خط SW را از محل تلاقی دو خط CD و AJ بر خط FF پای مقابل عمود می‌کنیم. طول این خط نشان‌دهنده پهنای گام فرد است (تصویر ۱ الف).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]



تصویر ۱. نمای شماتیک از محیط اجرای آزمون و محاسبه پارامترهای راه‌رفتن

درنهایت از آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها، و از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای اطمینان از طبیعی‌بودن توزیع نمرات، نیز برای مقایسه ویژگی‌های فضایی-زمانی راه‌رفتن آزمودنی‌های دارای اضافه‌وزن و طبیعی از آزمون تی مستقل (سطح معناداری $P\leq0.05$) استفاده کردیم. آزمون تی جفت‌شده نیز برای مقایسه زاویه پای برتر و غیربرتر در دو گروه طبیعی و مبتلا به اضافه‌وزن به کار گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج از آمار توصیفی نشان داد مدت‌زمان طی‌شده (۶۷,۷۵ درصد) بر حسب ثانیه، پهنای گام (۵۶,۸۴ درصد) برحسب سانتی‌متر، زاویه پای راست (۶۱,۱۳ درصد) و چپ (۵۸,۵۲ درصد) برحسب درجه، طول قدم (۵۴,۵۰ درصد) و طول گام (۲۷,۹ درصد) برحسب سانتی‌متر مقادیر بالاتری را در کودکان مبتلا به اضافه‌وزن نسبت به کودکان طبیعی به خود اختصاص داده‌اند. اطلاعات جدول ۲ نیز نشان می‌دهد که تنها سرعت (متر بر ثانیه) با ۵۴,۱۷ درصد و آهنگ حرکت (قدم بر دقیقه) با ۵۵,۳۸ درصد در کودکان طبیعی بالاتر است.

از سوی دیگر، نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که تنها بین سه پارامتر، زمان حرکت ($P<0.023$)، سرعت ($P<0.018$) و آهنگ حرکت ($P<0.006$) دو گروه تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۲).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

جدول ۲. آزمون تی مستقل برای مقایسه متغیرهای تحقیق در دو گروه طبیعی و مبتلا به اضافه وزن

متغیر	گروه‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	درصد	T	Sig
زمان (ثانیه)	طبیعی	۲/۵۱	۰/۶۸۳	۳۲,۲۵	۲/۴۶	.۰۲۳
	اضافه‌وزن	۴/۴۰	۲/۳۳	۶۷,۷۵		
پهنای گام (سانتی‌متر)	طبیعی	۱۴/۴۸	۵/۸۸	۴۳,۱۶	۰/۶۲۵	.۵۳۹
	اضافه‌وزن	۸۹/۱۵	۴/۷۲	۵۶,۸۴		
زاویه پا راست (درجه)	طبیعی	۹/۶۰	۵/۳۱	۳۸,۸۷	۱/۳۴۷	.۱۹۳
	اضافه‌وزن	۱۲/۸۵	۵/۰۵	۶۱,۱۳		
زاویه پا چپ (درجه)	طبیعی	۷/۳۰	۳/۰۵	۴۱,۴۸	۱/۰۰	.۳۲۶
	اضافه‌وزن	۸/۸۵	۲/۹۰	۵۸,۵۲		
طول قدم (سانتی‌متر)	طبیعی	۴۷/۸۷	۷/۲۹	۴۵,۵۰	۰/۰۲۲	.۹۸۳
	اضافه‌وزن	۴۷/۷۹	۸/۹۸	۵۴,۵۰		
طول گام (سانتی‌متر)	طبیعی	۹۶/۴۵	۱۴/۱۱	۴۳,۲۲	۰/۹۳۶	.۳۶۰
	اضافه‌وزن	۱۰۵/۵	۲۷/۹۵	۵۶,۷۸		
سرعت (متر بر ثانیه)	طبیعی	۶۵/۳۴	۱۴/۶۹	۵۴,۱۷	۲/۵۸۳	۰/۰۱۸
	اضافه‌وزن	۴۶/۰۷	۱۹/۳۸	۴۵,۸۳		
آهنگ حرکت (قدم بر دقیقه)	طبیعی	۱/۶۸	۰/۳۹۲	۵۵,۳۸	۳/۱۰۲	.۰۰۶
	اضافه‌وزن	۱/۱۳	۰/۴۳۷	۴۴,۶۲		

ازطرفی، زاویه پای برتر و غیربرتر دو گروه به کمک آزمون تی جفت‌شده تحت بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بین زاویه پای برتر و غیربرتر آزمودنی‌های گروه طبیعی تفاوت معناداری وجود دارد ($P<0.029$)؛ درحالی‌که در گروه کودکان مبتلا به اضافه‌وزن تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P>0.102$). در هر دو گروه پای راست، پای برتر آزمودنی‌ها بود. اطلاعات این آزمون در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳.آزمون تی جفت شده برای مقایسه زاویه پای برتر و غیربرتر در دو گروه طبیعی و مبتلا به اضافه‌وزن

گروه‌ها	متغییر	T	Sig
طبیعی	زاویه برتر	۲/۵۰	.۰۲۹
	زاویه غیربرتر		
اضافه‌وزن	زاویه برتر	۱/۸۱	.۱۰۲
	زاویه غیربرتر		

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی مطالعه حاضر مقایسه پارامترهای منتخب فضایی-زمانی راه‌رفتن کودکان۱۰ تا ۱۲ سال دارای اضافه‌وزن و طبیعی بود. نتایج پژوهش نشان داد، اضافه‌بار دائمی وارد بر سیستم حرکتی اثر معناداری بر پهنای گام، زاویه پای راست، زاویه پای چپ، طول قدم و گام نمی‌گذارد، اما کل زمان حرکت، سرعت و آهنگ حرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغییرات ایجادشده را می‌توان براساس فرضیه بهینه‌سازی مصرف انرژی توضیح داد (۵۲ و ۵۱). براساس این فرضیه در طی راه‌رفتن با سرعت انتخابی، مجموعه‌ای از پارامترهای اصلی ازقبیل سرعت، آهنگ حرکت و طول گام به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی تغییر می‌کنند؛ به‌طوری‌که گفته می‌شود راه‌رفتن با سرعت دلخواه مهم‌ترین عامل برای به‌حداقل‌رساندن مصرف انرژی است (۵۱). در این فرایند چندبعدی به منظور به‌حداقل‌رساندن مصرف انرژی، سیستم عصبی مشخصات گام‌برداری بهینه را مشخص می‌کند. ازآنجاکه سرعت راه‌رفتن منحصراً به‌وسیله طول گام و سیکل گام‌برداری تعیین می‌شود (۵۵-۵۳) سعی خواهیم کرد بیشتر بحث را بر اثرات اضافه‌وزن بر این دو عامل تعیین‌کننده متمرکز کنیم.

اولین‌بار اسپاروپولوس و همکاران (۱۹۹۱) پارامترهای فضایی- زمانی مردان چاق را بررسی کردند و سرعت راه‌رفتن ۱/۰۹ (متر بر ثانیه) و طول گام ۱/۲۵ متر را گزارش کردند (۲۴). با مروری بر ادبیات تحقیق مشاهده می‌کنیم که در زمینه سرعت دلخواه راه‌رفتن در افراد چاق نسبت به افراد طبیعی تناقضاتی وجود دارد؛ به‌طوری‌که تعدادی از محققان سرعت دلخواه راه‌رفتن کمتری را برای مردان چاق (۵۶ و ۲۴) و کودکان چاق نسبت به افراد طبیعی گزارش کرده‌اند (۵۸ و ۵۷). با این حال براونینگ و همکاران (۲۰۰۵) تفاوتی بین زنان چاق و طبیعی در سرعت دلخواه راه‌رفتن مشاهده نکردند و حتی سرعت دلخواه راه‌رفتن بیشتری را در زنان چاق جوان گزارش کردند (۲۶). درحالی‌که بلاسزیک و همکاران معتقدند که اضافه‌بار وارده بر سیستم حرکتی تأثیر معناداری بر سرعت دلخواه راه‌رفتن نمی‌گذارد (۲۹). به نظر می‌رسد دلیل اختلاف موجود در ادبیات تحقیق در زمینه سرعت راه‌رفتن ناشی از پراکندگی گروه‌های تحت مطالعه باشد.

اکثر محققانی که تأثیر اضافه‌بار را بر پارامترهای مختلف راه‌رفتن بررسی کرده‌اند تغییراتی را در برخی پارامترهای راه‌رفتن نسبت به افراد طبیعی گزارش کرده‌اند. ازجمله این تغییرات می‌توان به کاهش طول گام اشاره کرد (۵۶،۵۹،۶۰ و ۲۴)، درحالی‌که مطالعه حاضر نشان می‌دهد بین دو گروه تفاوت معناداری وجود ندارد. به نظر می‌رسد اختلاف موجود ناشی از تفاوت BMI آزمودنی‌ها باشد، چراکه آزمودنی‌های این مطالعه را کودکان مبتلا به اضافه‌وزن تشکیل می‌دهند، درحالی‌که مطالعات مذکور درباره افراد بزرگ‌سال بالغ انجام شده است. ازطرفی، سیستم حرکتی بزرگسالان رشد کرده است و ازاین‌رو از هماهنگی، تعادل و کنترل حرکتی بهتری نسبت به کودکان برخوردارند و شاید یکی از دلایل کمتربودن طول گام کودکان کنترل بهتر تعادلشان ازاین‌طریق باشد (۶۲ و ۶۱). با این حال مطالعه‌ای که بلاسزیک و همکاران (۲۰۱۱) درباره ۱۳۶ زن ۶۷-۱۸ سال انجام دادند، نشان داد که بار اضافی وارده بر سیستم حرکتی تأثیری بر طول گام ندارد (۲۹).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

مقایسه طول قدم کودکان مبتلا به اضافه‌وزن و طبیعی نیز تفاوت معناداری را نشان نداد که با نتایج مطالعه گاوز (۲۰۱۰)، متفاوت است چراکه او طول قدم کوتاه‌تری را برای کودکان مبتلا به اضافه‌وزن که با سرعت انتخابی راه می‌رفتند گزارش کرد (۶۱). شاید دلیل مشاهده این اختلاف را بتوان به تفاوت BMI آزمودنی‌های این دو مطالعه نسبت داد. به‌طوری‌که گاوز (۲۰۱۰)، BMI>۲۵ را به‌عنوان اضافه وزن/چاق در نظر گرفت، درحالی‌که در مطالعه حاضر BMI >۲۴ اضافه‌وزن در نظر گرفته شده است؛ علاوه‌براین، گاوز (۲۰۱۰) افراد مبتلا به اضافه‌وزن و چاق را در یک گروه طبقه‌بندی کرده است (۶۳).

چندین مطالعه نشان داده‌اند که مدت‌زمان راه‌رفتن افراد چاق بیشتر از افراد طبیعی است (۵۷، ۲۴). این نتیجه با نتایج مطالعه حاضر یکسان است؛ هرچند در مطالعه حاضر مدت‌زمان دو سیکل راه‌رفتن (۲ گام) ثبت شده است. اما بلاسزیک و همکاران (۲۰۱۱) تفاوت معناداری را در مدت‌زمان سیکل راه‌رفتن در گروه‌های مختلف گزارش نکردند (۲۹). یکی دیگر از پارامترهای راه‌رفتن که تحت تأثیر اضافه‌وزن قرار می‌گیرد آهنگ حرکت است؛ به‌طوری‌که با مرور ادبیات تحقیق مشاهده می‌کنیم افراد مبتلا به اضافه وزن نسبت به افراد طبیعی آهنگ حرکتی کندتری دارند (۶۰-۵۸ و ۲۴) که در مطالعه ما نیز نتایج مشابهی به دست آمد و علت این امر کمتربودن سرعت حرکت و بنابراین تعداد قدم کمتر در طول حرکت است. ازطرفی، با مقایسه پهنای گام آزمودنی‌های مبتلا به اضافه‌وزن و طبیعی مشاهده شد که تفاوت معناداری بین این دو گروه وجود ندارد. این یافته با نتایج مطالعه گاوز (۲۰۱۰) و ویگنر و همکاران (۲۰۱۱) متفاوت است؛ چراکه آن‌ها پهنای گام کمتری را برای آزمودنی‌های چاق در مقایسه با آزمودنی‌های طبیعی گزارش کردند (۶۴ و ۶۳) که شاید به دلیل تأخیر در رشد حرکتی و مهارت‌های حرکتی کودکان چاق نسبت به کودکان مبتلا به اضافه‌وزن و طبیعی باشد؛ چراکه در این دو مطالعه کودکان چاق تحت بررسی قرار گرفته بودند و روش محاسبه پهنای گام با مطالعه حاضر متفاوت بود. از طرفی، ویگنر و همکاران (۲۰۱۱) افراد طبیعی و چاق را در دو وضعیت با و بدون کفش مقایسه کردند (۶۴) که شاید دلیلی دیگر بر وجود این اختلاف باشد.

ازجمله پارامترهای جالب توجه در مطالعه حاضر زاویه پیش‌روی پا است که کمتر در مطالعات بررسی می‌شود. زاویه راه‌رفتن یا زاویه پیش‌روی پا به زاویه‌ای گفته می‌شود که بین Midsagittal پا در مرحله حمایت با جهت حرکت رو به جلو در طی راه‌رفتن ایجاد می‌شود (۶۵). این زاویه در دامنه طبیعی ۵ تا ۹ درجه و ۷,۵ تا ۱۰ درجه آبداکشن از خط پیش‌روی قرار می‌گیرد (۶۸- ۶۶ و ۵۰). در مطالعه‌ای که کلارسون (۱۹۸۳) انجام داد، زاویه پیش‌روی ممکن است تحت تأثیر سرعت راه‌رفتن قرار گیرد و پای برتر ممکن است عاملی مهم در میزان آبداکشن پا طی راه‌رفتن باشد (۳۱). هولدن و همکاران (۱۹۸۵) نیز گزارش کردند زمانی‌که سرعت دویدن افزایش پیدا می‌کند، پا تمایل به آبداکشن بیشتری دارد (۶۹). در مطالعه حاضر با وجود آنکه بین سرعت راه‌رفتن کودکان طبیعی و مبتلا به اضافه‌وزن تفاوت معناداری مشاهده شده، بین زاویه پیش‌روی پایشان (راست و چپ) تفاوت معناداری گزارش نشد که ممکن است به دلیل تغییرپذیری بیش از حد خط پیش‌روی در طی چرخه راه‌رفتن باشد؛ چراکه ویلکینسون و همکاران (۱۹۹۵) معتقدند خط

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

پیش‌روی فرایند پویایی است و تغییرات ایجادشده در آن مربوط به حرکت کل بدن است تا هریک از اندام‌های فرد و ازاین‌رو طی راه‌رفتن تغییر می‌کند (۶۵). ازطرفی، با مقایسه زاویه پای برتر و غیربرتر در هر دو گروه کودکان مشاهده می‌کنیم کودکان طبیعی تفاوت معناداری را بین پای برتر و غیربرتر خود نشان می‌دهند. این درحالی است که در کودکان مبتلا به اضافه‌وزن تفاوتی مشاهده نشد. شاید دلیل این امر تمایل بیشتر کودکان طبیعی برای شرکت در فعالیت‌های ورزشی (فوتبال) باشد که بر عملکرد عضلات اندام تحتانی آنها اثر گذاشته و این اختلاف معنادار را ایجاد کرده است.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد اضافه‌وزن برخی شاخص‌های فضایی- زمانی راه‌رفتن را تحت تاثیر قرار می‌دهد و منجر به تغییراتی در الگوی گام‌برداری کودکان مبتلا به اضافه‌وزن نسبت به کودکان طبیعی می‌شود. ازطرفی، پرداختن به الگوی راه‌رفتن کودکان، خصوصاً کودکان مبتلا به اضافه وزن و چاق، می‌تواند در درک بهتر ویژگی‌های راه‌رفتن و مشکلات حرکتی کمک کند تا از ناهنجاری‌ها و آسیب‌های ممکن جلوگیری شود. ازاین‌رو توصیه می‌شود تا بیشتر بر توانایی‌های حرکتی کودکان خصوصاً زیرگروه‌های مبتلا به اضافه‌وزن یا چاق تمرکز شود.

منابع

1- Aschemeier, B., Lange, K.., Kordonour,i O., Danne, T. (2008). Pediatric obesity and type 2 diabetes: Strategies for prevention and treatment. Pract Diabetes Inter. 25:368–375
2- Daniels, S., Arnett, D., Eckel R., Gidding S., Hayman, L., Kumanyika, S., et al. (2005). Overweight in children and adolescents: Pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. Circ. 111: 1999–2012.
3- Dehghan, M., Akhtar-Danesh, N., Merchant A. (2005). Childhood obesity, prevalence and prevention. Nut J. 25: 4-24
4- Whitaker, JA., Davis, KL., Lauer, C. (2004). Is there a need for screening for type 2 diabetes in seventh graders? J Am Academy Nurse Practitioners. 16:496–501.
5- American Dietetic Association. (2006). Individual, family, school, and community-based interventions for pediatric. Overweight.J Am Diet Assoc. 106:925–945
6- Pinto, AL., Barros, HP., Radu, AS., Villares, SM., Lima, SM. (2006). Musculoskeletal findings in obese children. J Paediatr Child Health. 42:341–344.
7- Dorosty, AR., Siassi, F., Reilly, JJ. (2002). Obesity in iranian children. Arch Dis Child. 87:388-91.
8- Ziaodini, H., Kelishadi, R., Kamsari, F., Mirmoghtadee, P., Poursafa, P. (2010). First nationwide survey of prevalence of weight disorder in Iranian children at school entry. World J Pediatric. 6(3):223-7
9- Hajian-Tilaki, KO., Sajjadi, P., Razav.i, A. (2011). Prevalence of overweight and obesity and associated risk factors in urban primary-school children in Babol, Islamic republic of Iran. East Mediterr J. 17(2): 109-14
10- Mozafari, H., Nabaei, B. (2002). Prevalence of obesity and overweight in Tehranian girls' student of primary schools. University Jahad Quarterly Publication of Health Sciences: (Tehran/Iran). 1(4):15-19. [in Farsi].
11- Lawrence, V., Kopelman, P. (2004). Medical consequences of obesity. Clinics Dermatology. 22:296–302.
12- Beskin, JL., Burke, SW., Johnston, CE., Roberts, JM. (1986). Clinical basis for a mechanical

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

etiology in adolescent Blount's disease. Orthoped. 9:365– 370.
13- Dietz, WH., Gross, WL., Kirkpatrick, JA. (1982). Blount disease (tibia vara): Another skeletal disorder associated with childhood obesity. J Pediatr.101:735–737.
14- Henderson, Rc. (1992). Tibia vara: a complication of adolescent obesity. J Pediatr. 121: 482-486
15- Kortt, M., Baldry, J. (2002). The association between musculoskeletal disorders and obesity. Aus Health Rev. 25(6):207-214.
16- Wearing, SC., Henning, EM., Byrne, NM., Steele, JR., Hills, AP. (2006). The biomechanics of restricted movement in adult. Obes Review. 7:13-24
17- Winter DA. (1980). Overall principle of lower limb-support during stance phase of gait. J Biomech. 13: 923-7
18- McMillan, AG., Auman, NL., Collier, DN., Williams, B. (2009). Frontal plane lower extremity biomechanics during walking in boys who are overweight versus healthy weight. Pediatr Phys Ther. 21:187–193
19- LaFlandra, M., Wagenaar, RC., Holt, KG., Obusek, JP. (2003). How do load carriage and walking speed influence trunk coordination and stride parameters? J Biomech. 36:87–95.
20- Griffin, TM., Roberts, TJ., Kram, R. (2003). Metabolic cost of generating muscular force in human walking: insights from load-carrying and speed experiments. J Appl Physiol. 95:172–183.
21- Abe, D., Yanagawa, K., Niihata, S. (2004). Effects of load carriage, load position, and walking speed on energy cost of walking. ApplErgo. 35:329–335.
22- Bastien, GJ., Willems, PA., Schepens, B., Heglund, NC. (2005). Effect of load and speed on the energetic cost of human walking. Eur J Appl Physiol. 94:76–83.
23- Bohannon, RW. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. Age Ageing. 26:15-9.
24- Spyropoulos, P., Pisciotta, JC., Pavlou, KN., Carins, MA., Simon, SR. (1991). Biomechanical gait analysis in obese men. Arch Phys Med Rehabil. 72:1065–1070.
25- Hoffman, MD., Millet, GY., Candau, RB., Rouillon, JD. (2004). Evaluation of a theoretical model to quantify the sources of metabolic cost in walking. Am J Phys Med Rehabil. 83:353–362.
26- Browning, RC., Kram, R. (2005). Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. Obes Res. 13:891–899.
27- Browning, RC., McGowan, CP., Kram, R. (2009). Obesity does not increase external mechanical work per kilogram body mass during walking. J BIOMECH. 42(14):2273-8.
28- Cole, T. J., Bellizi, M. C., Flegal, K. M., Dietz W. H. (2000). Estabilishing a Standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. Br Med J. 320: 1-6
29- Błaszczyk, JW., Plewa, M., Cieślińska-Świder, J., Bacik, B., Zahorska-Markiewicz, B., Markiewicz, A. (2011). Impact of excess body weight on walking at the preferred speed. Acta Neurobiol Exp. 71:528–540.
30- Barut, C., Ozer, CM., Sevinc, O., Gumus, M., Yunten, Z. (2007). Relationships between hand and foot preferences. Int J Neurosci. 117(2):177- 185.
31- Clarkson, B. (1983). Absorbent paper method for recording foot placement during gait. Phys Ther. 63(3): 345-346.
32- Gaudet, G., Goodman, R., Landy, M., Russell, G., Wall, J. (1990). Measurement of step length and step width: a comparison of video tape and direct measurement. Physiother Can. 42:12–15.
33- Wilkinson, M., Menz, H. (1997). Measurement of gait parameters from footprints: A reliability study. The Foot. 7:19–23.
34- Bertoti, D. (1986). Effect of short leg casting on ambulation in children with cerebral palsy. Phys Ther. 66: 1522–1529.
35- Katoh, Y., Chao, E., Laughman, R., Schneider, E., Morrey, B. (1983). Biomechanical analysis of foot function during gait and clinical applications. Clin Orthop. 177:23–33.
36- Ho, C., Lin, C., Chou, Y., Su, F., Lin, S. (2000). Foot progression angle and ankle joint complex in preschool children. Clin Biomech. 15:271–277.
37- Boenig, D. (1977). Evaluation of a clinical method of gait analysis. Phys Ther. 57:795–798.
38- Levangie, P., Brouwer, J., McKeen, S., Parker, K., Shelby, K. (1989). The effects of the standard rolling walker and two posterior rolling walkers on gait variables of normal children. Phys Occup Ther Pediatr. 4:19–31.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

39- Freychat, P., Bell,i A., Carret, JP., Lacour, J. (1996). Relationship between rear foot and forefoot orientation and ground reaction forces during running. Med Sci Sports Exerc. 28(2):225–232.
40- Shores, M. (1080). Footprint analysis in gait documentation. Phys Ther. 60:1163–1167.
41- Taranto, J., Bryant. A., Singer, KP. (2005). Angle of gait: A comparative reliability study using footprints and the EMED-SF. The Foot. 15: 7–13.
42- Adolph, KE., Vereijken, B., Shrout, PE. (2003). What changes in infant walking and why. Child Dev. 74: 475-497.
43- Coutts, F. (1999). Related gait analysis in the therapeutic environment. Manual Therapy. 4:2-10. 36- Burnett, C., Johnston, E. (1971). Development of gait in childhood: Part one. Dev Med Child Neurol. 13:196–206.
44- Li, AM., Yin, J., Yu, CC., Tsang, T., So, HK., Wong, E. (2005). The six-minute walk test in healthy children: A reliability and validity. Eur Respiratory J. 25 (6): 1057- 60.
45- Oberg, T., Karsznia, A., Oberg, K. (1993). Basic gait parameters: Reference data for normal subjects, 10-79 years of age. J Rehab Res Devt. 30: 210-223.
46- Rose, JR. (1983). Development of gait at slow, free, and fast speeds in 3 and 5-year-old children. Phys The. 63: 1251-1259.
47- Sutherland, D., Olshen, R., Biden, E., Wyatt, M.The development of mature walking. London, England: Mac Keith Press.1988.
48- Norlin, R., Odenrick, P., Sandlund, C. (1981). Development of gait in the normal child. J Pediatr Orthope. 1: 261-266.
49- Sutherland, D. H., Olshen, R., Cooper, L., Woo, S. l. (1980). The development of measure gait. J Bone Surg. 62: 336-353
50- Murray, MP., Kory, RC. (1970). Walking patterns of normal women. Arch Phys Med Rehabil. 51:637-650.
51- Bertram, JEA., Ruina, A. (2001). Multiple walking speed-frequency relations are predicted by constrained optimization. J Theor Biol. 209: 445–453.
52- Bertram, JEA. (2005). Constrained optimization in human walking: Cost minimization and gait plasticity. J ExpBiol. 208:979–991.
53- Afelt, Z., Błaszczyk, J., Dobrzecka, C. (1983). Speed control in animal locomotion: transitions between symmetrical and nonsymmetrical gaits in the dog. Acta Neuro boil Exp (Wars). 43:235–250.
54- Winter, DA. The Biomechanics and motor control of human gait. university of waterloo, Waterloo, ON, CA. 1987.
55- Błaszczyk, J., Dobrzecka, C. (1989). Speed control in quadruped locomotion: Principles of limb coordination in the dog. Acta Neuro biol Exp (Wars). 49: 105–124.
56- Pisciotta, JC., Pavlou, KN., Cairns, MA., Simon, SR. (1991). Biomechanical analysis in obese men. Arch Phys Med Rehabil. 72:1065–1070.
57- Hills, AP., Parker, AW. (1991). Gait characteristics of obese children. Arch Phys Med Rehabil. 72: 403–407.
58- McGraw, B., McClenaghan, BA., Williams, HG., Dickerson, J., Ward, DS. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. Arch Phys Med Rehabil. 81:484–489.
59- Messier, SP., Ettinger, WH., Doyle, TE., Morgan, T., James, MK., O'Toole, ML., Burns, R. (1996). Obesity: Effects on gait in an osteoarthritic population. J Appl Biomech. 12:161–172.
60- Hulens, M., Vansant, G., Claessens, AL., Lysens, R., Muls, E. (2003). Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. Scand J Med Sci Sports. 13:98–105.
61- Wheelwright, EF., Minns, RA., Lae, HT., Elton, RA. (1993). Temporal and spatial parameters of gait in children. I: Normal control data. Dev Med Child Neurol.35(2):102–13.
62- Todd, FN., Lamoreux, LW., Skinner, SR., Johanson, ME., Helen, RST., Moran, SA., Ashley, RK. (1989). Variations in the gait of normal children: a graph applicable to the documentation of abnormalities. J Bone Joint Surg Am. 71:196–204.
63- Gouws, PL, Effects of obesity on the biomechanics of children's gait at different speeds. (PHD Thesis). Capstones: University of Nevada Las Vegas. 2010.
64- Wegener, C., Hunt, AE., Vanwanseele, B., Burns, J., Smith, RM. Effect of children's shoes on gait: a systematic review and meta-analysis. J Foot Ankle Res. 18: 1-13
65- Wilkinson, M., Menz, H., Raspovic, A. (1995). The measurement of gait parameters from

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]

footprints. The Foot. 5:84–90.
66- Murray, P., Drought, B., Kory, R. (1964). Walking patterns of normal men. J Bone Joint Surg. 46-A (2):335–360.
67- Hopson, M., McPoil, T., Cornwall, M. (1995). Motion of the first metatarsophalangeal joint: Reliability and validity of four measurement techniques. J Am Podiatr Med Assoc. 85(4):198–204.
68- Bryant, J. (2001). A comparison of radiographic foot measurements taken in two different positions. J Am Podiatr Med Assoc. 95(5):234–239.
69- Holden, JP., Cavanagh, PR., Williams, KR., Bednzrski, KN. (1985). Foot angle during walking and running. In: Winter DA, Norman RW, Wells RP, Hayes KC, Patla AE, eds. Biomechanics IX-B. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. 451-6.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1392.0.6.2.5]