Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

معرفی الگوی تغییرات مرکز جرم کودکان ۶ تا ۱۲ سال شهر اصفهان

اکبر طاهریان[۱]، معصومه شجاعی[۲*]، افخم دانشفر[۳]، مریم شریف‌دوست[۴]

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.
۳. دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.
۴. گروه آمار و ریاضی، واحد خمینی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

* نویسنده مسئول: دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.
تلفن: ۰۲۱۸۸۰۴۱۴۶۸
E-mail: e5shojaei@yahoo.com

چکیده

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۹

هدف: مرکز جرم، کمیتی است که بر اساس توزیع جرم و طول قسمت‌های فوقانی بدن به بخش‌های پایینی بدن تعیین می‌شود. این کمیت که نقش اساسی در تعادل بدن ایفا می‌کند، با روش‌های گوناگون اندازه‌گیری می‌شود. پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل به منظور تخمین مرکز جرم دختران و پسران در فاصله‌ی ۶ تا ۱۲ سال، بر حسب متغیرهای مربوط به قامت و جرم انجام پذیرفت.

روش‌ها: شرکت‌کنندگان این پژوهش ۱۹۲ کودک دختر و ۱۹۲ کودک پسر سالم مشغول به تحصیل در شهر اصفهان بودند که از تعداد ۱۵۴۸۵۰ دانش‌آموز به روش خوشه‌ای انتخاب شدند و جرم آن‌ها با ترازو و متغیرهای مربوط به قامت، با متر و محل مرکز جرم بدن با دستگاه تخته توزین مبتنی بر محاسبه گشتاورها اندازه‌گیری شد. سپس با رعایت پیش‌فرض‌های رگرسیون چند متغیره و از روش گام‌به‌گام، متغیرهایی که بیشترین تأثیر را بر مکان مرکز جرم داشتند، انتخاب و مدل‌هایی برحسب آن‌ها ارائه گردید.

یافته‌ها: معادله‌ای که برای دختران به‌دست آمد، نشان می‌دهد قامت ایستاده، نمایه توده بدنی و نسبت قد نشسته به قامت ایستاده، می‌توانند محل مرکز جرم کودکان دختر را برآورد نمایند و تخمین مرکز جرم کودکان پسر، با قامت ایستاده، قد نشسته و نسبت قد نشسته به قامت ایستاده، به صورت معادله میسر می‌باشد.

نتیجه‌گیری: برای تخمین مرکز جرم بدن کودکان، به‌جای استفاده از روش‌ها و محاسبات متعدد و بعضاً دشوار، وقت‌گیر و پرهزینه، استفاده از معادلات به‌دست آمده در این پژوهش توصیه می‌شود.

کلید واژگان: کودکان، مرکز جرم، معادله، گشتاور.

مقدمه

اخیراً صاحب‌نظران رشد، برای بررسی نمو جسمانی به ارزیابی شاخص‌های پیکرسنجی روی آورده و آن‌ها را به شکل مجزا از داده‌های حرکتی گزارش می‌نمایند، چراکه کشف رابطه میان ویژگی‌های بدن و عملکردهای ورزشی، مهم‌ترین و عمده‌ترین هدف علم پیکرسنجی در تربیت‌بدنی می‌باشد. با دانستن اطلاعات اندازه‌های بدن می‌توان فعالیت‌های حرکتی مختلف را با توجه به ابعاد بدن و سن تطبیق داد (۲ و ۱). Rahmati بیان نمود که ویژگی‌های فیزیکی بدن انسان از نظر اندازه، شکل، نسبت‌ها یا ترکیب بدن، یکی از مهم‌ترین مراحل مربوط به درک و تجزیه‌وتحلیل بدن انسان است (۳).

از جمله شاخص‌های پیکرسنجی، نسبت محل مرکز جرم بدن به قد می‌باشد که کاربردهای متنوع و مهمی را دارا می‌باشد؛ به‌عنوان‌مثال، چون مرکز جرم نسبتی از تناسب بخش‌های فوقانی و پایینی بدن را ارائه

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

می‌دهد، می‌تواند رشد طبیعی یا غیرطبیعی کل بدن را با توجه به قد و وزن مشخص نماید و یا برای توجیه یا آموزش برخی حرکات به خصوص تکالیفی که در اجرای آن‌ها، تعادل نقش اساسی دارد مفید می‌باشد (۵ و ۴). همچنین توجه به جابه‌جایی مرکز جرم بدن در حین اجرای تکالیف، به‌منظور انجام صحیح و مناسب تکلیف، ضروری به نظر می‌رسد (۶).

مرکز جرم، طبق گزارش ناسا (National Aeronautics and Space Administration)، نقطه‌ای است که یک جسم را روی یک لبه‌ی تیز در حال تعادل نگه می‌دارد (۷). همچنین، مرکز جرم (COM: Center of Mass) نقطه‌ای در فضا است که می‌توان کل جرم جسم را در آن نقطه متمرکز دانست. از طرفی، مرکز گرانش (COG: Center of Gravity)، مکانی در نظر گرفته می‌شود که تمام وزن یک جسم در آن متمرکز شده است (۹ و ۸). Cook و Woollacott مرکز جرم و مرکز گرانش را در وضعیت‌های مشابه قرارگیری بدن، معادل هم در نظر گرفته‌اند (۱۰). در پژوهش حاضر، برای محاسبه مرکز جرم به روش تخته توزین، مقادیر دو کمیت جرم و قد با دقت بالا و بعضاً تا ده برابر بیشتر از پژوهش‌های پیشین، ازجمله تحقیق Muhammad و همکاران (۱۱)، استفاده شد.

روش‌های مختلفی توسط پژوهشگران به‌منظور اندازه‌گیری COM صورت گرفته است که اغلب آن‌ها بر پایه اطلاعات جدول‌بندی شده‌ی اجزاء بدن و یا اجساد انسان استوار است. برخی، از صفحه نیرو (Force plate) و محاسبه مرکز جرم از مقادیر مرکز فشار استفاده نمودند (۲۰-۱۲). عده‌ای دیگر با نصب نشانگر بر قسمت‌های مختلف بدن و تجزیه‌وتحلیل فیلم‌های گرفته شده از چندین دوربین به برآورد مرکز جرم پرداختند (۱۶، ۱۷، ۲۴-۲۰). تعداد دیگری از پژوهشگران، از روش‌های MRI(Magnetic Resonance Imaging) و یا CT(Computer Tomography) که پیچیده و پرهزینه است مقدار COM را برآورد کردند (۲۵). Betker و همکاران از روش خاص و پیچیده‌ی الگوریتم ژنتیک از جمع توان سینوسی، COM را گزارش نمودند (۲۶). Clauser از محاسبات ریاضی بر روی قطعات اجساد برای تعیین محل مرکز جرم بدن استفاده کرد (۲۷). Gonzalez و همکاران با روش Statically Equivalent Serial Chain و با دوربین و دستگاه‌های قابل‌حمل مرکز جرم بدن را محاسبه نمودند (۲۸). تعدادی از محققین، از انتگرال دوم نیروی واکنش زمین بر کل جرم بدن، حاصل از اطلاعات به دست آمده از صفحه نیرو بهره بردند (۲۹و۲۲). Pearsall و همکاران روش سهم‌بندی اعضای بدن در تعیین مرکز جرم را به علت دامنه زیاد تغییرات مشاهده شده (۴۳/۶ تا ۵۲/۴) مناسب ندانستند (۳۰).

روش‌های مرسوم اندازه‌گیری COM، هر کدام دارای یک یا چند ایراد بوده که عملاً استفاده از آن‌ها را برای مربیان، مراقبان سلامت و پژوهشگران با مشکل مواجه نموده است. محیط ثابت آزمایشگاهی، تجهیزات گران‌قیمت، دوربین‌های زیاد، نصب نشانگرهای متعدد روی بدن آزمودنی‌ها، زمان راه‌اندازی طولانی آزمایش، زمانبر بودن اجرا برای هر شرکت‌کننده، نیاز به تخصص، استفاده از اجساد و محاسبات دشوار، از جمله مشکلات استفاده از روش‌هایی میباشد که برای محاسبه مرکز جرم به‌کار برده شده است و ضرورت دارد که روشی عاری از مشکلات مذکور وجود داشته باشد تا به‌راحتی و به‌سهولت مورد استفاده قرار گیرد. نتایج پژوهش‌های قبلی حاصل از گزارش نمونه‌های اندک، تعمیم‌پذیری نتایج را به‌شدت تحت‌الشعاع قرار داده است. همچنین در اغلب پژوهش‌ها، به محاسبه و مقایسه گروه‌های کوچک ورزشکاران (۱۸)، بیماران (۲۱) و گزارش موردی (۲۴) پرداخته شده است. ولی در پژوهش حاضر با حجم نمونه مناسب میانگین درصد مرکز جرم نسبت به قد در دوره کودکی با توجه به جنسیت ارائه شده است که میتواند در کنار دیگر پارامترهای رشد جسمانی مورد توجه قرار گیرد.

در مقایسه سنی مکان مرکز جرم، اغلب پژوهشگران بر این باورند که روند تغییرات به‌گونه‌ای است که از بدو تولد، نقطه‌ی مرکز جرم در بالاترین مکان نسبت به کل قد قرار دارد که با افزایش سن، به‌مرور به پایین‌تر میل می‌کند (۳۱-۳۴). همچنین پژوهشگران معتقدند که اختلاف جنسیتی در مکان مرکز جرم از شروع نوجوانی و بلوغ آغاز می‌گردد و دختران مرکز جرم پایین‌تری نسبت به پسران دارند (۳۵ و ۳۶). پژوهش حاضر برای دوره کودکی ثانویه (شش تا ۱۲ سال) که اختلاف جنسیتی در محل مرکز جرم نسبت به قد وجود ندارد، صورت گرفت.

ارائه روشی که روند تغییرات مرکز جرم را در طول کودکی نمایان سازد و مرکز جرم کودکان را به‌آسانی و بر اساس مهمترین عواملی که در مقدار آن دخیل هستند، محاسبه نماید، انگیزه‌ای برای انجام پژوهش حاضر گردید. علاوه بر آن، با ارائه معادلات تخمین مرکز جرم بدن کودکان هر دو جنس، با ابزارهای موجود و یاری گرفتن از روابط ریاضی در روش تخته توزین، برای نخستین بار توسط معادلاتی که به‌دست آمد، می‌توان با وارد کردن برخی متغیرهای جسمانی که به‌آسانی قابل اندازه‌گیری هستند، موقعیت مرکز جرم بدن را تخمین زد و با محل مرکز جرم شخص که با متر اندازه‌گیری می‌شود، مقایسه نمود. معرفی مدل برای تخمین مرکز جرم بدن به‌صورت مجزا برای دختران و پسران در دامنه سنی ۶ تا ۱۸ سال به‌عنوان روشی جدید و بدون نیاز به ابزارهای اندازه‌گیری مرکز

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

جرم و فضای خاص، بر اساس پارامترهایی که به‌سادگی قابل اندازه‌گیری می‌باشد، هدف پژوهش حاضر بود. همچنین مقادیر میانگین محل مرکز جرم بدن نسبت به قد در کودکان هر دو جنس محاسبه گردید.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر بر اساس هدف، از نوع تحقیقات بنیادی محسوب می‌شود؛ زیرا به کشف رابطه بین مرکز جرم و مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر آن می‌پردازد که در این پژوهش رابطه مرکز جرم بر اساس مهمترین متغیرهای تأثیرگذار قامت و جرم به‌دست آمد. از آنجایی که الگوی جدید و ساده‌ای به‌منظور تخمین مرکز جرم بدن معرفی شد، می‌تواند نوعی تحقیق کاربردی نیز محسوب شود. گردآوری داده‌ها در پژوهش مقطعی حاضر به‌صورت پیمایشی انجام شد.

منظور از یافتن الگو، ارائه مدل برای تخمین مرکز جرم بدن دختران و پسران از ۶ تا ۱۲ سالگی، یعنی دوره دوم کودکی می‌باشد. در یافتن الگو به ارائه معادله برای محاسبه و نیز پیش‌بینی مرکز جرم بدن بر اساس پارامتر جنس و متغیرهای جرم بدن، قد در وضعیت‌های خوابیده، ایستاده و نشسته، نمایه توده بدنی و نسبت قد نشسته به قامت ایستاده پرداخته شده است.

جامعه آماری پژوهش، کودکان شش تا ۱۲ ساله‌ی سالم شهر اصفهان بوده که در سال تحصیلی ۹۶-۹۵ مشغول به تحصیل هستند و تعداد آن‌ها ۱۵۴۸۵۰ نفر می‌باشد. نمونه مورد نیاز به‌صورت خوشه‌ای از مدارس ابتدایی شش ناحیه شهر اصفهان انتخاب شدند. حجم نمونه توسط فرمول Cochran (۳۷)، ۳۸۵ نفر محاسبه شد که از هر رده سنی به تعداد حداقل ۳۲ نفر احتیاج بود. نهایتاً ۳۸۴ نفر شامل ۱۹۲ نفر دختر و ۱۹۲نفر پسر انتخاب شدند. برای ارائه مدل‌های رگرسیون نیز، مقدار نمونه انتخاب شده توسط فرمول Cochran به‌خوبی کفایت می‌کند. علاوه بر آن، Azar و Khadivar معتقدند که در استفاده از رگرسیون چندگانه، تعداد حداقل ۵ نمونه به ازاء هر متغیر مستقل نیاز می‌باشد (۳۸). با توجه به حضور شش متغیر مستقل در تحقیق حاضر، برای هر سن به حداقل ۳۰ نفر احتیاج بود تا بتوان از رگرسیون چندگانه استفاده کرد که برای احتیاط بیشتر ۳۲ نفر برای هر سال انتخاب شد بنابراین برای شش سال ابتدایی ۳۲×۶ نفر معادل ۱۹۲ نفر برای دختران و ۱۹۲ نفر هم برای پسران در نظر گرفته شد که دقیقاً با نمونه لازم بر اساس فرمول Cochran مطابقت داشت.

معیار سالم بودن شرکت‌کنندگان برای ورود به پژوهش، نداشتن عوامل اثرگذار بر متغیرهای مورد مطالعه بود. بر اساس پرونده کودکان در مدارس و نیز اظهارات آنان و والدینشان، آزمودنی‌های دارای نقص عضو ظاهری، اختلال در تعادل و مشکلات آناتومیکی و عضلانی-اسکلتی ژنتیکی و یا اکتسابی مثل پای پرانتزی یا ضربدری، و نیز هر عاملی که در همگنی مشکل ایجاد نماید، شناسایی و از پژوهش کنار گذاشته شدند. دانش‌آموزانی که خارج از دامنه سنی شش تا ۱۲ سال بودند، در پژوهش شرکت داده نشدند. برای انتخاب نمونه سعی شد نژادهایی که جنبه مهاجرت به کشور ایران را دارند و ممکن است باعث چولگی و انحراف نتایج شوند، حذف گردند.

به‌طورکلی ابزارهای مورد استفاده در پژوهش به شرح زیر بود.

۱- صفحه توزین شیشه‌ای ضخیم نشکن، برای قرار گرفتن آزمودنی‌ها به‌صورت درازکش به پشت روی آن و اندازه‌گیری قد خوابیده و نیز فاصله نیروی واکنش از سر آزمودنی‌ها توسط متر نصب شده بر روی آن.

۲ - ترازوی دیجیتالی ساخت ایران شرکت صنایع فنی مهندسی سنجش ثابت با دقت ۱۰۰گرم، جهت به‌دست آوردن جرم آزمودنی‌ها و نیروی واکنش.

۳ - مترهای نواری استاندارد و مشابه با دقت یک میلی‌متر.

۴ - نرم‌افزار جعبه‌ابزار V ۵،۱،۰ شرکت بیلگی سافت (BilgiSoft) برای تراز نمودن شیب صفحه توزین.

۵- چهارپایه به‌عنوان محل تکیه‌گاه با میل‌های ثابت شده بر روی آن، به‌منظور قرار گرفتن در زیر صفحه توزین.

از بین همه روش‌های موجود برای اندازه‌گیری محل مرکز جرم بدن، از روش تخته توزین اصلاح شده مبتنی بر روابط برابری گشتاورها در تعادل استفاده گردید. چون حجم نمونه زیاد بود و امکان فراخوانی همه دانش‌آموزان از مدارس مختلف به یک محل ثابت عملاً امکان‌پذیر نبود، لازم بود ابزارهای اندازه‌گیری از مدرسه‌ای به مدرسه‌ی دیگر برده شود. بدین علت از روش تخته توزین که علاوه بر دقت زیاد (۱۸)، قابل حمل و کم‌هزینه نسبت به روشهایی مثل MRI بود، استفاده شد.

ابتدا جرم هر آزمودنی از روی ترازو یادداشت می‌شود(m). همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده می‌شود، صفحه‌ی شیشه‌ای ضخیم به‌صورت کاملاً افقی روی میله‌های باریک نصب شده روی چهارپایه و ترازو تثبیت شد. عددی که در وضعیت خالی ترازو نشان می‌دهد، قبل از قرار گرفتن آزمودنی‌ها با فشردن دکمه پارسنگ صفر شد. آزمودنی روی تخته به پشت شبیه حالت ایستاده آناتومی به شکلی دراز می‌کشد که سر مماس بر تخته‌ای که عمود بر ابتدای شیشه نصب شده قرار گیرد و تخته‌ای دیگر عمود بر شیشه بر کف پاها مماس شده و عدد ترازو در این حالت یادداشت می‌شود. فاصله سر تا تکیه‌گاه، روی ۱۱۰ سانتی‌متر تنظیم شد. فاصله مرکز جرم از تکیه‌گاه

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

(x) با استفاده از برابری گشتاور نیروها با رابطه به‌دست آمد. حال بایستی مقدار x را از ۱۱۰ (فاصله بین سر تا تکیه‌گاه) کم نموده تا فاصله مرکز جرم آزمودنی از سر به‌دست آید. برای تعیین مکان مرکز جرم از کف پا، تفاضل x از ۱۱۰، از طول قامت آزمودنی کسر گردید، عدد حاصل بر قامت تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد که محل مرکز جرم به‌صورت درصد نسبت به قامت از کف پا به‌دست آمد.

سن آزمودنی‌ها برحسب سال از پرونده آموزشی دانش‌آموزان در مدارس ثبت شد. برای اندازه‌گیری قامت ایستاده، متر نواری استاندارد بر روی دیوار صاف نصب شد و آزمودنی‌ها در حالتی که پاشنه‌ها، باسن و شانه به دیوار مماس بود، گونیا بر روی سر آنان مماس شد و فاصله از سطح زمین تا زیر گونیا به‌عنوان قد ایستاده ثبت گردید. به‌منظور اندازه‌گیری قد نشسته، آزمودنی‌ها روی میز به‌گونه‌ای نشستند که ساق پا آویزان بود. تخته مجهز به متر استاندارد در پشت آن‌ها عمود بر سطح میز قرار گرفت. گونیا روی سر آنان مماس شد و فاصله زیر گونیا تا سطح میز به‌عنوان قد نشسته یادداشت گردید. کلیه اندازه‌گیری‌ها برای هر فرد سه بار انجام و نهایتاً میانگین سه مقدار در نظر گرفته شد. برای به‌دست آوردن متغیر نسبت قد نشسته به قامت ایستاده، از تقسیم قد نشسته بر قامت ایستاده محاسبه شد و برای بیان آن به‌صورت درصد، این نسبت در عدد ۱۰۰ ضرب شد SSR= (SH/S)×۱۰۰. نمایه توده بدنی از رابطه BMI=m/S۲ محاسبه شد.

در کلیه معادلات، قامت ایستاده (S: Stature) برحسب سانتی‌متر، مرکز جرم (COM) به‌صورت درصد، قد نشسته (SH: Sitting Height) برحسب سانتی‌متر، قد نشسته به قامت ایستاده (SSR: Sitting Height per Stature Ratio) به‌صورت درصد جرم (m) برحسب کیلوگرم و نمایه توده بدنی (BMI: Body Mass Index) برحسب کیلوگرم بر مترمربع می‌باشند.

شکل ۱. نمونه‌ای از آزمودنی در وضعیت درازکش روی تخته توزین دستگاه اندازه‌گیری مرکز جرم

برای کاهش خطا در مقادیر به‌دست آمده، اندازه‌گیری از آزمودنی‌ها بدون وسایلی از قبیل ساعت و دست‌بند، گیره‌سر و گردن‌بند و با حداقل پوشش ممکن صورت گرفت و برای رعایت شئونات اخلاقی اندازه‌گیری از دختران با کمک خانم که به همین منظور آموزش دیده بود، صورت گرفت. دیجیتالی بودن ترازو، خطای ناشی از خواندن توسط آزمون‌گرهای مختلف را از بین برد. دستگاه و ابزارهای اندازه‌گیری در مدارس منتخب تثبیت و تراز شدند.

نرم‌افزار SPSS۲۲ جهت توصیف و تحلیل داده‌ها و مدل‌یابی به‌کار برده شد. جهت کشف و ارائه الگوهای مرکز جرم بدن از آنالیز همبستگی و روش گام به گام (Stepwise) رگرسیون چندگانه با رعایت کلیه پیش‌فرض‌های لازم برای ارائه مدل مناسب استفاده گردید. مناسب بودن مدل، وجود همبستگی بین متغیر وابسته با متغیرهای مستقل، فرض عدم وابستگی مقادیر خطاها، نرمال بودن خطاها، دقت و تصادفی نبودن و معنی‌داری ضرایب در معادلات رگرسیون و نیز عدم همبستگی بین متغیرهای مستقل، به‌ترتیب با آزمون ANOVA یکطرفه، ضریب تعیین تعدیل شده (R^2adj)، آماره دوربین - واتسون، p - مقدار شاپیرو- ویلک، آزمون t و آزمون Collinearity Diagnostics بررسی شد.

نتایج

جدول شماره ۱، تعداد، میانگین، انحراف معیار و فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین ارتفاع نسبی مکان مرکز جرم به قد بدن برحسب درصد به تفکیک جنسیت برای کودکان را مشخص می‌کند. در پژوهش حاضر، متغیر نسبت ارتفاع محل مرکز جرم بدن از کف پا به قد که کمیتی بدون یکای اندازه‌گیری است، در عدد ۱۰۰ ضرب شده و به‌صورت درصد بیان گردیده است که به‌اختصار مرکز جرم گفته می‌شود.

با توجه به اطلاعات جدول ۱، میانگین مرکز جرم برای دختران و پسران به‌ترتیب ۵۶/۶۳ و ۵۶/۲۳ درصد به‌دست آمد که میانگین مرکز جرم بدن کودکان بدون در نظر گرفتن جنسیت، با توجه به برابر بودن تعداد نمونه در هر دو جنس، برابر ۵۶/۴۳ درصد محاسبه می‌شود.

جدول ۲، مقدار ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرها و p - مقدار مربوط به آزمون صفر بودن همبستگی را در پرانتزها نشان می‌دهد.

برای دختران و پسران، حداکثر ضریب همبستگی مرکز جرم، با متغیر قد نشسته و به‌ترتیب برابر با مقادیر ۰/۶۹ و ۰/۹۵ هست. برای دختران، به غیر از نسبت قد نشسته به قامت ایستاده که با متغیرهای جرم و قد نشسته همبستگی معنی‌داری ندارد، COM با نسبت قد نشسته به قامت ایستاده در سطح ۰/۰۵ دارای همبستگی بوده و دیگر متغیرها در سطح ۰/۰۱ با

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

جدول ۱.
اطلاعات توصیفی متغیر مرکز جرم بدن

متغیر	جنس	تعداد	انحراف معیار ± میانگین	فاصله اطمینان ٪۹۵ برای میانگین
مرکز جرم (درصد)	دختر	۱۹۲	۵۶/۶۳ ± ۰/۸۳	۵۶/۵۱ – ۵۶/۷۵
	پسر	۱۹۲	۵۶/۲۳ ± ۰/۸۲	۵۶/۱۲ – ۵۶/۳۵

جدول ۲.
ضریب همبستگی پیرسون بین تمام متغیرها برای آزمودنی‌ها

متغیرها	جنس	نمایه توده بدنی	قد نشسته به قامت ایستاده	قد نشسته	جرم	قامت ایستاده	سن	مرکز جرم
مرکز جرم (درصد)**	دختر							۱
	پسر							۱
سن (سال)	دختر						۱	(۰)* -۰/۵۹
	پسر						۱	(۰) -۰/۳۴
قامت ایستاده (سانتی‌متر)	دختر					۱	(۰) ۰/۸۶	(۰) -۰/۶۱
	پسر					۱	(۰) ۰/۸۷	(۰) -۰/۴۰
جرم(کیلوگرم)	دختر				۱	(۰) ۰/۸۵	(۰) ۰/۷۳	(۰) -۰/۶۵
	پسر				۱	(۰) ۰/۸۶	(۰) ۰/۷۲	(۰) -۰/۴۳
قد نشسته (سانتی‌متر)	دختر			۱	(۰) ۰/۸۷	(۰) ۰/۹۶	(۰) ۰/۸۰	(۰) -۰/۶۷
	پسر			۱	(۰) ۰/۸۵	(۰) ۰/۹۵	(۰) ۰/۸۰	(۰) -۰/۴۴
قد نشسته به قامت ایستاده (درصد)	دختر		۱	(۰/۳۳) ۰/۰۷	(۰/۸۴) ۰/۰۱	(۰) -۰/۲۱	(۰) -۰/۲۶	(۰/۰۲) -۰/۱۷
	پسر		۱	(۰/۹۶) ۰	(۰/۰۳) -۰/۱۶	(۰) -۰/۳۱	(۰) -۰/۳۵	(۰/۳۳) -۰/۰۷
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	دختر	۱	(۰) ۰/۲۳	(۰) ۰/۵۳	(۰) ۰/۸۵	(۰) ۰/۶۵	(۰) ۰/۴۰	(۰) -۰/۵۱
	پسر	۱	(۰/۹۸) ۰	(۰) ۰/۶۴	(۰) ۰/۹۲	(۰) ۰/۶۱	(۰) ۰/۵۱	(۰) -۰/۴۲

* p- مقدار مربوط به آزمون عدم همبستگی در پرانتزها آورده شده است.
** منظور از درصد، ارتفاع مرکز جرم بدن نسبت به قد برحسب درصد می‌باشد.

جدول ۳.
خلاصه نتایج و پیش‌فرض‌های انجام رگرسیون چند متغیره برای تمام آزمودنی‌ها

Sig.Shapirp-Wilk (نرمال بودن خطا)	Sig.ANOVA (فرض مناسب بودن مدل)	آماره دوربین - واتسون (عدم همبستگی)	جنس	R^2adj	R
۰/۲۴	۰	۲/۰۵	دختر	۰/۹۹۹	۱/۰۰
۰/۲۲	۰	۲/۰۰	پسر	۰/۹۹۹	۱/۰۰

هم‌دیگر همبستگی دارند. به‌همین ترتیب، برای پسران به غیر از نسبت قد نشسته به قامت ایستاده که با COM، قد نشسته و نمایه توده بدنی همبستگی معنی‌داری ندارد، نسبت قد نشسته به قامت ایستاده با جرم در سطح ۰/۰۵ و دیگر متغیرها ضریب همبستگی در سطح ۰/۰۱ را نشان دادند.

یافتن مدل‌هایی در قالب معادله به‌منظور تخمین مرکز جرم مدنظر می‌باشد که ابتدا در جداول ۳ و ۴، آزمون‌های لازم صورت گرفت و سپس دو معادله نهایی با رعایت کلیه پیش‌فرض‌های لازم ارائه شده است.

مطابق با جدول ۳، ضریب تعیین تعدیل شده (adj۲R)، در هر حالت عددی نزدیک به یک می‌باشد که حاکی از وجود همبستگی بسیار مناسب بین متغیر وابسته با متغیرهای مستقل بوده که امکان استفاده از رگرسیون چندگانه را میسر می‌سازد. مدل‌های ارائه شده در سطح کمتر از ۰/۰۱ تأیید می‌شوند (SigANOVA=۰). فرض‌های عدم وابستگی مقادیر خطاها و نرمال بودن خطاها به‌ترتیب با آماره دوربین- واتسون و p- مقدار شاپیرو- ویلک پذیرفته می‌شود.

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

معادلات رگرسیون نهایی بر اساس روش گام به گام و با رعایت کلیه پیش‌فرض‌های لازم برحسب جنسیت دختر و پسر به‌ترتیب در معادلات ۱ و ۲ آورده شده است. p- مقدار آزمون t به‌منظور دقت و صفر نبودن ضرایب و معنی‌داری هر سه ضریب در معالادت رگرسیون صفر می‌باشد که نشان از اعتبار رگرسیون خطی است. همچنین برای استخراج معادلاتی مفیدتر، عدم همبستگی بین متغیرهای مستقل، آزمون Collinearity Diagnostics و توجه به مقادیر Eigenvaiue و Condition Index صورت گرفت.

$$COM = 1.056SSR + 0.038S - 0.275BMI \quad (۱)$$

$$COM = 1.155SSR + 0.464S - 0.945BMI \quad (۲)$$

بحث

از بین همه‌ی روش‌های برآورد مکان مرکز جرم، از روش تخته توزین به علل مختلف، از جمله دقت زیاد اندازه‌گیری‌های اولیه مورد نیاز جرم و طول، کاهش خطای تعیین مکان مرکز جرم بر اساس محاسبات اثبات شده ریاضی، استفاده شد (۱۸ و ۱۱). همچنین داشتن حجم نمونه زیاد، قابلیت حمل ابزارها به مدارس مختلف و راه‌اندازی در زمان نسبتاً کوتاه، از عوامل انتخاب روش تخته توزین برای محاسبه مکان مرکز جرم بود. سپس با هدف دست‌یابی به الگویی دقیق، ساده و کاربردی برای مرکز جرم کودکان دختر و پسر، معادلاتی به تفکیک جنسیت تبیین شد که توانایی تخمین مرکز جرم دختران و پسران شش تا ۱۲ سال را داشته باشد.

در رابطه با تخمین مرکز جرم بدن بر اساس معادله، در دوره‌های سنی مختلف از جمله شش تا ۱۲ سال، مطلبی در تحقیقات و کتب دیده نشد و طبیعتاً موارد مشابهی برای مقایسه معادلات پژوهش حاضر با آنان موجود نمی‌باشد. تنها مطالبی مختصر در رابطه با مقدار مرکز جرم در برخی موارد مشاهده گردید که در ادامه به مقایسه آن‌ها با مقادیر به‌دست آمده در پژوهش حاضر پرداخته می‌شود.

Payne و Isaacs بیان کردند که مرکز جرم انسان در دامنه ۵۳ تا ۵۹ درصد قامت از کف پاها قرار دارد که مقادیر به‌دست آمده در این پژوهش، با دامنه تغییرات Payne و Isaacs همخوانی دارد (۴). ولی دامنه تغییرات زیاد مکان مرکز جرم در گزارش Payne و Isaacs را می‌توان به گستره‌ی سنی وسیع آن‌ها (تولد تا بزرگ‌سالی) مرتبط دانست، درحالی‌که دامنه کمتر مرکز جرم در پژوهش حاضر، به‌خاطر محدودیت سنی (کودکی ثانویه) می‌باشد. طبق یافته‌های جدول ۲، همبستگی هر یک از متغیرهای مستقل از جمله سن با مرکز جرم منفی می‌باشد؛ یعنی افزایش آن‌ها باعث می‌شود که نقطه‌ی مرکز جرم به پایین رانده شود که با یافته‌های Palmer همخوانی دارد (۳۳). Dyson عنوان نمود که نسبت مرکز جرم به کل قد، در کودکان بیشتر است؛ زیرا در کودکان درصد بیشتری از وزن مربوط به بالاتنه می‌باشد و عمدتاً مرکز جرم مردان نسبت به زنان اندکی بالاتر است (۳۲).

Brewer در حدود ۱۲ سالگی، پسران نسبت به دختران تنه بلندتری دارند که می‌تواند اندکی در بالاتر بودن مرکز جرم پسران نسبت به دختران در این سن مؤثر باشد (۳۲). عریض بودن لگن، دراز بودن تنه و باریکتر بودن شانه، در مرکز جرم تأثیرگذار هستند؛ افزایش عرض لگن در خانم‌ها، عامل پایین‌تر بودن مرکز جرم می‌باشد و به‌همین دلیل، برتری نسبی در اجرایهایی که نیاز به حفظ و افزایش پایداری دارند در جنس مؤنث مشهود است (۳۵). در این پژوهش میانگین مرکز جرم کودکان دختر و کودکان پسر تقریباً مساوی به‌دست آمد و در ۱۲ سالگی هر دو گروه دارای میانگین تقریباً برابر می‌باشند. تفاوت موجود در نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های Ginnis و Brewer را می‌توان در سن آزمودنی‌ها جستجو کرد؛ زیرا تغییرات در عرض لگن و شانه در سنین بالاتر به‌وجود می‌آید (۳۳) و محل مرکز جرم دختران را نسبت به پسران به پایین‌تر می‌راند. Hamandi درصد ارتفاع مرکز جرم نسبت به قد را برای زنان ۵۵ و برای مردان ۵۷ درصد گزارش کرد که میانگین بدون لحاظ نمودن جنس ۵۶ درصد می‌باشد و در تحقیق حاضر مقادیر ۵۶/۶۳ و ۵۶/۲۳ درصد، به‌ترتیب برای دختران و پسران و میانگین بدون در نظر گرفتن جنس ۵۶/۴۳ به‌دست آمد که مقادیر به‌دست آمده در پژوهش حاضر در دامنه نتایج Hamandi قرار دارد. ولی با در نظر داشتن جنسیت، اختلاف موجود را می‌توان به دو عامل مربوط دانست: یکی آنکه دامنه سنی شرکت‌کنندگان در پژوهش Hamandi علاوه بر کودکان، نوجوانان را در برداشته و به‌نظر می‌رسد با توجه به گزارش اعداد بدون اعشار او، دقت کافی در اندازه‌گیری وجود نداشته است (۱۹).

Gambino و همکاران عنوان نمودند که مرکز جرم انسان کمی پایین‌تر از ناف و نزدیک به مرکز هندسی شخص می‌باشد. مرکز جرم زنان پایین‌تر از مردان است؛ نسبت مرکز جرم به قد در مردان تقریباً ۰/۵۶۰ و در زنان حدوداً ۰/۵۴۳ می‌باشد (۳۶). که با مرکز جرم به‌دست آمده در این تحقیق برای پسران همخوانی دارد، ولی مرکز جرم به‌دست‌آمده از دختران بیشتر از زنان می‌باشد. می‌توان دلیل این اختلاف را به اندازه‌گیری‌ها در این تحقیق قبل از بلوغ دختران مربوط دانست؛ زیرا که پس از ۱۲ سالگی

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

عریض‌تر شـدن لگن و باریک‌تر بودن شـانه در زنـان رخ می‌دهد (۳۹) و مرکز جرم را به پایین‌تر می‌فرسـتد. Virmavirtan و Isolehto، با مقایسه سه روش مختلف (دو روش مبتنی بر قسمت‌بندی جسد و بدن و روش تخته واکنش) برای تعداد ۵۸ مرد اعداد ۵۷/۰۳، ۵۶/۲۰ و ۵۷/۶۰ را برای درصد ارتفاع مرکز جرم بدن نسـبت به قامت گـزارش کردند و عنوان نمودند که دقت روش تخته واکنش از دو روش دیگر بیشتر است (۱۸).

DePauw برای رده سـنی ۶ تا ۱۱ سـال با روش تجزیه و تحلیل کامپیوتری نشـانگرها، مقدار ۵۵/۳ را بـرای مرکز جرم به‌دسـت آورد که حدود یک درصـد کمتـر از نتایج پژوهش حاضر برای مرکز جرم می‌باشـد (۲۱)، در توجیه این اختلاف می‌توان بیان نمود که مقدار مرکز جرم، برای افراد ۱۱ تا ۱۲ سال در تحقیق DePauw وجود ندارد با وجودی‌که افزایش قد ناشی از طویل‌تر شدن پاها به‌خصوص در دختران در ۱۱ تا ۱۲ سالگی قابل‌ملاحظه می‌باشـد که لحاظ نمودن این رده سـنی در میانگین کودکان باعث شده که در پژوهش حاضر مرکز جرم بالاتر رانده شود. Swearingen و همکاران در مطالعه خود میانگین مرکز جرم از تولد تا پایان سه سالگی را تقریباً مساوی (۵۶/۰۵) درصد را به‌دسـت آوردنـد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (۳۱)، اما نمی‌توان نتیجه‌گیری نمود که مرکز جرم اطفال از تولد تا ۳۶ ماهگی با مرکز جرم کودکان ۶ تا ۱۲ سـالگی برابر است زیرا آزمودنی‌های دو پژوهش از دو جامعه متفاوت بوده و نیز با وجودی که روش محاسـبه یکسـان بوده ولی ابزارها تفاوت داشـتند، مثلاً ترازوی اسـتفاده شـده در پژوهـش آنان عقربه‌ای بوده که شـرایط آب و هوایی می‌تواند در دقت آن مؤثر باشـد اما در پژوهش حاضر ترازوی دیجیتالی استفاده شده که علاوه بر آنکه تحت تأثیر شرایط آب و هوایی قرار نگرفته، خطای خواندن مقدار در این نوع ترازو حذف شده است.

تفاوت آناتومی اسـکلتی باعث پایین بودن نقطه‌ی مرکز جرم زنان و بالاتر بـودن در مردان اسـت اما دلایـل هورمونی و ژنتیکـی در نوجوانی (نه در کودکی) باعث می‌شـود مرکز جرم دختران پایینتر از پسـران باشد (۳۴). با این وجود شایسته است جهت دقت بیشتر در استفاده از معادلات به‌دست آمده در پژوهش حاضر به جنسـیت توجـه گردد چراکه، علیرغم اختلاف ناچیز بین میانگین مرکز جرم دختران و پسـران کودک، متغیرهای موجود در معادلات دو جنس متفاوت است.

از محدودیت‌های استفاده از معادلات پژوهش حاضر، می‌توان به محاسبه مرکز جرم در یک دوره سنی خاص شش تا ۱۲ سال اشاره نمود. همچنین با وجودی که روش تخته توزین اسـتفاده شده در پژوهش حاضر محدود به سـن، جنس و نژاد نمی‌باشـد، معادلات ارائه شـده صرفاً برای جامعه پژوهـش حاضر قابلیت اسـتفاده را داشـته و قابل‌تعمیم به دیگر سـنین و مناطق نمی‌باشـد. معادلات ارائه شـده در پژوهش حاضر، چون توسـط روش‌های آماری تدوین شده‌اسـت، با وجود دقت مناسب، برای تخمین موقعیت مرکز جرم کودکان و نوجوانان سـالم کاربرد داشته و قابل‌استفاده برای افراد با مشکلات ساختاری در قامت نمی‌باشند.

نتیجه‌گیری نهایی

در پژوهش حاضر دیده شد که مرکز جرم به جنسیت و سن بستگی دارد. هم‌چنین ضرایب به‌دسـت آمـده برای معادلات مرکز جرم، نشـان داد که مرکز جرم با قامت، سنگینی و قد نشسته مرتبط می‌باشد. معادلات به‌دست آمده در این پژوهش برای تخمین مکان مرکز جرم بدن کودکان، جایگزین مناسبی برای محاسبه مرکز جرم با ابزارها و روش‌های جاری می‌باشد.

References

1. Haywood KM, Roberton MA, Getchell N. Advanced Analysis of Motor Development. Human Kinetics.2012:308-89.
2. Stini W. perspective in anthropometry, human kinetic.1989:5-23.
3. Rahmati S. Comparison of the main anthropometric, biomechanical, physiological, psychological and musculoskeletal Nano Indicators of girls aged 16-18 years. Master's thesis, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tarbiat Moalem University:2011. (Persian)
4. Payne VG, Isaacs LD. Human Motor Development: A Lifespan Approach, 8th ed. McGrow-Hill. 2012:609-194.
5. Benda BJ, Riley PO, Krebs DE. Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering.1994; 2(1):3-10.
6. Eklund RC, Tenenbaum G. Encyclopedia of Sport and Exercise Psychology. SAGE. United States of America.2014:880-162.
7. National Aeronautics and Space Administration. Center of gravity. [Online]. Available: https://www.grc .nasa.gov/www/k-12/airplane/cg.html.2015.
8. Grimshaw P, Lees A, Fowler N, Burden A. Sport Exercise Biomechanics. Trans: Hemayattalab, R. Rashidi Rostami, L. Elm-va-Harekat Publishers. Iran.2010:491-115.

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

9. Halliday D, Resnick R, Walker J. Fundamentals of Physics. Wiley & sonsp, 9th ed.2011:240-3.

10. Cook AS, Woollacott M. Motor Control. Translation Recherche Into Clinical Practice. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins.2012:641-162.

11. Muhammad K, Hosseini M, Noorbala A. The trend of growth (weight and height) changes in children and adolescents aged 2-18 years old in Iran over a decade (years 1990-1991 to 1999). Hakim.2006;9(1):1-8. (Persian)

12. Venture G, Ayusawa K, Nakamura Y. Real-time identification and visualization of human segment parameters. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.2009; 3983-6.

13. Thomas DP, Whitney RJ. Postural movements during normal standing in man. Journal of anatomy.1959;93:524-539.

14. Breniere Y. Why we walk the way we do. Journal of motor Behavior.1996.

15. Caron O, Faure B, Breniere Y. Estimating the centre of gravity of the body on the basis of the centre of pressure in standing posture. Journal of Biomechanics.1997;30(11):1169-1171.

16. Espiau B, Boulic R, On the Computation and control of the mass center of articulated chains. Institut Natonal de Recherche en Informatiqe et en Automatique.1998:1-39.

17. Bonnet V, González A, Azevedo-Coste C, Hayashibe M, Cotton S, Fraisse P. Determination of subject specific whole-body centre of mass using the 3D Statically Equivalent Serial Chain. GAIT & PUSTURE.2015;41(1):70-75.

18. Virmavirtan M, Isolehto J. Determining the Location of the Body's Center of Mass for Different Groups of Physically Active People. Journal of Biomechanics.2014;47:1909-1913.

19. Hamandi F. Design a model for human body to determine the center of gravity. Conference: First national conference for Iraqi women/ministry of science and technology. Iraq - Baghdad. 2014.

20. Saini M, Kerrigan DC, Thirunarayan MA, Duff-Raffaele M. The vertical displacement of the center of mass during walking: A Comparison of Four Measurement Methods. Journal of Biomechanical Engineering.1998;120(1):133-139.

21. DePauw KP. Total Body Mass Centroid and Segmental Mass Centroid Locations Found in Down's Syndrome Individuals. Adapted Physical Activity Quarterly.1984;1(3):221-229.

22. Eames MH و Cosgrove A, Baker R. Comparing methods of estimating the total body center of mass in three-dimensions in normal and pathological gaits. Human Movement Science.1999; 18: 637-646.

23. Sasaki S, Nagano Y, Kaneko S, Imamura S, Koabayshi T, Fukubayashi T. The Relationships Between the Center of Mass Position and the Trunk، Hip، and Knee Kinematics in the Sagittal Plane: A Pilot Study on Field-Based Video Analysis for Female Soccer Players. Journal of Human Kinetics.2015;45:71-80.

24. Chong R. Approximation of the CoM Estimate. Journal of Exercise, Sports & Orthopedics.2014;1(2):1-3.

25. Jaffrey MA. Estimating Centre of Mass Trajectory and Subject Specific Body Segment Parameters Using Optimisation Approaches. PhD Thesis. Victoria University.2008.

26. Betker AL, Moussavi Z, Szturm T. Center of mass function approximation. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.2004;(1):687–690.

27. Clauser CE, McConville JT, Young JW. Weight, Volume, and Center of Mass of Segments of the Human Body.1965; Accession Number: AD0710618.

28. Gonzalez A, Hayashibe M, Fraisse P. Estimation of the Center of Mass with Kinect and Wii balance board. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems October 7-12, 2012. Vilamoura, Algarve, Portuga.2012.

29. Schepers HM, Asseldonk EHF, Buurke JH, Veltink PH. Ambulatory estimation of center of mass displacement during walking. IEEE transactions on bio-medical engineering.2009;56(4): 1189-95.

30. Pearsall DJ, Reid JG, Livingston LA. Segmental inertial parameters of the human trunk as determined from computed tomography. Annals of Biomedical Engineering.1996;24:198-210.

31. Swearingen JJ, Badgley JM, Braden GE, Wallace TF. Determination of Centers of Gravity of Infants. Civil Aeromedical Inst Oklahoma City. OKLA.1969.

32. Dyson GH. The Mechanics of Athletics. 3th ed. London: University of London Press. 1964.

33. Palmer CE. The Center of Gravity in the Developmental Period of Man. Anatomical Records. 1929:42-31.

34. Gabbard GP. Lifelong Motor Development. 6th ed. PEARSON. 2012:75-331.

35. Brewer C. Athletic Movement Skills: training for sports performance. Human Kinetics.46. 2017.

36. Gambino S, Mirochnik M, Schechter S. Center of Mass of a Human. The Physics Fact book. http//hypertextbook.com/facts.2006.

37. Singh AS, Masuku MB. Sampling Techniques & Determination of Sample Size in Applied Statistics Research. International Journal of Economics, Commerce and Management.2014;2(11):1-22.

38. Azar A, Khadivar A. Application of Multivariate Statistical Analysis in Management. Tehran. Negahedanesh.2014:488-73. (Persian)

39. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or. Growth, maturation, and physical activity. 2th ed. Champaign, IL: Human Kinetics.2004:728-103.

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

Introducing a Model for Determining the Center of Mass in Children Aged 6 to 12 in Isfahan

Akbar Taherian[1], Masoumeh Shojaei[1*], Afkham Daneshfar[3], Maryam Sharifdoust[4]

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. College of Physical Education and Sport Sciences, Al-Zahra University, Tehran, Iran.
3. College of Physical Education and Sport Sciences, Al-Zahra University, Tehran, Iran.
4. Department of Statistics and Mathematics, Khomeinishahr Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

* Corresponding author:
College of Physical Education and Sport Sciences, Al-Zahra University, Tehran, Iran.
Tel: 02188041468
Email: E5shojaei@yahoo.com

Abstract

Received: Jan. 15, 2018 Accepted: Feb. 28, 2018

Objective: The center of mass is dependent on the distribution of mass and the properties of the length of the upper parts of the body to the lower parts of the body. This plays a fundamental role in the body's balance, which can be measured in various ways. The purpose of this study was to provide a model for determining the center of mass in girls and boys aged 6 to 12 years.

Methods: Participants in this study were 192 healthy girls and 192 healthy boys who were studying in Isfahan, who were selected through cluster sampling from among 154850 students. For this purpose, their mass was measured with a bascule, and the variables related to stature with a meter and the center of mass with a weighing machine based on calculating torques. The variables that had the greatest impact on the center of mass were determined through a multivariate regression assumptions and stepwise method and some models were proposed.

Results: The model obtained for girl's, showed that the stature, body mass index and sitting height per stature ratio, could be used to estimate the center of mass, and that the estimated center of mass for boy children, with stature, sitting height and sitting height per stature ratio, could be obtained through an equation.

Conclusion: It is recommended to use the obtained equations in order to estimate the center of mass of children's bodies, rather than using multiple and sometimes difficult, time-consuming and costly methods and calculations.

Keywords: Children, Center of mass, Equation, Torque

Downloaded from biomechanics.iauh.ac.ir at 19:46 +0430 on Wednesday April 24th 2019

اکبر طاهریان، دانشجوی دکتری تخصصی رشد حرکتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، اخذ مدارک کارشناسی و کارشناسی ارشد از دانشگاه‌های اصفهان، زمینه تحقیقاتی موردعلاقه‌ی ایشان، بررسی بیومکانیک رشد حرکتی و جسمانی انسان می‌باشد. مدرس دروس بیومکانیک ورزشی، فیزیک در تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، سنجش و اندازه‌گیری در تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در دانشگاه‌های فرهنگیان و آزاد اسلامی بوده و چندین مقاله و طرح پژوهشی در زمینه‌های سرعت ورزشکاران دارد.

دکتر معصومه شجاعی، دکتری تخصصی رشد و تکامل و یادگیری حرکتی، رئیس و اولین دانشیار دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه الزهرا، عضو هیئت‌مدیره‌ی انجمن رفتار حرکتی و روانشناسی، مؤلف و مترجم چندین کتاب در حیطه رشد و تکامل، عضو کمیسیون روانشناسی کمیته ملی المپیک، عضو شورای واژه‌گزینی ورزش در فرهنگستان زبان و ادب فارسی، عضو کمیسیون زنان و ورزش، عضو شورای اخلاق حرفه‌ای دانشگاه الزهرا، نایب‌رئیس بانوان هیئت اسکواش استان تهران می‌باشد. تدریس در دانشگاه‌های معتبر تهران در مقاطع تحصیلات تکمیلی، راهنمایی و مشاوره دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری کشور را به عهده دارد.

دکتر افخم دانشفر متولد ۱۳۴۸ هجری شمسی، متولد تهران، دکتری تخصصی رشد و تکامل حرکتی، دانشیار و معاونت دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه الزهرا می‌باشد. راهنمایی و مشاوره دانشجویان تحصیلات تکمیلی کشور، تدریس دروس رفتار حرکتی در دانشگاه‌های معتبر تهران، ارائه مقالات، طرح‌های پژوهشی، سخنرانی در همایش‌ها در داخل و خارج کشور را برعهده دارد. دارای چندین کتاب ترجمه و تألیف در زمینه رشد و تکامل حرکتی می‌باشد.

دکتر مریم شریف‌دوست، متولد ۱۳۵۲، استادیار دانشگاه آزاد واحد خمینی‌شهر اصفهان می‌باشد. کارشناسی آمار از دانشگاه صنعتی اصفهان و کارشناسی ارشد از دانشگاه شیراز بوده و دکتری تخصصی از دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران را در سال ۱۳۸۵ اخذ نموده است. دروس آمار استنباطی پیشرفته، روش تحقیق و سمینار را تدریس می‌نماید. زمینه‌های تخصص او، شامل مدل‌سازی آماری، توزیع‌های آماری و شبکه‌های عصبی است. مدرس کارگاه‌های SPSS پیشرفته می‌باشد. دارای بیش از ۳۰ مقاله داخلی و خارجی و کنفرانس‌ها، عضو و نماینده انجمن ریاضی کشور، عضو و نماینده انجمن آمار ایران. مؤلف و مترجم کتابهای آمار و راهنمایی و مشاوره‌ی دانشجویان تحصیلات تکمیلی را در عهده‌دار است.