علوم زیستی ورزشی ° زمستان ۱۳۹۲
دورهٔ ۵، شمارهٔ ۴، ص ۶۵- ۷۶
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۱۰

مقایسه و روایی‌سنجی ابزارهای منتخب برآورد درصد چربی در دختران غیرفعال

مجید کاشف- سارا زارع کاریزک[1]- میثم شعبانی‌نیا

دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

چکیده

هدف از این تحقیق، مقایسه و روایی‌سنجی روش‌های منتخب برآورد درصد چربی بود. بدین منظور ۳۰ دانشجوی دختر غیرفعال دانشگاه شهید رجایی با میانگین سنی ۱/۹۱ع۲۰/۹۳ سال، قد۴/۵۷ع۱۶۴/۷۳ سانتی‌متر و وزن ۸/۰۲ع ۵۶/۶۵کیلوگرم به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند و در قالب طرح متقاطع در چهار روز مجزا و در هر روز به‌طور تصادفی در یکی از حالت‌های مختلف چهارگانه (کالیپرهای دیجیتال، هارپندن، پلاستیکی و دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی) برای محاسبهٔ درصد چربی قرار گرفتند. اندازه‌گیری‌ها از سه ناحیهٔ سه‌سر، فوق‌خاصره و ران صورت گرفت. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری را بین کالیپر هارپندن با پلاستیکی (P=۰/۰۴۵) و کالیپر دیجیتال با پلاستیکی (P=۰/۰۰۳) نشان داد. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نیز نشان داد که بالاترین ارتباط بین کالیپر هارپندن و دیجیتال (r= ۰/۸۹۸ و P = ۰/۰۰۰) وجود دارد. همچنین بالاترین ضریب رگرسیون به کالیپر دیجیتال (۰/۸۱۷=) و بعد از آن به بیوایمپدانس الکتریکی اختصاص داشت (۰/۲۴۴=). کالیپر پلاستیکی نیز کمترین ضریب رگرسیونی را نشان داد (۰/۱۴=). شایان ذکر است که میزان همپوشانی متغیرهای پیشگوی کالیپر هارپندن (R^2 = ۰/۸۳۹) بود. بنابر نتایج مذکور، توصیه می‌شود نخست از کالیپر هارپندن برای تخمین درصد چربی استفاده شود. درصورت عدم دسترسی به این کالیپر، به‌ترتیب می‌توان از کالیپر دیجیتال و بیوایمپدنس الکتریکی استفاده کرد. همچنین از کالیپر پلاستیکی، باید با احتیاط استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی

درصد چربی بدن و دختران غیرفعال، کالیپر هارپندن.

---

۱. نویسنده مسئول ۰۹۱۵۱۵۹۵۵۸۷ Email: Sarazarekarizak@gmail.com

مقدمه

چاقی یکی از مشکلات بزرگ جوامع امروزی به‌شمار می‌رود که در نتیجهٔ عدم تعادل انرژی در بدن ایجاد می‌شود (۱۴). در واقع چاقی مشکل چندعاملی است و این عدم تعادل انرژی به کاهش چشمگیر در فعالیت ورزشی و تغییر الگوهای غذایی مربوط می‌شود (۱۵،۱۷،۱۳،۱۱،۹).این تغییرات فردی در حالت‌های تغذیه‌ای، مشکلات بالقوه‌ای هستند که اثر زیادی بر سطوح مختلف جوامع، اعم از اقتصادی، اجتماعی و فردی دارند. تغذیهٔ نادرست، چاقی یا هر دو، مشکل اصلی سلامت در جهان کنونی به‌شمار می‌آیند (۱۲). چاقی موجب توسعهٔ بیماری‌های مزمن می‌شود و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی به‌همراه دارد (۹). در نتیجه، مدیریت چاقی مسئلهٔ مهمی در زمینهٔ بهداشت عمومی محسوب می‌شود و در جوامع در حال توسعه ارزیابی درصد چربی بدن (%BF) کاربرد زیادی در ارزیابی حالات تغذیه‌ای، چاقی و پیشگیری از عواقب بعدی آن دارد. همچنین با ارزیابی درصد چربی می‌توان توسعهٔ رشد و تکامل کودکان، بیماری‌های خاص و سازگاری‌های ایجادشده در اثر تمرین‌های ورزشی را بررسی کرد (۸). روش‌های تأییدشدهٔ گوناگونی برای ارزیابی درصد چربی وجود دارد. روش جذب‌سنجی دوگانهٔ انرژی اشعهٔ X یا دگزا (DEXA)[1]، روش چگالی‌سنجی زیرآب، سونوگرافی و MRI[2] از گسترده‌ترین روش‌های کاربردی در مطالعات سنجش درصد چربی بدن هستند و همگی این روش‌ها بسیار گران، حجیم و دارای تجهیزات تهاجمی‌اند و برای کاربرد روزانهٔ شناخت درصد چربی، غیر قابل استفاده و نامناسب‌اند (۷). درحالی‌که روشی بسیار کاربردی، ساده و غیرتهاجمی برای ارزیابی بافت چربی زیر پوستی، استفاده از تجهیزات ارزان‌قیمت و قابل حملی مانند کالیپر اسکین فولد (SC) است (۸). این وسیله به ارزیابی غیرمستقیم و کمی بافت چربی، از طریق اندازه‌گیری لایه‌های چربی زیر پوستی می‌پردازد (۸). SC روش قابل تشخیص معتبری را مهیا کرده و از اندازه‌گیری چربی زیر پوستی به‌منظور تخمین %BF استفاده می‌کند. هرچند SC براساس مدل دوبخشی عمل می‌کند که بدن را به دو بخش تودهٔ چربی و تودهٔ بدون چربی تقسیم می‌کند، با این حال اندازه‌گیری‌های SC از طریق روش‌های بسیار سالم و معتبری انجام می‌پذیرد و روش‌های استاندارد را دنبال می‌کنند تا تصمیم‌های

1. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry(DEXA)
2. Magnetic resonance imaging (MRI)

ذهنی و تغییرپذیری فردی را به حداقل برسانند (۵،۸). انواع SC به‌عنوان ابزار معتبری در محدودیت‌های موجود در حوزهٔ تغذیه‌ای پذیرفته شده‌اند، که این عامل میزان جذاب بودن آنها را کاهش می‌دهد، ازاین‌رو در سنجش‌های روزمره کمتر به‌کار می‌روند. در حقیقت حرکت عقربه که به‌صورت آنالوگ طی انجام تست عمل می‌کند (نه به‌صورت مدل دیجیتالی)، به‌دلیل رها بودن بافت چربی تحت فشار، اندازه‌گیری را با مشکل مواجه ساخته است و به ارزیابی ذهنی طی استفاده از کالیپر می‌انجامد. همچنین عمل شمارش (۲، ۳ یا ۴ ثانیه)، زمانی‌که دهانهٔ کالیپر با سطوح لایه‌های چربی برخورد می‌کند و سپس فشار دهانهٔ کالیپر به‌آهستگی رها می‌شود، بسیار ذهنی است (۸،۱۰). به‌علاوه ثبت دستی داده‌ها زمان‌بر است یا حتی نیازمند به‌کارگیری وسیله‌ای دیگر برای ثبت داده‌هاست. همچنین، فرایند بیان کلامی در ثبت، داده‌های اندازه‌گیری‌شده را با خطاهایی روبه‌رو می‌سازد. در نهایت، تقابل طبیعی تفاوت‌های فردی، عامل مؤثری بر نحوهٔ خواندن عقربه SC است. به‌علاوه، برای تخمین چگالی و درصد چربی بدن، معادلات رگرسیونی پس از اندازه‌گیری چین پوستی مورد نیاز خواهند بود. معادلات زیادی برای این موضوع وجود دارند که براساس سن، جنس و گروه‌های ویژه‌ای از افراد، توسعه یافته‌اند. این محاسبات نیز وظیفه‌ای اضافی پس از تخمین BF% هستند که بسیار سخت و زمان‌برند. در پی این مشکلات و ضرورت بهبود دقت اندازه‌گیری و فرایند گردآوری اطلاعات و ثبت داده‌ها، استفاده از فناوری‌هایی مانند SCهای دیجیتال و دستگاه‌های بایوایمپدانس مرسوم شده است. اساس کار بایوایمپدانس الکتریکی نیز مبتنی‌بر قبول شرایط و مفروضه‌هایی است. دستگاه مقاومت الکتریکی زیستی یا بایوایمپدانس(BI)[1] اطلاعات جامعی را در مورد درصد چربی بدن، مقدار پروتئین‌ها و مواد معدنی بدن و نمایهٔ تودهٔ بدن و وزن مطلوب در اختیار آزمونگر قرار می‌دهد. اساس کار اندازه‌گیری این روش بدین صورت است که جریان نامحسوس الکتریکی از طریق الکترودهای متصل به اندام‌های انتهایی (دست و پا) عبور داده می‌شود. هدایت جریان الکتریکی از میان بافت‌ها به توزیع آب و الکترولیت‌های آن بافت بستگی دارد. تودهٔ بدون چربی تقریباً دربرگیرندهٔ تمامی آب بدن و الکترولیت‌های هدایت‌کننده است. در نتیجه، هدایت در تودهٔ بدون چربی به‌مراتب بیشتر از تودهٔ چربی است. به‌عبارت دیگر، جریان الکتریکی از میان تودهٔ بدون چربی بسیار آسان‌تر و سریع‌تر می‌گذرد. تودهٔ

1. Bio-impedance

چربی مقاومت بیشتری دارد. به این معنا که عبور جریان الکتریکی در تودهٔ چربی بـه‌مراتـب مشـکل‌تـر است. ازاین‌رو مقدار عبور جریان الکتریکی از بافت‌ها به مقدار نسبی چربی موجود در بافت بستگی دارد. در روش مقاومت الکتریکی زیستی با اندازه‌گیری مقاومت و هدایت‌پذیری یا هر دو، امکان برآورد چربـی نسبی فراهم می‌شود. دستگاه BI به‌شدت به میزان هیدراسیون و دی‌هیدراسیون حسـاس اسـت و تنهـا در شرایط هیدراسیون کافی قابلیت کاربرد دارد (۱۴). روش نسبتاً طلایی که امروزه کـاربرد وسـیعی در تخمین چین‌های زیر پوستی پیدا کرده، استفاده از کالیپرهای هارپندن است، کـه قابلیـت انـدازه‌گیـری چین‌های پوستی تا مرز ۵۰ میلی‌متـر را دارد. مطالعـات نشـان مـی‌دهنـد کـه نتـایج حاصـل از کـالیپر هارپندن همبستگی بالایی با روش چگالی‌سـنجی زیـر آب و X-RAY دارد (P=۰/۰۰۱ R=۰/۸۷)کـه نشان‌دهندهٔ روایی بالای این کالیپر است (۶،۴). هرچند این کالیپرها به‌طور گسترده در تحقیقات علمی استفاده می‌شوند، در عمل، تا اندازهٔ معینی کـاربردی هسـتند (۱۴). بـدین معنـی کـه هرچنـد کـالیپر هارپندن نسبت به دیگر کالیپرها اغلب به‌دلیل ظرافت در طراحی و ساخت، به ابـزاری پایـا و معتبـر در تعیین چین‌های زیر پوستی بدل شده (۱۴)، با این حال، تخصـص محقـق در نحـوهٔ اسـتفاده از آن نیـز درکارایی این کالیپر مؤثر است. به‌علاوه، این کالیپر گران‌قیمت‌ترین کـالیپر اسـت (حـدود ۴۰۰ دلار) و به‌منظور اعمال فشار ثابت ۱۰ گرم بر میلی‌متر مربع، پـیش از اسـتفاده بایـد آن را کـالیبره کـرد. بنـابر فرضیه‌ها، مزیت‌ها و معایب مذکور، اینکه کدام‌یک از روش‌های برآورد درصد چربی همخوانی بیشتری با یکدیگر دارند، محققان را با چالش جدی روبه‌رو کرده است. ازایـن‌رو هـدف از ایـن تحقیـق، مقایسـه و اعتباریابی روش‌های منتخب برآورد درصد چربی بدن دختران جوان غیرفعال بـا تأکیـد بـر روش نسـبتاً طلایی کالیپر هارپندن براساس معادلات پیشگویی‌کننده بود.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر در زمرهٔ تحقیقات کاربردی است. جامعهٔ آمـاری تحقیـق را دانشـجویان دختـر غیرفعـالی تشکیل می‌دادند که در حال گذراندن واحد تربیت بـدنی عمـومی بودنـد. از طریـق فراخـوان عمـومی و به‌صورت داوطلبانه ۳۲ تن از این افراد انتخاب شدند. شایان ذکر است که نتایج اندازه‌هـای تـن‌سـنجی و همچنین سن آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است. پس از انتخاب آزمودنی‌ها براساس معیار محقق ملاک،

آنها در ۴ روز مجزا به آزمایشگاه دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی فراخوانده شدند. سپس طرح تحقیق به‌طور متقاطع به شرح زیر انجام پذیرفت. در هر روز افراد براساس قرعهٔ آن روزِ خود، در یکی از گروه‌های چهارگانه برای ارزیابی درصد چربی (کالیپر هارپندن، دیجیتال، پلاستیکی و دستگاه بیوایمپدانس) قرار گرفتند. بدین صورت که ابتدا نقاط مورد نظر با نشانگر مخصوص علامت‌گذاری شد تا خطای ذهنی در تخمین نقطهٔ مورد نظر به حداقل ممکن کاهش یابد. سپس با استفاده از کالیپر نقاط مورد نظر اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که کلیهٔ اندازه‌گیری‌ها به‌طور پیش‌فرض در سه وهله انجام پذیرفت (۱۴). به‌علاوه تمامی اندازه‌گیری‌ها از سمت راست بدن آزمودنی‌ها صورت گرفت (۱۴). در تحقیق حاضر لایهٔ چربی با کالیپر هارپندن ساخت انگلیس، کالیپر دیجیتال مانیتوردار مدل اومرون (omron) ساخت آمریکا و کالیپر پلاستیکی ساخت ایران اندازه‌گیری و درصد چربی بدن با دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی مدل Omron HBF-516 Full Body Composition ساخت آمریکا محاسبه شد. به‌علاوه، از آنجا که نمونه‌های تحقیق حاضر دختران غیرفعال بودند، از مدل سه‌نقطه‌ای جکسون و همکاران (۱۹۸۰) استفاده شد. در این روش از سه نقطهٔ سه سر بازو، فوق‌خاصره و نقطهٔ میانی ران برای ارزیابی چین‌های پوستی استفاده می‌شود (۱۴). پس از سنجش سه نقطه در سه دور متوالی، مقدار چگالی بدن آزمودنی‌ها براساس معادلهٔ زیر برای هر سه بار متوالی تعیین شد (۱۴):

$$Bd_F = 1.099421 - (0.0009929 \quad 3sits) + (0.0000023 \times (\ 3sits)^2) - (0.0001392 \times age)$$

در اینجا Bd_F چگالی بدن آزمودنی خانم، 3 جمع سه نقطه‌چین پوستی و Age سن آزمودنی است. در نهایت عدد به‌دست‌آمده از این فرمول در معادلهٔ سیری (۱۹۵۶) قرار گرفت تا درصد چربی بدن آزمودنی به‌دست آید (۱۸):

$$\%\ F\ (siri,\ 1956) = [(4.95 \div Bd_F)^{\circ}\ 4.5] \times 100$$

در اینجا F % برابر درصد چربی است. شایان ذکر است که در تحقیق حاضر به‌منظور افزایش صحت برآورد داده‌ها، درصد چربی برای هر آزمودنی و طی هر روش، سه مرتبه تعیین شد و در نهایت میانگین این سه مرتبه به‌عنوان میانگین درصد چربی آزمودنی در نظر گرفته شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۰ برای تجزیه‌وتحلیل آماری استفاده شد؛ بدین ترتیب که در بخش آمار توصیفی از مقادیر گرایش مرکزی و پراکندگی، میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد.

آزمون کلموگروف- اسمیرنوف نیز به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها به‌کار رفت. سپس از روش‌های آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی، ضریب همبستگی پیرسون و تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی به‌ترتیب به‌منظور تعیین اختلاف و تعیین همبستگی ابزارهای اندازه‌گیری و همچنین تعیین قدرت پیشگویی درصد چربی در هر کدام از ابزارهای اندازه‌گیری استفاده شد. سطح معناداری ۰۵/۰ > P در نظر گرفته شده بود.

نتایج

آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی سن و شاخص‌های تن‌سنجی آزمودنی‌های مورد تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار آماری ارزیابی شد (جدول ۱).

جدول ۱. آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی سن و شاخص‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها

شاخص	آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی		
	میانگین و انحراف معیار	حداقل	حداکثر
تعداد: ۳۰ نفر سن (سال)	۱/۹۱ع۲۰/۹۳	۱۹	۲۹
قد (سانتی‌متر)	۴/۵۷ع۱۶۴/۷۳	۱۵۴	۱۷۳
وزن (کیلوگرم)	۸/۰۲ع ۵۶/۶۵	۴۵/۳	۷۶
نمایهٔ تودهٔ بدن (کیلوگرم متر مربع)	۳/۹۷ع۲۰/۸۴	۱۸/۰۰۱	۳۵/۸۸

نتایج این آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی در مورد شاخص‌های برآورد درصد چربی بدن آزمودنی‌ها در جدول ۲ آمده است. همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود، بیشترین برآورد درصد چربی مربوط به کالیپر پلاستیکی است. پس از آن سایر ابزارها اعداد مشابهی را در میانگین محاسبه‌شده نشان دادند. با این حال، با بررسی دقیق‌تر اعداد، مشخص می‌شود که پس از کالیپر پلاستیکی، کالیپر هارپندن، بایوایمپدانس الکتریکی و در نهایت کالیپر دیجیتال به‌ترتیب بیشترین برآوردهای درصد چربی را به خود اختصاص دادند، به نحوی که کمترین برآورد درصد چربی مربوط به کالیپر دیجیتالی بود.

جدول ۲. آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی ابزارهای بیان درصد چربی آزمودنی‌ها

ابزار بیان درصد چربی	آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی		
	میانگین و انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کالیپر هارپندن	۲۵/۴۹ع۳/۹۷	۱۸/۰۱	۳۵/۸۸
کالیپر پلاستیکی	۲۷/۶۳ ۵/۱۴	۱۷/۷۸	۴۱/۳۱
کالیپر دیجیتالی	۲۵/۲۶ع۳/۹۳	۱۸/۰۷	۳۶/۰۳
بایوایمپدانس الکتریکی (BI)	۲۵/۲۹ع۴/۸۹	۱۵/۱	۳۳/۱

در بررسی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری، نتایج نشان داد که به‌طور کلی بین روش‌های اندازه‌گیری درصد چربی اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۰). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نیز محل دقیق این تفاوت‌ها را به‌ترتیب بین نتایج مربوط به کالیپر پلاستیکی با هارپندن (P=۰۴۵/۰) و پلاستیکی با دیجیتال (P=۰/۰۰۳) نشان داد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری

اثر	روش‌های اندازه‌گیری	میانگین± انحراف استاندارد	درجهٔ آزادی	F	P
عامل درصد چربی	بیوایمپدانس الکتریکی	۲۵/۲۹ع۴/۸۹	۳	۶/۷۰۶*	۰/۰۰۰
	کالیپر هارپندن	۲۵/۴۹ع۳/۹۷			
	کالیپر دیجیتال	۲۵/۲۶ع۳/۹۳			
	کالیپر پلاستیکی	۲۷/۶۳ع۵/۱۴			

سطح معناداری پذیرفته‌شده ۰/۰۵> p است.

همان‌طورکه از جدول ماتریسی مربوط به آزمون ضریب همبستگی پیرسون(جدول ۴) بر می‌آید، می‌توان گفت که بین تمامی ابزار بیان درصد چربی بدن ارتباط معناداری در سطح ۰/۰۵> P وجود داشت. در همین راستا مشخص شد که بالاترین ضریب همبستگی بین کالیپر هارپندن و کالیپر دیجیتال وجود دارد که این ارتباط به لحاظ آماری معنادار بود (r= ۸۹۸/۰ و P = ۰۰۰/۰). به‌علاوه، بالاترین ارتباط همبستگی پس از آن مربوط به کالیپر هارپندن و بایوایمپدانس الکتریکی (BI) بود (r= ۷۹۲/۰ و P = ۰۰۰/۰). در نهایت کالیپر پلاستیکی کمترین ارتباط معنادار را با دیگر ابزار سنجش

درصد چربی بدن داشت، به‌طوری‌که پایین‌ترین ارتباط همبستگی مربوط به کالیپر پلاستیکی و کالیپر هارپندن بود (r= ۵۵۷/۰ و P = ۰۰۱/۰). این نتایج در جدول ۴ آمده است. ضرورتاً این داده‌ها بیانگر آنند که بین تمامی ابزارهای بیان درصد چربی ارتباط معناداری وجود داشت. اما اینکه این ارتباط معنادار ناشی از ارتباط واقعی داده‌هاست یا زیاد بودن تعداد نمونه‌ها، باید با روش‌های آماری دقیق‌تری به آن پاسخ داد.

جدول ۴. ارتباط همبستگی میان ابزارهای بیان درصد چربی منتخب در آزمودنی‌ها

ابزار بیان درصد چربی		کالیپر هارپندن	کالیپر پلاستیکی	کالیپر دیجیتالی	بایوایمپدانس-الکتریکی (BI)
کالیپر هارپندن	ضریب همبستگی		۰/۵۷۷	۰/۸۹۸	۰/۷۹۲
	میزان معناداری		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
کالیپر پلاستیکی	ضریب همبستگی			۰/۷۶۷	۰/۶۲۷
	میزان معناداری			۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
کالیپر دیجیتالی	ضریب همبستگی				۰/۷۷۰
	میزان معناداری				۰/۰۰۰
بایوایمپدانس-الکتریکی (BI)	ضریب همبستگی				
	میزان معناداری				

سطح معناداری پذیرفته‌شده ۰/۰۵> p است.

همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود، صرف نظر از کالیپر پلاستیکی، کالیپر هارپندن بالاترین ضرایب همبستگی را با دیگر ابزارها کسب کرد که تأییدکنندهٔ روایی کالیپر هارپندن در تعیین درصد چربی بدن آزمودنی‌هاست. بنابراین با توجه به روایی بالای این کالیپر براساس تحقیقات پیشین (۶،۴) و همچنین نتایج حاصل از این تحقیق، در تجزیه‌وتحلیل رگرسیون از کالیپر هارپندن به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر انواع ابزارهای سنجش درصد چربی به‌منزلهٔ پیش‌بین آن مدنظر قرار گرفتند. هدف از این تجزیه‌وتحلیل عبارت بود از اینکه، اولاً میزان دقیق پیش‌بینی سایر ابزارهای برآورد درصد چربی براساس کالیپر هارپندن سنجیده شود و در ثانی مشخص شود کدام روش می‌تواند به‌عنوان بهترین پیش‌بین آن عمل کند. در همین راستا نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که بین ابزارهای منتخب برآورد درصد چربی بدن دختران غیرفعال ارتباط خطی مناسبی برقرار است (R = ۹۱۶/۰). مقدار مربع

R نشان داد که حدود ۸۳ درصد از انحراف در متغیر وابسته (کالیپر هارپندن) را می‌توان از سه روش منتخب دیگر به‌دست آورد (۸۳۹/۰ = R^2). همچنین با مشاهدهٔ ضرایب رگرسیون مشخص شد که قوی‌ترین ضریب رگرسیون مربوط به کالیپر دیجیتالی بود (۸۱۷/۰ =). پس از آن دستگاه بیوایمپدانس (۰۲۴/۰=) در جایگاه دوم و درنهایت کالیپر پلاستیکی با پایین‌ترین ضریب بتا (۰۱۴/۰=) در جایگاه آخر پیشگویی درصد چربی بدن قرار گرفت. جدول ۵ مقادیر رگرسیون و ضرایب وابسته به آن را نشان می‌دهد.

جدول ۵. رگرسیون و ضرایب وابسته به آن در میان ابزارهای منتخب بیان درصد چربی در آزمودنی‌ها

ابزار بیان درصد چربی	رگرسیون و ضرایب وابسته به آن در گروه مورد بررسی		
	ضرایب رگرسیون استانداردنشده		ضریب رگرسیون استاندارد ( )
	ضریب رگرسیون	خطای معیار (SE)	
کالیپر پلاستیکی	- ۰/۱۰۸	۰/۰۹۵	- ۰/۱۴
کالیپر دیجیتالی	۰/۸۲۵	۰/۱۵۸	۰/۸۱۷
بایوایمپدانس-الکتریکی (BI)	۰/۱۹۸	۰/۱	۰/۲۴۴
مقادیر رگرسیون : مقدار ثابت( ) : ۲/۶۲۴ مقدار R : ۰/۹۱۶ مقدار R^2 : ۰/ ۸۳۹ مقدار R^2 تعدیل‌شده : ۰/۸۲			

سطح معناداری پذیرفته‌شده ۰/۰۵> p است.

بحث و بررسی

هدف از این تحقیق، مقایسه و اعتباریابی روش‌های منتخب برآورد درصد چربی بدن دختران جوان غیرفعال با تأکید بر روش نسبتاً طلایی کالیپر هارپندن براساس معادلات پیشگویی‌کننده بود. همان‌طورکه از نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی برمی‌آید، اختلاف معناداری بین نتایج حاصل از کالیپر پلاستیکی با کالیپر هارپندن (P=۰/۰۴۵) و کالیپر پلاستیکی با دیجیتال (P=۰/۰۰۳) وجود داشت. در مورد آزمون ضریب همبستگی پیرسون نیز هرچند بین کلیهٔ روش‌های منتخب در بیان درصد چربی دختران غیرفعال همبستگی معناداری وجود داشت، بالاترین ضریب همبستگی بین کالیپر هارپندن و کالیپر دیجیتال مشاهده شد (r= ۰/۸۹۸) و کالیپر

پلاستیکی کمترین همبستگی را با دیگر ابزار سنجش درصد چربی بدن نشان داد. به‌طوری‌که کمترین ارتباط همبستگی مربوط به کالیپر پلاستیکی و کالیپر هارپندن بود (r= ۰/۵۵۷). این موضوع که چرا بین کلیهٔ ابزارهای بیان درصد چربی همبستگی معناداری وجود داشت، ظاهراً ممکن است به دو دلیل باشد؛ الف) وجود ارتباط قوی میان دو متغیر و ب) زیاد بودن حجم نمونه (۳،۱). با توجه به مقادیر ضرایب رگرسیون (جدول ۵) مشخص می‌شود که تنها کالیپر دیجیتال ارتباط قوی با کالیپر هارپندن ایجاد کرده بود و لزوماً معناداری سایر ابزارها به‌ویژه کالیپر پلاستیکی، تنها به‌دلیل اخذ نمونه‌های زیاد است و حاکی از وجود ارتباط قوی میان متغیرها نیست. در واقع ضریب پیشگویی ۸۳ درصدی کالیپر دیجیتال که از لحاظ آماری نیز معنادار بود (t = ۵/۲۱ و P = ۰/۰۰۰)، آن را به‌عنوان روشی معتبر در تخمین درصد چربی بدن دختران غیرفعال، همانند کالیپر هارپندن معرفی کرد. پس از آن دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی با ضریب پیشگویی۰/۲۴ در جایگاه دوم قرار گرفت و کالیپر پلاستیکی با کمترین ضریب پیشگوی۰/۱۴ ،به‌عنوان ضعیف‌ترین پیشگوی درصد چربی بدن معرفی شد. در مورد تفاوت قدرت تخمین درصد چربی به‌وسیلهٔ دستگاه بایوایمپدانس و کالیپر دیجیتال، می‌توان به عدم تناسب میان دستگاه بایوایمپدانس و کالیپر هارپندن (در قیاس با کالیپر دیجیتال و هارپندن) اشاره کرد. بدین معنی که اساس کار دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی استفاده از جریان‌های خفیف الکتریکی متقاطع در بدن است، به‌طوری‌که جریان‌های الکتریکی ضعیف به‌صورت ضربدری از دست راست به پای چپ و از دست چپ به پای راست می‌روند. در این حین دستگاه با بازخوانی جریان‌های عبورداده‌شده از بافت‌های مختلف (که درصد عبور آنها از بافت عضله به‌دلیل آب بافتی و میان‌بافتی بیشتر، بالاتر است) به ثبت و بیان درصد چربی و تودهٔ عضلانی اقدام می‌کند (۱۴). اما در کالیپر دیجیتال براساس معیار ازپیش‌تعیین‌شده ابتدا چین‌های زیر پوستی تخمین زده می‌شود و پس از آن کالیپر براساس معادلات پیش‌فرض موجود در دستگاه (اغلب معادلات سیری یا بروزک) به بیان درصد چربی بدن می‌پردازد (۲،۱۴). ازاین‌رو قدرت پیشگویی کمتر دستگاه بیوایمپدانس الکتریکی نسبت به کالیپر دیجیتال را می‌توان به اختلاف در ماهیت و نوع روش‌های متفاوت در تخمین درصد چربی بدن نسبت داد. در مورد کالیپر پلاستیکی علاوه‌بر وجود تفاوت معنادار و پایین‌ترین همبستگی با کالیپر هارپندن، پایین‌ترین ضریب رگرسیون نیز به این کالیپر اختصاص یافت که شاید بتوان این نتایج را به طراحی ضعیف آن

نسبت داد، چرا که این کالیپر تنها برای لایه‌های زیر پوستی اندک قابلیت کاربرد دارد و پس از آن به‌سبب از دست رفتن خاصیت فنری موجود در کالیپر، موجب بیش از حدِ واقعی نشان دادنِ درصد چربی و افزایش احتمال اشتباه در این زمینه می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی اگرچه کالیپر هارپندن روش نسبتاً طلایی در تخمین اولیهٔ چین‌های زیر پوستی در تحقیقات علمی پیشرفته است، به‌دلیل دسترسی اندک به آن در جامعهٔ ما این امکان در اختیار کلیهٔ محققان کشور وجود ندارد؛ درحالی‌که دسترسی به کالیپرهای دیجیتال برای محققان راحت‌تر است. براساس یافته‌های ما و با استفاده از مقدار ثابت به‌دست‌آمده از کالیپر هارپندن (۲/۶۲۴ =) و استفاده از ضریب رگرسیون کالیپر دیجیتال در تحقیق حاضر (۰/۸۱۷ =)، می‌توان مقدار درصد چربی تخمین‌زده‌شده از طریق کالیپر هارپندن را به کمک معادلهٔ خطی رگرسیون ((X ×) + = رگرسیون) پیش‌بینی کرد (۳،۱). در نتیجه به محققان توصیه می‌شود در ابتدا از کالیپر هارپندن برای تعیین چین‌های زیرپوستی و تخمین درصد چربی بدن استفاده کنند. در صورت عدم امکان دسترسی به کالیپر هارپندن، استفاده از کالیپر دیجیتالی به‌کارگرفته‌شده در تحقیق حاضر، قابلیت اجرای بالایی دارد. در نهایت استفاده از دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی (BI) نیز با در نظر گرفتن و رعایت شرایط اساسی در انجام آن، بلامانع است. اما استفاده از کالیپر پلاستیکی به محققان توصیه نمی‌شود و در صورت استفاده باید از صحت دقت آن از طریق کالیبره کردن با دیگر ابزارهای موجود در بیان درصد چربی، اطمینان حاصل کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. دلاور،علی (۱۳۸۸). *تجزیه‌وتحلیل آماری در روانشناسی و علوم تربیتی*، انتشارات ارسباران.
۲. رابرتزا،رابرگس. اسکات اُ،رابرتز (۱۳۸۵). *اصول بنیادی فیزیولوژی ورزش*، ترجمهٔ عباسعلی گائینی و ولی‌الله دبیدی روشن، تهران، انتشارات سمت.

۳. سپاسی، حسین . نوربخش، پریوش (۱۳۸۲). *اندازه گیری و ارزشیابی در تربیت بدنی و علوم ورزشی*، تهران، انتشارات سمت.

4. Gibson RS.(2005). Principles of Nutritional Assessment, 2 ed. New York: Oxford University Press.
5. Heymsfield SB. (2008) Development of imaging methods to assess adiposity and metabolism. Int J Obes.Vol:32, NO:2, pp: 76-82.
6. Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB. (2005). Human Body Composition, 2nd ed. Champaign,IL: Human Kinetics.
7. Katzmarzyk PT, Gledhill N, Shepard RJ. (2000). The economic burden of physical inactivity in Canada. CMAJ; Vol:163, NO:2, pp: 1435-1440.
8. Lee RD and Nieman DC. (2007). Nutritional Assessment, 4 th ed. Boston: McGraw Hill Higher Education.
9. Maffeis C. (2000). Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. Eur J Pediatr; Vol:159, NO: 1, pp: 35˚44.
10. Maria T Restivo and et al (2012). A digital Calliper for training and study purposes. Asia Pac J Clin Nutr; vol: 21, NO:2, pp:182-190.
11. Riddoch CJ, Bo Andersen L, Wedderkopp N, Harro M, Klasson- Heggebo L, Sardinha LB, et al. (2004). Physical activity levels and patterns of 9 and 15-yr-old European children. Med Sci Sports Exerc; Vol.36 , NO.2, pp: 86˚92.
12. Roger Eston and Thomas Reilly (2008). Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data 3rd Revised edition, v. 1, Anthropometry. Part of one: Human body composition; p.p: 31-54.
13. Steinbeck KS. (2001). The importance of physical activity in the prevention of overweight and obesity in childhood: a review and an opinion.Obese Rev; Vol:28, NO:3, pp: 117˚130.
14. Sturm R. (2005) Childhood obesity-what we can learn from existing data on societal trends. Prevent Chron Dis, pp:1-9.
15. World Health Organization.Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. [Internet] . Dec 2002 [cited 2003 May 19] ; Available from : http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916.