

---

## ارتباط شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل ایستا و پویا

---

دکتر امیر سرشین\*<sup>۱</sup>، دکتر عیدی علیجانی<sup>۱</sup>، فواد فیض الهی<sup>۲</sup>، دکتر صدرالدین شجاع الدین<sup>۳</sup>،  
دکتر فرشاد تجاری<sup>۲</sup>، سامان پاشایی<sup>۴</sup>، جمال عبدی<sup>۵</sup>

ص ص: ۹۳-۶۹

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۲۱

تاریخ تصویب: ۹۰/۱۰/۱۰

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی رابطه شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل ایستا و پویا در شرایط مختلف ارزیابی تعادل بود. ۳۲ آزمودنی سالم ورزشکار دانشجو (سن:  $21/94 \pm 2/9$  سال، قد:  $173/97 \pm 7/80$  سانتیمتر، وزن:  $8/66 \pm 67/81$  کیلوگرم) در این پژوهش شرکت کرده‌اند. با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدنی، اندازه‌گیری شاخص‌های ترکیب بدنی پایان گرفت. سپس تعادل ایستا با استفاده از سیستم امتیازدهی خطای تعادل (BESS)<sup>۱</sup> و تعادل پویا با استفاده از آزمون تعادلی<sup>۲</sup> (YBT) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با بهره گرفتن از ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون چند متغیری انجام گرفت. نتایج نشان داد که ارتباط بیشتر شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل یک ارتباط معنادار است ( $P < 0/05$ ). میزان شدت ارتباط شاخص‌های ترکیب بدنی به ترتیب با تعادل پویا، تعادل ایستا روی سطح ناپایدار و سطح پایدار بیشتر بود. شاخص‌های ترکیب بدنی بویژه BMI، درصد چربی، مقدار چربی، توده خالص بدنی، وزن و وزن اضافه پیشگویی کننده‌های قوی تعادل بودند ( $P < 0/05$ ). احتمال دارد تفاوت‌هایی که در رابطه موجود بین شاخص‌های ترکیب بدنی و تعادل در شرایط مختلف مشاهده می‌شود، از نیازمندی‌های آزمون‌های

---

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، کرج، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

۳- دانشیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تربیت معلم تهران

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سقز، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، سقز، ایران

۵- کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی

\* amsarshin@gmail.com

1- Balance error scoring system

2- Y Balance Test

---

تبادل ناشی شود. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که درمانگران، فیزیوتراپان و مربیان ورزشی به هنگام ارزیابی تبادل بایستی به شاخص‌های ترکیب بدنی بسیار زیادی توجه کنند.

### واژه‌های کلیدی: ترکیب بدنی، تبادل ایستا و پویا.

هزینه‌های این تحقیق از بودجه‌ی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج تامین شده و بخشی از طرح (ارتباط شاخص‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی با تبادل ایستا و پویا) مصوب شورای پژوهشی دانشگاه است.

## مقدمه

تعادل<sup>۱</sup> یکی از اجزای جدایی ناپذیر فعالیت‌های روزانه و کلیدی برای عملکرد ورزشکاران است (۱،۲۵). تعادل به عنوان مهمترین بخش توانایی ورزشکار معرفی شده و تقریباً در هر شکلی از فعالیت‌ها درگیر است (۲۵). همچنین ارزیابی تعادل یکی از مهمترین مراحل ارزیابی آسیب‌های ورزشی (بویژه آسیب‌های عصبی-عضلانی) است که می‌تواند در طراحی وسایل کمکی برای افراد آسیب دیده و همچنین ساخت اندام‌های مصنوعی کمک کننده باشد (۲۶). تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی پاسچر بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند (۲۵). برحسب هدف مطالعه از سه جنبه نوروفیزیولوژیک، بیومکانیک و عملکردی<sup>۲</sup> (عملیاتی) می‌توان کنترل تعادل را مورد بررسی قرار داد. از جنبه نوروفیزیولوژیک، تعادل سطوح مختلف ساخت و کارهای کنترل تعادل است؛ اما از نظر بیومکانیک، تعادل را می‌توان به عنوان توانایی حفظ یا برگشت مرکز ثقل (COG)<sup>۳</sup> در محدوده پایداری (LOS)<sup>۴</sup> (به کمک سطح اتکا (BOS)<sup>۵</sup> یعنی سطح کف پا که روی آن تکیه داده شده) بدون افتادن تعریف کرد (۱۵،۱۹). تعادل به نیروهایی که بر بدن اعمال می‌شوند و ویژگی‌های اینرسی بخش‌های بدن مربوط است، به علاوه LOS گستره‌ای است که بدن در آن می‌تواند بدون تغییر BOS، وضعیت خود را حفظ کند (۲۹). از جنبه نظری، تعادل را به دو صورت ایستا<sup>۶</sup> و پویا<sup>۷</sup> تقسیم می‌کنند (۲۵). توانایی حفظ COG در محدوده BOS عموماً به عنوان تعریف تعادل ایستا به کار می‌رود و تعادل پویا، تحت عنوان حرکت فعال مرکز فشار COP<sup>۸</sup> حین ایستادن، راه رفتن یا هر مهارت دیگر تعریف می‌شود (۲۵). از نظر عملکردی (عملیاتی) تعادل را به صورت ایستا

1- Balance

2- Functional

3- Center of Gravity

4- Limit of Support

5- Base of Support

6- Static

7- Dynamic

8- Center of Pressure

(حفظ یک وضعیت با کمترین حرکت)، نیمه پویا<sup>۱</sup> (حفظ یک وضعیت درحالی که سطح اتکا جا به جا شود) و پویا (حفظ ثبات سطح اتکا در حالی که یک حرکت توصیف شده اجرامی شود) دسته بندی کرده‌اند (۱۳،۲۱). با توجه به حوزه‌های مختلف بررسی تعادل، این فاکتور مهم در آمادگی جسمانی و بررسی آسیب‌ها با استفاده از ابزارها و آزمون‌های گوناگونی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (۴۰). عوامل مختلف نوروفیزیولوژیک و مکانیکی می‌توانند تعادل را تحت تاثیر قرار دهند. ویژگی‌هایی مانند: قد، وزن، ترکیب بدنی، سطح اتکا، فاصله مرکز ثقل تا زمین، طول و وزن هر یک از اندام‌ها، طول بازوی گشتاور عضلات و توزیع جرم در نقاط مختلف بدن می‌توانند از نظر مکانیکی بر تعادل افراد تاثیر گذار باشند (۷) بنابراین حین ارزیابی تعادل باید فاکتورهای تاثیر گذار بر آن را در نظر بگیریم.

ویژگی‌ها و ابعاد جسمانی، عوامل اولیه‌ای هستند که می‌توانند حرکت، مهارت‌ها و زندگی روزمره‌ی انسان‌ها را تحت تاثیر قرار دهند؛ به همین دلیل توجه به آثار این عوامل حین ارزیابی‌های جسمانی و حرکتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آنتروپومتری، علمی است که به اندازه‌گیری ابعاد مختلف بدنی، نسبت‌ها و ترکیب بدنی می‌پردازد (۹). در واقع نوع تیپ بدنی نشان دهنده برخی از ویژگی‌های مکانیکی بدن (توزیع جرم در بخش‌های مختلف، طول اهرم‌ها، فاصله مرکز ثقل تا زمین، ترکیب بدنی) است (۷،۹)، بنابراین با توجه به رابطه بین تیپ بدنی و ویژگی‌های مکانیکی، همچنین جنبه‌های مختلف تعادل، احتمالاً ویژگی‌ها و ابعاد بدن می‌توانند به صورت مکانیکی در کنترل تعادل اثرگذار باشند. در پژوهش‌های پیشین، قد و وزن را به عنوان فاکتورهای مهم تاثیرگذار بر حفظ پایداری و تعادل شناسایی کردند؛ اما در این مطالعات، تیپ بدنی به عنوان یک فاکتور مشخص معرفی نشده است؛ بلکه با استفاده از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی، تیپ‌های بدنی از لحاظ ریخت‌شناسی با توجه به ترکیب بدنی و قامت تقسیم بندی شده‌اند (۳). نتایج برخی مطالعات نشان دهنده ارتباط بین تیپ‌های بدنی و

کنترل تعادل است و در برخی دیگر فقط تعداد کمی از شاخص‌های تیپ بدنی مورد توجه قرار گرفته و روابطی بین شاخص‌های تیپ بدنی و کنترل تعادل به دست آمده است (۲,۳,۲۶). همچنین در بسیاری از موارد برای نرمال کردن داده‌های به دست آمده از یک آزمون تعادل، فقط برخی از ویژگی‌های آنتروپومتریک افراد را مورد توجه قرار داده‌اند (۱۱) اما باید توجه داشته باشیم که یک یا دو شاخص به تنهایی نمی‌توانند نماینده تیپ بدنی باشند. به طور کلی پژوهش‌ها نشان دهنده اثر ویژگی‌ها و ابعاد جسمانی بر تعادل هستند.

مطالعات انجام شده، اثر شاخص‌های آنتروپومتریک بر تعادل را بررسی کرده و اثرگذاری قد و وزن بر تعادل را گزارش کرده‌اند (۳)، اما آنها به بررسی ارتباط بین تیپ‌های بدنی و تعادل یا کنترل پاسچر نپرداخته‌اند (۲). تنها در پژوهشی که آلارد و همکاران به سال ۲۰۰۴ انجام دادند، به بررسی اثر تیپ‌های بدنی بر تعادل در میان دختران نوجوان با انحراف‌های ستون فقرات پرداختند (۲). همچنین به دلیل اینکه یک یا دو شاخص آنتروپومتریک نمی‌تواند تعیین کننده تیپ بدنی افراد باشد، از این رو مهم است که تمامی شاخص‌های با اهمیت و تعیین کننده در تیپ بدنی به منظور بررسی اثر انواع مختلف تیپ بدنی بر تعادل در نظر گرفته شود. به علاوه بیشتر مطالعات انجام شده بر آزمودنی‌های بیمار (دارای ناهنجاری‌های مختلف اسکلتی-عضلانی) صورت گرفته و مطالعه‌ای راجع به اثر تیپ‌های بدنی در افراد سالم و ورزشکاران انجام نشده است. در بیشتر مطالعات انجام شده برای ارزیابی کنترل وضعیت قامت ایستا و پویا از آزمون‌هایی که شباهتی با فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی نداشته‌اند، استفاده شده (۲,۳,۲۶,۳۰,۳۴) و در هیچ کدام از آنها از آزمون‌های شبیه سازی شده مهارت‌های ورزشی و فعالیت‌های روزانه استفاده نشده است؛ لذا اگر به طور واقعی تیپ‌های بدنی بتوانند بر کنترل پاسچر و تعادل تاثیر گذار باشند، افراد سالمند، ورزشکاران، مربیان، آزمونگران مراکز سنجش آمادگی جسمانی و حرکتی و درمانگران باید حین ارزیابی کنترل پاسچر و تعادل این جنبه از تاثیر تیپ‌های بدنی را مورد توجه قرار دهند؛ لذا هدف از انجام دادن این پژوهش، بررسی ارتباط

شاخص‌های ابعاد بدنی ریخت شناسی (مورفولوژیک) بر تعادل ایستا و پویا در افراد سالم با بهره‌گیری از آزمون‌های شبیه سازی شده است.

## روش شناسی پژوهش

آزمودنی‌های این مطالعه را ۳۲ نفر دانشجوی مرد سالم (سن:  $21/94 \pm 2/9$  سال، قد:  $173/97 \pm 7/80$  سانتیمتر، وزن:  $67/81 \pm 8/66$  کیلوگرم) ورزشکار تشکیل دادند که در رشته مربیگری فوتبال دانشگاه تربیت معلم تهران و در سال ۸۸-۸۹ تحصیل می‌کردند.

## روند انجام پژوهش

دو روز پیش از آغاز جمع آوری داده‌ها، خلاصه‌ای از پژوهش برای آزمودنی‌های شرح داده شد سپس آزمودنی‌ها فرم‌های اطلاعات شخصی و سابقه آسیب را دریافت کردند. پس از دریافت فرم‌های تکمیل شده اطلاعات شخصی و سابقه آسیب، آزمودنی‌ها از نظر سلامت ارزیابی شدند حذف و افرادی که سابقه آسیب داشتند، انجام گرفت. افرادی که برای شرکت در پژوهش داوطلب شدند و واجد شرایط بودند، طی دو روز به آزمایشگاه پژوهشکده تربیت بدنی فراخوانده شدند. روز نخست سنجش‌های سن، قد، وزن و دیگر ویژگی‌های ترکیب بدنی انجام گرفت و آزمون‌های تعادل برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. آزمودنی‌ها هر کدام از آزمون‌ها را چندین بار تمرین کردند؛ سپس در جلسه‌ای دیگر (که چهار روز با جلسه نخست فاصله داشت) آزمودنی‌ها دوباره به آزمایشگاه آمدند و آزمون‌های تعادل ایستا و پویا را انجام دادند. اطلاعات مربوط به آزمودنی‌ها در فرم‌های ویژه‌ای که پژوهشگران آنها را از پیش آماده کرده بودند، ثبت شد و پس از نرمال سازی داده‌ها، تجزیه و تحلیل آنها آغاز شد.

**ارزیابی ترکیب بدنی:** اندازه گیری ترکیب بدنی آزمودنی‌ها با بهره گرفتن از دستگاه ارزیابی ترکیب بدنی انجام گرفت. بدین صورت که در آغاز مشخصات آزمودنی شامل؛ جنس،

سن، قد به دستگاه داده می‌شد و سپس با دستمال‌های ویژه‌ای برای برقراری هر چه بهتر جریان الکتریکی در بدن الکترولیت ویژه‌ای به کف دست‌ها و پاها می‌مالیدند. آنگاه آزمودنی روی سکوی دستگاه قرار می‌گرفت و دو دسته ویژه مربوط به دستگاه را با کف دست نگه می‌داشت. آزمودنی کاملاً صاف می‌ایستاد و دست‌ها را به طرفین باز می‌کرد؛ به طوری که دست‌ها در طرفین بدن با زاویه‌ی ۴۵ درجه ابداکشن، کنار بدن قرار می‌گرفتند. پس از گذشت چند ثانیه، دستگاه ترکیب بدنی وی را ارزیابی می‌کرد و به صورت برگه چاپ شده در اختیار پژوهشگر قرار می‌داد.

**اندازه‌گیری تعادل ایستا:** به منظور ارزیابی تعادل ایستا، از آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل BESS استفاده شد. در این آزمون، تعادل آزمودنی روی دو سطح سخت و نرم در پنج وضعیت (در مجموع در ۱۰ وضعیت) اندازه‌گیری می‌شود (۱۰،۳۵،۳۹). سطح نرم، یک فوم با ابعاد  $۶/۵ \times ۴۱ \times ۵۰$  سانتیمتر و جنس (Airex Balance, Pad Alcan Airex AG, Sins, Switzerland) و سطح سخت یک تیکه موکت بود. سه وضعیت شامل: DLS<sup>۱</sup> (دو پا کنار هم و چسبیده)، ایستادن روی یک پا (SLS)<sup>۲</sup> (پای برتر و غیر برتر) و دو پا پشت سر هم (TS)<sup>۳</sup> بودند. در SLS به آزمودنی گفته شد که پای غیر اتکا را به اندازه شش تا هشت اینچ (حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر) از زمین جدا کرد، به صورتی که زانو ۹۰ درجه خم و ران حدود ۳۰ درجه خم شده باشد. در وضعیت TS یک بار پای برتر در جلو و پای دیگر پشت سر آن و یک بار این وضعیت معکوس می‌شد؛ به صورتی که انگشتان یک پا با پاشنه پای دیگر تماس داشت. در تمامی وضعیت‌ها چشم‌ها بسته و دست‌ها روی کمر بود. هر وضعیت به مدت ۲۰ ثانیه حفظ می‌شد و در این زمان آزمونگر خطاهای او را ثبت می‌کرد و اگر آزمودنی از تعادل خارج می‌شد، این اجازه را داشت که با سرعت به وضعیت نخستین برگردد. با بروز هر یک از موارد زیر یک نمره خطا برای آزمودنی ثبت می‌شد: ۱- برداشتن دست‌ها از روی کمر، ۲- باز کردن چشم‌ها،

1- Double leg stance

2- Single-leg Stance

3- Tandem Stance

۳- لی زدن یا گام برداشتن، ۴- افتادن، ۵- حرکت ران پای غیر اتکا بیشتر از ۳۰ درجه فلکشن و ابداکشن در SLS، ۶- جدا شدن پنجه پای غیر برتر از پاشنه پای برتر در TS، ۷- خارج شدن از تعادل بیشتر از پنج ثانیه که شخص نتواند در این زمان تعادل خود را به دست بیاورد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که آزمودنی‌ها بر اثر تمرین می‌توانند تعداد خطاهای خود را روی BESS کاهش دهند (۳۶) بنابراین برای حذف یا کاهش اثر یادگیری به آزمودنی اجازه داده شد که دستکم شش بار هر وضعیت را تمرین کند. مطالعات پیشین نشان داده است که BESS آزمونی معتبر برای ارزیابی تعادل ایستاست (ICC برای بین آزمونگرها از ۰/۸۷ تا ۰/۹۸ و برای درون آزمونگرها از ۰/۷۸ تا ۰/۹۶) (۳۵).

**آزمون تعادل پویا:** به منظور ارزیابی تعادل پویا از  $^{TM}YBT$  (Y Balance Test) در سه جهت قدامی<sup>۱</sup>، خلفی- داخلی<sup>۲</sup> و خلفی- خارجی<sup>۳</sup> استفاده شد (۱۴،۲۳). پلیسکی و همکاران<sup>۴</sup> گزارش کردند که YBT آزمونی معتبر برای ارزیابی تعادل پویا در شرایط تک پا برای بازیکنان فوتبال است (ICC برای بین آزمونگرها از ۰/۸۵ تا ۰/۹۱ و درون آزمونگرها از ۰/۹۹ تا ۱/۰۰) (۲۳). پیش از شروع آغاز، پای برتر، آزمودنی به منظور انجام دادن آزمون تعیین شد که اگر پای راست برتر است YBT در جهت خلاف عقربه‌های ساعت و اگر چپ برتر است، در جهت عقربه‌های ساعت اجرا شود (۲۲-۲۴). آزمودنی روی پای برتر در مرکز وسیله Y شکل قرار می‌گرفت؛ سپس تا جایی که خطایی نداشته باشد، نشانگرهای روی جهت‌های YBT را با انگشت شست پا حرکت می‌داد و به وضعیت دو پا در مرکز دستگاه برمی‌گشت. آزمونگر در حین مرحله جمع‌آوری داده‌ها جهتی را که آزمودنی بایستی انجام دهد، به صورت تصادفی تعیین می‌کرد. خطاها شامل: حرکت پای اتکا، تکیه کردن روی پای که عمل دستیابی یا حرکت نشانگرها را انجام می‌داد و افتادن بود. میزان فاصله دستیابی (میزان حرکت نشانگرها) بر حسب

1- Anterior  
2- Postomedial  
3- Postolateral.  
4- Plisky et al

سانتیمتر محاسبه شد و در پایان برای از بین بردن تفاوت‌های فردی، فاصله دستبازی بر طول پا تقسیم و در ۱۰۰ ضرب می‌شد تا فاصله دستبازی برحسب درصدی از طول پا به دست آید (۲۵، ۲۴-۲۲). سپس میانگین نمرات نرمال شده سه جهت محاسبه شد تا نمره کل تعادل آزمودنی بر حسب درصدی از طول پای او به دست آید. با توجه به وجود اثر یادگیری در YBT و SEBT پژوهشگران گزارش کرده‌اند که اگر آزمودنی‌ها هر جهت را شش بار تمرین کنند؛ اثر یادگیری حذف می‌شود؛ بنابراین آزمودنی‌های ما هر جهت را شش بار تمرین کردند (۱۲، ۱۴، ۲۳).

### ۳.۲. تحلیل داده‌ها و طرح آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد و ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون استفاده شد؛ همچنین ترسیم نمودارهای مربوط به همبستگی بین متغیرها نیز با بهره‌گیری از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ به اجرا درآمد. سطح معنی‌داری آلفای ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### نتایج

آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی و شاخص‌های ترکیب بدنی در جدول ۱ و تعداد کل خطا برای تعادل ایستا در دو سطح پایدار و ناپایدار و فاصله دستبازی برحسب درصدی از طول پا برای تعادل پویا در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات فردی و شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین و انحراف استاندارد	متغیر	میانگین و انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۱/۹۴ ± ۲/۹	درصد چربی (%)	۱۷/۸۳ ± ۴/۳۱
قد (cm)	۱۷۳/۹۷ ± ۷/۸۰	توده چربی (kg)	۱۲/۳۰ ± ۴/۰۸
وزن (kg)	۶۷/۸۱ ± ۸/۶۶	توده خالص بدن (kg)	۵۴/۷۵ ± ۵/۵۳
طول پا (cm)	۸۸/۲۴ ± ۳/۹۹	توده عضلانی (kg)	۵۲/۰۴ ± ۵/۵۰
نسبت کمر به لگن	۰/۷۳ ± ۰/۰۴	چربی اضافی (kg)	۱/۴۱ ± ۲/۱۷
اضافه وزن (kg)	۲/۹۸ ± ۳/۸۵	توده عضلانی اضافی (kg)	۱/۴۲ ± ۰/۹۲
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	۲۲/۴۹ ± ۲/۷۲		

جدول ۲- آمار توصیفی مربوط به تعادل ایستا در دو سطح پایدار و ناپایدار و تعادل پویا

تعادل ایستا، سطح پایدار (تعداد کل خطاها)	تعادل ایستا، سطح ناپایدار (تعداد کل خطاها)	تعادل پویا، نمره کل سه جهت (برحسب درصدی از طول پا)	M ± SD
۵/۰۶ ± ۲/۷۴	۱۵/۹۳ ± ۲/۹۸	۹۰/۶۱ ± ۴/۸۳	

نتایج ضریب همبستگی پیرسون برای شاخص‌های ترکیب بدنی و تعادل ایستا (BESS) و پویا (YBT) در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون برای شاخص‌های ترکیب بدنی و تعادل ایستا در دو سطح پایدار و ناپایدار و تعادل پویا

متغیر	تعادل ایستا روی سطح پایدار	تعادل ایستا روی سطح ناپایدار	تعادل پویا
قد	$r^2 = 0/137, r = -0/37$	$r^2 = 0/253, r = -0/51$	$r^2 = 0/083, r = -0/29$
طول پا	$r^2 = 0/015, r = 0/12$	$r^2 = 0/048, r = 0/22$	$r^2 = 0/461, r = -0/68$
کمر به لگن	$r^2 = 0/015, r = 0/12$	$r^2 = 0/135, r = -0/37$	$r^2 = 0/369, r = -0/61$
وزن	$r^2 = 0/174, r = -0/41$	$r^2 = 0/332, r = -0/58$	$r^2 = 0/153, r = -0/39$
اضافه وزن	$r^2 = 0/02, r = 0/14$	$r^2 = 0/011, r = 0/10$	$r^2 = 0/491, r = -0/70$
BMI	$r^2 = 0/12, r = 0/35$	$r^2 = 0/095, r = 0/31$	$r^2 = 0/527, r = -0/73$
درصد چربی	$r^2 = 0/007, r = 0/08$	$r^2 = 0/048, r = 0/22$	$r^2 = 0/491, r = -0/70$
چربی	$r^2 = 0/072, r = 0/27$	$r^2 = 0/134, r = -0/37$	$r^2 = 0/425, r = -0/65$
چربی اضافه	$r^2 = 0/015, r = 0/12$	$r^2 = 0/012, r = 0/11$	$r^2 = 0/434, r = -0/66$
توده خالص	$r^2 = 0/313, r = -0/56$	$r^2 = 0/246, r = -0/49$	$r^2 = 0/146, r = 0/38$
توده عضلانی	$r^2 = 0/271, r = -0/52$	$r^2 = 0/224, r = -0/47$	$r^2 = 0/177, r = 0/42$
عضله اضافی	$r^2 = 0/003, r = -0/05$	$r^2 = 0/01, r = -0/10$	$r^2 = 0/356, r = 0/59$

در سطح 0/05 معنی دار می باشد.

به منظور تحلیل بیشتر داده‌ها و استخراج نتایج دقیق تر جهت ارائه‌ی بحثی کامل در زمینه نتایج به دست آمده در آزمون فرضیه‌های پژوهش از رگرسیون چند متغیری به روش ورود همزمان متغیرها استفاده شد.

نتایج رگرسیون چند متغیری به روش ورود همزمان متغیرها نشان داد که ضریب همبستگی بین همه شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل ایستا روی سطح پایدار 0/83، ضریب تعیین ( $r^2$ ) 0/69 و ضریب تعیین تعدیل شده آن 0/50 است و در کل مدل رگرسیون معنی دار بود ( $F_{12,19} = 3.60, P = 0.006, Adjusted r^2 = 0.50$ ). جدول ۴ ضرایب شدت پیش بینی و جهت آن را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ضریب پیش بینی مربوط به هر یک از شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل ایستا روی سطح پایدار

متغیر	B	متغیر	B
قد (cm)	۱/۷۵*	درصد چربی (%)	۱/۹۷
وزن (kg)	- ۰/۸۸*	توده چربی (kg)	۲/۶۷
طول پا (cm)	- ۰/۱۲	توده خالص بدن (kg)	- ۰/۸۳*
نسبت کمر به لگن	- ۰/۵۷	توده عضلانی (kg)	۰/۳۲
اضافه وزن (kg)	- ۰/۶۱	چربی اضافی (kg)	۰/۴۹
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	۲/۶۱*	توده عضلانی اضافی (kg)	۰/۰۸

\* پیش بینی کننده‌ی قوی و معنی‌دار در سطح آلفای ۰/۰۵.

نتایج رگرسیون چند متغیری به روش ورود همزمان متغیرها نشان داد که ضریب همبستگی بین همه شاخص‌های ترکیب بدنی و تعداد خطاها روی سطح ناپایدار در تعادل ایستا ۰/۷۹، ضریب تعیین ( $r^2 = ۰/۶۳$ ) و ضریب تعیین تعدیل شده آن ۰/۴۰ بوده است و در کل الگوی رگرسیون معنی‌دار بود ( $F_{12,19} = 2.72, P = 0.025, Adjusted r^2 = 0.40$ ). جدول ۵ ضرایب شدت پیش بینی و جهت آن را نشان می‌دهد.

جدول ۵- ضریب همبستگی پیرسون برای شاخص‌های ترکیب بدنی و تعادل ایستا در دو سطح پایدار و ناپایدار و تعادل پویا

متغیر	B	متغیر	B
قد (cm)	۰/۶۲	درصد چربی (%)	۱/۱۴*
وزن (kg)	- ۰/۷۰	توده چربی (kg)	۱/۹۳*
طول پا (cm)	- ۰/۱۵	توده خالص بدن (kg)	- ۱/۰۱*
نسبت کمر به لگن	- ۰/۰۲	توده عضلانی (kg)	۰/۵۷
اضافه وزن (kg)	- ۰/۸۵*	چربی اضافی (kg)	۰/۷۵
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	۰/۶۶*	توده عضلانی اضافی (kg)	۰/۰۲

\* پیش بینی کننده‌ی قوی و معنی‌دار در سطح آلفای ۰/۰۵.

نتایج رگرسیون چند متغیری به روش ورود همزمان متغیرها نشان داد که ضریب همبستگی بین کلیه شاخص‌های ترکیب بدنی با فاصله دستیابی بر حسب درصدی از طول پا در تعادل پویا ۰/۹۴، ضریب تعیین ( $r^2$ ) ۰/۸۸ و ضریب تعیین تعدیل شده آن ۰/۸۱ بوده است و در کل الگوی رگرسیون معنی‌دار بود ( $F_{12,19} = 12.09, P = 0.001, \text{Adjusted } r^2 = 0.81$ ). جدول ۶ ضرایب بتا یا ضرایب شدت پیش بینی و جهت آن را نشان می‌دهد.

جدول ۶ - ضریب بتا یا ضریب پیش بینی مربوط به هر یک از شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل پویا

متغیر	B	متغیر	B
قد (cm)	-۰/۷۱	درصد چربی (%)	-۰/۷۹
وزن (kg)	۰/۴۰	توده چربی (kg)	-۰/۹۰
طول پا (cm)	۰/۵۸*	توده خالص بدن (kg)	-۰/۲۰
نسبت کمر به لگن	۰/۲۲	توده عضلانی (kg)	۰/۱۹
اضافه وزن (kg)	۰/۱۲	چربی اضافی (kg)	۰/۱۳
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	-۱/۰۰*	توده عضلانی اضافی (kg)	۰/۳۳*

\* پیش بینی کننده‌ی قوی و معنی‌دار در سطح آلفای ۰/۰۵.

## بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام دادن پژوهش، بررسی رابطه بین شاخص‌های ترکیب بدنی با تعادل ایستا و پویا در شرایط مختلف ارزیابی تعادل بود. با توجه به نتایج آمار توصیفی ویژگی‌های آزمودنی‌ها در می‌یابیم که آزمودنی‌ها دارای درصد چربی نسبتاً متوسط به بالا هستند، اما مقدار توده عضلانی اضافی نیز عددی مثبت است. با توجه به مقدار عضله و وزن اضافی که دارند می‌توانیم نتیجه بگیریم که بیشتر اضافه وزن این افراد مربوط به عضله است نه چربی. این امر شاید به این دلیل باشد که آزمودنی‌ها ورزشکار مرد بودند و آنها تمرین‌های ورزشی منظمی داشته‌اند. همچنین توده خالص بدنی آنها نیز در حد مناسب و تقریباً بالایی بوده است.

نتایج آمار توصیفی مربوط به شرایط مختلف تعادل نشان می‌دهد که تعداد خطاها در تعادل ایستا روی سطح پایدار بسیار کمتر از تعداد آنها روی سطح ناپایدار بوده است؛ احتمالاً دلیل این موضوع درگیری سه دستگاه دهلیزی، بصری و دستگاه گیرنده‌های حسی - بویژه حس پیکری - در کنترل تعادل باشد (۱-۳۲). از آنجایی که در BESS روی سطح ناپایدار علاوه بر دستگاه بصری، دستگاه گیرنده‌های حس عمقی بویژه گیرنده‌های حسی کف پا دچار اختلال می‌شوند؛ بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که تعداد خطاها در تعادل ایستا روی سطح ناپایدار بیشتر از سطح پایدار باشد. شاید عامل دیگری که در این مسأله درگیر باشد، اثر روانی سطح نرم و ناپایدار است و در واقع آزمودنی نوعی ترس از افتادن دارد و در نتیجه شاید بخواهد از ساخت و کارهای پیش جبرانی استفاده کند؛ در حالی که اصلاً نیازی به این کار نیست. به هر حال بر اساس نتایج حاصل از خود گزارشی آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر، بیشتر آنها بر این امر اتفاق نظر داشتند که حفظ تعادل روی سطح ناپایدار در آزمون BESS مشکل‌تر از حفظ تعادل روی سطح پایدار است و آنها نوعی ترس از افتادن دارند.

**ارتباط نسبت کمر به لگن با تعادل:** نظر به اینکه یکی از فاکتورهای مهم برای تعیین میزان تناسب اندام افراد و جایگاه مرکز ثقل، نسبت کمر به لگن است؛ لذا این عامل می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. نسبت کمر به لگن بالاتر، یعنی فرد دور کمر بالا یا پهنای لگن کمتری دارد. بنابراین هر دوی این مقادیر یعنی دور کمر و پهنای لگن می‌توانند در جایگاه مرکز ثقل تاثیر بسیاری داشته باشند، اما مقادیر مطلق هر کدام از آنها به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی باشد؛ چرا که این دو شاخص به یکدیگر وابسته‌اند. از این رو پژوهشگران نسبت آنها را به دست می‌آورند تا برآورد دقیق‌تری از وضعیت ناحیه میانی بدن داشته باشند. نتایج نشان داد که تعادل ایستا روی سطح پایدار با نسبت کمر به لگن ارتباط ندارد، اما رابطه مثبت و معنی‌داری با تعادل ایستا روی سطح ناپایدار دارد؛ بدین معنا که هر چه این نسبت بیشتر باشد، به همان نسبت تعداد خطاها بیشتر است و می‌توان گفت شخص تعادل کمتری دارد. از

طرف دیگر، نسبت کمر به لگن با تعادل پویا ارتباط منفی و معنی‌داری داشت؛ بدین صورت که هر چه این نسبت بیشتر باشد، میزان فاصله دستیابی فرد کاهش می‌یابد. پژوهشگران نشان داده‌اند که با افزایش وزن، تعادل کاهش می‌یابد. شاید بتوان چنین فرض کرد که چون بیشتر افراد چاق دارای نسبت کمر به لگن زیادی هستند، این موضوع در کنترل تعادل آنها تاثیر گذار خواهد بود (۲,۱۸,۲۲). اینکه چرا تعادل ایستا روی سطح پایدار با نسبت کمر به لگن ارتباطی نداشت، ممکن است به دو دلیل باشد؛ نخست اینکه چون حفظ تعادل در این شرایط بسیار آسان است، احتمالاً این نسبت بر جا به جایی مرکز ثقل فرد اثر قابل توجهی نمی‌گذارد. دوم اینکه آزمودنی‌های پژوهش ما ورزشکار بودند و معمولاً ورزشکاران نسبت کمر به لگن متناسبی دارند و به همین دلیل، ما برخلاف پژوهش‌های گذشته ارتباط معنی‌داری پیدا نکردیم؛ اما حفظ تعادل روی سطح ناپایدار و تعادل پویا مشکل‌تر از حفظ تعادل روی سطح پایدار است و احتمال دارد که نسبت کمر به لگن اثر گذار باشد.

**ارتباط وزن با تعادل:** از جنبه نظری هر چه وزن (جرم) یک جسم بیشتر باشد، پایداری آن بیشتر است (۳۷). اما پایداری به معنی مقاومت در برابر نیروی محرک است (۳۷). در آزمون‌های پژوهش ما کنترل تعادل مورد بررسی قرار گرفته نه پایداری، در این پژوهش به هنگام انجام دادن آزمون‌ها هیچ نیروی خارجی به غیر از نیروی وزن تمایل به تغییر وضعیت آزمودنی نداشت. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که هرچه وزن بیشتر باشد، کنترل تعادل سخت‌تر است. احتمالاً دلیل چنین موضوعی این بوده که بخش مهمی از این افزایش وزن در میزان چربی بدن افراد بوده و توده عضلانی کمتر رشد پیدا کرده است؛ در نتیجه آزمودنی‌ها توده عضلانی مناسبی برای حفظ تعادل نداشته‌اند (۶,۱۶,۲۲). از سوی دیگر، بیشتر آزمودنی‌ها در پژوهش‌های گذشته غیر ورزشکار بوده‌اند؛ بنابراین احتمال دارد که آنها جدای از درصد چربی بالا به ضعف عضلانی نیز مبتلا بوده‌اند. نتایج ما نیز در همین راستا نشان داد که با افزایش وزن تعداد خطاها روی سطح پایدار و ناپایدار افزایش می‌یابد، اما این افزایش تعداد خطاها بیشتر

در سطح ناپایدار رخ می‌دهد که هم داده‌های بصری و هم گیرنده‌های عمقی مختل شده‌اند. از این گذشته، با افزایش وزن، میزان فاصله دستیابی کاهش می‌یابد و نتایج ما از وجود یک رابطه منفی و معنی‌داری بین وزن و تعادل پویا (زمانی که با YBT اندازه‌گیری می‌شود) حکایت می‌کند؛ در حالی که گریبل و همکارانش (۲۰۰۳) چنین ارتباط معنی‌داری را بین وزن و میزان فاصله‌ی دستیابی در SEBT پیدا نکردند (۱۱).

**ارتباط مقدار اضافه وزن با تعادل:** جانوسوز و همکارانش (۲۰۰۹) بین اضافه وزن بیش از حد و کنترل تعادل ارتباط معنا داری را گزارش کردند (۳۸). بر اساس نظر آنها کنترل تعادل زمانی می‌تواند تحت تاثیر اضافه وزن قرار گیرد که BMI فرد به بالاتر از ۴۰ برسد (۳۸) که در این وضعیت، درصد چربی بسیار بالایی دارد و مقدار توده خالص بدنی به نسبت کمتر است. نتایج ما نشان داد که بین مقدار اضافه وزن و تعادل ایستا روی سطح پایدار و ناپایدار ارتباط معنی داری وجود ندارد که بر اساس پژوهش جانوسوز (۳۸) احتمالاً به این دلیل است که BMI آزمودنی‌های ما کمتر از این حد بوده است. اما نکته مهم این است که جانوسوز و همکارانش (۳۸) اثر اضافه وزن بر تعادل را فقط در موقعیت ایستا بررسی کردند؛ در حالی که با توجه به ماهیت فعال تعادل پویا و نیاز به کنترل عصبی - عضلانی بیشتر در شرایط پویا، به نظر می‌رسد که این وضعیت بیشتر به مقدار اضافه وزن حساس باشد و در پژوهش ما نیز نشان داده شد که تعادل پویا با مقدار اضافه وزن رابطه منفی و معنی‌داری دارد. در آزمون YBT هدف این است که آزمودنی تا سرحد امکان توازن خود را بر هم بزند و مرکز فشار را تا لبه سطح اتکا حرکت دهد و آن را فعالانه به جایگاه نخست بازگرداند که این امر نیاز به کنترل عصبی - عضلانی بسیاری دارد. هرچه وزن شخص بیشتر باشد، حرکت اندام تحتانی و خنثی کردن گشتاورهای ناشی از جاذبه زمین، فشار بیشتری بر عضلات اندام تحتانی (بوئژه چهار سر ران و همسترینگ) وارد می‌کند؛ احتمالاً به همین دلیل است که مقدار اضافه وزن اثری منفی بر میزان فاصله دستیابی و در نتیجه تعادل پویا دارد. شاید این موضوع از ویژگی‌های آزمون

YBT باشد و شاید در آزمون دیگری این شاخص اثر گذاری چندانی نداشته باشد. به هر حال بهتر است این مسأله در پژوهش‌های آینده مورد بررسی قرار گیرد.

### ارتباط تعادل با BMI، درصد چربی، مقدار چربی و مقدار چربی اضافه: نتایج

مطالعات گذاشته بر این موضوع اتفاق نظر دارند که یکی از شاخص‌های بسیار مهم ترکیب بدنی، BMI است و این شاخص با تعادل رابطه منفی و بسیار مهمی دارد (۶,۱۶,۲۲). برای مثال، کیژونن و همکارانش (۲۰۰۳) نشان دادند که BMI مهمترین شاخص مرتبط با کنترل تعادل در راستای قدامی- خلفی است (۱۷). تیسدال و همکارانش (۲۰۰۷) به بررسی کنترل تعادل پیش و پس از کاهش وزن پرداختند (۳۳). آنها نشان دادند که کنترل تعادل در تمامی جهت‌ها پس از کاهش وزن بهبود می‌یابد (۳۳). همچنین آنها بین مقدار اضافه وزن و میزان بهبود تعادل در افراد چاق رابطه مثبتی را گزارش کردند. این موضوع در مطالعه ما به شیوه‌ای دیگر مطرح شد؛ جایی که ما پی بردیم با افزایش وزن مطلوب، تعادل و بویژه تعادل پویا، کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان با کاهش مقادیر اضافه وزن، تعادل را جبران کرد؛ اما جانوسوز و همکارانش دریافتند که در افراد چاق میزان نوسان قامت کمتر است. آنها بیان کردند که احتمالاً یکی از دلایل مهم اثرگذار در نتایج آنها این بوده که پوسچروگرافی در وضعیت ایستا یک شرایط محدود کننده است و شاید اصلاً برای بررسی این موضوع مناسب نبوده است (۳۸). نتایج ما با پژوهش‌های پیشین همسوست و پی بردیم که BMI با تعادل ایستا روی سطح پایدار و ناپایدار رابطه مثبت و معنی‌داری دارد، اما رابطه آن با تعادل پویا منفی است؛ لذا بر اساس این نتایج با افزایش میزان BMI، تعادل کاهش می‌یابد؛ اما باید توجه کرد که دلایل افزایش BMI چه چیزی می‌تواند باشد. در این میان درصد چربی، مقدار مطلق چربی و میزان چربی اضافی بسیار مهم هستند و هرچه این متغیرها افزایش یابند، عدد ترکیب بدنی یعنی BMI نیز افزایش می‌یابد. به علاوه، اهمیت توده خالص بدنی، مقدار توده عضلانی بدن و مقدار توده عضلانی اضافی بدن نیز از لحاظ اثر گذاری بر BMI کمتر از دیگر متغیرهای بیان شده نیستند. در

راستای مباحث ذکر شده، نتایج ما در این مطالعه نشان داد که درصد چربی با تعادل ایستا روی سطح پایدار رابطه‌ی معنی‌داری ندارد، اما درصد چربی با تعادل ایستا روی سطح ناپایدار رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار دارد. همچنین رابطه‌ی درصد چربی با تعادل پویا یک رابطه منفی است؛ بنابراین در نگاه کلی می‌توان چنین بیان کرد که با افزایش شاخص‌های مهم درگیر در BMI تعادل کاهش می‌یابد. به هر حال، استنباط ما از این بحث این است که چربی اضافی، درصد چربی و میزان چربی اضافی بدن احتمالاً باعث افت تعادل می‌شوند. نکته مهم این است که این متغیرها بیشترین اثر را به ترتیب بر تعادل پویا، ایستا روی سطح ناپایدار و تعادل ایستا روی سطح پایدار گذاشتند. در این میان مقدار چربی، با توجه به میزان ضریب همبستگی آن با تعادل ایستا روی سطح پایدار، بیشترین ارتباط را با تعادل داشت. همچنین از بین مقدار چربی و درصد چربی، مقدار چربی مطلق بدن ارتباط بیشتری با تعادل روی سطح ناپایدار داشت؛ اما از بین متغیرهای درصد چربی، مقدار چربی و مقدار چربی اضافی بدن بیشترین ارتباط را با تعادل پویا داشتند؛ اگرچه اختلاف بین آنها از نظر آماری معنی‌دار نبود. نکته قابل توجه اینکه در مقایسه با سه متغیر ذکر شده، ترکیب آنها یعنی (BMI) بیشترین ارتباط را با تعادل در هر سه شرایط داشت.

### **ارتباط توده خالص بدنی، مقدار توده عضلانی بدن و مقدار توده عضلانی**

**اضافی بدن با تعادل:** نتایج نشان داد که هرچه توده خالص بدنی افزایش یابد، از تعداد خطاها روی BESS در هر دو سطح پایدار و ناپایدار کاسته می‌شود و از طرف دیگر، فاصله دستیابی روی YBT افزایش می‌یابد. اما ارتباط مقدار توده عضلانی اضافی فقط با تعادل پویا مثبت و معنا دار است؛ یعنی اینکه هرچه توده عضلانی اضافی آزمودنی بیشتر باشد، فاصله دستیابی او نیز بیشتر خواهد بود. دلیل اینکه مقدار توده عضلانی اضافی با تعادل پویا ارتباط معنی‌داری دارد و این متغیر با تعادل ایستا ارتباط ندارد؛ این است که تعادل پویا مهارتی فعال است و نسبت به تعادل ایستا نیاز بیشتری به سیستم عصبی-عضلانی دارد. از سوی دیگر، شاید به این دلیل باشد که آزمودنی‌های پژوهش همه ورزشکار بوده و به خاطر تمرین‌های ورزشی با

وضعیت ایستا سازگار شده بودند و حفظ تعادل در شرایط ایستا برای آنها آسان بود. با توجه به بررسی‌های انجام شده در مورد ارتباط توده‌های بدون چربی بدن با تعادل هیچ مطالعه‌ای انجام نشده و بیشتر مطالعات گذشته بر متغیرهای مربوط به چربی تاکید داشته اند؛ اما نباید از این امر غافل بود که بررسی BMI، متغیرهای مربوط به توده خالص بدنی را نیز دربر دارد. توده خالص بدنی بیشتر، بویژه دارا بودن مقدار توده عضلانی مناسب، نشان دهنده وجود بافت‌های فعال و توانا برای انجام دادن کار است؛ بنابراین می‌توانند خود را در عملکردهای ورزشکار به خوبی نشان دهند. از این رو می‌توان انتظار داشت که مهارت‌های عصبی-عضلانی (که نیازمند این سیستم هستند) در سطح بالایی اجرا شوند؛ اما باید در نظر داشته باشیم که فقط دارا بودن توده عضلانی مناسب نمی‌تواند به تنهایی نشانه عملکرد بالا باشد؛ بلکه هماهنگی عصبی-عضلانی نیز بسیار مهم است؛ بویژه کنترل تعادل مهارتی است که نیاز به توده عضلانی مناسب، دامنه حرکتی در حد قابل توجه، قدرت، انعطاف، هماهنگی و هم‌فعالی عضلات دارد (۴۳). با این وجود با توجه به رابطه فعالیت بدنی و افزایش توده عضلانی و توده خالص بدنی می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش توده عضلانی ممکن است هماهنگی عصبی-عضلانی افزایش یابد. بنابراین، شاید بتوان افزایش توده خالص بدنی و توده عضلانی را نشانه‌ای از هماهنگی و توانایی دستگاه عصبی-عضلانی دانست. از این رو منطقی به نظر می‌رسد که با افزایش میزان توده خالص بدنی، عملکرد تعادلی افراد بهبود یابد. با این وجود باید تفاوت‌های فردی را در ترکیب بدنی و پاسخ به فعالیت‌های بدنی نیز در نظر گرفت. از آنجایی که آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش ما همگی ورزشکار بودند، شاید نتوان درباره ارتباط توده خالص بدنی و بویژه توده عضلانی به درستی دلیلی ارائه داد و برای بررسی بیشتر این مورد بهتر است که اثر این متغیرها در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار را با یکدیگر مقایسه کرد تا این ابهام رفع شود.

به طور کلی می‌توان گفت که شاخص‌های ترکیب بدنی مورد مطالعه درصد متوسطی از

تغییرات تعادل ایستا روی سطح پایدار را تبیین می‌کنند. در این میان، متغیرهای BMI توده چربی، درصد چربی، توده خالص بدنی و قد به ترتیب قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های تعادل ایستا روی سطح پایدار بوده‌اند. همچنین این متغیرها حدود ۴۰ درصد از تغییرات تعادل ایستا روی سطح ناپایدار را تبیین می‌کنند. متغیرهای وزن، توده چربی، درصد چربی، توده خالص بدنی و مقدار اضافه وزن به ترتیب قوی‌ترین پیشگویی‌کننده‌های تعادل هستند؛ اما متغیرهای مورد مطالعه حدود ۸۱ درصد از تغییرات تعادل پویا را تبیین می‌کنند. BMI، مقدار عضله اضافی، طول اندام تحتانی و نسبت کمر به لگن و وزن و وزن به ترتیب قوی‌ترین پیشگویی‌کننده‌های تعادل پویا هستند.

## نتیجه گیری

به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که در گام نخست شاخص‌های بسیار زیادی وجود دارد که درمانگران، فیزیوتراپان و مربیان ورزشی به هنگام ارزیابی تعادل باید به آنها توجه کنند. در ثانی، احتمال دارد تفاوت‌هایی که در مورد متغیرهای ترکیب بدنی و تعادل در شرایط مختلف مشاهده شد، ناشی از نیازمندی‌های حرکتی و عصبی-عضلانی این آزمون‌ها باشد؛ چون در بسیاری از موارد مشاهده شد که یک متغیر با تعادل در یک وضعیت رابطه دارد، اما در وضعیتی دیگر ارتباطی با آن متغیر وجود ندارد. دیگر اینکه احتمالاً ورزشکاران به دلیل شرکت در تمرین‌های ورزشی هم از نظر آمادگی جسمانی در سطحی مناسب باشند و هم اینکه راهکارهای تعادل را فرا گرفته باشند. با این وجود، نباید غافل بود که شاخص‌های ترکیب بدنی، ویژگی‌های مکانیکی بدن را تغییر می‌دهد، بنابراین شاید این تفاوت‌های مشاهده شده در زمینه ارتباط ویژگی‌های ترکیب بدنی و تعادل ناشی از تفاوت‌های فردی باشد. به هر حال، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فاکتورهای ترکیب بدنی بویژه BMI، درصد چربی، مقدار چربی، قد، توده خالص بدنی، وزن و وزن اضافه از عوامل مهم مرتبط با تعادل هستند.

## Reference

1- Akuthota, V., Nadler, S. F. 2004. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 85S:S86-92.

2- Allard, P; Chavet, P; Barbier, F; Gatto, L; Labelle, H; Sadeghi, H. . 2004. Effect of Body Morphology on Standing Balance in Adolescent Idiopathic Scoliosis. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, Volume 83 - Issue 9 - pp 689-697

3- Allard, P., Nault, M. -L., Hinse, S., LeBlanc, R. et Labelle, H. (2001). Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. Annals of Human Biology 28, 624-633.

4- Berg, K. Balance and its measure in the elderly: A review. 1989, Vol. 41, pp:240-246

5- Blackburn, T., Guskiewicz, K. M., Petschaur, M. A., Prentice, W. E. Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength. 2000, Vol. 9, pp. 315-328.

6-Cecilie Fjeldstad, Anette S Fjeldstad, Luke S Acree, Kevin J Nickell and Andrew W Gardner. The influence of obesity on falls and quality of life. Dynamic Medicine 2008, 7:4 doi:10. 1186/1476-5918-7-4.

7- Duane Knudson. 2007. Fundamentals of Biomechanics. Published by Springer, Second Edition.

8- Earl, J. E., Hertel, J. Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. 2001, Vol. 10, pp. 93-104.

9- Eston, R., Reilly, T. 2009. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. 3rd Edition, Published by Routledge: Taylor & Francis Group, Volume 1:

10- Fox, Z., Mihalik, J., Blackburn, JT., Battaglini, C. L., and Guskiewicz, K,M. (2008). Return of postural control to baseline after anaerobic and aerobic exercise protocols. *Journal of Athletic Training* 43 (5) : 456.

11- Gribble, P., Hertel, J. 2003. Considerations for the normalizing measures of the star excursion balance test. *Measur Phys Educ Exer Sci.* 7, 89-100.

12- Gribble, P. A., and Kaminski, T. (2003). Research digest. The star excursion balance test as a measurement tool. *Athletic Therapy Today* 8 (2) : 46-47.

13- Guskiewicz, K., Perrin, D. 1996. Research and clinical applications of assessing balance. *Sport Rehabil.* 5:45-63

14- Hertel, J., Braham,R., Hale, S. A., and Olmsted-Kramer, L. C. (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 36 (3) : 131 - 137.

15- Horak, F. B. 1987. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* 67, 1881-85.

16- Julia Greve, Angelica Alonso, Ana Carolina P. G. Bordini, Gilberto Luis Camanho. . 2007. Correlation Between Body Mass Index And Postural Balance. *Clinics*;62 (6) :717-20.

17- Kejonen, P., Kauranen, K., Vanharanta, H., 2003. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 84, 17-22.

18- Lorenzo Chiari, Laura Rocchi, Angelo Cappello. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical Biomechanics.* 17 (2002).

19- Nashner, L. M. 1997. Physiology of balance, with special reference to the healthy elderly. In: Gait disorders of aging: falls and therapeutic strategies. Eds: Masdeu, J. C., Sudarsky, L. and Wolfson, L. Philadelphia: Lippincott-Raven. 37-53.

20- Olivier Hue, Martin Simoneau, Julie Marcotte, Fe'lix Berrigan, Jean Dore, Picard Marceau, Simon Marceau, Angelo Tremblay, Normand Teasdale. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture* 26 (2007) 32-38.

21- Olmsted, L., Hertel, J. 2004. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *J Sport Rehabil.* 13: 54-66.

22- Peterson, M. L., Christou, E., & Rosengren, K. S. (2006). Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Gait Posture*, 23, 455-463.

23- Plisky, P., Gorman, P., Robert, J., Kyle, B., Kiesel, PT., Frank, B., Underwood, PT. and Bryant, E. (2009). The Reliability of an Instrumented Device for Measuring Components of the Star Excursion Balance Test. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT* 4 (2) : 92 - 99.

24- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. H. and Paul, J. P. What is balance? 2000, Vol. 14, pp. 402-406.

25- Punakallio, A. 2005. Balance abilities of workers in physically demanding jobs: With special reference to firefighters of different ages. *J Sports Sci & Med.* 4, 8, 7-14.

26- Radka Molikova, Marcela Bezdicikova, Katerina Langova, Vladimir Holibka, Ondrej David, Zdenka Michalikova, Jarmila Rehorova. 2006. The relationship between morphological indicators of human body and posture. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 150 (2) :261-265.

- 27- Riemann, B., and Guskiewicz, K. (2000). Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing. *Journal of Athletic Training* 35 (1) : 19 - 25.
- 28- Rinne, M. B., Pasanen, M. E., Miilunpalo, S. I., Oja, P. Test-retest reproducibility and inter-rater reliability of a motor skill test battery for adults. 2001, Vol. 22, pp. 192-200.
- 29- Ronnestad, B. R. 2004. Comparing the performance enhancing effect of squat on a vibration platform with conventional squat in recreationally of resistance trained men. *J Strength, I. Cond Res.* 18, 839-45.
- 30- Schlesinger, A., Redfern, M. S., Dahl, R. E., Jennings, J. R. 1998. Postural control, attention and sleep deprivation. *Neuroreport.* 9, 49-52.
- 31-Shumway-Cook, A., Woollacott, M. *Motor Control: Theory and Practical Applications.* Lippincott Williams Wilkins. 2nd edition, 2005, pp. 265-298.
- 32-Susco, M. T., McLeod, Valvovich, T. C., Shultz, S. J. Balance recovers within 20 minutes after exertion as measured by balance error scoring system. *Journal of Athletic Training.* 2004, Vol. 39, 3, pp. 241- 246.
- 33-Teasdale, N., Hue, O., Marcotte, J., Berrigan, F., Simoneau, M., Dore, J., Marceau, P., Marceau, S., Tremblay, A., 2007. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *Int. J. Obes. (London)* 31, 153-160
- 34-Uimonen, S., Laitakari, K., Bloigu, R., Sorri, M. 1994. The repeatability of osturographic measurements and the effects of sleep deprivation. *J Vestib Res.* 4, 29-36
- 35-Valovich, T. and T. Christina (2002). The Use of the Standardized Assessment of Concussion and the Balance Error Scoring System and Learning Effects in Youth

36-Valovich, T., Perrin, D., and Gansneder, B. M. (2003). Repeat administration elicits a practice effect with the Balance Error Scoring System but not with the Standardized Assessment of Concussion in high school athletes. *Journal of Athletic Training* 38 (1) : 51 - 56

37-Watkins, J. 2007. An introduction to biomechanics of sport and exercise. Churrchill, Livingstone. P: 99-169. .

38-W. B"aszczyk, Joanna Cies 'linska - S'wider, Michal Plewa, Barbara Zahorska, Markiewicz, Andrzej Markiewicz. Effects of excessive body weight on postural control Janusz. *Journal of Biomechanics* 42 (2009) 1295–1300.

39-Wilkins, J., McLeod, T., Perrin, D. H., and Bruce, M. Gansneder (2004). Performance on the balance error scoring system decreases after fatigue. *Journal of Athletic Training* 39 (2) : 156 – 161.

40-Winter, D. A., Patla, A. E., Frank, J. S. 1990. Assessment of balance control in humans. *Med Prog Technol.* 16, 31–51.