

طب ورزشی - بهار و تابستان ۱۳۹۴
دوره ۷، شماره ۱، ص: ۳۵ - ۵۵
تاریخ دریافت: ۹۱ / ۱۱ / ۱۶
تاریخ پذیرش: ۹۲ / ۰۳ / ۲۲

پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا، نیمه پویا و پویا در زنان آکتومورف جوان

حیدر صادقی^۱ - شیوا نوری^{۲*}

۱. استاد دانشگاه خوارزمی تهران، ۲. کارشناس ارشد دانشگاه خوارزمی تهران

چکیده

تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند. هدف از این تحقیق، پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا، نیمه‌پویا و پویا در زنان آکتومورف جوان (۳۴ - ۲۴ سال) بود. ۲۵ زن آکتومورف با میانگین سنی $1/51 \pm 26/00$ سال، قد $1/14 \pm 166/9$ سانتی‌متر و وزن $3/27 \pm 46/99$ کیلوگرم به‌عنوان آزمودنی در این تحقیق شرکت کردند. تعادل آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون‌های عملکردی تعادلی ایستا (بس، رومبرگ، شارپندرومبرگ، لک لک و فرشته)، نیمه‌پویا (ستاره) و پویا (زمان برخاستن و رفتن و راه رفتن تاندوم) و تیپ بدنی با استفاده از روش هیث - کارتر ارزیابی شد. هر آزمون برای هر فرد در سه نوبت با فاصله استراحت ۷۲ ساعت انجام گرفت. از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و همچنین از روش آماری ICC برای بررسی پایایی آزمون‌ها در سطح معناداری $P \leq 0/05$ استفاده شد. در زنان آکتومورف جوان، برای ارزیابی تعادل ایستا، آزمون‌های بس در سطح پایدار در وضعیت‌های یک پا بالا و تاندوم، بس در سطح ناپایدار در وضعیت یک پا بالا، لک لک، فرشته در سطح پایدار در پای برتر حالت چشم باز و پای غیربرتر حالت‌های چشم باز و بسته و فرشته در سطح ناپایدار در پای برتر در حالت‌های چشم باز و بسته، تعادل نیمه‌پویا، آزمون ستاره و تعادل پویا، آزمون زمان برخاستن و رفتن که از سطح پایایی خیلی خوب برخوردار شدند ($ICC > 0/80$)، توصیه می‌شوند. پایایی آزمون‌های تعادلی ایستای بس در سطح ناپایدار در وضعیت‌های پاچفت و تاندوم، رومبرگ، فرشته در سطح پایدار در پای برتر حالت چشم بسته، فرشته در سطح ناپایدار در پای غیربرتر حالت چشم بسته و آزمون تعادل پویای راه رفتن تاندوم مورد استفاده در این تحقیق با تیپ بدنی آکتومورف تأیید نشد، از این رو می‌توان گفت که پایایی آزمون‌های مذکور متأثر از تیپ بدنی افراد است. براساس یافته‌های این تحقیق به پژوهشگران توصیه می‌شود در ارزیابی تعادل افراد با توجه به تیپ بدنی آنان، آزمون‌هایی معتبر و پایا به کار ببرند.

واژه‌های کلیدی

آزمودنی‌های آکتومورف، پایایی، تعادل ایستا، تعادل نیمه‌پویا، تعادل پویا.

مقدمه

تعادل^۱ عبارت است از حفظ قامت مطلوب در طول هر دو موقعیت ایستا و پویا (۲۷). گامبتا و گاندی (۲۰۰۰) بیان کردند تعادل مهم‌ترین عامل در توانایی اجرای ورزشی است (۳۰). از جنبه نظری پاناکالیو (۲۰۰۵) تعادل را به دو صورت ایستا (توانایی حفظ مرکز ثقل^۲ در محدوده سطح اتکا^۳) و پویا (حرکت فعال مرکز فشار^۴ حین ایستادن، راه رفتن یا هر مهارت دیگر) تعریف می‌کند (۲۸). از نظر عملیاتی، اولمستد (۲۰۰۴) و گاسکوویچ (۱۹۹۶) تعادل را به صورت ایستا (حفظ یک وضعیت با کمترین حرکت)، نیمه پویا (حفظ یک وضعیت درحالی که سطح اتکا جابه‌جا می‌شود) و پویا (حفظ ثبات سطح اتکا درحالی که یک حرکت توصیف شده اجرا می‌شود) دسته‌بندی کرده‌اند (۳۲، ۳۱). اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا یا در حین فعالیت به تولید نیروی کافی از طریق عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن (استخوان‌ها) نیاز دارد که مستلزم تعامل پیچیده سیستم عضلانی - اسکلتی و سیستم عصبی است (۳۱). از این رو می‌توان گفت که تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند (۲۳). حفظ تعادل فعل و انفعال پیچیده‌ای را بین فاکتورهای داخلی (حس عمقی، حس شنوایی و بینایی) و عضلانی ایجاد می‌کند. این فعل و انفعالات اثر متقابلی بر شبکه عصبی و بازخوردهای حرکتی برجای می‌گذارد (۲۶). اگرچه نیاز به تعادل در ورزش‌هایی مثل ژیمناستیک و رقص باله بارز است، برای اجرای هر فعالیتی که ورزشکار در آن باید بدن خود را در مقابل نیروی جاذبه کنترل کند، نیز ضروری است (۱۹). عوامل مؤثر بر تعادل شامل اطلاعات حسی است که از سیستم‌های حسی - پیکری، بینایی و دهلیزی به دست می‌آید، همچنین پاسخ‌های حرکتی که تحت تأثیر هماهنگی^۵، دامنه حرکت مفصل^۶ و قدرت عضلانی^۷ اند (۲۲).

برای ارزیابی وضعیت تعادل از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. به طور کلی آزمون‌های ارزیابی تعادل به دو دسته عملکردی (مشابه با فعالیت‌ها و مهارت‌های پایه ورزشی) و غیرعملکردی (بدون مشابهت با فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی) تقسیم می‌شوند (۲۸). به طور ایده‌آل هدف از طراحی آزمون‌های عملکردی تعادل، شبیه‌سازی فعالیت‌ها و اعمال روزانه و مهارت‌های ورزشی است،

-
1. Balance
 2. Center of Gravity (COG)
 3. Base of support (BOS)
 4. Center of Pressure (COP)
 5. Coordination
 6. Range of motion (ROM)

چراکه تعادل یکی از مهم‌ترین مهارت‌های پایه برای انجام تکالیف، اعمال و مهارت‌هاست. هنگام ارزیابی تعادل پویا، باید از اندازه‌گیری پویا در مقابل اندازه‌گیری‌های ایستا و نیمه‌پویا استفاده شود. کینزی و آرمسترونگ (۱۹۹۸) گزارش کردند که اندازه‌گیری استاتیک برای تعادل پویا مناسب نیست، چراکه در آنها جابه‌جایی COG وجود ندارد (۷).

تعادل یکی از فاکتورهای آمادگی جسمانی وابسته به مهارت ورزشی است که در هر نوع رشته ورزشی برای اجرای صحیح مهارت‌ها ضروری است. بنابراین ارزیابی تعادل می‌تواند به‌عنوان معیار مناسبی در انتخاب ورزشکاران نوجوان و جوان برای رشته‌های مختلف ورزشی استفاده شود (۱۲)، از این رو بسیاری از محققان در تلاش‌اند تا روش‌ها و آزمون‌های معتبری را برای ارزیابی این فاکتور آمادگی جسمانی پیدا کنند. اما تعادل در افراد مختلف و با ویژگی‌های متفاوت یکسان نیست و عوامل بسیاری بر تعادل انسان تأثیر دارند که از این میان می‌توان به سیستم‌های حسی (بینایی، دهلیزی و حسی - پیکری)، راهبردهای حرکتی (مچ پا، ران و گام برداری)، سیستم عصبی و نیز ویژگی‌هایی مانند سن، فعالیت بدنی، جنسیت و خصوصیات آنروپومتریکی مانند تیپ بدنی اشاره کرد (۴۱، ۳۴، ۲۵، ۲۲، ۱۷). با افزایش سن و رسیدن به دوره سالمندی تعادل افراد کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که روبنستین و جوزفسون (۲۰۰۵) گزارش کردند که در سالمندان در نتیجه ضعف عضلات اندام تحتانی، خطر افتادن پنج برابر و اختلال تعادل و راه رفتن سه برابر بیشتر می‌شود (۴۱). همچنین یادگیری پور و همکاران (۱۳۹۱)، رزموویت و همکاران (۲۰۰۳) و کروم ول و همکاران (۲۰۰۷) علت اصلی افتادن سالمندان را کاهش تعادل آنان بیان کرده‌اند (۴۰، ۲۴، ۱۶). نتایج تحقیق داوولین (۲۰۰۴) نشان داد که ورزشکاران تعادل بهتری نسبت به غیرورزشکاران دارند و نیز ژیمناست‌ها تعادل پویای بهتری در مقایسه با فوتبالیست‌ها و شناگران دارند (۲۵). پس می‌توان گفت که تعادل در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف یکسان نیست. نتایج مطالعه برسل و همکاران (۲۰۰۷) نیز این ادعا را تأیید می‌کند (۲۲). آنان اعلام کردند که بین تعادل ایستا و پویای ژیمناست‌ها و فوتبالیست‌ها تفاوتی وجود ندارد، اما بسکتبالیست‌ها تعادل ایستای کمتری نسبت به ژیمناست‌ها و تعادل پویای کمتری در مقایسه با فوتبالیست‌ها دارند (۲۲).

به نظر هوراک (۱۹۹۷) عامل مورفولوژیک یا تیپ بدنی نیز از عوامل تأثیرگذار بر تعادل است (۳۴). لی و لین (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای تأثیر جنسیت و سوماتوتایپ را بر تعادل ایستای دختران و پسران در ایستادن روی یک پا بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با در نظر گرفتن تفاوت‌های جنسیتی، پسران به‌طور معناداری تعادل ایستای ضعیف‌تری نسبت به دختران در ایستادن روی یک پا دارند که

این مسئله ممکن است به دلیل وزن بدنی و گشتاور اینرسی بیشتر در پسران باشد. نیز گزارش کردند که بچه‌های مزومورف تعادل بهتری نسبت به بچه‌های آکتومورف و آندومورف دارند که این اختلاف را می‌توان به ارتفاع کمتر پایین‌تنه و سهم بیشتر پروفایل عضلانی در بچه‌های مزومورف نسبت داد (۱۷).

تیپ بدنی ورزشکاران رشته‌های مختلف نیز متفاوت است. شمس و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی به بررسی تفاوت آنتروپومتری و سوماتوتایپ ورزشکاران مرد جوان در رشته‌های ورزشی بدمینتون، فوتبال و والیبال به منظور تسهیل استعدادیابی پرداختند. آنها تیپ بدنی فوتبالیست‌ها را مزومورف، والیبالیست‌ها را مزو - آکتورف و بدمینتون‌کاران را آکتو - مزومورف اعلام کردند (۵).

با توجه به موارد مذکور پرواضح است که هنگام سنجش تعادل افراد در رده‌های سنی و تیپ‌های بدنی مختلف و نیز افراد ورزشکار و غیرورزشکار نمی‌توان از آزمون‌های یکسان بهره گرفت و هرچه فرد تعادل بهتر و بیشتری داشته باشد، باید آزمون‌هایی که از حساسیت بیشتری برای ارزیابی تعادل برخوردارند و پایایی قابل قبولی دارند، به کار گرفته شوند. از طرفی، تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه سنجش پایایی آزمون‌های تعادلی به‌طور جامع به پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل در سه حوزه آن (ایستا، نیمه‌پویا و پویا) با توجه به عوامل مؤثر بر آن نپرداخته‌اند، علاوه بر آن محققانی که دست به پایایی سنجی زده‌اند، از روش‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند که می‌توان به مطالعه قندیلی (۱۳۹۱) که پایایی آزمون شارپندرومبرگ به‌منظور سنجش تعادل ایستای افراد غیرورزشکار جوان تهران و مرکز کشور را $ICC=0/79$ و $ICC=0/73$ گزارش کرد (۱۳) و تحقیق صحبتی‌ها و همکاران (۱۳۹۰) که به‌منظور سنجش پایایی آزمون شارپندرومبرگ از ضریب پایایی پیرسون^۱ استفاده کرده و پایایی آن را $I=0/81$ گزارش کردند (۹)، اشاره کرد. با توجه به موارد مذکور، خلأ تحقیقاتی در زمینه پایایی آزمون‌های رایج عملکردی انواع تعادل با تأکید بر تیپ بدنی افراد وجود دارد. از این‌رو هدف تحقیق حاضر پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا، نیمه‌پویا و پویا در زنان آکتومورف جوان بود.

روش تحقیق

جامعه آماری این تحقیق نیمه‌تجربی، دانشجویان زن آکتومورف سالم دانشگاه خوارزمی تهران بودند. از درون جامعه آماری ۲۵ زن ۳۴ - ۲۴ ساله با میانگین سنی $26/0 \pm 1/51$ سال، قد $166/9 \pm 1/14$

1. Pearson

سانتی‌متر و وزن $46/99 \pm 3/27$ کیلوگرم به صورت نمونه در دسترس که داوطلب شرکت در تحقیق بودند، انتخاب شدند. بعد از تکمیل برگه رضایت فردی، نخست از نمونه‌ها اندازه‌های آنتروپومتری جمع‌آوری شد. سپس به منظور تعیین تیپ بدنی آنان از روش هیث - کارتر استفاده شد. روش هیث - کارتر دربرگیرنده ۱۰ اندازه‌گیری آنتروپومتریک و شامل اطلاعات مربوط به قد، وزن، پهنای بازو (عرض استخوان بازو در ناحیه آرنج)، پهنای ران (عرض استخوان ران در ناحیه زانو)، بیشترین محیط بازو، بیشترین محیط ساق پا، چربی زیر پوستی در نواحی سه‌سربازویی، تحت‌کنفی، فوق‌خاری و ناحیه داخلی ساق پا در هر آزمودنی است. به منظور اندازه‌گیری پهنای اندام‌ها از کولیس (با مارک میکوت ساخت ژاپن و با حساسیت ۰/۰۵) و برای اندازه‌گیری چربی زیرپوستی از کالیپر (با مارک میکوت ساخت ژاپن و با حساسیت ۰/۰۵) استفاده شد. روش هیث - کارتر برای هر فردی سه نمره آکتومورفی، مزومورفی و آکتومورفی به دست می‌دهد و نمره‌ای که ۱/۵ واحد بیشتر از نمره‌های دیگر باشد، به عنوان تیپ بدنی فرد در نظر گرفته می‌شود. قبل از اجرای آزمون، به تشریح نحوه اجرای آزمون‌های تعادلی برای نمونه‌ها پرداخته شد و بعد از تمرینات گرم کردن، هر آزمون برای هر فرد سه مرتبه انجام گرفت و امتیازات هر فرد در برگه ثبت امتیاز مختص به خودش وارد شد. از امتیازهایی که هر فرد طی سه نوبت آزمون کسب کرد، میانگین گرفته شد و میانگین‌ها به منظور تجزیه و تحلیل آماری به کار رفتند. فاصله زمانی بین آزمون‌ها برای کاهش اثر یادگیری ۷۲ ساعت در نظر گرفته شد (۱۱).

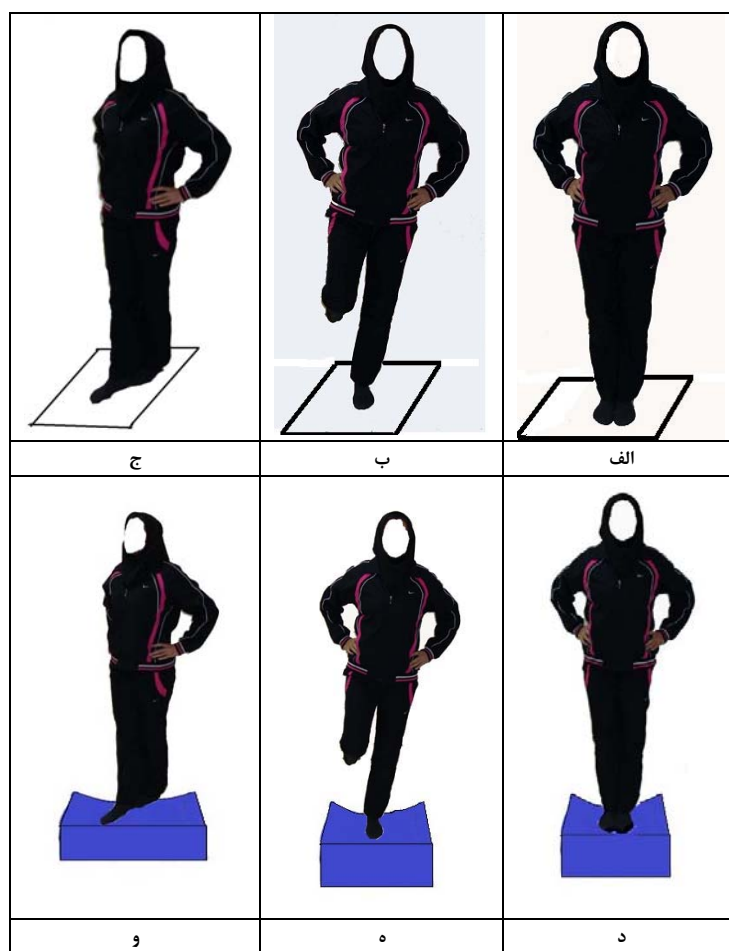
برای ارزیابی تعادل ایستا، از آزمون‌های بس، رومبرگ، شارپند رومبرگ، لک و فرشته با توضیحات تکمیلی به این شرح استفاده شد:

* آزمون بس^۱ (سیستم امتیازدهی خطای تعادل (BESS))

این آزمون شامل سه موقعیت ثابت است که هر کدام روی سطوح ثابت و بی‌ثبات برای اندام برتر انجام گرفت. سطح بی‌ثبات شامل بالشتک فوم فشرده ساخت ایران به ابعاد $50 \times 41 \times 6$ سانتی‌متر و سطح با ثبات، کفپوش از جنس موکت سفت و نازک بود. این سه موقعیت عبارت بود از: ایستادن روی هر دو پا (پاجفت)، ایستادن روی پای غیر برتر با فلکشن ۳۰ درجه در ران و ۴۵ درجه در زانوی پای برتر (یک پا بالا) و ایستادن روی هر دو پا به صورتی که دو پا پشت سر هم روی یک خط باشند و پاشنه پای جلو با پنجه پای عقب تماس داشته باشد و پای برتر جلو و پای غیربرتر عقب قرار گرفته باشد

1 . Balance Error Scoring System test (BESS)

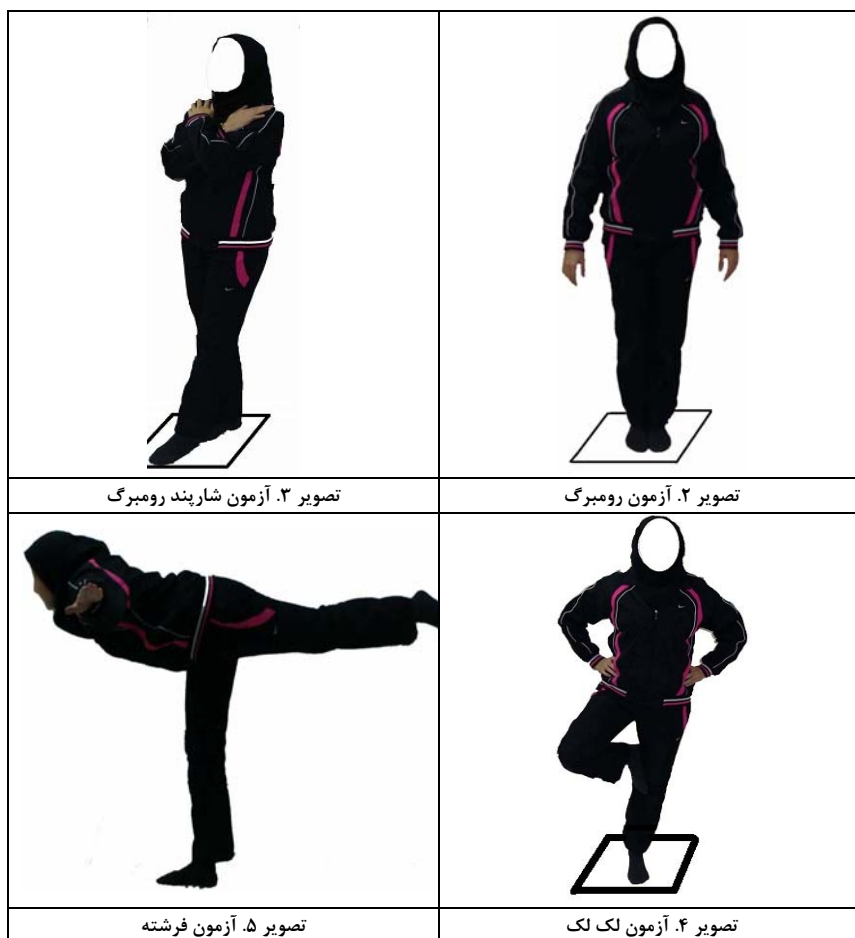
(تاندوم). در هر سه موقعیت چشم‌ها بسته و دست‌ها به کمر بود. هر موقعیت به مدت ۲۰ ثانیه حفظ و نمره از طریق ثبت خطاها تعیین شد (۳۳، ۲۲). خطاها شامل باز کردن چشم‌ها، باز کردن دست‌ها از روی کمر، لمس کردن زمین با پایی که در تماس با زمین نیست، لی زدن و گام برداشتن و هر گونه حرکت پای ایستاده، بلند شدن پنجه یا پاشنه از روی زمین، حرکت ران به داخل یا ابداکشن ران بیشتر از ۳۰ درجه و دور ماندن از موقعیت بیش از ۵ ثانیه بود (تصویر ۱).



تصویر ۱. وضعیت‌های آزمون بس (الف - و)

* آزمون رومبرگ^۱

این آزمون شامل وضعیت ثابتی است که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد، دست‌ها در کنار بدن و آویزان هستند و قوزک پاها به هم می‌چسبند. چشم‌ها باید بسته باشند و بهتر است از چشم‌بند استفاده شود. مدت زمانی که آزمودنی بتواند این حالت را حفظ کند، امتیاز او محسوب می‌شود (تصویر ۲).



آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا

1. Romberg test

* آزمون شارپند رومبرگ^۱

این آزمون شامل وضعیت ثابتی است که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد. پای برتر را جلوی پای غیربرتر می‌گذارد؛ به این صورت که پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند. دست‌ها به حالت ضربدر روی سینه و کف دست روی شانه طرف مخالف قرار می‌گیرد. این آزمون با چشمان بسته اجرا می‌شود (تصویر ۳). مدت زمانی که آزمودنی قادر باشد این حالت را با چشمان بسته حفظ کند، امتیاز وی محسوب می‌شود (۳۹، ۳۶، ۲۷). در صورت وقوع هر یک از این خطاها (تاب خوردن زیاد، از دست دادن تعادل، باز کردن چشم‌ها و تکان خوردن دست‌ها) هنگام حفظ تعادل برای آزمودنی یک امتیاز منفی ثبت می‌شود.

* آزمون لک لک^۲

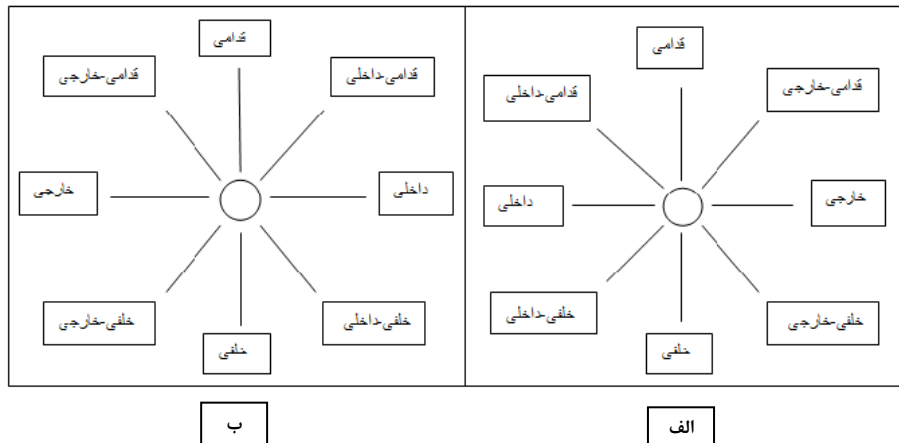
این آزمون شامل وضعیت ثابتی است که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد. دست‌ها را روی مفصل ران می‌گذارد. سپس پای غیر تکیه‌گاه (پای برتر) را مجاور زانوی پای تکیه‌گاه (پای غیربرتر) قرار می‌دهد. آزمودنی مدتی این وضعیت را تمرین می‌کند. سپس پاشنه را بلند می‌کند تا تعادل را روی انگشتان پا برقرار کند (تصویر ۴). زمانی که آزمودنی پاشنه را روی زمین بلند کند، زمان سنج شروع به کار می‌کند. مدت زمانی که آزمودنی بتواند این حالت را حفظ کند، به‌عنوان امتیاز وی محاسبه شده و با بروز خطا زمان سنج متوقف می‌شود. خطاها در این آزمون شامل برداشتن دست‌ها از روی ران، نوسان پای تکیه‌گاه در هر جهت، جدا شدن پای غیرتکیه‌گاه از زانو و لمس کردن زمین توسط پاشنه پای تکیه‌گاه است (۱۱، ۱۰).

* آزمون فرشته^۳

این آزمون شامل دو وضعیت است (چشم باز و بسته) که هر کدام روی سطوح پایدار و ناپایدار برای پای برتر و غیربرتر انجام گرفت. روی هر سطح، چهار وضعیت آزمون می‌شود. در این آزمون، تنه به جلو خم می‌شود. فرد روی یک پا می‌ایستد و پای دیگر از پشت خم می‌شود. زانو کاملاً صاف است و تنه و پا در امتداد هم قرار می‌گیرند. دست‌ها با آبداکشن ۹۰ درجه در دو طرف بدن قرار می‌گیرند (تصویر ۵). مدت زمانی که آزمودنی بتواند این آزمون را اجرا کند، امتیاز او محسوب می‌شود. خطاها در این آزمون

1. Sharpened Romberg test
2. Stork Test
3. Angel Test

شامل تاب خوردن زیاد، از دست دادن تعادل، باز کردن چشم‌ها زمانی که باید بسته باشد، تکان خوردن زیاد دست‌ها، گام برداشتن، لی کردن یا هر گونه حرکت پا و بلند کردن پنجه یا پاشنه پاست که با وقوع هر کدام از این خطاها، یک امتیاز منفی برای آزمودنی ثبت می‌شود (۷). برای ارزیابی تعادل نیمه‌پویا، از آزمون ستاره با توضیح تکمیلی نحوه اجرای آزمون به شرح زیر استفاده شد.



تصویر ۶. آزمون ستاره، الف) ایستادن روی پای راست؛ ب) ایستادن روی پای چپ

* آزمون ستاره^۱ (SEBT)

این آزمون شبکه‌ای با هشت خط در جهت‌های مختلف با زاویه ۴۵ درجه است. هشت خط براساس وضعیت خط نسبت به پای واقع در زمین نامگذاری می‌شود که شامل جهت‌های قدامی (A)، قدامی - داخلی (AM)، داخلی (M)، خلفی - داخلی (PM)، خلفی (PM)، خلفی - خارجی (P)، خارجی (PL) و قدامی - خارجی (L) است (تصویر ۷). شبکه ستاره با استفاده از نوار چسب، متر نواری و یک نقاله به‌طور مستقیم روی سطح غیرصیقلی رسم شد (۲۲).

برای تعیین پای برتر، از آزمودنی خواسته شد تویی را که جلوی او روی زمین قرار داشت، شوت کند (۲۲). پس از اینکه آزمونگر توضیحات لازم را درباره آزمون ارائه کرد، هر آزمودنی شش بار این آزمون را تمرین کرد تا روش کار را فرا گیرد (۲۲). پس از پنج دقیقه تمرینات کششی (چهارسر رانی، همسترینگ‌ها، دوقلو و نعلی) و گرم کردن، آزمودنی در مرکز شبکه با یک پا می‌ایستاد و انتهای‌ترین

1 . Star Excursion Balance Test (SEBT)

قسمت پای دیگر را در جهت‌های هشت خط تا حد امکان حرکت می‌داد. آزمودنی در هر جهت سه بار پای خود را حرکت می‌داد و در هر بار منحرف شدن پا، با هر حرکت برای ثبت اندازه یک ثانیه در آن حالت باقی می‌ماند و بعد از هر حرکت به وضعیت ایستادن روی دو پا بازمی‌گشت و قبل از حرکت بعدی، سه ثانیه در آن حالت استراحت باقی می‌ماند. تمام حرکات در هر جهت قبل از رفتن به جهت دیگر تکمیل می‌شدند و بین حرکت در هر دو جهت پنج دقیقه استراحت در نظر گرفته می‌شد (۲۲). آزمونگر خطایی را که ممکن است حین آزمون رخ دهد، برای آزمودنی‌ها توضیح داد. این خطاها عبارت بودند از: آزمودنی پای اتکا را از مرکز ستاره بردارد؛ تعادل آزمودنی در طول هر بار دستیابی کم شود؛ آزمودنی وضعیت شروع و برگشت را نتواند به مدت یک ثانیه حفظ کند؛ پای آزمودنی در هر نقطه درحالی‌که تحمل وزنش روی پای اتکاست، زمین را لمس کند (۲۲).

از آنجا که طول پای افراد بر فاصله دستیابی آنان اثرگذار است، برای نرمال‌سازی، میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر آزمودنی تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد. متغیر وابسته محاسبه و فاصله دستیابی به‌عنوان درصدی از اندازه طول پا به‌دست آمد (۲۲). طول پا از خار خاصه‌ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی اندازه‌گیری شد. به این منظور آزمودنی در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، درحالی‌که زانوها در وضعیت آکستنشن بود و مچ پاها ۱۵ سانتی‌متر از هم فاصله داشتند (۴۴).



تصویر ۷. آزمون ستاره (جهت قدامی)

برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون‌های زمان برخاستن و رفتن و راه رفتن تاندوم به شرح زیر استفاده

شد:

* آزمون زمان برخاستن و رفتن^۱

این آزمون شامل شش مرحله است که آزمودنی باید آنها را پشت سر هم انجام دهد. برای اجرای این آزمون ابتدا یک صندلی بدون دستگیره به فاصله ۳ متری از یک مانع (پایان مسیر) قرار داده می‌شود (تصویر ۸). سپس از آزمودنی خواسته شد بدون کمک دست‌هایش از روی صندلی برخیزد و پس از طی مسیر سه‌متری، برگردد و روی صندلی بنشیند (۴۳، ۳۹). از آزمودنی خواسته شد که در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون دزدیدن این عمل را انجام دهد. برای آشنایی با نحوه اجرای آزمون، آزمودنی‌ها قبل از ثبت رکورد آزمون، این عمل را سه بار تمرین کردند. سپس آزمودنی سه بار آزمون را اجرا کرد و میانگین این سه بار به‌عنوان رکوردش ثبت شد. مراحل شش‌گانه آزمون به این شرح است: ۱. بلند شدن از روی صندلی؛ ۲. طی کردن مسیر سه‌متری مشخص‌شده؛ ۳. چرخیدن دور مانع؛ ۴. برگشت مسیر سه‌متری در مرحله دوم؛ ۵. چرخیدن دور صندلی؛ ۶. نشستن روی صندلی. فرد با شنیدن فرمان رو حرکت کرده و آزمونگر زمان را از آغاز تا پایان محاسبه می‌کند. مدت زمان انجام این آزمون توسط آزمودنی به‌عنوان امتیازش ثبت می‌شود.

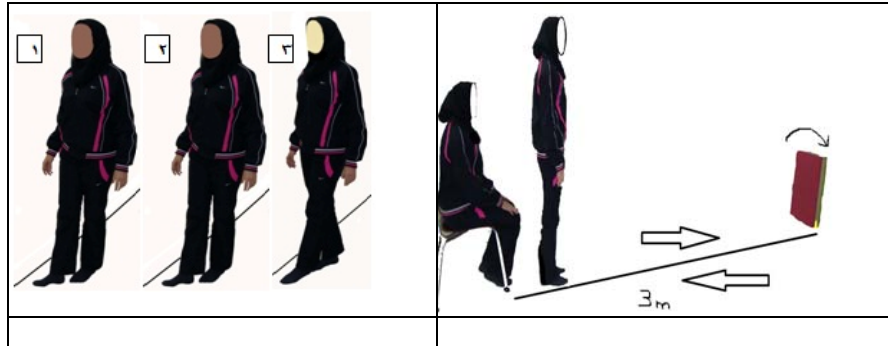
* آزمون راه رفتن تاندوم^۲

در این آزمون، آزمودنی بدون کفش به‌صورت پاشنه به پنجه راه می‌رود؛ به این صورت که دست‌ها کنار بدن و به حالت آویزان است و یک پا جلوی پای دیگر قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که در حین راه رفتن، پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند و تا انتها به همین شکل ادامه می‌یابد. نحوه امتیازگذاری به این صورت است که آزمودنی به مدت ۶۰ ثانیه این آزمون را اجرا می‌کند و نمره از طریق ثبت خطاها تعیین می‌شود. خطاها شامل تاب خوردن زیاد و از دست دادن تعادل است. در صورت وقوع هر خطا هنگام حفظ تعادل، برای آزمودنی یک امتیاز منفی ثبت می‌شود. این آزمون سه بار انجام گرفت و میانگین این سه بار به‌عنوان رکورد ثبت شد (تصویر ۹).

در این تحقیق برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات و از آمار استنباطی با آزمون ICC (Intercalss correlation coefficient)، برای محاسبه همبستگی برون‌گروهی در سطح معناداری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

1 . Timed to get up and go test

2 . Tandem Walking test



تصویر ۹. آزمون راه رفتن تاندوم

تصویر ۸. آزمون برخاستن و رفتن

آزمون‌های عملکردی تعادل پویا

نتایج و یافته‌های تحقیق

براساس اطلاعات جدول ۱، آزمودنی‌ها در آزمون بس (BESS) در سطح پایدار امتیازهای بهتری نسبت به سطح ناپایدار کسب کردند. به طوری که درصد فراوانی تجمعی امتیازها در وضعیت پاچفت در سطح پایدار: ۵۰/۶۰ درصد، ناپایدار: ۴۹/۳۹ درصد، یک پا بالا در سطح پایدار ۵۱/۴۰ درصد، ناپایدار ۴۸/۵۹ درصد و تاندوم در سطح پایدار: ۵۱/۲۴ درصد، ناپایدار: ۴۸/۷۵ درصد است. همچنین در آزمون شارپند رومبرگ (۴۴/۶۹ درصد) امتیاز بهتری نسبت به آزمون رومبرگ (۴۱/۶۳ درصد) و آزمون لک لک (۱۳/۶۷ درصد) کسب کردند.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد نمره‌های آزمونگر در سه نوبت اندازه‌گیری آزمون‌های تعادل ایستا (بس، رومبرگ، شارپند رومبرگ و لک لک) بر حسب ثانیه و آزمون پایایی با روش آماری

نام آزمون	وضعیت	نوبت اول		نوبت دوم		نوبت سوم		آزمون پایایی
		انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
بس (سطح پایدار)	پاچفت	۱۹۶	۰/۸۹	۱۹۴	۰/۸۹	۱۹۶	۰/۵۴	✓
	یک پا بالا	۱۸۴	۰/۵۴	۱۸	۰/۸۳	۱۸۴	۰/۸۹	✓
	تاندوم	۱۹	۰/۷۰	۱۹۲	۰/۸۳	۱۹۴	۰/۵۴	✓
بس (سطح ناپایدار)	پاچفت	۱۹۴	۰/۵۴	۱۸۸	۰/۴۴	۱۹	۰/۷۰	—
	یک پا بالا	۱۷	۱/۵۸	۱۶/۸	۲/۳۸	۱۸	۱/۴۱	✓
	تاندوم	۱۸۲	۰/۸۳	۱۸	۰/۷۰	۱۸۶	۰/۵۴	—
رومبرگ		۵۲/۰۶	۱۲/۲۰	۵۶/۱۴	۶/۳۲	۵۵/۵۶	۸/۳۵	—
شارپند رومبرگ		۵۸۶	۰/۵۴	۵۸	۰/۷۰	۵۹۲	۰/۸۳	✓
لک لک		۱۴/۸	۱۱/۰۵	۲۱/۲۶	۱۹/۹۶	۱۷/۷۱	۱۱/۳۷	✓

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، آزمودنی‌ها در آزمون فرشته سطح پایدار و ناپایدار و در پای برتر و غیربرتر، در حالت چشم بسته امتیاز بهتری نسبت به حالت چشم باز به دست آوردند. به طوری که درصد امتیازها در آزمون فرشته سطح پایدار در حالت چشم باز، پای برتر (۷۷/۹۴ درصد)، پای غیربرتر (۷۷/۵۶ درصد) و در حالت چشم بسته، پای برتر (۲۲/۰۵ درصد)، پای غیربرتر (۲۲/۴۳ درصد) و نیز در آزمون فرشته سطح ناپایدار در حالت چشم باز، پای برتر (۷۰/۸۳ درصد)، پای غیربرتر (۷۶/۶۶ درصد) و در حالت چشم بسته، پای برتر (۲۹/۱۶ درصد)، پای غیربرتر (۲۳/۳۳ درصد) بود.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد نمره‌های آزمونگر در سه نوبت اندازه‌گیری آزمون‌های تعادل ایستا (فرشته) بر حسب ثابته و آزمون پایایی با روش آماری

آزمون	وضعیت	نوبت اول		نوبت دوم		نوبت سوم		آزمون پایایی	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	P	IC C
فرشته (سطح پایدار)	چشم باز	۴۳	۲۲/۳۵	۴۳/۳۲	۱۶/۶۸	۳۹/۷۴	۱۳/۵۸	۰/۰۰۴	۰/۹۰
	چشم بسته	۱۱/۵۸	۴/۶۲	۱۰/۰۸	۳/۸۳	۱۴	۶/۱۰	—	—
	چشم باز	۴۴/۴	۱۲/۳۲	۴۴/۰۸	۱۹/۱۳	۳۷/۷	۱۴/۵۷	۰/۰۰۸	۰/۸۷
	چشم بسته	۱۱/۰۴	۷/۴۸	۱۴/۰۲	۱۰/۶۹	۱۱/۴۴	۷/۶۰	۰/۰۳۲	۰/۸۰
	چشم باز	۴۰/۳۲	۲۳/۳۲	۴۰/۴۸	۱۹/۱۳	۳۷/۹۲	۲۰/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۹۷
	چشم بسته	۱۴/۲۸	۱۱/۵۸	۱۷/۴	۱۲/۱۶	۱۷/۲	۱۱/۱۱	۰/۰۰۳	۰/۹۱
فرشته (سطح ناپایدار)	چشم باز	۳۸/۷۴	۱۸/۴۹	۴۱/۲۹	۱۳/۳۹	۴۱/۵۲	۱۶/۲۶	۰/۰۲۳	۰/۷۹
	چشم بسته	۱۰/۳۶	۷/۰۴	۱۵/۳۴	۶/۹۷	۱۱/۴۸	۷/۹۱	—	—

بر اساس اطلاعات جدول ۳، آزمودنی‌ها در آزمون نیمه‌پویای ستاره در دستیابی با پای راست (۵۰/۰۴ درصد) امتیاز بیشتری نسبت به دستیابی با پای چپ (۴۹/۹۵ درصد) به دست آوردند. همچنین در آزمون پویای راه رفتن تاندوم (۸۹/۵۳ درصد) امتیاز بیشتری نسبت به آزمون زمان برخاستن و رفتن (۱۰/۴۶ درصد) کسب کردند.

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد نمره‌های آزمونگر در سه نوبت اندازه‌گیری آزمون‌های تعادل نیمه‌پویا (ستاره) و پویا (زمان برخاستن و رفتن و راه رفتن تاندوم)

نام آزمون (سبقتی من)	وضعیت	نوبت اول		نوبت دوم		نوبت سوم		آزمون پایایی
		انحراف میانگین	انحراف معیار	انحراف میانگین	انحراف معیار	انحراف میانگین	انحراف معیار	
تعادل نیمه‌پویا (آزمون ستاره)	دستیابی با پای راست	۱۱۷/۱۲	۱۴/۷۶	۱۲۴/۱۴	۱۶/۲۷	۱۲۲/۹۳	۱۴/۶۳	۰/۰۰۱
	دستیابی با پای چپ	۱۱۶/۵۳	۱۴/۲۳	۱۳۳/۸۰	۱۶/۶۳	۱۳۳/۱۸	۱۳/۹۰	۰/۰۰۱
فصل پویا (تایم)	زمان برخاستن و رفتن	۶/۸۶	۰/۴۸	۶/۷۲	۰/۳۹	۶/۷۶	۰/۶۷	۰/۰۰۴
	راه رفتن تاندوم	۵۷/۸	۰/۸۳	۵۸/۲	۰/۴۴	۵۸	۰/۷۰	—

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی تحقیق حاضر پایایی‌سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا (سیستم امتیازدهی خطای تعادل (بس)، رومبرگ، شارپند رومبرگ، لک لک و فرشته، نیمه‌پویا (ستاره) و پویا (زمان برخاستن و رفتن و راه رفتن تاندوم)، در زنان آکتومورف رده سنی جوانان (۳۴ - ۲۴ ساله) بود. براساس نتایج این تحقیق، در زنان آکتومورف رده سنی جوانان، آزمون‌های ایستای بس در سطح پایدار:

* وضعیت پاچفت ($ICC = 0/78$)، یک پا بالا ($ICC = 0/82$)، تاندوم ($ICC = 0/81$)، بس در سطح ناپایدار وضعیت یک پا بالا ($ICC = 0/90$)، شارپند رومبرگ ($ICC = 0/70$)، لک لک ($ICC = 0/93$)، فرشته سطح پایدار در حالت چشم باز در پای برتر ($ICC = 0/87$)، در پای غیربرتر ($ICC = 0/90$)؛

* در حالت چشم بسته در پای غیربرتر ($ICC = 0/80$)، فرشته سطح ناپایدار در حالت چشم باز در پای برتر ($ICC = 0/91$) و در پای غیربرتر ($ICC = 0/97$)؛

* در حالت چشم بسته در پای برتر ($ICC = 0/79$)، در پای غیربرتر ($ICC = 0/93$)؛

* آزمون نیمه‌پویای ستاره در دستیابی با پای راست ($ICC = 0/92$) و در دستیابی با پای چپ ($ICC = 0/97$) و آزمون پویای زمان برخاستن و رفتن ($ICC = 0/90$)، پایا شدند.

در مورد آزمون بس، نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق سابین (۲۰۱۱) که اعتبار و پایایی بالایی برای آزمون بس ($0/88 - 0/92$) برای سنجش تعادل ایستا ذکر کرد، همچنین با نتایج تحقیق برسل و همکاران (۲۰۰۷)، مک‌گین و همکاران (۲۰۰۶)، سوری و همکاران (۱۳۹۱)، ممشی (۱۳۹۱)، شاه‌حیدری و همکاران (۱۳۹۰) و نورسته و همکاران (۱۳۸۹) که از آزمون بس به‌منظور سنجش تعادل

ایستا استفاده کردند و نیز با نتایج تحقیق قنذیلی (۱۳۹۱) که پایایی بالایی برای این آزمون در غیرورزشکاران و در همه گروه‌های سنی و مناطق کشور گزارش کرد، همخوانی دارد (۴۲، ۳۷، ۲۲، ۱۵، ۱۳، ۴، ۳).

در مورد آزمون بس در سطح ناپایدار در وضعیت‌های پاجفت و تاندوم که در این تحقیق پایا نشدند، یافته‌ها با نتایج تحقیق قنذیلی (۱۳۹۱) که وضعیت‌های مذکور آزمون بس را در زنان ورزشکار رشته‌های بدمینتون، تکواندو و بسکتبال رده سنی جوانان (۳۰ - ۲۰) غیرپایا گزارش کرد، همخوانی دارد (۱۳).

علت پایا نشدن آزمون‌های مذکور را می‌توان به عدم دقت و حساسیت کافی آنها در سنجش تعادل آزمودنی‌های این تحقیق نسبت داد. در مورد آزمون رومبرگ، نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق قنذیلی (۱۳۹۱) که این آزمون را در زنان ورزشکار ۳۰ - ۲۰ سال غیرپایا گزارش کرد، همخوانی دارد، اما با یافته‌های ممشی (۱۳۹۱) که از این آزمون برای سنجش و مقایسه تعادل ایستا در دختران مقطع راهنمایی با تیپ‌های مختلف بدنی استفاده کرد، تناقض دارد (۱۴، ۱۳) که علت احتمالی را می‌توان به اختلاف در سن آزمودنی‌ها نسبت داد. در مورد آزمون شارپند رومبرگ، نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق خسنیس و همکاران (۲۰۰۳)، کاظمی و همکاران (۲۰۰۳)، پائولا و همکاران (۲۰۰۰)، تکامجانی و همکاران (۲۰۰۰)، اصلانخانی و همکاران (۱۳۹۱)، ممشی (۱۳۹۱)، صحبتی‌ها و همکاران (۱۳۹۰)، صادقی و همکاران (۱۳۸۸) که از این آزمون برای سنجش تعادل ایستا استفاده کردند و نیز با یافته‌های قنذیلی (۱۳۹۱) که پایایی بالایی برای این آزمون در افراد غیرورزشکار ۱۸ - ۱۰ ساله شمال غرب و جنوب کشور و در رده سنی ۳۵ - ۱۹ سال و ۵۰ - ۳۶ سال عنوان کرد، همخوانی دارد (۳۹، ۳۶، ۳۵، ۲۷، ۱۴، ۱۳، ۹، ۸، ۱).

پائولا و همکاران (۲۰۰۰)، اعتبار و پایایی آزمون شارپند رومبرگ را برای سنجش تعادل ایستا در حالت چشم باز ۰/۹۱ - ۰/۹۰ و در حالت چشم بسته ۰/۷۷ - ۰/۷۶ و صحبتی‌ها و همکاران (۱۳۹۰) (که برای تعیین اعتبار و پایایی این آزمون از روش آزمون - آزمون مجدد استفاده کردند)، ضریب پایایی پیرسون را برای این آزمون ۰/۸۱ = گزارش کردند (۳۹، ۹). در مورد آزمون لک لک، نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق ممشی (۱۳۹۱)، طهماسبی بروجنی و همکاران (۱۳۹۱) و شمسی‌پور دهکردی و همکاران (۱۳۸۹) که از این آزمون به‌منظور سنجش تعادل ایستا استفاده کردند و نیز با یافته‌های قنذیلی (۱۳۹۱) که پایایی خوبی برای این آزمون در افراد ورزشکار و غیرورزشکار در اکثر رده‌های سنی

ذکر کرد، همخوانی دارد (۱۴، ۱۳، ۱۰، ۶). در مورد آزمون فرشته می‌توان گفت که نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های آلارد و همکاران (۲۰۰۱) و ممشی (۱۳۹۱) که از این آزمون برای سنجش و مقایسه تعادل ایستا در تیپ‌های مختلف بدنی استفاده کردند، همخوانی دارد (۱۸، ۱۴). آزمون فرشته سطح ناپایدار در پای غیربرتر حالت چشم بسته پایا نشد. آزمون فرشته سطح پایدار در پای برتر حالت چشم بسته نیز در این تحقیق پایا نشد که با یافته قندیلی که این وضعیت را در مورد زنان ورزشکار رشته‌های بدمینتون و تکواندو رده سنی جوانان (۳۰ - ۲۰ ساله) غیرپایا گزارش کرد، همخوانی دارد. در توجیه این نتیجه می‌توان گفت با افزایش دشواری تکلیف تعادلی، این آزمون دقت کافی برای سنجش تعادل اکتومورفها و افراد ورزشکار را ندارد. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های پارسا (۱۳۹۱) و ممشی (۱۳۹۱) که از آزمون ستاره برای سنجش تعادل نیمه‌پویا استفاده کردند، همخوانی دارد (۱۴، ۲). در مورد آزمون زمان برخاستن و رفتن، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های ممشی (۱۳۹۱) که به‌منظور سنجش و مقایسه تعادل پویای دختران مقطع راهنمایی با تیپ‌های مختلف بدنی از این آزمون استفاده کرد و نیز با نتایج تحقیق قندیلی (۱۳۹۱) که این آزمون را در افراد ورزشکار و غیرورزشکار در همه رده‌های سنی در تهران پایا گزارش کرد، همخوانی دارد (۱۴، ۱۳). در مورد آزمون راه رفتن تاندوم، نتایج این تحقیق با یافته قندیلی (۱۳۹۱) که این وضعیت را در مورد زنان ورزشکار رشته‌های بدمینتون، تکواندو و بسکتبال در رده سنی جوانان (۳۰ - ۲۰ ساله) غیرپایا گزارش کرد، همخوانی دارد، اما با یافته‌های ممشی (۱۳۹۱) که به‌منظور سنجش تعادل پویای دختران مقطع راهنمایی با تیپ‌های مختلف بدنی از این آزمون استفاده کرد، متناقض است (۱۴، ۱۳) که علت احتمالی را می‌توان به اختلاف سن آزمودنی‌ها و ورزشکار نبودن آزمودنی‌های این تحقیق مرتبط دانست.

با توجه به اهمیت تعادل در فعالیت‌های متفاوت روزانه و ورزشی و تأثیر تیپ بدنی و همچنین براساس یافته‌های این پژوهش باید گفت در مطالعاتی که محققان قصد ارزیابی تعادل افراد را دارند، باید با توجه به تیپ بدنی آنان آزمون‌هایی معتبر و پایا را به‌کار ببرند. اگر محقق نتواند از اندازه‌های آنتروپومتریک برای تفکیک افراد برحسب تیپ بدنی آنان اقدام کند، می‌تواند از روش سوماتوتایپ فتوسکوپیک بهره بگیرد که شامل نمره‌دهی به‌همراه مشاهده دیداری آزمودنی یا عکس آن ترجیحاً از روبه‌رو، پشت یا پهلو با کمترین لباس ممکن است. اما بهترین حالت استفاده از ترکیب دو روش آنتروپومتریک و فتوسکوپیک است.

در نهایت با اینکه بیشتر آزمون‌های تعادلی مورد استفاده برای زنان آکتومورف رده سنی جوانان (۳۴ - ۲۴ ساله) شرکت‌کننده در این تحقیق پایا شناخته شدند، برای ارزیابی تعادل ایستا، آزمون‌های بس در سطح پایدار وضعیت‌های یک پا بالا و تاندوم و بس در سطح ناپایدار وضعیت یک پا بالا و لک و فرشته در سطح پایدار در پای برتر حالت چشم باز و فرشته در سطح ناپایدار در پای برتر و غیربرتر حالت چشم باز و در پای غیربرتر حالت چشم بسته، تعادل نیمه‌پویا، آزمون ستاره و تعادل پویا، آزمون زمان برخاستن و رفتن که از سطح پایایی خیلی خوب برخوردار شدند (۰/۸۸)، توصیه می‌شود.

منابع و مآخذ

۱. اصلانخانی، محمدعلی. فارسی، علیرضا. صحبتی‌ها، محمد. (۱۳۹۱). "تأثیر یک دوره تمرین در آب بر ویژگی‌های تعادلی و راه رفتن مردان سالم غیرفعال". پژوهش در علوم توانبخشی، سال هشتم، شماره ۲، ص: ۲۸۸ - ۲۷۹.
۲. پارسا، سارا. صادقی، حیدر. (۱۳۹۱). "تأثیر یک دوره تمرین تیراندازی با کمان بر تعادل ایستا و نیمه‌پویای دختران و پسران ۱۳-۱۲ ساله". دومین همایش ملی استعدادیابی ورزشی.
۳. سوری، مهدی. عنبریان، مهرداد. آقایی، آذر. مؤمنی پیری، سجاد. عبدالملکی، مریم. (۱۳۹۱). "مقایسه کنترل تعادل بدن ژیمناست‌ها و باستانی‌کاران". مجموعه مقالات دومین همایش ملی استعدادیابی ورزشی.
۴. شاه حیدری، ساره. نورسته، علی‌اصغر. محبی، حمید. (۱۳۹۰). "مقایسه تعادل پای برتر و غیربرتر در فوتبالیست‌ها، ژیمناست‌ها، شناگران و بسکتبالیست‌ها". نشریه طب ورزشی، شماره ۷، ص: ۱۷-۵.
۵. شمس، پروانه. سخنگویی، یحیی. صالح، وحید. (۱۳۹۱). "بررسی تفاوت آنترپومتری و سوماتوتایپ ورزشکاران و غیرورزشکاران مرد جوان در رشته‌های ورزشی بدمینتون، فوتبال و والیبال جهت تسهیل استعدادیابی". دومین همایش ملی استعدادیابی ورزشی.
۶. شمسی‌پور دهکردی، پروانه. اصلانخانی، محمدعلی. شمس، امیر. (۱۳۸۹). "تأثیر تمرینات بدنی، ذهنی و ترکیبی بر تعادل ایستا و پویای سالمندان". مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، دوره ۲، شماره ۴.
۷. شیخی، امید. (۱۳۸۸). "تأثیر یک دوره تمرین اسکیت بر تعادل". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز.

۸. صادقی، حیدر. نوروزی، حمیدرضا. کریمی اصل، اکرم. منتظر، محمدرضا. (۱۳۸۸). "تأثیر شش هفته برنامه تمرین عملکردی بر تعادل ایستا و پویای مردان سالمند سالم". مجله سالمند ایران، سال دوم، شماره ۸، ص: ۵۶۵ - ۵۷۱.
۹. صحبتی‌ها، محمد. اصلانخانی، محمدعلی. فارسی، علیرضا. (۱۳۹۰). "مقایسه تأثیر تمرین در آب و بیرون از آب بر تعادل ایستا و پویای مردان سالمند سالم". مجله سالمندی ایران، سال ششم، شماره ۲۰، ص ۶۳ - ۵۴.
۱۰. طهماسبی بروجنی، شهرزاد. بیگم قدس میرحیدری، صنم. (۱۳۹۱). "تأثیر مدل‌های مختلف تصویرسازی بر تعادل دانشجویان دختر دانشگاه تهران". نشریه رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی، شماره ۹.
۱۱. عسگری، تیمور. هادیان، محمدرضا. انصاری، نورالدین. عبدالوهاب، مهدی. جلیلی، محمود. فقیه‌زاده، سقراط. (۱۳۸۶). "بررسی پایایی اینتر ریتور و اینترا ریتور مقیاس تعادلی برگ در ارزیابی تعادل کودکان فلج مغزی همی پلژی اسپاستیک". دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران، دوره ۱، شماره ۱ و ۲.
۱۲. قراخلو، رضا (۱۳۹۰). "آزمون‌های سنجش آمادگی جسمانی، مهارتی و روانی ورزشکاران نخبه رشته‌های مختلف ورزشی". انتشارات حتمی.
۱۳. قندیلی، سیده شمین. (۱۳۹۱). "اعتبار و پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا، نیمه‌پویا و پویا در ورزشکاران و غیرورزشکاران". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز.
۱۴. ممشی، زهرا (۱۳۹۱). "مقایسه تعادل ایستا، نیمه‌پویا و پویا در دختران مقطع راهنمایی با تأکید بر تیپ بدنی". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات.
۱۵. نورسته، علی اصغر. محبی، حمید. شاه‌حیدری، ساره. (۱۳۸۹). "مقایسه تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران رشته‌های مختلف". نشریه طب ورزشی، شماره ۵، ص ۲۲ - ۵.
۱۶. یادگاری پور، محمد. شجاع‌الدین، سیدصدرالدین. صادقی، حیدر. (۱۳۹۱). "تأثیر یک دوره برنامه تمرین استقامتی در آب بر تعادل ایستا، پویا و قدرت اندام تحتانی مردان ارتشی سالمند سالم". نشریه پژوهش در علوم توانبخشی، سال هشتم، شماره ۳.

17. Alex, J. Y., Lee, Wei – Hsiu Lin (2007). "The influence of gender and somatotype on single – leg upright standing postural stability in children". *J Appl Biomech*, 23:pp: 173-179.
18. Allard, P., Nault, M. L., Hinc, S. et al (2001). "Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium". *Ann Hum Biol Journal*. 28: pp:624-633.
19. Andersson, M. A., Foreman, T. L. (1996). "Return to competition functional rehabilitation in zachazeveski JE". Magee DJ., Quillen WS. *Athletic injuries and rehabilitation*. 1th ed. New York, W. B. Suders company, pp: 229-36.
20. Asseman, F. B. Caron, O., Cremieux, J. (2008). "Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance?" *Gait and posture*. 28, pp:76-81.
21. Balogun, J. A., Akindele, K. A., Nahinlola, J. (1994). "Age – related changes in balance performance". *Dialoil rehabil*. 16. pp:58-62.
22. Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J. Health, E. M. (2007). "Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes". *J Athl Train*. 42 (1). pp: 42-46.
23. Chaloupka, E., Kang, J. Masterangelo, M. (1997). "Cardiorespiratory and metabolic responses during forward and backward walking". *JOSPT*. 25 (5). pp:302-6.
24. Cromwell, R. L. Meyers, P. M. Meyers, P. E., Newton, R. A. (2007). "Tae Kwon Do: an effective exercise for improving balance and walking ability in older adults". *J Gerontol a Biol Sci Med Sci*. 62 (6): pp:641-6.
25. Davlin, C. D. (2004). "Dynamic balance in high level athletes". *J of percept Mot skills*, 98 (3 pt 2). pp:1171-6.
26. Dodd, K. Taylor, N., Bradley, S. (2004). "Strength training for older people". In: Morris M. and Schoo, A. Editors. *Optimizing exercise and physical activity in older people*. Sydney: butterworth heinemann.
27. Ebrahimi Takamjani, E. Noorbakhsh, M. R. Basiri, S. H. (2000). "Effect of sensory information on balance control in standing position at different ages". *IJMS*. 7 (21): (7): p:6.

28. Gribble, P. (2003). "The star excursion balance test as a measurement tool". *Athl ther today*. 8 (2). pp: 46-47.
29. Gribble, P. Hertel, J.(2003). "Considerations for the normalizing measures of the star excursion balance test. *Measure Phys*". *Educ. Exer. Sci*. 7. pp: 89-100.
30. Gribble, P. Hertel, J. Denegar, C. Buckley, W. (2004). "The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control." *J Athl Train*. 39 (4). pp: 321-329.
31. Gribble, P. A., Robinson, R. H. Hertel, J. and dengar, C. R. (2009). "The effects of gender and fatigue on dynamic postural control". *J Sport Rehabil*. 18 (2). pp: 240-57.
32. Guskiewicz, K., Perrin, D. (1996). "Research and clinical applications of assessing balance". *J Sport Rehabil*. 45. pp:63-5.
33. Hertel, J. Gay, M. R. denegar, C. R. (2002). "Differences in postural control during single – leg stance among healthy individuals with different foot types". *J Athl Train*. 37: pp: 129-132.
34. Horak, B. (1997). "Clinical assessment of balance disorders. *Gait and Posture*". 6: pp: 76-84.
35. Kazemi, B., Jazaieri, M. Etemadi, A. (2003). "The effect of balance exercises on movable plate in the sitting position in elderly women". *Armaghan danes Res. Sci. J. Yasuj Uni. Med. Sci*. 8 (32). pp:23-32.
36. Khasnis, A., Gokula, R. M. (2003). "Romberg's test". *JPGM*. 49 (2).P: 169.
37. McGunie, TA and Kneene, J. S. (2006). "The effect of a balance training program on the risk of ankle sprins in high school athletes". *AJSM*. 34, pp: 1103-1111.
38. Nagy, A. Feher, Kiss. Maria, B. Andrea, D. Preszner, L. (2007). "Postural control in elderly subjects participating in balance training". *J Appl Physiol*. 100: pp:97-104.
39. Paula, K., Yim – Chiplis, Laura, A. T. (2000). "Defining and measuring balance in adults". *JBRN*. 1: pp:321-331.

40. Rezmovitz, J., Taunton, J. E., Rhodes, E., Zumbo, B. (2003). "The effects of a lower body resistance – training program on static balance and well – being in older adult women". BCMJ. 45 (9): pp:449-55.
41. Rubenstein, L. Z., Josephson, K. R. (2005). "Interventions to reduce the multifactorial risks for falling" . Rev. Esp. geriatr gerontol. 40 (supl 2).pp: 45-53.
42. sabin, M. J. (2011). "Reliability and validity of the condition – modtion star excursion balance test". Influence of consussion history. University of Illinois.
43. Teresa, L. A., Kban, K.M. Enge, J. J., Janssen, P. A., Lord, S. R., Mckay, H. A. (2004). "Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mas: a 6-month randomized, controlled trail". J Ame Geri Soc. 52: pp:657-665.
44. Timothy, G. L. Alex, F. R., Reynaldo,M. (1998). "Antropometric standardization reference manual". Chapter 2. pp: 15-17.