نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۹، شماره ۱۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۰
۱۰۶ - ۸۵

WWW.RSR.BASU.AC.IR

معرفی روش‌های کاربردی مختلف در ارزیابی میدانی تعادل و کنترل پاسچر

حسین عاشوری[1*]، مصطفی ورمرزیار[2]

۱. مربی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، ایران

دریافت ۱۶ آذر ۱۴۰۰؛ پذیرش ۲۷ بهمن ۱۴۰۰

مقاله مروری

واژگان کلیدی

تعادل

کنترل‌پاسچر

تست عملکردی

ثبات

چکیده

زمینه و هدف: بسیاری از فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی، به تعادل در حالت ایستا و پویا نیازمند است، همچنین به‌عنوان یک عنصر بسیار مهم در پیشگیری از آسیب‌ها قلمداد می شود؛ لذا هدف از مطالعه حاضر، معرفی روش‌های میدانی مختلف، و میزان اعتبار آنها، جهت ارزیابی تعادل و کنترل پاسچر افراد می‌باشد.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع مطالعات مروری سیستماتیک، با استفاده از بررسی متون، و پایگاه‌های PubMed، Science Direct، Google Scholar، Scopus، Sport Discus، و همچنین در پایگاه‌های فارسی SID، MedLib، CIVILICA، ISC با محدودیت زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و کلید واژه‌های Balance، Posture Control، Functional Test، Stability برای موتورهای جستوجوگر خارجی و از کلید واژه‌های تعادل، کنترل پاسچر، تست عملکردی، و ثبات برای موتورهای جستوجوگر داخلی استفاده گردید. تعداد ۹۳۴ مقاله بررسی شد که ۱۶ مقاله مورد قبول واقع گردید.

یافته‌ها: ۱۶ مقاله‌ای که براساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شده بودند به‌طور عمده روش‌های مختلف میدانی ارزیابی تعادل و میزان دقت آن‌ها را معرفی نمودند. با توجه به اینکه روش‌های دستگاهی مختلفی برای ارزیابی تعادل معرفی شده‌اند، اما تهیه آن‌ها بسیار پرهزینه می‌باشد. حال آن‌که امروزه متخصصین به دنبال روش‌های آسان و کم‌هزینه بوده تا بتوانند به سنجش قابلیت‌ها، از جمله تعادل بپردازند.

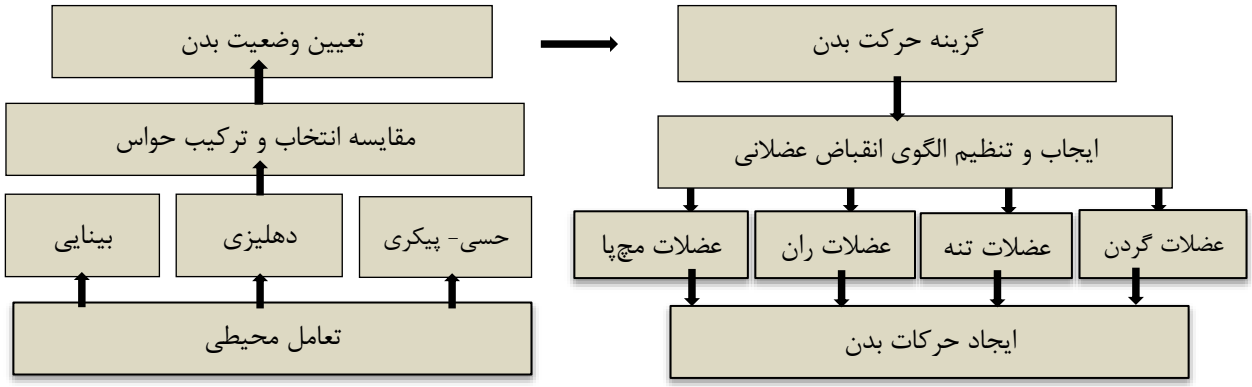
نتیجه‌گیری: به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین آزمون برای امور بالینی، آشنا بودن با آزمون‌های تعادل الزامی می‌باشد. همچنین، ارزیابی های عملکردی تعادل، اطلاعاتی را درباره توانایی آزمودنی در انجام دادن فعالیت‌ها به‌طور مستقل فراهم می‌کند و به‌عنوان آزمون غربالگری برای شناسایی افراد در معرض آسیب کاربرد دارد.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۳۱۶۴۱۲۵
پست الکترونیکی: hoosienashoury@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2022.25323.1598

مقدمه

یکی از اجزاء جداناپذیر و کلید بسیاری از فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی، تعادل می‌باشد (ویسزومیرسکا[1] و همکاران، ۲۰۱۹). همه‌ی فعالیت‌های روزمره‌ی زندگی، نیاز به کنترل تعادل در حالت سکون و جابه‌جایی دارند. تعادل مناسب، حاصل همکاری سیستم‌های گوناگون از جمله سیستم‌های حسی (حس عمقی، وستیبولار، دهلیزی) و حرکتی است. بنابراین عملکرد مناسب این بخش‌ها منجر به حفظ پاسچر مناسب و جلوگیری از بر هم خوردن تعادل می‌شود (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷). به دلیل بروز اختلالات وضعیتی و تأثیر بالقوه آنها در عملکرد، مداخلات برای بهبود تعادل به هدف اصلی متخصصان این زمینه تبدیل شده است. بنابراین ارزیابی توانایی‌های تعادلی برای تشخیص اختلالات بالقوه، شناسایی خطر سقوط، طرح درمان و ارزیابی تغییرات در طول زمان مهم است (پناه‌آبادی و همکاران، ۲۰۱۳). ارزیابی‌های بالینی در این زمینه که از کشفیات اخیر در زمینه کنترل تعادل گرفته شده است می تواند آزمون قدرتمندی را برای متخصصان علاقه‌مند در توانبخشی بیماران با نقایص ارتوپدیکی و عصبی فراهم نماید (محمدی و همکاران، ۲۰۱۵). با این حال، تعادل به توانایی فرد در نگهداری مرکزثقل بدن خود درون سطح اتکا گفته می‌شود. مرکز ثقل، مرکز توده بدن بوده که براساس تغییر در وضعیت و حرکت بخش‌های بدنی تغییر می‌کند (پولاک[2]، ۲۰۰۰). مرکز تعادل (کانال نیم دایره‌ای) در گوش داخلی، حس حرکت در مفاصل و عضلات و درک بصری، از جایی که در آن قرار گرفته‌اید، فاکتورهای مداخله‌گر در تعادل می‌باشند، که همکاری این سیستم‌ها با یکدیگر به کنترل پاسچر و تعادل منجر می‌شود. به‌منظور ایستادن سر پا، اجزای مرکزی و محیطی سیستم عصبی به‌طور مداوم برای حفظ راستای بدن و مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا به نحو مطلوبی با یکدیگر عمل می‌کنند (وینتر[3]، ۱۹۹۵). به‌طور کلی تعادل به دو نوع ایستا (توانایی ماندن در یک حالت پایه با کمترین حرکت)، و پویا (توانایی اجرای یک کار در حالتی که وضعیت پایدار بماند) تقسیم می‌شود. اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا و پویا در حین فعالیت نیازمند تولید نیروی کافی توسط عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن (استخوان‌ها) است که مستلزم تعامل پیچیده سیستم عضلانی اسکلتی و سیستم عصبی است. بنابراین سیستم عصبی مرکزی، درون داده‌های محیطی سیستم‌های مذکور را پردازش کرده و مناسب‌ترین پاسخ عضلانی را برای کنترل پاسچر و وضعیت بدن انتخاب می‌کند (برایانت[4] و همکاران، ۲۰۰۵).

در واقع، تعادل به‌عنوان یک عنصر بسیار مهم در پیشگیری از آسیب‌ها شناسایی شده است، همچنین به‌عنوان یکی از اجزای ضروری برای شرکت در فعالیت‌های ورزشی قلمداد می‌شود (منصوری و همکاران، ۲۰۱۵). حرکات متنوع اعم از دویدن، پریدن و غیره، به حس وضعیت و کنترل حرکت برای ثبات و استحکام مفصل وابسته می‌باشد. بنابراین ارتباط متقابل و پیچیده میان درونداده‌های حسی و پاسخ های حرکتی وجود دارد که باعث حفظ یا تغییر پاسچر و تعادل می‌شود (ناشنر[5]، ۲۰۱۴) (شکل۱).



شکل۱: مدل تعادل پویا، مدیریت موقتی اختلالات تعادل (ناشنر، ۲۰۱۴)

در حال حاضر از چند روش مختلف در ارزیابی تعادل

1. Wiszomirska
2. Pollock
3. Winter
4. Bryant
5. Nashner

استفاده می‌شود که شامل سه روش اصلی ارزیابی عملکرد، ارزیابی سیستم‌ها (ارزیابی فیزیولوژیکی)، و ارزیابی کمی (پوستروگرافی‌کمی) است. دیدگاه عملکردی، اجرای آزمون های مختلف کنترل تعادل را به منظور پیش‌بینی خطر سقوط، شناخت وجود مشکل تعادل و اینکه درمان نیاز یا مؤثر است بررسی می‌کند. دیدگاه سیستم‌ها برای مشخص کردن دلایل مشکلات تعادلی به منظور درمان آنهاست، سیستم‌های ارزیابی تعادل به دنبال شناسایی مجموعه مؤلفه‌های مختل شده به منظور تمرکز درمان روی این مؤلفه‌هاست و دیدگاه پوستروگرافی کمی از تکنولوژی جهت اندازه‌گیری نیروها در سطح، الگوهای الکترومیوگرافی، الگوهای کینماتیک و تحلیل بیومکانیکی حرکات مفصل در انواعی از آزمون‌های پاسچر استفاده می‌کند (مانسینی[1] و هوراک[2]، ۲۰۱۰).

همچنین، تعادل یکی از مهم‌ترین توانایی‌ها برای هماهنگی در زمینه‌های ورزشی بوده، به‌طوری که ورزشکاران جوان را قادر می‌سازد تا بدن خود را در وضعیت‌های ایستا و پویا کنترل کنند، و آنها را در برابر زمین خوردن و بروز صدمات ورزشی در حین انجام حرکات سریع محافظت نماید (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷). میزان توسعه این قابلیت، دامنه سنی ۱۳-۶ سالگی می‌باشد، به ویژه دامنه سنی ۱۲-۱۰ سال، که بهترین دوره برای تمرین بر روی این متغیر می‌باشد. در واقع حفظ پاسچر مناسب، به فرد اجازه می‌دهد تا به‌طور کامل روی تکنیک حرکتی خود تمرکز کند (هرتل[3]، ۲۰۰۲).

ورزش‌های رقابتی به فاکتورهای متعددی از جمله قدرت، استقامت، توان و تمرینات مربوط به‌تعادل، که پدیده نسبتا جدیدی درحوزه آمادگی جسمانی می‌باشد، وابسته است. از نگاه دیگر، موفقیت در فعالیت‌های ورزشی، هم به تعادل فرد و هم به عملکرد وی وابسته می‌باشد. از این‌رو، تست‌های میدانی تعادل می‌تواند در شناسایی افرادی که ثبات پاسچرال کمتری دارند (شکل ۱)، و در معرض خطر افتادن قرار دارند کمک کننده باشد (مایکل[4] و همکاران، ۲۰۰۹). با این حال، روش‌های مختلف آزمایشگاهی و استفاده از ابزار و وسایل‌های مختلف برای ارزیابی تعادل معرفی شده‌اند، اما استفاده از آنها پرهزینه و نیاز به حضور در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد و شاید نتوان تعادل تعداد بالایی از افراد را در زمان کم مورد ارزیابی قرار داد. لذا با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تست‌های میدانی تعادل که از روایی و اعتبار بالایی هم برخوردار هستند و امکان اجرا و اندازه‌گیری در اکثر مکان‌ها و برای تعداد بالایی از افراد را دارند، مناسب می‌باشد. حال آن‌که امروزه متخصصین به دنبال روش‌های آسان و کم هزینه و سریع بوده تا به ارزیابی قابلیت‌ها، از جمله تعادل بپردازند.

شکل (۲) شش سیستم که ارتباط متقابل با یکدیگر دارند را نشان می‌دهد، که در زیر مجموعه کنترل تعادل قرار می‌گیرد و در تست سیستم‌های ارزیابی جدید یکپارچه می‌شوند.

شکل۲: مدل سیستم‌های خلاصه شده که زیر مجموعه تعادل می‌باشد (هوراک[5] و فرانک[6]، ۲۰۰۹)

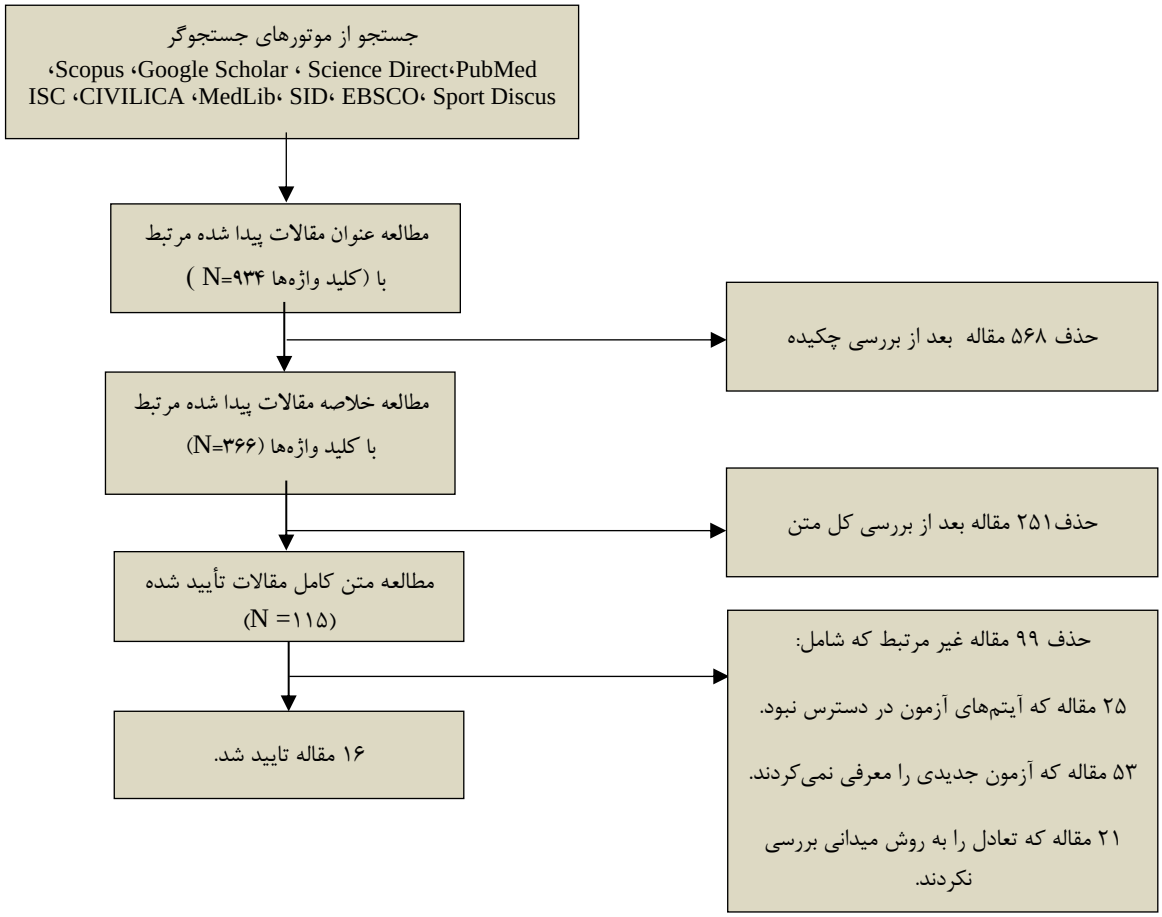
مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش مروری سیستماتیک، با هدف معرفی روش‌های کاربردی مختلف در ارزیابی میدانی تعادل و کنترل پاسچر می‌باشد که با استفاده از بررسی متون، کتب و پایگاه‌های PubMed، Science Direct، Google Scholar، Scopus، Sport Discus و همچنین در پایگاه های فارسی SID، MedLib، CIVILICA، ISC صورت گرفته است که با محدودیت زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و کلیدواژه‌های Balance، Posture Control، Functional

1. Mancini
2. Horak
3. Hertel
4. Michael
5. Horak
6. Frank

Test، Stability برای موتورهای جست‌وجوگر خارجی و از کلید واژه‌های تعادل، کنترل پاسچر، تست عملکردی و ثبات برای موتورهای جست‌وجوگر داخلی استفاده گردید. در نهایت تعداد ۱۶ مقاله براساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. این معیارها شامل دسترسی به متن کامل مقاله، مقالات با زبان فارسی و انگلیسی، داشتن حجم نمونه کافی و آنالیز آماری مناسب بود، همچنین آزمون‌های مربوط به تعادل میدانی علاوه بر آن جستجوی دستی از کتب و منابع استفاده شده در مقالات، مورد بررسی نیز انجام شد. معیارهای خروج شامل: آزمون‌های مربوط به تعادل آزمایشگاهی، گزارشات موردی، مقالات مروری، مقالات غیر مرتبط با موضوع مطالعه حاضر، مطالعات حیوانی یا جسد و مقالاتی که تنها مقدمه‌ای از آنها در دسترس بود از روند بررسی خارج شدند.

حاصل جستجوهای صورت گرفته بر اساس معیارهای ورود به تحقیق در نهایت به شناسایی ۹۳۴ مقاله در این زمینه مورد بررسی انجامید. عنوان مقاله و خلاصه آن جهت بررسی معیارهای ورود مورد مطالعه قرار گرفت و مقالاتی که مورد قبول واقع نشدند از مطالعه حذف گردیدند. اگر اطلاعات کافی در عنوان و خلاصه آن مشاهده نشد متن کامل مقاله مورد مطالعه قرار می‌گرفت. در انتها ۱۶مقاله برای بررسی نهایی انتخاب شدند (شکل ۳).



شکل۳: نمای کلی از روند انتخاب مقالات

یافته‌ها

به‌طور کلی آزمون‌هایی که تعادل را مورد ارزیابی قرار می دهند دو نوع می‌باشند، که تعدادی از این آزمون‌ها تعادل ایستا، و تعداد دیگر تعادل پویا را اندازه‌گیری می‌کنند. با این حال برخی از آزمون‌ها هر دو قابلیت را دارند، یعنی همزمان تعادل ایستا و تعادل پویا را می‌سنجند (عنبریان و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از نیازهای ضروری و مبرم در فعالیت‌های ورزشی و روزمره تعادل می‌باشد، با این حال که روش‌های مختلف آزمایشگاهی و استفاده از ابزار و وسایل های مختلف برای ارزیابی تعادل معرفی شده‌اند، اما استفاده

از آنها پرهزینه می‌باشد، و شاید نتوان تعادل تعداد بالایی از افراد را در زمان کم مورد ارزیابی قرار داد. لذا با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تست-های میدانی تعادل که از روایی و اعتبار بالایی هم برخوردار هستند و تقریباً می‌شود در اکثر مکان‌ها و با تعداد بالا اندازه گرفت، مناسب باشد. حال آنکه امروزه متخصصین به دنبال روش‌های آسان و کم هزینه و سریع بوده تا به ارزیابی قابلیت‌ها، از جمله تعادل بپردازند. بنابراین با توجه به مطالب ارائه شده، به معرفی برخی تست‌های مربوط به تعادل می‌پردازیم.

آزمون‌های مربوط به تعادل ایستا

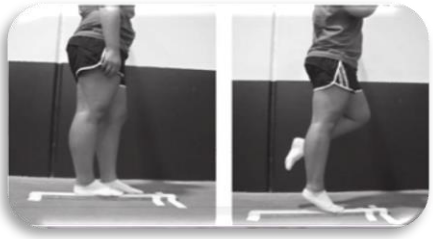
۱- تست تعادل طول تخته (Stick Lengthwise Balance Test)

هدف: ارزیابی تعادل ایستا

وسایل مورد نیاز: تخته، زمانسنج، مترنواری و چسب

روش انجام تست: یک تکه تخته ۲/۵ در ۲/۵ در ۳۰/۵ سانتی‌متر تهیه نموده، سپس فرد طوری روی این چوب قرار می‌گیرد که یک‌پا روی چوب و پای دیگر در کنار چوب روی زمین قرار می‌گیرد. پس از قرارگیری در وضعیت مناسب، آزمون‌گر با صدای بلند دستور استارت می‌دهد. سپس آزمودنی روی پنجه یک پای خود بلند شده و پای دیگر را به‌صورت خم و جدا از زمین نگه می‌دارد، در حالی که دست‌ها را به‌صورت صلیب روی سینه خود قرار می‌دهد. زمان طی شده در این وضعیت ثبت می‌گردد. این تست ۳ بار برای هر پا انجام می‌شود. اگر در ۳ ثانیه اول تعادل فرد بر هم خورد تست دوباره تکرار می‌گردد. تست زمانی شروع می‌شود که آزمودنی وضعیت مناسبی داشته باشد. بهترین زمان به‌عنوان زمان تعادل فرد ثبت می‌گردد. خطاهایی که باعث توقف تست می‌شوند: پاشنه به تخته بخورد، پای غیرتعادل به زمین بخورد، پای تعادل از جایش تکان بخورد (احمدی، یلفانی، گندمی، ۲۰۲۰) (شکل۴).

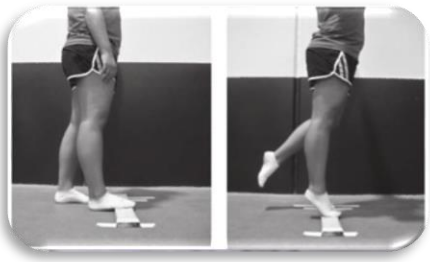
اعتبارتست: میلز[1] در سال ۲۰۰۵ مطالعه‌ای را بر روی ثبات کمری- لگنی ورزشکاران انجام داد، که وی در تحقیق خود به‌دنبال ارزیابی و سنجش تعادل ایستای آزمودنی‌های خود از تست طول تخته که به نقل از جانسون[2] و نلسون[3] (۱۹۸۶)، اعتبار بالایی داشته استفاده نموده‌است (۰/۷۳ تا ۰/۹۵).



شکل۴: تست تعادل طول تخته (میلز، ۲۰۰۵)

۲- تست تعادل عرض تخته (Stick Balance Test crosswise)

این تست دقیقاً مانند تست قبل بوده با این تفاوت که در عرض تخته انجام می‌شود که میلز از این تست هم به‌منظور سنجش تعادل ایستا استفاده نمود. همچنین در تحقیقی، مارین عملکرد زنان ژیمناست را به‌منظور ارزیابی تعادل ایستای بر روی متغیرهای سلامتی حرکتی و روانی مورد بررسی قرار داد، و از تست تعادل عرض تخته استفاده نمود و روایی آن را ۰/۹۸ گزارش کرد (مارینا[4] و رودریگز[5]، ۲۰۱۴).



شکل۵: تست تعادل عرض تخته (میلز، ۲۰۰۵)

۳- تست ایستاده قطاری (پشت سر هم) (Tandem stance test)

هدف: ارزیابی تعادل ایستا

وسایل مورد نیاز: یک زمان سنج برای انجام تست کفایت می‌کند.

روش انجام تست: آزمودنی هنگام شروع، پاشنه یک پا را دقیقاً جلوی پنجه پای دیگر قرارداده (خود آزمودنی مشخص می‌کند که کدام پا جلوتر از دیگری قرار بگیرد)، دست‌ها در کنار بدن به موازات زمین قرار داشته و آزمودنی این تست را ۳ بار و هر بار تا حد امکان نگه می‌دارد. تست

1. Mills
2. Johnson
3. Nelson
4. Marina
5. Rodríguez

زمانی استارت زده می‌شود که آزمونگر در وضعیت مناسب قرار گرفته باشد و تست زمانی متوقف می‌شود که آزمودنی از این وضعیت تکان بخورد. بهترین زمان به‌عنوان زمان تعادل فرد ثبت می‌گردد و آزمودنی که نتواند حداقل ۱۰ ثانیه این وضعیت را نگه دارد در معرض خطر افتادن قرار دارد (سوزی[1] و همکاران، ۲۰۱۳) (شکل۶).

در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ شین[2] و همکاران جهت مقایسه بین گروه‌های دچار افت و غیر افت در افراد خانه نشین، به منظور سنجش تعادل ایستا، از تست تاندم استفاده کردند. همچنین اعتبار این تست در مطالعات متعدد ۰/۸۷ تا ۰/۹۹ گزارش شده است (رضازاده و همکاران، ۲۰۱۱).

شکل۶: تست ایستاده قطاری (سوزی و همکاران، ۲۰۱۳)

۴- تست تعادل ایستاده (کمی و کیفی) (Standing balance test qualities and quantities scoring)

هدف این تست ارزیابی تعادل ایستا می‌باشد، و بسیار ساده بوده و ابزار خاصی جز زمان‌سنج نیاز ندارد. بسیار جالب است که با وجود ورود تست‌های پیچیده با اعتبار و روایی بالاتر، هنوز بسیاری از متخصصین و پژوهشگران به خاطر روایی و اعتبار بالا، کم‌هزینه و ساده بودن، و همچنین راحتی انجام آن توسط آزمودنی‌ها از این تست استفاده می‌نمایند. در این تست آزمودنی روی یک پا تا حد امکان می‌ایستد و هنگامی‌که پای خود را زمین بگذارد تست متوقف می‌گردد. بهترین زمان در ۳ بار تکرار زمان آزمون ثبت می‌گردد.

روش انجام کیفی آن: دراین روش آزمونگر فقط میزان انحرافات بدنی آزمودنی را ثبت می‌نماید. باهر[3] در سال ۲۰۰۴ از این تست در مطالعه خود که ارتباط بین تعادل و آسیب مچ پا بود استفاده کرده است. میچیکاوا[4] در سال ۲۰۰۹ از نوع کمی این تست در مطالعات خود استفاده کرده و اعتبار آن را قابل قبول گزارش نموده‌است. دونکن[5] هم در سال ۱۹۹۲ اعتبار این تست را برای بین آزمودنی‌ها (ICC=۰/۷۳) گزارش نموده است.

جدول ۱: نورم کمی تست تعادل ایستاده (میچیکاوا، ۲۰۰۹)

زمان(ثانیه)	سن
۲۹-۲۴(s)	۴۹-۲۰
۲۱	۵۹-۵۰
۱۰	۶۹-۶۰
۴	۷۹-۷۰

شکل۷: تست تعادل ایستاده (میچیکاوا، ۲۰۰۹)

۵- تست رمبرگ (Sharpened Romberg)

شارپند رمبرگ یکی از افرادی بود که چندین تست تعادل را معرفی نمود که از ساده به سمت سخت بود ولی تست‌های رمبرگ بیشتر جهت سنجش تعادل سالمندان مورد استفاده قرار گرفت. ابتدایی‌ترین تستی که جهت ارزیابی کیفی تعادل ایستا معرفی نمود به این صورت بود که آزمودنی با چشم‌های بسته در حالتی که پاهایش کنار هم قرار داشت و دست‌ها هم در کنار بدن، زمان ۲۰ تا ۳۰ ثانیه در این وضعیت قرار می‌گرفت و آزمونگر که در پشت فرد قرار داشت میزان انحرافات بدنی وی را ثبت می‌کرد (شکل۱۰). اما رمبرگ درجه سختی تست خود را افزایش داد و در این تست آزمودنی به صورت قطاری یعنی پاشنه یک پا دقیقا جلوی پنجه پای دیگر قرار می‌گرفت، دست‌ها به صورت صلیب روی سینه و زمان ثبت می‌شد. تست یا یک بار ۶۰ ثانیه ای یا ۴ بار که جمعا ۲۴۰ ثانیه بود، اجرا

1. Sozzi
2. Shin
3. Bahr
4. Michikawa
5. Duncan

می‌شد و خطاها ثبت می‌گردید.

خطاها: انحراف زیاد، گام برداشتن، و از دست دادن تعادل (گراس[1] و همکاران، ۲۰۱۷).

برگ[2] و همکاران در سال ۱۹۹۲ میزان ICC درون آزمودنی‌ها را ۰/۸۴ و میزان ICC بین آزمودنی‌ها را ۰/۸۴ گزارش کرد. علاوه بر آن ، تغییراتی در این تست بوجود آمد، به‌طوری که فرد روی دو پایش می‌ایستاد، بازوها ۹۰ درجه آبداکشن داده می‌شد، سر به عقب تیلت داده می‌شد و فرد یا روی یک پا، یا روی انگشتان پا و یا رساندن انگشتان یک دست به بینی تست را انجام می‌داد و میزان انحرافات بدنی آزمودنی ثبت می‌گردید، اما برای این تست‌ها روایی و اعتباری ذکر نشده است (اندرسون[3] و رابین[4]، ۲۰۰۲).

شکل۸: تست رمبرگ (برگ و همکاران، ۱۹۹۲)

۶- تست تعادل استورک (Stork balance stand test)

هدف: ارزیابی تعادل ایستا روی سینه پای اتکا

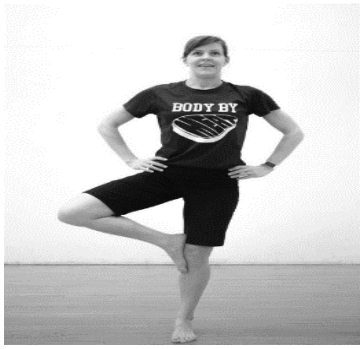
نحوه اجرا: در این تست، آزمودنی روی یک پا ایستاده و پای دیگر خود را در کنار داخلی زانو طوری قرار می‌دهد که پنجه‌های پا به سمت زمین باشند. با دستور استارت، آزمودنی پاشنه پای تعادل را از زمین بلند نموده و زمان سنج فعال می‌گردد، و تا زمانی‌که تعادل خود را حفظ نماید نگه داشته می‌شود. اگر آزمودنی هر کدام از خطاهای زیر را انجام دهد تست متوقف می‌گردد. این آزمون برای هر نفر سه بار انجام و بهترین زمان به‌عنوان رکورد وی ثبت می‌شود.

خطاها: دست از روی لگن بیفتد، پای تعادل در هر جهتی جهش کند، پای غیر تعادل از کنار زانو تکان بخورد، پاشنه پای تعادل به زمین برخورد کند.

ضریب پایایی این تست ۰/۸۳ گزارش شده، که در آزمون مجددکسب شده است (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۴). در مطالعه‌ای که توسط هانگرفورد[5] و موران (۲۰۰۷) صورت گرفت، مشخص شد که با استفاده از این تست، حرکات لگن اعم از چرخش قدامی و خلفی و...، و همچنین نقص‌های موجود در آن را می‌توان به اثبات رساند و برای اصلاح آن برنامه درمانی تجویز کرد، اما با این حال برای تشخیص اختلالات عملکرد کمربند لگنی نیار به مطالعات بیشتری است.

جدول ۲: نورم تست استورک (هانگرفورد و موران، ۲۰۰۷)

امتیاز (ثانیه)	درجه بندی
> ۵۰	عالی
۴۰-۵۰	خوب
۲۵-۳۹	متوسط
۱۰-۲۴	ضعیف
< ۱۰	بسیار ضعیف



شکل۹: تست استورک (هانگرفورد و موران، ۲۰۰۷)

۷- سیستم نمره‌دهی خطای تعادل (Balance Error Scoring System)

1. Gras
2. Berg
3. Anderson
4. Rubin
5. Hungerford

هدف: این تست معمولاً توسط محققین و پزشکان به منظور ارزیابی تعادل ایستا استفاده می‌شود، به‌طور کلی این تست می‌تواند نقص تعادل در افراد با ضربه مغزی و خستگی را تشخیص دهد، و همچنین نمرات این تست با افزایش سن، بی ثباتی مچ پا و بریس مچ پا افزایش می‌یابد و با آموزش افراد، نتایج این تست بهتر می‌شود.

وسایل مورد نیاز: سطح تست (فوم-زمین سفت)، زمان سنج، کارت‌های نمره‌دهی، پروتکل تست

نحوه اجرا: اجرای تست به این صورت است که قبل از انجام تست از آزمودنی‌ها می‌خواهیم کفش، جوراب و هرگونه بانداژ مچ پا را در بیاورند. دستور انجام تست را که در پروتکل تست توضیح داده شده و در دست هر آزمودنی قرار دارد را دوباره تشریح می‌نماییم. ۶ تست ۲۰ ثانیه‌ای انجام می‌شود که در واقع ۳ نوع تست بوده که روی دو نوع سطح (فوم و زمین) اجرا می‌گردد.

نمره‌دهی: در واقع هر آزمایش ۲۰ ثانیه بوده که توسط محاسبه خطاها نمره داده می‌شود. آزمونگر هنگامی شروع به محاسبه خطاها می‌نماید که آزمودنی وضعیت مناسبی داشته باشد.

خطاهایی که به واسطه آنها نمره داده می شود: برداشتن دست از روی لگن، باز نمودن چشم، افتادن و یا گام برداشتن، آبداکشن یا فلکشن بیشتر از ۳۰ درجه‌ای ران، بلند کردن جلوی پا یا پاشنه از سطح تست، قرار نگرفتن در وضعیت صحیح تست بیش از ۵ ثانیه.

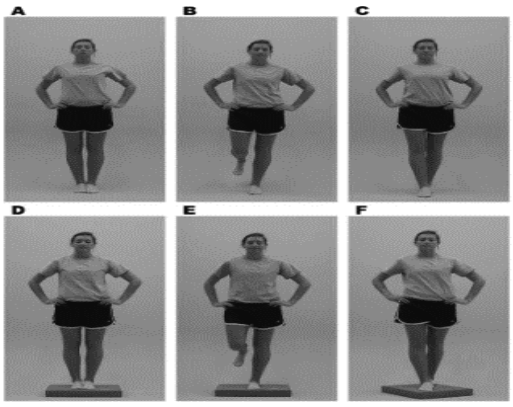
بیشترین تعداد خطاها برای هر تست ۱۰ عدد می‌باشد. اگر آزمودنی چندین خطا به‌صورت همزمان داشته باشد یکی از آنها منظور می‌گردد. نمره کل، مجموع خطاهای کل تست‌ها می‌باشد و نمره بالاتر، کنترل پاسچر کمتر را نشان می‌دهد.

تست ایستادن روی هر دو پا (Double Leg Stance): ایستادن روی هر دو پا، دست‌ها روی کمر، چشم ها بسته.

تست ایستادن روی یک پا (Single Leg Stance): ایستادن یک بار روی پای برتر و بار دیگر غیر برتر، دست‌ها روی کمر، مفصل ران ۳۰ درجه خم، زانو ۴۵ درجه، و چشم ها بسته

تست قطاری یا تاندم (Tandem Stance): ایستادن به صورتی که پای برتر پشت پای غیربرتر قرار گیرد و بار دیگر پای غیربرتر پشت پای برتر قرار گیرد.

والویچ[1] (۲۰۰۳) در پژوهشی از تست BESS استفاده نمود، و با ارزش‌های ذکر شده در بالا آن را تستی دارای اعتبار گزارش نمود. ریمن[2] و گوسکیویکز[3] در سال ۲۰۰۰ نیز اعتبار این تست را ۰/۷۸ تا ۰/۹۶ گزارش نمودند. همچنین در مطالعه مروری که در سال ۲۰۱۱ توسط بل و همکاران صورت گرفت، مشخص شد که به‌طور کلی این تست از قابلیت اطمینان متوسط تا خوبی برای ارزیابی تعادل ایستا برخوردار است.



شکل۱۰: تست BESS بر روی سطوح سخت (A: ایستادن روی دو پا) ، (B: ایستادن تک‌پا روی پای برتر و غیر برتر)، (C: ایستادن روی دو پا پشت سرهم). تست BESS بر روی سطوح نرم (D,E,F) (والویچ، ۲۰۰۳)

آزمون‌های مربوط به تعادل پویا

۱- تست تخته تعادل (Balance Board Test)

هدف: ارزیابی تعادل پویا می‌باشد، که از طریق توانایی نگهداری تعادل در طول راه رفتن روی تخته‌ای که با فاصله از زمین قرار گرفته است انجام می‌گیرد.

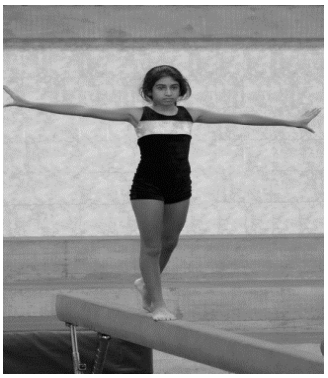
اعتبار تست: در مقاله‌ای که لوکاس[4]، با عنوان «تست تخته تعادل، هنر و علم موفق شدن یک معلم آزمایشگاه» در سال ۲۰۰۲ انجام داد، از این تست به‌عنوان یک تست مناسب و پایا برای ارزیابی میزان تعادل ژیمناست‌ها یاد کرده است (۰/۷۵ تا ۰/۸۳).

نحوه انجام تست: آزمودنی در یک سر تخته تعادل قرار می‌گیرد و دست‌ها در کنار بدن به‌صورت آبداکشن بازو می باشد، وی بایستی این مسافت را در طول ۶ ثانیه بدون افتادن طی نماید. این تست ۳ بار تکرار و رکوردها ثبت می

1. Valovich
2. Riemann
3. Guskiewicz
4. Lucas

شوند. نمره این تست میانگین رکوردهاست و به‌صورت زمان ثبت شده توسط آزمودنی محاسبه می‌شود، که اگر ۳ داور برای ارزیابی قرار گیرند اعتبار تست افزایش می‌یابد. این تست می‌تواند غربالگر مناسبی برای میزان تعادل زنان ژیمناست باشد (پاین[1] و همکاران، ۲۰۱۷) (شکل۱۱).

همچنین جهت غربالگری و تمرین به افرادی دارای مشکلات مخچه و ضربه مغزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (چانگ[2] و گابل[3]، ۲۰۱۴).



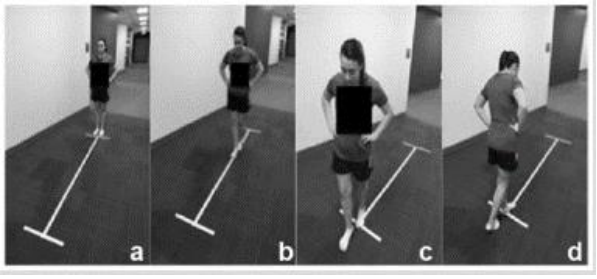
شکل۱۱: تست تخته تعادل (لوکاس، ۲۰۰۲)

۲- تست تعادل قطاری (پشت سر هم) راه رفتن (Tandem walking test)

هدف: ارزیابی تعادل پویا

وسایل مورد نیاز: زمان‌سنج و متر نوای ابزارهای مورد نیاز انجام تست می‌باشند.

روش انجام تست: نوار ۶ متری به عرض ۲/۵ سانتی‌متر روی زمین می‌چسبانیم. آزمونگر در یک طرف نوار با وضعیت یک پا جلوی پای دیگر قرار می‌گیرد. سپس آزمودنی بدون کفش به‌صورت پاشنه پنجه راه می‌رود، به این صورت که دست‌ها کنار بدن و روی کمر و یک پا جلوی پای دیگر باشد، به‌طوری‌که در حین راه رفتن پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند و تا انتها به همین شکل ادامه می‌یابد. این تست می‌تواند در دو جهت حرکت به سمت جلو و یا عقب انجام شود، که در هر جهت انتخابی ۳ بار تکرار و بهترین زمان به‌عنوان رکورد فرد ثبت می‌گردد (کوهن[4] و همکاران، ۲۰۱۸) (شکل۱۲). این تست توسط منز[5] و همکاران درسال ۲۰۱۷ استفاده شد و اعتبار قابل قبولی برای آن ذکر کردند (منز و مونتنو، ۲۰۱۷). علاوه بر آن، کوهن درسال ۲۰۱۳ به‌منظور بهبود تعادل افراد دارای سرگیجه‌های تشنجی غیر ضرر رسان، مطالعه‌ای انجام داد که در آن به‌منظور سنجش تعادل پویای افراد از تست تاندم راه رفتن استفاده نمود، که اعتبار آن را بالا گزارش کرد (ICC: ۰/۸۳). وی عنوان کرد که روایی و اعتبارسنجی برای این تست انجام نشده بود و خود مجبور به سنجش آن گردید.



شکل۱۲: تست قطاری راه رفتن (کوهن و همکاران، ۲۰۱۳)

۳- تست گردش ۳۶۰ درجه زمان‌دار (Timed 360 turn test)

هدف از این تست، ارزیابی تعادل پویا بوده که در آن، اجرا کننده تست، یک علامت ثابت روی سطح زمین نصب نموده و آزمودنی، یک پای خود را روی این علامت قرار داده و پای دیگرش را به موزات همان پا روبروی آزمون گیرنده قرار می‌دهد. با دستور شروع و فعال شدن زمان‌سنج، آزمودنی یک دایره ۳۶۰ درجه‌ای را در زمان هر چه کوتاه‌تر و در هر جهتی که آزمونگر انتخاب می‌کند روی زمین می سازد، به‌طوری که پایی که روی علامت قرار داده شده بود در طول طی کردن این مسیر نباید منحرف شود. تست وقتی تمام می‌شود که آزمودنی دوباره روبروی آزمون‌گر قرار گیرد. آزمودنی‌ها اجازه هیچ تمرینی قبل از آزمون ندارند (شکل۱۳).

نمره دهی: ۲ بار تست انجام و بهترین زمان ثبت می گردد. اگر زمان تست بیش از ۳/۸ ثانیه شود فرد در معرض خطر افتادن قرار دارد (شیو[6]، ۲۰۱۶).

در مطالعه‌ای؛ شابرت[7] و همکاران (۲۰۰۶)، بر روی فوتبالیست‌ها جهت سنجش تعادل پویای آزمودنی‌ها، از تست گردش ۳۶۰ درجه ای زمان‌دار استفاده کردند و آن را

1. Pion
2. Chang
3. Goble
4. Cohen
5. Menz
6. Shiu
7. Shubert

تست پایایی گزارش نمودند. همچنین ساک در مطالعه‌ای بر روی بیماران دارای اماس، نشان داد که این تست می‌تواند در اندازه‌گیری توانایی چرخش، تعادل، تحرک، و سطح ناتوانی در توانبخشی بیماران دارای مولتیپل اسکلروزیس مفید واقع گردد و از لحاظ بالینی، ابزاری ساده و قابل اطمینان باشد (ساک[1]، ۲۰۲۱)، ساک در پژوهشی که بر روی ۵۴ بیمار پارکینسونی انجام داد، مشخص گردید این تست از لحاظ بالینی برای توانایی سنجش چرخش، ابزاری معتبر و قابل اطمینان می‌باشد (ساک، ۲۰۲۰).

شکل۱۳: تست گردش ۳۶۰ درجه (شابرت، ۲۰۰۶)

۴- تست تعادل پویای اصلاح شده بس (Modified bass dynamic balance test)

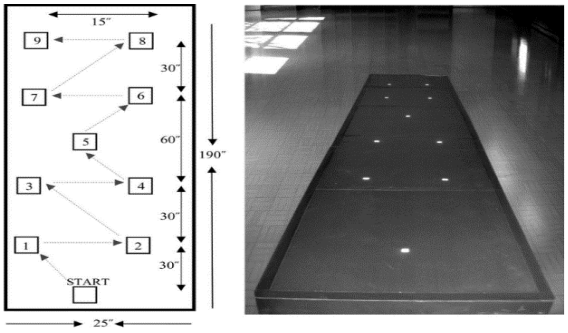
این تست، «تست پایداری جهش یک پایی چندگانه» هم نامیده می‌شود.

هدف: ارزیابی تعادل ایستا و پویا در طول حرکت بوده، به‌طوری‌که در آن، ۱۱ عدد نوار ۲/۵ در ۲/۵ سانتی متری مطابق شکل ۱۴ روی زمین نصب می‌شود، نحوه انجام تست برای آزمون شونده توضیح داده می‌شود و چند بار قبل از اجرای تست آن را انجام می‌دهد، آزمون شونده با پای راست روی نوار شروع می‌ایستد. با دستور شروع آزمودنی با پای چپ روی نوار بعدی می‌پرد به‌طوری‌که با سینه پا روی علامت فرود آید، در این مرحله بایستی بتواند این وضعیت را ۵ ثانیه نگه دارد، آزمونگر ۵ ثانیه را با صدای بلند می شمارد. تست ۱ بار انجام می‌شود.

نمره‌دهی: فرود آمدن صحیح روی علامت و پوشاندن آن با سینه پا ۵ امتیاز و نگه داشتن هر یک ثانیه تعادل روی سینه پا روی هر علامت یک امتیاز که در مجموع ۱۰۰ امتیاز است.

خطاها: نتوانستن کنترل روی هر علامت، تماس با طرفین با هر قسمت دیگر بدن، نتوانستن پوشاندن علامت توسط سینه پا. حداکثر امتیاز در این تست ۱۰۰ نمره است (شکل ۱۱). ضریب پایایی این تست ۰/۷۵ گزارش شده، که در آزمون مجدد کسب شده است. تست‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون جهت پیشگیری از هرگونه سوگیری پژوهشگر، توسط دو آزمون‌گیرنده مجزا انجام می‌شود (تسیجیلیس[2] و همکاران، ۲۰۰۱).

در مطالعه‌ای، کیمبرلی (۲۰۱۱) با عنوان «اثر پنج هفته تمرین core روی تعادل پویای ورزشکاران تنیس» برای سنجش تعادل پویای آزمودنی‌های خود از تست Bass استفاده کرد. ریمن و همکاران (۱۹۹۹) این تست را با کمی تفاوت معرفی نموده است، یعنی تنها فرد با یک پا پرش‌ها را انجام می‌دهد و نمره‌دهی تست به صورت محاسبه خطاها انجام می‌شود، به‌طوری‌که مطابق جدول ۳ نمره فرد جمع خطاها بوده و مسافت بین علامت‌های پرش بر اساس جدول ۴ بر اساس قد افراد تعیین می‌شود. اعتبار این تست نیز در مطالعه‌ای که هابز در سال ۲۰۰۸ روی مچ پای ناپایدار انجام داد ICC=۰/۹۱ گزارش شد (هابز[3]، ۲۰۰۸). همچنین در مطالعه‌ای بر روی ۱۹ کودک با دامنه سنی ۱۴-۸ سال دارای مشکل بینایی، مشخص شد که استفاده از این تست در بهبود تعادل پویای این کودکان مؤثر می‌باشد (جازی[4] و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل۱۴: تست تعادل پویای اصلاح شده Bass (هابز، ۲۰۰۸)

1. Soke

2. Tsigilis
3. Hobbs
4. Jazi

جدول ۳: خطاهای تست بس (هابز، ۲۰۰۸)

خطاهای تعادل	خطاهای پرش
گذاشتن پای غیر تعادل روی زمین	نپوشاندن کامل علامت
برخورد پای غیر تعادل به پای تعادل	از دست دادن تعادل در فرود
پای غیر تعادل بیش از حد فلکشن یا آبداکشن و آداکشن داده شود.	پا کاملا رو به جلو نباشد با ۱۰ درجه اورشن یا اینورشن
افت دست‌ها از روی لگن	افت دست‌ها از روی لگن

جدول۴: محاسبه مسافت های بین علایم با توجه به قد افراد (هابز، ۲۰۰۸)

قد	فاصله‌های مورب (cm)	فاصله‌های مجاور (cm)
۱۵۹-۱۵۰	۷۰	۴۹
۱۶۹-۱۶۰	۷۴	۵۳
۱۷۹-۱۷۰	۷۹	۵۶
۱۸۹-۱۸۰	۸۳	۵۹
۱۹۹-۱۹۰	۸۸	۶۲
۲۰۹-۲۰۰	۹۲	۶۶

۵- تست تعادل گردش ستاره (Star Excursion Balance Test)

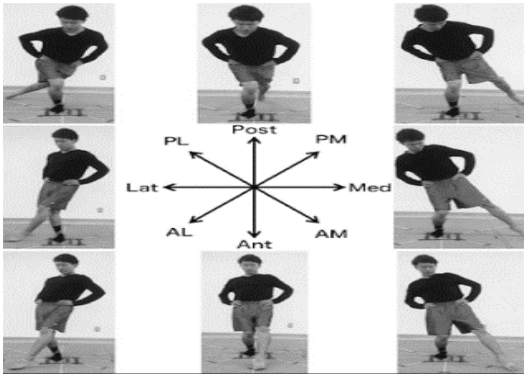
این تست در سال ۱۹۹۴ توسط گری معرفی شد، که در بررسی افتادن برای سالمندان به‌کار می‌رود و بیشتر در موارد بی‌ثباتی‌های مچ پا استفاده شده است.

هدف: این تست به‌منظور ارزیابی تعادل پویای افراد انجام می‌شود، که نیاز به قدرت، انعطاف‌پذیری و حس‌عمقی دارد و برای ارزیابی عملکرد بدنی، شناسایی بی‌ثباتی مزمن مچ پا و شناسایی ورزشکاران در معرض خطر آسیب‌دیدگی اندام تحتانی استفاده می‌شود.

نحوه اجرا: در این تست که تعادل پویا یا کنترل پاسچر را می‌سنجد، ۴ نوار بلند را دو به دو به‌صورت متقاطع طوری روی هم قرار می‌دهیم که در نهایت همانند شکل ۱۵، یک ستاره با زوایای ۴۵ درجه ایجاد شود. آزمون‌شونده روی یک پا (پای تست) در جهت خط قدامی در مرکز ستاره قرار می‌گیرد. با دستور شروع آزمونگر، آزمودنی پای مخالف را بلند نموده و انگشتان پا را به تمام خطوط می‌رساند به طوری‌که هر چه مسافت بیشتر باشد بهتر است. پایی که حرکت می‌کند نباید تحمل کننده وزن باشد. البته آزمودنی باید این وضعیت را تا زمانی که آزمونگر محل تماس را علامت می‌زند نگه دارد، سپس پا به وضعیت استارت برمی گردد. این کار برای هر ۸ جهت انجام می‌گردد و یک‌بار برای هر پا انجام می‌شود (شکل ۱۳). فاصله‌ها در هر جهت از مرکز ستاره محاسبه شده و برای استاندارد سازی بر طول پا تقسیم می‌شود.

خطاها: از دست دادن تعادل در عمل رساندن پای غیر تعادل، استفاده از پای رساننده برای تحمل وزن (گریبل[1] و همکاران، ۲۰۱۳).

هرتل[2] و همکاران (۲۰۰۶) تحقیقی را بر روی اعتبار تست گردش ستاره‌ای انجام دادند و میزان ICC آن را ۰/۹۶-۰/۷۸ گزارش کردند. همچنین یک مطالعه مروری توسط گریبل و هرتل در سال ۲۰۱۲ مشخص کرد که تست گردش ستاره، برای اهداف آزمایش‌های بالینی و تحقیقاتی، و یک معیار قابل اعتماد برای سنجش تعادل پویا، پیش‌بینی آسیب اندام تحتانی و شناسایی نقص در تعادل پویا در افراد سالم و بیماران است که توسط پزشکان و متخصصان می تواند مورد استفاده قرار گیرد.



شکل۱۵: تست تعادل گردش ستاره بس (هرتل، ۲۰۰۶)

1. Gribble
2. Hertel

۶- تست تعادل وای (Y balance test)

هدف: این تست نیز که تعدیل یافته تست ستاره می باشد به‌منظور ارزیابی تعادل پویای افراد انجام می‌گیرد، و همچنین میزان بروز آسیب را در اندام تحتانی پیش‌بینی می‌کند و از آسیب‌های مچ پا و بی‌ثباتی مزمن آن، آسیب ACL، درد جلوی زانو و غیره جلوگیری می‌کند.

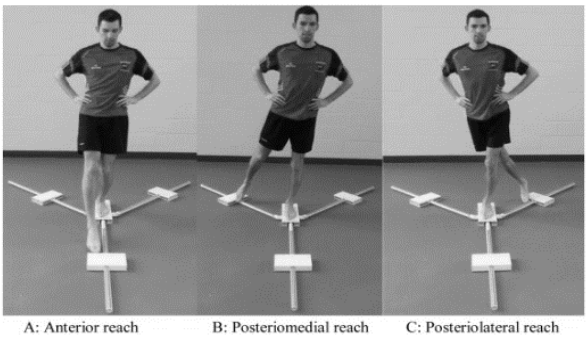
ابزارهای مورد نیاز شامل: ۳ تخته مدرج، نشانگر (یک تکه تخته مسطح که بر روی تخته‌های مدرج متحرک باشد)، تخته مسطح دیگر برای جای پا می‌باشد. این تست ۳ جهت دارد : قدام، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی، که هر کدام از این جهت‌ها را میله‌های مدرج تشکیل می‌دهد. یک زاویه ۹۰ درجه (بین جهات خلفی- داخلی و خلفی-خارجی) و دو زاویه ۱۳۵ درجه (بین جهات قدامی با خلفی داخلی و قدامی با خلفی خارجی) توسط میله‌های مدرج که بر روی زمین ثابت شده‌اند تعیین می‌شود. بر روی هر میله مدرجی یک نشانگر نصب شده است. قبل از شروع تست، پای برتر آزمودنی با استفاده از ضربه پا به یک توپ مشخص می‌گردد. اگر پای راست پای برتر بود، تست از سمت مخالف عقربه‌های ساعت و اگر پای چپ پای برتر بود تست از سمت عقربه‌های ساعت انجام می‌شود. آزمون‌شونده روی پای برتر خود در مرکز ۳ ضلع قرار می‌گیرد و با حرکت دادن نشانگرها توسط پای غیر برتر عمل رسیدن بر روی جهتی که به‌صورت تصادفی توسط آزمونگر انتخاب شده را انجام می‌دهد. سپس آزمودنی به وضعیت استارت بر می‌گردد و مسافت طی شده توسط نشانگر مشخص و ثبت می‌شود.

نمره‌دهی: فاصله‌ی مرکز تخته تا محل تماس، فاصله‌ی دستیابی است. این فاصله بر طول پا (خار خاصره‌ی قدامی فوقانی تا قوزک داخلی) تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود تا فاصلهٔ دستیابی برحسب درصدی از طول پا به دست آید و این عدد امتیاز آزمودنی محسوب می‌شود. هر آزمون ۳ بار در هر جهت تست و در نهایت میانگین آنها محاسبه و بر طول پا تقسیم می‌شود که در نهایت تعادل پویا از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (اسمیت و وارن، ۲۰۱۵).

$$\left(\frac{\text{Anterior+Posteriomedial+Posteriolateral}}{\text{Leg length}}\text{Y=}\right)\times 100.$$

اعتبار تست را حسینی (۲۰۱۱)، مورد استفاده قرار داده و اعتبار آن را ۰/۹۱- ۰/۸۵ گزارش کرده است.

خطاها: استفاده از پایی که عمل رسیدن را انجام می دهد (جهت حمایت)، و افتادن روی زمین می‌باشد. (عطارزاده و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل۱۶: تست تعادل Y (اسمیت و وارن، ۲۰۱۵)

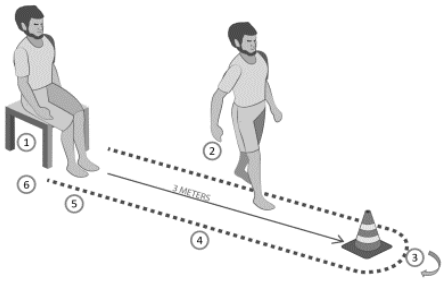
۷- تست تعادل زمان ایستادن و رفتن (Time get up and go test)

هدف: هدف از انجام این تست ارزیابی تعادل پویا می باشد که بیشتر برای افراد مسن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماتیاس[1] در سال ۱۹۸۶ این آزمون را به‌عنوان روشی سریع برای تعیین مشکلات تعادل اثرگذار روی مهارت‌های حرکتی زندگی روزمره سالمندان طراحی کرد که مقیاس اندازه‌گیری آن به‌صورت کمی از ۱ تا ۵ امتیازی بود. بعدها پادسایدو[2] و ریچاردسون[3] (۱۹۹۱) به‌جای مقیاس کمی، مقیاس زمانی را جایگزین کردند، یعنی مدت زمانی که شخص این مانور حرکتی را از لحظه‌ی بلندشدن از روی صندلی تا نشستن مجدد انجام می‌دهد با کرونومتر اندازه گیری می‌شود. به‌گونه‌ای که نحوه محاسبه زمان در این تست شامل نشستن روی صندلی، بلند شدن و راه رفتن تا سه متر، برگشتن و باز روی صندلی نشستن است.

مدت زمان اجرای آن کوتاه است. با این‌که تک‌آیتمی است، اما جنبه‌های مختلفی از تعادل را می‌سنجد. به دلیل ساده بودن بسیار استفاده می‌شود. از آن‌جایی‌که زمان سنجی است، مقادیر پایایی بالایی دارد. توانایی پیش‌بینی خطر سقوط بالایی دارد. دارای پایایی بسیار خوب و ارتباط خوب با مقیاس تعادل برگ است. همچنین این آزمون دارای روایی و پایایی بسیار بالایی در بیماران مبتلا به سکتهٔ مغزی، پارکینسون، سالمندان، قطع عضو یک‌طرفه اندام تحتانی و غربالگری افتادن است. افراد جوان این آزمون را در ۵-۷ ثانیه و سالمندان با خطر بالا در ۱۳ ثانیه یا بیشتر

1. Mathias
2. Podsiadlo
3. Richardson

انجام می‌دهند. از جمله از محدودیت‌های این تست می‌توان به مؤلفه‌های ثبات ایستا، محدودیت‌های ثبات عملکردی، حفظ راستای عمودی، کنترل پاسچر واکنشی، تمامیت حسی و تأثیرات ادراک از سیستم‌های کنترل پاسچر را ارزیابی نمی‌کند.



شکل۱۷: تست تعادل زمان ایستادن و رفتن (پائولینا، ۲۰۱۹)

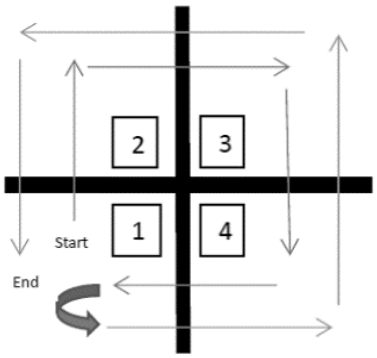
آزمون‌های مربوط به تعادل ایستا و پویا (هر دو قابلیت را به‌صورت همزمان اندازه‌گیری می‌کنند)

۱- تست استپ مربع چهارتایی (Four square step test)

هدف: این تست برای اولین بار در افراد مسن، به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا و پویا و جنبش پذیری آنها صورت گرفت و از آن زمان تاکنون برای انواع مختلف بیماران از جمله پارکینسون، هانتینگتون، مولتیپل اسکلروزیس و... مورد استفاده قرار گرفته است. در مطالعه‌ی مروری (مور و بارکر، ۲۰۱۷) که شامل پانزده تحقیق بر روی افراد بزرگسال همراه با بیماری‌های آرتروز مفصل ران، درد زانو، قطع عضو یک‌طرفه، سکته مغزی، اختلالات دهلیزی، ام اس، پارکینسون و هانتینگتون انجام شد، میزان ICC آن را ۰/۹۸ – ۰/۷۳ گزارش نمودند.

در پژوهشی که توسط ویتنی و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام شد، اختلالات تعادل و وستیبولار را مشخص کردند. این تست شامل پرش‌هایی به جلو، عقب و طرفین با سرعت می‌باشد، که انجام آن برای افراد دارای اختلال سیستم وستیبولار مشکل است.

نحوه اجرا: چهار ضلع را با زاویه ۹۰ درجه روی زمین مطابق تصویر شماره ۱۷ رسم کنید. از آزمودنی بخواهید روی یکی از مربع‌های ایجاد شده بایستد، سپس به وی بگویید در جهت عقربه‌های ساعت ابتدا به جلو، به راست، به عقب و سپس به چپ حرکت کند و درخلاف عقربه‌های ساعت مسیرش را ادامه دهد، مطمئن شوید در هر مربع هر دو پایش با زمین تماس می‌یابد. در نهایت از آزمودنی بخواهید با سرعتی که می‌تواند بدون برخورد پاها تست را انجام دهد و از او بخواهید در تمام طول تست، سرش رو به جلو باشد، و زمان انجام تست را ثبت نمایید. بهترین زمان ۳ تکرار رکورد آزمودنی لحاظ می‌شود. دایت و تمپل[1] (۲۰۰۲) اعتبار تست را ۰/۹۹ گزارش نموده‌اند.



شکل ۱۸: تست استپ چهار تایی (مور و باکر، ۲۰۱۷)

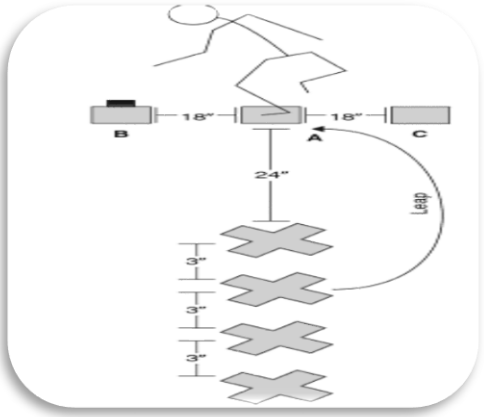
۲- تست اصلاح شده جهش به کنار (Modified sideway leap test)

هدف از انجام این تست ارزیابی تعادل ایستا و پویای افراد است.

نحوه اجرا: ۳ مربع ۲/۵ در ۲/۵ سانتی به فاصله ۴۵ سانتی متر از هم روی زمین رسم می‌نماییم که در یک راستا باشند. ۳ یا ۴ تا ضربدر از مربع وسط که مربع استارت است، به فاصله ۷/۶ سانتی‌متر رسم می‌کنیم (مطابق شکل۲). آزمون شونده باید پروسه انجام تست را تمرین نماید تا بتواند تست را صحیح انجام دهد. روی مربع B یک شی کوچک گذاشته می‌شود. انجام دهنده تست در نقطه A از پای راست بر اساس طول پایش روی یکی از ضربدرها که

1. Dite and Temple

راحت باشد با پای چپ گام بر می‌دارد. از روی این ضربدر با حرکت لیپ (جهش) به روی سینه پای راست در نقطه A فرود می‌آید سپس با دست به شی روی نقطه B ضربه زده به‌طوری‌که دست یا انگشتان به زمین نخورد، پس از موفقیت یا شکست ۵ ثانیه تعادلش را نگه می‌دارد که می تواند تنه خم یا راست باشد. پس از ۵ ثانیه تست تمام شده است (شکل ۱۹). امتیاز برای ضربه زدن صحیح روی شی و ۵ امتیاز برای نگه داشتن ۵ ثانیه تعادل به طوری که هر ثانیه یک امتیاز (تامچاک، ۲۰۱۱). این تست توسط هیرویوکی در سال ۲۰۰۶ مورد ارزیابی قرار گرفت و اعتبار قابل قبولی در حدود ۰/۸۶- ۰/۸۴ را برای آن گزارش نمود (فوجی ساوا، ۲۰۰۶).



شکل۱۹: تست اصلاح شده جهش به کنار (فوجی ساوا، ۲۰۰۶)

بحث

هدف از انجام مطالعه حاضر معرفی روش‌های میدانی مختلف، و میزان اعتبار آن‌ها، جهت ارزیابی کنترل پاسچر افراد برای استفاده پژوهشگران، متخصصین، گروه‌های توانبخشی و مربیان می‌باشد. همه افراد برای رشد مهارت های حرکتی خود، نیاز به بهبود کنترل پاسچر دارند. آزمون‌هایی که در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته اند نیاز به تکنولوژی پیشرفته ندارند و معمولا حیطه کلی تعادل را می‌سنجند. برخی از مهارت‌های ورزشی و روزمره مانند نشستن و ایستادن بدون حمایت، چرخش ۳۶۰ درجه، راه رفتن، دویدن و چرخیدن، نیازمند حفظ تعادل و کنترل پاسچر می‌باشند. بنابراین مهارت فرد در انجام این مهارت های اصلی تا حدی می‌تواند بازگو کننده تعادل عملکردی فرد باشد. البته اطلاع دقیق درباره هر یک از این آزمون‌ها برای انجام دقیق ضروری به‌نظر می‌رسد. پژوهشگران، کنترل پاسچر بدن را شامل کنترل موقعیت بدن در فضا برای دو هدف ثبات و جهت‌یابی بدن تعریف کرده‌اند (یلفانی و بروجنی، ۲۰۱۹). مؤلفه‌های جهت‌یابی در کنترل پاسچر به‌عنوان توانایی حفظ ارتباط میان قسمت‌های مختلف بدن و همچنین بدن با محیط برای انجام تکلیف ویژه تعریف می شود. برای بیشتر تکالیف عملکردی، باید جهت‌یابی عمودی بدن حفظ شود. از سوی دیگر مؤلفه ثبات درکنترل پاسچر، به‌عنوان تعادل تعریف می‌شود که توانایی کنترل توده بدن در ارتباط با سطح اتکا است. تعادل را می‌توان به‌صورت ایستا (توانایی ماندن در یک حالت پایه با کمترین حرکت) و پویا (توانایی اجرای یک کار در حالتی که وضعیت پایدار بماند) تعریف نمود (احمدزاد و همکاران، ۲۰۲۰). لذا در پژوهش حاضر به بررسی ۱۸ تست میدانی به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا و پویا که کاربردی‌تر می‌باشند پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که تست‌های میدانی مربوط به تعادل می‌توانند ابزار مناسبی برای سنجش میزان تعادل ایستا و پویای افراد سالم، ورزشکار، و بیماران با ضایعات عصبی و مخچه‌ای در گروه‌های سنی متفاوت، اعم از زن و مرد باشد. همچنین ابزار مناسبی جهت غربالگری در مدارس، مکان‌های ورزشی، وکلینیک‌های پزشکی و ورزشی به‌منظور استفاده پزشکان، فیزیوتراپیست‌ها، مربیان ورزشی، و متخصصان می‌باشد. همین‌طور از این تست‌ها می‌توان به‌منظور تمرین جهت بهبود تعادل ایستا و پویای افراد استفاده نمود. یکی از این ابزارها تست تخته تعادل می‌باشد که می‌تواند به‌عنوان وسیله‌ای جهت ارزیابی و غربالگری و همینطور به‌منظور تمرین و بهبود تعادل پویای ورزشکاران، افراد عادی و افرادی که دچار ضایعه عصبی و مخچه‌ای هستند استفاده شود، و ضریب اعتبار و پایایی مناسبی برای این تست بیان شده است (گلدهوف و همکاران، ۲۰۰۶). تست ایستادن و راه رفتن تاندم، توسط هیل و همکاران درسال ۲۰۱۱ جهت غربالگری افراد معرفی شد که اعتبار قابل قبولی را گزارش کردند، علاوه بر آن چانگ (۲۰۱۸) به منظور بهبود تعادل افراد دارای سرگیجه‌های تشنجی غیر ضرر رسان از این تست استفاده نمود. همچنین در پژوهشی کوهن و همکاران (۲۰۱۸) که روی ۲۹۲ نفر افراد سالم و ۹۰ نفر افراد دارای مشکلات در سیستم دهلیزی انجام دادند، گزارش کردند که ۲۳ درصد بیماران شناسایی

نشدند، و برای غربالگری بیماران و افراد سالم باید با دقت بیشتری نتایج را تفسیر کرد. در پژوهشی که کوندان و کیریمین (۲۰۱۴) بر روی ۵۳۴ کودک دختر و پسر به‌منظور بررسی تعادل ایستا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کودکان از سن ۷ الی ۸ سالگی تعادلشان بهبود پیدا می‌کند و به‌طور کلی تعادل ایستای دختران بهتر از پسران است، همچنین آنها عنوان کردند که می‌توان برای تمام سنین از تست تعادل ایستا جهت غربالگری و تهیه نورم استاندارد استفاده نمود. طبق مطالعه گراس و همکاران (۲۰۱۴) که روی ۱۰۰ نفر افراد مسن انجام شد، این نتیجه به‌دست آمد که آزمون تعادل برگ یک تست تعادل معتبر و قابل اعتماد برای افراد، به‌خصوص برای افراد مسن می‌باشد. با این‌حال مقیاس تعادل برگ مؤلفه‌های حفظ راستای عمودی، کنترل پاسچر واکنشی، و تأثیر ادراک را از سیستم‌های کنترل پاسچر، ارزیابی نمی‌کند. تست تعادل استورک برای سنجش تعادل ایستا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پژوهشی که هانگرفورد انجام داد، مشخص کرد که با استفاده از این تست، حرکات لگن اعم از چرخش قدامی و خلفی و...، و همچنین نقص‌های موجود در آن را می‌توان به اثبات رساند و برای اصلاح آن برنامه درمانی تجویز کرد (هانگرفورد و همکاران، ۲۰۰۷). اما دنیز و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهشی که بر روی ۱۹۱ نفر زن و مرد انجام داد، عنوان کرد که هیچ ارتباطی بین نمره تست تعادل استورک و ناهنجاری‌های لگن اعم از زاویه Q وجود ندارد. در پژوهش‌هایی که افرادی مانند شیو (۲۰۱۶)، شابرت (۲۰۰۶) و ساک (۲۰۲۱)، در رابطه با تست گردش ۳۶۰ درجه زمان‌دار انجام دادند بیان کردند که این تست جهت اندازه‌گیری توانایی چرخش، تعادل، تحرک، و سطح ناتوانی در توانبخشی بیماران مختلف مربوط به ضایعات مغزی مناسب می‌باشد. تست تعادل گردش ستاره که در هشت جهت انجام می‌شود، طبق مطالعات صورت گرفته، برای سنجش تعادل پویا، پیش‌بینی آسیب اندام تحتانی و شناسایی نقص در تعادل پویا در افراد سالم و بیماران بسیار مناسب می‌باشد، و از این تست بیشتر در مکان‌های ورزشی جهت غربالگری ورزشکاران استفاده می‌کنند (گریبل، ۲۰۱۳). اما امروزه این تست تعدیل یافته است و به‌صورت تست تعادل وای در سه جهت قدامی، خلفی- داخلی و خلفی- خارجی انجام می‌شود، و تقریباً همان اهداف تست تعادل گردش ستاره را دارا می‌باشد. بر اساس پژوهشی که اسمیت و همکاران (۲۰۱۵)، بر روی ۲۰۰ ورزشکار انجام داد به این نتیجه رسید که از تست وای می‌توان جهت پیش‌بینی نقطه برش آسیب استفاده نمود. آزمون سیستم نمره دهی خطای تعادل به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا استفاده می‌شود، و می‌تواند نقص تعادل در افراد با ضربه مغزی و خستگی را تشخیص دهد، و همچنین نمرات این تست با افزایش سن، بی ثباتی مچ پا و بریس مچ پا افزایش می‌یابد و با آموزش افراد، نتایج این تست بهتر می‌شود، با این حال طبق مطالعه‌ای که فینوف و همکاران انجام دادند به این نتیجه رسیدند که زیرمجموعه‌های این تست دارای قابلیت اطمینان کافی برای ارزیابی ثبات وضعیتی هستند، اما نمره کل این تست قابل اطمینان نیست (فینوف و همکاران، ۲۰۰۹). تست استپ مربع چهارتایی بیشتر برای انواع مختلف بیماران از جمله پارکینسون، هانتینگتون، مولتیپل اسکلروزیس، اختلالات دهلیزی و... مورد استفاده قرار می‌گیرد، و اعتبار این تست بالا گزارش شده است. در همین راستا در پژوهشی که ویتنی و همکاران (۲۰۰۷)، انجام دادند به این نتیجه رسیدند که این تست یک ابزار قابل اعتماد و معتبر برای اندازه‌گیری توانایی انجام حرکات چند جهته در افراد دارای نقص تعادل ثانویه به اختلالات دهلیزی می‌باشد.

آزمون‌های مختلفی برای ارزیابی تعادل وجود دارد، بنابراین شناسایی مؤثرترین آنها مشکل می‌باشد. برای انتخاب بهترین آزمون ارزیابی تعادل، باید درک درستی از مؤلفه‌های آزمون مورد نظر داشته باشیم، و بتوانیم مشخص کنیم که دلیل استفاده از آن در افراد عادی یا ورزشکاران و مباحث بالینی چیست و چطور می‌توانیم نتایج را تفسیر کنیم تا نتیجه بخش باشد. استفاده از این دیدگاه نظری تصمیم‌گیری‌هایی بر پایه شواهد را درباره استفاده از آزمون اندازه‌گیری، چگونگی تفسیر نتایج، و چگونگی مرتبط کردن آنها با طرح‌های درمانی مشکل می‌کند. تحقیقات بیشتر برای توافق عمومی و ایجاد یک چهارچوب نظری برای ارزیابی تعادل نیاز است. از سیستم‌های ارزیابی تعادل برای پیش‌بینی خطر سقوط استفاده می‌کنند، همچنین آزمون سیستم‌های ارزیابی تعادل، که مؤلفه‌های ثبات عمودی و تأثیرات ادراک را ارزیابی نمی‌کنند با آزمون سیستم‌های ارزیابی تعادل کوچک و آزمون سیستم‌های ارزیابی تعادل

که تمام مؤلفه‌های سیستم‌های ارزیابی تعادل را شامل می شود، در توان پیش‌بینی خطر سقوط تقریباً مشابه هستند. (رینوف و استین، ۲۰۱۸). بنابراین، برای پیش‌بینی خطر سقوط، استناد به مؤلفه‌های سیستم‌های ارزیابی تعادل کافی نیست. با این حال مشکلاتی برای آزمون‌های تعادل وجود دارد و همسان‌سازی نشده است و هیچ‌یک از آزمون های تعادل به‌تنهایی همه مشکلات را پوشش نمی‌دهند. مشکل دیگر آزمون‌ها این است که هر آزمون مربوط به گروه محدودی از افراد است و نتایج دقیقی را برای دیگر گروه‌ها نخواهد داشت. لذا پژوهش حاضر اطلاعات جدیدی را درباره آزمون‌های ارزیابی تعادل عملکردی فراهم می‌کند. با این حال برای درک عواملی که استفاده یا عدم استفاده از اندازه‌گیری‌های خاص را تحت تأثیر قرار می‌دهد تحقیقات بیشتری نیاز است.

نتیجه‌گیری

به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین آزمون برای امور بالینی و پیشگیری از سقوط، آشنا بودن با آزمون‌های تعادل الزامی است. ارزیابی‌های عملکردی تعادل، اطلاعاتی را درباره توانایی آزمودنی در مستقل عمل کردن فراهم می‌کند و به عنوان آزمون غربالگری برای شناسایی آزمودنی‌های در خطر سقوط کاربرد دارد. بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد که آزمون‌های تخته تعادل، تعادل طول تخته، تعادل عرض تخته، ایستاده تاندم یا قطاری (پشت سر هم)، تعادل تاندم یا قطاری (پشت سر هم) راه رفتن، تعادل ایستاده (کمی و کیفی)، رمبرگ، استورک، گردش ۳۶۰ درجه زمان دار، تعادل پویای اصلاح شده بس، تعادل گردش ستاره، تعادل وای، سیستم نمره دهی خطای تعادل، و استپ مربع چهارتایی مناسب‌ترین موارد برای استفاده در امور بالینی و پیشگیری از سقوط هستند.

تشکر و قدردانی

اکنون که توفیق جمع‌آوری این پژوهش را یافتیم، نویسندگان این تحقیق تشکر و قدردانی خود را از تمام عزیزانی که ما را در جمع‌آوری مطالب کمک کردند، اعلام می‌کنند.

جدول ۵ : خلاصه مطالعات مورد تأیید

عنوان، نویسندگان	نوع مطالعه	آزمودنی‌ها	مداخلات و گروه‌های اختصاصی	نتایج
Elisabeth Geldhof و همکاران Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children	انتخاب تصادفی برای شرکت در مطالعه تکرارپذیر	به والدین ۱۵۳ کودک فرم رضایت‌نامه دادند که ۴۷ نفر آنها قبول کردند، در نهایت ۲۰ کودک به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.	۹۹ کودک از ۱۰ مدرسه مختلف به عنوان نورم مرجع انتخاب شدند، و آزمودنی‌ها (۲۰ کودک) به فاصله یک هفته آزمون (تست تعادل ایستادن ایستا و تعادل پویا) را تکرار کردند.	ضریب همبستگی درون‌گروهی تست تعادل ایستادن ایستا بسیار خوب بود، ضریب همبستگی ایستادن ایستا با چشمان بسته خوب بود. و ضریب همبستگی درون گروهی تست تعادل پویا بسیار مناسب بود. اما در تکرار آزمون به فاصله یک هفته، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.
Eadric Bressel و همکاران Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes	نیمه‌تجربی و مقایسه بین گروهی	۳۴ ورزشکار زن دانشگاهی	در سه گروه فوتبال (۱۱نفر)، بسکتبال (۱۱نفر)، و ژیمناستیک (۱۲نفر) انتخاب شدند، از آزمودنی‌ها در یک جلسه تست تعادل ایستا (سیستم نره دهی خطای تعادل)، BEDD تعادل پویا (تست تعادل ستاره) و طول پا از خار خاصره قدامی تا قوزک داخلی گرفته شد.	ژیمناست‌ها و بازیکنان فوتبال از نظر تعادل ایستا و پویا تفاوت چندانی نداشتند اما بسکتبالیست‌ها در مقایسه با ژیمناست‌ها، تعادل ایستای پایین تر و در مقایسه با فوتبالیست‌ها تعادل پویای کمتری داشتند.
Phillip و همکاران Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players	مطالعه آینده‌نگر، تحلیلی مشاهده‌ای و طولی	۲۳۵ ورزشکار، ۱۳۰ بسکتبالیست پسر دبیرستانی و ۱۰۵ بسکتبالیست	از آزمودنی‌ها تست تعادل پویا (ستاره) را در سه جهت قدامی، خلفی‌داخلی و خلفی‌خارجی و همچنین طول پا از خار خاصره قدامی تا قوزک داخلی گرفته شد و ارتباط آن را با میزان آسیب اندام	تست تعادل ستاره میزان آسیب در اندام تحتانی را پیش‌بینی می کند و می‌توان از آن پیش از مشارکت در فعالیت ورزشی جهت شناسایی افراد در معرض آسیب

		دختر دبیرستانی	تحتانی بررسی کردند. (میزان آسیب از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شد).	اندام تحتانی استفاده نمود.
Helen و همکاران Tandem Walking as a Quick Screening Test for Vestibular Disorders	مطالعه مورد_شاهدی	۲۹۲ نفر افراد سالم و ۹۰ نفر افراد دارای مشکلات در سیستم دهلیزی	آزمودنی‌ها سه بار با چشمان باز و سه بار با چشمان بسته ده قدم به‌صورت تاندوم یا قطاری (پاشنه و پنجه) بدون کفش و با جوراب ورزشی برداشتند.	نتایج این پژوهش نشان داد که ۲۳ درصد بیماران شناسایی نشدند، و برای غربالگری بیماران و افراد سالم باید با دقت بیشتری نتایج را تفسیر نمود.
Cillin Condon و همکاران Static Balance Norms in Children	مطالعه مقطعی	۵۳۴ کودک از مدارس ایرلند	برای نرمال سازی سن کودکان از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و برای تفاوت جنسی از آزمون یو من ویتنی استفاده شد. همچنین از آزمودنی‌ها شش تست تعادل ایستا و یک پرش ایستا گرفته شد.	با افزایش سن بین ۷ تا ۸ سالگی تعادل کودکان بهبود پیدا می‌کند، و به‌طور کلی تعادل دختران از پسران بهتر می‌باشد. همچنین این تست‌ها نرم مناسبی برای استفاده در این سنین هستند.
Laura و همکاران Convergent Validity of the Sharpened Romberg	نیمه‌تجربی و استفاده از روایی محتوا	۱۰۰ نفر افراد ۶۰ ساله و بیشتر	از آزمودنی‌ها تست برگ، تست Timed Up-and-Go و ده متر راه رفتن با چشمان باز و بسته گرفته شد.	نتایج نشان داد که آزمون تعادل برگ یک تعادل معتبر و قابل اعتماد برای افراد، به‌خصوص برای افراد مسن می‌باشد.
Deniz Şenol و همکاران Investigation of the Relationship of Q Angle and Stork Balance Stand Test With Somatotype in Healthy Young Individuals	نیمه‌تجربی و مقایسه بین گروهی	۱۹۱ فرد جوان سالم ۱۰۵ نفر مرد و ۸۶ نفر زن	آزمودنی‌ها افراد جوان غیر ورزشکار که در شش ماه گذشته فعالیت ورزشی خاصی را انجام نداده بودند و هیچ گونه آسیب هم نداشتند. از آزمودنی‌ها تست تعادل استورک روی پای غالب گرفته شد Q و همچنین زاویه آنها محاسبه گردید.	هیچ ارتباطی بین نمره تعادل استورک و زاویه Q و افزایش و کاهش آن نبود.
Clara H و همکاران Timed 360❍ Turn Test for Assessing People With Chronic Stroke	مطالعه مقطعی	۱۰۷ نفر که ۷۲ نفر آن‌ها مبتلا به سکته مغزی مزمن و ۳۵ نفر سالم	از آزمودنی‌ها تست گردش ۳۶۰ درجه زمان‌دار، قدرت عضلات دورسی فلکسور و پلانتار فلکسور مچ پا با استفاده از دینامومتر دستی، مقیاس تعادل برگ، پنج‌بار آزمون نشستن و برخاستن، تست پیاده‌روی ده متری، و تست Timed Up-and-Go گرفته شد.	تست گردش ۳۶۰ درجه زمان‌دار دارای قابل اعتماد برای افراد دارای سکته مزمن می‌باشد، همچنین این تست با قدرت عضلات دورسی فلکسور و پلانتار فلکسور مچ پا ارتباط دارد که قدرت این عضلات و همچنین میزان چرخش افراد در تست گردش ۳۶۰ درجه زمان‌دار در افراد سالم بیشتر است.
Davarpanah و همکاران Effect of Selected Balance Exercises on the Dynamic Balance of Children with Visual Impairments	کارآزمایی بالینی نیمه تجربی	۱۹ کودک ۸ تا ۱۴ ساله دارای اختلالات بینایی	کودکان در دو گروه کنترل ۱۰ نفر و گروه تمرینات تعادلی ۹ نفر قرار گرفتند، ابتدا از هر دو گروه آزمودنی، تست تعادل پویای اصلاح شده بس گرفته شد و سپس گروه تمرین به مدت هشت هفته تمرینات تعادلی انجام دادند و گروه کنترل بدون تمرین بودند، در نهایت تست تعادل پویای اصلاح شده بس از هر دو گروه گرفته شد.	نمرات پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نشان نداد، اما گروه تمرین بعد از هشت هفته تمرین تعادل تغییرات چشمگیری در میزان تعادل آنها اتفاق افتاد و تعادل آنها بهبود یافت.
Phillip و همکاران Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test	مطالعه آزمایشگاهی توصیفی	۲۹ نفر از سن ۱۸ تا ۵۰ سال، ۱۹ نفر زن و ۱۰ نفر مرد	از آزمودنی‌ها تست تعادل پویا (ستاره) را در سه جهت قدامی، خلفی‌داخلی، و خلفی‌خارجی و همچنین طول پا از خار خاصره قدامی تا قوزک داخلی توسط پنج نفر از افرادکه حداقل یازده سال تجربه داشتند گرفته شد و هر آزمودنی چهار بار	ضریب همبستگی درونی و پایایی بالایی در تکرار تست وجود داشت، همچنین این تست به عنوان یک ابزار ارزیابی در بالینی و تحقیق بسیار مناسب می‌باشد.

			هر سمت را انجام داد.	
CRAIG A و همکاران Association of Y Balance Test Reach Asymmetry and Injury in Division I Athletes	مطالعه آینده‌نگر، تحلیلی مشاهده‌ای و طولی	۲۰۰ ورزشکار ۱۸ تا ۲۴ ساله	از آزمودنی‌ها تست تعادل وای از هردوپا در سه جهت قدامی، خلفی‌داخلی و خلفی-خارجی و همچنین طول هردو پا از خار خاصره قدامی تا قوزک داخلی گرفته شد، هر آزمودنی سه بار آزمون را انجام داد، همچنین میزان آسیب در یک سال گذشته توسط خود آزمودنی‌ها از طریق پرسشنامه و تأیید توسط پزشک تیم ثبت شد.	فقط جهت قدامی نقطه برش آسیب را پیش‌بینی کرد، و عدم تقارن در این جهت با خطر آسیب بدون تماس همراه بود.
Jonathan T و همکاران Intrarater and Interrater Reliability of the Balance Error Scoring System (BESS)	مطالعه مشاهده‌ای آینده نگر	۳۰ نفر ورزشکار زن	از آزمودنی‌ها تست سیستم نمره‌دهی خطای تعادل توسط سه فرد با تجربه توسط فیلم ویدویی گرفته شد و بعد از یک هفته دوباره فیلم ویدیویی را مشاهده کردند و دوباره امتیاز دادند.	این مطالعه نشان می‌دهد که زیرمجموعه‌های این تست دارای قابلیت اطمینان کافی برای ارزیابی ثبات وضعیتی هستند، اما نمره کل این تست قابل اطمینان نیست.
Susan L و همکاران The Reliability and Validity of the Four Square Step Test for People With Balance Deficits Secondary to a Vestibular Disorder	مطالعه توصیفی مقطعی	۳۲ نفر با نقص تعادل ثانویه به اختلالات دهلیزی	از آزمودنی‌ها تست Timed Up-and-Go تست راه رفتن ۱۱ متری که سرعت راه رفتن ثبت شد، شاخص Dynamic Gait Index پرسشنامه Dizziness Handicap Inventory و مقیاس Activities-Specific Balance Confidence گرفته شد.	تست استپ مربع چهارتایی، یک ابزار قابل اعتماد و معتبر برای اندازه‌گیری توانایی انجام حرکات چند جهته در افراد دارای نقص تعادل ثانویه به اختلالات دهلیزی می‌باشد.
فتحی رضایی و همکاران مقایسه سه آزمون عملکردی تعادل در شناسایی سالمندان با و بدون سابقه زمین خوردن	مطالعه علی - مقایسه‌ای	۵۲ سالمند مرد و زن، در دو گروه ۲۷ نفر با سابقه زمین خوردن و ۲۵ نفر بدون سابقه زمین خوردن	ابتدا به آزمودنی‌ها پرسشنامه ارزیابی هوشیاری داده شد و سپس از آن‌ها سه آزمون تعادل برگ، دسترسی عملکردی، و زمان ایستادن و نشستن گرفته شد.	نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌های سالمندان با سابقه زمین خوردن و بدون آن، در متغیر وابسته خطر زمین خوردن وجود دارد. به‌طوری‌که سالمندان بدون سابقه زمین خوردن در همه آزمون‌ها وضعیت بهتری داشتند. همچنین نشان داده شد که هر سه آزمون نسبت به هم دارای همبستگی معناداری هستند. در کل این آزمون‌ها اختلال افراد به‌ویژه سالمندان را شناسایی می‌کند.
Paulina Ortega-Bastidas و همکاران Use of a Single Wireless IMU for the Segmentation and Automatic Analysis of Activities Performed in the 3-m Timed Up & Go Test	مطالعه توصیفی مقطعی	۲۵ آزمودنی جوان که ۱۸ مرد و ۷ زن بین ۲۵ تا ۳۳ سال بودند و ۱۲ آزمودنی سالمند که ۷ مرد و ۵ زن بین ۵۹ تا ۹۳ سال بودند.	در این تحقیق از یک واحد اندازه‌گیری اینرسی بی‌سیم (IMU) به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حسگرهای اینرسی برای ارائه گزارش کاملی از خطرات سقوط پیشنهاد شد. و این وسیله به افراد متصل شد و سپس آزمون زمان ایستادن و نشستن اندازه‌گیری شد.	در نتیجه این وسیله ممکن است رویدادهای اصلی راه رفتن و عوامل کینماتیک مکانی-زمانی را در طول تست زمان ایستادن و نشستن، با همبستگی عالی با روش بالینی بصری مرسوم، در بزرگسالان جوان و مسن تشخیص دهد. بنابراین، یک ابزار عالی برای متخصصان مراقبت‌های بهداشتی است که اندازه‌گیری‌های عینی را

خیام باشی و همکاران پیش‌بینی آسیب‌های مچ پا و زانو به وسیله‌ی آزمون تعادل ایستا	آینده نگر	۵۰۱ ورزشکار حرفه‌ای (۳۶۳ مرد و ۱۳۸ زن) در رشته‌های ورزشی فوتبال، فوتسال، هندبال، بسکتبال و والیبال در این تحقیق شرکت کردند.	در ابتدای فصل، با تأیید پزشک مشخص شد که آزمودنی‌ها آسیب نداشتند و از آن‌ها تست تعادل ایستا به‌روش کمی و کیفی گرفته شد. در نهایت در انتهای فصل با نظر پزشک میزان بروز آسیب ورزشکاران بررسی شد تا همبستگی میان تعادل ورزشکاران و میزان آسیب دیدگی آن‌ها مشخص شود.	برای تقسیم‌بندی فعالیت‌ها به صورت ایستاده، راه رفتن، چرخش و نشستن مربوط به رویدادهای مهم مرتبط با خطر سقوط ارائه می‌دهد. نتایج نشان داد که آزمون تعادل تک‌پا می‌تواند به‌عنوان یک آزمون پیش‌بینی کننده در آسیب‌های اندام تحتانی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین اطلاعات جدیدی که با انجام این پژوهش به حیطه و موضوع مورد مطالعه اضافه شد، به قرار زیر می‌باشد: ۱. انجام آزمون تعادل ایستا می‌تواند احتمال آسیب‌دیدگی ورزشکاران را بسنجد؛ لذا، نیازی به آزمون های تعادل پویای پیچیده و وقت-گیر نمی‌باشد؛ ۲. آزمون تعادل تک‌پا اگر با چشمان بسته انجام شود، نتایج دقیق‌تری را درمورد توانایی گیرنده‌های عمقی کف‌پا به مربیان و کادر پزشکی ارائه خواهد داد؛ زیرا، درصورت انجام آزمون با چشمان باز، حس بینایی به حفظ تعادل فرد کمک می‌کند؛ ۳. با توجه به نمونه آماری بالا در این پژوهش نسبت به مطالعات قبلی، با اطمینان بیشتری می-توان در مورد نتایج آن صحبت کرد؛ ۴. انجام این پژوهش در پنج رشته ورزشی توپی، شرایط را برای بست و گسترش نتایج به تمامی رشته‌ها فراهم نموده است.

References

Ahmadi, M., Yalfani, A., Gandomi, F., & Rashid, K. (2020). "The Effect of Twelve-Week Neurofeedback Training on Pain, Proprioception, Strength and Postural Balance in Men with Patellofemoral Pain Syndrome: A Double-Blind Randomized Control Trial". Journal of Rehabilitation Sciences & Research, 7(2): 66-74. (In Persian)

Ahmadnezhad, L., Yalfani, A., & Borujeni, B. G. (2020). "Inspiratory muscle training in rehabilitation of low back pain: a randomized controlled trial". Journal of sport rehabilitation, 29(8): 1151-1158. (In Persian)

Anbarian, M., Zareie, P., Yalfani, A., & Mokhtari, M. (2010). "The balance recovery mechanism following a sudden external anterior-posterior perturbation in individuals with Kyphosis". Journal of Exercise Science and Medicine, 2(1): 115-132. (In Persian)

Anderson, S. J ,.Harmon, K. G., & Rubin, A. (2002). "Acute Ankle Sprains: keys to diagnosis and return to play". The Physician and sportsmedicine, 30(12): 29-35.

Attarzadeh Hosseini, S. R., & Abbasian Saghi, S. (2011). *The effect of fatigue protocol on semi*

dynamic and dynamic balance in. Paper presented at the 1st International Science Congress-Indore, MP, India-2011. (In Persian)

Bahr, R. (2004). *Clinical guide to sports injuries*: Human Kinetics.

Bell, D. R., Guskiewicz, K. M., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2011). "Systematic review of the balance error scoring system". Sports health, 3(3): 287-295.

Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). "Measuring balance in the elderly: validation of an instrument". Canadian journal of public health= Revue canadienne de sante publique, 83: S7-11.

Borujeni, B. G., & Yalfani, A. (2019). "Reduction of postural sway in athletes with chronic low back pain through eight weeks of inspiratory muscle training: a randomized controlled trial". Clinical Biomechanics, 69: 215-220 .

Bryant, E., Trew, M., Bruce, A., Kuisma, R., & Smith, A. (2005). "Gender differences in balance performance at the time of retirement". Clinical Biomechanics, 20(3): 330-335.

Chang, J. O., Levy, S. S., Seay, S. W., & Goble, D. J. (2014). "An alternative to the balance error scoring system: using a low-cost balance board to improve the validity/reliability of sports-related concussion balance testing". Clinical journal of sport medicine, 24(3): 256-262.

Cohen, H. S., Mulavara, A. P., Peters, B. T., Sangi-Haghpeykar, H., Kung, D. H., Mosier, D. R., & Bloomberg, J. J. (2013). "Sharpening the tandem walking test for screening peripheral neuropathy". Southern medical journal, 106(10): 565.

Cohen, H. S., Stitz, J., Sangi- Haghpeykar, H., Williams, S. P., Mulavara, A. P., Peters, B. T., & Bloomberg, J. J. (2018). "Tandem walking as a quick screening test for vestibular disorders". The Laryngoscope, 128(7): 1687-1691.

Condon, C., & Cremin, K. (2014). "Static balance norms in children". Physiotherapy Research International, 19(1): 1-7.

Dite, W., & Temple, V. A. (2002). "A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults". Archives of physical medicine and rehabilitation, 83(11): 1566-1571.

Duncan, P. W., Studenski, S., Chandler, J., & Prescott, B. (1992). "Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans". Journal of gerontology, 47(3): M93-M98.

Finnoff, J. T., Peterson, V. J., Hollman, J. H., & Smith, J. (2009). "Intrarater and interrater reliability of the Balance Error Scoring System (BESS)". Pm&r, 1(1): 50-54.

Geldhof, E., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., Danneels, L., Coorevits, P., Vanderstraeten, G., & De Clercq, D. (2006). "Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children". European journal of pediatrics, 165(11): 779-786.

Gras, L. Z., Ganley, K. J., Bosch, P. R., Mayer, J. E., & Pohl, P. S. (2017). "Convergent validity of the Sharpened Romberg". Physical & Occupational Therapy In Geriatrics, 35(2): 99-108.

Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). "Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review". Journal of athletic training, 47(3): 339-357.

Gribble, P. A., Kelly, S. E., Refshauge, K. M., & Hiller, C. E. (2013). "Interrater reliability of the star excursion balance test". Journal of athletic training, 48(5): 621-626.

Hertel, J. (2002). "Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability". Journal of athletic training, 37(4): 364.

Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., & Olmsted-Kramer, L. C. (2006). "Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability". Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 36(3): 131-137.

Hobbs, M. L. (2008). *Dynamic balance and basketball playing ability*.

Horak, F. B., Wrisley, D. M., & Frank, J. (2009). "The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits". Physical therapy, 89(5): 484-498.

Hungerford, B. A., Gilleard, W., Moran, M., & Emmerson, C. (2007). "Evaluation of the ability of physical therapists to palpate intrapelvic motion with the Stork test on the support side". Physical Therapy, 87(7): 879-887.

Jafari, Z., Malayeri, S., Rezazadeh, N., & HajiHeydari, F. (2011). "Static and dynamic balance in congenital severe to profound hearing-impaired children". Audiology, 20(2): 102-112. (In Persian)

Jazi, S. D., Purrajabi, F., Movahedi, A., & Jalali, S. (2012). "Effect of selected balance exercises on the dynamic balance of children with visual impairments". Journal of Visual Impairment & Blindness, 106(8): 466-474. (In Persian)

Mancini, M., & Horak, F. B. (2010). "The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits". European journal of physical and rehabilitation medicine, 46(2): 239.

Mansouri, R., Rajabi, R., Minoonejad, H., & Rezaei Adaryani, M. (2015). "The comparison of the amount of EMG activity of the selected involved muscles in hip strategy in female athletes while standing on one leg on shuttle balance and wobble board". Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 20(4): 44-55. doi:10.22102/20.4.44. (In Persian)

Marina, M., & Rodríguez, F. (2014). "Physiological demands of young women's competitive gymnastic routines". Biology of sport, 31(3): 217.

Matin, B. K., Yalfani, A., Gandomi, F., Abbasi, H., & Parmoon, A. (2014). "Neuromuscular Training as the basis for developing the level of the static and dynamic balance in selected students of physical fitness team of Kermanshah". International Journal of Sports Sciences & Fitness, 4(1): 20-38. (In

Persian)

Menz, H. B., Auhl, M., & Munteanu, S. E. (2017). "Effects of indoor footwear on balance and gait patterns in community-dwelling older women". Gerontology, 63(2), 129-136.

Michael, K., Goldberg, A. P., Treuth, M. S., Beans, J., Normandt, P., & Macko, R. F. (2009). "Progressive adaptive physical activity in stroke improves balance, gait, and fitness: preliminary results". Topics in stroke rehabilitation, 16(2): 133-139.

Michikawa, T., Nishiwaki, Y., Takebayashi, T., & Toyama, Y. (2009). "One-leg standing test for elderly populations". Journal of Orthopaedic Science, 14(5): 675-685.

Mohammadi, H., Daneshmandi, H., Alizadeh, M. H., & Shamsimajlan, A. (2015). "Screening tests for neuromuscular defects affecting non-contact ACL injury- A review article". Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 20(2): 85-105. doi:10.22102/20.2.85. (In Persian)

Moore, M., & Barker, K. (2017). "The validity and reliability of the four square step test in different adult populations: a systematic review". Systematic reviews, 6(1): 1-9.

Nashner, L. M. (2014). Practical biomechanics and physiology of balance. *Balance function assessment and management*, 431.

Panah-abadi, M., Aghayari, A., Salari Esker, F., & Anbarian, M. (2013). "The effect of genu varum deformity on balance control following postural perturbation in adolescent girls". Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, (2)18: 67-76. Retrieved from http://sjku.muk.ac.ir/article-1-1068-fa.html. (In Persian)

Pion, J., Hohmann, A., Liu, T., Lenoir, M., & Segers, V. (2017). "Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics". Journal of sports sciences, 35(8): 806-811.

Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). "What is balance?", Clinical rehabilitation, 14(4): 402-406.

Riemann, B. L., Caggiano, N. A., & Lephart, S. M. (1999). "Examination of a clinical method of assessing postural control during a functional performance task". Journal of Sport Rehabilitation, 8(3): 171-183.

Riemann, B. L., & Guskiewicz, K. M. (2000). "Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing". Journal of athletic training, 35(19), 1.

Ringhof, S., & Stein, T. (2018). "Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests". Human movement science, 58: 140-147.

Şenol, D., ALTINOĞLU, M., Şeyma, T., KISAOĞLU, A., & Özbağ, D. (2019). "Investigation of the Relationship of Q Angle and Stork Balance Stand Test With Somatotype in Healthy Young Individuals". Medical Records, 1(3): 60-66.

Shin, K. R., Kang, Y., Jung, D., Kim, M., & Lee, E. (2012). "A comparative study on physical function test between faller group and nonfaller group among community-dwelling elderly". Asian nursing research, 6(1): 42-48.

Shiu, C. H., Ng, S. S., Kwong, P. W., Liu, T.-W., Tam, E. W., & Fong, S. S. (2016). "Timed 360 turn test for assessing people with chronic stroke". Archives of physical medicine and rehabilitation, 97(4): 536-544.

Shubert, T. E., Schrodt, L. A., Mercer, V. S., Busby-Whitehead, J., & Giuliani, C. A. (2006). "Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults?", Journal of geriatric physical therapy, 29(1): 33-39.

Smith, C. A., Chimera, N. J., & Warren, M. (2015). "Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes". Medicine and science in sports and exercise, 47(1): 136-141.

Soke, F., Guclu-Gunduz, A., Ozkan, T., Ozkul, C., Gulsen, C., & Kocer, B. (2020). "Reliability and validity of the timed 360 turn test in people with Parkinson's disease". European geriatric medicine, 1-10.

Soke, F., Guclu-Gunduz, A., Ozkul, C., Cekim, K., Irkec, C., & Gonenli Kocer, B. (2021). "Reliability and validity of the timed 360° turn test in people with multiple sclerosis". Physiotherapy theory and practice, 37(6): 736-747.

Sozzi, S., Honeine, J.-L., Do, M.-C., & Schieppati, M. (2013). "Leg muscle activity during tandem stance and the control of body balance in the frontal plane". Clinical Neurophysiology, 124(6): 1175-1186.

Tsigilis, N., Zachopoulou, E., & Mavridis, T. (2001). "Evaluation of the specificity of selected dynamic balance tests". Perceptual and motor skills, 92(3): 827-833.

Valovich, T. C., Perrin, D. H., & 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.

Whitney, S. L., Marchetti, G. F., Morris, L. O., & Sparto, P. J. (2007). "The reliability and validity of the Four Square Step Test for people with balance deficits secondary to a vestibular disorder". Archives of physical medicine and rehabilitation, 88(1): 99-104.

Winter, D. A. (1995). "Human balance and posture control during standing and walking". Gait & posture, 3(4): 193-214.

Wiszomirska, I., Iwańska, D., Tabor, P., Karczewska-Lindinger, M., Urbanik, C., & Mastalerz, A. (2019). "Postural stability pattern as an important safety factor of firefighters". Work, 62(3): 469-476.

Yalfani, A., Ahmadnezhad, L., Gholami, B., & Mayahi, F. (2017). "The effect of six-weeks aquatic exercise therapy on static balance, function oof trunk and pelvic girdle muscles, pain, and disability in woman with chronic low back pain". Iranian Journal of Health Education and Health Promotion, 5(4): 288-295. (In Persian)

Yalfani, A., Ahmadnezhad, L., Gholami Borujeni, B.,

& Khoshnamvand, Z. (2017). “The Effect of six weeks core stability exercise training on balance, pain and function in women with chronic low back pain”. Journal of Health and Care, 18(4): 336-346. (In Persian)