# ارزیابی مولفه های کنترل حالت ایستادن بدن در معیارهای تعادل کودکان:

## مقاله مرور هدفمند


### چکیده

**هدف:** تعیین سنجش های تعادل ایستادن تایید شده در جمعیت کودکان، و تعیین مولفه های کنترل طرز حالت بدن بررسی شده در هر ابزار.

**منابع داده ها:** جستجوهای الکترونیکی در پایگاه داده های مدلاین، امبسی و سی آی ان ای اچ ال با ترکیبات کلید واژه های تعادل طرز حالت بدن، تعادل، روان سنجی، بازتولید نتایج، ارزش پیش بینی آزمون ها، و کودک/علم امراض کودکان، ادبیات ناشناخته، و جستجوهای دستی صورت گرفت.

**انتخاب مقاله:** معیارهای ورود سنجش هایی با اهداف بیان شده برای ارزیابی تعادل با جمعیت کودکان، با حداقل 1 نوع ارزیابی روان سنجی، با حداقل 1 نوع فعالیت ایستادن، با پروتکل استاندارد و معیارهای ارزیابی و منتشر شده به زبان انگلیسی بودند. دو منتقد به طور مستقل مقالاتی برای شامل سازی مد نظر قرار دادند. 21 سنجه شامل شد.

**استخراج داده ها:** دو منتقد ویژگی های توصیفی را استخراج نمودند و 2 محقق به طور مستقل مولفه های تعادل در هر سنجش را با استفاده از نگرش به سیستم ها جهت کنترل طرز حالت بدن کدگذاری نمودند که چارچوب نهادینه برای تعادل در جمعیت کودکان بود.

**ترکیب داده ها:** مولفه های تعادل در سنجه های ارزیابی شدند که شامل سیستم های حرکتی پایه ای (100٪)، کنترل طرز حالت بدن به طور پیش بینی (72٪)، پایداری استاتیک (62٪)، ادغام حسی (52٪)، پایداری پویا (48%)، محدودیت های پایداری کارکردی (24٪)، تاثیرات شناختی (24٪)، حالت عمودی (9٪)، و کنترل طرز حالت بدن به طور عکس العمل (0٪) بود.

**نتایج:** ارزیابی تعادل کودکان با سنجه های معتبر و جامع برای اطمینان از گسترش تحرک ایمن و استقلال در فعالیت های کارکردی اهمیت دارد. سنجه های تعادل تایید شده در جمعیت کودکان کنون به طور جامع به ارزیابی کنترل طرز حالت ایستاده بدن نپرداخته اند و برخی شکاف های موجود در سنجه های امراض کودکان را حذف نموده اند که تضمین توجه به تایید آنها در بین کودکان است.

**واژگان کلیدی:** افتادن های تصادفی، رشد و نمو، محدودیت تحرک، تعادل طرز حالت بدن، روان سنجی، بازتوان بخشی، بزرگسال.

تعادل به عنوان توانایی کنترل مرکز جرم نسبت به پایگاه پشتیبانی تعریف می گردد. توانایی دستیابی و حفظ تعادل در حالت ایستاده مهارت بحرانی و مادم العمر پیچیده است که به عنوان ساختار/کارکرد و فعالیت تعریف شده و در چارچوب دسته بندی بین المللی کارکرد، معلولیت و سلامت جای دارد. نقائصی که به طور رایج در کنترل طرز حالت بدن در بین جمعیت کودکان مشاهده می شوند از دیرباز در رده سنی زیر 18 سال تعریف شده اند که به عدم رشد حرکت و کارکرد تحرک مربوط می شوند. خوشبختانه نقائص تعادل در ایستادن را می توان به طور موثر اززز طریق نرمش درمان بخش درمان نمود. به همین منوال، ارزیابی کنترل طرز حالت بدن در حالت ایستاده برای نظارت بر رشد، تشخیص نقائص، برنامه ریزی طرح های درمانی، و ارزیابی تغییرات در جمعی کودکان اهمیت دارد.

ارزیابی تعادل ایستادن در جمعیت کودکان به واسطه ساختار چند مولفه ای و تاثیر رشد بر کنترل طرز حالت پیچیده است. ماهیت چند مولفه ای تعادل ریشه در نظریه کنترل طرز حالت بدن دارد که تعادل را به عنوان محصول تاثیر متقابل در بین سیستم های بیولوژی در محیط دائم در حال تغییر مفهوم سازی می کند. هر چند توصیف واحدی از نگرش سیستم ها به کنترل طرز حالت بدن تایید نشده است، این رویکرد مورد تایید شواهد برگرفته از چند آزمایشگاه بوده که نشان می دهد چگونه محدودیت ها یا نقائص تحمیل شده تعادل را به هم زده و بر رشد کنترل طرز حالت بدن تاثیر می گذارند. مولفه های توصیف تعادل در جمعیت کودکان و بزرگسالان شامل مولفه های دستگاه حرکتی (همانند قدرت، هماهنگی)، پایداری استاتیک در طی ایستادن، محدودیت های پایداری اثرگذار بر

توانایی جابجایی مرکز ثقل، جهت گیری نسبت به نیروی جاذبه، عکس العمل های طرز حالت بدن به بازیابی تعادل، تنظیمات پیش بینی شده قبل از حرکات ارادی، تعادل پویا هنگام تغییر تکیه گاه، ترکیب اطلاعات حسی و تاثیر پردازش ادراکی بر حفظ پایداری می باشد. نگرش سیستمی به کنترل طرز حالت بدن بر اهمیت توجه به هر مولفه به طور مجزا تاکید دارد چون هر کدام به طور مستقل منجر به اختلال در تعادل می شوند. به علاوه رشد هر کدام از این مولفه ها در طی سال های متمادی رخ می دهد. شواهد فیزیولوژیکی عصبی و زیست مکانیکی نشان می دهد که کنترل طرز حالت بدن همانند فرد بزرگسال تقریبا نیاز به 7 سال گذر زمان از بدو تولد دارد. لذا تنوع زیادی درباره تعادل کودکان در این دوره زمانی وجود دارد. با توجه به دستگاه های بدن و فرایند رشد کنترل طرز حالت،می توان بر نیاز به ارزیابی هر مولفه تاکید داشت.

انتخاب سنجش مناسب تعادل مفاهیم مهمی برای تشخیص، پیش بینی و درمان دارد و تایید محتوی باید نکته عمده با توجه به عدم وجود استاندارد و معیار برای ارزیابی تعادل باشد. به هر حال شواهد مبتنی بر داده های بزرگسالان نشان می دهد که سنجه های مورد استفاده تعادل در ایستادن به طور جامع به ارزیابی کنترل طرز حالت بدن نمی پردازند. مرور بر 66 سنجه تعادل در ایستادن در سال 2015 تایید شده در جمعیت بزرگسالان نشان داد که اکثر آنها به بررسی تمامی مولف های تعادل مربوط به تحرک و اجتناب از افتادن نپرداختند. هر چند مقالات مروری اخیر راجع به ارزیابی کنترل طرز حالت بدن و آزمون های تعادل کارکردی در جمعیت کودکان بر نقائص خاصی تاکید داشته اند، ویژگی های روان شنجی و برخی مولفه های تعادل هنوز به کاوش محتوی سنجه ها از نقطه نظر نظام های جامع نپرداخته اند. به علاوه، تاجائی که می دانیم، هیچ مقاله مروری تا کنون به بررسی مرحله رشد طرز حالت بدن ضمن توجه به رشد سنجه های تعادل کودکان نپرداخته است. بررسی ساختارهای پایه ای در سنجه های تعادل کودکان برای بهبود درک نقاط قوت و محدودیت سنجه های تعادل و انتخاب سنجه های بهینه جهت کاربرد بالینی و تحقیقات آتی اهمیت دارد. اهداف عمده این مقاله شامل موارد زیر بود:1- تعیین سنجه های تعادل ایستادن در جمعیت کودکان 2- تعیین مولفه های کنترل طرز حالت بدن در حالت ایستاده از نقطه نظر سیستمی. هدف ثفرعی بررسی نکات مربوط به رشد تعادل طی آزمون های اولیه در قالب هر سنجه بود. پرسش تحقیق این بود:

کدام مولفه های کنترل بدن در حالت ایستاده در سنجه های تعادل ارزیابی می شوند که روایی یا اعتبار آنها در جمعیت کودکان تایید می گردد؟ یافته ها ممکن است در شکل گیری توصیه هایی برای استفاده استاندارد از سنجه های پیامد تعدل در تحقیقات بازتوان بخشی کودکان و فعالیت های بالینی مفید باشند.

**روش ها**

مقاله مروری با حیطه بندی انجام شد. مقالات مروری حیطه بندی دانش موجود را ترکیب نموده و به طور جامع به خلاصه شواهد مبتنی بر خط مشی، تمرین و تحقیقات آتی پرداخته اند. چارچوب 5 مرحله ای ارکزی و اُمالی برای حیطه بندی مقالات مروری به کار بردیم. آیتم های گزارشی برای مرور نظام مند و توصیهه ای فراتحلیل برای انجام مقالات مروری نظام مند و گزارش نیز در روش شناسی شامل گردید.

**جستجوها و منابع داده ها**

کتابدار حرفه ای نوعی راهبرد جستجو را مطرح نمود که کتابدار دوم به مرور آن پرداخت. جستجو در ادبیات منتشر شده در مد لاین، امبسی، سین هال انجام شد. در فرایند جستجو کلید واژه های زیر به کار رفت: تعادل طرز حالت بدن، روان سنجی، بازتولید نتایج، ارزش پیش بینی آزمون ها، کودک، امراض اطفال. راهبرد جستجو نمونه برای مد لاین در جدول 1 مطرح شده است. جستجوی دستی جامع نیز برای تعیین سنجه هایی به کار رفت که جستجوهای پایگاه داده ها به آنها نپرداخته بودند که شامل جستجو در مقالات مروری با توصیف سنجه های تعاعدل شناسایی شده در جستجو پایگاه داده ها، پایگاه داده ای ابزارهای روانی اجتماعی و سلامت و جستجوی تایید سنجه های کودکان تعیین شده در حیطه مقالات مروری قبلی جهت سنجش تعادل در بین جمعیت بزرگسالان بود. به علاوه مشاوره با تیم محلی فیزیوتراپ های کودکان برای تعیین سنجه های مازاد جهت ارزیابی تعادل به کار رفت.

جدول 1- اجزای تعاریف عملیاتی تعادل

| مولفه | تعریف/مثال |
|---|---|
| 1-محدودیت های تعادل کارکردی | توانایی در جابجایی مرکز ثقل در جهت خلفی قدامی یا میانی درون تکیه گاه |
| 2-سیستم های حرکتی پایه | برای نمونه نقطه قدرت یا هماهنگی |

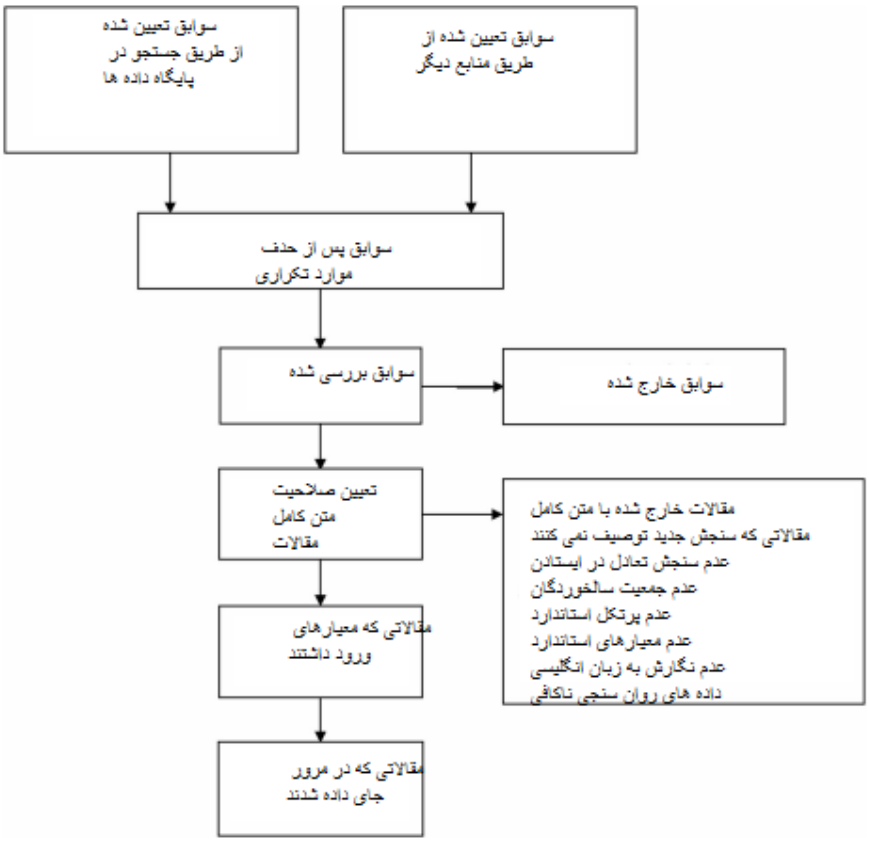
| | |
|---|---|
| 3- تعادل استاتیک | توانایی حفظ موقعیت مرکز ثقل در حالت ایستادن بدون پشتیبانی تغییر نمی کند |
| 4-حالت عمودی | توانایی در جهت گیری مناسب با توجه به جاذبه |
| 5- کنترل طرز حالت عکس العملی بدن | توانایی در بازیابی تعادل پس از لرزش ها و آوردن مرکز ثقل به درون تکیه گاه با حرکات اصلاحی |
| 6- کنترل طرز حالت پیش بینی بدن | توانایی در تغییر مرکز ثقل قبل ا حرکت داوطلبانه و اختیاری |
| 7-تعادل پویا | توانایی در اعمال کنترل بر مرکز ثقل هنگامی که تکیه گاه قابل تغییر است. |
| 8-ادغام حسی | توانایی در بررسی مجدد اطلاعات حسی هنگامی که داده های ورودی تغییر می کنند |
| 9-تاثیرات شناختی | توانایی در حفظ تعادل ضمن پاسخ به دستورات در طی فعالیت یا توجه به فعالیت های مازاد |

**انتخاب مقاله**

عنوان و چکیده آن دسته از مقالات توصیفی لحاظ شد که 1-بر سنجه تعادل متمرکز بودند 2- شامل جمعیت کودکان بودند و 3- به زبان انگلیسی چاپ شده بودند. معیارها در نمونه 10٪ چکیده ها بررسیی شدند. اسامی سنجه های تعادل شناسایی شده در چکیده ها برای جستجوی دستی ثبت شدند. تیم هایی شامل 2 دستیار تحقیق با زمینه علوم سلامت و بهداشت و آموزش تحقیقاتی به طور مستقل به بررسی چکیده مطالعات تعیین شده در جستجوی پایگاه داده ها پرداختند. محقق اصلی به مرور لیست تمامی سنجه های تعیین شده در چکیده ها پرداخت و سابقه آمزشی در زمینه کنزیولوژی و آموزشی در بازتوان بخشی و علوم پزشکی داشت که بر تحقیقات پایه ای و بالینی در کنترل طرز حالت بدن تاکید داشت.

معیارهای بررسی متن کامل سطح 2 شامل موارد زیر بودند: 1-چاپ شاخص در جمعیت کودکان 2- داشتن هدف بیان شده جهت ارزیابی تعادل 3- شامل سازی حداقل 1 فعالیت ایستادن 4- داشتن پروتکل آزمون استاندارد و معیارهای ارزیابی استاندارد 5- ارزیابی حداقل 1 ویژگی روان سنجی. آخرین معیار برای ارزیابی کیفیت شامل شد تا

از شامل سازی سنجه هایی بدون پشتیبانی تجربی خودداری گردد. جستجوهای دستی در این مرحله صورت می گرفت اگر 1- هیچ داده روان سنجی در چاپ شاخص گزارش نمی شد، 2- از متن کامل واضح نبود که آیا مقاله تعیین شده چاپ شاخص بود. بررسی تمام متن با تیم مشتمل بر 2 دستیار تحقیق انجام شد که توسط محقق عمده انجام گرفت. تیم محلی فیزیوتراپ ها به مرور و بحث سنجه ها پرداختند.




شکل 1- نمودار جریان مطالعات

جدول 2-ویژگی های منتخب سنجه های تعادل مورد تایید در جمعیت سالخوردگان

| Measure | Reference | Stated Purpose of Measure | Components of Balance Purportedly Assessed | Target Pediatric Population | Development Methods | No. of Items in Test | Evaluation Parameters | No. of Scoring Categories | Graded Progression | Initial Pediatric Age Range Validated |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Balance Error Scoring System | Valovich McLeod et al[13] | Not specified | Not specified | Youth sport participants | Developed in adult population (Riemann)[19] | 6 (3 stances, 2 surfaces) | Continuous (no. of errors), criterion referenced | N/A | No | 9–14y |
| Modified Balance Error Scoring System | Hunt et al[20] | Evaluate postural stability after concussion | Not specified | High school athletes | Modified from adult version adult population (Riemann)[19] | 4 (2 stances, 2 surfaces) | Continuous (no. of errors), criterion referenced | N/A | No | 13–19y |
| Community Balance and Mobility Scale | Wright et al[14] | Assess high-level balance that mimics requirements underlying community mobility skills | Not specified | Children with acquired brain injury | Developed in adult population (Howe)[90] | 20 (13 items, 6 performed bilaterally) | Categorical, criterion referenced | 4 | No | 7–18y |
| Dynamic Gait Index | Lubetzky-Vilnai et al[40] | Quantify dynamic balance abilities and evaluate individual's ability to modify gait in response to changing task demands | Mobility function and dynamic balance in walking and stair-climbing | Children developing typically, children with fetal alcohol spectrum disorder | Developed in adult population (Shumway-Cook and Woollacott)[91] | 8 | Categorical, criterion referenced | 4 | No | 8–15y |
| Five Times Sit to Stand Test | Kumban et al[15] | Measure lower limb strength and balance ability | Not specified | Children with mild to moderate cerebral palsy | Developed in adult population (Whitney et al.)[92] | 1 | Continuous (time), criterion referenced | N/A | No | 6–18y |
| Four Square Step Test | Bandong et al[17] | Assess balance in the presence of task and environmental constraints | Not specified | Children with developmental disabilities | Developed in adult population (Dite and Temple)[93] | 1 | Continuous (time), criterion referenced | N/A | No | 5–12y |
| Functional Reach Test | Donahoe et al[12] | Measure distance reached beyond arm's length while maintaining a fixed standing position in children | Dynamic balance, strength, biomechanics, proprioception, vestibular mechanisms, and motor planning | Children developing typically | Developed in adult population (Duncan)[94] | 1 | Continuous (distance), criterion referenced | N/A | No | 5–15y |

Table 2 (continued)

| Measure | Reference | Stated Purpose of Measure | Components of Balance Purportedly Assessed | Target Pediatric Population | Development Methods | No. of Items in Test | Evaluation Parameters | No. of Scoring Categories | Graded Progression | Initial Pediatric Age Range Validated |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ghent Developmental Balance Test | De Kegel et al[37] | Evaluate balance in children from moment of independent walking until age of 5y | Static and dynamic balance | Children developing typically, children diagnosed with mental retardation | Not specified | 35 | Categorical, norm referenced | 3 | Yes (test starts from level of 3 consecutive scores of 2 in developmental order, continues until 3 consecutive failures in developmental order of test) | 18mo–5y |
| High-Level Mobility Assessment Tool | Kissane et al[38] | Quantify the mobility requirements of young adults with traumatic brain injury for social, leisure, sporting, and employment activities | Not specified | Young adults with moderate to severe traumatic brain injury | Developed in adult population (Williams)[95,96] | 13 | Categorical, criterion referenced | 5 or 6 | No | 6–16y |
| Limits of Stability Test | Alsalaheen et al[16] | Not specified | Dynamic postural stability | Adolescents | Developed in adult population | 1 | Continuous (reaction time, movement velocity, center of gravity excursion and endpoint, directional control), criterion referenced | N/A | No | 9th to 12th grade (boys, 16.1±1.7y; girls, 15.7±1.4y) |
| Modified Star Excursion Balance Test | Calatayud et al[18] | Identify dynamic balance deficits and improvements, predict risk of lower extremity injury | Dynamic balance | Primary school students in school setting | Developed in adult population, administered according to recommendations by Gribble et al.[97] | 3 tasks, performed for each leg 7 times (4 practice trials, 3 measurement trials) | Continuous (distance), criterion referenced | N/A | N/A | 10–12y |
| One Leg Standing Balance Test | Atwater et al[39] | Not specified | Static posture | Not specified | Developed in adult population | 1 | Continuous (time), criterion referenced | N/A | No | 3–14y |
| Pediatric Balance Scale | Franjoine et al[32] | Measure of functional balance for children | Functional balance | Children developing typically, children with known balance impairments | Modified Berg Balance Scale[98] by reordering test items, reducing time standards, clarifying directions; conducted pilot reliability testing | 14 | Categorical, criterion referenced | 5 | No | 4–12y |

(continued on next page)

Table 2 (continued)

| Measure | Reference | Stated Purpose of Measure | Components of Balance Purportedly Assessed | Target Pediatric Population | Development Methods | No. of Items in Test | Evaluation Parameters | No. of Scoring Categories | Graded Progression | Initial Pediatric Age Range Validated |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pediatric Reach Test | Bartlett and Birmingham[63] | Measure balance in children with cerebral palsy | Not specified | Children developing typically, children with cerebral palsy | Primary author consulted with 3 experienced pediatric physical therapists to reach agreement for content and protocol for modifying Functional Reach Test | 6 | Continuous (distance), criterion referenced | N/A | No | 2–12y |
| Pediatric Version of Clinical Test of Sensory Interaction for Balance | Crowe et al[64] | Assess the influence of sensory interaction on balance | Sensory interaction | Children developing typically | Developed in adult population (Shumway-Cook and Horak)[59] | 12 (6 sensory conditions, 2 feet positions) | Continuous (stance, duration, peak to peak amount of sway, quality— type of movement strategy), criterion referenced | N/A | No | 4–9y |
| Posture and Postural Ability Scale | Rodby-Bousquet et al[65] | Assess postural control and asymmetries in people with severe disabilities in 4 basic body positions (supine and prone lying, sitting, and standing) | Alignment, stability in static and dynamic situations | Children with cerebral palsy | Developed in adult population (Rodby-Bosquet)[60] | 4 tasks, 53 items | Categorical, criterion referenced | 7 categories for postural ability, 2 categories for quality of posture | No | 6–16y |
| Sensory Organization Test | Christy et al[66] | Determine how vestibular information is used to control posture | Not specified | Children with sensorineural hearing loss | Developed in adult population | 6 | Continuous (amount of sway), criterion referenced | N/A | No | 6–12y |
| Sensory Test | Gabriel and Mu[24] | Examine organization of sensory inputs necessary to maintain postural stability and aspects of the vestibule-spinal reflex | Relative contributions of the visual, somatosensory, and vestibular systems to maintain postural stability | Children developing typically | Developed in adult population (Ford-Smith et al.)[61] | 4 | Continuous (sway velocity), criterion referenced | N/A | No | 5–9y |
| Timed Up and Down Stairs Test | Zaino et al[67] | Measure of functional mobility and balance | Anticipatory and reactive postural control | Children developing typically, children with cerebral palsy | Not specified | 1 | Continuous (time), criterion referenced | N/A | No | 8–14y |
| Timed Up and Go test | Williams et al[32] | Assess basic or functional ambulatory mobility of dynamic balance | Dynamic balance | Children developing typically, children with physical disability because of cerebral palsy or spina bifida | Developed in adult population (Podsiadlo and Richardson)[62], modified based on pilot tests | 1 | Continuous (time), criterion referenced | N/A | No | 3–9y |

(continued on next page)

Table 2 (continued)

| Measure | Reference | Stated Purpose of Measure | Components of Balance Purportedly Assessed | Target Pediatric Population | Development Methods | No. of Items in Test | Evaluation Parameters | No. of Scoring Categories | Graded Progression | Initial Pediatric Age Range Validated |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Early Clinical Assessment of Balance | McCoy et al[68] | To estimate postural stability in children with cerebral palsy across all levels of functional ability | Postural stability | Children with cerebral palsy | Combination of Movement Assessment of Infants — Automatic Reactions Section and Pediatric Balance scale, items selected by consensus of pediatric physical therapist researchers and study team | 13 | Categorical, converted to points with various weights attached, criterion referenced | 5 | No | 1.5–5y |

Abbreviation: N/A, not available.

جدول 3- مولفه های تعادل در سنجه های به کار رفتن جمعیت افراد سالخورده

| Measure | Static Stability | Underlying Motor Systems | Functional Stability Limits | Verticality | Reactive Postural Control | Anticipatory Postural Control | Dynamic Stability | Sensory Integration | Cognitive Influences | Other Constructs Not Included in Systems Framework |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Balance Error Scoring System | Yes | Yes | No | No | No | No | No | Yes | No | N/A |
| Modified Balance Error Scoring System | Yes | Yes | No | No | No | No | No | Yes | No | N/A |
| Community Balance and Mobility Scale | Yes | Yes | No | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes | N/A |
| Dynamic Gait Index | No | Yes | No | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes | N/A |
| Five Times Sit to Stand Test | No | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | No | N/A |
| Four Square Step Test | No | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | No | N/A |
| Functional Reach Test | No | Yes | Yes | No | No | Yes | No | No | No | N/A |
| Ghent Developmental Balance Test | Yes | Yes | No | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes | N/A |
| High-level Mobility Assessment Tool | No | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | No | N/A |
| Limits of Stability Test | No | Yes | Yes | No | No | Yes | No | No | No | N/A |
| One Leg Standing Balance Test | Yes | Yes | No | No | No | No | No | Yes | No | N/A |
| Pediatric Balance Scale | Yes | Yes | Yes | No | No | Yes | Yes | Yes | No | Sitting balance |
| Pediatric Reach Test | Yes | Yes | Yes | No | No | Yes | No | No | No | N/A |
| Pediatric Version of Clinical Test of Sensory Interaction for Balance | Yes | Yes | No | No | No | No | No | Yes | No | N/A |
| Posture and Postural Ability Scale | Yes | Yes | No | Yes | No | Yes | No | No | No | Sitting balance |
| Sensory Organization Test | Yes | Yes | No | No | No | No | No | Yes | No | N/A |
| Sensory Test | Yes | Yes | No | No | No | No | No | Yes | No | N/A |
| Star Excursion Balance Test | Yes | Yes | Yes | Yes | No | Yes | No | No | No | N/A |
| Timed Up and Go test | No | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | Yes | N/A |
| Timed Up and Down Stairs Test | No | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | No | N/A |
| Early Clinical Assessment of Balance | Yes | Yes | No | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes | Sitting balance |

جدول 4مولفه های تعادل در سنجه های رشد حرکتی تعیین شده توسط فیزوتراپ ها

| Measure | Static Stability | Underlying Motor Systems | Functional Stability Limits | Verticality | Reactive Postural Control | Anticipatory Postural Control | Dynamic Stability | Sensory Integration | Cognitive Influences | Other Constructs Not Included in Systems Framework |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alberta Infant Motor Scale | Yes | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | No | N/A |
| BOT-2 | Yes | Yes | No | No | No | Yes | Yes | Yes | No | N/A |
| PDMS-2 | Yes | Yes | No | No | No | Yes | Yes | No | Yes | N/A |

Abbreviation: N/A, not available.

**استخراج داده ها و ارزیابی کیفیت**

تیم مشتمل بر 2 دستیار تحقیق به استخراج داده ها پرداختند که توسط محقق اصلی مرور و بررسی شد. قالب استاندارد برای استخراج هدف سنجه ها و روش شکل گیری، ویژگی ها (پارامترهای اندازه گیری و تعداد آیتم ها) و نتایج آزمون روان سنجی مقدماتی به کار رفتند. مولفه های تعادل در هر سنجه ارزیابی شدند که با کدگذاری آیتم های آزمون فردی بررسی شدند و از دیدگاه سیستمی به کنترل طرز حالت بدن استفاده شد. تعاریف عملیاتی 9 مولفه تعادل بر مبنای مرور قبلی بر سنجه های تعادل ایستادن در جمعیت بزرگسالان به کار رفتند، پس از اینکه تایید شد تمامی مولفه ها به جمعیت کودکان در ادبیات و نوشته ها مربوط می شدند. چندین سنجش تعادل کودکان شبیه مدل بزرگسالان بودند و طرح کدگذاری برای مرور حیطه بندی قبلی سنجه های تعادل به کار رفتند. 2 محقق به طور مستقل به مرور فعالیت ها و معیارهای امتیازدهی هر سنجش پرداختند و در هر سنجه مولفه های تعادل شامل شدند. مولفه های مجزا به عنوان مولفه های ورودی تعریف می شدند اگر آنها بخش اساسی عملکرد فعالیت بودند. منبع 7 ساله شاموری-کوک و ولاکت برای دستیابی به بلوغ طرز حالت بدن برای تعیین این مسئله به کار رفت که آیا رشد اولیه هر سنجه و آزمون روان سنجی در بین کودکانی رخ داده است که در مرحله رشد کنترل طرز حالت بدن بوده اند. اختلاف نظرات توسط محقق ثالث از طریق بحث اتفاق نظر حل شدند.

**تجزیه و ترکیب داده ها**

شکل 1 فرایند انتخاب مقاله را نشان می دهد. جستجوها در مدلاین، سینال و ام بیس تعداد کل 1405 ثبت را به دست داد. جستجوی دستی و جستجوی ابزارهای اجتماعی روانی و بهداشت منجر به 59 ثبت مازاد گردید. پس از حذف موارد تکراری، تعداد کل 1283 چکیده برای بررسی تعیین شدند. از میان اینها 155 مقاله برای مرور بر متن کامل انتخاب شدند. پس از بررسی کامل 21 سنجه معیارهای ورود را داشتند. در طی مرور و مشورت با تیم محلی

فیزیوتراپ های کودکان 3 سنجه تعیین شدند که شاملمولفه تعدل در ایستادن درون سنجه حرکتی رشد جامع تر بودند. هر چند این سنجه ها معیارهای سنجه تعادل را نداشتند، آنها در ازای چارچوب کنترل طرز حالت بدن سیستم ها کدگذاری شدند. چکیده داده ها و نتایج تطبیق دهی به طور جدول وار مطرح شدند و آمار توصیفی به ازای تمامی متغییرات محاسبه شدند.

**نتایج**

**ویژگی های سنجه ها**

جدول 2 ویژگی های منتخب هر سنجه را نشان می دهد. 21 سنجه مربوط به جمعیت کودکان بین 1990 و 2015 چاپ شده بودند یا برای بار نخست به کار رفته بودند. اکثر سنجه ها (81٪) در بین جمعیت بزرگسالان مطرح شده بودند و بعدها جهت استفاده در جمعیت بزرگسالان تایید شدند. بقیه سنجه ها به طور ویژه برای کودکان از طریق مشورت با پزشکان یا روش های غیرگزارشی مطرح شدند. تعداد آیتم ها در هر سنجه در دامنه بین 1و35 با حدمیانگین 4 آیتم قرار داشتند. یک نوع سنجه شامل درجه بندی پیشرفت بود که در آن شرکت کنندگان باید معیارهای خاصی جهت تکمیل آیتم های مازاد داشته باشند. چهارده سنجه (67٪) در مقیاس پیوستار ارزیابی شدند و 7 سنجه باقی از مقیاس گروه بندی 2 تا 7 مقوله ای استفاده کردند. یک سنجه مرجع به معیار و بقیه 20 سنجه دیگر مرجع نرمال داشتند. آمار پایایی و روایی در گزارش اولیه به ازای 10 سنجه (48٪) مطرح شدند در حالی که 9 مورد (43٪) فقط پایایی و 2 مورد (9٪) فقط روایی ر در مقاله اولیه مطرح نمودند. داده های روان سنجی مفصل در جدول تکمیلی 2 مطرح شده است.

**مولفه های تعادل ارزیابی شده و نکات مربوط به رشد طرز حالت بدن در هر سنجه**

از میان 21 سنجه تعادل کودکان، 12 مورد شبیه مدل بزرگسالان بودن و کدها برگرفته از مرور بر مقالات مربوط به بزرگسالان بود. از میان 9 سنجه جدید کدگذاری شده توافق کدگذاری 2 محقق مستقل برابر 94٪ بود. تافق کل پس از بحث اتفاق نظر با بررسی کننده سوم به دست آمد. نتایج کدگذاری نشان دهنده ورود مولفه های تعادل در هر سنجه می باشد که در جدول 3 مطرح شده اند. سیستم های حرکتی پایه ای در تمامی 21 سنجه، کنترل پیش

بینی طرز حالت بدن در 15 سنجه (72٪)، تعادل استاتیک در 13 سنجه (62٪)، ادغام حسی در 11 سنجه (52٪)، تعادل دینامیک در 10 سنجه (48٪)، محدودیت های تعادل کارکردی در 5 سنجه (24٪)، تاثیرات شناختی در 5 سنجه (24٪)، ابعاد عمودی در 2 سنجه (9٪) کنترل طرز حاکت واکنشی در 0 سنجه ارزیابی شدند. تمامی سنجه ها بین 3 الی 6 مولفه تعادل را شامل نمودند؛ هیچ سنجه ای تمامی 9 مولفه را شامل نساخت.

مشورت با فیزیوتراپ ها بر مقیاس حرکت نوزاد آلبرتا، آزمون مهارت حرکتی برونینکس-اسرتسکی مقایس حرکتی رشد پی بادی جهت ارزیابی تعادل در کودکان و پیش دبستانی ها تاکید داشت. تطبیق مفهومی نشان داد که تمامی 3 سنجه حاقل 4 مولفه تعادل را داشتند: تعادل استاتیک، سیستم های حرکتی پایه، کنترل طرز حالت پیش بینی کننده و تعادل پویا. دو مورد از این سنجه ها ابتدا در کودکان رو به رشد طرز حالت بدن و کنترل آن ابتدا آزموده شدند و 1 مورد در بین افراد در پیوستار رشد طرز حالت بدن آزموده شد.

**بحث**

ترکیب ادبیات چاپ شده در زمینه سنجه های تعادل مورد تایید برای کودکان و تحلیل محتوی آنها ا توجه به نظریه کنترل طرز حالت فعلی برای خلاصه بندی وضعیت فعلی سنجه تعادل کودکان و تعیین فرصت های رشد ادامه دار مفید است. به علاوه شرکت دادن فیزیوتراپ ها کارایی بالینی نتایج را ارتقا می دهد. هر چند >20 سنجه های تعادل را تایید نمودند، آنها جامع نبودند و فقط برخی مولفه های مهم تعادل را ارزیابی نمودند. هیچ کدام از سنجه های تعادل کودکان اخیرا تایید شده به بررسی 9 مولفه تعادل مطالعه شده در این مقاله نپرداختند.هر چند برخی مولفه ها در میزان زیادی از سنجه ها شامل شدند، اکثر سنجه ها به ارزیابی تعداد محدودی از مولفه های تعادل پرداختند. انتظار نمی رود که این مسائل در ادبیات قبلی مرور بر سنجه های تعادل جمعیت بزرگسالان تعیین شده باشند. این یافته را می توان به ادبیات افزود که سنجه های تعادل کودکان در تحلیل کنترلطرز حالت بدن محدود تر اند. مثال این یافته آن است که برخی مولفه ها از جمله محدودیت های تعادل کارکردی، اثرگذاری های شناختی در اکثر سنجه ها شامل نشده اند. مهم تر اینکه یک سنجه واحد به ارزیابی کنترل طرز حالت عکس العملی بدن نپرداخته است. عدم این مولفه محدودیت عمده سنجه های تعادل کودکان موجود است چون کنترل طرز حالت عکس العملی

بدن به عنوان مهم ترین بخش تعادل جهت اجتناب از افتادن شناخته شده است. کنترل ناقص عکس العمل به طور مستقل به افتادن در بزرگسالان و در کودکان به تسلط بر مراحل جبران سریع در پیاده روی مربوط می شود که معیار عمده در طی شکل گیری راهبردهای بهبود تعادل موثر در نظر گرفته می شود. به طور مشابه تاثیرات شناختی در سنجه های موجود چندان بررسی نشد و برای جابجایی ایمن و جهت گیری مناسب مهم اند. هر چند سنجه هایی که به ارزیابی مجموعه محدودی از مولفه های تعادل می پردازند ممکن است برای نظارت بر تعادل یا ارزیابی ریسک افتادن مناسب باشند، رویکرد جامع برای تعیین برنامه ریزی درمان و نقائص مفید است. اخیرا هیچ نوع مدل ترکیبی به تایید سنجه های تعادل نپرداخته اند که بتواند ارزیابی جامع در جمعیت کودکان فراهم کند. جالب اینکه 2 سنجه جامع آزمون سیستم های ارزیابی تعادل و مینی بست  کاربرد آن را در میان کودکان چاپ کرده اند علیرغم اینکه ارزیابی روان سنجی جانبی انجام نشده است. آزمون بست تنها سنجه مورد تایید اخیر که حاوی 9 مولفه تعادل بررسی شده در این مقاله مروری است، تنها سنجه موجود مطرح شده با هدف کمک به متخصصین بالینی است تا سیستم های کنترل طرز حالت پایه ای تعیین گردد که باعث اختلال تعادل کارکردی هستند. در سال 2011 این آزمون در میان 5 کودک دچار فلج مغزی به کار رفت که در سال 2009 منتشر شد و امتیازات سیستم دسته بندی کارکردی حرکتی ناقص لحاظ شد.  درسال 2012 پیکت با همکاران از آزمون مینی بست مدل کوتاه شده آزمون بست در مطالعه نقص تعادل 9 کودک بین سنین 6و17 سال سندروم ولفرام استفاده کردند. این آزمون شامل 8 مولفه تعادل بود که فقط محدودیت های پایداری کارکردی را شامل نساخته بود. اخیرا کادر کارشناسان بین المللی این آزمون را برای جمعیت بزرگسالان توصیه می کنند. هیچ کدام از این مطالعات کودکان رویدادهای زیان بار در کاربرد هر مدل آزمون بست گزارش ندادند اما هر دو گزینه خوبی برای تایید اولیه در جمعیت کودکان محسوب می شدند. تحلیل نکات رشد در شکل گیری سنجه های تعادل کودکان نشان داد که بالای 50٪ از سجه ها اتدا در بین شرکت کنندگان کودک در دامنه سنی بزرگ تایید شدند. با توجه به رشد فزاینده تعادل در 7 سال اول زندگی کودک، عدم رش این تعادل باعث می شود که معاینه جمعت کودکان به مسئله ضروری تبدیل گردد. به طور ویژه سنجه تعادل ایستادن وجود ندارد که کودکان بین 1 و5 سال را هدف قرار داده باشد. متخصصین بالینی شریک ما 3

سنجه را تعیین نمودند که معیارهای ورود را نداشتند چون هدف آنها ارزیابی صرفا تعادل نبود بلکه شامل مولفه تعادل عمده درون محیط چارچوب رشد حرکت بود. به هر حال شبیه سنجه های تعادل شامل شده، هیچ کدام شامل ارزیابی کنترل طرز حالت عکس العملی  یا محدودیت های تعادل کارکردی نبود. هر چند مشورت با فیزیوتراپ های کودکان هیچ نوع سنجه برتر را تعیین نکرد، این فرایند کارایی بالینی نتایج را افزایش داد و امکان تحلیل ابزارهای مرتبط بالینی یا سنجه ها را فراهم نمود.

**محدودیت های مقاله**

محدودیت های این مقاله مروری شامل موارد زیر بود: 1- محدود کردن ساختارهای نظری به کنترل طرز حالت ایستادن که فقط شامل 1 ویژگی سنجه و 1 جنبه از تعادل کودک می باشد، 2- عدم بررسی ویژه پارامترهای ارزیابی که ممکن است اطلاعات دقیق تری نسبت به رفتارهای مشاهده شده فراهم کند و 3- عدم توجه به دشوری آیتم های فردی مربوط به مولفه تعادل ویژه. با توجه به ویژگی های سنجش تعادل استاندارد، به خوانندگان پیشنهادمی دهیم که این یافته ها را متناسب با برخی مسائل تفسیر کنند. علی رغم تعریف علمیاتی از رشد و کدگذاری دومرتبه، کدهای خاص هنوز باید تفسیر شوند. در مرور قبلی خود، آزمون زمانبندی بلند شو و برو به طور متحد کدگذاری شد که شامل تاثیرات کدگذاری نبود. به هر حال، مدل کودکان اصلاحاتی را تجویز نمود که نیاز به ثبت سنجه داشت و اثرگذاری های شناختی در این مقاله مروری تعیین شدند. تیم مطالعه نشان داد که تاثیرات شناختی را همچنین می توان به آزمون زمانبندی بلند شو و برو نسبت داد.

**نتایج**

مولفه های نظری کنترل طرز حالت بدن در سنجه های تعادل استاندارد برای کودکان بسیار متغییر بود و ارزیابی جامعی از تمامی مولفه های عمده کنترل طرز حالت ایستاده بدن فراهم ننمودند. سنجه های تعادل مازاد در جمعیت بزرگسالان تایید شدند که برخی از شکاف های موجود در سنجه های کودکان را پر می نمودند و تضمین تایید آنها در بین کودکان می باشند. این مقاله مروری نشان می دهد که کارهای ادامه دار برای تعیین و تایید ارزیابی تعادل در

تحقیق و عمل ضرورت داشته تا امکان تعیین نقائص تعادل و متعارف سازی برنامه های آموزشی در محیط بالینی فراهم گردد.

## References


1. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
2. Atkinson HL, Nixon-Cave K. A tool for clinical reasoning and reflection using the international classification of functioning, disability and health (ICF) framework and patient management model. Phys Ther 2011;91:416-30.
3. Saether R, Helbostad JL, Riphagen II, Vik T. Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review. Dev Med Child Neurol 2013;55:988-99.
4. Zylka J, Lach U, Rutkowska I. Functional balance assessment with pediatric balance scale in girls with visual impairment. Pediatr Phys Ther 2013;25:460-6.
5. Katz-Leurer M, Rotem H, Keren O, Meyer S. The effects of a 'home-based' task-oriented exercise programme on motor and balance performance in children with spastic cerebral palsy and severe traumatic brain injury. Clin Rehabil 2009;23:714-24.
6. Majlesi M, Farahpour N, Azadian E, Amini M. The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. Res Dev Disabil 2014;35:3562-7.
7. Cheldavi H, Shakerian S, Shetab Boshehri SN, Zarghami M. The effects of balance training intervention on postural control of children with autism spectrum disorder: role of sensory information. Res Autism Spectr Disord 2014;8:8-14.
8. Bernstein N. Co-ordination and regulation of movements. New York: Pergamon Press; 1967.
9. Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepherd JT, editors. Handbook of physiology, section 12, exercise: regulation and integration of multiple systems. New York: American Physiological Society; 1996. p 255-92.
10. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Changes in postural control across the life span- a systems approach. Phys Ther 1990;70: 799-807.
11. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. Phys Ther 2009;89: 484-98.
12. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age Ageing 2006;35(Suppl 2):ii7-i11.
13. Sibley KM, Beauchamp MK, Van Ooteghem K, Straus SE, Jaglal SB. Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: a scoping review. Arch Phys Med Rehabil 2015;96:122-132.e29.
14. Gaertner C, Bucci MP, Obeid R, Wiener-Vacher S. Subjective visual vertical and postural performance in healthy children. PLoS One 2013;8:e79623.
15. Boonyong S, Siu KC, van Donkelaar P, Chou LS, Woollacott MH. Development of postural control during gait in typically developing children: the effects of dual-task conditions. Gait Posture 2012;35:428-34.
16. Girolami GL, Shiratori T, Aruin AS. Anticipatory postural adjustments in children with typical motor development. Exp Brain Res 2010;205:153-65.
17. Tyson SF, Connell LA. How to measure balance in clinical practice. A systematic review of the psychometrics and clinical utility of measures of balance activity for neurological conditions. Clin Rehabil 2009;23:824-40.
18. Pavao SL, dos Santos AN, Woollacott MH, Rocha NA. Assessment of postural control in children with cerebral palsy: a review. Res Dev Disabil 2013;34:1367-75.
19. Verbecque E, Lobo Da Costa PH, Vereeck L, Hallemans A. Psychometric properties of functional balance tests in children: a literature review. Dev Med Child Neurol 2015;57:521-9.
20. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. Int J Soc Res Methodol 2005;8:19-32.
21. Colquhoun HL, Levac D, O'Brien KK, Straus S, Tricco AC, Perrier L, et al. Scoping reviews: time for clarity in definition, methods, and reporting. J Clin Epidemiol 2014;67:1291-4.
22. Levac D, Colquhoun H, O'Brien K. Scoping studies: advancing the methodology. Implement Sci 2010;5:69.
23. Daudt HM, van Mossel C, Scott SJ. Enhancing the scoping study methodology: a large, inter-professional team's experience with Arksey and O'Malley's framework. BMC Med Res Methodol 2013;13:48.
24. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Open Med 2009;3:e123-30.
25. Gabriel LS, Mu K. Computerized platform posturography for children: test-retest reliability of the sensory test of the VSR System. Phys Occup Ther Pediatr 2002;22:101-17.
26. Kumban W, Amatachaya S, Emasithi A, Siritaratiwat W. Five-times-sit-to-stand test in children with cerebral palsy: reliability and concurrent validity. NeuroRehabilitation 2013;32:9-15.
27. De Kegel A, Baetens T, Peersman W, Maes L, Dhooge I, Van Waelvelde H. Ghent developmental balance test: a new tool to evaluate balance performance in toddlers and preschool children. Phys Ther 2012;92:841-52.
28. Kissane AL, Eldridge BJ, Kelly S, Vidmar S, Galea MP, Williams GP. High-level mobility skills in children and adolescents with traumatic brain injury. Brain Inj 2015;29:1711-6.
29. Atwater SW, Crowe TK, Deitz JC, Richardson PK. Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests. Phys Ther 1990; 70:79-87.
30. Lubetzky-Vilnai A, Jirikowic TL, McCoy SW. Investigation of the Dynamic Gait Index in children: a pilot study. Pediatr Phys Ther 2011;23:268-73.
31. Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed 'up & go' test in children. Dev Med Child Neurol 2005;47:518-24.
32. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. Pediatr Phys Ther 2003;15: 114-28.
33. Valovich McLeod TC, Barr WB, McCrea M, Guskiewicz KM. Psychometric and measurement properties of concussion assessment tools in youth sports. J Athl Train 2006;41:399-408.
34. Rodby-Bousquet E, Persson-Bunke M, Czuba T. Psychometric evaluation of the Posture and Postural Ability Scale for children with cerebral palsy. Clin Rehabil 2016;30:697-704.
35. Alsalaheen B, Haines J, Yorke A, Broglio SP. Reliability and construct validity of limits of stability test in adolescents using a portable forceplate system. Arch Phys Med Rehabil 2015;96:2194-200.
36. Christy JB, Payne J, Azuero A, Formby C. Reliability and diagnostic accuracy of clinical tests of vestibular function for children. Pediatr Phys Ther 2014;26:180-9.

37. Bandong AN, Madriaga GO, Gorgon EJ. Reliability and validity of the Four Square Step Test in children with cerebral palsy and Down syndrome. Res Dev Disabil 2015;47:39-47.
38. Wright FV, Ryan J, Brewer K. Reliability of the Community Balance and Mobility Scale (CB&M) in high-functioning school-aged children and adolescents who have an acquired brain injury. Brain Inj 2010;24:1585-94.
39. Hunt TN, Ferrara MS, Bornstein RA, Baumgartner TA. The reliability of the modified Balance Error Scoring System. Clin J Sport Med 2009;19:471-5.
40. Calatayud J, Borreani S, Colado JC, Martin F, Flandez J. Test-retest reliability of the Star Excursion Balance Test in primary school children. Phys Sportsmed 2014;42:120-4.
41. Zaino CA, Marchese VG, Westcott SL. Timed up and down stairs test: preliminary reliability and validity of a new measure of functional mobility. Pediatr Phys Ther 2004;16:90-8.
42. Donahoe B, Turner D, Worrell T. The use of functional reach as a measurement of balance in boys and girls without disabilities ages 5 to 15 years. Pediatr Phys Ther 1994;6:189-93.
43. Bartlett D, Birmingham T. Validity and reliability of a pediatric reach test. Pediatr Phys Ther 2003;15:84-92.
44. Crowe TK, Deitz JC, Richardson PK, Atwater SW. Interrater reliability of the pediatric clinical test of sensory interaction for balance. Phys Occup Ther Pediatr 1991;10:1-27.
45. McCoy SW, Bartlett DJ, Yocum A, et al. Development and validity of the early clinical assessment of balance for young children with cerebral palsy. Dev Neurorehabil 2014;17:375-83.
46. Folio M, Fewell R. Peabody Developmental Motor Scales – second edition. Austin: Pro-ed; 2000.
47. Piper MC, Pinnell LE, Darrah J, Maguire T, Byrne PJ. Construction and validation of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS). Can J Public Health 1992;(83 Suppl 2):S46-50.
48. Bruininks RH, Bruininks BD. Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency. 2nd ed. Minneapolis: NCS Pearson, Inc.; 2005.
49. Riemann BL, Guskiewicz KM, Shields EW. Relationship between clinical and forceplate measures of postural stability. J Sport Rehabil 1999;8:71-82.
50. Howe JA, Inness EL, Venturini A, Williams JI, Verrier MC. The community balance and mobility scaled a balance measure for individuals with traumatic brain injury. Clin Rehabil 2006;20:885-95.
51. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. Phys Ther 1997;77:812-9.
52. Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF, Gee MA, Redfern MS, Furman JM. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. Phys Ther 2005;85:1034-45.
53. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. Arch Phys Med Rehabil 2002;83:1566-71.
54. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. J Gerontol 1990;45: M192-7.
55. Williams GP, Robertson V, Greenwood KM, Goldie PA, Morris ME. The high-level mobility assessment tool (HiMAT) for traumatic brain injury, part 2: content validity and discriminability. Brain Inj 2005; 19:833-43.
56. Williams G, Robertson V, Greenwood K, Goldie P, Morris ME. The high-level mobility assessment tool (HiMAT) for traumatic brain injury, part 1: item generation. Brain Inj 2005;19:925-32.
57. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. J Athl Training 2012;47(3):339-57.
58. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. Physiother Canada 1989;41:304-11.
59. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance: suggestion from the field. Phys Ther 1986;66: 1548-50.
60. Rodby-Bousquet E, Agústsson A, Jónsdóttir G, Czuba T, Johansson A-C, Hägglund G. Interrater reliability and construct validity of the Posture and Postural Ability Scale in adults with cerebral palsy in supine, prone, sitting and standing positions. Clin Rehabil 2014;28:82-90.
61. Ford-Smith CD, Wyman JF, Elswick RK Jr, Fernandez T, Newton RA. Test-retest reliability of the Sensory Organization Test in noninstitutionalized older adults. Arch Phys Med Rehabil 1995;76: 77-81.
62. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc 1991; 39:142-8.
63. Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. Clin Geriatr Med 1996;12:637-58.
64. Hilliard MJ, Martinez KM, Janssen I, et al. Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. Arch Phys Med Rehabil 2008;89:1708-13.
65. Roncesvalles MN, Woollacott MH, Jensen JL. The development of compensatory stepping skills in children. J Mot Behav 2000;32: 100-11.
66. Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. J Rehabil Med 2010;42: 323-31.
67. Kurz MJ, Corr B, Stuberg W, Volkman KG, Smith N. Evaluation of lower body positive pressure supported treadmill training for children with cerebral palsy. Pediatr Phys Ther 2011;23:232-9.
68. Pickett KA, Duncan RP, Paciorkowski AR, et al. Balance impairment in individuals with Wolfram syndrome. Gait Posture 2012;36:619-24.

69. Sibley KM, Howe T, Lamb SE, et al. Recommendations for a core outcome set for measuring standing balance in adult populations: a consensus-based approach. PLoS One 2015;10: e0120568.
70. Westcott SL, Lowes LP, Richardson PK. Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. Phys Ther 1997;77:629-45.
71. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. Can J Pub Health 1992;(83 Suppl 2):S7-11.