

Research Paper

Reliability of Functional Balance Tests and Their Correlation With Selected Anthropometric Parameters in Children Aged 7-10 Years

*Mahboobeh Dehnavi¹ , Heidar Sadeghi¹, Mehdi Taghva¹

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.



Citation: Dehnavi M, Sadeghi H, Taghva M. [Reliability of Functional Balance Tests and Their Correlation With Selected Anthropometric Parameters in Children Aged 7-10 Years (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 5(4):216-227. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.2>

 <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.2>



Article Info:

Received: 23 Dec 2019

Accepted: 10 Feb 2020

Available Online: 01 Mar 2020

Key words:

Reliability, Static balance, Dynamic balance, Anthropometric parameters, Children

ABSTRACT

Objective The present study aimed to evaluate the reliability of functional balance tests and their correlation with selected anthropometric parameters in children aged 7-10 years.

Methods Participants were 80 students aged 7-10 (40 female and 40 male). Romberg Test and Sharpened Romberg Test were used for assessing static balance, while timed up and go test, tandem walk test, and Y-balance test were used for measuring dynamic balance. Selected anthropometric factors were body height, upper body length, lower body length, Foot length and body mass. Reliability was determined using intra-class correlation coefficient (ICC), and Pearson correlation was used for examining the relationship between balance tests and selected anthropometric parameters at a significance level of $P \geq 0.05$.

Results Static balance tests were not reliable, but dynamic tests were reliable. No significant correlation was found between anthropometric parameters and static and dynamic tests ($P > 0.05$); except between lower body length and Y-balance test ($r = 0.53$, $P = 0.01$).

Conclusion It seems that at the age of 7-10 years, static balance tests are affected because the sensory systems related to balance are developing. Therefore, static balance tests, which require weighting of each of these systems with eyes closed and open, are not good criteria for examining the balance of this age group. Hence, it is better to use dynamic balance tests, especially the Y-balance test.

Extended Abstract

1. Introduction

Posture control involves controlling the position of the body in space for two purposes: stability and body orientation. The orientation component is defined as the ability to maintain communication between different parts of the body and also between the body and the environment to perform a specific task [1]. The sta-

bility component referred to static balance, which defines the ability to maintain the center of gravity within the base of support [2] which is effective in performing many daily activities; it has been found that daily activities require certain levels of balance [3]. One of the key factors in assessing the development of children's motor skills is balance assessment [2].

Many balance tests are used to differentiate between healthy children and children with developmental disorders. According to the results of these tests, specialists inter-

* Corresponding Author:

Mahboobeh Dehnavi, MSc.

Address: Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (935) 3954320

E-mail: mahboobeh.dehnavi@gmail.com

pret, compare and make decisions about the development of children's motor skills and subsequently adopt the necessary therapeutic and training interventions [4]. Therefore, these balance tests must be reliable and accurate, because the decisions that are made for children based on the results of these balance tests are crucial. Hence, we should identify valid and appropriate tests for this group. In this regard, this study aimed to evaluate the reliability of selected functional balance tests in children aged 7-10 years, and the relationship between these functional balance tests and selected anthropometric parameters to determine the role of anthropometric parameters on the balance of this age group.

2. Methods

This is a descriptive/correlational study. The study population consisted of all male and female students aged 7-10 years in Sama Elementary School located in Neishabour, Iran. Using cluster sampling method, 80 students (40 girls and 40 boys) were selected as the study samples. Subjects in both groups had no any history of injury in the past year, no damage to the visual and vestibular systems, and no any neurological disorder and postural abnormalities (e.g. lordosis, flat feet, genu valgum, genu varum). After giving information about the study protocol, an informed consent was obtained from all the participants. The study was conducted in a suitable and quiet place inside the school.

First, a questionnaire of personal information, health and physical activity status was provided to the subjects to ensure that the subjects were prepared to perform balance tests. Then the measurements related to the descriptive information of the subjects and the selected anthropometric

parameters were performed. Finally, static and dynamic balance tests were performed in three sessions (Table 1). To reduce the learning effect, each session was performed with a 72-h interval. Romberg test [5], and Sharpened Romberg test [6] were used to evaluate static balance and Timed Up and Go test [7], tandem walk test [8], and Y balance test [9] were used to evaluate dynamic balance in three scoring times. Body height, upper body length, lower body length, foot length and body mass were used as anthropometric factors [10].

3. Results

The purpose of this study was to evaluate the reliability of functional balance tests and the relationship between these tests and selected anthropometric parameters in girls and boys aged 7-10 years. The results of the present study showed that none of the static balance tests including Romberg test and Sharpened Romberg balance test had the acceptable reliability for girls and boys. Regarding the dynamic balance tests, based on the ICC value, the reliability of timed up and go test and tandem walk test were reliable only for the boys, while Y balance test had the required reliability in both boys and girls. Moreover, the results showed no significant relationship between anthropometric variables and static and dynamic balance tests except between lower body length and Y balance test.

4. Discussion and Conclusion

It seems that at the age of 7-10 years, static balance tests are affected because the sensory systems related to balance are developing. Therefore, static balance tests, which re-

Table 1. Results of static and dynamic balance tests in three sessions

Test	Gender	Mean±SD			Reliability	
		Session 1	Session 2	Session 3	ICC	P
Romberg test (s)	Boy	45.18±36.55	51.14±85.10	54.13±28.27	0.58	0.12
	Girl	49.16±72.06	56.8±30.50	55.10±57.67	0.19	0.46
Sharpened Romberg test (s)	Boy	14.5±22.63	11.6±70.74	10.3±55.52	0.34	0.26
	Girl	20.4±68.32	23.7±37.36	18.3±85.51	0.57	0.11
Timed Up and Go test (s)	Boy	6.0±78.9	6.0±32.61	6.0±57.53	0.79	*0.02
	Girl	4.0±9.91	5.1±76.52	7.1±57.67	0.56	0.08
Tandem walk test (number of errors)	Boy	11.4±21.28	12.3±70.74	11.3±32.28	0.75	*0.02
	Girl	12.3±22.18	15.6±11.37	10.5±19.91	0.48	0.12
Y balance test (percentage of leg length)	Boy	71.14±92.51	73.13±47.52	73.11±90.9	0.81	*0.01
	Girl	69.12±55.21	69.11±10.87	70.12±22.47	0.80	*0.01

* Significant at P<0.05

quire weighting of each of these systems with eyes closed and open, are not good criteria for examining the balance of this age group. Hence, to examine, interpret and compare the results of balance in these ages, it is better to use dynamic balance tests, especially the Y balance test.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article.

Funding

The present paper was extracted from the MSc. thesis of the first author, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University.

Authors' contributions

Conceptualization, Methodology, Supervision: All authors; Investigation, Writing original draft, Funding acquisition, Resources: Mahboobeh Dehnavi; Writing-review and editing: Mahboobeh Dehnavi, Heidar Sadeghi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank Javad Harati and all who helped and participated in the completion of this study.

پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل در دختران و پسران ۷ تا ۱۰ ساله و ارتباط آن با پارامترهای منتخب آنتروپومتریکی

* محبوبه دهنوی^۱، حیدر صادقی^۱، مهدی تقوا^۱

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

حکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل و ارتباط این آزمون‌ها با پارامترهای منتخب آنتروپومتریکی در دختران و پسران هفت تا ده‌ساله بود.

روش‌ها: نمونه آماری این تحقیق را هشتاد دانش‌آموز هفت تا ده‌ساله (چهل دختر و چهل پسر) تشکیل دادند. آزمون رومبرگ و شارپند رومبرگ جهت ارزیابی تعادل ایستا و آزمون زمان برخاستن و راه رفتن، آزمون راه رفتن تاندوم و ۷ جهت ارزیابی تعادل پویا در سه نوبت همراه با نمردهی توسط آزمونگر اجرا شد. فاکتورهای منتخب آنتروپومتریکی قد، طول بالاتنه، طول پایین‌تنه، طول کف پا و جرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین پایایی آزمون‌ها از آمار استنباطی با آزمون ICC و از ضریب همبستگی پیرسون جهت تعیین همبستگی بین آزمون‌های تعادل با پارامترهای آنتروپومتریکی منتخب در سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: آزمون‌های تعادل ایستا از پایایی خوبی برخوردار نبودند و آزمون‌های تعادل پویا از پایایی خوبی برخوردار بودند. در بررسی همبستگی بین ویژگی‌های آنتروپومتریکی با آزمون‌های تعادلی ایستا و پویا، ارتباط معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). تنها ارتباط معناداری بین طول پایین‌تنه با آزمون تعادلی ۷ مشاهده شد ($r = 0/53$, $P = 0/01$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد در سن هفت تا ده‌سالگی به علت اینکه سیستم‌های حسی تعادل در حال رشد هستند، آزمون‌های تعادلی ایستا - که نیازمند به وزن‌دهی هریک از این سیستم‌ها در شرایط تفسیر و مقایسه نتایج تعادل در حالت چشم بسته و چشم باز هستند - معیار و ملاک خوبی برای بررسی تعادل نیست؛ بنابراین برای بررسی این سنین، بهتر است از آزمون‌های تعادلی پویا به خصوص آزمون تعادلی ۷ استفاده شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۰۲ دی ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۲۱ بهمن ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۱ اسفند ۱۳۹۸

کلیدواژه‌ها:

پایایی، تعادل ایستا، تعادل پویا، پارامترهای آنتروپومتریکی، تعادل کودک‌کان

مقدمه

(با استفاده از دستگاه و بدون مشابهنهت با فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی) تقسیم می‌شوند [۶]. به طور ایده‌آل هدف از طراحی آزمون‌های عملکردی تعادل، شبیه‌سازی فعالیت‌ها و اعمال روزانه و مهارت‌های ورزشی است؛ چراکه تعادل یکی از مهم‌ترین مهارت‌های پایه برای انجام تکالیف، اعمال و مهارت‌هاست [۷]؛ از این رو بسیاری از محققان در تلاش‌اند تا روش‌ها و آزمون‌های معتبری را برای ارزیابی تعادل پیدا کنند؛ اما تعادل در افراد مختلف و با ویژگی‌های متفاوت یکسان نیست و عوامل بسیاری بر تعادل تأثیرگذار هستند؛ به طوری که عواملی مانند سن، جنس، پای برتر، وزن، اندازه کف پا، کفش، آسیب‌های قبلی، سطح مهارت ورزشی، نوع رشته ورزشی، بازتاب بینایی، اثر خستگی و یادگیری را به عنوان عوامل تأثیرگذار بر تعادل ذکر کرده‌اند [۸]؛

بنابراین با توجه به مطالب ارائه‌شده انتخاب آزمون تعادلی عملکردی معتبر برای گروه‌های سنی خاص یا گروه‌های متفاوت

کنترل پاسچر شامل کنترل موقعیت بدن در فضا برای دو هدف ثبات و جهت‌یابی بدن است. مؤلفه جهت‌یابی در کنترل پاسچر به عنوان توانایی حفظ ارتباط میان قسمت‌های مختلف بدن و همچنین بدن با محیط برای انجام یک تکلیف ویژه تعریف می‌شود [۱، ۲]. از سوی دیگر مؤلفه ثبات در کنترل پاسچر به عنوان تعادل ذکر می‌شود که توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا تعریف می‌شود [۳، ۴] که در اجرای بسیاری از فعالیت‌های روزانه تأثیرگذار بوده و مشخص شده است که فعالیت‌های روزانه مستلزم سطوح خاصی از تعادل هستند [۵]. برای ارزیابی وضعیت تعادل از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود.

به طور کلی آزمون‌های ارزیابی تعادل به دو دسته عملکردی (مشابه با فعالیت‌ها و مهارت‌های پایه ورزشی) و غیرعملکردی

* نویسنده مسئول:

محبوبه دهنوی

نشانی: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تلفن: ۳۹۵۴۳۲۰ (۹۳۵) +۹۸

پست الکترونیکی: mahboobeh.dehnavi@gmail.com

می‌شود [۱۵]؛ بنابراین هنگام استفاده از آزمون‌های ارزیابی تعادل عملکردی باید آزمونی را انتخاب کنیم که پایایی مناسبی برای گروه مورد ارزیابی داشته باشد تا نتایج حاصل از مطالعات، دقیق و قابل اعتماد باشد و بتوانیم با دقت بیشتری در مورد نتایج حاصل از آزمون تعادل عملکردی در گروه مد نظر نتیجه‌گیری کنیم.

یکی از فاکتورهای اساسی برای ارزیابی رشد مهارت‌های حرکتی کودکان، ارزیابی تعادل است [۳]؛ به طوری که برای تمایز بین کودکان سالم و کودکان دارای اختلال رشدی از آزمون‌های تعادلی بسیاری استفاده می‌کنند و با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های تعادلی به تفسیر، مقایسه و تصمیم‌گیری در مورد رشد مهارت‌های حرکتی کودکان می‌پردازند و متعاقب آن مداخلات درمانی و تمرینی لازم را اتخاذ می‌کنند [۱۶]؛ بنابراین آزمون‌های تعادلی که برای بررسی تعادل کودکان استفاده می‌شود، باید قابل اعتماد و دقیق باشد؛ زیرا تصمیم‌گیری‌هایی که در مورد نتایج این آزمون‌های تعادلی برای کودکان در نظر می‌گیرند بسیار حیاتی و مهم است؛ بنابراین باید آزمون‌های معتبر و مناسب را برای این گروه از جامعه باید شناسایی کنیم. در همین راستا مطالعه حاضر به بررسی پایایی سنجی منتخبی از آزمون‌های عملکردی تعادل در دختران و پسران هفت تا ده‌ساله می‌پردازد و همچنین به بررسی ارتباط این آزمون‌های عملکردی تعادل با پارامترهای منتخب آنتروپومتریک نیز می‌پردازد تا نقش پارامترهای آنتروپومتریک را بر تعادل این گروه سنی مشخص کند.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

روش این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ گردآوری داده‌ها، از پژوهش‌های توصیفی - همبستگی با روش طرح تحقیق پایایی سنجی است (مدل ارتباط سنجی) که به شکل میدانی صورت گرفته است. جامعه آماری تحقیق حاضر را دانش‌آموزان دختر و پسر هفت تا ده‌ساله دبستان سما (نیشابور) تشکیل دادند و با استفاده از نمونه‌گیری خوشه‌ای هشتاد نفر (شامل چهار دختر و چهار پسر) به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. آزمودنی‌های هر دو گروه بدون سابقه آسیب‌دیدگی در یک سال گذشته و بدون آسیب‌دیدگی در سیستم بینایی، دهلیزی و عدم داشتن بیماری‌های نورولوژیکی و ناهنجاری‌های وضعی (مثل لوردوز، کف پای صاف، زانو پرانتری یا ضربدری و غیره) اثرگذار بر روند تحقیق بودند. تمام آزمودنی‌ها موافقت خود را برای مشارکت در این تحقیق اعلام کردند.

روش اجرا

تحقیق حاضر در فضای مناسب و آرامی که در داخل مدرسه وجود داشت (نیاز بود که متغیرهای موردنظر در محیط مناسب و آرام بررسی شوند) انجام گرفت. پس از راهنمایی و دادن

جامعه بسیار مهم است و در گروه‌های مختلف ممکن است آزمون‌های مختلف تعادلی مناسب باشد و ممکن است تنها یک آزمون تعادلی برای همه گروه‌های جامعه مناسب نباشد. در همین راستا مطالعات، پایایی آزمون‌های مختلف تعادل عملکردی را در گروه‌های مختلف جامعه بررسی کرده‌اند.

استفن و همکاران، به بررسی پایایی برخی آزمون‌های تعادل عملکردی در افراد پارکینسونی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون، مقیاس تعادلی برگ، ایستادن با چشمان بسته، ۶ متر راه رفتن و سرعت راه رفتن پایایی خوبی برای ارزیابی تعادل افراد دارای پارکینسون دارند [۹]. تاپسون و همکاران نشان دادند آزمون‌های ارزیابی عملکردی تعادل پایایی خوبی برای ارزیابی تعادل افراد سخته مغزی کرده دارند [۱۰].

بروگلیو و همکاران نیز در مطالعه خود نشان دادند آزمون سیستم ارزیابی خطاهای تعادل، از پایایی خوبی برای ارزیابی تعادل بزرگسالان سالم برخوردار است. همچنین مطالعات داخلی به بررسی پایایی آزمون‌های مختلف تعادلی پرداختند [۱۱]. صادقی و نوری به پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا، نیمه‌پویا و پویا در زنان آکتومورف جوان پرداختند [۱۲]. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که پایایی آزمون‌های تعادل عملکردی متأثر از تیپ بدنی افراد است. همچنین قندیلی و صادقی نیز به پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل در دختران نوجوان و جوان نیمه‌حرفه‌ای در چند رشته ورزشی منتخب پرداختند [۱۳]. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد آزمون‌های لک‌لک، فرشته و ۷ در هر سه رشته ورزشی در گروه نوجوان و جوانان زمان برخاستن و رفتن در بدمینتون و تکواندو در گروه جوانان پایا هستند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند آزمون‌های خاصی برای گروه‌های ورزشی خاص و همچنین در رده‌های سنی خاص پایا هستند، بنابراین باید برای گروه‌های مختلف جامعه آزمون‌های عملکردی مناسب آن جمعیت را پیدا کرد.

پایایی یکی از ویژگی‌های آزمون‌های استاندارد است؛ یعنی نمره‌های آزمون تا چه اندازه دقیق و عاری از خطا هستند و با این امر سروکار دارد که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد و «همبستگی میان مجموعه‌ای از نمره‌ها که به صورت مستقل بر یک گروه آزمودنی به دست آمده است» چقدر است. به بیان دیگر، اگر ابزار اندازه‌گیری را در فاصله زمانی کوتاهی چندین بار به گروه واحدی از افراد بدهیم و نتایج حاصل نزدیک به هم باشد، بر اساس این مفهوم، آزمونی پایا خواهد بود که کمترین واریانس خطای اندازه‌گیری را داشته باشد [۱۴].

اندازه پایایی با ضریب همبستگی بیان می‌شود و معیار کلی برای مقبولیت آن، مقادیر بالای ۰/۷۰ ذکر شده است. در محاسبه ضریب پایایی، روش آماری همبستگی درون گروهی (ICC) ^۱ پیشنهاد

1. Intraclass Correlation Coefficient

یک درصد استفاده شد. بدین ترتیب که آزمودنی روی میز که کاملاً صاف بود، نشست و طول پایین تنه به صورت فاصله بین رأس سر تا محل نشستن آزمودنی بر روی صندلی اندازه‌گیری می‌شد [۱۰].

نحوه اندازه‌گیری طول کف پا

برای اندازه‌گیری طول کف پا هم از کولیس (مدل Guangla ساخت کشور چین) استفاده شد. در حالت نشسته روی صندلی، فاصله پاشنه پا تا نوک بلندترین انگشت پا به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد [۱۷].

نحوه اندازه‌گیری آزمون رومبرگ^۴

این آزمون را رومبرگ در سال ۱۸۵۳ معرفی کرد. در این آزمون از شخص خواسته می‌شود ۳۰ ثانیه با پاهای موازی با چشم باز و بسته بایستد. زمان حفظ تعادل و مقدار نوسانات فرد در همان وضعیت ارزیابی می‌شود و نوسانات بیش از اندازه، اختلال تعادل یا گام برداشتن غیرطبیعی محسوب و به عنوان خطا در نظر گرفته می‌شود و زمان متوقف می‌شود. زمانی که آزمودنی بتواند این حالت را حفظ کند، امتیاز او محسوب می‌شود [۱۸].

نحوه اندازه‌گیری آزمون شارپند رومبرگ^۵

این آزمون شامل وضعیت ثابتی است که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد. پای برتر را جلوی پای غیربرتر می‌گذارد؛ به این صورت که پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند. دست‌ها به حالت ضربدر روی سینه و کف دست روی شانه طرف مخالف قرار می‌گیرد. این آزمون با چشمان بسته و باز اجرا می‌شود. مدت زمانی که آزمودنی قادر باشد این حالت را حفظ کند، امتیاز وی محسوب می‌شود. در صورت وقوع هر یک از این خطاها (تاب خوردن زیاد، از دست دادن تعادل، باز کردن چشم‌ها و تکان خوردن دست‌ها) هنگام حفظ تعادل برای آزمودنی یک امتیاز منفی ثبت می‌شود [۱۹].

نحوه اندازه‌گیری آزمون زمان برخاستن و راه رفتن^۶

برای اجرای این آزمون ابتدا یک صندلی بدون دستگیره به فاصله سه متری از یک مانع (پایان مسیر) قرار داده می‌شود. سپس از آزمودنی خواسته می‌شود بدون کمک دست‌هایش از روی صندلی برخیزد و پس از طی مسیر سه متری، برگردد و روی صندلی بنشیند. برای آشنایی با نحوه اجرای آزمون، آزمودنی‌ها قبل از ثبت رکورد آزمون، این عمل را سه بار تمرین می‌کنند. سپس آزمودنی سه بار آزمون را اجرا کرده و میانگین این سه بار به

اطلاعات کامل در مورد پروتکل انجام کار و نحوه پژوهش و تکمیل رضایت‌نامه، روند انجام آزمون‌ها صورت پذیرفت. قبل از شروع اجرای آزمون‌های عملکردی، اول پرسش‌نامه اطلاعات فردی و سلامتی و ورزشی در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شد تا اطمینان حاصل شود که آزمودنی موردنظر آمادگی لازم را برای اجرای آزمون‌های تعادلی را دارد. سپس اندازه‌گیری‌های مربوط به اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها و پارامترهای منتخب آنتروپومتریک انجام شد. در نهایت آزمون‌های تعادل ایستا و پویا به ترتیب در سه نوبت نمره‌دهی توسط آزمونگر اجرا شد که برای کاهش اثر یادگیری، هر نوبت نمره‌دهی به فاصله ۷۲ ساعت انجام شد.

اندازه‌گیری فاکتورهای منتخب آنتروپومتریک

نحوه اندازه‌گیری قد

قدسنج مدل سکا با ضریب خطای یک درصد، جهت اندازه‌گیری طول قد آزمودنی‌ها استفاده شد. آزمودنی بدون کفش طوری که پاشنه‌ها، باسن و سر به دیوار چسبیده بود، می‌ایستاد. وزن بدن به طور مساوی بر روی پاها تقسیم شد و سر و دید چشم‌ها موازی سطح افق بود. از آزمودنی خواسته می‌شد یک عمل دم را انجام دهد و قبل از بازدم قد او بر حسب سانتی‌متر توسط متر نواری که پشت سر آزمودنی بر دیوار نصب شده بود توسط آزمونگر، اندازه‌گیری می‌شد [۱۷].

نحوه اندازه‌گیری وزن

برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها از ترازوی قابل حمل Schwan ساخت کشور چین با ضریب خطای یک درصد کیلوگرم استفاده شد. روش اندازه‌گیری بدین صورت بود که آزمودنی‌ها بدون کفش و با لباس سبک روی ترازو قرار می‌گرفتند و وزن آن‌ها اندازه‌گیری می‌شد [۱۷].

نحوه اندازه‌گیری طول پایین تنه

برای اندازه‌گیری طول پایین تنه، از متر نواری با ضریب خطای یک درصد استفاده شد. طول حقیقی پا از خار‌خا‌ص‌های قدامی فوقانی^۲ تا قوزک داخلی توسط متر نواری اندازه‌گیری شد. بدین منظور آزمودنی در وضعیت خوابیده به پشت^۳ قرار می‌گرفت؛ در حالی که زانوها در وضعیت اکستنشن و پاها ۱۵ سانتی‌متر از هم فاصله داشتند. اندازه‌گیری در پای چپ و راست سه نوبت تکرار و میانگین هر کدام به عنوان طول پایین تنه ثبت شد [۱۷].

نحوه اندازه‌گیری طول بالاتنه

برای اندازه‌گیری طول بالاتنه، از متر نواری با ضریب خطای

4. Romberg

5. Sharpened Romberg

6. Timed Get up & Go

2. Anterior Superior Iliac spine (ASIS)

3. Supine position

عنوان رکوردش ثبت می‌شود [۲۰].

نحوه اندازه‌گیری راه رفتن تاندوم^۷

در این آزمون، آزمودنی به صورت پاشنه به پنجه راه می‌رود؛ به این صورت که دست‌ها کنار بدن و به حالت آویزان است و یک پا جلوی پای دیگر قرار می‌گیرد؛ به طوری که در حین راه رفتن، پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند و تا انتها به همین شکل ادامه یابد. نحوه امتیازگذاری به این صورت است که آزمودنی به مدت ۶۰ ثانیه این آزمون را اجرا می‌کند و نمره از طریق ثبت خطاها تعیین می‌شود. خطاها شامل تاب خوردن زیاد و از دست دادن تعادل است. در صورت وقوع هر خطا هنگام حفظ تعادل، برای آزمودنی یک امتیاز منفی ثبت می‌شود. این آزمون سه‌بار انجام می‌گیرد و میانگین این سه‌بار به عنوان رکورد ثبت می‌شود [۲۱].

نحوه اندازه‌گیری آزمون تعادلی^۸

از آزمون تعادلی ۷ (پایایی درون گروهی در جهت قدامی ۰/۸۹، خلفی داخلی ۰/۹۳، خلفی خارجی ۰/۹۱) جهت ارزیابی وضعیت تعادل پویا استفاده می‌شود. در این آزمون سه جهت به صورت ۷ و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می‌گیرند. از آنجا که آزمون تعادلی ۷ با طول پا رابطه معنی‌داری دارد، به منظور اجرای این آزمون و نرمال کردن اطلاعات، طول واقعی پا یعنی از خار خاصه فوقانی قدامی تا قوزک داخلی در حالتی که فرد به صورت طاق‌باز روی زمین خوابیده است، اندازه‌گیری می‌شود. پس از توضیحات لازم در خصوص نحوه اجرای آزمون توسط آزمونگر، هر آزمودنی شش‌بار آزمون را تمرین می‌کند تا روش اجرای آزمون را فراگیرد. همچنین قبل از اجرای آزمون پای برتر آزمودنی‌ها تعیین می‌شود تا در صورتی که پای راست اندام برتر باشد، آزمون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام شود و اگر پای چپ اندام برتر باشد آزمون در جهت عقربه‌های ساعت انجام شود.

آزمودنی در مرکز ۷ قرار می‌گیرد، روی یک‌پا می‌ایستد و پای دیگر را به صورت دایره‌ای جهت عمل دست‌یابی حداکثر، بدون خطا انجام می‌دهد و به حالت اولیه (روی دو پا) برمی‌گردد. به منظور از بین بردن اثر یادگیری، هر آزمودنی هر کدام از جهت‌ها را شش‌بار با فاصله ۱۵ ثانیه استراحت، تمرین می‌کند. بعد از ۵ دقیقه استراحت، هر آزمودنی هریک از جهت‌ها را سه‌بار به صورت دایره‌ای انجام می‌دهد، میانگین آن‌ها محاسبه و تقسیم بر طول پا می‌شود، سپس در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود تا فاصله دست‌یابی برحسب درصد طول پا به دست آید. اگر شخص بر پای که عمل دست‌یابی را انجام می‌دهد تکیه کند، یا در پایایی که در مرکز ۷ قرار دارد حرکت مشاهده شود، یا شخص نتواند تعادل

خود را حفظ کند، آن عمل دست‌یابی مربوطه حذف و از آزمودنی خواسته می‌شود تا دوباره آزمون را تکرار کند [۲۲].

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق از آمار توصیفی برای توصیف داده‌های هر گروه (سن، قد، وزن آزمودنی‌ها، شاخص توده بدنی، پارامترهای آنترپومتریکی) و از شاخص میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شایپروویلیک استفاده شد. برای تعیین پایایی آزمون‌ها از آمار استنباطی با آزمون ICC و از ضریب همبستگی پیرسون جهت تعیین همبستگی بین آزمون‌های تعادل با پارامترهای آنترپومتریکی منتخب در سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ استفاده شد. همه داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ جمع‌آوری شد.

نتایج

اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و پارامترهای آنترپومتریکی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

بر اساس یافته‌های حاصل از آزمون ICC در بررسی پایایی آزمون‌های تحت بررسی، هیچ‌یک از آزمون‌های تعادلی ایستا شامل آزمون تعادلی رومبرگ و شارپند رومبرگ چه در بخش دختران و چه در بخش پسران از پایایی لازم برخوردار نبوده است (جدول شماره ۲).

بر اساس یافته‌های حاصل از آزمون ICC در بررسی پایایی آزمون‌های تحت بررسی، آزمون‌های زمان برخاستن و راه رفتن ($ICC=0/79$) و آزمون راه رفتن تاندوم ($ICC=0/75$) در بخش پسران از پایایی لازم برخوردار بوده است. همچنین آزمون تعادلی ۷ هم در بخش پسران ($ICC=0/81$) و هم در بخش دختران ($ICC=0/80$) از پایایی لازم برخوردار بوده است (جدول شماره ۳).

نتایج حاصل از این تحقیق در بررسی همبستگی بین آزمون‌های تعادلی ایستا با متغیرهای آنترپومتریکی، نشان داد که بین متغیرهای آنترپومتریکی و آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا ارتباط معناداری وجود ندارد (جدول شماره ۴).

نتایج حاصل از این تحقیق در بررسی همبستگی بین آزمون‌های تعادلی پویا با متغیرهای آنترپومتریکی، نشان داد بین متغیرهای آنترپومتریکی و آزمون‌های عملکردی تعادل پویا اغلب ارتباط معناداری وجود ندارد. فقط بین طول اندام تحتانی با آزمون تعادلی ۷ ارتباط معناداری مشاهده شد ($P=0/001$) (جدول شماره ۵).

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی پایایی سنجی آزمون‌های عملکردی تعادل و ارتباط این آزمون‌ها با پارامترهای منتخب آنترپومتریکی در دختران و پسران هفت تا ده‌ساله بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد

7. Tandem Walking test

8. Y Balance test

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها و پارامترهای آنترپومتریکی

متغیر	پسران	دختران
سن (سال)	۸/۵۰±۱/۱۳	۸/۳۶±۱/۳۸
قد (سانتی‌متر)	۱۲۷/۲۳±۱۸/۰۳	۱۳۲/۴±۸/۵۴
جرم (کیلوگرم)	۲۸/۲۲±۱۰/۱۰	۲۷/۱۰±۵/۹۷
طول کف پا (سانتی‌متر)	۲۰/۸۶±۱/۶۳	۲۱/۲۸±۱/۵۲
طول پایین تنه (سانتی‌متر)	۷۷/۵۲±۹/۰۹	۸۰/۲۱±۶/۳۹
طول بالاتنه (سانتی‌متر)	۲۹/۹۶±۲/۹۲	۲۹/۴۳±۲/۳۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۳۸±۲/۳۷	۲۲/۳۷±۳/۳۹

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی و آزمون پایایی آزمون‌های تعادلی ایستا آزمودنی‌ها در سه نوبت اندازه‌گیری

آزمون	جنس	نوبت اول	نوبت دوم	نوبت سوم	پایایی
		میانگین±انحراف استاندارد			P ICC
رومبرگ (ثانیه)	پسران	۴۵/۳۶±۱۸/۵۵	۵۱/۸۵±۱۴/۱۰	۵۴/۲۸±۱۳/۲۷	۰/۱۲ ۰/۵۸
	دختران	۴۹/۷۲±۱۶/۰۶	۵۶/۳۰±۸/۵۰	۵۵/۵۷±۱۰/۶۷	۰/۴۶ ۰/۱۹
شارپند رومبرگ (ثانیه)	پسران	۱۴/۲۲±۵/۶۳	۱۱/۷۰±۶/۷۴	۱۰/۵۵±۳/۵۲	۰/۲۶ ۰/۳۴
	دختران	۲۰/۶۸±۴/۳۲	۲۳/۳۷±۷/۳۶	۱۸/۸۵±۳/۵۱	۰/۱۱ ۰/۵۷

مجله بیومکانیک ورزشی

گروه‌هایی که این مطالعات در نظر گرفته بودند، برخوردار نیستند. در حالی که این نتایج با مطالعات استفن و همکاران [۹]، تاپسون و همکاران [۱۰] و بروگلیو و همکاران [۱۱] ناهمسوست که در نتایج این مطالعات - که از آزمون‌های تعادلی عملکردی ایستای مختلفی استفاده کرده بودند - مشاهده کرده بودند آزمون‌های تعادلی ایستا پایایی خوبی در اندازه‌گیری تعادل ایستا در گروه‌های مختلف دارند.

هیچ‌یک از آزمون‌های تعادلی ایستا شامل آزمون تعادلی رومبرگ و شارپند رومبرگ چه در بخش دختران و چه در بخش پسران از پایایی لازم برخوردار نبوده است. نتایج این بخش از مطالعه با نتایج صادقی و نوری [۱۲]، قندبلی و صادقی [۱۳] همسوست.

در بخش نتایج این مطالعات نیز مشخص شد تعدادی از آزمون‌های تعادل ایستا از پایایی خوبی برای اندازه‌گیری تعادل

جدول ۳. ویژگی‌های توصیفی و آزمون پایایی آزمون‌های تعادلی پویا آزمودنی‌ها در سه نوبت اندازه‌گیری

آزمون	جنس	نوبت اول	نوبت دوم	نوبت سوم	پایایی
		میانگین±انحراف استاندارد			P ICC
زمان برخاستن و راه رفتن (ثانیه)	پسران	۶/۷۸±۰/۹	۶/۳۲±۰/۶۱	۶/۵۷±۰/۵۳	۰/۰۳۰ ۰/۷۹
	دختران	۴/۹±۰/۹۱	۵/۷۶±۱/۵۲	۷/۵۷±۱/۶۷	۰/۰۸ ۰/۵۶
راه رفتن تاندوم (تعداد خطا)	پسران	۱۱/۲۱±۴/۲۸	۱۲/۷۰±۳/۷۴	۱۱/۳۲±۳/۲۸	۰/۰۳۰ ۰/۷۵
	دختران	۱۲/۲۲±۳/۱۸	۱۵/۱۱±۶/۳۷	۱۰/۱۹±۵/۹۱	۰/۱۲ ۰/۴۸
آزمون Y (درصد طول پا)	پسران	۷۱/۹۲±۱۴/۵۱	۷۳/۴۷±۱۳/۵۲	۷۳/۹۰±۱۱/۹	۰/۰۱۰ ۰/۸۱
	دختران	۶۹/۵۵±۱۲/۲۱	۶۹/۱۰±۱۱/۸۷	۷۰/۲۲±۱۲/۴۷	۰/۰۱۰ ۰/۸۰

مجله بیومکانیک ورزشی

* سطح معناداری را در $P \leq 0/05$ نشان می‌دهد.

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا با پارامترهای آنترپومتریکی آزمودنی‌های تحقیق

شارپند رومبرگ		رومبرگ				پارامترهای آنترپومتریکی		
دختران		پسران		دختران		پسران		
p	r	p	r	p	r	p	r	
۰/۳۹	۰/۱۳	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۰۹	-۰/۲۶	۰/۵۳	۰/۱	سن (سال)
۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۶۵	۰/۰۷	۰/۰۸	-۰/۲۷	۰/۶۴	-۰/۰۷	جرم (کیلوگرم)
۰/۹۰	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۰۵	-۰/۳۱	۰/۵۸	۰/۰۸	قد (cm)
۰/۵۹	۰/۰۸	۰/۴۳	۰/۱۲	۰/۱۶	-۰/۲۲	۰/۵۶	-۰/۰۹	طول کف پا (cm)
۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۱۴	۰/۲۳	-۰/۱۹	۰/۷۸	۰/۰۴	طول بالاتنه (cm)
۰/۶۰	۰/۰۸	۰/۷۹	-۰/۰۴	۰/۰۹	-۰/۲۷	۰/۵۷	-۰/۰۹	طول پایین تنه (cm)

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین آزمون‌های عملکردی تعادل پویا با پارامترهای آنترپومتریکی آزمودنی‌های تحقیق

آزمون Y		راه رفتن تاندوم				زمان برخاستن و راه رفتن				پارامترهای آنترپومتریکی		
دختران		پسران		دختران		پسران		دختران		پسران		
p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	
۰/۶۳	-۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۱۲	۰/۹۴	۰/۰۱	۰/۴۵	-۰/۱۲	۰/۹۵	۰/۰۹	۰/۶۶	-۰/۰۷	سن (سال)
۰/۳۲	۰/۰۵	۰/۲۱	-۰/۱۴	۰/۲۶	-۰/۱۸	۰/۸۸	-۰/۰۲	۰/۶۸	۰/۰۶	۰/۷۷	-۰/۰۴	جرم (کیلوگرم)
۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۶۹	-۰/۰۶	۰/۶۳	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۹۱	۰/۰۱	قد (cm)
۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۷۹	-۰/۰۴	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۷	۰/۳۱	-۰/۱۶	طول کف پا (cm)
۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۶۵	۰/۰۷	۰/۶	۰/۰۸	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۱۴	طول بالاتنه (cm)
۰/۰۰۱*	۰/۵۳	۰/۰۰۱	۰/۶۱	۰/۹۶	۰/۰۷	۰/۵۷	۰/۰۹	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۶۵	-۰/۰۷	طول پایین تنه (cm)

مجله بیومکانیک ورزشی

* سطح معناداری را در $P \leq 0/05$ نشان می‌دهد.

این آزمون‌ها می‌توانند از پایایی خوبی در اندازه‌گیری تعادل کودکان برخوردار نباشند؛ بنابراین هنگام استفاده از آزمون‌های تعادلی ایستا و نتیجه‌گیری در مورد نتایج آزمون‌های تعادلی ایستا در کودکان باید احتیاط‌های لازم انجام شود. هرچند برای نتیجه‌گیری قطعی نیاز به مطالعات بیشتر با آزمون‌های تعادلی ایستای مختلف است.

همچنین در بخش آزمون‌های تعادلی پویا بر اساس یافته‌های حاصل از آزمون ICC در بررسی پایایی آزمون‌های تحت بررسی، آزمون‌های زمان برخاستن و راه رفتن و آزمون راه رفتن تاندوم در بخش پسران از پایایی لازم برخوردار بوده است. همچنین آزمون تعادلی Y هم در بخش پسران و هم در بخش دختران از پایایی لازم برخوردار بوده است. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات قنذیلی و صادقی [۱۳]، شفر و همکاران [۲۶]، لینکو همکاران [۲۷]، همسوست. علت اینکه آزمون‌های تعادلی پویا نسبت به آزمون‌های تعادلی ایستا از پایایی مناسبی برخوردار بودند، این می‌تواند باشد که آزمون‌های تعادلی پویا بر خلاف آزمون‌های تعادلی ایستا در شرایط وزن‌دهی و جداسازی هر یک

علت اینکه آزمون‌های تعادلی ایستا از پایایی خوبی در اندازه‌گیری تعادل دختران و پسران هفت تا ده سال برخوردار نیست، چیست، در حالی که این آزمون‌های تعادلی ایستا در اکثر مطالعات پایایی خوبی برای گروه‌های مختلف جامعه داشته است [۹-۱۱].

اطلاعات حسی متعددی از سرتاسر بدن برای حفظ تعادل به سیستم عصبی - مرکزی مخابره می‌شود و از میان آن‌ها سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس پیکری مهم‌تر هستند [۳]. مطالعات مختلفی نشان داده‌اند کودکان تا پانزده‌سالگی از یکپارچگی و سازماندهی اطلاعات حسی سیستم‌های بینایی، حس عمقی و دهلیزی مشابه با بزرگسالان برخوردار نیستند [۲۳-۲۵]. جالب اینجاست هر یک از مطالعات هم نتایج متفاوتی از میزان غالب بودن سازماندهی هر یک از این سیستم‌های حسی در کودکان، ذکر کرده‌اند؛ بنابراین این مطالعات این مطلب را می‌رسانند که هر یک از سیستم‌های حسی در کودکان تا سن بلوغ از آشفتگی زیادی برخوردار هستند؛ بنابراین وقتی از آزمون‌های تعادلی ایستا استفاده می‌شود، چون هر یک از آزمون‌های تعادلی ایستا در شرایط چشم باز و چشم بسته انجام شده است،

از سیستم‌های حسی صورت نگرفته است.

نگرفته است؛ هرچند برای نتیجه‌گیری قطعی نیاز به مطالعات بیشتری است.

نتیجه‌گیری نهایی

در نتیجه‌گیری این مطالعه می‌توان این گونه تفسیر کرد که به نظر می‌رسد که در هفت تا ده سالگی به علت اینکه سیستم‌های حسی تعادل در حال رشد هستند، آزمون‌های تعادلی ایستا را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. بنابراین آزمون‌های تعادلی ایستا که نیاز به وزن‌دهی هریک از این سیستم‌ها در شرایط چشم بسته و چشم باز دارند، معیار و ملاک خوبی برای بررسی تعادل این افراد نیستند؛ بنابراین برای بررسی، تفسیر و مقایسه نتایج تعادل در این سنین، بهتر است از آزمون‌های تعادلی پویا به‌خصوص آزمون تعادلی Y استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مقاله کلیه اصول اخلاقی در نظر گرفته شد.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های عمومی یا خصوصی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی و نظارت: تمامی نویسندگان؛ بررسی و نوشتن پیش‌نویس اصلی و منابع: محبوبه دهنوی؛ مرور و بررسی و ویرایش: محبوبه دهنوی و حیدر صادقی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

در حالی که در اجرای آزمون‌های تعادلی ایستا نیاز به تمرکز از طرف آزمودنی است [۲۹، ۲۸] و ممکن است کودکان در حین اجرای آزمون‌های تعادلی ایستا به دلیل اینکه نمی‌توانند تمرکز خوبی روی یک تکلیف که انجام می‌دهند، داشته باشند و در حین اجرای یک تکلیف، تمرکز خود را هم‌زمان به چند تکلیف تمرکز می‌کنند [۲۹، ۲۸]، ثبات خوبی در حین اجزای آزمون‌های تعادلی ایستا نداشته باشند، در حالی که در اجرای آزمون‌های تعادلی پویا نیاز به تمرکز زیاد نیست و همچنین، جداسازی هریک از سیستم‌ها صورت نمی‌گیرد؛ بنابراین یکی از علت‌های پایایی خوب آزمون‌های تعادلی پویا نسبت به آزمون‌های تعادلی ایستا توضیحات ذکر شده، می‌تواند باشد.

هرچند این مطالعه در زمینه آزمون‌های تعادلی پویا، حمایت بیشتری از آزمون تعادلی Y نسبت به دیگر آزمون‌های تعادلی پویا دارد؛ چراکه هم مقدار پایایی نسبت به آزمون‌های دیگر بالا بوده و هم در دو گروه دختران و پسران از پایایی مناسبی برخوردار بوده است، در حالی که آزمون‌های تعادلی زمان برخاستن و راه رفتن و راه رفتن تانوم، فقط در پسران از پایایی مناسبی برخوردار بوده است؛ هرچند برای نتیجه‌گیری در مورد نقش جنسیت در پایایی آزمون‌های تعادلی پویا نیاز به مطالعات بیشتری است و در این مطالعه نمی‌توان در مورد نقش جنسیت در پایایی آزمون‌های تعادلی صحبت کرد.

نتایج حاصل از این تحقیق در بررسی همبستگی بین آزمون‌های تعادلی ایستا با متغیرهای آنتروپومتریکی، نشان داد بین متغیرهای آنتروپومتریکی و آزمون‌های عملکردی تعادل ایستا ارتباط معناداری وجود ندارد. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق در بررسی همبستگی بین آزمون‌های تعادلی پویا با متغیرهای آنتروپومتریکی، نشان داد بین متغیرهای آنتروپومتریکی و آزمون‌های عملکردی تعادل پویا اغلب ارتباط معناداری وجود ندارد. فقط بین طول اندام تحتانی با آزمون تعادلی Y ارتباط معناداری مشاهده شد. مطالعات مختلفی ارتباط بین پارامترهای آنتروپومتریکی با تعادل را بررسی و نتایج مختلفی را ذکر کرده‌اند و به طور کلی مطالعات به متغیرهایی همچون قد، وزن، محیط لگن، محیط ران، ساق پا، طول پایین‌تنه و طول پا را در ارتباط با تعادل اشاره کرده‌اند [۳۱، ۳۰].

ولی در مطالعه حاضر فقط ارتباط بین طول پایین‌تنه با آزمون تعادلی Y معنادار بود. یکی از علت‌های متفاوت بودن نتایج مطالعات، کودک بودن نمونه‌های این مطالعه می‌تواند باشد که رشد سیستم‌های حسی در تعادل، خیلی از متغیرهایی را که با تعادل در ارتباط است تحت تأثیر خود قرار داده است، ولی ارتباط طول پایین‌تنه با آزمون Y آنقدر قوی بوده است که تحت تأثیر رشد سیستم‌های حسی تعادل در کودکان قرار

References

- [1] Kamalian Lari S, Haghgoo HA, Farzad M, Hosseinzadeh S. [Investigation of the validity and reliability of Balance Evaluation Systems Test (BESTest) in assessment of balance disorders in people with multiple sclerosis (Persian)]. *Arch Rehab*. 2018; 18(4):288-95. [DOI:10.21859/jrehab.18.4.3]
- [2] Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human postural control. *Front Neurosci*. 2018; 12:171. [DOI:10.3389/fnins.2018.00171]
- [3] Sheehan DP, Katz L. The effects of a daily, 6-week exergaming curriculum on balance in fourth grade children. *J Sport Health Sci*. 2013; 2(3):131-7. [DOI:10.1016/j.jshs.2013.02.002]
- [4] Haywood KM, Getchell N. Life span motor development. *Human kinetics*; 2019.
- [5] Khasnis A, Gokula RM. Romberg's test. *J Postgrad Med*. 2003; 49(2):169-72. [PMID]
- [6] Gras LZ, Ganley KJ, Bosch PR, Mayer JE, Pohl PS. Convergent validity of the Sharpened Romberg. *Phys Occup Ther Geriatr*. 2017; 35(2):99-108. [DOI:10.1080/02703181.2017.1307897]
- [7] Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test: A descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther*. 2006; 29(2):64-8. [DOI:10.1519/00139143-200608000-00004] [PMID]
- [8] Cohen HS, Mulavara AP, Peters BT, Sangi-Haghpour H, Kung DH, Mosier DR, et al. Sharpening the tandem walking test for screening peripheral neuropathy. *South Med J*. 2013; 106(10):565-9. [DOI:10.1097/SMJ.000000000000009] [PMID] [PMCID]
- [9] Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009; 4(2):92-9. [PMID] [PMCID]
- [10] Mony PK, Swaminathan S, Gajendran JK, Vaz M. Quality assurance for accuracy of anthropometric measurements in clinical and epidemiological studies: [Errare humanum est= to err is human]. *Indian J Community Med*. 2016; 41(2):98-102. [DOI:10.4103/0970-0218.173499] [PMID] [PMCID]
- [11] Sadeghi M, Mahdavi Nejad R. The effect of an 8-week selected therapeutic training on balance and motor performance in young wrestlers. *J Sport Biomech*. 2019; 5(1):28-37. [DOI:10.32598/biomechanics.5.1.3]
- [12] Jafarnezhadgero A, HeshmatiZadeh S, Salahi-Movasagh S, Saki F. Patterns of muscle activity measurement in male students with forward head posture compared to healthy peers during running. *J Sport Biomech*. 2019; 5(1):38-49. [DOI:10.32598/biomechanics.5.1.4]
- [13] Ringhof S, Stein T. Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. *Hum Mov Sci*. 2018; 58:140-7. [DOI:10.1016/j.humov.2018.02.004] [PMID]
- [14] Patikas D. Gait and balance. Comorbid conditions in individuals with Intellectual Disabilities. Berlin: Springer; 2015. p. 317-49. [DOI:10.1007/978-3-319-15437-4_11]
- [15] Angyan L, Teczely T, Angyan Z. Factors affecting postural stability of healthy young adults. *Acta Physiol Hung*. 2007; 94(4):289-99. [DOI:10.1556/APHysiol.94.2007.4.1] [PMID]
- [16] Steffen T, Seney M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism. *Phys Ther*. 2008; 88(6):733-46. [DOI:10.2522/ptj.20070214] [PMID]
- [17] Tyson SF, DeSouza LH. Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clin Rehabil*. 2004; 18(8):916-23. [DOI:10.1191/0269215504cr8210a] [PMID]
- [18] Broglio SP, Zhu W, Sapienza K, Park Y. Generalizability theory analysis of balance error scoring system reliability in healthy young adults. *J Athl Train*. 2009; 44(5):497-502. [DOI:10.4085/1062-6050-44.5.497] [PMID] [PMCID]
- [19] Sadeghi H, Noori S. [Reliability of functional balance static, semi-dynamic and dynamic tests in Ectomorph women aged youth (Persian)]. *JESM*. 2015; 7(1):35-55. [DOI: 10.22059/JSMED.2015.53792]
- [20] Ghandili S, Sadeghi H. [Reliability assessment of functional balance tests in semi-professional adolescent and young girls of several selected sport fields (Persian)]. *JESM*. 2017; 9(1):1-14. [DOI: 10.22059/JSMED.2017.62868]
- [21] Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Research methods in physical activity*. Human kinetics; 2015.
- [22] Bryman A. *Social research methods*. Oxford: Oxford university press; 2016.
- [23] Cumberworth VL, Patel NN, Rogers W, Kenyon GS. The maturation of balance in children. *J Laryngol Otol*. 2007; 121(5):449-54. [DOI:10.1017/S0022215106004051] [PMID]
- [24] Hsu Y-S, Kuan C-C, Young Y-H. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009; 73(5):737-40. [DOI:10.1016/j.ijporl.2009.01.016] [PMID]
- [25] Steindl R, Kunz K, Schrott-Fischer A, Scholtz AW. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Dev Med Child Neurol*. 2006; 48(6):477-82. [DOI:10.1111/j.1469-8749.2006.tb01299.x] [PMID]
- [26] Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straske CA, et al. Y-balance test: A reliability study involving multiple raters. *Mil Med*. 2013; 178(11):1264-70. [DOI:10.7205/MILMED-D-13-00222] [PMID]
- [27] Linek P, Sikora D, Wolny T, Saulicz E. Reliability and number of trials of Y Balance Test in adolescent athletes. *Musculoskelet Sci Pract*. 2017; 31:72-5. [DOI:10.1016/j.msksp.2017.03.011] [PMID]
- [28] Taghizadeh F, Dehghani F, Daneshfar A. The effect of focus of attention in imagery on the static balance of young girls. *Sports Science*. 2015; 8(2):75-80.
- [29] Ricotti L. Static and dynamic balance in young athletes. *JHSE*. 2011; 6(4):616-28. [DOI:10.4100/jhse.2011.64.05]
- [30] Greve JMDA, Cuğ M, Dülgeroğlu D, Brech GC, Alonso AC. Relationship between anthropometric factors, gender, and balance under unstable conditions in young adults. *Biomed Res Int*. 2013; 2013:850424. [DOI:10.1155/2013/850424] [PMID] [PMCID]
- [31] Alonso AC, Luna NMS, Mochizuki L, Barbieri F, Santos S, Greve JMDA. The influence of anthropometric factors on postural balance: The relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. *Clinics*. 2012; 67(12):1433-41. [DOI:10.6061/clinics/2012(12)14] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank
