Avicenna Journal of Clinical Medicine No 101, Volume 28, Issue 3, Autumn 2021, Pages: 194-202

Original Article

doi: 10.52547/ajcm.28.3.194

Development of a Model and Review of Clinical Methods of Balance Function in the Elderly Using Structural Equation Modeling

Elaheh Talebi Ghane[1], Leila Ghanbari[2], Saeid Shamloo Kazemi[3], Rashid Heidari Moghadam[4], Homa Naderifar[5,*]

[1] *Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Health, Modeling of Noncommunicable Disease Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[2] *Assistant Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, School of Physical Education, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran*
[3] *PhD Candidate, Department of Exercise Physiology, School of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran*
[4] *Professor, Department of Ergonomics, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[5] *PhD in Sports Injury and Corrective Exercise, Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Homa Naderifar, Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: hnaderifar121@gmail.com*

Received: 24.08.2021
Accepted: 13.11.2021

How to Cite this Article:
Talebi Ghane E, Ghanbari L, Shamloo Kazemi S, Heidari Moghadam R, Naderifar H. Development of a Model and Review of Clinical Methods of Balance Function in the Elderly Using Structural Equation Modeling. *Avicenna J Clin Med*. 2021; 28(3): 194-202. DOI: 10.52547/ajcm.28.3.194

Abstract

Background and Objective: Balance disorder is one of the most common problems in the elderly, leading to falls and serious injuries. One of the most important issues in the health of the elderly is balance and its related components. Therefore, the present study aimed to assess balance function tests, the relationship between age and anthropometric index, and perform equilibrium tests using structural equation modeling.

Materials and Methods: A total of 136 elderly men and women living in a retirement home in Hamadan were included in this cross-sectional study. Balance function tests included finger-to-nose test, maintaining balance on one foot, standing up and walking tests, and heel-toe walking tests. Data were analyzed using an independent t-test, Pearson correlation coefficient, and structural equation model with 95% confidence using SPSS (version 23) and EQS (version 6.1) software.

Results: The mean (standard deviation) age of the participants in this study was 66.05±2.83 and out of 136 patients, 77 (56.62%) cases were female. There was a significant difference between the mean scores of men and women in balance performance tests. In the Finger-to-nose test, women with the dominant and non-dominant hand performed the test in less time, and in other tests, the men performed faster. The intra-class correlation (ICC) coefficient obtained in all tests showed high repeatability of these tests. The coefficients obtained from the structural equation model showed that for every one year increase in age, the motor index and the anthropometric index increased and decreased significantly by 0.68 and 0.60 units, respectively. There was a decrease of 0.06 units in the mean of equilibrium performance tests. The model of fitted structural equations was confirmed based on the fitted goodness index ($\chi 2$ was not significant total, (0.095-0.077) 0.089: RMSEA, 0.918CFI: and GFI: 0.908).

Conclusion: Age and gender were effective on balance function tests and anthropometric indices. The mean motor index and anthropometric index increased and decreased significantly for every one year increase in age. Furthermore, among the balance performance tests, the most difficult test was related to standing on one leg.

Keywords: Balance Function, Elderly, Structural Equations

Copyright © 2021 Avicenna Journal of Clinical Medicine

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/ajcm.28.3.194

تدوین مدل و بررسی روش‌های بالینی عملکرد تعادلی در سالمندان با استفاده از مدل معادلات ساختاری

الهه طالبی قانع[۱]، لیلا قنبری[۲]، سعید شاملو کاظمی[۳]، رشید حیدری مقدم[۴]، هما نادری‌فر[۵،*]

[۱] استادیار، گروه آمار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات مدل‌سازی بیماری‌های غیرواگیر، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۲] استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

[۳] دانشجوی دکتری تخصصی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران

[۴] استاد، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۵] دکتری تخصصی آسیب‌شناسی ورزشی، قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** هما نادری فر، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل: hnaderifar121@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: اختلال تعادل یکی از مسائل شایع دوران سالمندی است که ممکن است سبب سقوط و ایجاد آسیب‌های جدی شود. یکی از موارد مهم در سلامت سالمندان، اهمیت تعادل و مؤلفه‌های ناشی از کاهش آن است. لذا هدف این مطالعه، بررسی آزمون‌های عملکرد تعادلی، رابطه‌سنجی میان سن و شاخص آنتروپومتریکی و اجرای آزمون‌های تعادلی با استفاده از مدل معادلات ساختاری بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی ۱۳۶ زن و مرد سالمند ساکن مراکز سالمندان شهر همدان وارد مطالعه شدند. آزمون‌های عملکرد تعادلی شامل رساندن انگشت اشاره به بینی، حفظ تعادل ایستادن روی یک پا، آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن و آزمون راه رفتن پاشنه-پنجه بود. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تی مستقل، ضریب همبستگی پیرسون و مدل معادلات ساختاری با اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و EQS نسخه ۱/۶ تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: میانگین (انحراف معیار) سنی سالمندان شرکت‌کننده در این مطالعه ۶۶/۰۵ ±۲/۸۳ سال بود و از ۱۳۶ نفر، ۷۷ نفر (۵۶/۶۲ درصد) زن بودند. تفاوت معناداری بین میانگین نمره آزمون زنان و مردان در آزمون‌های عملکرد تعادلی دیده شد. در آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی با دست غالب و غیرغالب، زنان در زمان کمتری آزمون را انجام دادند. در سایر آزمون‌ها مردان عملکرد سریع‌تری داشتند. ضریب همبستگی درون‌گروهی (Intra-class correlation: ICC) حاصل در تمام آزمون‌ها نشان‌دهنده قابلیت تکرارپذیری بالای این آزمون‌ها بود. ضرایب حاصل از مدل معادلات ساختاری نشان داد با افزایش یک سال سن، شاخص حرکتی و شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری به ترتیب به اندازه ۰/۶۸ و ۰/۶۰ واحد افزایش و کاهش یافته است. همچنین افزایش شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری ۰/۰۶ واحد کاهش را در میانگین آزمون‌های عملکرد تعادلی در پی داشت. مدل معادلات ساختاری برازش‌شده بر مبنای شاخص نیکویی برازش تأیید شد (کل معنی‌دار نبود) (۰/۰۹۵-۰/۰۷۷) (RMSEA : ۰/۰۸۹، CFI:۰/۹۱۸ و GFI:۰/۹۰۸).

نتیجه‌گیری: سن و جنس بر آزمون‌های عملکرد تعادل و شاخص‌های آنتروپومتریک مؤثر است. با افزایش سن، میانگین شاخص حرکتی و شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری افزایش و کاهش یافته است. همچنین از بین آزمون‌های عملکرد تعادلی، سخت‌ترین آزمون مربوط به ایستادن روی یک پا بود.

کلیدواژه‌ها: سالمندان، عملکرد تعادلی، معادلات ساختاری

مقدمه

ازآنجاکه با پیشرفت بهداشت، مراقبت‌های پیشگیرانه و بهتر شدن شرایط زندگی، امید به زندگی افزایش و نرخ زادوولد و مرگ‌ومیر در هر کشور کاهش یافته است، نسبت سالمندان به گروه‌های سنی دیگر در حال رشد است. انتظار می‌رود جمعیت

۶۰ سال و بالاتر جهان تا سال ۲۰۵۰ به دو میلیارد نفر افزایش یابد [۱]. ایران نیز در سال‌های گذشته تغییرات زیادی در میزان باروری کل و مرگ داشته که به انتقال ساختار سنی جمعیت از جوانی به میان‌سالی منجر شده است [۲]، لذا ادامه شرایط موجود، سال‌خوردگی سریع جمعیت ایران را به دنبال خواهد داشت. بر مبنای تعریف سازمان جهانی بهداشت، کشورهای درحال‌توسعه مبنای سالمندی را ۶۰ سال می‌دانند. تغییر در ساختار جمعیت و افزایش سالمندان، تأثیر عمیقی بر جامعه، خدمات بهداشتی-درمانی مورد نیاز و هزینه خدمات خواهد داشت. مطالعات نشان داده است سالمندی جمعیت بار اقتصادی قابل توجهی بر نظام‌های سلامت تحمیل می‌کند. نتایج این مطالعات ارتباط مثبت و معنی‌داری بین سالمندی و هزینه‌های بهداشتی و درمانی نشان داده‌اند [۳-۵]، به‌طوری‌که هزینه سلامت و درمان در دو سال آخر عمر معادل هزینه مابقی زندگی برآورد شده است [۶].

یکی از موارد مهم در سلامت سالمندان، اهمیت تعادل و عوارض ناشی ازکاهش آن است[۷]. سیستم کنترل وضعیت بدن، به‌عنوان سیستم پیچیده حرکتی در نظر گرفته می‌شود که بر پایه تعامل میان فرایندهای پویای حسی-حرکتی شکل گرفته است و به‌عنوان یک واحد عملکردی عمل می‌کند. تعادل توانایی حفظ موقعیت بدن روی سطح اتکاست و شامل دو نوع تعادل پویا و ایستا می‌شود. تعادل ایستا که برای ایستادن در وضعیت طبیعی لازم است، به توانایی حفظ تعادل در وضعیت‌های ثابت و تعادل پویا به توانایی حفظ تعادل در وضعیت‌های غیر ثابت یا در حال حرکت گفته می‌شود [۸-۱۰] در حین تعادل ایستا و پویا، وضعیت بدن با جابه‌جایی‌های مرکز جرم و شروع پاسخ‌های مناسب برای بازگشت بدن به یک موقعیت باثبات کنترل می‌شود؛ فرایند پیچیده‌ای که حواس بینایی، حسی پیکری، دهلیزی و سیستم اسکلتی عضلانی نقش مهمی در آن ایفا می‌کند [۱۱،۱۲].

مکانیسم دقیق تفاوت‌های موجود در عملکرد شناختی و اجرایی افراد با افزایش سن نامشخص است. با توجه به مدل طراحی‌شده Ackerman، تفاوت‌های وابسته به سن در موارد شناختی و اجرایی نقش اصلی خود را در مراحل اولیه یادگیری مهارت نشان می‌دهند. با توجه به این مدل، این مطلب پذیرفته شده است که تفاوت‌های وابسته به سن در مراحل اولیه یادگیری عملکرد مدنظر رخ می‌دهد [۱۳]. همچنین محققان نشان داده‌اند افزایش سن باعث ایجاد اختلالاتی در سیستم‌های عضلانی-اسکلتی و حسی می‌شود که کنترل وضعیت و حفظ تعادل را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۴،۱۵]؛ بنابراین، با شیوع زمین خوردن در میان سالمندان، حتی کسانی که سلامت و استقلال مناسبی دارند و مشکلات تعادلی واضحی ندارند، این نکته اهمیت می‌یابد که بهتر است مشکلات تعادلی در همان مراحل ابتدایی تشخیص داده شوند [۲،۱۶]؛ چراکه اولین زمین خوردن افراد مسن را مستعد زمین خوردن‌های بعدی، عوارض احتمالی آن و ترس از زمین خوردن می‌کند که خود به محدودیت فعالیت و ناتوانی منجر می‌شود [۲،۱۷]. ازآنجاکه عوامل بسیاری مانند سن، جنس، قد و وزن ممکن است در توانایی کنترل وضعیت بدن و حفظ تعادل در اجرای آزمون‌های عملکردی تشخیصی مؤثر باشند، این موارد به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر عملکرد افراد مسن در نظر گرفته می‌شود [۱۸].

بسیاری از محققان در خارج کشور اعتبار و روایی تعادل را در موقعیت‌های بالینی در بین سالمندان بررسی کرده‌اند. در ایران بررسی محدودی در این زمینه انجام شده است که به دلیل نبود تحقیقات کافی در این زمینه، نمی‌توان آن‌ها را منبع قابل استنادی در داخل کشور به شمار آورد[۱۷]. ازاین‌رو و با توجه به موارد اشاره‌شده، وجود آزمون‌های تعادلی بررسی شده است که در کنار ابزارهای دیگر اطلاعات مفیدی را در زمینه شناسایی سالمندان در معرض خطر سقوط فراهم می‌کند. به همین منظور این مطالعه با هدف اندازه‌گیری آزمون‌های عملکرد تعادلی، رابطه میان سن با دو شاخص ویژگی‌های آنتروپومتریکی و اجرای آزمون‌های تعادلی و همچنین رابطه غیرمستقیم سن با آزمون‌های تعادلی از طریق شاخص‌های آنتروپومتریک با تدوین مدل معادلات ساختاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است که به روش مقطعی انجام شد. جامعه آماری شامل افراد۶۰ تا ۷۰ سال مراکز سالمندان شهر همدان بود. حجم نمونه مدنظر با توجه با در نظر گرفتن خطای نسبی ۱۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار جی پاور حداقل ۱۰۰ نفر تعیین شد و ۱۳۶ نفر وارد مطالعه شدند. نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی دو مرحله‌ای (طبقه‌ای و تصادفی ساده) انجام شد. ابتدا برای شرکت‌کنندگان اهداف و روش انجام کار کامل توضیح داده شد و پس از تکمیل فرم رضایت آگاهانه، افراد وارد مطالعه شدند. در ابتدا اطلاعات دموگرافیک، سن ، جنس و دست و پای غالب افراد در فرم مشخصات فردی آنان ثبت شد. به‌منظور جلوگیری از فرایند یادگیری، ترتیب اجرای آزمون‌ها به صورت تصادفی و با انجام قرعه‌کشی تعیین شد. قرعه‌کشی به‌منظور تعیین ترتیب اجرای آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی، حفظ تعادل ایستادن روی یک پا، آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن و آزمون راه رفتن پاشنه-پنجه انجام شد. زمان انجام آزمون‌ها با کمک کورنومتر ثبت شد.

با توجه به توالی تعیین‌شده در زمینه اجرای آزمون‌ها، شرکت‌کننده‌ها آزمون را اجرا کردند. شیوه اجرای آزمون یک مرتبه توسط آزمونگر به آزمودنی نشان داده شد و علاوه بر دادن توضیحات لازم درباره هر آزمون قبل از اجرا، یک مرتبه به افراد فرصت اجرا داده شد تا آزمون را به‌خوبی یاد بگیرند. هر سه کوشش در هر آزمون به صورت پی‌درپی تکرار و بین هر آزمون ده

ثانیه فرصت استراحت به شخص داده شد؛ به‌طور مثال، پس از اجرای اولین کوشش در آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی، به آزمودنی ده ثانیه فرصت استراحت داده شد. در آزمون حفظ تعادل ایستادن روی یک پا، به‌منظور حذف اثر خستگی در اجرای این آزمون که ناشی از طولانی بودن زمان اجرای آزمون است، در صورت نیاز به آزمودنی فرصت استراحت بیشتری داده شد. زمان اجرای هر سه کوشش صحیح در هر وظیفه با استفاده از کورنومتر ثبت شد. آزمون‌شونده‌هایی که آزمون را درست اجرا نکردند، بار دیگر آن را تکرار می‌کردند. سپس به شرکت کننده پانزده دقیقه استراحت داده شد و آزمون‌ها با همان توالی اجرا در اولین مرتبه، دو بار دیگر تکرار شد. به‌منظور تعیین اعتبار بیشتر آزمون، یک هفته بعد از شرکت‌کنندگانی که مایل به شرکت دوباره در آزمون بودند، آزمون مجدد گرفته شد.

آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی: این آزمون میزان هماهنگی و سرعت اندام بالایی بدن را می‌سنجد. برای انجام این آزمون، آزمون‌شونده روی صندلی دسته‌دار معمولی به ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر در مقابل دیوار می‌نشیند. نشانه‌ای دایره‌ای و آبی رنگ به طول و عرض ۳×۳ سانتی‌متر روی دیوار نصب شده است. نحوه نشستن شخص روی صندلی به این صورت است که کمر کاملاً به صندلی تکیه داده می‌شود و بازو از شانه به صورت کشیده و صاف قرار می‌گیرد و زاویه شانه ۹۰ درجه است. انگشت اشاره و آرنج نیز در حالت کشیده و سر به‌طور ثابت قرار می‌گیرد. آزمون با چشمان باز انجام می‌شود. با اعلام زمان آغاز آزمون، آزمودنی پنج مرتبه به صورت رفت و برگشت، انگشت اشاره را از نشانه به بینی می‌رساند. زمانی که انگشت اشاره پس از پنج مرتبه تکرار به نقطه شروع بازگشت، آزمون به پایان می‌رسد. چنانچه آزمودنی‌ها نتوانند بینی یا نشانه آبی رنگ را لمس کنند یا زمانی که پنج تکرار پی‌درپی انجام نشود، آزمون پذیرفته نیست و باید دوباره تکرار شود. این آزمون ابتدا با دست برتر و سپس با دست غیربرتر انجام و سه مرتبه تکرار می‌شود و زمان انجام آزمون با کورنومتر ثبت می‌شود [۱۹]

آزمون ایستادن روی یک پا: این آزمون در سطح سخت به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا انجام می‌شود. از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود دست‌هایشان را روی کمر قرار دهند، درحالی‌که چشم‌های آن‌ها در یک آزمون باز و در آزمون دیگر بسته است. آن‌ها باید تعادل خود را تا حد امکان روی یک پا، ابتدا روی پای برتر و سپس روی پای غیر برتر حفظ کنند، درحالی‌که زانوی پای آزاد به میزان ۴۵ درجه خم است. در آزمون با چشمان بسته، با فرمان آزمونگر آزمودنی چشمان خود را می‌بندد و از آن لحظه زمان ثبت می‌شود. در این آزمون نیز سه کوشش تکرار می‌شود. زمان ۲۰ ثانیه به‌عنوان حداکثر زمان اجرا در این آزمون در نظر گرفته می‌شود. زمانی که آزمودنی چشمان خود را باز کند، پای آزاد را روی زمین قرار دهد، سطح اتکای خود را روی پای تعادل حرکت دهد یا دستانش باز شود، زمان حفظ تعادل به پایان می رسد و مدت زمان آن ثبت می‌شود [۲۱] .

آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن: این آزمون میزان سرعت و هماهنگی در راه رفتن را با چندین عملکرد مانند ایستادن، راه رفتن، چرخیدن و نشستن اندازه‌گیری می کند. آزمودنی با اعلام زمان آغاز آزمون از روی صندلی دسته‌دار به ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر با بیشترین سرعت و دقت ممکن بلند می‌شود و خط سه متری با عرض پنج سانتی‌متر را طی می‌کند، از خط پایان سه متر عبور می‌کند و می‌چرخد و به یک بار دیگر خط سه متری را طی می‌کند و روی صندلی می‌نشیند. لحظه نشستن آزمودنی روی صندلی، پایان اجرای آزمون است. فاصله صندلی تا خط سه متری حدود نیم متر است. در صورتی که آزمون‌شونده از خط پایان عبور نکند و عمل چرخش را انجام ندهد یا روی صندلی ننشیند، آزمون تکرار می‌شود. این آزمون نیز سه مرتبه تکرار و مدت‌زمان آن ثبت شد[۲۱].

آزمون راه رفتن پاشنه-پنجه: این آزمون سرعت، هماهنگی و تعادل پویا را ارزیابی می‌کند. در این آزمون، آزمودنی خط سه متری را با گام‌های به هم چسبیده طی می‌کند، می‌چرخد و سپس مسیر سه متری را با همان شیوه بازمی‌گردد. شیوه گام برداشتن در این آزمون چنین است که پاشنه پای جلوی آزمودنی به پنجه پای عقب برخورد می‌کند. در این آزمون دست در حالت آزاد و افتاده قرار می‌گیرد و مسیر با بیشترین سرعت و دقت ممکن طی می‌شود. در صورتی که آزمودنی از خط پایان عبور نکند و عمل چرخش را انجام ندهد، آزمون تکرار می‌شود. همانند دیگر آزمون‌ها، این آزمون نیز سه مرتبه تکرار و مدت‌زمان آن ثبت شد[۲۱].در مطالعه حاضر از شاخص‌های آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار استفاده شد. با استفاده از آزمون کلوموگروف اسمیرنف نرمال بودن شاخص‌های عملکردی تأیید شد. به‌منظور بررسی پایایی، آزمون‌ها به‌صورت متوالی در سه مرحله انجام شد که پایایی آن‌ها با استفاده از همبستگی درون‌گروهی (Intra-class correlation: ICC) بررسی و تأیید شد. برای مقایسه تفاوت شاخص‌های عملکردی در سطوح مختلف جنسیت از آزمون تی مستقل و برای بررسی ارتباط این شاخص‌ها با یکدیگر از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین رابطه میان سن، دو شاخص ویژگی‌های آنتروپومتریکی و اجرای آزمون‌های تعادلی با استفاده از مدل معادلات ساختاری بررسی شد. تمامی آزمون‌ها با اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و نرم‌افزار EQS نسخه ۱/۶ انجام شد.

یافته‌ها

از ۱۳۶ سالمند شرکت‌کننده در این مطالعه، ۷۷ نفر (۵۶/۶۲ درصد) زن و ۵۹ نفر (۴۳/۳۸ درصد) مرد بوده‌اند. میانگین (انحراف معیار) سنی این افراد ۶۶/۰۵ (۲/۸۳) سال بود. با توجه به نتایج جدول ۱، تفاوت معناداری بین میانگین نمره

آزمون زنان و مردان در شاخص‌های عملکرد تعادلی اندازه گیری شده وجود دارد (P<۰/۰۰۱). همان‌طور که مشاهده می‌شود، در آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی با دست غالب و غیرغالب، زنان در زمان کمتری آزمون را انجام داده‌اند. در سایر آزمون‌ها مردان عملکرد سریع‌تری داشته‌اند.

جدول ۲ ارتباط بین شاخص‌های آنتروپومتریک و آزمون‌ها را نشان می‌دهد. ضرایب همبستگی گزارش‌شده در این جدول نشان می‌دهند ارتباط بین شاخص‌های آنتروپومتریک وزن و قد با زمان انجام آزمون مستقیم است، به‌طوری‌که با افزایش قد و وزن شاخص‌های آزمون‌های رساندن انگشت اشاره به بینی (دست برتر)، رساندن انگشت اشاره به بینی (دست غیربرتر)، بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن و راه رفتن پاشنه-پنجه به‌طور معنی‌داری کاهش و

جدول ۱: نتایج آزمون توصیفی نمره آزمون زنان و مردان در شاخص‌های عملکرد تعادلی

آزمون‌ها (ثانیه)	جنسیت	میانگین ± انحراف استاندارد	سطح معناداری
آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی دست غالب	مرد	۱۰/۹۳±۳	<۰/۰۰۱
	زن	۸/۷۵±۲/۲۹	
آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی دست غیرغالب	مرد	۱۱/۰۷±۲/۲۹	<۰/۰۰۱
	زن	۸/۶۲±۲/۲۴	
آزمون ایستادن روی یک پا چشم باز	مرد	۵/۴۴±۴/۴۵	<۰/۰۰۱
	زن	۸/۵۷±۵/۱۲	
آزمون ایستادن روی یک پا چشم بسته	مرد	۳/۲۶±۳/۰۴	<۰/۰۰۱
	زن	۵/۰۵±۳/۷۸	
آزمون ایستادن روی یک پا پای غالب	مرد	۵/۷۱±۵/۶۵	<۰/۰۰۱
	زن	۹/۱۹±۵/۸۹	
آزمون ایستادن روی یک پا پای غیرغالب	مرد	۳/۸۷±۲/۶۶	<۰/۰۰۱
	زن	۶/۴۶±۵/۳۴	
آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن	مرد	۱۸/۸۱±۶/۶۱	<۰/۰۰۱
	زن	۱۵/۰۴±۳/۳۲	
آزمون راه رفتن پاشنه-پنجه	مرد	۱۳/۳۶±۳/۳۱	<۰/۰۰۱
	زن	۱۰/۳±۱/۸۹	

جدول ۲: ارتباط بین شاخص‌های آنتروپومتریک و آزمون‌ها

متغیرها	سن	وزن	قد
وزن	-۰/۲۳۵**	-	
قد	-۰/۲۰۹*	۰/۳۵۲**	
آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی (دست برتر)	۰/۴۴۷**	-۰/۳۷۹**	-۰/۲۷۸**
آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی (دست غیربرتر)	۰/۳۶۹**	-۰/۴۶۷**	-۰/۳۶۹**
آزمون ایستادن روی یک پا (چشم باز)	-۰/۵۳۳**	۰/۲۶۸**	۰/۲۳۷**
آزمون ایستادن روی یک پا (چشم بسته)	-۰/۴۴۹**	۰/۲۳۱**	۰/۲۱۳*
آزمون ایستادن روی یک پا (پای غالب)	-۰/۴۳۳**	۰/۲۵۶**	۰/۲۴۶**
آزمون ایستادن روی یک پا (پای غیرغالب)	-۰/۳۷۷**	۰/۲۱۹*	۰/۲۶۵**
آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن	۰/۵۲۳**	-۰/۴۴۶**	-۰/۳۰۱**
آزمون راه رفتن پاشنه-پنجه	۰/۴۰۳**	-۰/۴۰۵**	-۰/۲۳۹**

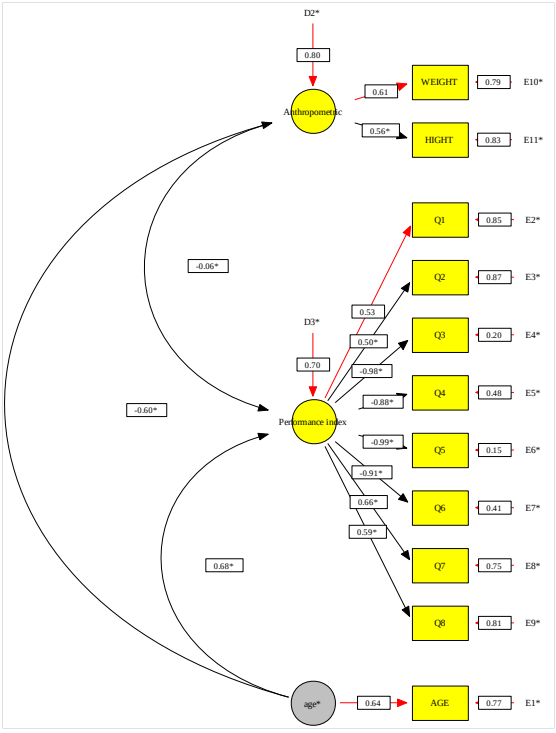
جدول ۳: نتایج آزمون پایایی (قابلیت تکرارپذیری آزمون‌ها)

آزمون‌ها	ICC	CI95%	P
آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی (دست برتر)	۰/۷۶	(۰/۷۰-۰/۸۱)	۰/۰۰۱
آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی (دست غیربرتر)	۰/۹۲	(۰/۹۰-۰/۹۴)	۰/۰۰۱
آزمون ایستادن روی یک پا (چشم باز)	۰/۹۶	(۰/۹۵-۰/۹۷)	۰/۰۰۱
آزمون ایستادن روی یک پا (چشم بسته)	۰/۸۲	(۰/۷۷-۰/۸۶)	۰/۰۰۱
آزمون ایستادن روی یک پا (پای غالب)	۰/۹۸	(۰/۹۷-۰/۹۸)	۰/۰۰۱
آزمون ایستادن روی یک پا (پای غیرغالب)	۰/۹۷	(۰/۹۶-۰/۹۸)	۰/۰۰۱
آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن	۰/۹۴	(۰/۹۲-۰/۹۶)	۰/۰۰۱
آزمون راه رفتن پاشنه-پنجه	۰/۹۰	(۰/۸۷-۰/۹۲)	۰/۰۰۱

زمان انجام آزمون‌های ایستادن روی یک پا (چشم باز)، ایستادن روی یک پا (چشم بسته)، ایستادن روی یک پا (پای غالب) و ایستادن روی یک پا (پای غیرغالب) به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، بین سن و زمان آزمون‌های ایستادن روی یک پا (چشم باز)، ایستادن روی یک پا (چشم بسته)، ایستادن روی یک پا (پای غالب) و راه رفتن پاشنه-پنجه ارتباط معکوس و بین سن و آزمون‌های ایستادن روی یک پا (چشم باز)، ایستادن روی یک پا (چشم بسته)، ایستادن روی یک پا (پای غالب) و راه رفتن پاشنه-پنجه ارتباط مستقیم وجود دارد.

جدول ۳ قابلیت تکرارپذیری آزمون‌ها را نشان می‌دهد. مقدار ICC حاصل در تمام آزمون‌ها نشان‌دهنده قابلیت تکرارپذیری بالای این آزمون‌هاست.

در نمودار ۱، مدل اثر سن بر هر دو شاخص آنتروپومتریک و شاخص عملکرد تعادلی بررسی شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش یک سال سن، میانگین شاخص حرکتی و شاخص آنتروپومتریک به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۶۰ به‌طور معنی‌داری افزایش و کاهش یافته است. همچنین با افزایش یک واحد شاخص آنتروپومتریک، کاهش معنی‌داری به اندازه ۰/۰۶ در میانگین شاخص حرکتی مشاهده می‌شود. همچنین تغییرات ایجادشده در میانگین شاخص‌های عملکردی با افزایش یک واحد شاخص تعادلی در نمودار نشان داده شده است. در این مدل χ^2 کل معنی‌دار نبود، (۰/۰۷۷-۰/۰۹۵) RMSEA : ۰/۰۸۹، CFI:۰/۹۱۸ و GFI:۰/۹۰۸) که تمام این شاخص‌ها برازش مناسب مدل معادلات ساختاری را تأیید کرد.



Q1: رساندن انگشت به بینی (برتر)

Q2: رساندن انگشت به بینی (غیربرتر)

Q3: ایستادن یک پا (چشم باز)

Q4: ایستادن یک پا (چشم بسته)

Q5: ایستادن یک پا (غالب)

Q6: ایستادن یک پا (غیرغالب)

Q7: بلند شدن از صندلی و راه رفتن

Q8: راه رفتن پاشنه-پنجه

نمودار ۱: مدل ساختاری تأثیر سن بر هر دو شاخص آنتروپومتریک و شاخص‌های عملکرد تعادلی

بحث

مطالعه حاضر با هدف تدوین مدل و بررسی شاخص عملکرد حرکتی در سالمندان انجام شد. یافته‌ها نشان داد تفاوت معناداری بین میانگین نمره آزمون زنان و مردان در شاخص‌های تعادلی اندازه گیری‌شده وجود دارد. از مطالعات همسو با نتیجه این مطالعه می‌توان به پژوهش Buatois و همکاران اشاره کرد. در این مطالعه نشان داده شد زنان دو برابر مردان احتمال دارد نتوانند آزمون تعادلی را انجام دهند. در هر دو گروه زنان و مردان سن عامل تعیین‌کننده عملکرد در آزمون ایستادن روی یک پا بود. به‌طورکلی نتایج حاکی از اثر مثبت سن بر اختلالات تعادلی بود. پژوهش‌ها بیان کردند که افزایش اختلالات تعادل با پیری با کاهش واکنش‌های تعادلی و ادراک حسی، افزایش در اختلالات فیزیکی، دهلیزی وتغییرات بینایی و کاهش اطلاعات حسی ارتباط دارد[۲۲].

مطالعات بسیاری طی سال‌های متمادی نشان داده‌اند افزایش سن با کاهش متوسط بسیاری از توانایی‌های شناختی، به خصوص در سرعت پردازش اطلاعات و عملکردهای اجرایی همراه است [۲۳،۲۷]. در مطالعات انجام‌شده در زمینه تعیین اعتبار و روایی آزمون‌های عملکرد تعادلی، تأثیر افزایش سن و شاخص‌های آنتروپومتریک مانند قد، وزن و شاخص توده بدن و ارتباط این عوامل با چگونگی اجرای آزمون‌ها بررسی شده است. ازآنجاکه عوامل بسیاری همچون پای غالب، سن، جنس، قد، وزن و اندازه پا در توانایی حفظ تعادل مؤثر است، این موارد به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در بروز زمین خوردن سالمندان در نظر گرفته می‌شود [۲۴-۲۶]. در مطالعه حاضر افزایش شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری در آزمون‌های عملکرد تعادلی نقش داشت که با نتیجه مطالعه ایمانی‌پور و همکاران همسو بود [۱۷].

Isles و همکاران علاوه بر اعتباریابی آزمون‌های تعادلی، به تجزیه‌وتحلیل چند متغیری نیز پرداختند. اثر معنی‌دار سن و قد نشان داد تغییرات خطی با توجه به دهه‌های سنی در آزمون گام برداشتن و آزمون بلند شدن از روی صندلی و راه رفتن وجود دارد. در آزمون رساندن عملکردی کاهش خطی در در دهه پنجم زندگی و در آزمون رساندن جانبی دست این کاهش در دهه چهارم زندگی به چشم می‌خورد. به‌طورکلی نتایج نشان دادند کاهش توانایی حفظ تعادل با افزایش سن بروز می‌کند و بیشترین کاهش در دوره‌های سنی میان چهل و شصت سالگی رخ می‌دهد[۲۴]. در مطالعه حاضر نیز از بین آزمون‌های عملکردی، سخت‌ترین آزمون مربوط به ایستادن روی یک پا برای حفظ تعادل بود که با مطالعه یادشده همسو است.

در مطالعه Lin و همکاران نتایج نشان داد افرادی که مسن‌تر بودند و سابقه سقوط یا معلولیت داشتند، از بقیه افراد عملکرد ضعیف‌تری داشتند[۲۷]. نتایج این مطالعه نشان داد بین سن و آزمون‌های ایستادن روی یک پا (چشم باز)، ایستادن روی یک پا (چشم بسته)، ایستادن روی یک پا (پای غالب) و راه رفتن پاشنه-پنجه ارتباط مستقیم وجود دارد. از طرفی دیگر، تحقیقات بسیاری طی سال‌های متمادی نشان داده‌اند افزایش سن با کاهش متوسط بسیاری از توانایی های شناختی، به خصوص سرعت پردازش اطلاعات و عملکردهای اجرایی همراه است. هنوز مکانیسم دقیق تفاوت‌های موجود در عملکرد شناختی و اجرایی افراد با افزایش سن نامشخص است. با توجه به مدل‌های طراحی‌شده، تفاوت‌های وابسته به سن در موارد شناختی و اجرایی نقش اصلی خود را در مراحل اولیه یادگیری مهارت نشان می‌دهند [۱۳-۱۷].

Kuczmarski و همکاران در گزارش خود سن را عامل مؤثری در طبقه‌بندی وزن، قد و شاخص بدنی معرفی کردند [۲۸]. سایر محققان نیز تشخیص داده‌اند که افزایش سن به ایجاد اختلالاتی در سیستم‌های عضلانی- اسکلتی و حسی منجر می‌شود که کنترل وضعیت و حفظ تعادل را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۱،۲۴،۲۹]. در تحقیق‌های انجام‌شده در زمینه تعیین اعتبار و روایی آزمون‌های عملکرد تعادلی، تأثیر افزایش سن و شاخص‌های آنتروپومتریک مانند قد، وزن و شاخص توده بدن و ارتباط این عوامل با چگونگی اجرای آزمون‌ها بررسی شده است [۳۰،۳۱]. نتایج مطالعه Dai و همکاران تأیید کرد آزمون‌های عملکردی ابزار غربالگری خوبی برای تحرک و خطر سقوط است. ازآنجاکه تعادل بیشترین سهم را در تحرک دارد، این موضوع اهمیت ارزیابی عملکرد تعادل را نشان می‌دهد [۳۱]. در تحقیقی که Springer و همکاران انجام دادند، مقادیر هنجاری برای تست ایستادن با چشمان باز و بسته ایجاد شد. نتایج نشان داد در هر دو شرایط کاهش وابسته به سن در زمان آزمون وجود دارد. پایایی بین ارزیاب‌ها برای بهترین رکورد از بین سه کوشش که تعیین شده بود، با ضریب همبستگی درون‌گروهی ۰/۹۹۴ برای چشمان باز و ۰/۹۹۸ برای چشمان بسته بسیار عالی بود [۳۲].

در مدل گزارش‌شده اثر سن بر هر دو شاخص آنتروپومتریک و شاخص تعادلی مشاهده شد که با افزایش سن شاخص تعادلی و شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری افزایش و کاهش یافته است. همچنین با افزایش شاخص آنتروپومتریک، کاهش معنی داری در شاخص حرکتی مشاهده شد. ارزیابی مدل‌ها نشان داد سن با اجرای آزمون‌های عملکردی و شاخص‌های آنتروپومتریک در ارتباط است. این موارد در چندین تحقیق دیگر نیز گزارش شده است [۲۴،۲۵،۳۰]. با توجه به اهمیت بحث تعادل پیشنهاد می‌شود محققان در زمینه بررسی ارتباط بین درد، قدرت انعطاف‌پذیری و تعادل در سالمندان بپردازند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر حاکی از تأثیر جنس و سن بر آزمون‌های تعادل و شاخص‌های آنتروپومتریک شامل قد و وزن در گروه سالمندان است؛ بنابراین، لازم است در تحقیقات کلینیکی یا دیگر مطالعات تشخیصی مانند تعیین احتمال سقوط افراد و تعیین میزان پایایی آزمون‌های تعادلی، شاخص سن به‌عنوان معیاری ضروری در نظر گرفته شود و گروه‌های سنی مختلف به‌صورت مجزا به اجرای آزمون‌های تشخیصی بپردازند. این موضوع ضروری است که نرم‌یابی این آزمون‌ها به‌صورت جداگانه برای هر گروه سنی انجام شود. همچنین با توجه به نتایج این مدل ساختاری مشخص شد با افزایش یک سال سن، میانگین شاخص تعادلی و شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری افزایش و کاهش می‌یابد. در آزمون رساندن انگشت اشاره به بینی با دست غالب و غیرغالب زنان در زمان کمتری آزمون را انجام دادند. در سایر آزمون‌ها مردان عملکرد سریع‌تری داشتند. همچنین افزایش شاخص آنتروپومتریک به‌طور معنی‌داری در آزمون‌های عملکرد تعادلی کاهش داشت. از بین آزمون‌های عملکردی، سخت‌ترین آزمون مربوط به ایستادن روی یک پا بود. با توجه به اهمیت موضوع، توصیه می‌شود ارزیابی و انجام آزمون‌های تعادلی جزء برنامه‌های غربالگری سالمندان در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه علوم پزشکی همدان به شماره ۹۷۰۶۰۶۳۴۴۱ است. نویسندگان مقاله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان به‌خاطر حمایت‌های مالی برای انجام این طرح تشکر و قدردانی می‌کنند.

تضاد منافع

نتایج مطالعه حاضر با منافع نویسندگان در تعارض نیست.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با شناسه IR.UMSHA.REC.1397.391 تأییدیه دارد. افراد شرکت‌کننده فرم رضایت‌نامه کتبی آگاهانه را قبل از ورود به مطالعه تکمیل کردند.

سهم نویسندگان

نویسنده اول (پژوهشگر اصلی): مشاور و تحلیلگر آماری طرح، تدوین بخش نتایج، روش‌شناسی و مشارکت در نگارش مقاله (۲۰ درصد)؛ نویسنده دوم (پژوهشگر همکار): تدوین پروپوزال، مشارکت در جمع‌آوری داده‌ها و بازنگری متون (۱۰ درصد)؛ نویسنده سوم (پژوهشگر همکار): جمع‌آوری داده‌ها و مشارکت در تدوین پروپوزال (۲۰ درصد)؛ نویسنده چهارم (پژوهشگر همکار): مشاور علمی طرح (۱۰ درصد)؛ نویسنده پنجم (پژوهشگر اصلی): مسئول مکاتبات، برنامه‌ریزی و طراحی پژوهش، تگارش بخش مقدمه و بحث، نگارش و ویرایش علمی مقاله (۴۰ درصد).

حمایت مالی

طرح حاضر از سوی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان تأمین مالی شده است.

REFERENCES

1. Lunenfeld B, Stratton P. The clinical consequences of an ageing world and preventive strategies. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2013;**27**(5):643-59. PMID: 23541823 DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2013.02.005
2. Alcazar J, Kamper RS, Aagaard P, Haddock B, Prescott E, Ara I, et al. Relation between leg extension power and 30-s sit-to-stand muscle power in older adults: validation and translation to functional performance. *Sci Rep*. 2020;**10**(1):1-8. PMID: 33004970 DOI: 10.1038/s41598-020-73395-4
3. Shukla BK, Jain H, Vijay V, Yadav SK, Mathur A, Hewson DJ, et al. A comparison of four approaches to evaluate the sit-to-stand movement. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2020;**28**(6):1317-24.PMID: 32310776 DOI: 10.1109/TNSRE.2020.2987357
4. Aranda MP, Kremer IN, Hinton L, Zissimopoulos J, Whitmer RA, Hummel CH, et al. Impact of dementia: Health disparities, population trends, care interventions, and economic costs. *J Am Geriatr Soc*. 2021;**69**(7):1774-83 PMID: 34245588 DOI: 10.1111/jgs.17345
5. Shareef MA, Kumar V, Dwivedi YK, Kumar U, Akram MS, Raman R, et al. A new health care system enabled by machine intelligence: Elderly people's trust or losing self control. *Technol Forecast Soc Change*. 2021; **162**:120334.DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120334
6. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med*. 2001;**82**(8):1050-6. PMID: 11494184 DOI: 10.1053/apmr.2001.24893
7. Aslankhani MA, Farsi A, Abdoli B, Zamani SSH, Fathi RZ. Identification of elderly falling risk by balance tests under dual tasks conditions. *Salmand Iran J Ageing*. 2010; **4**(2):7-15.
8. Salavati M, Negahban H, Mazaheri M, Soleimanifar M, Hadadi M, Sefiddashti L, et al. The Persian version of the Berg Balance Scale: inter and intra-rater reliability and construct validity in elderly adults. *Disabil Rehabil*. 2012;**34**(20):1695-8. PMID: 22380626 DOI: 10.3109/09638288.2012.660604
9. Kashani VO, Salmanzade M, Bahrami L. Determination of validity and reliability of the Persian version of the 9-item Berg balance scale in elderly people. *Koomesh*. 2018;**20**(1):25-33.
10. Seyed Hoseini MA, Barati AH, Shirzad Araghi E, Akoochakian M, Naderifar H. The comparison of lower extremity malalignment during hurdle pre-flight and traditional approach at forward diving straight. *J Rehabil Sci*. 2021;**8**(3):132-8. DOI: 10.30476/jrsr.2021.89231.1128
11. Minoonejad H, Barati AH, Naderifar H, Heidari B, Kazemi AS, Lashay A. Effect of four weeks of ocular-motor exercises on dynamic visual acuity and stability limit of female basketball players. *Gait posture*. 2019;**73**:286-90. PMID: 31398634 DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.06.022
12. Naderifar H, Minoonejad H, Barati AH, Lashay A. Effect of a neck proprioceptive neuromuscular facilitation training program on body postural stability in elite female basketball players. *J Rehabil Sci*. 2018;**5**(2):41-5. DOI:

10.30476/jrsr.2018.41137
13. Ackerman PL. Individual differences in skill learning: An integration of psychometric and information processing perspectives. Psychol Bull. 1987;**102**(1):3-27.
14. Kováčiková Z, Janura M, Sarvestan J, Zemková E, Pecho J. Tests revealing age-related changes in the functional performance of physically active older adults. *J Phys Educ Sport*. 2020;**20**(3):15-22. DOI: 0.7752/jpes.2020.03209
15. Almeida S, Paixão C, Marques A. Balance and healthy aging: a close relationship. *Rev Port Med Geral Fam*. 2020;**36**(5):383-95. DOI: 10.32385/rpmgf.v36i5.12753
16. Rahimi A, Balouchi R, Eslami R, Shahrokhi M. The relationship between back extensor muscle strength with dynamic balance and fear of falling in elderly people. *JPSBS*. 2016;**4**(7):114-24. DOI: 10.22077/jpsbs.2016.388
17. Imanipour S, Hashemi Sheykhshabani S, Shafineya P, Ghotbi Varzaneh A. Studying the Correlation of Different Age Groups on the Role of Motional Control Standards and Anthropometric Indices. *JRUMS*. 2014;**13**(1):83-96.
18. Ivičević Uhernik A, Musić Milanović S. Anthropometric indices of obesity and hypertension in different age and gender groups of Croatian population. *Coll Antropol*. 2009;**33**(1):75-80. PMID: 19563150
19. Wall JC, Bell C, Campbell S, Davis J. The timed get-up-and-Go test revisited: measurement of the component tasks. *J Rehabil Res Dev*. 2000;**37**(1):109-13. PMID: 10847578
20. Carmeli E, Bar-Chad S, Lotan M, Merrick J, Coleman R. Five clinical tests to assess balance following ball exercises and treadmill training in adult persons with intellectual disability. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003;**58**(8):767-72. PMID: 12902538 DOI: 10.1093/gerona/58.8.m767
21. Riemann BL, Guskiewicz KM. Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing. *J Athl Train*. 2000;**35**(1):19-25. PMID: 16558603
22. Buatois S, Miljkovic D,Manckoundia P, Gueguen R, Miget P, Vançon G, et al. Five times sit to stand test is a predictor of recurrent falls in healthy community-living subjects aged 65 and older. *J Am Geriatr Soc*. 2008;**56**(8):1575-7. PMID: 18808608 DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01777.x
23. Omaña H, Bezaire K, Brady K, Davies J, Louwagie N, Power S, et al. Functional Reach Test, Single-Leg Stance Test, and Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment for the Prediction of Falls in Older Adults: A Systematic Review. *Phys Ther Res*. 2021. PMID: 34244801 DOI: 10.1093/ptj/pzab173
24. Isles RC, Choy NLL, Steer M, Nitz JC. Normal values of balance tests in women aged 20–80. *J Am Geriatr Soc*. 2004;**52**(8):1367-72. PMID: 15271128 DOI: 10.1111/j.1532-5415.2004.52370.x
25. Casey VA, Dwyer JT, Coleman KA, Valadian I. Body mass index from childhood to middle age: a 50-y follow-up. *Am J Clin Nutr*. 1992;**56**(1):14-8. PMID: 1609751 DOI: 10.1093/ajcn/56.1.14
26. Ponti F, Santoro A, Mercatelli D, Gasperini C, Conte M, Martucci M, et al. Aging and imaging assessment of body composition: from fat to facts. *Front Endocrinol*. 2020;**10**:861. DOI: 10.3389/fendo.2019.00861
27. Lin MR, Hwang HF, Hu MH, Wu HDI, Wang YW, Huang FC, et al. Psychometric comparisons of the timed up and go, one-leg stand, functional reach, and Tinetti balance measures in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*. 2004;**52**(8):138-43. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2004.52366.x
28. Kuczmarski MF, Kuczmarski RJ, Najjar M. Effects of age on validity of self-reported height, weight, and body mass index: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, *J Am Diet Assoc* 2001;**101**(1):28-34. PMID: 11209581 DOI: 10.1016/S0002-8223(01)00008-6
29. Stubbs B, Binnekade T, Eggermont L, Sepehry AA, Patchay S, Schofield P. Pain and the risk for falls in community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;**95**(1):175-187. PMID: 24036161 DOI: 10.1016/j.apmr.2013.08.241
30. Desrosiers J, Hebert R, Bravo G, Dutil É. Upper-extremity motor co-ordination of healthy elderly people. *Age and Ageing*. 1995;**24**(2):108-12. PMID: 7793331 DOI: 10.1093/ageing/24.2.108
31. Dai B, Ware WB, Giuliani CA. A structural equation model relating physical function, pain, impaired mobility (IM), and falls in older adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;**55**(3):645-52. PMID: 22766209 DOI: 10.1016/j.archger.2012.06.005
32. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther*. 2007; **30**(1):8-15. PMID: 19839175 DOI: 10.1519/00139143-200704000-00003