

Effects of Aquatic on Balance and Preventing of Fall among Healthy Elderly Men

Morteza Taheri^{1*} , Masoud Mirmoezzi² , Mohammadfazel Sabaghi³ 

1. Sport Science Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

2. Ph.D Candidate in Physical Education, Faculty of Sport and Sport Technology, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. Ph.D. Student in Physical Education, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

*Corresponding author: m.taheri@soc.ikiu.ac.ir

Abstract

Background and Objectives: Falling in the elderly is a serious problem that results in bone fracture and loss of Activities of daily living due to fear of falling. Therefore, the aim of the study was to determine effects of Aquatic on balance and preventing of falls among healthy elderly men.

Materials and Methods: This was a quasi-experimental before/after study without a control group. 22 elderly men with an average age of 64.31 ± 2.87 years volunteered. Functional tests of Berg Balance Scale (BBS) for static balance, and Timed Up & Go (TUG) for dynamic balance and Chair Stand Test (CST) for lower extremity strength were measured in pre and post-test. The exercise protocol included a combination of resistance training, stretching and balance exercises that were followed up for 10 weeks, with three sessions per week. At all stages of the research, Ethical considerations (optional, confidentiality of results, harmlessness of the training program, etc.) were carried out. Paired t-test was used at a significant level of 0.05.

Results: The results of paired t-test showed that 10 weeks exercise in water improves static balance, dynamic balance and muscle strength ($P \leq 0.05$) and decreases the risk of falling in the elderly ($P \leq 0.01$).

Conclusion: According to the results of this study, it seems that the exercise program in water improves balance and muscle strength as the most important indicator for preventing the risk of falling of the elderly. And it is suggested that due to good water benefits for Elderly, water resistance exercises will be on the agenda in trainers, experts and activists in the field.

Keywords: Aquatic, Balance, Falls, Elderly

How to cite this article:

Taheri M, Mirmoezzi M, Sabbaghi M. Effects of Aquatic on Balance and Preventing of Fall among Healthy Elderly Men. J Saf Promot Inj Prev. 2018; 6(3):144 -51.

تأثیر ورزش در آب بر تعادل و پیشگیری از سقوط مردان سالمند سالم

مرتضی طاهری^{۱*}، مسعود میرمعزی^۲، محمد فاضل صباغی^۳

۱- گروه علوم ورزشی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین، قزوین، ایران

۲- دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد تهران مرکز، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: سقوط در سالمندان مشکلی جدی است که منجر به شکستگی استخوان و کاهش فعالیت بدنی در زندگی روزمره به دلیل ترس از سقوط می‌شود. هدف از اجرای این مطالعه تأثیر ورزش در آب بر تعادل و پیشگیری از سقوط مردان سالمند سالم بود.

روش بررسی: در این پژوهش که از نوع مطالعات شبه آزمایشی و طرح پژوهشی پیش‌آزمون- پس‌آزمون بدون گروه کنترل است، ۲۲ مرد سالمند با میانگین سنی $64/31 \pm 2/87$ سال به‌طور داوطلبانه شرکت کردند. آزمون‌های عملکردی مقیاس تعادلی برگ برای تعادل ایستا، زمان برخاستن و برگشتن برای تعادل پویا و آزمون صندلی ایستاده برای قدرت عضلانی پایین‌تنه و پاها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. پروتکل تمرینی شامل ترکیبی از تمرینات مقاومتی، حرکات کششی و تعادلی بود که در طی ۱۰ هفته تمرینی و هفته‌ای سه جلسه پیگیری شد. در کلیه مراحل انجام پژوهش، ملاحظات اخلاقی (اختیاری بودن، محرمانه بودن نتایج، بی‌ضرر بودن برنامه تمرینی) رعایت شد. از آزمون آماری تی همبسته در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تی همبسته نشان داد که ۱۰ هفته برنامه تمرینی ورزش در آب تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت عضلانی را بهبود می‌بخشد ($P < 0/05$) و احتمال خطر سقوط در سالمندان را کاهش می‌دهد ($P < 0/01$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش، به نظر می‌رسد که برنامه تمرینی ورزش در آب سبب بهبود تعادل و قدرت عضلانی به‌عنوان مهم‌ترین شاخص برای پیشگیری از خطر سقوط سالمندان شده و پیشنهاد می‌شود به دلیل مزایای خوب آب برای سالمندان، برنامه تمرینی ورزش در آب در دستور کار مربیان، متخصصان و فعالان این عرصه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ورزش در آب، تعادل، سقوط، سالمندی

مقدمه

که سالمندان به دلیل کاهش توده بدن، قدرت عضلانی و تغییرات پس‌رونده عصبی- عضلانی احتمال سقوط بیشتری دارند (۲،۴). با توجه به افزایش شاخص امید به زندگی در ایران طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی که امروزه در مردان ایرانی ۶۷ سال و در زنان ایرانی ۷۱ سال است، می‌توان حدس زد که آمار سالمندان ایرانی نیز رو به افزایش است و ما در برابر مسائل جدی درباره سالمندان و حل مشکلات آن‌ها قرار خواهیم گرفت (۵،۶). افراد سالمند به دلیل برخی محدودیت‌های موجود به لحاظ فیزیولوژیکی، جسمانی و حرکتی قادر به انجام هر نوع فعالیتی نیستند. برای مثال بیان‌شده است که ورزش‌های ایزومتریک (انقباض هم طول) موجب بالا رفتن غیرمعمول فشارخون شده لذا این‌گونه ورزش‌ها برای افراد مسن و به‌خصوص افرادی که دچار بیماری‌های قلبی و گردش خون هستند، توصیه نمی‌شود (۷). مارتینز^۱ و همکاران گزارش کردند که

زمین افتادن و سقوط به‌عنوان یکی از بارزترین و خطرناک‌ترین مشکلات سالمندان به شمار می‌رود؛ به‌طوری‌که شیوع سقوط در سالمندان ۸۵ درصد تخمین زده‌شده است که این میزان کمی نیست (۱). پس از گذشت از مرز ۶۰ سالگی، به دلیل تحلیل و تغییرات پس‌رونده عصبی- عضلانی به‌طورمعمول هر سال ۱۴ درصد از سالمندان توانایی خود را در انجام برخی فعالیت‌های روزانه از دست می‌دهند (۲). عوامل خطرزای اصلی سقوط در سالمندان به دو قسمت عوامل ذاتی (فردی) و بیرونی (محیطی) تقسیم می‌شود (۳) که شامل محدودیت‌های عملکردی، سابقه سقوط، ضعف عضلانی، ضعف بینایی و شنوایی، استفاده از داروهای روان‌گردان، خطرات محیطی، جنسیت و افزایش سن است. محققان گزارش کرده‌اند

استقلال زندگی افراد مسن می‌دانند؛ چراکه اجزای اصلی فعالیت‌های جسمانی روزمره و حرکات ورزشی را می‌توان در دو بخش «حفظ تعادل برای حفظ موقعیت بدن و جهت‌یابی فضایی» و «تعامل بین اجزای آناتومیکی برای حرکت» تقسیم کرد (۱۰). از این‌رو، بررسی عملکرد حرکتی سالمندان و عوامل مؤثری مانند قدرت، انعطاف، تعادل ایستا و پویا بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیقات پیشین بیان شده که تمرینات بدنی کم‌فشار و حد متوسط می‌تواند سبب ارتقاء کیفیت زندگی و تعادل سالمندان شود (۱۵، ۵، ۱). اما این سؤال باقی است که آیا می‌توان این تمرینات را در آب به گونه‌ای شبیه‌سازی کرد که هم مزایای تمرینات بدنی را برای سالمندان در برداشته باشد و هم به دلیل خواص مکانیکی، فشارهای هیدرو استاتیکی و دمای مناسب آب (۱۴)، بهبود قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری، تعادل، پایداری و لذت در تمرین و نهایتاً پیشگیری از سقوط را شاهد باشیم؟ از این‌رو تحقیق حاضر باهدف بررسی اثر ورزش در آب بر تعادل و پیشگیری از سقوط مردان سالمند سالم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع شبه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بدون گروه کنترل بود. نمونه آماری تحقیق شامل ۳۰ سالمند در دسترس شهر قزوین با دامنه سنی ۶۰ تا ۷۰ سال بود که در کلاس‌های ورزش در آب نام‌نویسی کردند. شرکت‌کنندگان سابقه استفاده از استخر را داشتند اما برنامه تمرینی مقاومتی یا ورزش خاص به‌صورت منظم در شش ماه گذشته را نداشتند. از این تعداد ۸ سالمند به دلیل دارا نبودن معیارهای ورود، مسافرت یا مشکلات شخصی از تحقیق خارج شدند. معیارهای ورود به تحقیق داشتن سن بالای ۶۰ سال، نداشتن سابقه آسیب حاد، وابسته نبودن افراد به صندلی چرخ‌دار، واکر، عصا یا هر وسیله کمکی دیگر برای راه رفتن، نداشتن مشکلات بینایی، شنوایی و عملکرد وستیبولار، مبتلا نبودن به سایر اختلالات حاد یا مزمن جسمی (از فرم کوتاه مقیاس ناتوانی پرسشنامه سنجش سلامت استنفورد^۵ استفاده شد و نمرات بالای ۱ از آزمون خارج شدند) و نداشتن مشکلات ذهنی و روانی مانند افسردگی شدید (با استفاده از پرسشنامه سنجش افسردگی بک^۶ انجام شد و نمرات بالای ۳۰ از آزمون خارج شدند) و حداقل میزان هوشیاری (از پرسشنامه ارزیابی حداقل میزان هوشیاری^۷ استفاده شد و نمرات بین ۱۸ تا ۳۰ مورد قبول بود و بقیه نمرات از آزمون خارج شدند) بود (۳، ۱۶، ۱۷). سالمندانی که مبتلا به بیماری مزمن پرفشاری خون (پرفشاری شریانی) بودند و فشارخون بالا بیش از ۱۴۰ میلی‌متر جیوه و فشارخون پایین بیش از ۹۰ میلی‌متر جیوه بود که

تمرینات مقاومتی و قدرتی جهت جلوگیری از آتروفی عضلانی و کاهش چگالی استخوانی لازم است و سالمندان در کنار این موارد باید انعطاف‌پذیری و استقامت خود را نیز بالا برند (۸). در تحقیقی دیگر میرمعزی و همکاران بیان کردند که به‌کارگیری ترکیب تمرین مقاومتی ایزومتریک و ایزوتونیک در آب می‌تواند بر میزان شاخص‌های خستگی به‌ویژه بر بهبود زمان راه رفتن و کاهش لاکنات خون سالمندان تأثیر مثبتی گذارد (۹).

زمین افتادن و سقوط در نتیجه برهم خوردن تعادل و خروج مرکز ثقل از سطح اتکا است، و تعادل خود رابطه مستقیمی با قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری دارد. بیشتر سیستم‌های مؤثر در حفظ تعادل، تحت تأثیر فرآیند افزایش سن، دچار آسیب و اختلال عملکرد می‌شوند (۱۰). تحقیقات متعددی بیان کردند که برای پیشگیری از سقوط در سالمندان لازم است شرایط پذیرش اطلاعات حسی از سیستم‌های تعادلی (وستیبولار)^۲، بینایی و حسی^۳ را بهبود بخشیم تا عضلات ضد جاذبه فعال شوند و تعادل تحریک شود. این تحقیقات به نقش تمرین و آموزش در بهبود تعادل و پیشگیری از سقوط در سالمندان اشاره کرده‌اند (۱۱، ۱۲). یکی از ابزارهایی که برای ارتقاء تحریک ذکر شده است، فعالیت بدنی تعادلی همراه با افزایش انعطاف‌پذیری و قدرت عضلانی است (۲، ۴). فعالیت بدنی برای سالمندان منجر به بهبود چگالی استخوانی (بیش از ۶۰ درصد)، افزایش قدرت و استقامت عضلانی، استقامت قلبی-ریوی، انعطاف و تعادل می‌شود (۲). این در حالی است که اشلیچ^۴ و همکاران گزارش کردند که اجرای تمرینات آمادگی جسمانی تأثیری در بهبود تعادل و توانایی راه رفتن افراد سالمند ندارد (۱۰). از مدت‌ها پیش آب‌درمانی و ورزش در آب به‌عنوان درمان بیماری‌های روماتیسمی، ارتوپدی و عصبی مورد استفاده بوده است. باین‌حال اخیراً هدف پژوهش‌های علمی و توان‌بخشی سالمندان قرار گرفته است. آب محیطی ایمن و کارآمد را برای بهبود اختلالات اسکلتی-عضلانی و تعادل ایجاد می‌کند (۴، ۱۳). علائمی مانند درد، ضعف عضلانی، کمبود تعادل، چاقی، بیماری‌های آرتریتی و اختلالات راه رفتن، ترس از سقوط، انجام تمرینات روی زمین در سالمندان را با مشکل مواجه می‌کند (۲، ۹، ۱۳). اما محیط آبی به دلیل خواص مکانیکی مطلوب آن روی بدن که همانا کاهش فشار روی مفاصل، کاهش ضربه قلب، فشارهای تعدیل‌شده در حرکات و آسیب‌دیدگی کمتر است شاید محیطی ایدئال برای سالمندانی باشد که در پی افزایش تعادل به‌دوراز ترس از سقوط هستند (۱۴) و با افزایش لذت، بهبود وضعیت روانی را نیز شامل شود.

بسیاری از محققان راه رفتن و کنترل تعادل را به‌عنوان عوامل تعیین

۵ . HEALTH ASSESSMENT QUESTIONNAIRE(HAQ)

۶ . Beck Depression Inventory

۷ . Mini-Mental State Examination (MMSE)

۲ . Vestibular

۳ . Somatosensory

۴ . Schlicht

دو بار توسط شرایط استاندارد پزشکی گرفته شده بود از آزمون خارج شدند (۱۴).

جهت رعایت اخلاق تحقیق، ضمن اخذ رضایت از تمام آزمودنی‌ها در ابتدا به افراد توضیح داده شد که نتایج مطالعه صرفاً برای مقاصد تحقیقی است و به صورت گروهی و بدون ذکر نام افراد منتشر خواهد شد. همچنین شرکت آن‌ها در مطالعه کاملاً اختیاری بود و آن‌ها می‌توانستند در هر مرحله‌ای که بخواهند، از مطالعه خارج شدند. محرمانه بودن نتایج و بی‌ضرر بودن برنامه تمرینی نیز در روند پژوهش رعایت شد. اهداف، مراحل انجام کار و نحوه اجرای تحقیق برای آزمودنی‌ها تشریح شد. دوره تمرینی توسط مربی متخصص ورزش در آب صورت پذیرفت و همیشه یک نجات‌غریق در بیرون آب به دیدبانی از آزمودنی‌ها می‌پرداخت. تمام آزمودنی‌ها برای اجرای تمرینات ورزشی در آب مجوز پزشکی داشتند.

یک هفته قبل از انجام آزمون اصلی، ویژگی‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی^۸، فشارخون، ضربان قلب استراحت، وضعیت تاهل و سابقه سقوط آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. قد و وزن آزمودنی‌ها به وسیله دستگاه مدل BSR ۸۵ که شامل ترازوی الکترونیکی و قد سنج مکانیکی است اندازه‌گیری و ثبت شد. اندازه‌گیری فشارخون توسط پزشک با استفاده از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای با مارک ریشتر^۹ که به‌طور دقیق استاندارد و کالیبره شده بود و گوشی پزشکی لیتمن^{۱۰} پس از ده دقیقه استراحت در حالت نشسته دو بار انجام شده و میانگین آن محاسبه و ثبت شد. پروتکل تمرین شامل ترکیبی از تمرینات مقاومتی، کششی و تعادلی بود که پس از پیش‌آزمون به مدت ۱۰ هفته و سه جلسه یک‌ساعته در هفته (روزهای زوج) در یک برنامه ورزش در آب اجرا شد (دمای آب ۳۰-۲۸ درجه و عمق آب ۰/۷ تا ۰/۱۴).

برای شروع کار بعد از گرفتن رضایت و ثبت اطلاعات فردی و ویژگی‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها، از آزمون تعادلی برگ^{۱۱} برای تعادل ایستا، آزمون برخاستن و برگشتن^{۱۲} برای تعادل پویا، از آزمون صندلی ایستاده^{۱۳} برای سنجش قدرت عضلانی پایین‌تنه و پاها و برای پیش‌بینی خطر سقوط در رابطه با امتیاز آزمون تعادلی برگ از مدل شوموی کوک^{۱۴} و همکاران استفاده شد (۳، ۱۹).

جدول ۱. پروتکل تمرینی ورزش در آب به‌طور خلاصه

مرحله (زمان اجرا)	خلاصه محتوای پروتکل
گرم کردن (۱۵-۱۰ دقیقه)	راه رفتن در عرض استخر و حرکات نرمشی و کششی در جهات مختلف
برنامه اصلی که ترکیبی از تمرینات مقاومتی و تعادلی بود (۳۵-۳۰ دقیقه)	تمرینات مقاومتی شامل: راه رفتن به‌صورت زانو بلند، لانج از جلو، لانج از عقب، راه رفتن مارش ^۱ ، نشست و برخاست (در اجرای تمام این حرکات برای افزایش مقاومت و تعادل از نودل استفاده شد) (۱۴). تمرینات تعادلی شامل: راه رفتن روی خط صاف، راه رفتن تاندم، راه رفتن به عقب، راه رفتن با اعمال وقفه زمانی در مرحله تاب دادن پای غیر تکیه‌گاه، سردادن یک‌تخته شنا در کف استخر، روی پنجه راه رفتن، مارش درجا (در اجرای تمام این حرکات برای افزایش مقاومت و تعادل از نودل استفاده شد) (۱۴).
سرد کردن (۱۵-۱۰ دقیقه)	راه رفتن، تمرینات تنفسی و انعطاف‌پذیری (۳۰ ثانیه برای هر حرکت) (۱۸).

پس از ۱۰ هفته تمرینی دوباره از آزمودنی‌ها موارد فوق اندازه‌گیری و ثبت شد.

آزمون تعادلی برگ شامل ۱۴ فعالیت مختلف از زندگی روزمره فرد است که بر اساس نحوه و کیفیت اجرای آزمون می‌تواند نمره صفر تا ۴ را به خود اختصاص دهد. این موارد شامل ایستادن، نشستن، جابه‌جایی، دسترسی، چرخش و بالا رفتن است. میزان نمراتی که هر فرد بعد از دستور حرکتی خاص باید انجام دهد، اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. در این مقیاس ۵۶ معادل بهترین وضعیت و صفر معادل بدترین وضعیت است، نمره کمتر از ۴۵ نیز نشان‌دهنده وجود خطر افتادن (ترس از افتادن) است. پایایی به‌دست‌آمده برای سالمندان ۰/۸۱ است (۲، ۱۸).

در آزمون برخاستن و برگشتن، فرد روی صندلی دسته‌دار استاندارد می‌نشیند. درحالی‌که به پشتی صندلی تکیه داده و ساعدهایش روی دسته‌ی صندلی قرار دارد و کفش‌های معمولی‌اش را که در راه رفتن می‌پوشد به پا دارد. به شنیدن کلمه "برو" که توسط آزمونگر اعلام می‌شود از روی صندلی بلند شده و مسیری ۳ متری را مستقیم روی کف اتاق راه‌رفته، سپس بدون مکث چرخیده و به سمت صندلی بازگشته و مجدداً روی صندلی می‌نشیند. مدت‌زمان (برحسب ثانیه) با کرنومتر اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. پایایی به‌دست‌آمده برای سالمندان ۰/۹۹ است (۱۳، ۱۸).

برای سنجش قدرت عضلانی پایین‌تنه و پاها، آزمون صندلی ایستاده مورد استفاده قرار گرفت. آزمودنی درحالی‌که لبه‌ی یک صندلی نشسته است، طی ۳۰ ثانیه باید تا حد توان خود بایستد و دوباره به وضعیت نشسته برگردد. میانگین تعداد دفعات انجام این حرکت در

۸. Body Mass Index (BMI)

۹. RIESTER

۱۰. Littmann

۱۱. Berg Balance Scale (BBS)

۱۲. Timed Up and Go (TUG)

۱۳. Chair Stand Test (CST)

۱۴. Shumway-Cook

همین اساس مربی ورزش در آب این شدت متوسط، فراوانی و سرعت را برای تمام جلسات تمرینی اجرا نمود. برای بررسی میزان تغییر BBS، TUG و CST قبل و بعد از مداخله بر اساس نرمال بودن جامعه آماری از آزمون آماری تی همبسته در سطح معناداری ($P \leq 0.05$) استفاده شد.

یافته‌ها

با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ پس از ثبت اطلاعات به‌دست‌آمده، ابتدا با استفاده از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف نرمال بودن توزیع جامعه آماری تعیین شد ($P > 0.05$). بنابراین برای تجزیه تحلیل داده‌ها از روش‌های پارامتریک استفاده گردید. ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان در جدول ۲ ارائه شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که ۹/۴۵ درصد سالمندان مجرد، ۲۵/۷۵ درصد سالمندان بدون همسر و ۶۴/۸ درصد متأهل بودند. حدود ۴۰ درصد سالمندان دارای فشارخون بالا بودند و حدود ۵۱ درصد سالمندان سابقه سقوط داشتند. بر اساس مقیاس آزمون تعادلی برگ برای نمرات بین ۴۱ تا ۵۶، احتمال خطر سقوط کم، ۲۱ تا ۴۰، احتمال خطر سقوط متوسط و نمرات بین صفر تا ۲۰ احتمال خطر سقوط زیاد است (۲۰) و یافته‌ها نشان می‌دهد که سالمندان از احتمال خطر سقوط متوسط قبل از مداخله تمرینی به احتمال خطر سقوط کم رسیده‌اند. نمرات تعادل پویا در آزمون برخاستن و برگشتن بر اساس نرم انجمن پزشکی ورزشی آمریکا در قبل از مداخله در صدک ۸۰ تا ۹۰ درصدی جامعه سالمندان بوده که در پس از مداخله تمرینی به صدک ۴۰ تا ۵۰ درصدی جامعه سالمندان پیشرفت داشته است.

بازه زمانی ۳۰ ثانیه‌ای به‌عنوان رکورد نهایی محسوب می‌شود. پایایی به‌دست‌آمده برای زنان ۰/۹۲ و برای مردان ۰/۸۴ است (۱۰). مدل کمی پیش‌بینی خطر سقوط در سالمندان، که ارتباط بین مقیاس تعادل برگ و خطر سقوط (۱۰ تا ۱۰۰ درصد) را بیان می‌کند، توسط شوموی کوک^{۱۵} و همکاران بیان شد. در این مدل، حساسیت این مقیاس ۹۱٪ و دقت آن ۸۲٪ بود. احتمال افتادن با کاهش امتیاز در مقیاس تعادل برگ با رابطه غیرخطی افزایش می‌یابد. برای دامنه‌های ۵۶ تا ۵۴، هر نقطه از دست‌رفته با افزایش خطر سقوط ۳ تا ۴ درصد همراه است. از ۵۴ تا ۴۶، هر یک از نقطه کاهش با افزایش ۶ تا ۸ درصد همراه است. در زیر ۳۶ امتیاز، خطر سقوط تقریباً ۱۰۰٪ است (۲،۳). رابطه غیرخطی پیش‌بینی احتمال سقوط در سالمندان و زمان انجام‌شده برای آزمون TUG نیز در تحقیقی دیگر توسط شوموی کوک و همکاران بیان شد. به‌عنوان مثال، برای فردی که ۱۳ ثانیه آزمون TUG را تکمیل کند، ۶۹٪ احتمال سقوط را دارد و برای فردی که ۱۴ ثانیه آزمون TUG را تکمیل کند، ۸۳٪ احتمال سقوط را دارد (۱۹). لازم به ذکر است شرایط قبل از تمرین (از نظر محیطی و روانی) در پس‌آزمون لحاظ شد. همچنین ثبت فشارخون شریانی قبل و بعد از جلسات تمرینی جهت بررسی وضعیت سالمندان در ورزش در آب بود و مقاصد آماری نداشت. اما از ضربان قلب کسر آبی^{۱۶} برای تخمین دقیق‌تر ضربان قلب برای فعالیت سالمندان در آب استفاده شد. ضربان قلب کسر آبی از کم کردن ضربان قلب ایستاده در خشکی و ضربان قلب ایستاده در آب حاصل می‌شود که این مقدار در حدود ۱۷ ضربه در هر دقیقه از خشکی کمتر است و باید در فرمول کارون در نظر گرفته شود (۱۴). شدت تمرین برای سالمندان بر اساس توصیه انجمن ورزش در آب ۱۲۵-۱۰۰ ضربه در دقیقه و ضرب‌آهنگ ۱۴۵-۱۲۰ ضرب در دقیقه (سرعت نیمه) توصیه می‌شود (۱۴) که بر

جدول ۲. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (انحراف معیار± میانگین)

سن (سال)	قد ایستاده (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم/مترمربع)	ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	فشارخون (میلی‌متر جیوه)
۶۵/۸۹±۳/۴۴	۱۶۲/۱۲±۴/۴۹	۷۰/۴۵±۸/۳۴	۲۶/۶۵±۵/۸۶	۷۰/۶۵±۵/۵۶	۱۲۶/۸۵±۱۰/۵۰
					۷۸/۳۴±۸/۱۴

جدول ۳. آزمون تی- همبسته برای مقایسه متغیرهای تحقیق در قبل و پس از مداخله (انحراف معیار± میانگین)

متغیرها	قبل از مداخله	پس از مداخله	سطح معنیداری
تعادل ایستا (امتیاز)	۳۹/۶۵±۳/۷۷	۴۵/۱۷±۲/۹۱	۰/۰۰۰**
تعادل پویا (ثانیه)	۱۱/۱۸±۲/۸۶	۸/۱۱±۱/۲۳	۰/۰۰۰**
قدرت عضلانی پاها (تعداد دفعات)	۵/۹۰±۲/۰۲	۷/۰۱±۰/۸۸	۰/۰۲۳*
پیش‌بینی خطر سقوط (درصد) [†]	۸۴/۶۵±۱/۴۲	۵۸/۱۲±۲/۲۱	۰/۰۰۰**
پیش‌بینی خطر سقوط (درصد) ^{††}	۲۶/۱۴±۱/۰۵	۱۲/۶۱±۲/۲۵	۰/۰۰۰**

* معنیداری در سطح ۰/۰۵ ** معنیداری در سطح ۰/۰۱

† پیش‌بینی خطر سقوط بر اساس مدل شوموی کوک و همکاران که بر اساس BBS است (۳). †† پیش‌بینی خطر سقوط بر اساس مدل شوموی کوک و همکاران که بر اساس TUG است

(۱۹).

۱۵. Shumway-Cook

۱۶. Aquatic Heart Rate Deduction

می‌شود. با سابقه زمین خوردن عدد صفر و بدون سابقه زمین خوردن عدد یک در رابطه منظور می‌شود (رابطه ۱)(۳).

مدل کمی پیش‌بینی خطر سقوط در سالمندان شوموی کوک و همکاران که در آن $\exp(x)$ تابع‌نمایی است به صورت e^x نیز نوشته

$$\text{احتمال} = 100\% \times \frac{\exp(10.46 - 0.25 \times \text{برگ} + 2.32 \times \text{سابقه زمین خوردن})}{1 + \exp(10.46 - 0.25 \times \text{برگ} + 2.32 \times \text{سابقه زمین خوردن})}$$

رابطه ۱. مدل کمی پیش‌بینی خطر سقوط در سالمندان شوموی کوک و همکاران (۳).

عضلانی، اسکلتی و عصبی رخ می‌دهد و اهمیت هر سیستم با توجه به هدف از انجام حرکت و شرایط محیطی، متغیر است که در این تحقیق با محیطی سیال (آب) مواجه بودیم. در این مدل سیستم عصبی مرکزی با استفاده از اطلاعات سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حسی پیکری (شامل حس وضعیت مفاصل و حس محیطی) از وضعیت مرکز ثقل بدن نسبت به جاذبه و از شرایط سطح اتکا مطلع شده و پاسخ حرکتی مناسب را به صورت الگوهای حرکتی که از پیش برنامه‌ریزی شده‌اند فعال می‌کند (۲۵). آب از طریق خواص فیزیکی منحصربه‌فرد آن، تغییرات حرکتی را افزایش می‌دهد. اول، شناوری در آب می‌تواند به عنوان بی‌ثبات‌سازی در نظر گرفته شود، زیرا کاهش وزن فرد بر اساس قانون ارشمیدس و شناوری فرد محیطی خاص را ایجاد کرده که باعث می‌شود سیستم‌های حسی فعال‌تر از محیط خشکی عمل کنند. دوم، در طول فعالیت ورزش در آب، بیش از یک نفر در آب حرکت می‌کند که این منجر به آشفته‌گی در محیط (آب) شده که ممکن است عوامل مؤثر بر توازن و تعادل را در شرکت‌کنندگان افزایش دهد (۹،۱۴). دوریس و همکاران بیان کردند که تمرینات تعادلی در آب برای سالمندان مؤثرتر از تمرین در خشکی است و سبب بهبود تعادل در سالمندان می‌شود (۲۱). تحقیقات متعددی تأثیر مثبت ورزش در آب و آب‌درمانی را در بهبود تعادل سالمندان بیان نموده‌اند (۲،۴،۱۰،۱۳،۲۱،۲۲).

تغییرات در ترکیب بدنی (افزایش عضله و کاهش چربی) و قدرت عضلانی که در نتیجه فعالیت بدنی اتفاق می‌افتد، در حفظ تعادل با تسهیل امر برای سیستم عصبی-عضلانی می‌تواند مؤثر باشد. سالمندان می‌توانند قدرت عضلانی و سرعت در راه رفتن را از طریق تمرینات مقاومتی افزایش دهند، چراکه سرعت و قدرت دومؤلفه‌ای هستند که تعادل را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند. تعادل رابطه مستقیمی با قدرت عضلانی دارد. مقاومت در برابر آب که حدود ۱۲ برابر هوا است و چسبندگی ۷۰۰ برابری مولکول‌های آب نسبت به هوا، باعث می‌شود که افراد در آب نیروی بیشتری نسبت به خشکی صرف کنند (۹،۱۴). محققان بیان کردند که ورزش در آب منجر به افزایش قدرت عضلانی و استقامت عضلانی در سالمندان می‌شود (۹،۲۲).

نتایج تی همبسته نشان داد که در تعادل ایستا، پویا، قدرت عضلانی و پیش‌بینی خطر سقوط قبل و پس از مداخله تمرینی اختلاف معناداری وجود دارد، $(P < 0.05)$ بود (جدول ۳).

بحث

هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی تأثیر ورزش در آب بر تعادل و پیشگیری از سقوط مردان سالمند سالم بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ورزش در آب می‌تواند در بهبود تعادل ایستا، تعادل پویا، قدرت عضلانی پایین‌تنه و پاها و پیشگیری از سقوط سالمندان سالم مؤثر باشد. این نتایج در بهبود تعادل سالمندان، در راستای یافته‌های تحقیقات داخلی و خارجی است که همه آن‌ها بهبود کنترل تعادل پس از ورزش در آب را گزارش کرده بودند، هرچند آزمون‌های عملکردی و برنامه تمرینی در این مطالعات متفاوت بود (۲۳-۱۳،۲۱).

نتایج تحقیق نشان داد که ورزش در آب احتمالاً می‌تواند تعادل ایستا و پویای سالمندان را بهبود دهد. از دلایل احتمالی بهبود تعادل می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرین مانند به‌کارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازمان‌دهی مجدد در قشر حسی-پیکری، افزایش کارایی و قدرت ارتباطات سیناپسی، افزایش فعال‌سازی دستگاه عصبی، کاهش واکنش‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت مسیرهای عصبی به انتقال تکانه و بهبود و تسهیل در انتقال درون‌دادهای هریک از حواس اشاره کرد (۴،۱۰). در مقایسه سالمندان و افراد بالغ، نتایج تحقیقات حاکی از کاهش توانایی سالمندان در کنترل تعادل در وضعیت‌هایی است که سالمند از اطلاعات صحیح سیستم‌های بینایی و حسی پیکری محروم شده است. برخی محققین این مسئله را به کاهش تدریجی عملکرد سیستم وستیبولار ناشی از سالمندی نسبت می‌دهند درحالی‌که برخی دیگر افزایش وابستگی سالمندان به اطلاعات سیستم حسی پیکری را علت این مسئله می‌دانند (۲۳،۲۴). نظریه جدیدی که اخیراً اساس کار محققین در مطالعه حرکت و تعادل واقع شده است "تئوری سیستم‌ها" است. طبق این نظریه توانایی حفظ و کنترل وضعیت بدن در فضا، حاصل تداخل عمل پیچیده‌ای است که بین سیستم‌های مختلف

امکانات برای مدت طولانی‌تر اشاره کرد که امید است در مطالعات آینده این نکات در نظر گرفته شود. از آنجاکه عوامل روانی مانند افزایش ترس، اضطراب، استرس و افسردگی و کاهش عزت‌نفس به دنبال افزایش سن، فعالیت و اجرای بدنی افراد سالمند را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند در افزایش خطر افتادن مؤثر باشد؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود نقش عوامل مذکور نیز در تحقیقات در نظر گرفته شود. از نقاط قوت این تحقیق پروتکلی ساده متشکل از ترکیبی از تمرینات مقاومتی و تعادلی بود که برای سالمندان قابل اجرا است و در طراحی تمرینات تعادلی سعی شد حرکات انعطافی هم همراه با حفظ تعادل لحاظ شود. نکته دیگر اینکه برای اولین بار از دو مدل متفاوت شوموی کوک در پیش‌بینی خطر سقوط از طریق آزمون تعادل (ایستا و پویا) استفاده شد و به‌نوعی نشان داد که این دو مدل نتایج تقریباً مشابهی دارند و می‌تواند در پیش‌بینی خطر سقوط در تحقیقات بهره برد.

به طور کلی، به نظر می‌رسد که سیستم‌های فیزیولوژیکی درگیر در کنترل تعادل در آب در سطوح تقریباً غیر پایدار (کف استخر) به بهبود تعادل ایستا و پویا و احتمالاً کاهش خطر سقوط در سالمندان به کمک طراحی برنامه تمرینی (مقاومتی، انعطافی و تعادلی) ورزش در آب کمک می‌کند. مربیان و مسئولان کاردرمانی می‌توانند در کنار برنامه‌های دیگر، باهدف باز توانی و بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط در جامعه سالمندان از آن استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمامی سالمندانی که صمیمانه و باانگیزه در این پژوهش شرکت جسته‌اند، قدردانی می‌کنند. این کار مستخرج از طرح پژوهشی کوچک دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) با شماره مرجع ۱۱۸۲۱ و کد اخلاق به شماره (۱۷۶۲۸) کمیته اخلاق دانشگاه بین‌المللی امام خمینی بود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افزایش تعادل (ایستا و پویا) می‌تواند احتمال خطر سقوط در سالمندان را کاهش دهد. محققان در این تحقیق به‌طور غیرمستقیم خطر سقوط را بر اساس نمره تعادل ایستا و تعادل پویا در سه سطح خطر سقوط پایین، متوسط و بالا بر اساس مدل‌های شوموی کوک و همکاران برآورد کردند. پیشنهاد می‌شود که محققان دیگر به‌طور مستقیم احتمال سقوط را از طریق پرسشنامه‌های موجود مانند مقیاس کارآمدی سقوط فرم بین‌المللی^{۱۷} ارزیابی کنند (۲۶). یکی از مواردی که در این تحقیق در نظر گرفته نشد، سابقه سقوط و وضعیت روانی پس‌از آن در سالمندان بود. شاموی کوک و همکاران نشان دادند افراد باسابقه زمین خوردن آزمون زمان‌دار برخاستن و برگشتن را در بیش‌تر از ۱۴ ثانیه انجام دادند درحالی‌که افراد بدون سابقه زمین خوردن این آزمون را در کمتر از ۱۴ ثانیه اجرا کردند. این اختلاف می‌تواند به دلایلی متعددی باشد از جمله: آسیب عضلانی-اسکلتی و مفصلی پس از سقوط، ترس از سقوط، بی‌تعادلی، ضعف عضلانی و غیره (۱۹،۲۲). در این میان، نقش قدرت عضلانی، اساسی و مهم است، به‌طوری‌که طبق نظر انجمن طب سالمندان بریتانیا و آکادمی جراحان ارتوپد آمریکا، ضعف عضلانی و کاهش آمادگی جسمانی، خطر افتادن افراد را به میزان ۴ تا ۵ برابر افزایش می‌دهد. کاهش توده بدن، قدرت و کارایی عضلات با افزایش سن، که کاهش توده عضلانی مرتبط با سن نامیده می‌شود، موجب اختلال در راه رفتن، ناتوانی و افتادن می‌شود (۲۷).

در مورد تأثیر تمرینات در آب باید اشاره کرد خاصیت شناوری در آب موجب کاهش فشار بر مفاصل و نیز به دلیل چگالی بیشتر آب نسبت به هوا، باعث ایجاد نیروی مقاومت در برابر حرکت می‌شود، در نتیجه درگیری بیشتر عضلات و صرف نیروی بیشتر نسبت به تمرین در خشکی را منجر شده، که همین امر می‌تواند محیطی مناسب و ایمن برای سالمندان فراهم آورد (۹،۱۴). همچنین تالطم آب و بی‌ثباتی در آب سیستم‌های حسی درگیر در تعادل را بیشتر فعال می‌کند و این امر به بهبود تعادل در سالمندان کمک می‌کند (۴). آب محیطی متراکم و چسبناک است که سرعت حرکت را کاهش می‌دهد. به علت این ویژگی‌های فیزیکی، حتی در صورت افتادن سالمند نیز خطر آسیب ناشی از سقوط در هنگام ورزش در آب کم است که این خود منجر به کاهش ترس از سقوط و جنبش‌پذیری بیشتر می‌شود (۱۹، ۲۰) و به‌این‌ترتیب تغییرات و خطاهای بیشتر حرکتی را تجربه می‌کنند که می‌تواند به پیشگیری از سقوط در خشکی کمک شایانی کند (۴).

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به تک جنسیتی بودن نمونه آماری که به دلایل فرهنگی فقط مردان سالم بودند و همچنین به زمان محدود مطالعه به دلیل در اختیار نداشتن فضا و

References

1. Najafi Ghezlchah T, Ariapour S, Jafari Oori M. Epidemiology and relationship of fall and fear of falling in the elderly residing at Kamrani nursing home, Tehran, Iran. *Iranian Journal of Ageing*. 2016;10(4):152-61.
2. Resende SM, Rassi CM. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2008;12(1):57-63.
3. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical therapy*. 1997;77(8):812-9. [[PubMed](#)]
4. Kaneda K, Sato D, Wakabayashi H, Hanai A, Nomura T. A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2008;16(4):381-92. [[PubMed](#)]
5. Mirmoezzi M, Amini M, Khaledan A, Khorshidi D. Effect of 8-week of selected aerobic exercise on static and dynamic balance in healthy elderly inactive men. *Iranian Journal of Ageing*. 2016;11(4):202-9.
6. Razzaghi A, Pourrajabi A, Daneshi S. Obstacles and problems related to elderly pedestrians: a qualitative study. *Safety Promotion and Injury Prevention*. 2017;5(2):73-8.
7. Irandoost K, Taheri M, Seghatoleslami A. The Effects of Weight Loss by Physical Activity and Diet on Depression Levels of Highly Depressed Elderly Females. *Iranian Journal of Ageing*. 2015;10(1):48-53.
8. Martins WR, Safons MP, Bottaro M, Blasczyk JC, Diniz LR, Fonseca RMC, et al. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. *BMC geriatrics*. 2015;15(1):99. [[PubMed](#)]
9. Mirmoezzi M, Yousefi M, Salmanpour M. The Effects of Aquatic Isometric and Isotonic Resistance Exercises on Fatigue Index of Aged Men. 2018;21(1):44-50.
10. Irandoost K, Taheri M. The impact of yoga and pilates exercises on older adults. *Iranian Journal of Ageing*. 2016;11(1):152-61.
11. Krager R. Assessment of vestibular function in elderly patients. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*. 2018;26(5):302-6. [[PubMed](#)]
12. Wiesmeier IK, Dalin D, Wehrle A, Granacher U, Muehlbauer T, Dietterle J, et al. Balance training enhances vestibular function and reduces overactive proprioceptive feedback in elderly. *Frontiers in aging neuroscience*. 2017;9:273. [[PubMed](#)]
13. Alikhajeh Y, Hosseini SRA, Moghaddam A. Effects of hydrotherapy in static and dynamic balance among elderly men. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012;46:2220-4. [[PubMed](#)]
14. Association AE. Aquatic fitness professional manual: Human Kinetics; 2010.
15. Amini M, Mirmoezzi M, Salmanpour M, Khorshidi D. Eight weeks of aerobic exercises improves the quality of life in healthy aged sedentary men. *International journal of Sport Studies for Health*. 2018;1(1):e67514.
16. Beck AT, Steer RA, Brown GK. Beck depression inventory-II. *San Antonio*. 1996;78(2):490-8.
17. Bruce B, Fries J. The health assessment

questionnaire (HAQ). Clinical and experimental rheumatology. 2005;23(5):S14. [PubMed]

18. Heyward VH, Gibson A. Advanced fitness assessment and exercise prescription 7th edition: Human kinetics; 2014.

19. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Physical therapy. 2000;80(9):896-903. [PubMed]

20. Lajoie Y, Gallagher S. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. Archives of gerontology and geriatrics. 2004;38(1):11-26. [PubMed]

21. Douris P, Southard V, Varga C, Schauss W, Gennaro C, Reiss A. The Effect of Land and Aquatic Exercise on Balance Scores in Older Adults. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2003;26(1):3-6.

22. Kim SB, O'sullivan DM. Effects of aqua aerobic therapy exercise for older adults on muscular strength, agility and balance to prevent falling during gait. Journal of physical therapy science. 2013;25(8):923-7. [PubMed]

23. Silva MR, Alberton CL, Portella EG, Nunes GN, Martin DG, Pinto SS. Water-based aerobic and combined training in elderly women: Effects on functional capacity and quality of life. Experimental gerontology. 2018;106:54-60. [PubMed]

24. Lord S, Mitchell D, Williams P. Effect of water exercise on balance and related factors in older people. Australian Journal of Physiotherapy. 1993;39(3):217-22.

25. Vasile L, Stănescu M. The aquatic therapy in balance coordination disorders. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2013;92:997-1002.

26. Tan MP, Nalathamby N, Mat S, Tan PJ, Kamaruzzaman SB, Morgan K. Reliability and Validity of the Short Falls Efficacy Scale International in English, Mandarin, and Bahasa Malaysia in Malaysia. The International Journal of Aging and Human Development. 2018;0091415017752942. [PubMed]

27. Skinner EH, Dinh T, Hewitt M, Piper R, Thwaites C. An Ai Chi-based aquatic group improves balance and reduces falls in community-dwelling adults: a pilot observational cohort study. Physiotherapy theory and practice. 2016;32(8):581-90. [PubMed]