

Research Paper

Assessment and Comparison the Effect of Exercise in Different Depth of Water On Postural Stability and Balance Recovery Strategies of Older People: A Clinical Trial



***Ramin Beyranvand**¹ , **Mansour Sahebozamani**² , **Abdolhamid Daneshjoo**² , **Ehsan Seyedjafari**²

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

2. Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.



Citation Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Seyedjafari E. [Assessment and Comparison the Effect of Exercise in Different Depth of Water On Postural Stability and Balance Recovery Strategies of Older People: A Clinical Trial (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 11(6):1002-1015. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.12>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.12>



ABSTRACT

Background and Aims Water exercise is one of the most important interventions to reduce the risk of falls in the elderly. However, the effect of exercise in different depths of water has been less studied. Therefore, the aim of this study was to investigate and compare the effect of 8 weeks aquatic exercise in shallow and deep parts of the pool on postural stability and balance recovery strategies of the elderly. **Methods** In this quasi-experimental study, a total of 45 elderly males (60-70 years old) were randomly selected and classified into a control and 2 intervention groups of shallow and deep-water exercises. The intervention groups participated in a water exercise program for 8 weeks, while the control group did not receive any intervention. Postural stability and balance recovery strategies of all groups before and after the intervention were evaluated using Biodex balance system and Motion Analysis system, respectively. Finally, the Mixed ANOVA test was used for data analysis ($P \leq 0.05$).

Results The results showed a significant increase in postural stability after conducting both types of water exercise programs ($P < 0.05$). However, there was no significant difference between balance recovery strategies of all groups ($P > 0.05$). The results also showed that there was no significant difference between the scores of two intervention groups ($P > 0.05$).

Conclusion In brief, it seems that both types of shallow and deep-water exercises can significantly improve the postural stability of the elderly. While these exercises cannot significantly change their balance recovery strategies. However, due to the more effective role of shallow water exercises in transferring balance strategies from the hip to ankle joint, it is recommended to pay more attention to the role of these exercises in improving the balance of older people.

Keywords Postural stability, Balance recovery strategy, Water exercise, Older people

Received: 06 Jun 2021

Accepted: 13 Jun 2021

Available Online: 21 Jan 2023

*** Corresponding Author:**

Ramin Beyranvand, PhD.

Address: Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Tel: +98 (66) 33421367

E-Mail: ramin_beyranvand@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Falls are a common occurrence and a major source of concern for older adults. One-third of people over 65 years old fall at least once a year, and half of them suffer recurrent falls.

Water exercise is one of the most important interventions to reduce the risk of falls in the elderly. It had been reviewed that exercising in water provides improvement in afferent stimulations, reduction in weight bearing, less fearful of movement, more independent upright postures and facilitate vestibular inputs. In general, water exercises are divided into two categories of exercises in the shallow and deep-water exercises. In the exercises of the shallow-water, the height of the water is usually between the subjects' waist and sternum, and the person's feet are also in contact with the ground and this kind of exercise can improve stability and balance. While in the deep-water, the person is active in a situation where is floating on the water and can increase strength and range of motion. Based on the literature review, the effect of exercise in shallow and deep-water are different, however, the effect of exercise in different depths of water has been less studied. Therefore, the aim of this study was to investigate and compare the effect of 8 weeks aquatic exercise in shallow and deep water of the pool on postural stability and balance recovery strategies of the elderly.

Materials and Methods

In this quasi-experimental study, a total of 45 elderly males (60-70 years old) were randomly selected and classified into a control and 2 intervention groups of shallow and deep-water exercises. Inclusion criteria were the age between 60-70 years old and ability to perform daily activities independently. Exclusion criteria consisted of congenital anomalies, neurological, vestibular, visual, cognitive, or cardiovascular complications, fractures, and re-injury of the lower extremity. The intervention groups participated in a water exercise program (flexion, extension, abduction and adduction during semi squat, walking, pedaling and etc.) for eight weeks, while the control group did not receive any intervention. The water exercises performed three times per week by one of the researchers. The total water program duration was 45 minutes. Dynamic postural stability was measured using Biodex balance system in level eight. Balance recovery strategies of all groups before and after the intervention were evaluated using Motion Analysis system. Kolmogorov-Smirnov (KS) and Levene's tests were employed for assessing normality of the distribution of scores and homogeneity of variances and then the Mixed repeated measure ANOVA test was used for data analysis ($P \leq 0.05$).

Results

The results showed a significant increase in postural stability after eight weeks water exercise programs in shallow and deep-water ($P < 0.05$). Significant differences between groups in postural stability was found ($p < 0.05$). However, there was no significant difference between balance recovery strategies within and between groups ($P > 0.05$). The results also showed that there was no significant difference between the scores of two intervention groups: shallow and deep-water ($P > 0.05$).

Discussion

In brief, it seems that both types of shallow and deep-water exercises can significantly improve the postural stability of the male elderly people. Both water exercises in shallow and deep-water cannot significantly change their balance recovery strategies after eight weeks among male old people. However, due to the more effective role of shallow water exercises in transferring balance strategies from the hip to ankle joint, it is recommended to pay more attention to the role of these exercises in improving the balance of older people.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. This study was approved by the ethics committee from the [Kerman University of Medical Sciences](#), Iran (Code: IR.KMU.REC.1394.598).

Funding

This article is based on the doctoral thesis of Mr. Ramin Biranvand, Department of Sports Pathology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, [Shahid Bahonar University](#), Kerman, under the guidance of Dr. Mansour Sahebozamani.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all participants for their valuable contributions.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

بررسی و مقایسه تأثیر تمرین در عمق‌های مختلف آب بر ثبات پاسچر و استراتژی‌های بازایی تعادل سالمندان: یک کارآزمایی بالینی

*رامین بیرانوند^۱، منصور صاحب‌الزمانی^۲، عبدالحمید دانشجو^۲، احسان سیدجعفری^۲

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Seyedjafari E. [Assessment and Comparison the Effect of Exercise in Different Depth of Water On Postural Stability and Balance Recovery Strategies of Older People: A Clinical Trial (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 11(6):1002-1015. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.12>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.12>

چکیده



مقدمه و اهداف: تمرینات آبی از مهم‌ترین مداخلاتی هستند که به‌منظور کاهش ریسک زمین خوردن سالمندان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این درحالیست که تأثیر تمرین در عمق‌های مختلف آب کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی و مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرین در ۲ قسمت کم‌عمق و عمیق استخر بر ثبات پاسچر و همچنین استراتژی‌های بازایی تعادل سالمندان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه‌تجربی تعداد ۴۵ نفر از مردان سالمند ۶۰-۷۰ ساله به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و در ۱ گروه کنترل و ۲ گروه آزمایش شامل گروه تمرینات آبی کم‌عمق و عمیق قرار گرفتند. گروه‌های تجربی به‌مدت ۸ هفته در یک برنامه تمرین در آب شرکت کردند؛ درحالی‌که گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای را دریافت نمی‌کرد. شاخص‌های ثبات پاسچر و استراتژی‌های بازایی تعادل آزمودنی‌ها قبل و بعد از برنامه تمرینی به‌ترتیب با استفاده از دستگاه تعادلی بایودکس و سیستم آنالیز حرکتی مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد ($P \leq 0.05$).

یافته‌ها: نتایج نشان داد اجرای هر ۲ نوع تمرینات آبی منجر به بهبود معنادار ثبات پاسچر در سالمندان می‌شود ($P > 0.05$). این درحالیست که بین استراتژی‌های بازایی تعادل در گروه‌های تحقیق اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P > 0.05$). نتایج همچنین نشان داد بین نمرات ۲ گروه آزمایش با هم اختلاف معناداری وجود ندارد ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی به نظر می‌رسد تمرین در هر ۲ قسمت کم‌عمق و عمیق استخر می‌تواند ثبات پاسچر سالمندان را به شکل معناداری بهبود بخشد. این درحالیست که تمرینات مذکور قادر به ایجاد تغییرات معنادار در استراتژی‌های تعادلی این افراد نمی‌باشند. البته باتوجه به نقش مؤثرتری که تمرینات کم‌عمق در انتقال استراتژی‌های تعادلی از ران به سمت مچ پا داشته‌اند، توصیه می‌شود نقش این تمرینات در بهبود تعادل سالمندان بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: ثبات پاسچر، استراتژی‌های بازایی تعادل، تمرینات آبی، سالمندان

تاریخ دریافت: ۱۶ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۳ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۱

* نویسنده مسئول:

دکتر رامین بیرانوند

نشانی: لرستان، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.

تلفن: ۳۳۴۲۱۳۶۷ (۶۶) ۹۸+

رایانامه: ramin_beyranvand@yahoo.com

مقدمه

اگرچه انجام تمرینات سنتی که بر روی زمین انجام می‌شوند، برای بسیاری از سالمندان سودمند می‌باشد، با این حال، برخی شرایط طبی خاص مانند پوکی استخوان، آرتروز، سکت و همچنین چاقی که در سالمندان وجود دارد، موجب شده است به واسطه افزایش درد یا کاهش تحرک‌پذیری مفاصل، توانایی سالمندان جهت شرکت در برنامه‌های تمرینی مذکور کاهش یابد و یا به‌طور کلی از بین برود [۸]. بر همین اساس، به نظر می‌رسد در برنامه‌ریزی‌های تمرینی برای سالمندان و همچنین اجرای فعالیت‌هایی که دارای رویکرد پیشگیری و یا توان‌بخشی در این افراد هستند، می‌بایست توجه بیشتری به اجرای تمرینات ورزشی و فعالیت‌های حرکتی در محیط آب معطوف شود.

از آنجاکه محیط درون آب دارای خواص بی‌نظیری مانند شناوری، چسبندگی و فشار هیدروستاتیک^۴ می‌باشد، یک محیط امن برای گسترش اعتماد به نفس و کاهش تأثیر گرانش زمین در تحمل وزن به شمار می‌رود و به سالمندان این اجازه را می‌دهد که در یک محیط امن و بدون درد به تمرین یا فعالیت‌های بدنی مختلف بپردازند [۸، ۶]. مطالعات اخیر، فواید چندگانه تمرین در آب را در ارتباط با سالمندان گزارش کرده‌اند. این فواید شامل کاهش نوسانات پاسچر، افزایش قدرت عضلاتی، افزایش توانایی دست‌یابی^۵ و همچنین استقلال بیشتر در انجام کارهای روزمره می‌باشد [۹، ۱۰]. مطالعات دیگری نیز تأثیر تمرینات در آب را بر روی تعادل و تحرک‌پذیری سالمندان بررسی کرده‌اند که عمدتاً نتایج آن‌ها مبنی بر تأثیر مثبت این تمرینات بر تعادل سالمندان می‌باشد [۱۱-۱۳].

به‌طور کلی تمرینات آبی به ۲ دسته تمرینات در قسمت کم عمق و یا عمیق تقسیم می‌شوند. در تمرینات قسمت کم‌عمق معمولاً ارتفاع آب بین کمر و جناغ سینه آزمودنی‌ها قرار دارد و پای فرد نیز با زمین در تماس است. این درحالیست که در تمرینات قسمت عمیق استخر، فرد در شرایطی فعالیت می‌کند که با استفاده از یک وسیله کمکی مانند جلیقه نجات بر روی آب شناور شده است [۱۴، ۱۵]. گزارشات متعددی حاکی از ثمربخشی هر دوی این تمرینات در بهبود توانایی کنترل پاسچر سالمندان می‌باشد [۶، ۱۲، ۱۶-۲۰]؛ درحالی که تنها در تعداد محدودی از گزارشات پیشین به مقایسه اثر این تمرینات با یکدیگر پرداخته شده است. از طرفی به دانش ما تاکنون مشخص نشده است که اجرای تمرینات آبی در چه عمقی از استخر می‌تواند بیشترین تأثیر را در بهبود استراتژی‌های بازپایی تعادل سالمندان و انتقال آن از ران به سمت مچ پا داشته باشد. از آنجاکه برای رسیدن به حداکثر بهره‌وری از تمرینات ارائه‌شده، باید تمرینات در عمقی صورت بگیرند که بیشترین تحریک را برای بهبود تعادل سالمندان به ارمغان بیاورد.

سالمندی دوران حساسی از زندگی بشر است و توجه به مسائل و نیازهای این دوران یک ضرورت اجتماعی به شمار می‌رود. به گزارش اداره کل امور سالمندان سازمان بهزیستی ایران، شیب سن سالمندی در کشور ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای دنیا تند است؛ به‌طوری که طی ۴۰ سال آینده یک‌چهارم از جمعیت کشور را سالمندان تشکیل خواهند داد [۱]. گزارش‌ها حاکی از آن است که با افزایش روزافزون جمعیت سالمندان در جامعه، شیوع ناتوانی‌های جسمی نیز روزبه‌روز در حال افزایش است. چنان‌که این موضوع توجه بسیاری از سیستم‌های مراقبتی، بهداشتی و اجتماعی را به خود معطوف کرده است [۲]. ازجمله مشکلات جسمانی شایع در بین سالمندان که متعاقب برخی بیماری‌ها یا در اثر فرایند سالمندی رخ می‌دهند، کاهش تعادل و توانایی کنترل پاسچر^۱، افزایش نوسانات پاسچرال^۲ و به‌دنبال آن افزایش احتمال وقوع زمین‌خوردن در این افراد می‌باشد [۳].

تحقیقات نشان داده است که با ورود به دوره سالمندی، تغییراتی در عملکرد سیستم‌های اسکلتی-عضلاتی، دهلیزی، حسی-پیکری و همچنین بینایی افراد، به‌عنوان سیستم‌های فیزیولوژیک درگیر در تعادل رخ می‌دهد و سالمندان را در معرض بروز آسیب‌های جدی ناشی از عدم تعادل قرار می‌دهد [۴]. همچنین گزارشات حاکی از آن است که نشانه‌هایی از تغییرات مرتبط با سن در استراتژی‌های بازپایی تعادل^۳ وجود دارد که می‌تواند منجر به افزایش خطر زمین‌خوردن سالمندان شود [۵]. در همین راستا، گزارش شده است که افراد مسن نسبت به جوان‌ترها بیشتر تمایل دارند که از استراتژی ران به جای استراتژی مچ پا استفاده کنند. همین عامل که مربوط به تغییرات تخریبی در مکانیزم‌های عصبی، عضلاتی و یا اسکلتی می‌باشد، قادر است ریسک زمین‌خوردن را در بین سالمندان افزایش دهد [۵].

ازجمله عوارضی که ممکن است در اثر وقوع زمین‌خوردن برای سالمندان ایجاد شود می‌توان به برخی ناتوانی‌های جسمی اعم از شکستگی‌های استخوانی، بی‌حرکتی، از کارافتادگی و معلولیت‌های طولانی‌مدت و همچنین بروز مشکلات اجتماعی و روانشناختی شامل عدم اطمینان، کاهش اعتماد به نفس، محدودیت در تحرک و جابه‌جایی، ترس از سقوط و افتادن، افسردگی و همچنین کاهش استقلال در فعالیت‌های روزمره اشاره کرد [۶]. باتوجه به مشکلات برشمرده، تحقیقات بسیاری تاکنون در راستای بهبود توانایی‌های سالمندان انجام شده است که در این بین توجه به نقش ورزش در افزایش قابلیت‌های جسمانی و همچنین پیشگیری، به تأخیر انداختن و یا درمان مشکلات ناشی از فرآیند پیری بسیار حائز اهمیت است [۷].

1. Postural Control
2. Postural Sway
3. Balance Recovery Strategies

4. Hydrostatic Pressure
5. Reaching

بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی و مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات آبی در ۲ قسمت کم عمق و عمیق استخر بر ثبات پاسچر و استراتژی‌های بازبایی تعادل سالمندان و مقایسه نتایج آن با گروه کنترل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است و جامعه مورد بررسی آن را سالمندان بالای ۶۰ سال شهر کرمان تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب تعداد ۸۰ نفر از سالمندان داوطلب به‌عنوان جامعه آماری تحقیق انتخاب شدند و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و همچنین پرسش‌نامه ثبت اطلاعات فردی مربوط به تحقیق، مورد ارزیابی‌های بعدی قرار گرفتند. معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل مرد بودن، قرارداشتن در محدوده سنی ۶۰ تا ۷۰ سال و همچنین توانایی در راه رفتن و انجام فعالیت‌های روزمره بدون استفاده از وسیله کمکی بود [۲۱]. همچنین افرادی که دارای اختلالات مادرزادی، مشکلات ارتوپدی، نارسایی‌های عصبی-عضلانی، اختلالات بینایی و وستیبولار، سابقه عمل جراحی و آسیب‌های قبلی در اندام تحتانی بودند و همچنین افرادی که توانایی اجرای آزمون‌ها را نداشتند از تحقیق کنار گذاشته شدند [۲۲].

در ادامه برای تعیین حجم نمونه از نتایج مطالعات قبلی مشابه و همچنین فرمول شماره ۱ استفاده شد [۲۳، ۲۴]؛

$$1. N = (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 (S_1^2 + S_2^2) / (M_1 - M_2)^2$$

بر این اساس، تعداد ۴۵ نفر از افراد واجد شرایط باتوجه‌به اطلاعات جمع‌آوری‌شده و همچنین براساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق به‌عنوان آزمودنی انتخاب و به‌صورت تصادفی در ۳ گروه کم عمق (n=۱۵)، عمیق (n=۱۵) و کنترل (n=۱۵) قرار گرفتند. به‌منظور اندازه‌گیری نوسانات قامتی آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر از آزمون ثبات پاسچرال به‌وسیله دستگاه تعادلی بایودکس استفاده شد (CCI≥۰/۷۹).

بدین ترتیب بعد از توضیحات شفاهی در مورد دستگاه و نحوه انجام آزمون، هریک از آزمودنی‌ها با پای برهنه و با فاصله ۱ عرض شانه بین پاهایشان روی دستگاه بایودکس قرار گرفتند. بعد از ۱ مرتبه اجرای آزمون ثبات پاسچرال و آشنایی با چگونگی اجرای آن، تست اصلی را اجرا کردند. نتایج این آزمون بدین صورت تفسیر می‌شوند که هرچه نمره تعادل پایین‌تر باشد، نشان‌دهنده تعادل بیشتر فرد است. درجه ناپایداری سطح اتکا در تحقیق حاضر روی سطح ۸ تنظیم شده و مدت‌زمان اجرای هر آزمون ۲۰ ثانیه (۳ تکرار با فواصل استراحت ۱۰ ثانیه‌ای بین تکرارها) در نظر گرفته شده است. در نهایت پس از اینکه هر آزمودنی ۱ مرتبه آزمون را به‌صورت آزمایشی اجرا کرد و با نحوه کامل اجرا آشنا شد، تست اصلی به عمل می‌آمد.

برای ارزیابی مکانیزم‌های مورد استفاده جهت بازبایی تعادل از سیستم آنالیز حرکت با ۶ دوربین پر سرعت (رپتور-اچ دیجیتال^۷) ساخت کشور آمریکا استفاده شد. این سیستم دارای امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای به‌دست آوردن اطلاعات تصویری و پردازش آن‌هاست. برای اینکه حرکت آزمودنی برای دوربین‌ها قابل شناسایی باشد قبل از شروع آزمایش ۵ نشانگر رفلکسی بزرگ^۸ شکل بر روی زائده خار خاصه قدامی فوقانی^۹، تروکانتر بزرگ^۸ استخوان ران، اپی کندیل خارجی ران، قوزک خارجی پا و سر پنجمین استخوان کف پای نصب شد. به این ترتیب یک مدل ۲ بعدی ۴ قطعه‌ای شامل پا، ساق، ران و لگن برای محاسبه تغییرات دامنه حرکتی مفاصل مچ پا و ران هنگام اغتشاش در صفحه ساجیتال تعریف شد. مفصل مچ پا به‌عنوان زاویه بین پا و ساق در نظر گرفته شد، درحالی‌که مفصل ران به‌عنوان زاویه ایجادشده بین ران و لگن منظور شد [۲۲].

برای شروع آزمایش می‌بایست هر آزمودنی با پای برهنه و در حالی که بازوهایش به‌صورت ضرب‌دری روی سینه قرار گرفته بر روی تردمیل بایستد. پس از اینکه هر آزمودنی به حالت ثبات در محل انجام آزمایش رسید، اعمال آشفته‌گی از طریق حرکت کردن ناگهانی دستگاه تردمیل صورت می‌گرفت. درحقیقت بدون دادن آگاهی به آزمودنی، نوارگردان شروع به حرکت می‌کرد و آشفته‌گی در جهت قدامی-خلفی به پاسچر فرد اعمال می‌شد. سرعت حرکت اولیه تردمیل براساس طرح پایلوت برای تمامی آزمودنی‌ها ۱/۱ متر بر ثانیه تنظیم شده بود که موجب جابه‌جایی ۴۰ سانتی‌متری نوارگردان می‌شد. آزمودنی برای مقابله با بی‌ثباتی ایجادشده در اثر اعمال آشفته‌گی، درصدد تنظیم تعادل و ثبات بدن و بازگشت به وضعیت پیش از اعمال اغتشاش برمی‌آمد.

از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که بدون گام برداشتن با اغتشاش ایجادشده مقابله کنند و درصورت جابه‌جایی پاها حرکت تکرار می‌شد. در همین حین دوربین‌ها به‌مدت ۵ ثانیه [۲۵] دامنه حرکتی مفاصلی را که با نشان‌گر مشخص شده بود، ثبت می‌کردند. شروع ثبت اطلاعات از زمان حضور آزمودنی به حالت ثبات در محل انجام آزمایش در نظر گرفته می‌شد. محل استقرار آزمودنی‌ها باتوجه‌به محل قرارگیری پاها برعهده خود آزمودنی بود تا وضعیت معمول و راحت خویش را برگزینند. بر این اساس، هر آزمودنی ۳ بار حرکت را انجام می‌داد که به‌منظور انجام محاسبات و بررسی متغیرها، میانگین ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. در ضمن، فاصله زمانی ۳۰ ثانیه به‌عنوان زمان استراحت بین هر تکرار در نظر گرفته می‌شد.

7. Raptor-H digital real time system
8. Anterior superior iliac spine (ASIS)
9. Greater Trochanter

6. Vestibular

جمعیت‌شناختی از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد. نتایج این آزمون نیز در **جدول شماره ۲** ارائه شده است و نشان می‌دهد بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی گروه‌ها اختلاف معناداری وجود ندارد و گروه‌ها در این متغیرها همگن می‌باشند ($P > 0.05$). برای بررسی وجود اختلاف میان متغیرهای اندازه‌گیری شده در پیش‌آزمون بین گروه‌های تحقیق نیز از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد. بر این اساس، مشخص شد بین نمرات ثبات پاسچر و همچنین بین استراتژی‌های بازبایی تعادل گروه‌ها در پیش‌آزمون اختلاف معناداری وجود ندارد و گروه‌ها در این متغیرها نیز همگن می‌باشند ($P > 0.05$).

برای بررسی میزان تغییرات صورت گرفته در نوسانات قامتی و همچنین استراتژی‌های بازبایی تعادل آزمودنی‌ها از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی استفاده شد. نتایج این آزمون که در **جدول شماره ۳** ارائه شده است نشان داد بین نمرات ثبات پاسچر در گروه‌های تحقیق از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون اختلاف معناداری وجود دارد ($P < 0.05$)؛ این درحالیست که بین استراتژی‌های بازبایی تعادل این گروه‌ها در مدت مذکور اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P < 0.05$).

باتوجه به معنادار بودن نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی درخصوص نمرات ثبات پاسچر آزمودنی‌ها، به‌منظور تعیین میزان اختلاف موجود به‌صورت تفکیک‌شده بین گروه‌های مختلف تحقیق از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد نمرات ثبات پاسچر گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه کنترل به شکل معناداری بهبود یافته است. این درحالیست که بین نمرات ۲ گروه آزمایش با یکدیگر اختلاف معناداری مشاهده نشد (**جدول شماره ۴**). **تصویر شماره ۱** میزان تغییرات صورت گرفته در نمرات آزمودنی‌های تحقیق از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون به‌صورت درصد بیان می‌کند.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد اجرای ۸ هفته تمرینات آبی در هر ۲ قسمت کم‌عمق و یا عمیق استخر می‌تواند ثبات پاسچر سالمندان را در مقایسه با گروه کنترل به شکل معناداری بهبود بخشد. نتایج همچنین حاکی از آن بود که بین نمرات تعادلی آزمودنی‌ها پس از تمرین در قسمت کم‌عمق و یا عمیق استخر اختلاف معناداری وجود ندارد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل احتمالی برای بهبود تعادل آزمودنی‌ها پس از تمرین در هر ۲ قسمت کم‌عمق و یا عمیق استخر را می‌توان به افزایش قدرت عضلانی ناشی از تمرین در محیط آب نسبت داد. باتوجه به اینکه قدرت عضلانی از جمله مؤثرترین عوامل در بهبود توانایی کنترل پاسچر افراد به شمار می‌رود [۲۷].

درنهایت اطلاعات ثبت‌شده از نرم‌افزار به‌صورت فایل اکسل استخراج شده و به‌منظور محاسبه تغییرات کینماتیک صورت گرفته در مفاصل مچ پا و ران مورد بررسی‌های بعدی قرار گرفت. جهت بررسی میزان برتری هریک از استراتژی‌های مچ پا یا ران در سالمندان، از نسبت **فرمول شماره ۲** استفاده شد؛ بدین معنا که هر قدر این نسبت بزرگ‌تر باشد، بیانگر اتکای بیشتر روی استراتژی ران و هر قدر کوچک‌تر باشد، بیانگر استفاده بیشتر از استراتژی مچ پا جهت بازبایی تعادل می‌باشد [۲۶].

۲. نوسانات مفصل ران نوسانات مفصل مچ پا

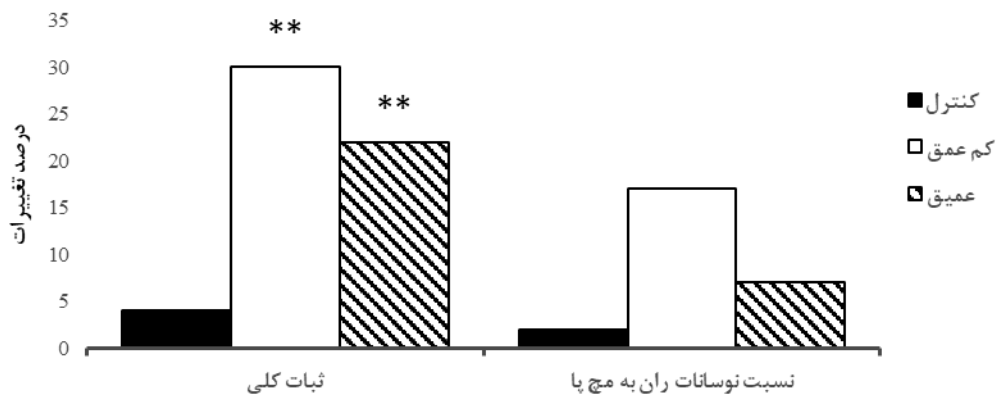
در ادامه گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته و به‌صورت ۳ جلسه در هفته به اجرای یک پروتکل تمرینات آبی در قسمت کم عمق و عمیق استخر پرداختند. تمرینات مذکور پیش از این در تحقیقات بسیاری مورد استفاده قرار گرفته و اثر مثبت آن‌ها بر بهبود توانایی کنترل پاسچر سالمندان به‌خوبی نشان داده شده است [۶، ۱۲، ۱۶-۲۰]. مدت زمان انجام محتوای هر جلسه تمرینی حدود ۴۵ دقیقه بود که با ۵ دقیقه گرم کردن شروع و با ۵ دقیقه سرد کردن هم پایان می‌یافت؛ باقیمانده جلسه نیز که حدود ۳۵ دقیقه بود به انجام تمرینات اصلی اختصاص پیدا می‌کرد (**جدول شماره ۱**). برای گروه کم‌عمق می‌بایست تمامی تمرینات در عمقی صورت می‌گرفت که آب در ارتفاع بین کمر و جناغ سینه آزمودنی‌ها قرار داشته باشد. همچنین آزمودنی‌های گروه کنترل در تمام مدت تحقیق در فعالیت خاص ورزشی شرکت نمی‌کردند و تنها به اجرای فعالیت‌های عادی روزمره می‌پرداختند [۲۳].

پس از اتمام ۸ هفته پروتکل تمرینات آبی برای گروه‌های آزمایشی، تمامی آزمودنی‌ها مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. تمامی اندازه‌گیری‌ها در هر ۲ مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در شرایط زمانی مشابه (ساعت ۹ تا ۱۲ ظهر) و توسط آزمون‌گرهای یکسان صورت می‌گرفت. درنهایت اطلاعات خام به‌دست‌آمده از متغیرهای تحقیق با استفاده از نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS و با بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بدین ترتیب پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک^{۱۰} و همچنین بررسی همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون^{۱۱}، جهت مقایسه میانگین اطلاعات گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی^{۱۲} استفاده شد.

یافته‌ها

خصوصیات مربوط به سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی^{۱۳} آزمودنی‌ها به تفکیک گروه مربوطه در **جدول شماره ۲** گزارش شده است. به‌منظور تعیین همگن بودن گروه‌ها در این خصوصیات

10. Shapiro-Wilk
11. Levene's
12. Two-way Mixed ANOVA
13. Body mass index



طب توانبخشی

تصویر ۱. درصد تغییر نمرات از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، ** اختلاف معنادار با گروه کنترل در سطح (۰/۰۵)

مشارکت در تمرینات آبی اشاره کرد. گزارشات حاکی از آن است که یکی از مهم‌ترین تغییرات در این بخش مربوط به دقت اطلاعات حس عمقی است که توسط دوک‌های عضلانی، ارگان‌های وتری گلژی، مکانورسپتورهای مفاصل و همچنین گیرنده‌های پوستی (گیرنده‌های تماسی) دریافت می‌شوند. در همین راستا، گزارش شده است که بهبود دقت حس عمقی مفاصل نقش غیرقابل انکاری در بهبود توانایی کنترل پاسچر دارد [۳۰]. اعتقاد بر آن است که آب به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند فشار هیدروستاتیک و غوطه‌وری، امکان وجود بازخوردهای حسی و حس عمقی را افزایش می‌دهد و از این طریق حس پایداری قوی‌تری را در آزمودنی‌ها ایجاد می‌کند [۲۳، ۳۱]. بدین ترتیب به نظر می‌رسد تمرین در محیط آب ضمن افزایش دقت حس عمقی مفاصل، برون‌دادهای سیستم کنترل وضعیت را نیز تحت تأثیر

اعتقاد بر آن است که تمرین در محیط آب می‌تواند نقش مهمی در افزایش قدرت عضلانی و متعاقباً بهبود ثبات پاسچر ایفا کند. درحقیقت تمرین در محیط آب مستلزم اجرای تمامی حرکات بدن با غلبه بر مقاومت آب می‌باشد. بنابراین اجرای این تمرینات به مثابه تمرین با وزنه‌هایی می‌باشد که به دست و پای افراد بسته شده که موجب می‌شود تمامی بخش‌هایی از بدن که در زیر آب قرار دارند در همه جهات با مقاومت زیادی روبه‌رو شوند [۲۸]. چنین وضعیتی در نهایت زمینه را برای افزایش فعالیت عضلانی و متعاقب آن برای توسعه قدرت عضلانی در اندام تحتانی آزمودنی‌ها فراهم می‌سازد [۲۹].

از دیگر عواملی که می‌تواند در بهبود تعادل سالمندان در هر ۲ گروه کم عمق و عمیق نقش داشته باشد، می‌توان به تغییر در سیستم‌های عصبی و ورودی‌های حسی آزمودنی‌ها پس از

جدول ۱. محتوای هر جلسه تمرینی

گروه		نوع تمرین	
تمرینات آبی کم عمق		تمرینات آبی در قسمت عمیق	
گرم کردن (۵ دقیقه)	راه رفتن با سرعت فزاینده در قسمت کم عمق استخر - تمرینات کششی عضلات بزرگ بدن	گرم کردن (۵ دقیقه)	راه رفتن با سرعت فزاینده در قسمت کم عمق استخر - تمرینات کششی عضلات بزرگ بدن
تمرین اصلی (۳۵ دقیقه)	راه رفتن رو به جلو با زانوی صاف (راه رفتن رژه‌ای) - راه رفتن رو به عقب با گام‌های بلند - راه رفتن جانبی با گام‌های بلند - راه رفتن با چرخش تنه - راه رفتن با توقف‌های متوالی روی تک‌پا - فلکشن و اکستنشن ران در وضعیت تک پا با زانوی صاف - فلکشن و اکستنشن شانه در وضعیت نیمه‌اسکات (۱۲×۳ تکرار) - ایداکشن و اداکشن افقی شانه در وضعیت نیمه‌اسکات (۱۲×۳ تکرار) - اجرای اکستنشن ران و زانو همزمان با پلاتنار فلکشن مچ پا و پس از آن فلکشن ران و زانو همزمان با دورسی فلکشن (۱۲×۳ تکرار)	تمرین اصلی (۳۵ دقیقه)	راه رفتن رو به جلو با زانوی صاف (راه رفتن رژه‌ای) - راه رفتن رو به عقب با گام‌های بلند - راه رفتن جانبی با گام‌های بلند - راه رفتن با چرخش تنه - راه رفتن با توقف‌های متوالی روی تک‌پا - فلکشن و اکستنشن ران در وضعیت تک پا با زانوی صاف - فلکشن و اکستنشن شانه در وضعیت نیمه‌اسکات (۱۲×۳ تکرار) - ایداکشن و اداکشن افقی شانه در وضعیت نیمه‌اسکات (۱۲×۳ تکرار) - اجرای اکستنشن ران و زانو همزمان با پلاتنار فلکشن مچ پا و پس از آن فلکشن ران و زانو همزمان با دورسی فلکشن (۱۲×۳ تکرار)
هر تمرین ۴ دقیقه	راه رفتن با سرعت کاهنده در قسمت کم عمق استخر - تمرینات کششی عضلات بالاتنه و پایین‌تنه	هر تمرین ۴ دقیقه	راه رفتن با سرعت کاهنده در قسمت کم عمق استخر - تمرینات کششی عضلات بالاتنه و پایین‌تنه
سرد کردن (۵ دقیقه)	راه رفتن با سرعت کاهنده در قسمت کم عمق استخر - تمرینات کششی عضلات بالاتنه و پایین‌تنه	سرد کردن (۵ دقیقه)	راه رفتن با سرعت کاهنده در قسمت کم عمق استخر - تمرینات کششی عضلات بالاتنه و پایین‌تنه

طب توانبخشی

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات آنتروپومتریکی گروه‌های تحقیق در پیش آزمون

متغیر	P	میانگین $\pm$ انحراف معیار		
		گروه عمیق	گروه کم عمق	گروه کنترل
سن (سال)	۰/۳۲۷	۶۴/۴۷ $\pm$ ۲/۹۰	۶۵/۴۰ $\pm$ ۳/۵۴	۶۳/۶۰ $\pm$ ۲/۲۹
قد (سانتی‌متر)	۰/۹۱۰	۱۶۸/۵۳ $\pm$ ۴/۵۳	۱۶۹/۳۳ $\pm$ ۵/۶۱	۱۶۸/۸۷ $\pm$ ۴/۹۶
وزن (کیلوگرم)	۰/۹۱۳	۶۹/۸۴ $\pm$ ۸/۰۶	۷۰/۸۰ $\pm$ ۶/۳۹	۷۰/۹۳ $\pm$ ۹/۱۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۰/۹۵۲	۲۴/۵۴ $\pm$ ۲/۳۸	۲۴/۷۳ $\pm$ ۲/۳۹	۲۴/۸۲ $\pm$ ۲/۵۵

طب توانبخشی

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای مقایسه نمرات گروه‌های تحقیق از پیش آزمون تا پس آزمون

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار		درصد تغییرات	اثر اصلی زمان		اثر اصلی گروه		اثر متقابل زمان $\times$ گروه	
		پیش آزمون	پس آزمون		P	F	P	F	P	F
ثبات کلی (درجه انحراف)	کنترل	۲/۸۷ $\pm$ ۰/۹۲	۲/۷۴ $\pm$ ۰/۷۷	۴/۵۲						
	کم عمق	۲/۴۵ $\pm$ ۰/۷۰	۱/۷۲ $\pm$ ۰/۴۸	۲۹/۷۹	۰/۰۰۱**	۲۷/۲۸	۵/۸۶	۱/۰۰۶**	۳/۷۷	۰/۰۳۱**
	عمیق	۲/۵۲ $\pm$ ۰/۶۴	۱/۹۵ $\pm$ ۰/۴۰	۲۲/۶۱						
نوسانات مفصل ران نوسانات مفصل مچ پا (درجه)	کنترل	۱/۹۵ $\pm$ ۱/۶۸۲	۱/۹۰۸ $\pm$ ۰/۸۹۷	۲/۵۵						
	کم عمق	۱/۳۶۸ $\pm$ ۰/۳۷۸	۱/۱۳۵ $\pm$ ۰/۳۲۳	۱۷/۵۴	۰/۳۲۵	۰/۵۹۰	۰/۲۱۳	۰/۶۸۵	۰/۴۲۰	۰/۴۸۶
	عمیق	۱/۵۲۱ $\pm$ ۰/۷۱۲	۱/۴۱۳ $\pm$ ۰/۶۵۵	۷/۲۳						

** معناداری در سطح ۰/۰۵

طب توانبخشی

قرار می‌دهد و با کاهش میزان نوسانات مرکز ثقل آزمودنی‌ها در محدوده سطح اتکا، نقش مهمی در بهبود ثبات پاسخ‌ر این افراد داشته است [۳۲].

تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر همچنین نشان داد اجرای ۸ هفته تمرینات آبی در هر ۲ قسمت کم عمق و یا عمیق استخر تأثیر معناداری بر استراتژی‌های باز یابی تعادل سالمندان ندارد ($P > 0/05$). درحقیقت به نظر می‌رسد استراتژی ران کماکان به عنوان استراتژی غالب این افراد برای باز یابی تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد و تغییرات صورت گرفته در اثر تمرینات

مذکور به شکلی نبوده است که بتواند استراتژی‌های باز یابی تعادل را از ران به سمت مچ پا انتقال دهد.

در توجیه این یافته‌ها می‌توان به نتایج برخی تحقیقات پیشین اشاره کرد که معتقدند ضعف عضلات دورسی فلکسور در سالمندان منجر به محدود شدن توانایی این افراد در تولید گشتاور مناسب مچ پا شده است و زمانی که گشتاور مناسب در مچ پا نتواند تولید شود، استراتژی ران به عنوان استراتژی ثانویه وارد عمل خواهد شد [۳۳]. این درحالیست که نتایج تحقیقات پیشین حاکی از آن است که مشارکت در تمرینات آبی با وجود اینکه

جدول ۴. نمرات آزمون تعقیبی بونفرونی در تحلیل واریانس ترکیبی مربوط به نمرات تعادلی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	تفاوت میانگین دو گروه	خطای انحراف استاندارد	P
ثبات کلی	کنترل-کم عمق	۰/۷۲	۰/۲۲۱	۰/۰۱۳**
	کنترل-عمیق	۰/۵۶	۰/۲۲۱	۰/۰۳۶**
	کم عمق-عمیق	-۰/۱۵	۰/۲۲۱	۰/۳۱۷

** معناداری در سطح ۰/۰۵

طب توانبخشی

اشاره کرد، به نحوی که تمرین در قسمت کم عمق آب به دلیل ایجاد شرایط زنجیره حرکتی بسته [۳۷، ۳۸] احتمالاً منجر به به کارگیری بیشتر گیرنده های حس عمقی در اندام تحتانی سالمندان شده و کاهش مطلوب تری در ریسک زمین خوردن این افراد به همراه داشته است.

۳. نوسانات مفصل ران نوسانات مفصل مچ پا

از دیگر دلایل احتمالی نیز می توان به مشابهت هرچه بیشتر تمرینات قسمت کم عمق استخر با آزمون مورد استفاده در تحقیق حاضر و قابلیت بالاتری که در انتقال توانایی های کسب شده پس از این تمرینات در مقایسه با تمرینات عمیق وجود دارد، اشاره کرد. در همین راستا گزارش شده است عضلات خلفی ساق و همچنین عضلات قدامی ران که به عنوان عضلات ضد جاذبه بدن شناخته می شود حتی در حالت ایستادن عادی و بدون اغتشاش هم به طور مداوم در حال انقباض هستند تا از به هم خوردن تعادل بدن جلوگیری کنند [۳۹].

به نظر می رسد اجرای تمرینات آبی در قسمت کم عمق استخر که تمرینات به صورت زنجیره حرکتی بسته و عمدتاً بر پایه ایجاد آشفستگی و برهم زدن تعادل افراد طراحی شده است منجر به فعال سازی هر چه بیشتر عضلات ضد جاذبه شده و احتمالاً بهبود مؤثرتری را در عملکرد این عضلات برای سالمندان به همراه داشته است. در خصوص تمرینات آبی عمیق به نظر می رسد با وجود آنکه اجرای این تمرینات می تواند باتوجه به ماهیت آن منجر به تقویت بیشتر سیستم وستیبولار نسبت به دیگر گروه ها شده باشد، اما باتوجه به زنجیره باز بودن نوع تمرینات در قسمت عمیق استخر [۲۰]، احتمالاً تغییرات محدودتری را در حس عمقی و همچنین قدرت عضلانی آزمودنی ها ایجاد کرده است و به همین دلیل مقدار پیشرفت در مقایسه با گروه تمرینات کم عمق تا حدودی کم تر می باشد.

در نهایت باید خاطر نشان کرد که در استفاده از نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر می بایست به محدودیت های آن نیز توجه ویژه ای شود؛ از جمله محدودیت های موجود در این تحقیق می توان به خروج سالمندان دارای نارسایی های عصبی، عضلانی و اسکلتی از تحقیق اشاره کرد که می تواند قابلیت تعمیم یافته ها به این افراد را محدود کند. همچنین در تحقیق حاضر شرایط روحی و روانی آزمودنی ها کنترل نشد که می تواند تا حدودی بر نتایج تحقیق اثر گذار باشد. از سوی دیگر، همان طور که اشاره شد در تحقیق حاضر از سیستم آنالیز حرکت در ارزیابی استراتژی های بازایی تعادل استفاده شده است که تنها قادر است آن بخش از اکتیویشن عضلات را شناسایی کند که منجر به حرکات زاویه ای در مفاصل آزمودنی ها شده اند. بدین ترتیب پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی و در صورت امکان تحقیق مشابهی با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی صورت گیرد که تغییر در فعالیت های

قدرت عضلات اندام تحتانی را به شکل معناداری ارتقا می بخشد، اما این میزان تقویت در عضلات دورسی فلکسور به شکلی نبوده است که بتواند تغییرات معناداری را در قدرت این عضلات ایجاد کند ($P > 0.05$). بدین ترتیب و باتوجه به تحقیقاتی که گزارش کرده اند مفاصل نزدیک به سطح اتکا به عنوان شرکت کنندگان اصلی در حفظ و بازایی تعادل محسوب می شوند [۳۴، ۳۵].

به نظر می رسد یکی از دلایل معنادار نبودن تغییرات مذکور در تحقیق حاضر احتمالاً مربوط به پیشرفت محدودی باشد که در برخی از عضلات اندام تحتانی به ویژه در عضلات دورسی فلکسور صورت گرفته است [۳۳]. اهمیت عملکرد این عضلات در بهبود استراتژی های بازایی تعادل زمانی نمود بیشتری پیدا می کند که به نحوه انتقال نیرو از مچ پا به زمین توجه داشته باشیم؛ یعنی جایی که تقابل نامناسب در برابر اغتشاشات اعمال شده به بدن می تواند منجر به فاصله گرفتن مرکز ثقل از قسمت مرکزی سطح اتکا شود و زمینه را برای انتقال استراتژی های بازایی تعادل به سمت ران فراهم آورد [۳۶]. البته این یافته ها با برخی گزارشات پیشین در تناقض است؛ به نحوی که شفیع و همکاران [۱۹] گزارش کردند که شرکت در تمرینات آبی قادر به تغییر معنادار در استراتژی های بازایی تعادل و انتقال آن از ران به سمت مچ پا می باشد. از دلایل احتمالی این امر می توان به تفاوت در روش های اندازه گیری و همچنین ابزار استفاده شده برای ارزیابی استراتژی های بازایی تعادل در این تحقیق اشاره کرد. به عبارتی به نظر می رسد استفاده از سیستم آنالیز حرکت در تحقیق حاضر و بهره گیری از روش های کینماتیک در ارزیابی استراتژی های بازایی تعادل منجر به آن شده است که تغییرات صورت گرفته در اکتیویشن عضلات به طور کامل قابل شناسایی نباشد و صرفاً قسمتی از آن مشاهده شود که منجر به حرکات زاویه ای در مفاصل مچ پا و ران آزمودنی ها شده است. این ارزیابی ها از طریق دستگاه الکترومیوگرافی می تواند تغییر در فعالیت های عضلانی را حتی اگر منجر به حرکات زاویه ای در مفاصل نشده باشند نیز به طور کامل شناسایی کند. بر همین اساس، می توان اظهار کرد که احتمالاً یکی از عوامل مؤثر در نتایج تحقیق حاضر، محدودیت های موجود و عدم دسترسی به دستگاه الکترومیوگرافی در زمان اجرای این تحقیق در شهر کرمان است که منجر به استفاده از روش های کینماتیک برای دستیابی به اهداف تحقیق شده است.

در ارتباط با نمرات ثبات پاسچر و همچنین استراتژی های بازایی تعادل برای ۲ گروه آزمایش، نگاه دقیق تری به جدول شماره ۳ و تصویر شماره ۱ نشان می دهد که با وجود عدم معناداری اختلاف بین نمرات این ۲ گروه تمرینی، لیکن نمرات ثبات پاسچر و همچنین نسبت فرمول شماره ۳ آزمودنی ها پس از تمرین در قسمت کم عمق استخر به شکل مؤثرتری بهبود یافته است ($P < 0.05$). در خصوص دلایل احتمالی این نتایج می توان به سازگاری های عصبی عضلانی به ویژه در اندام تحتانی آزمودنی ها

عضلاتی را حتی اگر منجر به حرکات زاویه‌ای در مفاصل نشده باشند نیز به‌طور کامل شناسایی کند و برخی محدودیت‌های موجود در تحقیق حاضر را پوشش دهد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی و باتوجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد اجرای تمرینات در محیط آب، صرف‌نظر از اینکه تمرین در چه عمقی صورت گرفته باشد، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود توانایی کنترل پاسجر سالمندان داشته باشد. این درحالیست که تمرینات مذکور تأثیر معناداری بر استراتژی‌های بازیابی تعادل سالمندان نداشته‌اند و حتی پس از مشارکت در اجرای این تمرینات استراتژی ران کماکان به‌عنوان استراتژی غالب این افراد برای بازیابی تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش، ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان، ایران در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.KMU.REC.1394.598 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله براساس پایان‌نامه مقطع دکتری آقای رامین بیرانوند رشته آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان به راهنمایی آقای دکتر منصور صاحب‌الزمانی می‌باشد. این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نشده است.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام افرادی که در انجام این تحقیق همکاری داشتند، قدردانی می‌شود.

References

- [1] Naemi Kia M, gholami A, Arab-Ameri A. [The effect of vision manipulation during walking exercise on functional balance and selected kinematic parameters of elderly women's gait (Persian)]. *Motor Behavior*. 2013; 5(13):41-56. [\[Link\]](#)
- [2] Abdoli B, Shams A, Shamsipour Dehkordi P. [The effect of practice type on static and dynamic balance in elderly 60-75-year-old women with no history of falling (Persian)]. *Daneshvar Medicin*. 2012; 19(97):43-50. [\[Link\]](#)
- [3] Almeida S, Soldara C, Carli G, Gomes I, Resende T. Analysis of extrinsic and intrinsic factors that predispose elderly individuals to fall. *Revista da Associacao Medica Brasileira*. 2012; 58(4):427-33. [\[Link\]](#)
- [4] Mousavi M, Ghazalian F. [Effect of eight weeks water resistance training with dark chocolate supplementation on the balance of the elderly (Persian)]. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2020; 28(8):2982-92. [\[DOI:10.18502/ssu.v28i8.4455\]](#)
- [5] Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzis F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neuroscience Letters*. 2003; 350(3):137-40. [\[DOI:10.1016/S0304-3940\(03\)00878-4\]](#) [\[PMID\]](#)
- [6] Resende SM, Rassi CM, Vania AP. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. *Braz Journal Physical Therapy*. 2008; 12(1):57-63. [\[Link\]](#)
- [7] Taheri M, Irandoost K, Yousefi S, Jamali A. [Effect of 8-week lower extremity weight-bearing exercise protocol and acute caffeine consumption on reaction time in postmenopausal women (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2017; 12(1):18-29. [\[DOI:10.21859/sija-120116\]](#)
- [8] Booth CE. Water exercise and its effect on balance and gait to reduce the risk of falling in older adults. *Activities, Adaptation & Aging*. 2004; 28(4):45-57. [\[DOI:10.1300/J016v28n04_04\]](#)
- [9] Abbasi A, Sadeghi H, Tabrizi HB, Bagheri K, Ghasemizad A. [Effects of aquatic balance training and detraining on neuromuscular performance and balance in healthy middle aged male (Persian)]. *Koomesh*. 2012; 13(3):345-53. [\[Link\]](#)
- [10] Abbasi A, Sadeghi H, Tabrizi HB, Bagheri K, Ghasemizad A, karimi Asl A. Effect of whole body vibration, aquatic balance and combined training on neuromuscular performance, balance and walking ability in male elderly able-bodied individual. *World Applied Sciences Journal*. 2011; 15(1):84-91. [\[Link\]](#)
- [11] Suomi R, Kocejka DM. Postural sway characteristics in women with lower extremity arthritis before and after an aquatic exercise intervention. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000; 81(6):780-5. [\[DOI:10.1016/S0003-9993\(00\)90111-4\]](#) [\[PMID\]](#)
- [12] 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. [\[DOI:10.1519/00139143-200304000-00001\]](#)
- [13] Avelar NC, Bastone AC, Alcântara MA, Gomes WF. Effectiveness of aquatic and non-aquatic lower limb muscle endurance training in the static and dynamic balance of elderly people. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2010; 14:229-36. [\[Link\]](#)
- [14] Aquatic Exercise Association. Aquatic fitness professional manual. Champaign: Human Kinetics; 2017. [\[Link\]](#)
- [15] Seyedjafari E, Sahebozamani M, Ebrahimipour E. [Effect of eight weeks of water exercises on deep part of the pool on the static balance of the elderly man (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2017; 12(3):384-93. [\[DOI:10.21859/sija.12.3.384\]](#)
- [16] Matias P, Costa M, Marinho D, Garrido N, Silva A, Barbosa T. Effects of a 12-Wks aquatic training program in body posture and balance. *British Journal of Sports Medicine*. 2013; 47(10):e3. [\[DOI:10.1136/bjsports-2013-092558.55\]](#)
- [17] Yennan P, Suputtitad A, Yuktanandana P. Effects of aquatic exercise and land-based exercise on postural sway in elderly with knee osteoarthritis. *Asian Biomedicine*. 2011; 4(5):739-45. [\[DOI:10.2478/abm-2010-0096\]](#)
- [18] Mohammadi A, Behpour N, Ghaeini S. [The effect of selected 8 weeks aquatic training on lower extremity, balance and strength in elderly men (Persian)]. *Journal of Sport Bioscience Researches*. 2012; 2(7):37-44. [\[Link\]](#)
- [19] Shafiee A, Daneshjoo A, Sahebozamani M. [The effect of eight weeks of water training on postural control and balance recovery strategies in 60-70 years old elderly men (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 10(6):1326-37. [\[DOI:10.32598/SJRM.10.6.20\]](#)
- [20] 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. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2008; 16(4):381-95. [\[DOI:10.1123/japa.16.4.381\]](#) [\[PMID\]](#)
- [21] Aslankhani MA, Farsi AR, Sohbati M. [The effect of aquatic exercise on balance and gait characteristics of healthy elderly inactive men (Persian)]. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2012; 8(2):279-88. [\[Link\]](#)
- [22] Anbarian M, Zareei P, Yalfani A, Mokhtary M. [The balance recovery mechanism following a sudden external anterior-posterior perturbation in individuals with Kyphosis (Persian)]. *Sports Sciences and Health Research*. 2010; 2(1):115-132. [\[Link\]](#)
- [23] Bagheri H. [The effect of 8-weeks aquatic exercise on balance strategy and knee joint position sense of 60-70 year old people (Persian)]. [MSc. Thesis]. Kerman: Shahid Bahonar University; 2014.
- [24] Chow SC, Wang H, Shao J. Sample size calculations in clinical research. New York: CRC press; 2007. [\[DOI:10.1201/9781584889830\]](#)
- [25] Hsiao-Weckler ET, Katdare K, Matson J, Liu W, Lipsitz LA, Collins JJ. Predicting the dynamic postural control response from quiet-stance behavior in elderly adults. *Journal of Biomechanics*. 2003; 36(9):1327-33. [\[DOI:10.1016/S0021-9290\(03\)00153-2\]](#) [\[PMID\]](#)
- [26] Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. [A survey on relationship between postural sway parameters and balance recovery strategies in older people (Persian)]. *Daneshvar Medicine*. 2016; 23(123):21-30. [\[Link\]](#)

- [27] MacRae PG, Lacourse M, Moldavon R. Physical performance measures that predict faller status in community-dwelling older adults. *The Journal of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*. 1992; 16(3):123-8. [DOI:10.2519/jospt.1992.16.3.123] [PMID]
- [28] Teymoori F, Dadkhah A, Shirazikhah M. Social welfare and health (mental, social, physical) status of aged people in Iran. *Middle East Journal of Age and Ageing*. 2006; 3(1):39-45. [Link]
- [29] Vandervoort AA, McComas AJ. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md: 1985). 1986; 61(1):361-7. [DOI:10.1152/jappl.1986.61.1.361] [PMID]
- [30] Shim AL, Steffen K, Hauer P, Cross P, Van Rysseghem G. The effects of balance training on stability and proprioception scores of the ankle in college students. *Intenational Journal of Kinesiology & Sport Scince*. 2015; 3(4):16-21. [DOI:10.7575/aiac.ijkss.v.3n.4p.16]
- [31] 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. [DOI:10.1016/j.sbspro.2012.05.458]
- [32] Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. The effect of 8 weeks aquatic exercise on postural control and balance recovery strategy of elderly men: A randomized controlled trial. *Medicina dello Sport*. 2018; 71(2):284-95. [DOI:10.23736/S0025-7826.17.03031-9]
- [33] Fujimoto M, Hsu WL, Woollacott MH, Chou LS. Ankle dorsiflexor strength relates to the ability to restore balance during a backward support surface translation. *Gait & Posture*. 2013; 38(4):812-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2013.03.026] [PMID]
- [34] Kerwin DG, Trewartha G. Strategies for maintaining a handstand in the anterior-posterior direction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001; 33(7):1182-8. [DOI:10.1097/00005768-200107000-00016] [PMID]
- [35] Wilson EL, Madigan ML, Davidson BS, Nussbaum MA. Postural strategy changes with fatigue of the lumbar extensor muscles. *Gait & posture*. 2006; 23(3):348-54. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2005.04.005] [PMID]
- [36] Lockhart TE. An integrated approach towards identifying age-related mechanisms of slip initiated falls. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008; 18(2):205-17. [DOI:10.1016/j.jelekin.2007.06.006] [PMID]
- [37] Zamanian F, Vesalinaseh M, Nourollahnajafabadi M, Asadysaravi S, Haghighi M. Comparison of the effects of aquatic exercise in shallow and deep water on postural control in elderly women with chronic knee osteoarthritis. *Life Science Journal*. 2012; 9(4):5768-71. [link]
- [38] Tavakol A, Daneshjoo A, Sahebozamani M. [Effect of six weeks shallow and deep water exercises on static balance and pain of girls with patellofemoral pain (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2016; 5(3):111-8. [link]
- [39] Horak FB. Postural control. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. *Encyclopedia of neuroscience*. Berlin: Springer; 2009. [DOI:10.1007/978-3-540-29678-2_4708]

This Page Intentionally Left Blank