



تأثیر تمرینات ورزشی در آب بر تعادل ایستا و پویا ورزشکاران سالمند آسیب دیده

حافظ بهزادی نژاد: دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (* نویسنده مسئول) hafezbehzadinejad@gmail.com

مظهره مصلحی: استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

محسن بهبودی: کارشناسی ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

مهدی خیامی: کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

شهین میرپور شیرخدا: کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

مونا سرحدی: استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

سالمند،
آسیب،
تعادل،
تمرین در آب

زمینه و هدف: آسیب های شدید در اندام تحتانی در سابقه ورزشی از عواملی می باشد که می تواند در سنین بالاتر مانند سالمندی افراد را درگیر عوارض ناشی از آسیب مانند مشکلات اسکلتی-عضلانی و یا اختلالات عملکردی مانند کاهش تعادل کند. بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرینات و فعالیت های ورزشی در آب بر تعادل ورزشکاران سالمند آسیب دیده بود.

روش کار: در این پژوهش نیمه تجربی، ۳۰ ورزشکار بازنشسته مبتلا به آسیب زانو و مچ پا، با نمونه گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تمرینات ورزشی در آب تقسیم شدند. تعادل پویا و تعادل ایستای آزمودنی ها قبل و بعد از مداخله تمرین، اندازه گیری شدند. مداخله شامل ۸ هفته تمرینات تعادلی در آب بود. برای آنالیز داده ها از آزمون های تی وابسته و تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر با استفاده از نرم افزار SPSS (26) استفاده شد.

یافته ها: پس از دوره تمرین افزایش معنی داری در تعادل ایستا ($F_{1,28} = 19.84, P = .001, \eta^2 = 0.524$) و تعادل پویا ($F_{1,28} = 55.33, P = .001, \eta^2 = 0.511$) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد.

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تمرینات منتخب ورزش در آب موجب بهبود تعادل ایستا و پویای ورزشکاران سالمند با سابقه آسیب های زانو و مچ پا شد. با توجه به این که افزایش تعادل می تواند از عوارض سالمندی مانند به هم خوردن تعادل و آسیب های ناشی از آن جلوگیری کند؛ بنابراین تمرینات ورزشی در آب می تواند برای سالمندانی که در سابقه ورزشی خود دچار مصدومیت های شدید مچ پا و زانو شده اند، مفید باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Behzadinezhad H, Moslehi M, Behboodi M, Khayami M, Mirpour Shirkhoda S, Sarhadi M. The Effect of Water Exercise on Static and Dynamic Balance of Injured Elderly Athletes. Razi J Med Sci. 2023;29(12): 240-250.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) صورت گرفته است.

The Effect of Water Exercise on Static and Dynamic Balance of Injured Elderly Athletes

- Hafez Behzadinezhad:** PhD in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Science, Tehran University, Tehran, Iran (* Corresponding author) hafezbehzadinejad@gmail.com
- Motahareh Moslehi:** Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Science, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran
- Mohsen Behboodi:** MSc in exercise Corrective Exercises and Sport Injuries, Department of Physical Education and Sports Science, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran
- Mehdi Khatami:** MSc in Sport Injuries & Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
- Shahin Mirpour Shirkhoda:** MSc, Department of Physical Education and Sport Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
- Mona Sarhadi:** Assistant Professor in Exercise Physiology Exercises and Sport Injuries, Department of Physical Education and Sports Science, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran

Abstract

Background & Aims: Aging is a period that is associated with gradual, progressive and spontaneous erosive changes in most organs and physiological functions of the body. In fact, human beings have many problems that affect their lives as they enter old age. Common physical problems among the elderly that occur as a result of certain diseases or as a result of the aging process include loss of balance, postural control, difficulty in gait and gait control, muscle atrophy, weakness and dysfunction, and decreased strength (1). Balance is a complex motor skill that describes the body's postural dynamics in preventing falls. With the onset of old age, changes in the function of the musculoskeletal system, vestibular system, sensory system and visual system occur as physiological systems involved in balance, and the elderly are exposed to serious injuries due to imbalance, including bone fractures and Prolonged disabilities (1, 2). It is one of the effective factors in improving the balance of athletic performance, but older people have problems in performing these exercises due to movement restrictions due to chronic pain, low level of physical fitness, as well as fear of imbalance and falling. Research has shown that water has a beneficial role in rehabilitation in injured people due to its special properties such as buoyancy, relaxing role on muscles and reducing tension, reducing pain caused by environmental stresses such as weight pressure on the lower extremities, as well as People with special disabilities, such as the elderly (9). According to the above, the aim of this study was to investigate the effect of exercises and sports activities in water on the balance of injured elderly athletes.

Methods: In this quasi-experimental study, 30 retired athletes with knee and ankle injuries were selected by purposive sampling and randomly divided into two groups of control and water exercise. Dynamic balance and static balance of subjects were measured before and after the exercise intervention. The star excursion balance test (7) was used to measure static balance and the star balance test (11) was used to measure the dynamic balance of the subjects. The intervention included 8 weeks of water balance exercises. SPSS version 26 was used for data analysis software.

Results: The results showed that in the static equilibrium index, the main effect of test sessions ($F_{1,28} = 184.90$, $P = .001$, $\eta^2 = 0.738$) and group ($F_{1,28} = 19.84$, $P = .001$, $\eta^2 = 0.524$) was significant. In the dynamic equilibrium index, the main effect of the test sessions

Keywords

Elderly,
Injury,
Balance,
Exercise in water

Received: 07/01/2023

Published: 04/03/2023

($F_{1,28}= 317.40$, $P= .001$, $\eta^2= 0.689$) and the group ($F_{1,28}= 55.33$, $P= .001$, $\eta^2= 0.511$) was significant.

Conclusion: The results of this study showed that selected water sports exercises improved static and dynamic balance of elderly athletes with a history of knee and ankle injuries. The results of the present study are in line with the results of previous research, including the research of Guillamón et al. (2019), Askari et al. (2018), Padua et al. (2018), Mousavi and Ghazalian (2020) and Dokht Abdiyan et al. (2016), all of which have beneficial effects of exercise in water mentioned (8, 12-15) was consistent. Retired Athletes are a group of seniors who, in addition to the problems that arise in the normal course of old age, are also involved in chronic injuries during their professional sports career. In some cases, the presence of such chronic sports injuries can increase the problems many times over. Exercise in water can improve the motor function (9, 10) of the elderly by developing the capabilities of the central nervous system as well as motor coordination. One of the limiting factors of motor function in injured people is chronic pain caused by injury (16). It has also been shown that these individuals are limited in their daily activities due to chronic pain and excitatory stress-induced stress (17, 18); On the other hand, to prevent age-related complications that include the destructive process of the nervous system as well as skeletal muscles, and exercise can be a preventive and therapeutic process (18). The use of the aquatic environment due to its properties can reduce the fear of falling in the elderly with the buoyancy it creates (9, 10); Therefore, the elderly can easily exercise and enjoy the benefits of exercise. On the other hand, due to the fact that body weight on land causes pressure on the lower limbs and thus increases stress on nerve endings and as a result increases pain in injured limbs, they usually have problems for training on land; Therefore, according to the characteristics of aquatic environments, these people can benefit from the benefits of rehabilitation exercises as well as physical activities by adjusting their weight due to the special conditions of water (19, 20). In general, it can be said that exercising in water by increasing neuromuscular function improves balance in elderly athletes with a history of lower limb injuries. Balance and gait problems and maintaining a proper walking pattern are complications of aging that are much more severe in the elderly with a history of severe sports injuries to the knee and ankle. Exercise has its limitations due to the physiological problems of the aging process, especially those suffering from diseases such as osteoarthritis, chronic joint injuries, and mobility disabilities. Therefore, despite the benefits of physical exercise, it should be considered that doing this type of exercise on land due to some psychological and physical problems of old age, especially in people who suffer from diseases and injuries such as joint pain and have limitations. They are, it is difficult. Therefore, due to the low risk nature of water, water exercises can be used to improve balance and gait indicators. The results of the present study showed that participation in 8 weeks of selected water sports exercises led to improved gait parameters such as stride length, step frequency, walking speed and endurance as well as static and dynamic balance in elderly athletes with a history of severe knee and ankle injuries. This exercise method can be used to prevent the complications of old age, especially in the elderly who have a strong sports history and have suffered severe ankle and knee injuries during their professional sports.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Cite this article as:

Behzadinezhad H, Moslehi M, Behboodi M, Khayami M, Mirpour Shirkhoda S, Sarhadi M. The Effect of Water Exercise on Static and Dynamic Balance of Injured Elderly Athletes. *Razi J Med Sci.* 2023;29(12): 240-250.

*This work is published under [CC BY-NC-SA 3.0 licence](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).

مقدمه

سالمندی دوره‌ای است که با تغییرات فرسایشی تدریجی، پیش‌رونده و خودبه‌خودی در بیشتر دستگاه‌ها و عملکردهای فیزیولوژیک بدن همراه است. در واقع انسان‌ها با ورود به دوره سالمندی دچار مشکلات فراوانی شده که زندگی آنان را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. از جمله مشکلات جسمانی شایع در بین سالمندان که متعاقب برخی بیماری‌ها یا در اثر فرایند سالمندی رخ می‌دهد، کاهش تعادل، کنترل پاسچر، مشکل در کنترل گام و راه رفتن، آتروفی عضلات، ضعف و اختلال عملکردی و کاهش قدرت است (۱).

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که مچ پا دومین موضع شایع بدن است که در ورزشکاران سالمند دچار آسیب می‌شود؛ که به علت آسیب وارد بر گیرنده‌های حس عمقی و کاهش تعادل، خطر بازگشت مجدد آن زیاد است. تعدادی از پیچ خوردگی‌های جانبی، با رویکرد درمانی حفاظتی بهبود می‌یابند، در حالی که تعدادی دیگر درد ماندگار، ضعف، اسپیرین‌های مجدد و علائم بی‌ثباتی و خالی کردن را به دنبال دارند که این مسئله عملکرد رفتاری و حرکتی ورزشکاران سالمند را تحت تاثیر قرار داده است (۲، ۳).

در پژوهش‌ها برای بررسی و تعیین میزان استقلال افراد سالمند، به تعادل در حین انجام فعالیت‌های روزمره استناد می‌شود (۴، ۵). در اثر افزایش سن، علت اصلی افتادن، که سالانه حدود یک سوم سالمندان آن را تجربه می‌کنند و بیشتر از نیمی از این افتادن‌ها نیز در حین انجام فعالیت‌های روزمره اتفاق می‌افتد، ناشی از کاهش تعادل می‌باشد (۶، ۷). تعادل یک مهارت حرکتی پیچیده است که پویایی پاسچر بدن را در پیشگیری از سقوط تو صیف می‌کند (۸). با ورود به دوره سالمندی تغییراتی در عملکرد سیستم‌های اسکلتی-عضلانی، سیستم دهلیزی، سیستم حسی-پیکری و سیستم بینایی، به عنوان سیستم‌های فیزیولوژیک درگیر در تعادل، رخ می‌دهد و سالمندان را در معرض آسیب‌های جدی ناشی از عدم تعادل از جمله شکستگی‌های استخوانی و معلولیت‌های طولانی قرار می‌دهد (۱، ۲). پادوئا و همکاران (۲۰۱۸) مطالعه‌ای با عنوان "فعالیت‌های ورزشی در آب و خشکی به عنوان تمرینات جسمانی در افراد مسن" انجام دادند. ۱۳۲ فرد سالمند

(۵/۵ ± ۶۸/۹ سال) به مدت ۸ ماه (۲ بار در هفته به مدت ۵۰ دقیقه) فعالیت‌های ورزشی در آب و خشکی را انجام دادند و انعطاف‌پذیری، قدرت پا و شکم و تعادل قبل و بعد از برنامه تمرینی اندازه‌گیری شد. در هر دو گروه تمرین موجب بهبود متغیرهای اندازه‌گیری شد اما تمرین در آب موجب بهبود بیشتر در تعادل و قدرت عضلات شکمی شد (۹). تحقیقات نشان داده است که آب به دلیل خواص ویژه‌ای که دارد از جمله خاصیت شناوری، نقش آرام بخش بر عضلات و کاهش تنش، کاهش درد ناشی از استرس‌های محیطی مانند فشار وزن بر اندام تحتانی، نقش مفیدی در توانبخشی در افراد مصدوم و همچنین افراد دارای محدودیت‌های خاص مانند سالمندان دارد (۱۰). همچنین تحقیقات علمی نشان داده است که تمرین در آب موجب توسعه آمادگی جسمانی، قابلیت‌های سیستم عصبی مرکزی و همچنین بهبود عملکرد عصبی-عضلانی می‌شود (۱۰، ۱۱).

به دلیل شیوع این مسئله برای افراد فعال مثل ورزشکاران سالمند، اهمیت ارائه یک پروتکل توانبخشی ورزشی می‌تواند در پیشگیری از وقوع آسیب و بهبود تعادل اثرگذار باشد. با توجه به این که پاتولوژی آسیب نامعلوم گزارش شده و این که در خصوص اثرگذاری پروتکل‌های توانبخشی ورزشی ارائه شده در پیشگیری از آسیب و بهبود تعادل ورزشکاران سالمند، شواهد ضد و نقیضی وجود دارد؛ بنابراین محقق بر آن شد تا با رویکردی نوین در استفاده از ابزارهایی که با بازآموزی ثبات دهنده‌ها، احتمال پیشگیری از آسیب و تعادل را افزایش می‌دهند، در پیشگیری از وقوع مجدد آسیب گامی کارا بردارد.

روش‌های تمرینی معمول جهت رفع این مشکل در سالمندان شامل به کارگیری تمرینات و فعالیت‌های فیزیکی و تعادلی می‌باشد (۱، ۹). استفاده از تمرین بدنی به عنوان یک وسیله ارزان قیمت، قابل دسترس، غیر تهاجمی و کم خطر در حفظ سلامتی و تحرک و حفظ یا بازیابی تعادل و پیشگیری از افتادن و آسیب‌های ناشی از آن اهمیت دارد. با این حال انجام این نوع تمرینات به علت مسائل فیزیولوژیکی فرآیند پیری، بخصوص افرادی که از بیماری‌هایی نظیر آرتروز، آسیب‌های مفصلی مزمن و ناتوانی‌های حرکتی رنج

می‌برند، دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. با توجه به اینکه تمرین در محیط آب ویژگی‌های بی‌نظیری مانند شناوری، چسبندگی، فشار هیدرواستاتیک و کاهش تحمل وزن، دارد که آن را محیطی مناسب برای افزایش اعتماد به نفس مصدومان در عین حال ناپایداری و اغتشاشات فراوان، می‌باشد. هنگامی که از محیط استخر برای تمرین اندام تحتانی استفاده می‌شود، افراد سعی در مقاومت و ایستادگی در آب جهت حفظ ثبات پاسچر می‌کنند در حالی که حرکت و تلاطم آب نقش مهمی در اضافه بار سیستم‌های کنترل پاسچر به ویژه ایستادن روی یک پا بازی می‌کند. با این حال؛ جست‌وجو در ادبیات پیشین، مطالعه‌ای که در زمینه استفاده از وسایل تعادلی با هدف پیشگیری از آسیب و بهبود تعادل ایستا و پویا در آب انجام شده باشد، یافت نشد، که نشان دهنده ضرورت تحقیق حاضر می‌باشد.

با توجه به اثرات تایید شده مثبت آب بر توانبخشی افراد آسیب دیده، هدف محقق بررسی تاثیر یک دوره هشت هفته‌ای تمرینات تعادلی در آب، بر تعادل ایستا و پویای ورزشکاران سالمند بود.

روش کار

جامعه آماری پژوهش نیمه تجربی حاضر، ورزشکاران سالمند دارای آسیب دیدگی زانو و مچ پا در شهر قم بودند؛ از بین این افراد، ۳۰ نفر (میانگین سن ۶۷/۶، میانگین قد ۱۶۸/۴۲ و وزن ۷۳/۶۸)، به روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تمرین (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود به تحقیق آزمودنی‌ها شامل: محدوده سنی ۶۵-۷۰ سال، سابقه حداقل یک‌بار پیچ‌خوردگی حاد مچ پا و پس از آن سابقه حداقل دو بار پیچ‌خوردگی مزمن بود و اینکه هیچ یک از آزمودنی‌ها در ۳ ماه گذشته دچار پیچ‌خوردگی حاد مچ پا نشده باشند. معیارهای خروج از تحقیق آزمودنی‌های عبارت بودند از: نشانه‌های داشتن اسپرین حاد مانند التهاب در شش هفته گذشته، هر گونه ناهنجاری ساختاری در اندام تحتانی، افراد مبتلا به بیماری‌های پوستی و عفونی، نارسایی قلبی، زخم باز، صرع و انواع حساسیت

بودند. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، روند تحقیق برای این افراد شرح داده شد تا افراد به صورت داوطلبانه در پروتکل تحقیق شرکت کنند. پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه توسط شرکت‌کنندگان، پیش‌آزمون شامل ارزیابی تعادل ایستا و تعادل پویا اجرا شد. سپس از گروه کنترل خواسته شد به زندگی روزمره و طبیعی خود ادامه دهند در حالی که گروه ورزش در آب به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته (مجموعاً ۲۴ جلسه) در تمرینات طراحی شده شرکت کردند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، پس‌آزمون دقیقاً مشابه با پیش‌آزمون اجرا شد.

برای جمع‌آوری اطلاعات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، مدت زمان ورزش حرفه‌ای، نوع آسیب‌های شدید تهیه شد. قبل از تکمیل پرسشنامه توسط آزمودنی‌ها تمام سؤالات پرسشنامه به طور کامل و روشن توسط محقق توضیح داده شد تا افراد به روشنی به سؤالات پاسخ دهند. به منظور اندازه‌گیری تعادل ایستا با استفاده از آزمون تعادلی لک لک (۱۲)، آزمودنی‌ها دست‌های خود را بر روی ران‌های خود قرار دادند، در حالی که کف پای غیر ستون در مقابل ناحیه داخلی پای ستون قرار گرفته بود. آزمودنی با حفظ این وضعیت تا حد ممکن بر روی پای ستون خود می‌ایستاد. هرگاه دست‌ها از ران‌ها جدا شد و یا کف پای غیرستون از زانوی پای ستون جدا می‌شد، رکورد هر فرد ثبت می‌شد. در نمونه اصلی این آزمون، فرد باید تا حد ممکن روی سینه پای ستون بایستد که چون انجام این آزمون با این شرایط برای افراد مسن امکان‌پذیر نبود، آنان بر روی کل سطح کف پا انجام دادند. همچنین در طول انجام آزمون، آزمودنی باید به علامتی که در مقابل صورت او و در فاصله ۴ متری واقع شده است نگاه کند.

به منظور ارزیابی تعادل پویا از آزمون تعادلی ستاره (۷) استفاده شد. در این آزمون ۸ جهت با زاویه ۴۵ درجه به صورت ستاره روی زمین رسم شد. برای شروع آزمون آزمودنی‌ها در مرکز ستاره می‌ایستادند و بر روی پای برتر (پای اتکا) قرار می‌گرفتند و با پای دیگر در جهتی که آزمونگر بصورت تصادفی تعیین می‌کرد تا

جدول ۱- پروتکل تمرینی

فعالیت‌های مربوط به گام برداری	
۱.	گام برداری نظامی به جلو: ۲۵-۲۰ گام
۲.	راه رفتن هماهنگ: ۲۵-۲۰ گام
فعالیت‌های ورزشی	
۱.	گام برداری نظامی در جا (رژه رفتن)
۲.	دور کردن و نزدیک کردن مفصل ران
۳.	خم کردن کم و خفیف مفصل زانو
۴.	ایستادن روی یک پا
۵.	حرکت استراید (باز و بسته کردن پاها و دست‌ها بصورت همزمان)
۶.	نشستن و بلند شدن در کنار دیواره‌های استخر (اسکات پا)
۷.	خم و باز کردن مفصل ران
۸.	بلند شدن روی پاشنه و پنجه پا
۹.	حرکت اسکی (عوض کردن جای پاها)
۱۰.	انتقال وزن از یک پا به پای دیگر
۱۱.	چرخش ۳۶۰ درجه، چرخیدن دور یک مربع فرضی

آزمودنی‌ها مانند سن، وزن و قد بین دو گروه وجود نداشت.

در جدول ۳، به شاخص تعادل ایستا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه کنترل و تمرینات منتخب ورزش در آب ارایه شده است.

در جدول ۴، به شاخص تعادل پویا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه کنترل و تمرینات منتخب ورزش در آب ارایه شده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (جدول ۵) نشان داد که اثر اصلی جلسات آزمون این معنی که بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد که اثر اصلی گروه (F_{1,28}= 19.84, P= .001, η²= 0.524) نیز معنی‌دار بود و بین نمرات کسب شده در دو گروه کنترل و تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در نتایج بدست آمده مشخص است که اثر تعاملی جلسات آزمون و گروه (F_{1,28}= 28.05, P= .001, η²= 0.609) نیز معنی‌دار بود.

با توجه به معنی‌داری اثر تعاملی در ادامه به منظور تعیین محل اختلاف‌ها به منظور مقایسه نمرات کسب

جایی که خطا نکند (پای اتکا از مرکز ستاره حرکت نکند، یعنی حفظ سطح اتکا حین عمل دستیابی، روی پای غیر برتر که عمل دستیابی انجام می‌دهد هنگام تماس بخش دیاستال آن با زمین تکیه نکند یا شخص نیفتد) عمل دستیابی را انجام دادند و به حالت طبیعی روی دو پا بر می‌گشتند. فاصله محل تماس پای آزاد تا مرکز ستاره در هر جهت به عنوان فاصله دستیابی در نظر گرفته شد. هر آزمودنی هر یک از جهات را سه بار انجام دادند و در نهایت میانگین فاصله دستیابی محاسبه شد و بر اندازه طول پا (بر حسب سانتی متر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد و فاصله دستیابی بر حسب درصدی از اندازه طول پا به دست آمد. نمره بدست آمده به عنوان نمره کسب شده توسط فرد به عنوان نمره تعادل پویای وی ثبت شد.

برنامه تمرینی طراحی شده شامل ۸ هفته برنامه تمرینی با تکرار ۳ بار در هفته انجام شد. این برنامه تمرینی یک برنامه پیش‌رونده بود و شدت تمرین با گذشت زمان بیشتر می‌شد. شدت و پیشرفت برنامه منطبق بر توانایی ورزشکاران سالمند اعمال شد. برنامه شامل ۵ تا ۱۰ دقیقه گرم کردن (تحرك مفاصل و حرکات کششی) و به دنبال آن انجام پروتکل تمرینی (جدول ۱) بود (۱۳).

به منظور تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات به دست آمده در بخش توصیفی از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. در بخش تجزیه و تحلیل استنباطی نیز از آزمون‌های شاپیرو-ویلک و لون به ترتیب برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس استفاده شد؛ همچنین از آزمون‌های تی وابسته و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد و سطح معنی‌داری (P ≤ ۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مطابق نتایج ارائه شده در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری در اطلاعات جمعیت‌شناختی

جدول ۲- توصیف ویژگی‌های نمونه‌های پژوهش

ویژگی جمعیت شناختی	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	تعداد
سن	کنترل	۶۷/۱۷	۲/۰۸	۱۵
	تمرین	۶۸/۴۷	۲/۲۳	۱۵
قد	کنترل	۱۷۷/۳۲	۵/۳۲	۱۵
	تمرین	۱۷۶/۸۷	۶/۴۴	۱۵
وزن	کنترل	۷۸/۱۴	۷/۸۷	۱۵
	تمرین	۸۱/۳۲	۸/۴۶	۱۵

جدول ۳- تعادل ایستا سالمندان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	مرحله آزمون	میانگین	انحراف استاندارد
کنترل	پیش‌آزمون	۲۴/۲۵	۳/۸۱
	پس‌آزمون	۲۵	۳/۱۶
تمرین	پیش‌آزمون	۲۴/۳۳	۴/۲۲
	پس‌آزمون	۴۶/۱۶	۴/۰۶

جدول ۴- تعادل پویا سالمندان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	مرحله آزمون	میانگین	انحراف استاندارد
کنترل	پیش‌آزمون	۳۳/۸۴	۳/۹۷
	پس‌آزمون	۳۴/۳۳	۳/۹۶
تمرین	پیش‌آزمون	۳۳/۱۲	۳/۸۰
	پس‌آزمون	۵۶/۳۲	۴/۳۰

است که اثر تعاملی جلسات آزمون و گروه ($F_{1,28}=291.89, P=.001, \eta^2=0.642$) نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

با توجه به معنی‌داری اثر تعاملی در ادامه به منظور تعیین محل اختلاف‌ها به منظور مقایسه نمرات کسب شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر گروه از آزمون t وابسته استفاده شد. نتایج آزمون t وابسته برای گروه کنترل و آزمایش به ترتیب در جدول ۸ نشان داده شده است.

نتایج آزمون t وابسته (جدول ۸) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمرات تعادل پویا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل وجود نداشت ولی افزایش معنی‌داری در تعادل پویا در گروه تمرین نسبت به مرحله پیش‌آزمون مشاهده شد.

شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر گروه از آزمون t وابسته استفاده شد. نتایج آزمون t وابسته برای گروه کنترل و آزمایش به ترتیب در جدول ۶ نشان داده شده است.

همانطور که در جدول ۶ مشخص است، نتایج آزمون t وابسته نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمرات تعادل ایستا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل وجود نداشت ولی افزایش معنی‌داری در تعادل ایستا در گروه تمرین مشاهده شد ($P=0.001$).

همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (جدول ۷) نشان داد که اثر جلسات آزمون ($F_{1,28}=317.40, P=.001, \eta^2=0.689$) معنی‌دار بود همچنین اثر اصلی گروه ($F_{1,28}=55.33, P=.001, \eta^2=0.511$) نیز معنی‌دار بود و مشخص است که بین نمرات کسب شده در دو گروه کنترل و تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در نتایج بدست آمده مشخص

جدول ۵- خلاصه نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه نمرات تعادل ایستا

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	P	η^2
اثر اصلی جلسات آزمون	۱۸۴/۹۰	۱و۲۸	۱۸۴/۹۰	۵۰/۶۵	*./۰۰۱	۰/۷۳۸
اثر اصلی گروه	۱۸۴/۹۰	۱و۲۸	۱۸۴/۹۰	۱۹/۸۴	*./۰۰۱	۰/۵۲۴
اثر تعاملی جلسات آزمون و گروه	۱۰۲/۴۰	۱و۲۸	۱۰۲/۴۰	۲۸/۰۵	*./۰۰۱	۰/۶۰۹

جدول ۶- نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه تعادل ایستا

گروه	میانگین اختلافها	انحراف استاندارد اختلافها	T	درجه آزادی	P
کنترل	۱/۱	۳/۳۱	۱/۰۴	۱۴	۰/۳۲۱
تمرین	۷/۵	۱/۹۰	۱۲/۴۸	۱۴	*./۰۰۱

*P≤0/05

جدول ۷- خلاصه نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه نمرات تعادل پویا

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	P	η^2
اثر اصلی جلسات آزمون	۱۶۸۲/۹۳	۱و۲۸	۱۶۸۲/۹۳	۳۱۷/۴۰	*./۰۰۱	۰/۶۸۹
اثر اصلی گروه	۱۳۵۷/۳۳	۱و۲۸	۱۳۵۷/۳۳	۵۵/۳۳	*./۰۰۱	۰/۵۱۱
اثر تعاملی جلسات آزمون و گروه	۱۵۴۷/۶۸	۱و۲۸	۱۵۴۷/۶۸	۲۹۱/۸۹	*./۰۰۱	۰/۶۴۲

جدول ۸- نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه تعادل پویا

گروه	میانگین اختلافها	انحراف استاندارد اختلافها	T	درجه آزادی	P
کنترل	۰/۴۸۵	۰/۸۹۳	۱/۸۸	۱۴	۰/۰۸۶
تمرین	۲۳/۱۹	۴/۵۱	۱۷/۷۸	۱۴	*./۰۰۱

*P≤0/05

بحث

حرکتی و استقامت عمومی سالمندان بهبود بیشتری نسبت به تمرین در خشکی ایجاد کرد (۱۴). در تحقیق پادونا و همکاران (۲۰۱۸)، ۱۳۲ فرد سالمند به مدت ۸ ماه فعالیت‌های ورزشی در آب و خشکی را انجام دادند و انعطاف‌پذیری، قدرت پا و شکم و تعادل قبل و بعد از برنامه تمرینی اندازه‌گیری شد. در هر دو گروه تمرین موجب بهبود متغیرهای اندازه‌گیری شد اما تمرین در آب موجب بهبود بیشتر در تعادل و قدرت عضلات شکمی شد؛ همچنین نتایج تحقیق پادونا نشان داد که شرکت در تمرینات ورزشی در آب برای افراد سالمند سودمند بوده و بر تمرینات ورزشی در خشکی ارجحیت دارد (۹). موسوی و غزالیان (۱۳۹۸) در تحقیقی به بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی در آب به همراه مکمل یاری شکلات تلخ بر تعادل سالمندان پرداختند و نتایج این تحقیق نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی در آب و مکمل یاری شکلات تلخ می‌تواند باعث بهبود تعادل و کیفیت زندگی سالمندان شود

نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات پیشین از جمله تحقیقات گویلومن و همکاران (۲۰۱۹)، عسگری و همکاران (۲۰۱۸)، پادونا و همکاران (۲۰۱۸)، موسوی و غزالیان (۱۳۹۸) و دخت‌عبدیان و همکاران (۱۳۹۵) که همگی بر اثرات سودمند تمرین در آب اشاره کرده‌اند (۹، ۱۷-۱۴)، همسو است. گویلومن و همکاران (۲۰۱۹) به طور تصادفی تحقیقاتی که در این زمینه بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ روی افراد سالمند با دامنه سنی ۶۰ تا ۹۰ سال انجام شده بود را مورد بررسی قرار دادند. مداخلات تمرینی در این مطالعات دامنه‌ای از ۲ تا ۲۴ هفته بودند و تعداد جلسات در هفته ۲ تا ۳ بار در هفته انجام شده بود و مدت تمرین در هر جلسه بین ۴۰ تا ۹۰ دقیقه بود؛ آنها گزارش کردند که تمرینات ویژه در آب نقش مفیدی بر بهبود عملکرد حرکتی در سالمندان دارد (۱۵). عسگری و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که ۶ هفته تمرین در آب در توانایی

منافع تمرینات ورزشی استفاده می‌کنند. از طرف دیگر با توجه به اینکه وزن بدن در خشکی موجب اعمال فشار به اندام تحتانی و در نتیجه افزایش استرس به پایانه های عصبی و در نتیجه افزایش درد در اندام های مصدوم می‌شود، معمولاً برای تمرینات در خشکی دچار مشکلاتی هستند؛ به همین دلیل با توجه به ویژگی های محیط های آبی این افراد می‌توانند با تعدیل وزن به خاطر شرایط ویژه آب از منافع تمرینات توانبخشی و همچنین فعالیت های بدنی بهره مند شوند (۲۲، ۲۳). در مجموع می‌توان گفت که تمرینات ورزشی در آب با افزایش عملکرد عصبی-عضلانی موجب بهبود تعادل در افراد سالمند ورزشکار با سابقه آسیب در اندام تحتانی می‌شود.

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر نمونه تحقیق شامل افراد ورزشکار سالمند بود که دارای سابقه آسیب در مفاصل زانو و مچ پا بودند؛ با توجه به اینکه شدت آسیب در برخی افراد ممکن است بیشتر باشد و منجر به ناتوانایی های بیشتر در این افراد شود و همچنین سایر آسیب های همراه یا درد ناشی از آن نیز می‌تواند عملکرد تعادل سالمند را تحت تاثیر قرار دهد؛ نتایج تحقیق حاضر به همه آسیب ها قابل تعمیم نمی‌باشد. یکی دیگر از محدودیت های تحقیق حاضر این بود که عوامل روانی و میزان انگیزش شرکت کنندگان در تحقیق جهت شرکت در تمرینات مورد سنجش قرار نگرفت و همینطور میزان استراحت شرکت کنندگان در کنترل محقق نبود.

نتیجه گیری

سالمندان بازنشسته ورزشکار، گروهی از سالمندان هستند که علاوه بر مشکلاتی که در سیر طبیعی سالمندی برایشان ایجاد می‌شود با آسیب های مزمن دوران ورزش حرفه ای خود نیز درگیر هستند. در برخی موارد وجود اینگونه آسیب های ورزشی مزمن می‌تواند مشکلات را چندین برابر افزایش دهد. مشکلات تعادلی و گام برداری و حفظ الگوی مناسب راه رفتن از عوارض سالمندی است که این مشکلات در سالمندانی که سابقه آسیب های ورزشی شدید در ناحیه زانو و مچ پا دارند به

(۱۶). دخت‌عبدیان و همکاران (۱۳۹۵) به مقایسه تأثیر تعداد جلسات تمرینات در آب بر عوامل زیستی-حرکتی و تعادل سالمندان کم‌تحرك پرداختند که نایچ حاکی از آن بود که ۳ جلسه تمرین در آب موجب بهبود بیشتر تعادل پویا و ایستا و توانایی حرکتی نسبت به تمرینات ۲ جلسه‌ای شد (۱۷).

استفاده از آب برای توانبخشی، تاریخچه ای طولانی و جالب توجه دارد. از آب به دلیل خاصیت شناوری به عنوان وسیله‌ای برای آرامش روانی، تسکین درد استفاده شده است. کاهش وزن ناشی از شناوری و آزادی حرکت در آب برای بعضی افراد که مشکل حرکت روی زمین دارند، علاوه بر منافع روحی، فواید جسمی زیادی نیز بوجود می‌آورد. انجام بسیاری از حرکات که در سنین میانسالی و کهنسالی در خشکی به زحمت صورت می‌گیرد در آب به سهولت انجام پذیر است و افراد قادرند با شدت کمتری نسبت به خشکی حرکات را انجام دهند. از این رو ورزش در آب و ارزش های درمانی آن در جمعیت سالمند مورد استقبال قرار گرفته است. از مقاومت آب در برابر حرکت برای کنترل تغییر سرعت حرکت و بازآموزی عضلات استفاده شده است (۱۰). در واقع مشخص شده است که تمرینات ورزشی در آب با توسعه قابلیت های سیستم عصبی مرکزی، سازگاری های عصبی-عضلانی و حرکتی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد حرکتی شود (۱۰، ۱۱، ۱۸). یکی از عوامل محدود کننده عملکرد حرکتی در افراد دارای مصدومیت های اسکلتی عضلانی درد مزمن ناشی از آسیب می‌باشد (۱۹). همچنین مشخص شده است که این افراد به علت درد مزمن و استرس های تحریکی ناشی از درد در انجام فعالیت های روزمره محدودیت دارند (۲۰، ۲۱)؛ از طرفی برای جلوگیری از عوارض ناشی از سن که شامل روند تخریبی سیستم عصبی و همچنین عضلات اسکلتی نیز می‌شود تمرینات ورزشی می‌تواند یک روند پیشگیرانه و درمانی باشد (۱۸، ۲۱). استفاده از محیط آبی با توجه به ویژگی هایی که دارد می‌تواند با خاصیت شناوری که ایجاد می‌کند، ترس از افتادن را در سالمندان کاهش دهد (۱۰، ۱۱)؛ بنابراین سالمندان به راحتی به انجام تمرینات می‌پردازند و از

3. Graw BP, Wiesel SW. Low back pain in the aging athlete. *Sports Med Arthroscopy Rev*. 2008;16(1):39-46.
4. Oddsson LI, Boissy P, Melzer I. How to improve gait and balance function in elderly individuals—compliance with principles of training. *Eur Rev Aging Physic Act*. 2007;4(1):15-23.
5. Thomas EE, Vito GD, Macaluso A. Speed training with body weight unloading improves walking energy cost and maximal speed in 75-to 85-year-old healthy women. *J Appl Physiol*. 2007;103(5):1598-603.
6. Matsuda PN, Eagen T, Hreha KP, Finlayson ML, Molton IR. Relationship between fear of falling and physical activity in people aging with a disability. *PM R*. 2020;12(5):454-61.
7. Kozinc Ž, Löffler S, Hofer C, Carraro U, Šarabon N. Diagnostic balance tests for assessing risk of falls and distinguishing older adult fallers and non-fallers: a systematic review with meta-analysis. *Diagnostics*. 2020;10(9):667.
8. Rezaee R, Khayami M, Ghalavand A, Noroozi S, Taleshi M, Nersi S. The effect of fatigue due to exhausting running on static and dynamic balance in women with hyperlordosis. *Jundishapur Sci Med J*. 2022;20.
9. Padua E, Campoli F, Manzi V, Panzarino M, Lombardo M, Melchiorri G, et al. Water versus land-based exercises as physical training programs in elderly. *J Sports Med Physic Fit*. 2017;58(6):802-9.
10. Zivi I, Maffia S, Ferrari V, Zarucchi A, Molatore K, Maestri R, et al. Effectiveness of aquatic versus land physiotherapy in the treatment of peripheral neuropathies: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2018;32(5):663-70.
11. Moritz TA, Snowdon DA, Peiris CL. Combining aquatic physiotherapy with usual care physiotherapy for people with neurological conditions: A systematic review. *Physiother Res Int*. 2020;25(1):e1813.
12. Kranti Panta B. A study to associate the Flamingo Test and the Stork Test in measuring static balance on healthy adults. *Foot Ankle Online J*. 2015;8.
13. Sohbatihia M, Aslankhani MA, Farsi A. The Effect of Aquatic and Land-Based Exercises on Static and Dynamic Balance of Healthy Male Older People. *Salmand*. 2011;6(2):0-.
14. Askari M, Mazlom SR, Mohajer S, Azhari A. Comparing the Effects of Aquatic and Land-based Exercises on the Bio-motor Abilities of Elderly Men. *Evid Based Care*. 2018;8(2):7-17.
15. Guillamón EM-C, Burgess L, Immins T, Andreo AM-A, Wainwright TW. Does aquatic exercise improve commonly reported predisposing risk factors to falls within the elderly? A systematic review. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):1-16.

مراتب سخت‌تر است. انجام تمرینات ورزشی به علت مسائل فیزیولوژیکی فرآیند پیری، بخصوص افرادی که از بیماری‌هایی نظیر آرتروز، آسیب‌های مفصلی مزمن و ناتوانی‌های حرکتی رنج می‌برند، دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. لذا با وجود مزایای تمرینات بدنی، باید در نظر داشت که انجام این نوع تمرینات در خشکی به علت برخی مسائل روانشناختی و جسمانی دوران سالمندی، به خصوص در افرادی که از بیماری‌ها و آسیب‌های مانند درد مفاصل رنج می‌برند و دارای محدودیت‌هایی می‌باشند، دشوار است. بنابراین به علت ماهیت کم‌خطر آب جهت بهبود تعادل و شاخص‌های راه رفتن می‌توان از تمرینات ورزش در آب استفاده کرد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شرکت در ۸ هفته تمرینات منتخب ورزش در آب منجر به بهبود شاخص‌های گیت از جمله طول گام، تواتر گام، سرعت و استقامت راه رفتن و همچنین تعادل ایستا و پویای در ورزشکاران سالمند با سابقه آسیب‌های شدید زانو و مچ پا شده و جهت جلوگیری از عوارض سالمندی بویژه در سالمندانی که سابقه ورزشی قوی داشته و در دوران ورزش حرفه‌ای خود دچار مصدومیت‌های شدید مچ پا و زانو شده‌اند، می‌توان از این روش تمرینی بهره‌برد.

تقدیر و تشکر

مقاله حاضر بخشی از طرح تحقیقاتی ثبت شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان به شماره ۱۷۰۲۹۰۳۲۲۴۰۵۸۷۴۱۳۹۹۱۶۲۳۹۸۰۲۰ نویسنده‌گان از تمامی کسانی که در انجام این تحقیق همکاری داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

1. Dana A, Fallah Z, Moradi J, Ghalavand A. The Effect of Cognitive and Aerobic Training on Cognitive and Motor Function, and Brain-Derived Neurotrophic Factors in Elderly Men. *J Dev Motor Learn*. 2019;10(4):537-52.
2. Castillo-Rodríguez A, Onetti-Onetti W, Sousa Mendes R, Chinchilla-Minguet JL. Relationship between Leg Strength and Balance and Lean Body Mass. Benefits for Active Aging. *Sustainability*. 2020;12(6):2380.

16. Mousavi M, Ghazalian F. Effect of Eight Weeks Water Resistance Training with Dark Chocolate Supplementation on the Balance of the Elderly. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci*. 2020.
17. Dokht Abdiyan R, Naseri Mobaraki E, Bagheri G, Ahmadi A. Effect of Water-Based Training Frequency on the Balance and Motor Function in Sedentary Elderly Men. *Salmand*. 2016;11(2):330-9.
18. Jafari M, ghalavand A, Rajabi H, Khaledi N, Motamedi P. A review of the effect of exercise training on neuromuscular junction in throughout life: A logical analysis of animal experimental studies. *Razi J Med Sci*. 2021;28(3):37-47.
19. Molton I, Jensen MP, Ehde DM, Carter GT, Kraft G, Cardenas DD. Coping with chronic pain among younger, middle-aged, and older adults living with neurological injury and disease. *J Aging Health*. 2008;20(8):972-96.
20. Hawk C, Cambron J. Chiropractic care for older adults: effects on balance, dizziness, and chronic pain. *J Manipul Physiol Ther*. 2009;32(6):431-7.
21. Patti A, Bianco A, Karsten B, Montalto MA, Battaglia G, Bellafiore M, et al. The effects of physical training without equipment on pain perception and balance in the elderly: A randomized controlled trial. *Work*. 2017;57(1):23-30.
22. Terrens AF, Soh S-E, Morgan P. The safety and feasibility of a Halliwick style of aquatic physiotherapy for falls and balance dysfunction in people with Parkinson's Disease: A single blind pilot trial. *PloS One*. 2020;15(7):e0236391.
23. Vale FA, Voos MC, Brumini C, Suda EY, Silva RLd, Caromano FA. Balance as an Additional Effect of Strength and Flexibility Aquatic Training in Sedentary Lifestyle Elderly Women. *Curr Gerontol Geriatr Res*. 2020;2020.