

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۴
دوره ۷، شماره ۱، ص: ۵۷-۷۶
تاریخ دریافت: ۱۶/۰۶/۹۲
تاریخ پذیرش: ۱۸/۰۶/۹۳

تأثیر تمرینات آبی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و توانایی‌های زیستی حرکتی مردان سالمند کم‌تحرک

رحمان سوری^{۱*} - علی اکبر نژاد^۲ - اسماعیل ناصری مبارکی^۳ - رسول دخت عبدیان^۴
وحید زینالی خامنه^۵

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران،
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی
دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۴. کارشناس ارشد تربیت بدنی عمومی دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

وضعیت آمادگی جسمانی به طور غیرمستقیم بر تعادل پویای افراد تأثیر می‌گذارد. یکی از مشکلات اغلب سالمندان کم‌تحرک، نداشتن تعادل و زمین‌خوردن مکرر است که به آسیب‌دیدگی و مرگ آنها منجر می‌شود. هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تمرینات آبی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و زیستی حرکتی مردان سالمند کم‌تحرک است. ۲۴ سالمند مرد با میانگین سنی $65/16 \pm 1/28$ سال، قد $165/5 \pm 3/10$ سانتی‌متر، وزن $63/53 \pm 4/04$ کیلوگرم و $BMI 23/19 \pm 1/61$ کیلوگرم بر مترمربع داوطلبانه انتخاب شدند. سپس به صورت تصادفی، در دو گروه دوازده نفره کنترل و تمرین جای گرفتند. گروه تجربی، هفته‌ای سه جلسه تمرین آبی را به مدت شش هفته با شدت ۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب اجرا کرد. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای تحلیل داده‌ها از آزمون آماری t مستقل استفاده شد ($P \leq 0/05$). نتایج پس‌آزمون، بهبود معنی‌دار گروه تجربی را گروه کنترل در فاکتورهای تعادل ایستا ($P=0/001$)، تعادل پویا ($P=0/001$)، توانایی حرکتی ($P=0/001$)، فشار خون سیستولی ($P=0/005$)، دیاستولی ($P=0/001$)، ضربان قلب استراحتی ($P=0/001$)، استقامت عمومی ($P=0/001$)، حداکثر اکسیژن مصرفی ($P=0/001$)، درصد چربی ($P=0/001$)، قدرت اندام تحتانی ($P=0/001$) و انعطاف‌پذیری ($P=0/001$) نشان می‌دهد. باتوجه به نتایج می‌توان گفت تمرینات آبی با توسعه فاکتورهای زیستی حرکتی، توانایی حرکتی سالمندان را بهبود می‌بخشد و با جلوگیری از زمین‌خوردن، کیفیت زندگی آنها را ارتقا می‌دهد.

واژه‌های کلیدی

تمرینات در آب، زمین‌خوردن، سالمندان، شاخص زیستی حرکتی، شاخص فیزیولوژیک.

مقدمه

دسته‌ای از تغییراتی را که در بدن انسان بدون دخالت بیماری‌ها یا عوامل محیطی و با گذشت زمان اتفاق می‌افتد و کارکرد بدنی را تضعیف می‌کند، پیری فیزیولوژیکی^۱ می‌نامند (۶). فرایند پیری بر شاخص‌های جسمانی و عملکردی تأثیر منفی دارد و توانایی فرد را در انجام کارهای روزمره تحت تأثیر قرار می‌دهد. این عارضه، یکی از علل اصلی زمین‌خوردن در بین این گروه از افراد جامعه محسوب می‌شود (۸). خطرات ناشی از زمین‌خوردن، مشکلی اساسی برای سالمندان به‌شمار می‌رود که به مراقبت‌های بیمارستانی، نقصان عملکرد و نداشتن استقلال آنها منجر می‌گردد. از این‌رو، پیشگیری از زمین‌خوردن در رأس اهداف مراقبت‌های سالمندی قرار می‌گیرد. افزایش آگاهی و شناخت عوامل و سازوکارهای درگیر در کنترل پوسچر^۲ و تعادل در افراد سالمند، اولین گام برای دستیابی به این هدف مهم است (۱۶).

هدف سیستم‌های بهداشتی، حفظ و ارتقای کامل سلامت برای همهٔ آحاد جامعه است. بشر در سرتاسر مراحل زندگی از قبیل دوران جنینی، نوزادی، کودکی، بلوغ و میانسالی، نیازمند مراقبت‌های بهداشتی خاص است. دوران سالمندی نیز از این قاعده مستثنا نیست. پیری جمعیت، پدیده‌ای است که به‌علت بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی، کاهش میزان ابتلا به بیماری‌ها، کاهش مرگومیر و افزایش امید به زندگی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه از جمله در ایران به‌وجود آمده است. شاخص‌های آماری نشان می‌دهند روند سالمندی در ایران شروع شده و رو به گسترش است. نتایج آخرین آمارها در سال (۱۳۸۵) بیان‌کنندهٔ این است که بیشتر از ۷ درصد جمعیت کشور را افراد بیش از ۵۵ سال تشکیل می‌دهند. این افزایش جمعیت سالمندان، نشان‌دهندهٔ لزوم طراحی و برنامه‌ریزی اقدامات حمایتی در تمامی ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی از سوی سیاست‌گذاران است (۱).

برخلاف پیشرفت‌های چشمگیر امروزی جامعهٔ جهانی در خصوص سالمندی و سالمندشناسی،^۴ در ایران نگاه به این پدیده همچنان سنتی است. فقر منابع علمی در این زمینه برای ارتقای بینش و اطلاعات سالمندان و خانواده‌های آنان برای دستیابی به اهداف پیشگیرانه بسیار محسوس است. مسلماً در این بین، طراحی برنامه‌های مناسب بهداشتی، درمانی و توان‌بخشی متناسب با نیازهای این قشر از

-
- 1 . Physiological aging
 - 2 . Posture
 - 3 . Population ageing
 - 4 . Geriatric

جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. تحقیقات وزارت بهداشت ایران نشان می‌دهد سالمندان از مشکلات جسمانی مختلفی رنج می‌برند؛ از جمله خطرات ناشی از زمین‌خوردن که اکثر سالمندان ایرانی با آن درگیرند (۱). برخی عوارض ناشی از زمین‌خوردن سالمند عبارت است از: ابتلا به انواع بیماری‌ها و در نتیجه بروز ناتوانی‌هایی مانند شکستگی، بی‌تحرکی، از کارافتادگی و بروز مشکلات روان‌شناختی که به تحمیل هزینه‌های سنگین درمانی به دولت، سالمندان و خانواده‌هایشان منجر می‌شود (۲۳).

با توجه به آنچه گفته شد، تعیین و به‌کارگیری شیوه‌های ایمن، مناسب و کم‌هزینه برای ارزیابی و درمان پارامترهای کمک‌کننده به رفع مشکلات سالمندان ضروری است. استفاده از تمرین بدنی به‌عنوان وسیله‌ای ارزان‌قیمت، قابل‌دسترس، غیرتهاجمی و کم‌خطر برای حفظ سلامتی، تحرک و بهبود شاخص‌های جسمانی و عملکردی سالمندان کم‌تحرک امری پذیرفته و توصیه شده است. یکی از روش‌های مطرح‌شده برای بهبود شاخص‌های جسمانی و عملکردی سالمندان، ورزش در آب است. در کشور درخصوص تأثیر تمرینات آبی بر روی سالمندان تحقیقات محدودی گزارش شده است؛ بنابراین با توجه به مزایای ورزش در آب، مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری است.

روش‌های تمرینی معمول برای رفع مشکلات در سالمندان شامل به‌کارگیری تمرینات و فعالیت‌های فیزیکی از قبیل تمرینات قدرتی، تای‌چی، یوگا و حرکات تعادلی است (۳۱، ۲۰، ۶). با این حال، انجام این نوع تمرینات به‌علت مسائل فیزیولوژیکی فرایند پیری، به‌خصوص در افرادی که از بیماری‌هایی نظیر آرتروز و ناتوانی‌های حرکتی رنج می‌برند، دارای محدودیت‌هایی است. یکی از روش‌های مطرح‌شده برای بهبود عملکرد سالمندان، ورزش در آب است. به‌دلیل شرایط فیزیکی، محیط آبی مکان مناسبی برای فعالیت این قشر از افراد است (۳۶، ۱۸).

استفاده از آب برای درمان بیماری‌ها، تاریخچه‌ای طولانی و جالب‌توجه دارد. همواره از آب به‌دلیل خاصیت شناوری به‌عنوان وسیله‌ای برای آرامش روانی و 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 در بر دارد (۶). این مطلب به‌خصوص برای سالمندان حائز اهمیت است. انجام بسیاری از حرکات که در سنین میانسالی و کهنسالی در خشکی به زحمت صورت می‌گیرد، در آب به‌سهولت انجام‌پذیر است و افراد قادرند با شدت کمتری نسبت به خشکی حرکات را انجام دهند. از این‌رو، از ورزش در آب و ارزش‌های درمانی آن در جمعیت سالمند استقبال شده است. همچنین از مقاومت آب در برابر حرکت برای کنترل تغییر سرعت حرکت و بازآموزی عضلات استفاده می‌شود (۲۹).

بررسی لورد و همکارانش^۱ (۲۰۰۶) بر روی سالمندان ۷۲ ساله نشان داد ده هفته تمرین آبی یک جلسه در هفته، شاخص‌های تعادل و انعطاف‌پذیری را به‌طور معنی‌داری افزایش داده است؛ ولی افزایش قدرت و زمان عکس‌العمل معنی‌دار نبود (۲۲).

بررسی دوروکس و همکارانش^۲ (۲۰۰۵) بر روی سالمندان ۷۳ ساله نشان داد ده هفته تمرین آبی دو جلسه در هفته، کیفیت زندگی و تعادل را به‌طور معنی‌داری بهبود می‌دهد (۹).

بررسی کاتسورا و همکارانش^۳ (۲۰۱۰) بر روی سالمندان ۶۵ ساله نشان داد هشت هفته تمرین آبی سه جلسه در هفته، هر جلسه نود دقیقه با تأکید بیشتر بر راه‌رفتن در آب، می‌تواند شاخص‌های قدرت، سرعت، تعادل و توانایی حرکتی را به‌طور معنی‌داری بهبود دهد (۱۷).

بررسی‌های بوکالینی و همکارانش^۴ (۲۰۱۰) بر روی سالمندان نیز نشان داد که دوازده هفته تمرین آبی سه جلسه در هفته، به بهبود معنی‌داری در شاخص‌های ظرفیت هوازی، آمادگی عصبی-عضلانی منجر می‌شود (۳). برخی محققان از مقاومت آب در برابر حرکت برای کنترل تغییر سرعت حرکت و بازآموزی عضلات استفاده کرده‌اند. در تحقیق مذکور اعلام شده است که مقاومت آب قادر است تا از حرکات ناخواسته و سریع عضلات در کسانی که اختلالات عصبی و درد مفاصل دارند، جلوگیری کند (۲۴). با وجود مزیت‌های استفاده از آب‌درمانی، با مروری بر مطالعات قبلی مشخص می‌شود درخصوص تأثیر ورزش در آب بر بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و سازگاری‌های زیستی حرکتی سالمندان در داخل و خارج از کشور، مطالعات اندکی صورت گرفته است و تحقیقات این دو مورد را مجزا از هم بررسی کرده‌اند؛ درحالی‌که عملاً نمی‌توان در زندگی روزمره، گسترش سازگاری‌های زیستی حرکتی را از شاخص‌های فیزیولوژیکی جدا نمود؛ زیرا این دو مکمل و هم‌راستا باهم بر کیفیت زندگی سالمندان تأثیر می‌گذارند. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر تمرینات آبی با مدنظر قرار دادن تغییرات فیزیولوژیک از قبیل بهبود شرایط قلبی-عروقی، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک، استقامتی، قلبی، تنفسی و عمومی در کنار گسترش توانایی‌های زیستی حرکتی سالمندان در استقلال حرکتی و پیشگیری از خطر زمین‌خوردن است؛ بنابراین به‌دنبال پاسخ این سؤال است که آیا برنامه تمرینی آبی بر بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و زیستی حرکتی سالمندان هم‌راستا باهم تأثیر دارد؟

-
- 1 . Lord SR, et al
 - 2 . Devereux K, et al
 - 3 . Katsural Y, et al
 - 4 . Bocalini DS, et al

روش‌شناسی

این مطالعه از نوع کاربردی و روش پژوهش در آن نیمه‌تجربی است. ۲۴ مرد سالمند کم‌تحرك با میانگین سنی $65/16 \pm 1/28$ سال، قد $165/5 \pm 3/1$ سانتی‌متر، وزن $63/53 \pm 4/04$ کیلوگرم و BMI $23/19 \pm 1/61$ کیلوگرم بر مترمربع، داوطلبانه از بین سالمندان شهر تهران انتخاب شدند. آزمودنی‌ها از لحاظ شناختی، بینایی و شنوایی سالم بودند و از داروهای اعصاب، وسایل کمکی نظیر عصا و واکر استفاده نمی‌کردند. آنها پس از ارزیابی اولیه، به‌صورت تصادفی ساده به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی تمرینات آبی را سه جلسه در هفته اجرا می‌کردند. پروتکل تمرینی به مدت شش هفته بر روی آزمودنی‌ها اجرا شد. در جلسه اول، قبل از شروع تحقیق و بعد از اتمام شش هفته تمرین، شاخص‌های جسمانی و عملکردی سالمندان ارزیابی شد. سعی می‌شد تشابه در آزمونگرها، سالن اندازه‌گیری، وسایل و دمای محیط اندازه‌گیری برای همه گروه‌ها رعایت شود. در آغاز پژوهش، مقدار مصرف کالری موادغذایی آزمودنی‌ها توسط فرم ثبت سه‌روزه موادغذایی ارزیابی شد. به این صورت که مقدار روزانه موادغذایی مصرفی هر وعده بعد از قرارگرفتن در فرم اول، به‌صورت جداگانه در فرم دوم میزان کالری موادغذایی از لحاظ ارزش غذایی هر وعده مشخص می‌شد. سپس برحسب ارزش غذایی و میانگین مقدار کالری مواد مغذی مصرفی در سه روز، افرادی که از نظر موادغذایی در طبقه غنی و ضعیف بودند، از روند اجرای تحقیق حذف شدند. به آزمودنی‌ها توصیه شد که از مصرف هرگونه مکمل غذایی و دارویی در حین پژوهش خودداری کنند و در صورت اجبار در مصرف، از روند تحقیق کنار گذاشته شدند. همچنین از انجام تمرینات ورزشی یا فعالیت‌های شدید در طول انجام تحقیق خودداری می‌کردند.

آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات از نظر مصرف‌نکردن سیگار، احتمال بیماری قلبی‌عروقی و دستگاه ایمنی بدن و بیماری‌های دیگر، به‌وسیله پرسش‌نامه بالینی ویژه سلامت ارزیابی شدند. آزمودنی‌ها برگه رضایت‌نامه شخصی را نیز امضا کردند.

در پیش‌آزمون شاخص‌هایی مانند تعادل ایستا و پویا، توانایی حرکتی، میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی، ضربان قلب استراحت، استقامت عمومی، حداکثر اکسیژن مصرفی، درصد چربی، قدرت اندام تحتانی و انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها ارزیابی شد. به‌علت حجم زیاد آزمون‌ها، اندازه‌گیری‌ها به مدت دو روز انجام گرفت. سپس پروتکل تمرینی در گروه تجربی اجرا شد. بعد از هفته ششم تمرین، پس‌آزمون در شرایطی مشابه با پیش‌آزمون گرفته شد.

روز اول جمع‌آوری داده‌ها

از دستگاه Aneroid Blood Pressure مدل BP AGI-20 ساخت کشور سوئیس برای اندازه‌گیری فشارخون سیستولی و دیاستولی استفاده شد (۱۸). به منظور برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی‌ها، از آزمون زیر بیشینه تعدیل‌شده آستراند - رایمینگ^۱ استفاده شد. از ارگومتر^۲ مدل Sensor 800s برای این آزمون بهره گرفته شد (۱۱). برای اندازه‌گیری میزان استقامت عمومی آزمودنی‌ها، آزمون ۸۰۰ متر راه‌رفتن برگزار شد (۳). قدرت عضلات چهار سر ران، همسترینگ و عضلات پشت ساق پا مشخصه‌ای از قدرت اندام‌های تحتانی است که می‌توان آن را به وسیله دستگاه پرس پا با روش حداکثر وزنه جابه‌جاشده ارزیابی کرد. این روش را کن دال^۳ ارائه کرده است. میزان مقاومت به وسیله مایومتر^۴ اندازه‌گیری شد؛ این روش دارای روایی کافی است (۴). این روش ارزیابی قدرت عضلانی، برای سالمندان توصیه شده است؛ زیرا دارای حرکت سریع است، نیازمند تکرار نیست و داده‌های عددی را در اختیار قرار می‌دهد (۲۶).

از کالیپر مکانیکی مدل هارپندن ساخت کشور انگلستان برای برآورد درصد چربی آزمودنی‌ها به روش چین پوستی چهارنقطه‌ای جکسون پولاک شامل نقاط شکم، فوق خاصره، سه سر بازو و ران (۳۶) و برای اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری عضلات ناحیه کمر و پشت ران، از آزمون ولز (آزمون رساندن دست‌ها در حالت نشسته) استفاده شد (۲۵).

برای اندازه‌گیری تعادل ایستا، آزمودنی‌ها با پای برهنه طوری قرار می‌گرفتند که پای برتر، جلوتر از پای دیگر باشد و بازوها به‌طور ضربدری روی سینه قرار گیرد. زمانی که هر آزمودنی قادر بود این حالت را با چشم باز حفظ کند، امتیاز او محسوب می‌شد. برای آشنایی با این آزمون، آزمودنی‌ها چند بار آن را تکرار کردند. سپس سه بار آزمون را تکرار کردند و میانگین این سه آزمون، به‌عنوان رکورد آنها ثبت شد (۲۶). برای اندازه‌گیری میزان توانایی حرکتی، آزمون برخاستن و رفتن برگزار شد. این آزمون با پایایی: ۰/۹۹، ریسک زمین‌خوردن سالمندان را پیش‌بینی می‌کند. در اجرای این آزمون، آزمودنی‌ها بدون استفاده از دست‌ها، از روی صندلی بدون دسته برمی‌خیزند و پس از طی کردن مسیری سه‌متری برگشته و دوباره روی صندلی می‌نشینند (۲۷). از آزمودنی‌ها خواسته شد در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون

-
- 1 . Astrand Ryhming submaximal test
 - 2 . Ergometer
 3. Kendall
 - 4 . Myometer

دویدن این عمل را انجام دهند و به‌این‌صورت، زمان کل آزمون ثبت شد. برای آشنایی آزمودنی‌ها، سه بار این آزمون را تکرار کردند. هر آزمودنی سه بار آزمون را اجرا کرد و میانگین این سه آزمون به‌عنوان رکورد آنها ثبت شد.

برای سنجش تعادل پویا از آزمون تعادلی Y استفاده شد. در جلسه توجیهی که یک هفته پیش از شروع تمرینات تشکیل شده بود، اطلاعاتی درمورد روش انجام تمرینات و آزمون تعادلی Y به آزمودنی‌ها ارائه شد. در این آزمون، سه جهت قدامی^۱، خلفی‌داخلی^۲ و خلفی‌خارجی^۳ در صفحه‌ای مرکزی قرار می‌گیرند. زوایای این سه جهت توسط میله‌های درجه‌بندی‌شده مشخص می‌شوند. در بخش‌های جانبی، صفحه در سه جهت ثابت است و روی هریک از میله‌ها نشانگر نصب می‌شود. قبل از شروع آزمون، پای برتر آزمودنی‌ها تعیین شد تا در صورتی که پای راست اندام برتر باشد، آزمون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام شود و اگر پای چپ برتر باشد، آزمون در جهت عقربه‌های ساعت انجام شود. آزمودنی با پای برتر، به‌صورت تک‌پا در صفحه تلاقی سه‌جهته ایستاده و تا آنجا که مرتکب خطا نشود، (۱) پا از صفحه تلاقی سه جهت حرکت نکند؛ ۲. شخص روی پایي که عمل دستیابی را انجام می‌دهد تکیه نکند؛ ۳. شخص نیفتد) با پای دیگر در جهتی که آزمونگر به‌صورت تصادفی تعیین می‌کند، عمل دستیابی را از طریق حرکت نشانگرها انجام می‌دهد و سپس به حالت طبیعی روی دو پا باز می‌گردد. فاصله‌ای را که آزمودنی نشانگر را جابه‌جا می‌کند، به‌عنوان فاصله دستیابی او ثبت می‌گردد. آزمودنی‌ها هریک از جهات را سه بار تکرار می‌کنند. سپس میانگین این سه آزمون محاسبه می‌شود و بر اندازه طول پا (برحسب cm) تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود تا فاصله دستیابی برحسب درصدی از اندازه طول پا به‌دست آید (۲). میانگین نمرات دسترسی فرد در سه جهت، نمره کلی تعادل پویای او است.

مشخصات تمرینی

نوبت‌های تمرینی سه جلسه در هفته، هر جلسه یک ساعت بود. آستانه تحریک شدت کار، ۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب بود. حداکثر ضربان قلب با فرمول سن $\times 0.7 - 20.8$ محاسبه شد (۵).

-
- 1 . Anterior.
 - 2 . Postomedial.
 - 3 . Postolateral.

مرحله گرم کردن ۱۵ دقیقه‌ای، شامل ۲۰۰ متر راه رفتن نرم در آب، حرکات کششی ۵ دقیقه تمامی مفاصل و گروه‌های اصلی عضلانی، راه رفتن با تغییر جهت به جلو، عقب، طرفین و روی پاشنه و پنجه و جاگینگ در مسافت کوتاه ۱۰، ۱۵ و ۲۵ متر، هریک دو تکرار و با شدت متوسط انجام می‌شد. در جدول ۱، برنامه تمرینی گروه تجربی در طول دوره شش هفته تمرینات ذکر شده است.

جدول ۱. برنامه تمرینی گروه تجربی طی شش هفته تمرین در آب

یکشنبه	سه شنبه	پنجشنبه
انتقال وزن، ۱۰ ست در ۴ جهت مختلف و ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها؛ ایستادن روی یک پا (۲۰ ثانیه) ۱۰ ست برای هر پا و ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها.	انتقال وزن، ۱۰ ست در ۴ جهت مختلف و ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها.	راه رفتن آرام در ۴ جهت مختلف در ۲ ست ۲ دقیقه‌ای و ۲ دقیقه استراحت بین ست‌ها؛ ایستادن روی یک پا (۲۰ ثانیه) ۱۰ ست برای هر پا و ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها
چرخش حول یک مربع هر طرف ۵ ست به مدت ۳۰ ثانیه و هر طرف ۵ بار و ۲ دقیقه استراحت بین ست‌ها.	تمرین تعادلی برای هر پا ۳۰ ثانیه، ۵ ست برای هر پا و ۳ دقیقه استراحت بین ست‌ها برای هر دو پا.	انتقال وزن از طرفی به طرف دیگر برای هر پا ۳۰ ثانیه و تکرار ۵ ست و ۲ دقیقه استراحت بین ست‌ها.
گام برداری آهسته به پهلو با مکث ۱۰ ثانیه‌ای، هر پا ۱۰ ست و با استراحت ۱ دقیقه‌ای.	پای دوچرخه یک پا، برای هر پا ۲۰ بار و استراحت ۵ دقیقه‌ای.	انتقال وزن از جلو به عقب، ۱۰ ست در ۴ جهت مختلف و ۳۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها؛ پای دوچرخه یک پا، برای هر پا ۲۰ بار و استراحت ۵ دقیقه‌ای.
اسکات در آب تا ۶۰ درجه، برای هر پا ۲۰ بار و ۵ دقیقه استراحت	به عقب کشیدن همسترینگ، برای هر پا ۲۰ بار و استراحت ۵ دقیقه‌ای.	بازکردن پا، هر پا ۲۰ بار و استراحت ۵ دقیقه‌ای؛ عقب کشیدن همسترینگ، هر پا ۲۰ بار و ۵ دقیقه استراحت.
حرکت پاندولی دست و پا، برای هر دست و پا ۲۰ بار و استراحت ۵ دقیقه‌ای.	تمرینات ترکیبی دست و پا در راه رفتن.	انتقال وزن از جلو به عقب، تکرار ۱۰ بار در ۴ جهت مختلف با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای.
دویدن به جلو و عقب با سرعت‌های مختلف.	دویدن به طرفین با سرعت‌های مختلف و انجام تمرینات کششی پاسیو.	تمرینات کششی با مدت انقباض ۲۰ ثانیه‌ای برای عضلات بزرگ بدن.

۱۵ دقیقه مرحله سرد کردن شامل تمرینات کششی، تنفس عمیق و تمرین انواع فلوتینگ^۱

ملاحظات خاص تمرین در آب

- در حین انجام حرکات، دقت می‌شد تا تمام افراد هماهنگ باشند.
- به چهره و ضربان قلب افراد به هنگام تمرین توجه می‌شد تا کلاس کنترل شود.
- در طول اجرای حرکات، یادآوری می‌شد افراد بدن خود را در یک راستا و صاف نگه دارند؛ به صورتی که استخوان خاجی عمود بر کف استخر باشد.
- هر حرکتی نام‌گذاری می‌شد تا افراد بهتر یاد گرفته و سریع‌تر انجام دهند.
- نحوه راه رفتن صحیح در آب به افراد آموزش داده می‌شد.
- به دلیل ضعف شنوایی و بینایی سالمندان، حرکات برای آنان در بیرون آب توضیح داده می‌شد.
- کل حرکات را از آسان به مشکل یاد داده شد و اگر حرکت ترکیبی بود، جزء به جزء می‌شد.
- حرکات با دو طرف بدن انجام می‌شد.
- در طول جلسات تمرینی، دمای آب از حد استاندارد بین ۲۷ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد تجاوز نمی‌کرد.
- دمای هوای استخر دو تا سه درجه گرم‌تر از آب بود.

ملاحظات اخلاقی: قبل از شروع کار از افراد خواسته شد در صورت تمایل و اعلام موافقت آگاهانه، با تکمیل فرم رضایت‌نامه شخصی در تحقیق شرکت کنند. روند تحقیق و نقش آزمودنی‌ها به‌طور شفاف توضیح داده شد. این تحقیق چه از لحاظ مداخله تمرینی و چه از نظر روش‌های اندازه‌گیری، خطر و آسیبی در بر نداشت. آزمودنی‌ها در هر مرحله از تحقیق قادر بودند به هر علتی یا بدون علت، تحقیق را ترک کنند. اصل رازداری نیز در حفظ داده‌ها رعایت شد.

روش‌های آماری مورد استفاده

اطلاعات به‌دست‌آمده در این مطالعه بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است. تمامی عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ صورت گرفت. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. با توجه به طبیعی بودن توزیع تمام متغیرهای مورد سنجش، تحلیل داده‌های مربوط به مقایسه تفاوت میانگین بین دو گروه، با استفاده از آزمون t مستقل انجام شد ($p \leq 0.05$).

نتایج تحقیق

جدول ۲. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد)

متغیر	گروه کنترل	گروه تجربی
قد (cm)	۱۶۳/۹۱±۴/۱۴	۱۶۷/۳۳±۲/۰۵۹
وزن (kg)	۶۴/۵۶±۴/۲۶	۶۲/۵۰±۳/۸۲
سن (سال)	۶۵/۹۶±۲/۳۲	۶۴/۳۷±۱/۳۳
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۴/۰۵±۱/۸۵	۲۲/۳۳±۱/۳۷

با توجه به نتایج حاصل از آزمون t مستقل، در میانگین‌های سن ($P=0/052$)، وزن ($P=0/225$)، قد ($P=0/068$) و BMI ($P=0/064$) آزمودنی‌های دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p \geq 0/05$). در پیش‌آزمون بین دو گروه تحقیقی در فاکتورهای تعادل ایستا، تعادل پویا، توانایی حرکتی، فشار خون سیستولی و دیاستولی، ضربان قلب استراحتی، استقامت عمومی، درصد چربی، مقدار اکسیژن مصرفی بیشینه، قدرت اندام تحتانی و انعطاف‌پذیری، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p \geq 0/05$). جدول ۲-آمار توصیفی میانگین داده‌های دو گروه تحقیقی و نتایج آزمون t مستقل را نشان می‌دهد.

جدول ۳ مربوط به آمار توصیفی میانگین داده‌های دو گروه تحقیقی و نتایج آزمون t مستقل

متغیرها	گروه کنترل	گروه تجربی		T	سطح معنی‌داری
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
تعادل ایستا (s)	۳۲/۹۱±۱/۰۸	۳۲/۲۹±۱/۱۵	۳۹/۱۲±۱/۱۵	-۱۱/۵۷	*./۰۰۱
تعادل پویا (میلی‌متر)	۴۴/۲۵±۱/۱۳	۴۴/۶۶±۰/۹۸	۴۷±۲/۰۴	-۴/۰۷	*./۰۰۱
توانایی حرکتی (s)	۱۳/۱۲±۰/۷۷	۱۳/۸۷±۰/۷۷	۱۰/۵۰±۰/۵۲	۹/۷۵	*./۰۰۱
فشار سیستولی (mm Hg)	۱۳۳/۷۵±۱/۴۸	۱۳۳/۸۳±۱/۳۳	۱۳۴/۶۶±۱/۳۰	۲۱/۶۳	*./۰۰۱
فشار دیاستولی (mm Hg)	۸۲/۷۵±۰/۹۶	۸۲/۵۸±۱/۰۸	۸۲/۷۵±۰/۷۵	۳/۱۵	*./۰۰۵
ضربان قلب استراحت (bpm)	۸۱/۴۱±۱/۳۷	۸۲/۲۵±۱/۹۵	۸۳±۱/۸۰	۱۱/۱۵	*./۰۰۱
استقامت عمومی (min)	۲۱/۰۸±۱/۱۶	۲۰/۵۸±۱/۳۷	۲۱/۴۱±۱/۳۱	۱۱/۶۷	*./۰۰۱
VO ₂ max (ml.kg (W. min	۲۶/۵±۱/۰۰	۲۶/۷۵±۰/۹۶	۲۶/۷۵±۱/۱۳	-۲۱/۴۰	*./۰۰۱
درصد چربی	۲۳/۶۶±۱/۱۵	۲۳/۹۱±۰/۶۶	۲۲/۹۱±۱/۳۱	۱۲/۹۷	*./۰۰۱
قدرت اندام تحتانی (N)	۳۳۱/۶۶±۳۷/۱۳	۱/۶±۲۲/۳۴ ۳۱۴	۳۲۰±۲۶/۲۸	-۶/۳۵	*./۰۰۱
انعطاف‌پذیری (cm)	۱۴/۷۵±۱/۲۱	۱۴/۲۵±۱/۱۳	۱۴/۸۳±۱/۳۳	-۱۱/۹۴	*./۰۰۱

* تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

با توجه به نتایج جدول بالا، مشخص شد در پس‌آزمون بین گروه کنترل و گروه تجربی در تمامی متغیرها تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($p \leq 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

اجرای تمرین در آب باعث بهبود شاخص‌های فشارخون سیستولی و دیاستولی، ضربان قلب استراحت، حداکثر اکسیژن مصرفی، انعطاف‌پذیری کمری‌لگنی، قدرت اندام تحتانی، استقامت عمومی، تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی حرکتی و کاهش میزان چربی سالمندان می‌شود. یافته‌های ما نشان داد میزان ضربان قلب استراحتی سالمندان، پس از اجرای شش هفته تمرین در آب، در گروه تجربی حدود ۱۱ درصد کاهش یافته است. از دیدگاه فیزیولوژیکی، کاهش ضربان قلب یکی از سازگاری‌های مهم تمرینی است. براساس نتایج برخی پژوهش‌ها، احتمالاً کاهش ضربان قلب بیشتر در نتیجه کاهش سطح سرمی کاتاکولامین‌ها، کاهش تحریکات سمپاتیکی اعصاب اتونومیک^۱ و افزایش تون واگی است (۲۷).

فوجیموتو و همکارانش^۲ (۲۰۱۰) در بررسی روی ۱۲ سالمند غیرفعال سالم نشان دادند بعد از دوره یک‌ساله، تمرینات فزاینده و پیش‌رونده ضربان قلب استراحتی، کاهش معنی‌دار ۹ درصدی داشته است (۱۳). گزارش شده تأثیر روند پیری بر ضربان قلب استراحتی بدون تغییر است.

نیز روند سالمندی بر کارکرد قلبی تأثیر می‌گذارد و عملکرد سیستولی و دیاستولی قلب را تضعیف می‌کند؛ بنابراین اتساع‌پذیری^۳ عضله قلبی کاهش یافته و در نتیجه، حجم ضربه‌ای کاهش خواهد یافت (۱۳، ۱۴). تحقیقاتی که میزان ضربان قلب استراحتی را طی دوره تمرین آبی در سالمندان بررسی کرده باشد، اندک است؛ با این حال، به‌وضوح نشان داده شده است بعد از تمرین استقامتی سالمندان در خشکی با افزایش حجم ضربه‌ای، ضربان قلب کاهش می‌یابد (۱). به‌نظر می‌رسد تمرین و شرایط هیدرواستاتیکی محیط آبی باعث بهبود خون بازگشتی به قلب شود و با تأثیر گذاشتن بر کارکرد قلبی، عملکرد بطن چپ را در تزریق خون از بطن بهبود بخشد. برای مشخص شدن دقیق‌تر موضوع به بررسی‌های جامع‌تری نیاز است.

1 . Autonomic nervous
2 . Fujimoto To N, et al
3 . Compliance

بعد از شش هفته تمرینات فشار خون سیستولی و دیاستولی، آزمودنی‌ها به ترتیب کاهش ۹ و ۲ درصدی داشتند. همراه با افزایش سن، مقاومت عروقی افزایش می‌یابد، دیواره سرخرگی ضخیم‌تر می‌شود و خاصیت ارتجاعی شریان‌ها کاهش می‌یابد. همگی اینها بر فشار درون عروقی اثر گذاشته و فشار خون را افزایش می‌دهند. در نتیجه، روند سالمندی با افزایش فشار خون همراه است (۱۴). فوجیموتو و همکارانش (۲۰۱۰) گزارش کردند بعد از دوره یک‌ساله تمرینات پایه خشکی روی سالمندان، تغییرات معنی‌دار در فشار خون سیستولی و دیاستولی مشاهده نشد (۱۳). یافته‌های ما دقیقاً با گزارش‌های کاتسورا و همکارانش^۱ (۲۰۰۹) همسو است. آنها تأثیر برنامه تمرینی آبی هشت‌هفته‌ای سه جلسه در هفته را روی ۳۵ نفر از زنان و مردان سالمند ژاپنی بررسی کردند. نتایج کاهش ۹ درصدی در فشار خون سیستولی و کاهش ۲ درصدی در فشار خون دیاستولی نشان داد (۱۸).

تمرین در آب بهتر از تمرین در خشکی بر کاهش فشار خون سالمندان تأثیرگذار است. مکانیسم‌هایی که پاسخ‌های اتونومیک و قلبی عروقی را میانجی‌گری می‌کنند، کامل شناخته نشده‌اند؛ اما می‌دانیم این فرایند از طریق سه دستگاه فرمان مرکزی، بارورفلکس‌های سرخرگی و فعالیت درون‌داده‌های داخل عضله کنترل می‌شوند. به نظر می‌رسد (۱۲). تمرین در آب، پاسخ‌های بارورفلکسی سرخرگ آئورتی و حساسیت آورن‌های قلبی تنفسی را تضعیف می‌کند که در نتیجه با برادی کاردیای استراحتی و کاهش در فعالیت سمپاتیکی همراه است. تمامی این فرایندها در کنار هم، فشار خون سیستولی و دیاستولی را کاهش می‌دهند، به این دلیل که کاهش در تون سمپاتیکی با کاهش در تون عروقی همراه‌اند. برنامه‌های تمرینی آبی شش و هشت‌هفته‌ای نیز تأثیر مشابهی بر کاهش فشار خون سیستولی و دیاستولی سالمندان می‌گذارند (۱۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی گروه تجربی، ۲۴ درصد افزایش یافته است. همچنین بعد از دوره شش‌هفته‌ای تمرین، استقامت عمومی سالمندان گسترش ۲۹ درصدی را نشان داد. با افزایش سن، پس از سی‌سالگی، VO_2max به‌ازای هر دهه تقریباً ۸ تا ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. کاهش در حداکثر اکسیژن مصرفی، با کاهش در حداکثر تواتر قلبی و حجم ضربه‌ای همراه است. در صورتی که تفاوت اکسیژن سرخرگی - سیاه‌رگی^۲ فقط اندکی کاهش دارد (۱).

1 . Yoshihiro Katsura

2 . A-VO2 difference

گفتنی است کاهش VO_2max با تغییرات ساختاری و عملکردی در دستگاه ریوی ارتباط دارد. در مطالعه‌ای، گروه سی‌نفره‌ای از زنان مسن هفته‌ای پنج روز با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره و به مدت ۳۰ الی ۴۰ دقیقه پیاده‌روی کردند و در مقایسه با گروه کنترل خود، در VO_2max افزایش ۱۲/۶ درصدی داشتند (۵). در برنامه پیاده‌روی شش‌ماهه (با ضربان قلب کمتر از ۱۲۰ ضربه در دقیقه)، حداکثر اکسیژن مصرفی به‌طور متوسط معادل ۱۲ درصد افزایش داشت؛ در صورتی که تمرین با شدت بیشتر در افراد ۶۳ ساله، حداکثر اکسیژن مصرفی را تا ۱۸ درصد گسترش داد (۵).

بر اساس مطالعه تاکشیمایا و همکارانش^۱ (۲۰۰۲) بر روی زنان سالمند ژاپنی، دوره دوازده‌هفته‌ای تمرینات آبی با شدت سبک تا متوسط، به افزایش ۱۲ درصدی در بیشینه اکسیژن مصرفی منجر می‌شود (۳۶). میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های تحقیق ما به‌روشنی گویای این مطلب بود که در پیش‌آزمون، مقادیر پایه‌ای حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها در مرحله‌ای قرار داشت که از حد طبیعی خارج بود و پس از اجرای تمرینات، تنها به طبقه مطلوب گروه سنی خود نزدیک شد. این عامل می‌تواند یکی از فاکتورهای ارمغان‌آور سلامتی برای این قشر در طی این تحقیق باشد. با کنار هم قراردادن یافته‌های حاصل از ضربان قلب استراحتی، استقامت عمومی و حداکثر اکسیژن مصرفی، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تمرین در آب و فشار هیدرواستاتیکی محیط آبی به افزایش حجم ضربه‌ای منجر می‌شود و این افزایش تابع انقباض‌پذیری و فشار پیش‌بار بطنی است (۱۲). به‌نظر می‌رسد تمرینات آبی با افزایش پیش‌بار بطنی در افزایش استقامت عمومی و قلبی‌تنفسی به بهترین وجه عمل می‌کند. همچنین این نوع تمرینات برای سالمندان غیرفعال که از افزایش حجم یا شدت تمرینات واهمه دارند، شیوه‌ای مناسب در بهبود تندرستی و سلامتی است.

میزان قدرت اندام‌های تحتانی برای عضلات پلانتر فلکسور و دورسی فلکسور مچ پا، فلکسورها و اکستنسورهای زانو، با استفاده از آزمون پرس پا اندازه‌گیری شد. در گروه تجربی، شاهد بهبود ۲۰ درصدی قدرت بودیم. لازمه گام‌برداری باطمینان، داشتن قدرت مناسب در اندام‌های تحتانی است. عضلات پلانتر فلکسور برای حفظ وضعیت ایستایی بدن و خمش مچ پا، عملکرد مهم (۷) و به هنگام راه‌رفتن، نقش مهمی در مرحله جداسدن پا از زمین دارند. مطالعات قبلی نشان می‌دهند تمرینات پرشدت روی پلانتر فلکسورهای سالمندان، قدرت و فعالیت این عضلات را به‌خوبی بهبود می‌بخشد (۳۳). برنامه تمرینی آبی این تحقیق نیز بیشتر شامل تمرینات پیاده‌روی، تعادلی و قدرتی به‌همراه تغییر

وضعیت بدن به جهات مختلف بود. بنابراین، آزمودنی‌ها در طول تمرین، در حرکت هل دادن کف استخر با شصت پا بیشتر فعال بودند. گذشته از این، هنگام قدم‌برداری، مقاومت آب باعث فعال شدن عضلات خم‌کننده‌ها و بازکننده‌های ران می‌شود زمانی که پا روی زمین گذاشته می‌شود، باز عضلات دورسی و پلانتر فلکسور پا برای حفظ وضعیت پایداری به کار گرفته می‌شوند. تمامی این حرکات و حرکت حفظ پایداری بدنی، فشار زیادی بر عضلات اندام تحتانی وارد می‌کند و در نتیجه، قدرت در عضلات ذکر شده افزایش می‌یابد. یکی از مشکلات اغلب سالمندان کم‌تحرک، تعادل‌نداشتن و زمین‌خوردن‌های مکرر است که در نهایت به ازدست‌دادن استقلال در زندگی منجر می‌شود؛ بنابراین با به‌کارگیری تمرینات آبی، علاوه بر کسب تندرستی با بهبود قدرت در عضلات اندام‌های تحتانی، می‌توان مشکل اصلی این قشر از افراد جامعه را حل کرد.

در بررسی انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها بعد از دوره تمرینی، این ویژگی در گروه تجربی افزایش قابل‌توجهی مشاهده شد. آزمون انعطاف‌پذیری استفاده‌شده در این تحقیق، ناحیه کمری - لگنی را مدنظر قرار داده بود که به‌طور کلی برای انعطاف‌پذیری کل بدن در نظر گرفته می‌شود. در بررسی لورد و همکارانش (۱۹۹۳) روی سالمندان ۷۰ساله، بعد از برنامه تمرینی آبی، نه هفته و هر هفته یک جلسه یک‌ساعته انعطاف‌پذیری افزایش یافت؛ با این حال تغییر معنی‌دار نبود (۲۱).

در بررسی دیگری، لورد و همکارانش (۲۰۰۶) بعد از ۲۲ هفته تمرین آبی و هر هفته یک جلسه بر روی سالمندان مرد کم‌تحرک، بهبود معنی‌داری در انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها مشاهده کردند (۲۲). به نظر می‌رسد تعداد جلسات هفتگی تمرین آبی، گسترش انعطاف‌پذیری را بیشتر تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین، با افزایش تعداد جلسات تمرین آبی می‌توان شاهد گسترش دامنه انعطاف‌پذیری عضلات اکستنسور ستون فقرات، ران، زانو، پشت و هم بهبود ریتم کمری - لگنی بود که به حرکت آزادانه ران و لگن منجر می‌شود و بر کیفیت گام‌برداری و تعادل در راه‌رفتن تأثیرگذار است.

در این پژوهش، درصد چربی آزمودنی‌ها، بعد از دوره تمرینی، به‌طور محسوسی کاهش یافته است. مقدار درصد چربی بدن، در نتیجه رشد و افزایش سن تغییر می‌کند. مقدار چربی به رژیم غذایی فرد، عادت‌های ورزشی و وراثت بستگی دارد. تاکشیمیا و همکارانش (۲۰۰۲) نشان دادند در زنان سالمند ۶۸ساله، بعد از ۱۲ هفته تمرین دایره‌ای، ضخامت چربی زیرپوستی ۱۶ درصد کاهش یافته است (۳۶). این پژوهشگران در مطالعه دیگری (۲۰۰۴) روی زنان سالمند غیرفعال ۶۹ساله، به‌دنبال ۱۲ هفته تمرین آبی، کاهش معنی‌دار ۸ درصدی ضخامت چربی زیرپوستی را گزارش کردند (۳۵). برنامه تمرینی

ما بیشتر شامل راه رفتن در آب و حرکات تعادلی و در بیشتر تمرینات، سیستم هوازی غالب بود؛ بنابراین، انتظار می‌رفت ضخامت چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها کاهش یابد. نتیجه اینکه تمرینات آبی بدون ایجاد آسیب‌دیدگی و استرس‌های مزمن به مفاصل بدن، شیوه تمرینی مناسبی برای سالمندان و کسب تندرستی و کاستن چربی‌های اضافی آنان است.

تعادل پویا و ایستای آزمودنی‌ها بعد از دوره تمرین، به ترتیب بهبود معنی‌دار ۷ و ۱۵ درصدی را نشان داد. یافته‌های ما با گزارش‌های ناگی و همکارانش (۲۰۰۷) همخوانی دارد (۲۶). به نظر می‌رسد تعادل در جهت جانبی در مقایسه با پارامترهای قدامی خلفی، به اثرات تمرین حساس‌تر باشد. نقص تعادلی و زمین‌خوردن، در جهت جانبی داخلی ریسک بیشتری از جهت قدامی خلفی دارد (۲۶). نتایج تحقیق کشر^۱ (۱۹۹۰) نشان می‌دهد برنامه تمرینی سه‌ماهه، یک جلسه در هفته با تأکید بر تمرین مقاومتی، راه رفتن و کنترل پوسچر، باعث بهبود ایستادن روی یک پا می‌شود (۱۹). مطالعه کاتسورا و همکارانش (۲۰۱۰) روی سالمندان ژاپنی نشان داد هشت هفته تمرین آبی، به بهبود معنی‌دار در تعادل ایستا و پویا منجر می‌شود (۱۸). نتایج تحقیق ما با یافته‌های دوریس و همکارانش^۲ (۲۰۰۳) (۱۰)، کاتسورا و همکارانش (۲۰۱۰) (۱۸) و لرد و همکارانش (۲۰۰۶) همخوانی داشت (۲۲).

گزارش شده است که سالمندان فعال در کنترل تعادل خود حین آزمون‌های عملکردی یا آزمایشگاهی، بهتر از هم‌تایان غیرفعال خود عمل می‌کنند (۲۸). به‌طور کلی، وضعیت آمادگی جسمانی، بر تعادل پویای افراد تأثیر غیرمستقیم می‌گذارد (۳۴). طبق نظریه عملکرد سیستمی، توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا ناشی از اثر متقابل و پیچیده سیستم عصبی و استخوانی عضلانی است (۱۵). نتیجه تمرین در آب با ارتقاداتن آمادگی جسمانی سالمندان، مکملی برای بهبود هرچه بیشتر تعادل است. همچنین نیروی شناوری محیط آبی، بدن را در وضعیت ناپایداری قرار می‌دهد و می‌تواند محرک تمرینی برای بهبود تعادل باشد. تمرین در آب، ورودی‌های سیستم دهلیزی را تسهیل می‌کند. از نظر روتی^۳ (۱۹۹۷)، ترکیب تمرینات به‌منظور تحریک سیستم دهلیزی، می‌تواند عامل اصلی در بهبود تعادل باشد (۳۰). به‌علاوه، حس عمقی بدن می‌تواند در محیط آبی تحت فشار قرار گیرد (۳۲). به نظر می‌رسد تمرینات آبی، حساسیت گیرنده‌های حس عمقی را افزایش می‌دهند و در هماهنگ‌کردن درون‌دادها و برون‌دادها به بهترین وجه عمل می‌کنند. این فرایند به گسترش هرچه بهتر تعادل منجر می‌شود.

1 . Keshner, EA
2 . Doulisp, et al
3 . Ruoti RG

آزمون برخاستن و راه رفتن برای ارزیابی تعادل عملکردی به کار می‌رود. این آزمون تمامی معیارهای لازم را برای ارزیابی تعادل، سرعت، کیفیت راه رفتن و توانایی حرکتی بدن، به سهولت فراهم می‌کند. یافته‌های این آزمون نشان می‌دهد توانایی حرکتی آزمودنی‌ها بعد از دوره تمرینی، بهبود معنی‌دار ۱۹ درصدی داشته است. کاتسورا و همکارانش (۲۰۰۹) با بررسی این موضوع روی مردان و زنان سالمند ژاپنی، گزارش کردند هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه تمرین در آب، به بهبود معنی‌دار در رکورد آزمون برخاستن و راه رفتن منجر می‌شود (۱۸). فعالیت در آب امکان انجام دامنه وسیعی از حرکات را می‌دهد؛ بدون اینکه سالمند با خطر افتادن یا آسیب دیدگی همراه باشد و این به بهبود توانایی حرکتی و کنترل وضعیت بدنی او منجر می‌شود (۳۲). با قرار گرفتن در آب، بدن می‌تواند با استفاده از داده‌های حاصل از ورودی‌های پوستی، تحریک آوران‌ها را افزایش دهد؛ بنابراین می‌توان از تمرینات آبی برای افزایش مخابره پیام‌های حسی به سطح مربوطه در سیستم عصبی مرکزی استفاده کرد (۳۰). محیط آبی به طور مستقل اجازه حفظ وضعیت بدنی مستقیم و صاف را برای سالمندان فراهم می‌کند؛ ضمن اینکه نیروهای برهم‌زننده ثبات و تعادل در آب، محیط مناسبی را برای فعالیت‌های تعادلی و به چالش کشیدن سیستم‌های درگیر در تعادل فراهم می‌کند. همچنین به علت خاصیت ویسکوزیته‌ای آب، اجرای حرکات آهسته‌تر صورت می‌گیرد و افراد زمان بیشتری برای پاسخ و عکس‌العمل در اختیار دارند و این برای افرادی که ضعف تعادلی دارند، مناسب است.

از نتایج تحقیق حاضر چنین برمی‌آید که تمرینات آبی، تأثیر درخور توجهی بر تعادل پویا، توانایی حرکتی، فشار خون سیستولی و دیاستولی، حداکثر اکسیژن مصرفی، درصد چربی، تعادل ایستا، ضریب قلب استراحت، استقامت عمومی، قدرت اندام تحتانی و انعطاف‌پذیری سالمندان دارند. در بیشتر مقادیر فاکتورهای یادشده، آزمودنی‌های تحقیق ما در مرحله‌ای قرار داشتند که از حد طبیعی خارج بودند و پس از اجرای تمرینات، تنها به طبقه مطلوب گروه سنی خود نزدیک شدند. همچنین در پرتوکل تمرینی ما تکرار حرکات در حد مطلوب و محیط تمرینی ایمنی‌تر بود و آزمودنی‌ها با آرامش و ترس کمتری تمرینات را انجام می‌دادند.

به نظر می‌رسد تمرینات آبی، نیازهای جسمانی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها را بهتر برآورده می‌کند. این نشان می‌دهد مزیت تمرینات آبی برای سالمندان بیشتر از تمرین در خشکی است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد تمرینات آبی، همزمان چندین متغیر فیزیولوژیکی و تعادلی را به چالش می‌کشاند و این می‌تواند کیفیت زندگی سالمندان را در مقایسه با تمرینات صرفاً تعادلی، انعطاف‌پذیری یا هوازی

و...، توسعه دهد. این قضیه را می‌توان از سوی دیگری نیز نگاه کرد: تمریناتی که در شرایط سطح اتکای پایدار و ناپایدار انجام می‌شوند، عوامل درگیر در تعادل را بیشتر دستکاری می‌کنند و ابزار مؤثری برای تقویت انعطاف‌پذیری، قدرت، تعادل و متغیرهای فیزیولوژیکی سالمندان هستند. از طرفی، تمرین در آب به علت داشتن ماهیت ایمنی، نوعی محیط برهم‌زننده تعادل است و شرایطی چالش‌انگیزی را برای سیستم‌های تعادلی فراهم می‌کند. این شیوه در بهبود تعادل و متعاقب آن، پیشگیری از زمین خوردن سالمندان مؤثر است. در پایان، با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان تمرینات آبی را شیوه مناسبی برای بهبود متغیرهای فیزیولوژیکی و عملکردی سالمندان معرفی کرد.

منابع و مآخذ

۱. پوررضا، خبیری نعمتی ر. (۱۳۸۵). "اقتصاد بهداشت و سالمندی". فصلنامه علمی-پژوهشی سالمند ارگان دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی. ۲: ۸۷-۸۰.
2. Barnett A, Smith B, Lord SR, Williams M, Baumann A. (2003). "Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial". *Age and ageing*. Vol;32, No.4, PP:407-414.
3. Bocalini DS, Serra AJ, Rica RL, Santos Ld. (2010). "Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women". *Clinics*. Vol;65, No.12, PP:1305-1309.
4. Bohannon R, Saunders N. (1990). "Hand-held dynamometry: a single trial may be adequate for measuring muscle strength in healthy individuals". *Physiother Can*. Vol;42, No.1, PP:6-9.
5. Costill DL, Wilmore JH, Kenney WL. (2012). "Physiology of sport and exercise". *Physiology Of Sport And Exercise*-9780736094092-66, 78. Vol, PP.350-390.
6. Cromwell RL, Meyers PM, Meyers PE, Newton RA. (2007). "Tae Kwon Do: An effective exercise for improving balance ability in older adults". *J Grontol*. Vol;62A(6), PP:641-646.
7. David A. (1990). "Winter. Biomechanics and motor control of human movement". *Wiley*. Vol;6, PP:1.

8. de Bruin ED, Murer K. (2007). "Effect of additional functional exercises on balance in elderly people". *Clinical rehabilitation*. Vol;21,No.2,PP:112-121.
9. Devereux K, Robertson D, Briffa NK. (2005). "Effects of a water-based program on women 65 years and over: A randomised controlled trial". *Australian Journal of Physiotherapy*. Vol;51,PP: 102–108.
10. Douris P, Southard V, Varga C, Schauss W, Gennaro C, Reiss A. (2003). "The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults". *Journal of Geriatric Physical Therapy*. Vol;26,No.1,PP:3-6.
11. E.M C, S S, Carleton R.A, P.D T. (1988). "Modification of the Åstrand-Ryhming submaximal bicycle test for estimating VO₂max of inactive men and women". *Med Sci Sports Exerc*. Vol; 20 (3),PP:317-318.
12. Farrell PA, Joyner MJ, Caiozzo V, Medicine ACoS.(2012). "ACSM'S advanced exercise physiology". 2th. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
13. Fujimoto N, Prasad A, Hastings JL, Arbab-Zadeh A, Bhella PS, Shibata S, et al. (2010). "Cardiovascular Effects of 1 Year of Progressive and Vigorous Exercise Training in Previously Sedentary Individuals Older Than 65 Years of Age Clinical Perspective". *Circulation*. Vol;122,No.18,PP:1797-1805.
14. Gates PE, Tanaka H, Graves J, Seals DR. (2003). "Left ventricular structure and diastolic function with human ageing Relation to habitual exercise and arterial stiffness". *European heart journal*. Vol;24,No.24,PP:2213-2220.
15. Horak F, Shumway-Cook A, (1990). "Clinical implications of posture control research". *Balance: Proceedings of the APTA Forum Alexandria, VA: American Physical Therapy Association*.
16. Jensen JL, Marstrand PC, Nielsen JB. (2005). "Motor skill training and strength training are associated with different plastic changes in the central nervous system". *Journal of applied physiology*. Vol;99,No.4,PP:1558-1568.
17. Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda S-Y, Usui T, Sotobayashi D, Nakao H, et al. (2010). "effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly". *Eur J Appl Physiol*. Vol;108,PP:957–964.

18. Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda S-Y, Usui T, Sotobayashi D, Nakao H, et al. (2010). "Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly". *European journal of applied physiology*. Vol;108, No.5, PP:957-964.
19. Keshner EA. (1990). "Controlling stability of a complex movement system". *Physical Therapy*. Vol;70, No.12, PP:844-854.
20. Lin M-R, Hwang H-F, Wang Y-W, Chang S-H, Wolf SL. (2006). "Community-based tai chi and its effect on injurious falls, balance, gait, and fear of falling in older people". *Physical Therapy*. Vol;86, No.9, PP:1189-1201.
21. Lord S, Mitchell D, Williams P. (1993). "Effect of water exercise on balance and related factors in older people". *Australian Journal of Physiotherapy*. Vol;39, PP:217-217.
22. Lord SR, Matters B, St George R, Thomas M, Bindon J, Chan DK, et al. (2006). "The effects of water exercise on physical functioning in older people". *Australasian Journal on Ageing*. Vol;25, No.1, PP:36-41.
23. Manini T, Marko M, VavArnam T, Cook S, Fernhall B, Burke J, et al. (2007). "Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life". *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Vol;62A(6), PP: 616-623.
24. Melzer I, Elbar O, Tsedek I, Oddsson LI. (2008). "A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized controlled cross-over trial". *BMC geriatrics*. Vol;8, No.1, PP:19.
25. Monteiro WD, Simão R, Polito MD, Santana CA, Chaves RB, Bezerra E, et al. (2008). "Influence of strength training on adult women's flexibility". *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol;22, No.3, PP:672-677.
26. Nagy E, Feher-Kiss A, Barnai M, Domján-Preszner A, Angyan L, Horvath G. (2007). "Postural control in elderly subjects participating in balance training". *European journal of applied physiology*. Vol;100, No.1, PP:97-104.
27. Nieman DC. (1993). "Fitness and your health" Bull Publishing Company.

28. Rosendahl E. (2006). "Fall prediction and a high-intensity functional exercise programme to improve physical functions and to prevent falls among older people living in residential care facilities". Vol, PP
29. Ruoti R, Morrise D, Cole A. (1997). "Aquatic Rehabilitation". Philadelphia. Vol; Pa: Lipincutt PP:118.
30. Ruoti RG. (1997). "Aquatic rehabilitation". Lippincott Williams & Wilkins.
31. Sherrington C, Lord SR, Finch CF. (2004). "Physical activity interventions to prevent falls among older people: update of the evidence". J Sci Med Sport. Vol;7(1), PP:43-51.
32. Simmons V, Hansen PD. (1996). "Effectiveness of water exercise on postural mobility in the well elderly: an experimental study on balance enhancement". The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. Vol;51, No.5, PP:M233-M238.
33. Simoneau E, Martin A, Van Hoecke J. (2007). "Adaptations to long-term strength training of ankle joint muscles in old age". European journal of applied physiology. Vol;100, No.5, PP:507-514.
34. Stewart KJ. (2005). "Physical activity and aging". Annals of the New York Academy of Sciences. Vol;1055, No.1, PP:193-206.
35. Takeshima N, Rogers ME, Islam MM, Yamauchi T, Watanabe E, Okada A. (2004). "Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults". European journal of applied physiology. Vol;93, No.1-2, PP:173-182.
36. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, et al. (2002). "Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women". Medicine and science in sports and exercise. Vol;34, No.3, PP:544-551.