

سهام مشارکت سیستم‌های حسی تعادل ایستای زنان سالمند پس از یک دوره تمرین (بخش اول: تمرین در آب): یک مطالعه نیمه تجربی

ندا حمیدی^۱، الهام عظیمزاده^۲، مهناز مروی اصفهانی^۳، زهرا سادات رضائیان^۴، فرناندو کویتی^۵

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تغییرات فیزیولوژیک ناشی از روند سالمندی، باعث کاهش تعادل و افزایش خطر سقوط به ویژه در زنان می‌شود. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثرات یک دوره تمرین در آب بر عملکرد اجزای حسی سیستم کنترل کننده تعادل ایستا در زنان سالمند بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه کاربردی- نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون، بخشی از یک تحقیق بزرگ بود. زنان سالمند بدون علامت، به طور تصادفی در سه گروه تمرین با اسب، تمرین در آب و شاهد (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. سهم مشارکت اجزای حسی سیستم کنترل قامت (بینایی، دهلیزی، حسی عمقی) در تعادل ایستا، قبل و پس از ۱۶ جلسه تمرین با استفاده از آزمون سازماندهی حسی به وسیله سیستم پوسچروگرافی سیناپسیس® اندازه‌گیری شد. شرکت کنندگان گروه تمرین در آب و تمرین با اسب به مدت هشت هفته و هفته‌ای ۲ جلسه (۵۰ دقیقه)، پروتکل تمرینی مربوطه را اجرا نمودند و افراد گروه شاهد به زندگی معمولی خود ادامه دادند. از آزمون Paired t برای مقایسه‌های درون گروهی و از آزمون Independent t جهت بررسی تفاوت بین گروهی استفاده گردید.

یافته‌ها: گروه تمرین در آب در مرحله پس‌آزمون عملکرد بهتری در مقایسه با گروه شاهد و نسبت به پیش‌آزمون داشت. به عبارت دیگر، یک دوره تمرین در آب، باعث بهبود عملکرد سیستم دهلیزی در جهت قدامی- خلفی، سیستم حسی عمقی، تعادل ایستا در جهات قدامی- خلفی و میانی- جانبی در زنان سالمند نسبت به حالت پیش‌آزمون و نسبت به گروه شاهد شد ($P = 0/001$ برای همه).

نتیجه‌گیری: به طور کلی، شاید بتوان تمرین در آب را به عنوان یک استراتژی جایگزین، به منظور بهبود میزان مشارکت اجزای حسی سیستم‌های کنترل کننده تعادل در یک محیط امن تر برای سالمندان توصیه نمود.

کلید واژه‌ها: مشارکت حسی؛ تعادل؛ کنترل قامت؛ سالمندی؛ زنان؛ تمرین در آب

ارجاع: حمیدی ندا، عظیمزاده الهام، مروی اصفهانی مهناز، رضائیان زهرا سادات، کویتی فرناندو. سهم مشارکت سیستم‌های حسی تعادل ایستای زنان سالمند پس از یک دوره تمرین (بخش اول: تمرین در آب): یک مطالعه نیمه تجربی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۲؛ ۱۹: ۱۰۹۶-۱۱۰۵.

تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۵

می باشد (۲). سالمندی تقریباً تمام سیستم‌های بدن از جمله سیستم‌های کنترل تعادل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳). به عبارتی با افزایش سن، توانایی سیستم عصبی برای پردازش دروندادهای بینایی، دهلیزی و حسی - عمقی به عنوان

مقدمه

سالمندی یک فرآیند بیولوژیکی پیچیده تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و اجتماعی (۱) است که با کاهش عملکرد فیزیکی و توانایی‌های شناختی همراه

- ۱- دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۲- دکتری رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۳- دکتری بیومکانیک ورزشی، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
- ۴- دکتری فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی-عضلانی، پژوهشکده تحقیقات توانبخشی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- ۵- دکتری علوم حرکت انسان، دانشگاه فدرال سانتا ماریا، مرکز تربیت بدنی و ورزش، سانتا ماریا، برزیل

نویسنده مسؤل: الهام عظیمزاده؛ دکتری رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

Email: e-azimzadeh@sbu.ac.ir

(۱۷). تحقیقات اندکی در رابطه با میزان مشارکت اجزای حسی سیستم کنترل کننده تعادل ارائه شده است (۲۶). با استفاده از ابزارهای دقیق مانند دستگاه پاسچروگرافی می توان با ایجاد آشننگی و تغییر شرایط محیطی، سازگاری های درونی سیستم های حسی درگیر در کنترل تعادل را اندازه گیری نمود به طوری که، وجود نقص در هر یک از سیستم های حسی کنترل کننده تعادل و روند بهبود آن را مورد ارزیابی قرارداد (۲۷). در حال حاضر تحقیق منتشر شده ای که به طور دقیق اثربخشی تمرین در آب را در حفظ تعادل در برابر آشننگی های حسی متفاوتی که در زمان تمرین می تواند ایجاد شود انجام نشده تا اثرات این تمرینات جهت بهبود تعادل را بر عملکرد سیستم های بینایی، دهلیزی و حسی عمقی به صورت مجزا تحلیل و گزارش نماید بنابراین، پژوهش حاضر به این سوال پاسخ می دهد که میزان مشارکت اجزای حسی سیستم کنترل کننده تعادل ایستا زنان سالمند بدون علامت پس از یک دوره تمرین در آب چه تغییراتی می کند؟

مواد و روش ها

تحقیق حاضر یک مطالعه نیمه تجربی کاربردی با طرح پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل بود که مراحل مختلف آن پیش از انجام به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد رسید و در سامانه ثبت کار آزمایشی های بالینی ایران ثبت شد. این مطالعه بخشی از یک مطالعه بزرگ می باشد که جامعه هدف آن زنان سالمند بدون علائم ۶۰ تا ۷۰ سال از میان سالمندانی که در نزدیکی مرکز سوارکاری و استخر زندگی می کردند، تعریف شد. این مطالعه در سه گروه تمرین با اسب، تمرین در آب و کنترل انجام گرفت که با توجه به حجم تحلیل های مربوطه، در این مقاله فقط تحلیل بین گروه آب و کنترل انجام می شود.

نمونه گیری: فراخوان شرکت در مطالعه در محله های مجاور استخر دانشگاه آزاد نجف آباد و باشگاه سوارکاری چوگان اسپادانا منتشر شد و داوطلبان از میان زنان سالمندی که در شهر نجف آباد زندگی می کردند و داوطلب شرکت در مطالعه بودند به طور دسترس انتخاب شدند. حجم نمونه بر اساس نرم افزار جی پاور (G*Power 3.1.9.2 freeware, Released March 17, 2020) با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵، توان ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۶۰، ۳۰ نفر (هر گروه ۱۰ نفر) محاسبه شد. ابتدا درباره اهداف و روش اجرای پژوهش توضیحات لازم به افراد داده شد و شرکت کنندگان فرم اطلاعات فردی شامل (سن، قد، وزن، سابقه فعالیت ورزشی و سابقه بیماری) و فرم رضایت نامه را تکمیل کردند. مهم ترین معیارهای ورود به مطالعه شامل درک دستورالعمل های ساده، اجرای آزمون ها بر روی پاسچروگرافی، راه رفتن در آب و سوارشدن بر اسب با استفاده از سکو بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل، حساسیت به محیط استخر و گاز کلر، سرگیجه یا سایر اختلالات تعادلی، آسیب جسمی ناشی از سکنه مغزی، جراحی، دیستروفی های عضلانی، اختلالات شدید ستون فقرات، دررفتگی شانه یا لگن، فشارخون بالا، بیماری های قلبی و چاقی بود که با استفاده از فرم اطلاعات فردی به صورت خود اظهاری جمع آوری شد و در صورت لزوم با معاینه پزشک معتمد ارزیابی گردید. تعداد ۵۰ نفر در این مرحله انتخاب شدند. شرکت کننده ها در آزمون تعادلی که توسط پاسچروگرافی اندازه گیری شد شرکت نمودند. سپس برای گزینش دقیق افراد بر اساس نمره تعادل کل به دست آمده از دستگاه پاسچروگرافی در دامنه ۵۰ تا ۷۰ تعداد ۴۰ نفر انتخاب شدند جزئیات مطالعه برای

سیستم های فیزیولوژیک درگیر در کنترل تعادل، دچار اختلال می شود (۴)؛ افت عملکرد سیستم های کنترل تعادل باعث محدود شدن توانایی های عملکردی، جنبش پذیری تحرک (Mobility) و حرکت ایمن در سالمندان می شود (۵) که خود باعث کاهش توانایی در انجام فعالیت های روزانه شده و خطر زمین خوردن (Risk of Falling) و آسیب های جدی مانند شکستگی را در میان سالمندان افزایش می دهد (۶).

تعادل انسان یک مفهوم پیچیده چندبعدی است که به توانایی فرد جهت حفظ مرکز فشار (Center of Pressure یا CoP) در محدوده سطح اتکا به منظور جلوگیری از زمین خوردن تعریف می شود (۷) که توسط یک شبکه سازمان یافته از سیستم های تاملی (Interactive Systems) در بدن تنظیم می شود (۸). فعالیت عضلات برای حفظ تعادل، توسط سیستم عصبی مرکزی و از طریق ادغام ورودی های سیستم های حسی - عمقی، بینایی و دهلیزی کنترل می شود (۹). حس عمقی که از عضلات و گیرنده های پوستی سرچشمه می گیرد، اطلاعاتی در مورد موقعیت بدن در محیط و همچنین موقعیت بخش های مختلف بدن نسبت به همدیگر فراهم می کند (۱۰)؛ سیستم بینایی، داده هایی در مورد محیط خارجی (۱۱) و در نهایت، تکانش های دستگاه دهلیزی، اطلاعاتی درباره جهت و سرعت حرکت سر و وضعیت آن نسبت به نیروی جاذبه (۱۲) به سیستم عصبی مرکزی ارسال می کنند. به طور کلی، تنظیم تعادل نیاز به یکپارچه سازی (Integration) اطلاعات حسی از طریق سیستم عصبی مرکزی دارد تا یک پاسخ قلمتی (Postural Response) مناسب برای حفظ وضعیت بدن در حالت های ایستادن و راه رفتن ایجاد شود که البته این پاسخ متناسب با تکلیف، در عملکرد و اجرا متفاوت است (۱۳). در نتیجه، کارایی سیستم های حسی درگیر در کنترل تعادل برای افراد در سنین مختلف بسیار مهم است و هرگونه اختلال در عملکرد این سیستم ها منجر به عدم تعادل وضعیتی و افزایش خطر مواجه با آسیب می شود (۱۴). برای افزایش تعادل لازم است شرایط دریافت اطلاعات حسی از سیستم های بینایی، دهلیزی و حسی عمقی تقویت شود تا عضلات ضد جاذبه فعال شده و تعادل بهبود یابد (۱۵). یکی از روش های پیشنهاد شده برای تقویت و تحریک سیستم های حسی، تمرین در آب است که به عنوان یک مکمل درمانی مؤثر برای حفظ عملکرد جسمانی، بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط در سالمندان توصیه می شود. (۱۶-۱۸). ویژگی های فیزیکی آب، به همراه تمرینات ورزشی در آن، می تواند بسیاری از اهداف فیزیکی پیشنهاد شده در یک برنامه توان بخشی تعادل را برآورده کند (۱۹).

محیط آبی برای توان بخشی سالمندان ایمن و کارآمد است. زیرا، آب به طور هم زمان بر عملکرد سیستم اسکلتی - عضلانی بدن اثر گذارده و تعادل را بهبود می بخشد (۲۰). خاصیت شناوری آب، نیروی فشاری بر مفاصل را کاهش داده (۲۱) و این اثر ممکن است درک خستگی را کمتر نموده و به حفظ انرژی کمک کند (۲۲). علاوه بر این، خاصیت ویسکوزیته و نیروی هیدرودینامیکی آب مقاومتی را ایجاد می کند که فرد هنگام انجام حرکات، بایستی نیروی بیشتری را اعمال کند (۲۱). به عبارت دیگر، تمرین در آب، امکان ورزش با شدت بالا و بنابراین تقویت عضلات را فراهم می کند؛ از طرفی نیروی فشاری کمتری به مفاصل وارد می شود و خاصیت غوطه وری آن، راحتی بیشتری را برای فرد تضمین می کند.

مطالعات، اثربخشی تمرین در آب را بر افزایش تعادل، تسکین درد و بهبود عملکرد جسمانی سالمندان، نشان داده (۲۳-۲۵، ۱۷، ۱۶) است. همچنین، تمرین در آب میزان خطر زمین خوردن را از طریق افزایش قدرت عضلانی و بهبود تعادل حین ایستادن و راه رفتن، در این گروه از افراد کاهش می دهد

این افراد توضیح داده شد و به آن ها ۲۴ ساعت زمان داده شد تا در صورت تمایل به همکاری فرم رضایت آگاهانه را امضا کنند. در ادامه، ۳۰ شرکت کننده با استفاده از تقسیم تصادفی ساده به روش سیستماتیک در سه گروه ۱۰ نفره تمرین در آب و تمرین با اسب و کنترل قرار گرفتند. در طول پژوهش، تمرین در آب و تمرین با اسب تنها فعالیت بدنی منظمی بود که گروه های تمرینی انجام می دادند و گروه کنترل بدون فعالیت بدنی منظم بود.

ارزیابی تعادل: با استفاده از تست سازمان دهی حسی (SOT) یا (Sensory Organization Test) برای هر سه گروه توسط سیستم پوسچروگرافی سیناپسیس® ساخت کشور فرانسه (Synopsis Posturography) (System@: SPS@, version 3.0, SYNAPSIS, Marseille, France) مستقر در مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی - عضلانی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان سهم مشارکت اجزای حسی سیستم کنترل قامت (بینایی، دهلیزی، سوماتوسنسوری) یک روز قبل از شروع برنامه تمرین در آب و تمرین با اسب اندازه گیری شد. قبل از شروع مطالعه، سیستم کالیبره شد و باهدف کاهش خطای آزمونگر، مطالعات مقدماتی روی ۳ خانم سالمند بدون علامت انجام شد. این دستگاه مجهز به پلت فرم انتقالی است که قادر به حرکت به سمت جلو و عقب می باشد و واکنش تعادلی فرد به آشنگی های پاسچرالی که توسط دستگاه ایجاد می شود را اندازه گیری می کند. پاسخ های پاسچرال برای بازگرداندن تعادل بر اساس اندازه گیری جابجایی های مرکز فشار در سطوح قدامی - خلفی و میانی - جانبی به میلی متر ارزیابی می شوند (۲۸، ۲۷).

بر اساس داده های پوسچروگراف سهم مشارکت اجزای حسی سیستم کنترل قامت (بینایی، دهلیزی، حسی عمقی) و تعادل ایستا اندازه گیری می شود. نحوه اجرای آزمون بدین صورت بود که از آزمودنی ها خواسته شد تا در وضعیت ایستاده، دست ها کنار بدن، و با پای برهنه و بدون حرکت بر روی پلت فرم دستگاه قرار گیرند. پا ها مطابق با نشانه های تعیین شده، پاشنه ها با فاصله ۲ سانتی متر و زاویه ۳۰ درجه از هم و مطابق با اندازه پا بود. همچنین اطلاعاتی از قبیل سن، قد، وزن و سایز پا نیز در دستگاه برای هر آزمودنی تعریف شد. در طول اجرای آزمون ها، هدف پایدار ماندن تا حد امکان بود. تست سازمان دهی حسی، آزمونی استاندارد برای اندازه گیری مشارکت سیستم های بینایی، دهلیزی و حسی عمقی در طول پاسخ به ۶ وضعیت در شرایط حسی است که در هر بخش یکی از حواس مرتبط با تعادل مورد بررسی قرار می گیرد. این تست از طریق اندازه گیری نوسان وضعیتی در دو جهت قدامی - خلفی و میانی - جانبی انجام می شود و کمی کردن توانایی فرد در استفاده از سیستم های حسی مختلف برای حفظ تعادل در وضعیت ایستاده طراحی شده است.

یافته ها

در این مطالعه، ارزیابی تعادل ایستا شامل شش آزمون بود. آزمون اول در وضعیتی که فرد با چشمانی باز، پاهای برهنه، دست ها در کنار بدن و بر روی سطحی سخت بر روی دو پا ایستاده و نوسانات پایه (Normal Body Sway) اندازه گیری شد. آزمون دوم، مشابه آزمون اول و با چشمان بسته اجرا شد. برای اطمینان از عدم بازخورد بینایی، از چشم بند استفاده شد و از فرد خواسته شد موقعیت خود را تا حد امکان تثبیت کند. در آزمون سوم، درحالی که چشم ها باز بود محرک بینایی در حال حرکت (تارکنکبوت) توسط یک سیستم نمایش تصویری در یک اتاق کاملاً تاریک اجرا شد. این آزمون را بینایی مخدوش شده می نامند زیرا نشانه های بینایی گمراه کننده ای از موقعیت بدن در فضا ارائه می شود. در آزمون های ۴، ۵ و ۶ وضعیت هایی مشابه آزمون های ۱، ۲ و ۳ بود، فقط اطلاعات مربوط به سیستم حسی عمقی با استفاده از یک تشک فوم

۳۰ شرکت کننده در سه گروه ۱۰ نفره، تمرین در آب و تمرین با اسب و کنترل قرار گرفتند. همه شرکت کنندگان در هر گروه، تمامی مراحل مطالعه را به پایان رساندند (نرخ ریزش=۰٪). نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان داد که توزیع تمام متغیرهای مورد مطالعه از توزیع طبیعی پیروی می کرد ($P > 0.05$): از این رو از آزمون های آماری پارامتریک برای تحلیل استفاده شد. در جدول ۲ اطلاعات دموگرافیک گروه های مورد مطالعه ارائه شده است.

تفاوت معنی داری بین میانگین متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی دو گروه در پیش آزمون وجود نداشت ($P > 0.05$). همچنین، مطابق با جدول شماره ۳، نتایج مقایسه درون گروهی (t همبسته) نشان داد، در گروه کنترل در پایان مدت مطالعه، هیچ تغییر معنی داری در متغیرهای مورد اندازه گیری نسبت به ارزیابی قبل از شروع مطالعه وجود نداشت ($P > 0.05$).

جدول ۱. پروتکل تمرینی ورزش در آب

مرحله	تمرین	تکرار - مسافت
گرم کردن (۱۰ دقیقه)	ورود به آب، هل دادن آب بادیست و پاها همراه با راه رفتن، گام برداری به پهلو (چپ و راست)، گام برداری به جلو و عقب، گام برداری با حرکت ضربدری پاها به پهلو (چپ و راست)، نشستن و برخاستن همراه با حرکات چرخشی دست	۵۰ تا ۲۰۰ متر (۲ تا ۸ عرض ۲۵ متری استخر)
فعالیت مربوط به برنامه اصلی (۳۰ دقیقه)	راه رفتن با گام های کشیده راه رفتن به جلو - عقب با انجام حرکات سر (خم و صاف کردن، خم کردن جانبی، و چرخش به دو طرف) همراه با حرکات دست به صورت هماهنگ گام برداری نظامی (درجا) ایستادن روی یک پا ایستادن روی پنجه یک پا با چشمان باز و بسته ایستادن روی یک پا با انجام حرکات سر (خم و صاف کردن، خم کردن جانبی، و چرخش به دو طرف) با چشمان باز و بسته ایستادن روی یک پا و حرکت دست ها به بالا با چشمان باز و بسته ایستادن روی یک پا انجام حرکت ۸ با پای دیگر با چشم باز و بسته ایستادن روی یک پا و خم و باز کردن مفصل ران پای دیگر و هم زمان حرکت دست ها با چشمان باز و بسته راه رفتن در جهت ها و با سرعت های مختلف و حرکت دست ها در تمام جهات راه رفتن در جهت ها و با سرعت های مختلف و بالا بردن دست ها به صورت غیرقابل پیش بینی با فرمان مربی تغییر جهت به صورت غیرقابل پیش بینی با فرمان مربی راه رفتن به جلو عقب با انجام حرکات سر و دست به صورت هماهنگ (خم و باز کردن) راه رفتن به پهلو با انجام حرکات سر و دست به صورت هماهنگ (حرکات چرخشی) چرخش تنه همراه با جابجا کردن آب توسط دست ها خم و باز کردن ران به حالت نیمه نشست حرکت های فلکشن - اکستنشن، اداکشن - روتیشن مفصل های شانه، آرنج، مچ دست، ران، زانو و مچ پا با توجه به درجه آزادی هر مفصل حرکت اسکات حرکت اسکات همراه با راه رفتن به پهلو (چپ و راست) حرکت اسکات روی پنجه همراه با راه رفتن به پهلو (چپ و راست) حرکت پروانه با چشمان باز و بسته حرکت مترسک چوبی با چشمان باز و بسته راه رفتن آرام همراه با کشیدن نفس های عمیق، انجام حرکات کششی دست و پا، خوابیدن روی آب	۵۰ تا ۲۰۰ متر ۳۰-۶۰ ثانیه (۲-۴ تکرار) ۳۰-۶۰ ثانیه (۲-۴ تکرار) ۳۰-۶۰ ثانیه (۲-۴ تکرار) ۳۰-۶۰ ثانیه (۲-۴ تکرار) ۳۰-۶۰ ثانیه (۲-۴ تکرار) ۵۰ تا ۲۰۰ متر ۵۰ تا ۲۰۰ متر ۵۰ تا ۲۰۰ متر ۵۰ تا ۲۰۰ متر ۵۰ تا ۲۰۰ متر ۸-۱۵ تکرار ۸-۱۵ تکرار هر مفصل ۸-۱۵ تکرار ۸-۱۵ تکرار ۸-۱۵ تکرار ۸-۱۵ تکرار ۸-۱۵ تکرار ۸-۱۵ تکرار ۵۰ تا ۲۰۰ متر
سرد کردن (۱۰ دقیقه)		

مرحله پس از آزمون نشان داد در متغیرهای دهلیزی قدامی - خلفی، حسی عمقی و قدامی - خلفی ($P = 0/001$) و میانی - جانبی ($P = 0/001$) برای همه تفاوت معنی داری بین گروه تمرین با آب و گروه کنترل وجود داشت ولی تفاوت معنی داری

در متغیرهای دهلیزی میانی - جانبی ($P = 0/067$)، بینایی قدامی - خلفی ($P = 0/543$) و بینایی میانی - جانبی ($P = 0/846$) بین گروه تمرین با آب و گروه کنترل مشاهده نشد.

نتایج t همبسته در گروه تمرین در آب نشان داد در متغیرهای دهلیزی، حسی عمقی و تعادل کل قدامی - خلفی و میانی - جانبی ($P = 0/001$) برای همه تفاوت معنی داری وجود داشت در حالیکه تغییر معنی داری در سایر متغیرها مشاهده نشد.

مطابق با جدول شماره ۴، مقایسه بین گروهی (t مستقل) بین متغیرهای اندازه گیری نشان داد، هیچ تفاوت معنی داری در پیش آزمون بین گروه تمرین با آب و گروه کنترل وجود نداشت ($P > 0/05$). نتایج مقایسه بین گروهی در

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای دموگرافیک شرکت کنندگان

متغیر	گروه	تعداد نمونه	میانگین \pm انحراف معیار	مقدار P
سن (سال)	تمرین در آب	۱۰	۵۰/۰۴ \pm ۶۶/۲۱	۰/۳۸
	شاهد	۱۰	۵۰/۳۷ \pm ۶۴/۹۸	
قد (متر)	تمرین در آب	۱۰	۶/۴۳ \pm ۱۶۱/۹۰	۰/۳۱
	شاهد	۱۰	۴/۲۱ \pm ۱۶۳/۲۱	
وزن (کیلوگرم)	تمرین در آب	۱۰	۷/۱۲ \pm ۶۵/۴۰	۰/۲۷
	شاهد	۱۰	۸/۳۷ \pm ۶۶/۳۸	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین در آب	۱۰	۴/۱۳ \pm ۲۴/۹۷	۰/۵۲
	شاهد	۱۰	۴/۵۸ \pm ۲۴/۹۳	

جدول ۳. نتایج آزمون Paired t متغیرهای اندازه‌گیری در گروه‌های شرکت‌کننده

مقدار P	درجه آزادی	آماره T	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	متغیر (میلی‌متر)	گروه
۰/۶۸۰	۹	۰/۴۳	۹۵/۶۶ ± ۴/۰۱	۹۵/۳۳ ± ۴/۶۴	بینایی قدامی - خلفی	شاهد
۰/۸۲۰	۹	۰/۲۳	۹۳/۶۱ ± ۴/۵۳	۹۳/۴۱ ± ۵/۰۳	بینایی میانی - جانبی	
۰/۸۴۰	۹	۰/۲۱	۷۹/۹۰ ± ۵/۳۰	۷۸/۲۱ ± ۶/۳۹	دهلیزی قدامی - خلفی	
۰/۸۷۰	۹	۰/۱۶	۸۱/۲۰ ± ۵/۹۲	۸۲/۵۰ ± ۶/۴۸	دهلیزی میانی - جانبی	
۰/۱۹۰	۹	۱/۴۰	۷۰/۶۶ ± ۶/۶۹	۶۹/۲۰ ± ۷/۸۸	حسی عمقی قدامی - خلفی	
۰/۵۵۰	۹	۰/۶۲	۷۵/۶۶ ± ۷/۲۸۸	۷۴/۵۰ ± ۷/۷۲	حسی عمقی میانی - جانبی	
۰/۶۳۰	۹	۰/۵۰	۶۹/۴۱ ± ۷/۸۳	۶۸/۷۳ ± ۶/۳۲	تعادل کل قدامی - خلفی	
۰/۴۳۰	۹	۰/۸۳	۷۴/۳۰ ± ۶/۴۸	۷۳/۶۶ ± ۴/۴۸	تعادل کل میانی - جانبی	
۰/۱۹۰	۹	۱/۴۳	۹۶/۶۹ ± ۳/۹۸	۹۵/۷۰ ± ۴/۵۹	بینایی قدامی - خلفی	تمرین در آب
۰/۲۱۰	۹	۱/۳۵	۹۳/۹۱ ± ۵/۲۶	۹۲/۶۰ ± ۴/۸۹	بینایی میانی - جانبی	
۰/۰۰۱	۹	۷/۹۸	۹۲/۶۰ ± ۵/۲۸	۷۹/۶۰ ± ۶/۹۴	دهلیزی قدامی - خلفی	
۰/۰۸۰	۹	۱/۹۴	۸۶/۵ ± ۵/۷۴	۸۳/۷۰ ± ۴/۱۲	دهلیزی میانی - جانبی	
۰/۰۰۱	۹	۲۲/۸۶	۹۶/۲۰ ± ۳/۱۵	۶۸/۷۵ ± ۷/۹۵	حسی عمقی قدامی - خلفی	
۰/۰۰۱	۹	۸/۵۷	۹۴/۸۵ ± ۳/۰۱	۷۷/۵۸ ± ۷/۱۸	حسی عمقی میانی - جانبی	
۰/۰۰۱	۹	۵/۶۸	۸۶/۷۰ ± ۶/۵۶	۶۹/۸۱ ± ۵/۶۹	تعادل کل قدامی - خلفی	
۰/۰۰۱	۹	۵/۲۸	۸۴/۱۸ ± ۵/۹۶	۷۲/۳۸ ± ۴/۰۱	تعادل کل میانی - جانبی	

این مطالعه، بررسی عملکرد تعادلی با تأکید بر تحلیل پارامترهای مرتبط با آن نظیر سیستم‌های حسی عمقی، دهلیزی و بینایی بود. در این تحقیق، با استفاده از دستگاه پاسچروگرافی سیناپسیس[®]، سهم مشارکت سیستم‌های حسی (بینایی، دهلیزی و حسی عمقی) در کنترل تعادل ایستا در جهت‌های قدامی - خلفی و میانی - جانبی مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج، بهبود معنی‌دار عملکرد سیستم‌های حسی عمقی، دهلیزی را در تعادل ایستا نشان داد ولی تأثیری در عملکرد سیستم بینایی در کنترل تعادل ایستا مشاهده نشد.

بحث

تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی ناشی از سیر طبیعی سالمندی تأثیر منفی بر عملکرد تعادلی بدن در کنترل پاسچر می‌گذارد و عملکرد طبیعی سیستم‌های عصبی - عضلانی و حسی عمقی را تضعیف نموده و باعث بروز حوادثی از قبیل زمین خوردن می‌شود (۵). به همین منظور در این مطالعه، اثرات تمرین در آب بر میزان مشارکت اجزای حسی سیستم کنترل‌کننده تعادل زنان سالمند با ۱۶ جلسه برنامه‌تمرینی (۲ جلسه در ۸ هفته به مدت ۵۰ دقیقه) اجرا شد. رویکرد

جدول ۴. نتایج آزمون Independent t متغیرهای اندازه‌گیری در گروه‌های شرکت‌کننده

مقدار P	درجه آزادی	آماره T	تفاوت میانگین دو گروه (i-j)	گروه (j)	گروه (i)	زمان	متغیر (میلی‌متر)
۰/۷۶۱	۱۸	۰/۳۱	۰/۵	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	بینایی قدامی - خلفی
۰/۵۴۳	۱۸	۰/۶۲	۰/۹	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۶۹۶	۱۸	۰/۴۰	۰/۸	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	بینایی میانی - جانبی
۰/۸۴۶	۱۸	۰/۲۰	۰/۳	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۳۵۱	۱۸	۰/۹۶	۱/۴	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	دهلیزی قدامی - خلفی
۰/۰۰۱	۱۸	۷/۲۰	۱۴/۲	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۶۰۵	۱۸	۰/۵۳	۰/۹	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	دهلیزی میانی - جانبی
۰/۰۶۷	۱۸	۱/۹۵	۴/۷	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۶۹۴	۱۸	۰/۴۰	۰/۷	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	حسی عمقی قدامی - خلفی
۰/۰۰۱	۱۸	۱۶/۹۸	۲۶/۱	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۱۱۹	۱۸	۱/۶۳	۲/۹	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	حسی عمقی میانی - جانبی
۰/۰۰۱	۱۸	۱۰/۹۲	۱۸/۱	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۸۹۵	۱۸	۰/۱۳	۰/۳	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	تعادل کل قدامی - خلفی
۰/۰۰۱	۱۸	۶/۷۰	۱۷/۳	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	
۰/۵۸۸	۱۸	۰/۵۵	۱/۱	شاهد	تمرین در آب	پیش‌آزمون	تعادل کل میانی - جانبی
۰/۰۰۱	۱۸	۳/۹۹	۹/۶	شاهد	تمرین در آب	پس‌آزمون	

در این مطالعه، برنامه تمرین در آب به گونه ای طراحی شد که نیمی از تمرینات در بخش کم عمق (زنجیره حرکتی بسته) و نیمی در بخش عمیق (زنجیره حرکتی باز) با بستن کمربند نودل اجرا شود. در بخش کم عمق، آب در حد سینه بود و به شرکت کنندگان اجازه می داد با کنترل تحمل وزن بر روی مفاصل، سرعت حرکات را افزایش داده و مفاصل را در کل دامنه حرکتی و در جهات مختلف با توجه به درجه آزادی مفصل تمرین دهند. در واقع، بخش کم عمق آب، خاصیت شناوری را کاهش داده و نیروی عکس العمل زمین را افزایش می دهد. در حالی که در بخش عمیق آب خاصیت شناوری و غوطه وری زیاد می باشد؛ در نتیجه الگوی عصبی - عضلانی عضلات فعال در بخش های مختلف استخر متفاوت است (۳۰).

یکی از نتایج تحقیق حاضر، به بهبود تعادل ایستا در زنان سالمند پس از یک برنامه تمرین در آب اشاره دارد که با تحقیقات پیشین (۳۳-۳۱، ۲۵، ۲۳) همسو است. هرچند به نظر می رسد تأثیر تمرین در آب بر استراژی های بازبایی تعادل در مردان (۳۴، ۳۱) و زنان سالمند (۳۵، ۳۲) متفاوت باشد. ولی بخشی از تفاوت گزارش شده در این مطالعات می تواند به دلیل تفاوت در نحوه ارزیابی

سقوط با استفاده از تجهیزات پیشرفته آنالیز حرکت (۳۴) یا آزمون های بالینی (۳۷، ۳۶، ۳۲) باشد؛ به هرحال، یافته های قبلی به طور ضمنی به تفاوت احتمالی اثربخشی این تمرینات در زنان و مردان اشاره دارد که یکی از دلایل انجام مطالعه حاضر در زنان سالمند بود. نکته جالب آنکه براساس مطالعات پیشین، وضعیت شناختی شرکت کنندگان (۳۶) و یا ابتلا به استئوآرتریت مفصل زانو (۳۸)، این تأثیر را تضعیف نمی کند. البته، برخلاف سالمندان بدون علامت (۳۹)، بهبود تعادل ایستا به دنبال ورزش در بخش کم عمق استخر برای افراد دارای استئوآرتریت زانو بیش از ورزش در بخش های عمیق آن (۳۸) گزارش شده است.

از سوی دیگر نتایج حاضر با بخشی از یافته های برخی محققان پیشین در تناقض بود (۴۱، ۴۰، ۳۸) به عنوان مثال، علی رغم بهبود تعادل ایستا در آزمون زمان ایستادن تک پا و تعادل پویا (آزمون Y) در پای غالب در هر سه جهت، تعادل پویا در پای غیر غالب فقط در جهت قدامی بهبود نشان داد ولی در دو جهت خلفی بهبودی مشاهده نشد. این تناقضات را می توان به تفاوت در نوع تمرینات آموزش داده شده، ویژگی های شرکت کنندگان، طول مدت تمرین و یا نوع آزمون مورد استفاده برای سنجش تعادل نسبت داد که مقایسه کمی یافته های آن ها را دشوار می کند.

تمرین در آب، ورزشی منحصربه فرد است که علاوه بر به چالش کشیدن هم زمان آمادگی سیستم های تمرینات هوازی و قدرتی محیطی امن و البته آرامش بخش برای افراد سالمند فراهم می کند (۴۱). با کمک خاصیت شناوری (Buoyan) آب می توان به سه روش تمرینی کمک (Assistance)، حمایت (Support) و مقاومت (Resistance) به فرد آموزش داد. بدین صورت که فشار هیدرو استاتیک آب از بدن غوطه ور حمایت و محیطی با گرانش کمتر را ایجاد می کند که باعث کاهش خطر سقوط می شود (۴۲)؛ از طرفی، خاصیت چسبندگی (Viscosity) آب، در برابر حرکات بدن، مقاومتی طبیعی اعمال می کند که باعث تقویت عملکرد عصبی - عضلانی در اجرای تمرینات ورزشی مختلف می شود (۴۳) و با افزایش زمان انجام حرکت و کاهش سرعت حرکت (۴۴)، زمان عکس العمل را افزایش می دهد (۴۳) و در نتیجه افراد مدت زمان

بیشتری جهت ایجاد پاسخ و عکس العمل در اختیار دارند (۴۴). همچنین، این خاصیت باعث می شود مقاومت عضلانی بکارگرفته شده ۱۰ برابر بیشتر از ورزش در هوا باشد که عاملی برای درگیری بیشتر قشر حرکتی مغز (تسهیل سیستم عصبی) است. در نتیجه شلیک نورون های حرکتی و فعالیت قشر حرکتی مغز در افراد مسن افزایش می یابد. این امر همگام سازی واحدهای حرکتی و تحریک پذیری نورون های حرکتی را بهبود می دهد که خود را به صورت افزایش قدرت عضلانی و نیز بهبود تعادل در افراد مسن نشان می دهد (۴۵). با بهبود قدرت عضلانی، حساسیت دوک های عضلانی و دیگر گیرنده های حس حرکتی افزایش یافته و در نهایت کنترل عصبی - عضلانی بهبود می یابد و در یک چرخه بسته، با افزایش سرعت پاسخ های مکانیکی و فیزیولوژیکی منجر به فعالیت نورون های حرکتی آلفا و گاما و تسهیل انقباض عضلانی می شود (۴۶).

اولین یکپارچگی حسی - حرکتی (Sensorimotor Integration) جهت کنترل تعادل، مربوط به رفلکس کششی (Strech Reflex) است که به واسطه دوک های عضلانی انجام می شود. (۴۷). این رفلکس ها از طریق یک مدار بسیار ساده در طناب نخاعی به سرعت، در برابر تغییرات غیرمنتظره طول عضله مقاومت کرده (۴۸) و از عملکردهای بی شماری (Myriad of Functions) پشتیبانی می کنند و بسیار انعطاف پذیر هستند. در شرایط طبیعی، رفلکس های کششی به واسطه فیزیولوژی محیطی (Peripheral Physiology) شکل می گیرند و مدارهای عصبی موجود در طناب نخاعی، ساقه مغز و قشر مغز را درگیر می کنند (۴۹). هنگامی که یک عضله کشیده می شود، دوک عضلانی واقع در داخل عضله کشیده می شود و سرعت شلیک عصبی اوران های دوک عضلانی افزایش می یابد (۵۰)؛ پس احتمال دارد که افزایش حساسیت دوک های عضلانی و بهبود کنترل عصبی - عضلانی یکی از دلایل بهبود تعادل پس از تمرین در آب باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به دنبال برنامه تمرین در آب، عملکرد سیستم حسی - عمقی بیش از سیستم های دهلیزی و بینایی بهبود یافت که با کونته و همکاران (۵۱) مطابقت دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، عملکرد سیستم دهلیزی بعد از یک دوره تمرین در آب بهبود یافت. سیستم دهلیزی با مشارکت سیستم های بینایی و حسی عمقی به طور قابل توجهی بر ابعاد چندگانه تعادل اثر می گذارد (۵۲). تغییرات در وضعیت سر و بدن به دلیل انجام حرکات فلکشن، اکستنشن، فلکشن جانبی و چرخش سر با چشمان باز و بسته و همچنین تغییر جهت های ناگهانی در حین تمرین در آب ممکن است بر سیستم تعادلی تأثیر گذارد. اطلاعات عصبی حاصله از گیرنده های کنترل کننده تعادل به مخچه منتقل می شود و دستورات صادر شده از مخچه به عضلات مختلف بدن تعادل را حفظ می کنند (۵۳). حرکات مکرر چشم و سر، چرخش سر و شانه در حین تمرین در آب اطلاعات مورد نیاز برای جهت دهی بدن در فضای مغز را به سیستم دهلیزی ارائه می کند. به عبارت دیگر، هسته های دهلیزی وظیفه ادغام پیام های اندام های دهلیزی با سایر پیام های سیستم بینایی، مخچه و حتی نخاع را بر عهده دارند. با ادغام پیام های دریافتی در هسته های دهلیزی، این پیام ها به نواحی مختلف مغز شامل نواحی دهلیزی، تالاموس، قشر حسی عمقی، مخچه، نخاع و هسته های حرکتی چشمی ارسال می شوند (۵۴). این شبکه دهلیزی پیچیده به افراد کمک می کند تا بدن خود را از نظر گرانش به صورت فضایی جهت دهی کنند و تشخیص دهند که چه زمانی باید سر و بدن را بچرخانند. شاید یکی از دلایلی که به دنبال تمرین در آب، افراد سالمند به خصوص در صورت از دست

شد. کنترل تعادل شامل فعالیت های عصبی-عضلانی پیچیده ای است که به افراد اجازه می دهد تا تنظیمات وضعیتی سریع و دقیق را برای حفظ تعادل انجام دهند. بنابراین، بررسی عملکرد سیستم های بینایی، دهلیزی و حس عمقی در کنترل تعادل ایستا ممکن است به شناسایی نوع اختلال در افراد مختلف کمک نماید. خطر اختلال در سیستم های کنترل تعادل به پزشکان در انتخاب تمرینات بدنی هدفمند برای بهبود کنترل تعادل و توسعه و اجرای برنامه های شخصی و پیشگیری از سقوط برای افراد سالمند کمک می نماید. همچنین، خصوصیات فیزیکی آب (دما، شناوری، فشار هیدرو استاتیک و ویسکوزیته) می تواند محیطی ایمن، مؤثر و راحت را هنگام انجام ورزش برای افرادی که در تمرینات زمینی مشکل دارند، فراهم کند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین وسیله از کلیه آزمودنی های شرکت کننده در پژوهش، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی - عضلانی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و استخر دانشگاه آزاد نجف آباد قدردانی و سپاسگزاری می کنند.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده پردازی مطالعه: ندا حمیدی
جذب منابع مالی برای انجام مطالعه: ندا حمیدی
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه: ندا حمیدی، مهناز مروی، الهام عظیم زاده، زهرا سادات رضائیان
فراهم کردن تجهیزات و نمونه های مطالعه: ندا حمیدی، مهناز مروی، زهرا سادات رضائیان
جمع آوری داده ها: ندا حمیدی، مهناز مروی
تحلیل و تفسیر نتایج: ندا حمیدی، مهناز مروی، فرناندو کوپتی، زهرا سادات رضائیان
خدمات تخصصی آمار: ندا حمیدی، مهناز مروی، زهرا سادات رضائیان
تنظیم دستنوشته: ندا حمیدی، الهام عظیم زاده، مهناز مروی، زهرا سادات رضائیان، فرناندو کوپتی
ارزیابی تخصصی دستنوشته از نظر مفاهیم علمی: ندا حمیدی، الهام عظیم زاده، مهناز مروی، زهرا سادات رضائیان، فرناندو کوپتی
تأیید دستنوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: ندا حمیدی، الهام عظیم زاده، مهناز مروی، زهرا سادات رضائیان، فرناندو کوپتی
مسئولیت حفظ یکپارچگی فرآیند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ گویی به نظرات داوران ندا حمیدی، الهام عظیم زاده، مهناز مروی، زهرا سادات رضائیان، فرناندو کوپتی

منابع مالی

این مطالعه براساس تحلیل بخشی از اطلاعات مستخرج از رساله دکتری رفتارحرکتی ندا حمیدی (کد اخلاق IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1402.075 و کد ثبت کارآزمایی بالینی IRICT20230829059293N1) در دانشگاه شهید بهشتی و بدون حمایت مالی تنظیم گردید. دانشگاه شهید بهشتی در جمع آوری داده ها، تحلیل و گزارش

دادن ناگهانی تعادل می توانند از نظر جهت گیری موقعیت مناسبی پیدا می کنند و تعادل خود را بهبود می بخشند، بهبود عملکرد سیستم دهلیزی به دنبال این تمرینات باشد. طبق تحقیقات انجام شده، تمرینات مکرر کنترل پاسچر در موقعیت های مختلف تمرین در آب باعث می شود که سیستم دهلیزی (از طریق مسیرهای نزولی خود) به طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی گروه های عضلانی اکستنسور تأثیر گذارد تا وضعیت ایستاده را حفظ و تعادل را به طور رفلکسی در هنگام تغییرات غیرمنتظره کنترل نماید (۵۵). ظاهراً تمرین در آب باعث تحریک آوران های پوستی شده، و ورودی های دهلیزی را تسهیل می کند و به همین دلیل می توان از این تمرینات برای افزایش مخابره پیام های حسی به سطح مربوطه در سیستم عصبی مرکزی استفاده نمود (۵۶). در مطالعات پیشین مشخص شده است تمرین در آب در بیماران مبتلا به بیماری های دهلیزی، محیطی بسیار کارآمد بوده و با بهبود عملکرد سیستم دهلیزی میزان بروز، شدت و طول مدت شکایت از سرگیجه را کاهش می دهد (۵۷).

عدم معنادار بودن نمرات سیستم بینایی در تعادل ایستا می تواند به دلیل بالا بودن نمره عملکرد این سیستم در آزمون های پوسچروگرافی باشد. به طور کلی افراد مسن برای کنترل تعادل، وابستگی بیشتری به ورودی های بینایی دارند و برای حفظ تعادل به سیستم بینایی اتکا بیشتری می کنند (۵۸). در واقع بینایی یکی از درون داده هایی است که می تواند کمبود حس های دیگر را جبران کند (۵۹). مطالعات نشان داده اند که گیرنده های حسی که جهت گیری بدن را کنترل می کنند در سالمندان حساسیت کمتری دارند (۱۰). این کاهش حساسیت با اتکای بیش از حد به بینایی جبران می شود (۶۰). اتکای بیش از حد به ورودی بینایی ممکن است یک استراتژی جبرانی طبیعی برای مقابله با تعادل ضعیف در سالمندان باشد (۶۱). این مسئله بالا بودن نمره سیستم بینایی را توضیح می دهد و به همین دلیل احتمالاً تغییرات نمره این سیستم معنی دارد نشد.

محدودیت ها

از محدودیت های تحقیق حاضر می توان به عدم کنترل برخی از متغیرهای مخدوش گر از قبیل میزان خواب و میزان فعالیت قبل از جلسات ارزیابی اشاره کرد که ممکن بود بر پاسخ های آن ها هنگام انجام آزمون تأثیر بگذارد. همچنین این مطالعه تنها روی زنان انجام شد. با توجه به تفاوت شاخص های تعادل در زنان و مردان (۶۲)، نتایج این مطالعه به مردان قابل تعمیم نیست.

پیشنهادها

با توجه به مزایای برنامه ورزش در آب در تعادل زنان سالمند بدون علامت در مطالعه حاضر احتمالاً می توان آن را برای بهبود کیفیت زندگی و آمادگی جسمانی در سالمندان پیشنهاد نمود. همچنین، مقایسه تأثیر ورزش در آب با سایر روش های بهبود تعادل در افراد سالمند بدون علامت و در افراد مبتلا به انواع بیماری های مرتبط با سیستم تعادل مطلوب خواهد بود.

نتیجه گیری

به نظر می رسد در زنان سالمند سالم، عملکرد سیستم حسی عمقی و سیستم دهلیزی بعد از یک دوره تمرین در آب بهبودیافته و منجر به بهبود تعادل ایستا

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

آنها، تنظیم دستنوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

References

- Rodrigues LP, Teixeira VR, Alencar-Silva T, Simonassi-Paiva B, Pereira RW, Pogue R, et al. Hallmarks of aging and immunosenescence: connecting the dots. *Cytokine & growth factor reviews*. 2021;59:9-21.
- Lockie RG, Dawes JJ, Kornhauser CL, Holmes RJ. Cross-sectional and retrospective cohort analysis of the effects of age on flexibility, strength endurance, lower-body power, and aerobic fitness in law enforcement officers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(2):451-8.
- Kanekar N, Aruin AS. Aging and balance control in response to external perturbations: role of anticipatory and compensatory postural mechanisms. *Age*. 2014;36:1067-77.
- Alcock L, O'Brien T, Vanicek N, editors. The effect of age on the somatosensory, visual and vestibular contributions to the maintenance of postural equilibrium. XXV Congress of the International Society of Biomechanics; 2015: Newcastle University.
- Michalska J, Kamieniarz A, Sobota G, Stania M, Juras G, Słomka KJ. Age-related changes in postural control in older women: Transitional tasks in step initiation. *BMC geriatrics*. 2021;21:1-9.
- Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2000;48(8):883-93.
- Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *Journal of neurophysiology*. 1996;75(6):2334-43.
- Paillard T. Relationship between muscle function, muscle typology and postural performance according to different postural conditions in young and older adults. *Frontiers in Physiology*. 2017;8:281498.
- Manchester D, Woollacott M, Zederbauer-Hylton N, Marin O. Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *Journal of gerontology*. 1989;44(4):M118-M27.
- Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, Van Impe A, Swinnen SP. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2009;33(3):271-8.
- Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Physical therapy*. 1997;77(6):619-28.
- Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:125-50.
- Coppé J-P, Desprez P-Y, Krtolica A, Campisi J. The senescence-associated secretory phenotype: the dark side of tumor suppression. *Annual review of pathology: mechanisms of disease*. 2011;11:99-125.
- Ha V-AT, Nguyen TN, Nguyen TX, Nguyen HTT, Nguyen TTH, Nguyen AT, et al. Prevalence and factors associated with falls among older outpatients. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(8):4041.
- Geigle PR, Cheek Jr WL, Gould ML, Hunt III CH, Shafiq B. Aquatic physical therapy for balance: the interaction of somatosensory and hydrodynamic principles. *The Journal of Aquatic Physical Therapy*. 1997;5(1):4-10.
- Kim Y, Vakula MN, Waller B, Bressel E. A systematic review and meta-analysis comparing the effect of aquatic and land exercise on dynamic balance in older adults. *BMC geriatrics*. 2020;20:1-14.
- Melo RS, Cardeira CSF, Rezende DSA, Guimarães-do-Carmo VJ, Lemos A, de Moura-Filho AG. Effectiveness of the aquatic physical therapy exercises to improve balance, gait, quality of life and reduce fall-related outcomes in healthy community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *PLoS one*. 2023;18(9):e0291193.
- Karaçal R, Sarı C. Hydrotherapy for Fall Prevention In Elderly Individuals. *Experimental and Applied Medical Science*. 4(1):469-75.
- Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *Pm&r*. 2009;1(9):859-72.
- Verhagen AP, Cardoso JR, Bierma-Zeinstra SM. Aquatic exercise & balneotherapy in musculoskeletal conditions. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2012;26(3):335-43.

21. Miyoshi T, Shirota T, Yamamoto S-I, Nakazawa K, Akai M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. *Disability and Rehabilitation*. 2004;26(12):724-32.
22. Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports medicine*. 2006;36:747-65.
23. 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.
24. Ferreira DL, Campos DM, Vassimon-Barroso V, de Oliveira JC, Souza IS, Christofoletti G, et al. Aquatic exercise training for falls and potentially modifiable risk factors of falls in older people: A blinded randomized controlled trial protocol. *European Journal of Integrative Medicine*. 2020;39.
25. Morris DM. Aquatic therapy to improve balance dysfunction in older adults. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2010;26(2):104-19.
26. Esloit FJG, Triviño PAE, Vergara YVG, García MAM, Gutiérrez VFL. Implementation outcomes of a sensory integration therapy program with computerized dynamic posturography in patients with balance and sensory dysfunction. *Journal of Otology*. 2023;18(1):26-32.
27. Fawzan S, Kozou H, Baki F, Asal S. Fall risk assessment and effect of vestibular rehabilitation in the elderly population. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*. 2022;38(1):88.
28. Abdelmotaleb H, Sobhy O, Bassiouny M, Elsherif M. Evaluation of postural stability and vestibulo-ocular reflex in adults with chronic suppurative otitis media. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2023;280(2): 897-905.
29. Vasconcelos BB, Protzen GV, Galliano LM, Kirk C, Del Vecchio FB. Effects of high-intensity interval training in combat sports: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(3):888-900.
30. Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. The effect of 8-week aquatic exercise on postural control and balance recovery strategy of elderly men. *MED SPORT*. 2018;71:284-95.
31. Jain PP, Kanase SB, Rainak A. Effect of Aquatic Exercises on Postural Control in Elderly population. *NeuroQuantology*. 2022;20(16):5349.
32. Resende SM, Rassi CM. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2008;12:57-63.
33. So BC, Kwok MM, Fung VC, Kwok AH, Lau CW, Alison L, et al. A study comparing gait and lower limb muscle activity during aquatic treadmill running with different water depth and land treadmill running. *Journal of Human Kinetics*. 2022;82(1):39-50.
34. 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. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023;11(6):1002-15.
35. Bento PCB, Lopes MdFA, Cebolla EC, Wolf R, Rodacki AL. Effects of water-based training on static and dynamic balance of older women. *Rejuvenation research*. 2015;18(4):326-31.
36. Nahand MS, Najafabadi MG, Naghdi N, Sheikh M, Shaw BS. Effect of combined aquatic and cognitive training on quality of life, fall self-efficacy, and motor performance in aged with varying cognitive status: a proof-of-concept study. *Journal of exercise rehabilitation*. 2020;16(2):148.
37. Kang K-J, Lee J-S, Yang J-O, Park J-S, Han K-H. Effect of aquatic walking exercise on gait and balance parameters of elderly women. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2020;30(1):73-81.
38. Zamanian F, Vesalinaseh M, Nourollahnajafabadi M, Asadyaravi S, Haghghi M, Najafabad I. Comparison of the effects of aquatic exercise in shallow and deep water on Postural Control in elderly women with chronic knee Osteoarthritis. *Life Sci J*. 2012;9(4):5768-71.
39. KohanzadehBajestan Z, Ghasemi A, Naeimikia M. The Effect of 8 Weeks Shallow and Deep Water Exercises on Static Balance and Dynamic Balance of Elderly Women. *SOREN Student Sports & Health Open Researches E-Journal: New-Approaches*. 2021;2(1): 31-7.
40. Azimzadeh E, Aslankhani MA, Shojaei M, Salavati M. Effect of hydrotherapy on static and dynamic balance in older adults: Comparison of perturbed and non-perturbed programs. *Iranian Journal of Ageing*. 2013;7(4):27-34.
41. Hosseinimehr SH, Anbarian M, Mohammadi Z. Effects of 12 weeks water training in shallow and deep part of pool on balance and lower limb muscles strength in elderly. *Studies in Sport Medicine*. 2022;14(33):97-114.

42. Carregaro RL, Toledo AMD. Efeitos fisiológicos e evidências científicas da eficácia da fisioterapia aquática. *Revista moviment*. 2008;1(1).
43. Cugusi L, Manca A, Bergamin M, Di Blasio A, Monticone M, Deriu F, et al. Aquatic exercise improves motor impairments in people with Parkinson's disease, with similar or greater benefits than land-based exercise: a systematic review. *Journal of physiotherapy*. 2019;65(2):65-74.
44. Winter DA. *Biomechanics and motor control of human movement*: John Wiley & sons; 2009.
45. Behm DG, Anderson KG. The role of instability with resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2006;20(3):716-22.
46. Punakallio A. Balance abilities of workers in physically demanding jobs with special reference to firefighters of different ages (Tasapainon hallinta fyysisesti kuormittavaa työtä tekevillä, erityisesti eri-ikäisillä palomiehillä): Kuopion yliopisto; 2004.
47. Aflalo J, Quijoux F, Truong C, Bertin-Hugault F, Ricard D. Impact of sensory afferences in postural control quantified by force platform: a protocol for systematic review. *Journal of personalized medicine*. 2022;12(8):1319.
48. Bhattacharyya KB. The stretch reflex and the contributions of C David Marsden. *Annals of Indian Academy of Neurology*. 2017;20(1):1-4.
49. Reschektko S, Pruszyński JA. Stretch reflexes. *Current Biology*. 2020;30(18):R1025-R30.
50. Eccles RM, Lundberg A. Supraspinal control of interneurons mediating spinal reflexes. *The Journal of physiology*. 1959;147(3):565.
51. Conte A, Khan N, Defazio G, Rothwell JC, Berardelli A. Pathophysiology of somatosensory abnormalities in Parkinson disease. *Nature Reviews Neurology*. 2013;9(12):687-97.
52. Feshki F, Banaeifar A, Kasbparast M. The effects of a 6-week selected balance and cawthorne-cooksey exercises on static balance and mobility in female patients with multiple sclerosis. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2020;10(3):169-76.
53. Abbaspourany M, Shariat Zadeh M, Lotfi G, Naghavi Alhoseini J. The effect of balance & strength exercise training on static balance and isometric strength in girl students with mental retardation. *Motor Behavior*. 2016;23(2):101-16.
54. Ribeiro AdSB, Pereira JS. Balance improvement and reduction of likelihood of falls in older women after Cawthorne and Cooksey exercises. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2005;71(1):38-46.
55. Pudjiastuti SS, Zubaidi A. Penggunaan Medial ARCH Support dan Keseimbangan Dinamis pada Kondisi Flat Foot. *Interest: Jurnal Ilmu Kesehatan*. 2012;1(1).
56. Ruoti RG, Morris DM, Cole AJ. *Aquatic rehabilitation*. (No Title). 1997.
57. Pereira CMM, Vale JdSPd, Oliveira Wpd, Pinto Dds, Cal RVR, Azevedo YJd, et al. Aquatic physiotherapy: a vestibular rehabilitation option. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2021;87:649-54.
58. Howcroft J, Lemaire ED, Kofman J, McIlroy WE. Elderly fall risk prediction using static posturography. *PLoS one*:2017. e0172398.
59. Gallahue DL. *Understanding motor development: Infants, children, Adolescents*. 1989:200-36.
60. Simoneau M, Teasdale N, Bourdin C, Bard C, Fleury M, Nougier V. Aging and postural control: postural perturbations caused by changing the visual anchor. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1999;47(2):235-40.
61. Bugnariu N, Fung J. Aging and selective sensorimotor strategies in the regulation of upright balance. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2007;4:1-7.
62. Puszczalowska-Lizis E, Bujas P, Jandzis S, Omorczyk J, Zak M. Inter-gender differences of balance indicators in persons 60–90 years of age. *Clinical Interventions in Aging*. 2018:903-12.

Contribution of the Sensory Systems to Static Balance following Exercise Training in Elderly Women (Part One: Aquatic Exercise): Quasi-experimental Study

Neda Hamidi¹  , Elham Azimzadeh²  ,
Mahnaz Marvi Esfahani³  , Zahra Sadat Rezaeian⁴  ,
Fernando Copetti⁵  

Original Article

Abstract

Introduction: Physiological changes induced by aging decreases balance and increases the risk of falls more specifically among women. The aim of present study was to investigate the effects of aquatic exercises on the engagement of sensory components of system that controls static balance in elderly women.

Materials and Methods: In this applied, semi-experimental study, with pre-test-post-test design and a control group, symptom-free elderly women of 60 to 70 years old were randomly assigned into aquatic, hippotherapy and control group (10 people each). The participation of sensory components of postural control system (visual, vestibular, somatosensory) in static balance was measured before and after 16 training sessions using the sensory organization test by the Synapsis® posturography system. The aquatic exercise group and the hippotherapy group participated in the relevant exercise protocol for 8 weeks, 2 sessions per week (50 minutes) and the control group continued their normal life. The data was analyzed using the paired T-test for intra-group comparisons and independent T-test to examine the between-group differences.

Results: The results showed that the aquatic exercise group had better performance in the post-test compared to the control group. Aquatic training significantly improved the vestibular system function in anterior-posterior direction, somatosensory system, static balance in anterior-posterior and medial-lateral directions in elderly women ($P = 0.001$ for all).

Conclusion: In general, aquatic exercise may be recommended as an alternative strategy in a safer environment for improving the participation of sensory components of the systems that controls static balance in elderly females.

Keywords: Sensory integration; Balance; Postural control; Elderly; Women; Aquatic exercise

Citation: Hamidi N, Azimzadeh E, Marvi Esfahani M, Rezaeian ZS, Copetti F. **Contribution of the Sensory Systems to Static Balance following Exercise Training in Elderly Women (Part One: Aquatic Exercise): A Quasi-experimental Study.** J Res Rehabil Sci 2023; 19.

Received date: 26.12.2023

Accept date: 31.01.2024

Published: 05.03.2024

1- PhD Candidate of Motor Behavior, Department of Behavioral and Cognitive Sciences and Technology in Sport, School of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2- PhD in Behavioral Behavior, Department of Behavioral and Cognitive Sciences and Technology in Sport, School of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

3- PhD in Sports Biomechanics, Sports Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

4- PhD in Physiotherapy, Musculoskeletal Research Center, Rehabilitation Research Institute and Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

5- PhD in Human Movement Sciences, Federal University of Santa Maria, the Center of Physical Education and Sports, Santa Maria, Brazil

Corresponding Author: Elham Azimzadeh; PhD in Behavioral Behavior, Department of Behavioral and Cognitive Sciences and Technology in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran; Email: e-azimzadeh@sbu.ac.ir