Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

March & April 2024. Volume 13. Num 1

Research Paper

Effect of 8 Weeks Aquatic Exercises on the Center of Gravity Sway in Blind Women

*Asma Salari[1], Fatemeh Karimi Afshar[2]

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
2. Department of Sport Medicine, Faculty of Medical Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Salari A, Karimi Afshar F. [Effect of 8 Weeks Aquatic Exercises on the Center of Gravity Sway in Blind Women (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(1):34-47. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.1.1

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.1.1

ABSTRACT

Background and Aims Individuals with vision loss are at an increased risk of falls. Due to postural control impairment in blind people, this study aimed to investigate the effect of 8 weeks of aquatic exercises on the center of pressure sway in blind women.

Methods Thirty blind females were selected and randomly assigned into the experimental (Mean±SD age: 28.93±2.25 years, Mean±SD height: 1.56±6.46 m, and Mean±SD weight: 58.06±7.91 kg) and control groups (Mean±SD age: 29.13±2.23 years, Mean±SD height: 1.57±7.48 m and Mean±SD weight 57.93±7.99 kg). The experimental group participated in an aquatic exercise program for 8 weeks, while the control group received no intervention. The participants' index of the center of gravity sways was evaluated using the RS scan pressure distribution before and after the intervention. In the end, the analysis of covariance was used for data analysis (P≤0.05).

Results The results showed a significant decrease in the center of pressure sway scores (ellipse area and traveled distance sway of body center of gravity), both in the posterior-anterior and anterior-posterior perturbations, after conducting the 8 weeks aquatic exercise program in the experimental group (P<0.05) compared to the control group.

Conclusion Generally, designing an appropriate exercise protocol can significantly change the center of gravity sway (decrease in the ellipse area and traveled distance sway of body center of gravity). Therefore, it is recommended that aquatic and somatosensory exercises be incorporated into training programs for blind people to reduce the risk of falls in these individuals.

Keywords Center of gravity sway, Aquatic exercises, Blind people, Perturbation

Received: 07 Nov 2021
Accepted: 23 Dec 2021
Available Online: 20 Mar 2024

Corresponding Author:
Asma Salari
Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
Tel: +98 (913) 2969650
E-Mail: asmasalari95@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Vision plays an effective role in motor control and especially in maintaining people's balance. It seems that vision disorders lead to common physical problems for people, among which we can mention a decrease in balance and the ability to control posture, an increase in postural sway, and subsequently, an increase in falling in these people. A proper postural balance requires the balanced action of vision somatosensory and vestibular systems. Suppose there is good coordination in these parts. In that case, the body can help maintain the center of pressure within the base of support and balance in different positions by choosing an appropriate posture control strategy. Compared to healthy people, blind people exhibit a greater sway to restore balance, indicating poor balance, which can be a risk factor for these people falling. In general, losing balance and falling are considered serious and common problems among blind people. On the other hand, many physical and psychological consequences may arise for these people after falling. Identifying the various causes and factors of loss of balance and trying to prevent and eliminate these factors can play an important role in solving the problems and limitations related to maintaining the optimal quality of life in blind people.

Materials and Methods

This study was quasi-experimental with a pretest-posttest design. Thirty blind women aged 27 to 36 years, among the 58 blind women, were selected and randomly assigned into the experimental and control groups. The exclusion criteria considered in selecting the subjects in the present study were as follows: neurological failures or nervous system impairment, auditory failures or history of vestibular system impairment and balance problems, pathological symptoms, history of fractures or operation, and joint disease in the lower limbs. To measure the center of pressure (COP) sways index (ellipse area and traveled distance), we used the RS Footscan device. After calibrating the device, the subjects were asked to stand with their bare feet on the screen of the device, which was located on the treadmill (once with their face toward the treadmill monitor, and another time with their back to the treadmill monitor), with their weight equally distributed between the two legs. The monitor screen was covered with medical tape to control the other visual confounders.

During the test, the treadmill abruptly started to run without warning the subject, and the perturbations were imposed in the anterior or posterior directions to the subject's posture. Next, the test subject was asked to maintain his posture comfortably without shifting; the time for each test was 5 seconds. An aquatic exercise program for the intervention group was carried out for 8 weeks (3 sessions of 50 minutes per week), while the control group did not receive any intervention. The blind women were reassessed after the 8-week intervention program, and the analysis of covariance was used for data analysis ($P<0.05$).

Results

The results showed significant improvement in the center of pressure sway scores after conducting the 8-week aquatic exercise program ($P<0.05$). The results of the analysis of covariance to investigate the effect of aquatic exercises on the distance and area of displacement of the COP show a significant difference in the ellipse area and traveled distance of the body COP in the posttest between the experimental and control groups in posterior-anterior and anterior-posterior perturbations ($P\geq0.05$). In other words, the average value of the ellipse area and traveled distance of the body's COP in the experimental group after the training protocol is significantly lower than the control group.

Conclusion

Based on the results, 8 weeks of water exercises may significantly affect the ellipse area and traveled distance of the body COP and reduce the COP sway in blind people in posterior-anterior and anterior-posterior perturbations. Aquatic exercises substantially reduce the body's COP sways. Improving the ability to control the center of pressure happens because the environmental conditions of water allow people to perform a wide range of movements without fear of falling or getting injured. On the other hand, it has been reported that the protective environment of water, while allowing people to maintain a straight and smooth posture independently, also includes the disturbing forces of balance and posture stability, which is a suitable environment for balance activities and provides challenging systems in balance.

Also, reports indicate that due to the increased reaction time in water, such exercises are suitable for people who lack balance. Hence, the viscosity of water causes the movements to be performed more slowly, and people have more time to create answers and provide appropriate responses. One reason to improve the center of gravity sways in proprioceptive stimulation is to arouse the central nervous system. The central nervous system coordi-

Salari A & Karimi Afshar F. Effect of Aquatic Exercises on the Center of Gravity Sway in Blind Women. Sci J Rehab Med. 2024; 13(1):34-47.

nates the agonist and antagonist muscles, and this coordination in the muscles of the lower limbs around the joints and their stabilization is of great importance. According to these reports, one of the main factors that played a role in the results obtained from the present research is the change in the nervous systems and sensory inputs after participating in water exercises. One of these changes is related to the accuracy of proprioceptive information. Therefore, according to the close relationship between the inputs and outputs of the posture control system, any change in the sensory inputs can significantly affect movement performance. Therefore, it seems that training in the water environment, while increasing the accuracy of joint proprioception, has also affected the outputs of the posture control system, and by reducing the COP sways within the base of the support, it plays an essential role in improving the ability to control the COP.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article. The ethical principles were observed in the article, such as the informed consent of the participants, the confidentiality of information, and the permission of the participants to cancel their participation in the research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the University of Medical Sciences Kerman research center (Code: IR.KMU.REC.1395.351).

Funding

This study was extracted from the PhD thesis of Asma Salari at the Department of Sports Injuries and Corrective Exercises of Shahid Bahonar University of Kerman. This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all the participants for their cooperation in this research.

مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرینات آبی بر نوسانات مرکز ثقل در زنان نابینا

*اسما سالاری[۱]، فاطمه کریمی افشار[۲]

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۲. گروه پزشکی ورزشی، دانشکده علوم پزشکی کرمان، متخصص طب ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی، کرمان، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Salari A, Karimi Afshar F. Salari A, Karimi Afshar F. [Effect of 8 Weeks Aquatic Exercises on the Center of Gravity Sway in Blind Women (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(1):34-47. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.1.1

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.1.1

چکیده

مقدمه و اهداف افرادی که به‌نوعی دچار اختلالات بینایی هستند درمعرض خطر زمین خوردن می‌باشند. به‌علت ضعف افراد نابینا در حفظ کنترل قامت، این تحقیق باهدف بررسی اثر ۸ هفته تمرینات آبی روی نوسانات مرکز ثقل در زنان نابینا صورت گرفت.

مواد و روش‌ها ۳۰ زن نابینا به‌صورت تصادفی انتخاب و در دو گروه کنترل (با میانگین سنی ۲/۲۳±۲۹/۱۳ سال، قد ۷/۴۸±۱/۵۷ متر و جرم بدن ۷/۹۹±۵۷/۹۳ کیلوگرم) و آزمایش (با میانگین سنی ۲/۲۵±۲۸/۹۳ سال، قد ۶/۴۶±۱/۵۶ متر و جرم بدن ۷/۹۱±۵۸/۰۶ کیلوگرم) قرار گرفتند. گروه‌های آزمایش به‌مدت ۸ هفته در یک برنامه تمرین در آب شرکت کردند، درحالی‌که گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای را دریافت نمی‌کرد. شاخص‌های نوسانات مرکز ثقل آزمودنی‌ها قبل و بعد از برنامه تمرینی با استفاده از دستگاه توزیع فشار RS scan مورد ارزیابی قرار گرفت. در پایان از آزمون تحلیل کوواریانس برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات استفاده شد (P≤۰/۰۵).

یافته‌ها نتایج کاهش معنی‌داری را در شاخص‌های نوسانات مرکز فشار (میزان مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن و میزان مسافت نوسان مرکز ثقل بدن) هم در اغتشاشات خلفی–دامی و هم قدامی–خلفی در آزمودنی‌های گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل پس از اجرای ۸ هفته تمرینات آبی نشان داد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری به‌طورکلی به نظر می‌رسد طراحی یک پروتکل تمرینی مناسب می‌تواند به تغییرات قابل‌توجهی در نوسانات مرکز ثقل (کاهش میزان مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن و میزان مسافت نوسان مرکز ثقل بدن) منجر شود. بنابراین توصیه می‌شود از ترکیب تمرینات آبی و حسی‌پیکری در برنامه‌های تمرینی نابینایان به منظور کاهش ریسک زمین خوردن در این افراد استفاده شود.

کلیدواژه‌ها نوسانات مرکز ثقل، تمرینات آبی، افراد نابینا، اغتشاش

تاریخ دریافت: ۱۶ آبان ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۰۲ دی ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۳

* **نویسنده مسئول:**
اسما سالاری
نشانی: کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.
تلفن: ۲۹۶۹۶۵۰ (۹۱۳) ۹۸+
رایانامه: asmasalari95@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

اولین و پرکاربردترین اطلاعات حسی در انسان اطلاعات بینایی است. حواس دیگر اطلاعات با ارزشی را فراهم می‌کنند اما در حقیقت این حس بینایی است که مطمئن‌ترین و جزئی‌ترین اطلاعات را درباره محیط اطراف فراهم می‌کند و آن را به سرعت در اختیار فرد قرار می‌دهد [۱]. در همین راستا گزارش شده است که نزدیک به یک‌سوم از پردازش‌های مغز انسان از طریق اطلاعات بینایی صورت می‌گیرد. اهمیت ورودی بینایی تا حدی است که گزارش شده است میزان نوسانات بدن یک فرد سالم در حالت ایستاده با چشمان بسته حدود ۲۰ تا ۷۰ درصد نسبت به زمانی که چشم‌ها در وضعیت باز قرار دارند افزایش می‌یابد [۲].

تاکنون گزارشات متعددی درخصوص نقش بینایی در کنترل حرکتی و به‌ویژه در حفظ تعادل افراد صورت گرفته است که نتایج آن‌ها عمدتاً حاکی از اهمیت بالای این حس در توانایی کنترل قامت می‌باشد. باتوجه‌به این گزارشات به نظر می‌رسد اختلالات بینایی مشکلات جسمانی شایعی را برای افراد به دنبال دارد که از آن جمله می‌توان به کاهش تعادل و توانایی کنترل قامت، افزایش نوسانات پاسچرال و متعاقباً افزایش احتمال زمین خوردن[1] در این افراد اشاره کرد [۳]. بهره‌مندی از یک تعادل مطلوب در حین انجام حرکات، مستلزم فراهم کردن اطلاعات مناسب و ضروری از طریق سیستم‌های درگیر در این مهم که بینایی، حس پیکری و دهلیزی نام دارند، می‌باشد که این عمل از طریق عملکرد یکپارچه این سیستم‌ها با یکدیگر به دست می‌آید [۴].

به‌عبارت‌دیگر بهره‌گیری از یک تعادل وضعیتی مناسب، مستلزم کنش متعادل این سیستم‌ها با یکدیگر است. بنابراین می‌توان این‌گونه بیان کرد که ایجاد اختلال در هریک از این سیستم‌های آوران حسی می‌تواند به اختلالات تعادلی و افزایش احتمال سقوط فرد و درنتیجه آن افزایش خطر بروز آسیب منجر شود [۵، ۶]. ازطرفی تعامل سیستم‌های اسکلتی‌عضلانی، عصبی‌عضلانی و محیط هم برای کنترل قامت و حفظ تعادل ضروری به نظر می‌رسد [۷]. چنانچه هماهنگی در بخش‌های پیش‌گفت به‌خوبی شکل بگیرد، بدن قادر خواهد بود با انتخاب یک استراتژی مناسب برای کنترل پاسچر، به نگهداری مرکز ثقل[2] در داخل سطح اتکا کمک کند و تعادل را در وضعیت‌های مختلف حفظ کند [۸].

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که نشانه‌هایی از تغییرات مرتبط با حس بینایی در استراتژی‌های بازیابی تعادل وجود دارد که می‌تواند به افزایش خطر زمین خوردن نابینایان منجر شود. در همین راستا گزارش شده است که افراد نابینا نسبت به افراد سالم بیشتر تمایل دارند که از استراتژی ران به‌جای استراتژی مچ پا استفاده کنند و همین عامل که مربوط به تغییرات در ورودی‌های حسی می‌باشد، قادر است ریسک زمین خوردن را در بین این افراد افزایش دهد [۹، ۱۰]. در همین راستا نتایج تحقیقات نشان دادند که افراد نابینا در مقایسه با افراد بینا برای بازیابی تعادل پس از اعمال اغتشاشات ناگهانی، مکانیسم و پاسخ‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند، به‌طوری‌که افراد نابینا نوسانات بزرگ‌تری را از خود بروز دادند که بیانگر ضعف عملکرد تعادلی در مقایسه با گروه کنترل است و این امر را می‌توان یک ریسک فاکتور در زمین خوردن این افراد در مواجهه با اغتشاشات بیرونی محسوب کرد. باتوجه‌به مشکلات برشمرده، تحقیقات متعددی تاکنون در راستای بهبود توانایی‌های نابینایان صورت گرفته است که در این بین توجه به نقش ورزش در افزایش قابلیت‌های جسمانی و همچنین پیشگیری، به تأخیر انداختن و یا درمان مشکلات ناشی از فقدان بینایی بسیار حائز اهمیت است. ازجمله اثرات مثبت ورزش و فعالیت بدنی منظم بر روی افراد نابینا می‌توان به افزایش توانایی کنترل قامت در این افراد اشاره کرد که نقش مهمی در پیشگیری از آسیب‌های احتمالی این افراد در آینده دارد [۱۱، ۱۲].

ازطرفی، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که اجرای تمرینات آبی می‌تواند نقش مهمی در کاهش نوسانات مرکز ثقل آزمودنی‌ها داشته باشد. به‌عنوان مثال جیهان و همکاران طی تحقیقی گزارش کردند که مشارکت در اجرای تمرینات آبی می‌تواند تعادل و عملکرد عصبی‌عضلانی افراد سکته مغزی را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین نتایج تحقیق ریم و همکاران نشان داد که تمرینات آبی می‌تواند تأثیر مثبتی در کاهش نوسانات مرکز ثقل نوجوانان داشته باشد. نتایج تحقیق بیرانوند نیز کاهش نوسانات مرکز ثقل را پس از یک دوره تمرینات آبی در سالمندان نشان داد. تأثیر تمرین ورزشی در آب بر تعادل جوانان، موضوع پژوهش لوانا و همکاران بود که نتایج تحقیق حاکی از مفید بودن برنامه تمرینی در بهبود تعادل و کاهش نوسانات مرکز فشار بود [۱۳-۱۶].

به‌طورکلی باتوجه‌به اینکه از دست دادن تعادل و زمین خوردن به‌عنوان یکی از مشکلات جدی و شایع در بین نابینایان به شمار می‌رود و از طرفی باتوجه‌به پیامدهای جسمانی و روانی متعددی که درپی زمین خوردن ممکن است برای این افراد ایجاد شود، به نظر می‌رسد شناسایی علل و عوامل مختلف از دست دادن تعادل و همچنین تلاش در جهت پیشگیری و رفع این عوامل بتواند نقش مهمی در رفع مشکلات و محدودیت‌های مربوط به حفظ کیفیت مطلوب زندگی در نابینایان ایفا کند.

مواد و روش‌ها

باتوجه‌به اعمال متغیر مداخله‌ای و انتخاب تصادفی آزمودنی‌ها از بین افراد جامعه، تحقیق حاضر ازلحاظ روش و استراتژی نیمه‌تجربی، ازلحاظ موضوع یک تحقیق کاربردی می‌باشد. جامعه موردبررسی در تحقیق حاضر شامل کلیه زنان نابینای ۲۷-۳۶ سال شهر کرمان بود که پس از مراجعه به انجمن نابینایان در

1. Falling
2. Center of Gravity (COG)

شهر کرمان، تعداد ۵۸ نفر از نابینایان داوطلب به‌عنوان جامعه آماری تحقیق انتخاب شدند و مورد ارزیابی‌های بعدی قرار گرفتند. براساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق، ۳۰ نفر به‌صورت تصادفی به‌عنوان آزمودنی انتخاب و پس از ارزیابی‌های اولیه به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند.

انتخاب حجم نمونه در این تحقیق براساس تحقیقات مشابه پیشین صورت گرفت [۱۷، ۱۸]. براساس فرمول شماره ۱ تعداد ۳۰ نفر از افراد واجد شرایط به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند.

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

معیارهای خروج که برای انتخاب آزمودنی‌ها در مطالعه حاضر منظور شد شامل نداشتن نقص نورولوژیکی یا نقص دستگاه عصبی، نداشتن نقص در سیستم شنوایی یا سابقه اختلالات سیستم وستیبولار و مشکلات تعادلی، عدم وجود علائم پاتولوژیک، سابقه شکستگی، جراحی و بیماری مفصلی در اندام تحتانی.

درضمن، پیش از ورود آزمودنی‌ها به مطالعه و براساس پرسش‌نامه سلامت عمومی، از سلامت آزمودنی‌ها اطمینان حاصل شد و پس از تشریح کامل اهداف و روش پژوهش، از آن‌ها خواسته شد تا رضایت‌نامه کتبی شرکت در مطالعه را امضا کنند. تحقیق حاضر دارای تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان می‌باشد. پس از ارزیابی قد و وزن آزمودنی‌ها، به منظور ایجاد اغتشاش ناگهانی در پاسچر آزمودنی‌های این تحقیق از یک دستگاه تردمیل مدل h/p/cosmos ساخت کشور آلمان استفاده شد.

برای شروع آزمایش هر آزمودنی می‌بایست با پای برهنه و درحالی‌که بازوهایش به‌صورت ضربدری روی سینه قرار گرفته است، روی دستگاه فوت اسکن که روی نوار گردان تردمیل قرار گرفته بود، می‌ایستادند. امنیت آزمودنی‌ها توسط کمربندی حمایتی تأمین می‌شد که در مرکز تردمیل از سقف آویزان شده بود. از آزمودنی‌ها درخواست شد که به منظور تعیین جهت حرکت و ایجاد اغتشاشات قدامی-خلفی و خلفی-قدامی، یک بار رو به جلو و بار دیگر پشت به صفحه نمایشگر تردمیل قرار بگیرند و وضعیت قائم خود را در برابر شتاب ناگهانی به‌مدت ۵ ثانیه حفظ کنند. پس از اینکه هر آزمودنی به حالت ثبات در محل انجام آزمایش رسید، اعمال اغتشاش به‌وسیله حرکت کردن ناگهانی دستگاه نوار گردان صورت گرفت. درحقیقت، بدون دادن آگاهی به آزمودنی و به‌طور ناگهانی نوارگردان شروع به حرکت کرد و اغتشاش در جهت قدامی-خلفی و یا خلفی-قدامی به پاسچر فرد اعمال می‌شد (تصویرشماره ۱).

جهت یکسان بودن شرایط برای تمام آزمودنی‌ها، هنگام انجام آزمون از چشم‌بند استفاده شد. برای همه آزمودنی‌ها سرعت حرکت اولیه نوار گردان ۱/۱ متر بر ثانیه تنظیم شد که موجب جابه‌جایی ۴۰ سانتی‌متری نوار گردان می‌شد. آزمودنی برای مقابله با بی‌ثباتی ایجادشده در اثر اعمال آشفتگی، درصدد تنظیم تعادل و ثبات بدن و بازگشت به وضعیت پیش از اعمال اغتشاش برمی‌آمد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که بدون گام برداشتن با اغتشاش ایجادشده مقابله کنند و در صورت جابه‌جایی پاها حرکت تکرار می‌شد. شروع ثبت اطلاعات از زمان حضور آزمودنی به حالت ثبات در محل انجام آزمایش در نظر گرفته می‌شد. محل استقرار آزمودنی‌ها باتوجه‌به محل قرارگیری پاها برعهده خود آزمودنی بود تا وضعیت معمول و راحت خویش را برگزینند. براین‌اساس هر آزمودنی ۳ بار حرکت را انجام می‌داد که به منظور انجام محاسبات و بررسی متغیرها، میانگین ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. ضمناً فاصله زمانی ۳۰ ثانیه به‌عنوان زمان استراحت بین هر تکرار در نظر گرفته می‌شد.

به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های نوسان پاسچر در این تحقیق (میزان مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن[۳] برحسب میلی‌متر مربع و میزان مسافت نوسان مرکز ثقل بدن[۴] برحسب میلی‌متر) از دستگاه توزیع فشار از نوع RS scan ساخت شرکت بلژیک استفاده شد. دستگاه دارای ابعاد ۱۲×۴۱۸×۵۷۸ میلی‌متر با تعداد ۴۰۹۶ سنسور و فرکانس نمونه‌گیری ۳۰۰ هرتز می‌باشد. روند این اندازه‌گیری به این شکل بود که پس از کالیبره کردن دستگاه و ارائه توضیحات لازم درمورد فرآیند کلی آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با پای برهنه درحالی‌که وزنشان را به‌طور مساوی بین دو پا تقسیم کرده‌اند، بر روی صفحه دستگاه که روی نوار گردان تردمیل قرار داشت، بایستند. پاسچر در وضعیت طبیعی قرار داشته، پاها به اندازه فاصله بین دو خار خاصره‌ای فوقانی قدامی[۵] از هم فاصله داشت. در ادامه، از شخص مورد آزمایش خواسته شد تا وضعیت قامتش را به‌صورت راحت و بدون جابه‌جایی حفظ کند و زمان انجام هر آزمون ۵ ثانیه بود (تصویر شماره ۲).

با اتمام پیش‌آزمون و بعد از فراهم کردن مقدمات کار، گروه آزمایش به‌مدت ۸ هفته و به‌صورت ۳ جلسه در هفته به اجرای یک پروتکل تمرینات آبی با تأکید بر تقویت سیستم حسی‌پیکری پرداختند (جدول شماره ۱). محتوای هر جلسه تمرینی حدود ۶۰ دقیقه طول کشید که با ۵ دقیقه گرم کردن شروع و با ۵ دقیقه سرد کردن هم پایان گرفت؛ باقیمانده جلسه نیز که حدود ۵۰ دقیقه بود به انجام تمرینات تعادلی در آب اختصاص پیدا کرد [۱۹-۳۱]. تمامی تمرینات می‌بایست در عمقی صورت می‌گرفت که آب در ارتفاع بین کمر و جناغ سینه آزمودنی‌ها قرار گرفته باشد. تمام فعالیت‌ها در حین ۸ هفته به‌واسطه دستکاری و تغییر در وضعیت دست‌ها (مانند باز و بسته کردن دست‌ها در حین حفظ تعادل) و یا به‌واسطه افزایش سختی فعالیت‌های انجام‌شده

3. Elipse area
4. Travelled distance
5. Anterior Superior Iliac Spine

تصویر ۱. اغتشاش خلفی- قدامی(a) و قدامی- خلفی(b)

طب توانبخشی

(مانند افزایش مسافت یا مدت قدم زدن، قرار گرفتن روی پنجه و یا پاشنه پا، ایستادن روی تعداد تخته‌های تعادلی بیشتر، افزایش طول گام‌ها و یا بستن چشم‌ها حین ایستادن) به‌طور فزاینده‌ای مشکل‌تر می‌شدند. در ارتباط با فعالیت‌های گروه کنترل باید گفت که در تمام مدت اجرای تحقیق، آزمودنی‌های این گروه در هیچ فعالیت خاص ورزشی شرکت نمی‌کردند و تنها به اجرای فعالیت‌های عادی روزمره خود می‌پرداختند [۱۷].

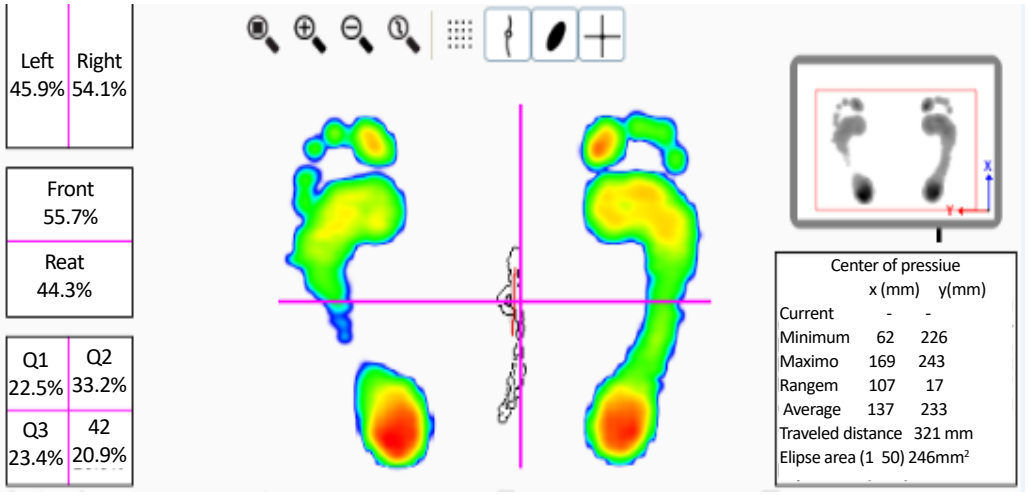
درنهایت پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها و همچنین متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. بدین ترتیب پس از ارزیابی نرمال بودنِ داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک[۶]، بررسی همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون[۷] و ارزیابی همگونی شیب‌خط رگرسیون، جهت مقایسه میانگین اطلاعات پیش‌آزمون و پس‌آزمونِ گروه‌های کنترل و آزمایش از آزمون تحلیل کوواریانس[۸] استفاده شد. اندازه اثر پروتکل تمرینی برای هریک از اختلافات معنی‌دار نیز به روش اِتا اِسکوارد[۹] (η) سنجیده شد.

6. Shapiro-wilk test

یافته‌ها

خصوصیات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه مربوطه در جدول شماره ۲ گزارش شده است. به منظور تعیین همگن بودن گروه‌ها در این خصوصیات از آزمون تی مستقل[۱۰] استفاده شد.

7. Levene's test
8. ANCOVA test
9. Eta Squared
10. Independent Samples T-Test



تصویر ۲. اندازه‌گیری شاخص‌های نوسان مرکز ثقل با استفاده از از دستگاه توزیع فشار

طب توانبخشی

جدول ۱. محتوای هر جلسه تمرینی

مدت زمان جلسات	محتوای جلسات
	تمرینات آبی
گرم کردن (۵ دقیقه)	-راه رفتن با سرعت فزاینده -تمرینات کششی عضلات بزرگ بدن
تمرین اصلی (۵۰ دقیقه)	-راه رفتن رو به جلو با زانوی صاف -راه رفتن رو به عقب با گام های بلند -راه رفتن جانبی با گام های بلند -راه رفتن تاندم -راه رفتن با چرخش تنه -راه رفتن با توقف های متوالی روی تک پا -فلکشن و اکستنشن ران در وضعیت تک پا با زانوی صاف -فلکشن و اکستنشن مفاصل شانه در وضعیت نیمه اسکات -ابداکشن و اداکشن افقی شانه در وضعیت نیمه اسکات -راه رفتن روی پنجه و پاشنه پا -اجرای اکستنشن ران و زانو هم زمان با پلانتار فلکشن مچ پا و پس از آن فلکشن ران و زانو هم زمان با دورسی فلکشن. -ایستادن روی تخته شنای طرح دار -راه رفتن با صندل طرح دار -راه رفتن روی کفی طرح دار -ایستادن روی تخته تعادلی
سرد کردن (۵ دقیقه)	-راه رفتن -تمرینات کششی عضلات بالاتنه و پایینتنه

طب توانبخشی

نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و گروه‌ها در این متغیرها همگن می‌باشند (P>۰/۰۵)

در ادامه جهت بررسی وجود اختلاف میان متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در پیش‌آزمون بین گروه‌های تحقیق نیز از آزمون تی مستقل استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

قبل از بررسی و تفسیر و تحلیل نتایج پژوهش نیاز است پیش‌فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس به‌طور کامل ارائه و بررسی شوند. پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس شامل نرمال بودن توزیع نمره‌ها، همگنی واریانس گروه‌ها، خطی بودن رابطه قبل از مداخله و بعد از مداخله و برابر بودن ضرایب رگرسیونی قبل از مداخله است که برای متغیرهای تحقیق تمام پیش‌فرض‌ها رعایت شده بود.

جدول شماره ۴ نتایج آزمون تحلیل کواریانس را جهت بررسی اثر بخشی تمرینات آبی بر میزان مساحت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، در میزان مساحت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن در پس‌آزمون بین دو گروه آزمایش و کنترل در مواجهه با اغتشاش خلفی-قدامی ($F_{1,28}$=۶/۷۹۷ ،P=۰/۰۱۵ ،η=۰/۲۰۱) و همچنین اغتشاش قدامی-خلفی ($F_{1,28}$=۹۲/۱۹۴ ،P=۰/۰۰۱ ،η=۰/۷۷۳) اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵)، یعنی مقدار میانگین میزان مساحت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن در گروه آزمایش پس از اعمال پروتکل تمرینی کمتر از گروه کنترل شده است.

جدول۲. نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات جمعیت‌شناختی گروه کنترل و آزمایش

مشخصات جمعیت‌شناختی / گروه	میانگین±انحراف‌معیار: کنترل	میانگین±انحراف‌معیار: آزمایش	آماره t	درجه آزادی	P
سن(سال)	۲۹/۱۳±۲/۲۳	۲۸/۹۳±۲/۲۵	-۰/۴۴۲	۲۸	۰/۹۸۷
قد (متر)	۱/۵۷±۷/۴۸	۱/۵۶±۶/۴۶	-۰/۲۳۵	۲۸	۰/۸۳۴
جرم بدن (کیلوگرم)	۵۷/۹۳±۷/۹۹	۵۸/۰۶±۷/۹۱	۰/۰۴۶	۲۸	۰/۹۲۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	۲۳/۳۵±۲/۵۰	۲۳/۷۴±۳/۷۵	۰/۳۱۳	۲۸	۰/۱۷۳

طب‌توانبخشی

جدول شماره ۵ نتایج آزمون تحلیل کواریانس را جهت بررسی اثر بخشی تمرینات آبی بر میزان مسافت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، در میزان مساحت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن در پس‌آزمون بین دو گروه آزمایش و کنترل در مواجهه با اغتشاش خلفی-قدامی ($F_{1,28}$=۱۰/۵۸۰، P=۰/۰۰۳، η=۰/۲۸۲) و همچنین اغتشاش قدامی-خلفی ($F_{1,28}$=۲۸/۴۱۵، P=۰/۰۰۱، η=۰/۴۵۱) اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵)، یعنی مقدار میانگین میزان مسافت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن در گروه آزمایش پس از اعمال پروتکل تمرینی به‌طور معناداری کمتر از گروه کنترل شده است.

بحث

براساس نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر به نظر می‌رسد اجرای ۸ هفته تمرینات آبی می‌تواند تأثیر معنی‌داری در میزان مساحت و مسافت جابه‌جایی مرکز ثقل بدن و کاهش نوسانات مرکز ثقل نابینایان در اغتشاش خلفی-قدامی و قدامی-خلفی داشته باشد (P<۰/۰۵). در راستای پژوهش حاضر برخی پژوهش‌ها به بررسی تأثیر تمرین در آب در جوامع مختلف پرداخته‌اند. جیهان و همکاران طی تحقیقی گزارش کردند که مشارکت در اجرای تمرینات آبی می‌تواند تعادل و عملکرد عصبی عضلانی افراد سکته مغزی را تحت تأثیر قرار دهد [۱۳].

همچنین نتایج تحقیق ریم و همکاران نشان داد که تمرینات آبی می‌تواند تأثیر مثبتی در کاهش نوسانات مرکز ثقل نوجوانان داشته باشد [۱۴]. نتایج تحقیق بیرانوند نیز کاهش نوسانات مرکز ثقل را پس از یک دوره تمرینات آبی در سالمندان نشان داد. [۱۵].تأثیر تمرین ورزشی در آب بر تعادل جوانان موضوع پژوهش لوانا و همکاران بود [۱۶]. نتایج تحقیق حاکی از مفید بودن برنامه تمرینی در بهبود تعادل و کاهش نوسانات مرکز فشار بود. این در حالی است که نتایج این تحقیق با یافته‌های پارک و همکاران، پینخام و همکاران و لوند و همکاران هم‌خوانی ندارد [۳۲-۳۴].

پارک و همکاران عدم نتیجه‌گیری در پژوهش خود را به حس عمقی تخریب‌شده در بیماران سکته مغزی نیمه بدن نسبت دادند. آن‌ها بیان کردند چون در بیماران سکته مغزی یک طرفه اعصاب و حس عمقی سمت فلج دچار اختلال شده است، بنابراین راه رفتن روی تردمیل در زیر آب نمی‌تواند تأثیر چندانی بر بهبود تعادل این بیماران داشته باشد. علاوه‌براین در مورد این پژوهش می‌توان به مدت‌زمان کم تمرین که تنها ۴ هفته بود اشاره کرد. هرچند برخی از پژوهش‌ها با همین مدت‌زمان، یافته‌های معناداری از بهبود نوسانات مرکز ثقل را گزارش کرده‌اند.

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در متغیرهای اصلی تحقیق بین گروه کنترل و آزمایش

نوسانات مرکز ثقل	گروه	میانگین±انحراف‌معیار: کنترل	میانگین±انحراف‌معیار: آزمایش	آماره t	درجه آزادی	P
خلفی - قدامی	مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن (برحسب میلی‌متر مربع)	۳۷۲/۷۶۸±۴/۹۹۸	۳۷۳/۶۱۶±۴/۳۳۰	۰/۲۷۰	۲۸	۰/۷۸۹
	مسافت نوسان مرکز ثقل بدن (بر حسب میلی‌متر)	۴۵۲/۵۵۸±۹/۳۲۱	۴۵۲/۴۹۴±۸/۲۹۵	-۰/۰۲۰	۲۸	۰/۹۸۴
قدامی - خلفی	مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن (برحسب میلی‌متر مربع)	۴۴۲/۳۳۳±۷/۴۱۶	۴۴۲/۳۵۶±۳/۷۳۰	۰/۰۱۱	۲۸	۰/۹۹۲
	مسافت نوسان مرکز ثقل بدن (بر حسب میلی‌متر)	۳۸۲/۴۲۰±۴/۱۹۴	۳۸۲/۰۹۶±۴/۳۲۰	-۰/۲۰۸	۲۸	۰/۸۳۶

طب‌توانبخشی

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر تمرینات آبی بر مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن

متغیر	اغتشاش	میانگین*	F	df	P	Eta Squared
مساحت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن	خلفی-قدامی	۲۶۸/۶۰۳	۶/۷۹۷	۱	۰/۰۱۵	۰/۲۰۱
	قدامی-خلفی	۲۵۷/۰۰۵	۹۲/۱۹۴	۱	۰/۰۰۱	۰/۷۷۳

معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵

طب توانبخشی

همچنین می‌توان گفت باتوجه‌به نوع تمرین ارائه‌شده که فقط شامل راه رفتن روی تردمیل در زیر آب بود و همین‌طور ویژگی‌های آب و اثرات درمانی سودمند آن، می‌توان به این نتیجه رسید که در این پژوهش پروتکل تمرینی مناسبی انتخاب نشده و احتمال دارد دلیل عدم نتیجه‌گیری مطلوب به همین موضوع مربوط باشد [۳۲]، اما پینخام و همکاران عدم اثرگذاری تمرین خود بر تعادل را به پایین بودن شدت تمرین نسبت دادند. درواقع شاید بتوان گفت که یکی از اصول مهم در طراحی تمرین، یعنی شدت تمرین توسط آن‌ها نادیده گرفته شده است و همین عامل موجب عدم تأثیر تمرینات آبی بر نوسانات مرکز ثقل آزمودنی‌ها می‌باشد [۳۳]. تحقیق لوند و همکاران شامل سه گروه کنترل، تمرین در خشکی و تمرین در آب بودند که نتایج آن نشان داد بین تعادل آزمودنی‌ها قبل و بعد از اجرای پروتکل‌های تمرینی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد [۳۴].

این احتمال وجود دارد که شاخص‌های تعادل در تحقیق آن‌ها به‌دلیل حضور آزمودنی‌های سالمند و نوع پروتکل تمرینی، تغییرات مثبتِ کنترل پاسچر به دنبال برنامه تمرینی را نتوانسته است به شکل معنی‌داری نشان دهد [۳۵]. به‌هرحال با نگاهی گذرا به تمام پژوهش‌های یادشده می‌توان گفت که تمرین در آب میزان نوسانات مرکز ثقل بدن را به‌طور معناداری کاهش می‌دهد. به‌طورکلی اعتقاد بر آنست که بهبود توانایی کنترل مرکز ثقل پس از فعالیت در آب به این دلیل اتفاق می‌افتد که شرایط محیطی آب اجازه می‌دهد افراد دامنه وسیعی از حرکات را بدون ترس از خطر افتادن و یا بروز آسیب انجام دهند؛ ازطرفی گزارش شده است که محیط محافظ آب ضمن آنکه اجازه حفظ یک پاسچر مستقیم و صاف را به‌طور مستقل برای افراد فراهم می‌کند، نیروهای برهم‌زننده تعادل و ثبات پاسچر را نیز شامل می‌شود که محیطی مناسب برای فعالیت‌های تعادلی و به چالش کشیدن سیستم‌های درگیر در تعادل فراهم می‌کند. گزارشات همچنین حاکی از آنست که به‌علت افزایش زمان عکس‌العمل در آب، این‌گونه تمرینات برای افرادی که دچار نقصانِ تعادل هستند مناسب می‌باشد، به‌طوری‌که خاصیت ویسکوزیته آب موجب می‌شود حرکات به‌صورت آهسته‌تر انجام شود و درنتیجه افراد مدت‌زمان بیشتری را جهت ایجاد پاسخ و ارائه عکس‌العمل‌های مناسب در اختیار داشته باشند [۱۲، ۳۶].

باتوجه‌به اینکه افراد نابینا در مواجهه با اختلالات حسی و آشفتگی‌های آنی، به اطلاعات سیستم حسی‌پیکری جهت بازیابی تعادل به‌عنوان سیستم تعادلی برتر تکیه می‌کنند [۱۰]، تمرینات تحقیق حاضر باهدف به چالش کشیدن بیشتر سیستم حسی‌پیکری طراحی شدند. تمرینات حسی‌پیکری از طریق تحریک و به‌کارگیری بیشتر اطلاعات حسی عمقی به بهبود تعادل و کاهش نوسانات مرکز ثقل کمک می‌کنند [۳۷، ۳۸]. همچنین تحریکات حس عمقی با استفاده از سطوح نامتعادل باعث افزایش سرعت هدایت عصبی، افزایش هماهنگی بین عضلات موافق و مخالف، سازگاری تارهای برون دوکی و درون دوکی، تغییرپذیری در واحدهای حرکتی و تحریک گیرنده‌های مکانیکی موجود در پوست، مفصل و کپسول مفصلی می‌شود. باید توجه داشت که تحریکات حس عمقی نیازمند پاسخ‌های کنترل حرکتی در سطح ساقه مغز می‌باشند، زیرا کنترل حرکتی مناسب نیازمند پاسخ‌های رفلکسی در سطح نخاع، عکس‌العمل‌های‌پاسچرال و تعادل خودبه‌خودی در سطح ساقه مغز و پاسخ‌های آگاهانه در سطح کورتکس می‌باشد. یکی از دلایل بهبود نوسانات مرکز ثقل در تحریکات حس عمقی، تحریک سیستم عصبی مرکزی می‌باشد. سیستم عصبی مرکزی سبب هماهنگی عضلات موافق و مخالف می‌شود و این هماهنگی در عضلات اندام تحتانی حول مفاصل و تثبیت آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است [۳۹، ۴۰]. براساس

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر تمرینات آبی بر مسافت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن

متغیر	اغتشاش	میانگین*	F	df	P	Eta Squared
مسافت محدوده نوسان مرکز ثقل بدن	خلفی-قدامی	۴۹۱/۳۰۸	۱۰/۵۸۰	۱	۰/۰۰۳	۰/۲۸۲
	قدامی-خلفی	۲۸/۴۱۵	۲۲/۱۷۷	۱	۰/۰۰۱	۰/۴۵۱

معنی‌داری در سطح P>۰/۰۵

طب توانبخشی

همین گزارشات به نظر می‌رسد یکی از اصلی‌ترین عواملی که در نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر نقش داشته است، تغییر در سیستم‌های عصبی و ورودی‌های حسی آزمودنی‌ها پس از مشارکت در اجرای تمرینات آبی می‌باشد؛ یکی از این تغییرات مربوط به دقت اطلاعات حس عمقی است [۴۱، ۴۲].

بنابراین باتوجه‌به رابطه تنگاتنگ بین درون‌دادها و برون‌دادهای سیستم کنترل وضعیت، هرگونه تغییر در ورودی‌های حسی می‌تواند عملکرد حرکتی را نیز به شکل قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار دهد [۷]. براین‌اساس از دلایل احتمالی بهبود توانایی کنترل مرکز ثقل می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی‌عضلانی ناشی از تمرین مانند به‌کارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازماندهی مجدد در قشر حسی-پیکری، افزایش کارآیی و قدرت ارتباطات سیناپسی، افزایش فعال‌سازی دستگاه عصبی، کاهش رفلکس‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت مسیرهای عصبی به انتقال تکانه و همچنین بهبود و تسهیل در انتقال درون‌دادهای هریک از حواس پیکری اشاره کرد [۷، ۱۷، ۴۳]. بدین ترتیب به نظر می‌رسد تمرین در محیط آب با ترکیب تمرینات حسی‌پیکری ضمن افزایش دقت حس عمقی مفاصل، برون‌دادهای سیستم کنترل وضعیت را نیز تحت تأثیر قرار داده و با کاهش میزان نوسانات مرکز ثقل آزمودنی‌ها در محدوده سطح اتکا، نقش مهمی در بهبود توانایی کنترل مرکز ثقل این افراد داشته است.

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر به نظر می‌رسد شناسایی سیستم حسی غالب در بازیابی تعادل در افراد نابینا و طراحی یک پروتکل تمرینی مناسب، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش نوسانات مرکز ثقل در افراد داشته باشد. بنابراین توصیه می‌شود از ترکیب تمرینات آبی و حسی‌پیکری در برنامه‌های تمرینی نابینایان به منظور کاهش ریسک زمین خوردن در این افراد استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.KMU.REC.1395.351 دریافت شده است.

حامی مالی

این مطالعه برگرفته از پایان‌نامه دکتری اسماء سالاری گروه آسیب‌های ورزشی و تمرینات اصلاحی دانشگاه شهید باهنر است. این مقاله هیچ گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه افراد شرکت‌کننده در انجام این مطالعه تشکر می‌کنند.

References

[1] Shoushtari S, Ghahraman A, Sedaei M, Talebian S, Jalaie S, Tavakoli M. [Vestibular evoked myogenic potential in congenitally blind patients versus normal subjects (Persian)]. Audiometry. 2011; 20(1):96-106. [Link]

[2] Paul M, Biswas SK, Sandhu JS. Role of sports vision and eye hand coordination training in performance of table tennis players. Brazilian Journal of Biomotricity. 2011; 5(2):106-16. [Link]

[3] Soares AV, Oliveira CS, Knabben RJ, Domenech SC, Borges Junior NG. Postural control in blind subjects. Einstein (Sao Paulo, Brazil). 2011; 9(4):470-6. [DOI:10.1590/s1679-45082011ao2046] [PMID]

[4] Zyłka J, Lach U, Rutkowska I. Functional balance assessment with pediatric balance scale in girls with visual impairment. Pediatric Physical Therapy: The official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association. 2013; 25(4):460-6. [DOI:10.1097/PEP.0b013e31829ddbc8] [PMID]

[5] Samuel AJ, Solomon J, Mohan D. A critical review on the normal postural control. Physiotherapy and Occupational Therapy Journal. 2015; 8(2):71-5. [Link]

[6] Mousavi S K, Mahdavi M, Farsi AR, Sadeghi H, Shoshtari P. [A comparison the role of vision system on dynamic postural stability on young women and men elite athletes (Persian)]. Journal of Modern Rehabilitation. 2013; 7(4):15-21. [Link]

[7] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1995. [Link]

[8] Horak FB. Postural control. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. Encyclopedia of neuroscience. Berlin: Springer; 2009. [DOI:10.1007/978-3-540-29678-2_4708]

[9] Ray CT, Horvat M, Croce R, Mason RC, Wolf SL. The impact of vision loss on postural stability and balance strategies in individuals with profound vision loss. Gait Posture. 2008; 28(1):58-61. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2007.09.010] [PMID]

[10] Sahebozamani M, Salari A, Daneshjoo A, Karimi Afshar F. Assessment of balance recovery strategies during manipulation of somatosensory, vision, and vestibular system in healthy and blind women. Journal of Rehabilitation Sciences & Research, 2019; 6(3):123-9. [DOI:10.32598/ptj.9.2.107]

[11] Salari A, Sahebozamani M, Daneshmandi H. [The effect of core stability training program on balance in blind female athletes (Persian)]. Journal of Health and Development. 2013; 20(6):585-95. (Persian)] [Link]

[12] Hosseini M. [Comparison of the effectiveness of two protocols of aquatic (water) exercise and physioball on the balance of blind male students (Persian)] [MA thesis]. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad; 2015. [Link]

[13] Jung J, Lee J, Chung E, Kim K. The effect of obstacle training in water on static balance of chronic stroke patients. Journal of Physical Therapy Science. 2014; 26(3):437-40. [DOI:10.1589/jpts.26.437] [PMID]

[14] Baccouch R, Rebai H, Sahli S. Kung-fu versus swimming training and the effects on balance abilities in young adolescents. Physical Therapy in Sport. 2015; 16(4):349-54. [DOI:10.1016/j.ptsp.2015.01.004] [PMID]

[15] Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. [The effect of 8-week aquatic exercise on postural control and balance recovery strategy of elderly men: A randomized controlled trial. Medicina dello Sport. 2018; 71(2):284-95. [DOI:10.23736/S0025-7826.17.03031-9]

[16] Mann L, Kleinpaul JF, Mota CB, Santos SG dos. Influence of aquatic exercise training on balance in young adults. Fisioter mov. 2014; 27(4):573-81. [DOI:10.1590/0103-5150.027.004.AO09]

[17] Bagheri H. [The effect of 8-weeks aquatic exercise on balance strategy and knee joint position sense of 60-70 year old people (Persian)] [MSc. thesis]. Kerman: Shahid Bahonar University of Kerman; 2014. [Link]

[18] Chow SC, Wang H, Shao J. Sample size calculations in clinical research. New York: CRC Press; 2007. [DOI:10.1201/9781584889830]

[19] Resende S, Rassi C. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2008; 12(1):57-63. [Link]

[20] Lord S, Mitchell D, Williams P. Effect of water exercise on balance and related factors in older people. The Australian Journal of Physiotherapy. 1993; 39(3):217-22. [DOI:10.1016/S0004-9514(14)60485-2] [PMID]

[21] Simmons V, Hansen PD. 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. 1996; 51(5):M233-8. [DOI:10.1093/gerona/51A.5.M233] [PMID]

[22] Douris P, Southard V, Varga C, Schauss W, Gennaro C, Reiss A. The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2003; 26(1):3-6. [DOI:10.1519/00139143-200304000-00001]

[23] Matias P, Costa M, Marinho D, Garrido N, Silva A, Barbosa T. Effects of a 12-Wks aquatic training program in body posture and balance. British Journal of Sports Medicine. 2013; 47(10):e3. [DOI:10.1136/bjsports-2013-092558.55]

[24] Yennan P, Suputtitada A. Effects of aquatic exercise and land-based exercis e on postural sway in elderly with knee osteoarthritis. Asian Biomed. 2011; 4(5):739-45. [DOI:10.2478/abm-2010-0096]

[25] Zamanian F, Vesali M. [Investigation of knee pain, risk of fall, range of motion before and after shallow water exercise in women with knee OA (Persian)]. Journal of Applied Exercise Physiology. 2016; 12(24):147-58. [Link]

[26] Zameni L, Haghighi M. The effect of aquatic exercise on pain and postural control in women with low back pain. International Journal of Sport Studies. 2011; 1(4):152-6. [Link]

[27] Javaheri SAAH, Rahimi NM, Rashidlamir A, Alikhajeh Y. [The effects of water and land exercise programs in static and dynamic balance among elderly men (Persian)]. Global Journal of Guidance and Counselling. 2012; 2:1-7. [Link]

[28] Sarvestani H, Tabrizi H, Abbasi A, Rahmanpourmoghaddam J. [The Effect of eight weeks aquatic balance training and core stabilization training on dynamic balance in inactive elder males (Persian)]. Middle-East Journal of Scientific Research. 2012; 11(3):279-86. [Link]

[29] Mohammadi A, Behpour N, Ghaeini S. [The effect of selected 8 weeks aquatic training on lower extremity, balance and strength in elderly men (Persian)]. Journal of Sport Bioscience Researches. 2012; 2(7):37-44. [Link]

[30] Shafiee a, Daneshjoo A, Sahebozamani M. The effect of eight weeks of water training on postural control and balance recovery strategies in 60-70 years old elderly men. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 10(6):1326-37. [DOI:10.32598/SJRM.10.6.20]

[31] Kaneda K, Sato D, Wakabayashi H, Hanai A, Nomura T. A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. Journal of aging and physical activity. 2008; 16(4):381-92. [DOI:10.1123/japa.16.4.381] [PMID]

[32] Park RY, Kee HS, Kang JH, Lee SJ, Yoon SR, Jung KI. Effect of dominant versus non-dominant vision in postural control. Annals of Rehabilitation Medicine. 2011; 35(3):427-31. [DOI:10.5535/arm.2011.35.3.427] [PMID]

[33] Fragala-Pinkham MA, Haley SM, O'Neil ME. Group swimming and aquatic exercise programme for children with autism spectrum disorders: A pilot study. Developmental Neurorehabilitation. 2011; 14(4):230-41. [DOI:10.3109/17518423.2011.575438] [PMID]

[34] Lund H, Weile U, Christensen R, Rostock B, Downey A, Bartels EM, et al. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. Journal of Rehabilitation Medicine. 2008; 40(2):137-44. [DOI:10.2340/16501977-0134] [PMID]

[35] Yadegaripour M, Shojaedin SS, Sadeghi H. [Effect of aquatic endurance training program on static and dynamic balance and lower limb strength in healthy elderly male veterans (Persian)]. Research in Rehabilitation Sciences. 2012; 8(3):442-53. [DOI: 10.22122/jrrs.v8i3.471]

[36] Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. Journal of Gerontology. 1985; 40(3):287-95. [DOI:10.1093/geronj/40.3.287] [PMID]

[37] Losa Iglesias ME, Becerro de Bengoa Vallejo R, Palacios Peña D. Impact of soft and hard insole density on postural stability in older adults. Geriatric Nursing. 2012; 33(4):264-71. [DOI:10.1016/j.gerinurse.2012.01.007] [PMID]

[38] Palluel E, Nougier V. Do spike insoles enhance postural stability and plantar-surface cutaneous sensitivity in the elderly? Age (Dordrecht, Netherlands). 2008; 30(1):53-61. [DOI:10.1007/s11357-008-9047-2] [PMID]

[39] Zarei H, Noraste AA. [Comparison of the effect and sustainability of two proprioception and core stability training programs on the balance of deaf students (Persian)]. Paper presented at: The First National Sports Science Conference: Sports, Health, Society. 18 August, 2017; Urmia, Iran. [Link]

[40] Karamolahei A. [The effect of hydrotherapy exercises on balance and proprioception ankle was Khorramabad elderly women (Persian)] [MA thesis]. Tehran: Payame Noor University of Tehran Province; 2017. [Link]

[41] Bennell KL, Hinman RS. Effect of experimentally induced knee pain on standing balance in healthy older individuals. Rheumatology (Oxford, England). 2005; 44(3):378-81. [DOI:10.1093/rheumatology/keh493] [PMID]

[42] Cibulka MT, Threlkeld-Watkins J. Patellofemoral pain and asymmetrical hip rotation. Physical Therapy. 2005; 85(11):1201-7. [DOI:10.1093/ptj/85.11.1201] [PMID]

[43] Stevens JA, Olson S. Reducing falls and resulting hip fractures among older women. Home Care Provider. 2000; 5(4):134-9; quiz 140-1. [DOI:10.1067/mhc.2000.109232] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank