

Research Paper

Effect of Eight Weeks of Ai Chi exercise on Balance, Proprioception, and Performance of Elite Female Athletes with Functional Ankle Instability



Marjan Asadi¹, *Homan Mino-Nejad², Mohammad Hosein Alizadeh³

1. Department of Physical Education and Sports Sciences, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran.
2. Department of Sport Injury and Biomechanics, Faculty of Sports Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation Asadi M, Mino-Nejad H, Alizadeh MH. [Effect of Eight Weeks of Ai-Chi exercises on Static, Dynamic Balance, Proprioception and Performance in Elite Female Athletes with Functional Ankle Instability (Persian)]. J Rehab Med. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(3):504-519. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.9>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.9>



ABSTRACT

Background and Aims Ai Chi is a new method of aquatic therapy and recommended in the rehabilitation of ankle injuries. Effect of the new Aichi method in the rehabilitation of ankle injuries is unclear. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of 8 weeks of Ai Chi exercises on balance, ankle joint proprioception and performance in elite female athletes with functional ankle instability."

Methods A total of 30 female volleyball, basketball, and handball players with functional ankle instability were divided into two groups of control (n=15; age: 21.9±1.22 years, height: 164.54±4.05 cm, weight: 61.19±7.40 kg, and BMI: 21.84±1.8 kg/m²) and training (n=15; age: 22.53±1.71 years, height: 165.07±5.18 cm, and weight: 59.45±8.82 kg, and BMI: 21.87±1.17 kg/m²). Before and after the exercise, the BIODEX balance system was used to evaluate the balance, a goniometer was used for proprioception evaluation, and the figure 8 hop test and side-to-side hop test were used to evaluate the performance. The training group performed Ai Chi exercises for eight weeks (twice per week, each for 30-60 min). Paired t-test and independent t-test were used to examine the between-group and within-group differences.

Results Ai Chi exercises improved between-group and within-group changes of static and dynamic balance, proprioception, and performance in female athletes (P<0.05).

Conclusion Female athletes' balance, proprioception and performance can be improved by performing Ai Chi exercises in water. Therefore, the use of these aquatic exercises is recommended along with other training methods, since they challenges the physiological systems involved in balance.

Keywords Ai chi, Balance, Proprioception, Performance, Ankle functional instability

Received: 29 May 2021

Accepted: 09 Jul 2021

Available Online: 23 Jul 2023

* Corresponding Author:

Homan Mino-nejad

Address: Department of Sport Injury and Biomechanics, Faculty of Sports Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 3487425

E-Mail: h.minoonejad@ut.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, due to the positive effect of exercise and physical activity on the health and mental development of individuals, the importance of devoting time to exercise and performing various activities has become evident and people tend to participate in sports activities more than before; however, these activities expose them to injuries that may occur for various reasons. These injuries reduce performance and waste time and impose costs on athletes. Ankle joint is one of the most common vulnerable joints in the body, especially in sports such as basketball, volleyball, handball, football, and other sports that require sudden starts and stops, jumping and movements. Ignoring ankle joint injuries and inadequate rehabilitation causes re-injury and problems such as chronic ankle instability, mechanical instability, and functional instability. Common rehabilitation programs for the treatment of ankle injury include strength training, balance exercises, aquatic exercises, endurance training, plyometric exercises, and proprioception exercises. One of the proposed methods for improving balance, neuromuscular coordination, and subsequently promoting proprioception is aquatic exercises. Due to the high prevalence of ankle sprain and functional ankle instability, aquatic exercises may be effective in improving balance, proprioception and performance of athletes. Therefore, this study aims to examine the effect of eight weeks of Ai chi training on static and dynamic balance, proprioception, and performance in elite female athletes with functional ankle instability.

Methods

In this quasi-experimental study, the study population consists of all female volleyball, basketball, and handball players in Kish Island, Iran with at least three years of activity in the relevant sport. The inclusion criteria were age 20-35 years, having functional ankle instability in the dominant foot, a score ≤ 26 in ankle joint function assessment tool (AJFAT), body mass index (BMI) of 18-25 kg/m², not participating in rehabilitation programs in the past six months, and no visible musculoskeletal abnormalities in lower extremities. A total of 30 eligible samples were selected using purposive and convenience sampling methods. They were randomly divided into two groups of control (n=15; age: 21.9 \pm 1.22 years, height: 164.54 \pm 4.05 cm, weight: 61.19 \pm 7.40 kg, and BMI: 21.84 \pm 1.8 kg/m²) and training (n=15; age: 22.53 \pm 1.71 years, height: 165.07 \pm 5.18 cm, and weight: 59.45 \pm 8.82 kg, and BMI: 21.87 \pm 1.17 kg/m²). The control group did not perform

any exercises, while the training group performed Ai Chi exercises for eight weeks (twice per week, each for 30-60 min). The BIODEX balance system was used to evaluate the static and dynamic balance of both groups, and proprioception evaluation was done using a goniometer. To evaluate the performance, the figure 8 hop test and side-to-side hop test were used. Finally, after collecting the data, the demographic characteristics such as age, height and weight were described using descriptive statistics in SPSS software, version 22. Shapiro-Wilk test was used for checking the normality of data distribution, and Levene's test was used to examine the homogeneity of variances. Paired T-test was used for between-group comparisons and independent T-test was used to compare the results in the study groups. The significant level was set at 0.05.

Results

The results showed that the Ai Chi exercises improved between-group and within-group changes of static and dynamic balance, proprioception, and performance in female athletes ($P < 0.05$).

Conclusion

Eight weeks of Ai Chi exercises can improve static and dynamic balance, proprioception, and performance of female athletes with functional ankle instability. Since impaired balance and function are the main risk factors for the occurrence of ankle sprain, these exercises can reduce the risk of ankle re-injury and subsequently reduce functional ankle instability during training or competition in the athletes.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as obtaining informed consent from the participants, confidentiality of their information, and allowing them to leave the study at any time, were considered in this study. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the Faculty of Physical Education and Sport Sciences, [University of Tehran](#) (Code: IR.UT.SPORT.REC.1399.036).

Funding

This study was extracted from the PhD thesis of Marjan Asadi registered by the Faculty of Physical Education and Sport Sciences, [University of Tehran, Kish International Campus](#). This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Th authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the athletes in Kish Island for their cooperation in this study.



مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرینات آی چی بر تعادل، حس عمقی و عملکرد زنان ورزشکار نخبه دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا

مرجان اسدی^۱، هومن مینونژاد^۲، محمدحسین علیزاده^۲

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.
۲. گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Asadi M, Mino-Nejad H, Alizadeh MH. [Effect of Eight Weeks of Ai- Chi exercises on Static, Dynamic Balance, Proprioception and Performance in Elite Female Athletes with Functional Ankle Instability (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(3):504-519. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.9>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.9>

چکیده



مقدمه و اهداف آی چی یک روش نوین آبدرمانی است که در توان بخشی آسیب‌های مچ پا توصیه شده است. اثر روش نوین آی چی در بازتوانی آسیب‌های مچ پا نامشخص است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرینات آی چی بر تعادل ایستا، پویا، حس عمقی مفصل مچ پا و عملکرد در زنان ورزشکار نخبه دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا بود.

مواد و روش‌ها در این تحقیق ۳۰ نفر از دختران والیبالیست، بسکتبالیست و هندبالیست دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا به دو گروه ۱۵ نفر کنترل (با میانگین سنی $21/90 \pm 1/22$ سال، قد $164/54 \pm 4/05$ سانتی‌متر، وزن $61/19 \pm 7/40$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $21/84 \pm 1/8$ کیلوگرم بر متر مربع) و آزمایش (با میانگین سنی $22/53 \pm 1/71$ سال، قد $165/07 \pm 5/18$ سانتی‌متر، وزن $59/45 \pm 8/82$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $21/87 \pm 1/17$ کیلوگرم بر متر مربع) تقسیم شدند. قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرینی برای ارزیابی تعادل از دستگاه تعادل سنج بایودکس، حس عمقی با گونیامتر و جهت ارزیابی عملکرد از آزمون لی لی به شکل ۸ لاتین و لی لی به طرفین استفاده شد. سپس گروه آزمایش تمرینات آی چی را به مدت ۸ هفته (۲ جلسه ۳۰-۶۰ دقیقه‌ای) انجام دادند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی زوجی جهت بررسی تفاوت درون گروهی و همچنین از آزمون تی مستقل جهت بررسی میزان تغییرات تفاوت بین گروهی استفاده شد.

یافته‌ها نشان داد تمرینات آی چی باعث بهبود تغییرات درون گروهی و بین گروهی متغیرهای تعادل ایستا، پویا، حس عمقی و عملکرد ورزشکاران دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا در گروه آزمایش می‌شود ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری به نظر می‌رسد تعادل، حس عمقی و عملکرد ورزشکاران پس از انجام تمرینات آی چی بهبود می‌یابد. بنابراین کاربرد تمرینات آی چی در کنار سایر روش‌های تمرینی به عنوان یک محیط نامتعادل و بی ثبات که سیستم‌های فیزیولوژیکی درگیر در تعادل را به چالش می‌کشد، توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها آی چی، تعادل، حس عمقی، عملکرد، بی ثباتی عملکردی مچ پا

تاریخ دریافت: ۰۸ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۸ تیر ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

دکتر هومن مینونژاد

نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۳۴۸۷۴۲۵ (۹۱۲) ۹۸+

رایانامه: h.minoonejad@ut.ac.ir

مقدمه

امروزه باتوجه به تأثیر مثبت ورزش و فعالیت بدنی بر سلامت و رشد فکری و ذهنی افراد، اهمیت اختصاصی ساعاتی در روز به ورزش و فعالیت‌های مختلف بیشتر روشن شده است و مردم بیشتر از قبل تمایل به شرکت در فعالیت‌های ورزشی دارند [۱]. اما آنچه را که نمی‌توان نادیده گرفت، آسیب‌های ناشی از فعالیت‌های ورزشی می‌باشد که به دلایل مختلف بروز می‌کند و از اصلی‌ترین دغدغه‌های مربیان و ورزشکاران است که این آسیب‌ها باعث کاهش عملکرد بدنی و اتلاف وقت می‌شود و هزینه‌های سرسام‌آور درمان را بر ورزشکاران تحمیل می‌کند [۲].

مطالعات نشان داده‌اند مفصل مچ پا از شایع‌ترین مفاصل آسیب‌پذیر بدن در فعالیت‌های ورزشی و زندگی روزمره می‌باشد [۳]. به گونه‌ای که پیچ‌خوردگی این مفصل حدود ۲۵ درصد کل صدمات ورزشی را شامل می‌شود [۴]. همچنین در ورزش‌هایی نظیر بسکتبال، والیبال، هندبال، فوتبال و دیگر ورزش‌هایی که نیازمند توقف‌های ناگهانی، جهش و حرکات پرشی می‌باشد، این آسیب شایع‌تر است [۵]. نادیده گرفتن صدمات مچ پا و بازتوانی نادرست و ناکافی آن باعث بروز مجدد آسیب می‌شود و مشکلاتی همچون بی‌ثباتی مزمن مچ، ناپایداری مکانیکی و ناپایداری عملکردی ایجاد می‌کند [۶].

استفاده از برنامه بازتوانی مؤثر برای افراد دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا یک امر مهم به شمار می‌رود. برنامه‌های توانبخشی مرسوم برای درمان این آسیب، شامل تمرینات قدرتی، تمرینات تعادلی، تمرین در آب، تمرینات استقامتی، تمرینات پلايومتریک و تمرینات حس عمقی می‌باشند [۷-۹]. از روش‌های مطرح‌شده جهت بهبود تعادل، هماهنگی عصبی-عضلانی و به دنبال آن ارتقاء حس عمقی می‌توان به تمرینات در آب اشاره کرد [۱۰، ۱۱]. باتوجه به مطالعاتی که در سال‌های اخیر صورت گرفته است، محیط آبی می‌تواند تمامی این ویژگی‌ها را داشته باشد، زیرا حرکت آهسته در آب به فرد زمان بیشتری برای کنترل حرکت می‌دهد و سبب بازیابی تعادل و حس عمقی می‌شود [۱۲-۱۴]. محیط آبی با فراهم کردن محیطی هیدرواستاتیک و همچنین بالابردن سطح نیروی شناوری باعث کاهش نیروی وزن روی مفاصل می‌شود که در نهایت این امکان را فراهم می‌سازد که فرد در وضعیتی دور از درد، به تمریناتی بپردازد که روی زمین به دلیل آسیب‌های قبلی، ضعف در تعادل و ترس از زمین خوردن نمی‌تواند آن‌ها را انجام دهد و یا از انجام آن‌ها هراس دارد [۱۵، ۱۶].

باتوجه به این که در آب هیچ وضعیت استراحتی ایستایی وجود ندارد، عضلات برای تثبیت وضعیت‌های بدن به صورت مداوم در حال فعالیت‌اند که این مسئله (تثبیت وضعیت‌ها) به فرد تحت درمان در آب اجازه کسب قدرت، انعطاف‌پذیری و از همه مهم‌تر

بهبود تعادل را می‌دهد [۱۶]. همچنین آب به علت خاصیت ویسکوزیته بیشتر نسبت به هوا مقاومت بیشتری دارد؛ از این رو بازخورد حسی را افزایش و باعث بالا رفتن بیشتر حس آگاهی می‌شود و به همین دلایل است که محیط آب می‌تواند محیطی امن، با ثبات و غیر تهاجمی برای انجام تمرینات تعادلی و بهبود تعادل و به طبع آن ارتقاء حس عمقی باشد [۱۶، ۱۷].

آی‌چی یک روش نوین تمرینی در آب است که با استفاده از حرکات مکرر آرام برای ارتقاء قدرت، تعادل، استقامت و تحرک‌پذیری استفاده می‌شود. پژوهشگران متعددی از تمرینات آی‌چی در برنامه‌های تمرینی خود جهت افزایش هماهنگی حرکات بدن با الگوهای تنفسی، بهبود تعادل، کاهش خطر افتادن و درد استفاده کرده‌اند [۱۲، ۱۸، ۱۹]. کوتزناماندو و همکاران عنوان کردند که که فشار هیدرواستاتیک آب موجب تحریک گیرنده‌های مکانیکی لیگامان‌ها می‌شود که می‌تواند موجب بهبود حس عمقی و تعادل بزرگسالان سالم کنترل شود [۲۰]. نتایج تحقیق کوویل و همکاران که به مطالعه مقایسه آب‌درمانی سنتی و آی‌چی در سالمندان با اختلالات تعادلی پرداختند، به این نتیجه دست یافتند که تمرینات آی‌چی تعادل سالمندان را نسبت به آب‌درمانی سنتی بهبود می‌بخشد [۲۱].

در حال حاضر آی‌چی به عنوان ظهور روشی نوین برای بازیابی تعادل، حداقل رساندن خطر سقوط، افزایش قدرت و کاهش خستگی تحت بررسی می‌باشد، اما با این حال مطالعات کمی از اثربخشی این نوع مداخله به طور دقیق بر تعادل و حس عمقی بر بازیکنان ورزش‌های پرشی و سریع از قبیل والیبال، فوتبال، هندبال و بسکتبال، مبتلا به ناپایداری عملکردی مچ پا وجود دارد، بنابراین محقق بر آن شد تا به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات آی‌چی بر تعادل ایستا، پویا، حس عمقی و عملکرد زنان ورزشکار نخبه دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بپردازد.

مواد و روش‌ها

باتوجه به اهداف و مداخله تمرینی، تقسیم‌بندی تصادفی آزمودنی‌ها و وجود گروه کنترل، تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر، دختران ورزشکار ۲۰ الی ۳۵ سال جزیره کیش، دارای سابقه ۳ سال فعالیت ورزشی منظم به میزان حداقل هفته‌ای ۳ جلسه در رشته‌های والیبال، بسکتبال و هندبال است که مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بودند (کسب نمره کمتر یا مساوی ۲۶ در پرسش‌نامه ارزیابی عملکرد مفصل مچ پا) [۲۲] و در ۶ ماه اخیر حداقل ۱ بار احساس خالی کردن مچ پا را تجربه کرده بودند، انتخاب و به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۵ نفره کنترل و آزمایش تقسیم‌بندی شدند (برای تعیین حداقل نمونه مطالعه، از نرم‌افزار برآورد حجم نمونه جی‌پاور نسخه ۳/۱، توان آزمون ۰/۹۵ و اندازه اثر ۰/۸۰ و سطح معناداری ۰/۰۵

1. Ankle Joint Functional Assessment Tool (AJFAT)

استفاده و تعداد حداقل ۱۲ نفر برای هر گروه تعیین شد که با احتساب ریزش احتمالی نمونه‌ها، ۱۵ آزمودنی برای هر گروه در نظر گرفته شد.

معیارهای خروج از مطالعه شامل سابقه اختلالات تعادلی، ناپایداری مکانیکی (تشخیص از طریق آزمون کشویی قدامی)^۲، حساسیت‌های پوستی و تنفسی به محیط استخر، وجود ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی قابل مشاهده در اندام تحتانی قابل رویت (ژنواروم^۳، ژنوالگوم^۴، پرونیشن مچ پا^۵، کف پای صاف و کف پای گود^۶)، لگن (عدم همراستایی لگن) و ناهنجاری‌های ستون فقرات (اسکولیوز، کایفوز و لوردوز) براساس چارت ارزیابی پاسچر نیویورک^۷ و سابقه جراحی در مفاصل اندام تحتانی در ۶ ماه گذشته بودند [۲۳]. پس از شناسایی افراد باتوجه‌به معیارهای ورود و خروج، آزمودنی‌ها در دو گروه ۱۵ نفر همگن کنترل (با میانگین سنی $21/90 \pm 1/22$ سال، قد $164/54 \pm 4/05$ سانتی‌متر، وزن $61/19 \pm 7/40$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $21/84 \pm 1/8$ کیلوگرم بر متر مربع) و آزمایش (با میانگین سنی $22/53 \pm 1/71$ سال، قد $165/07 \pm 5/18$ سانتی‌متر، وزن $59/45 \pm 8/82$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $21/87 \pm 1/17$ کیلوگرم بر متر مربع) به‌صورت تصادفی قرار گرفتند. آزمودنی‌های مطالعه پس از توضیحات محقق درخصوص روش انجام پروتکل تمرینی با تکمیل فرم رضایت‌نامه در مطالعه حاضر شرکت داده شدند. تمام آزمایشات و اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه استعدادیابی مرکز نوآوری کیش انجام شد. پروپوزال این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران با شناسه اختصاصی تأیید شده است.

ارزیابی میزان تعادل ایستا و پویا با استفاده از دستگاه بایودکس

ارزیابی تعادل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، با استفاده از دستگاه تعادل سنج بایودکس^۷ مدل Biodex Balance SD 950-302 با آزمونگر ماهر و آموزش‌دیده بدون آگاهی از گروه‌بندی داوطلبان انجام شد. از این سیستم تعادلی در تحقیقات متعددی استفاده شده است [۲۴]. سیستم تعادلی بایودکس جهت ارزیابی کنترل عصبی-عضلانی از طریق محاسبه شاخص‌های نشان‌دهنده توانایی ثبات پاسچرال (تعادل) استفاده می‌شود. این دستگاه، تعادل ایستا و نیمه پویا را در ۳ سطح به ورت ثبات کلی^۸، ثبات قدامی خلفی^۹ و ثبات طرفی^{۱۰} اندازه‌گیری می‌کند. این سیستم

دارای یک صفحه تعادلی^{۱۱} متحرک است که می‌تواند تا ۲۰ درجه نسبت به افق در تمامی جهات کج شود. همچنین برای اندازه‌گیری تعادل، این دستگاه در ۱۲ سطح متفاوت تنظیم می‌شود، سطح ۱ کمترین و سطح ۱۲ بیشترین ثبات را دارد. در تحقیق حاضر تست تعادل تک پا^{۱۲} در دو حالت چشم باز و بسته برای ارزیابی تعادل ایستا و ارزیابی تعادل پویای آزمودنی‌ها، توسط تست ثبات پاسچرال^{۱۳} انجام شد. برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمودنی‌ها خواسته شد تا روی پایي که دچار بی‌ثباتی است و پیش از انجام تست مشخص شده است بایستد و پای غیر اتکا تقریباً ۳۰ درجه فلکشن در ران، ۴۵ درجه فلکشن در زانو و دست‌ها به‌صورت ضربدری روی سینه قرار بگیرد و در حین آزمون صحبت نکند. پس از مشخص شدن مرکز ثقل و ثبت آن، تست تعادل تک پا (با سطح ۸، ۳ تکرار ۲۰ ثانیه‌ای و استراحت بین هر تکرار ۱۰ ثانیه) به عمل خواهد آمد و میانگین ۳ تکرار ثبت می‌شود. همین فرآیند با چشم بسته انجام و اطلاعات ثبت می‌شود [۲۵].

پس از اندازه‌گیری تعادل ایستا به‌وسیله دستگاه تعادل سنج بایودکس، برای ثبت تعادل پویا از آزمودنی‌ها خواسته شد که بدون کفش روی صفحه دایره‌ای شکل دستگاه تعادل سنج بایستند و به مکان نمای روی صفحه بایودکس نگاه کنند و تا حد ممکن مکان‌نما را در مرکز صفحه نگه دارند. سپس جای‌گذاری پای آن‌ها ثبت شد (موقعیت پاهای فرد، پاشنه‌ها بر روی D۱۶، D۶ با زاویه ۱۵ درجه نسبت به صفحه ساجیتال). شرکت‌کننده باید در هر تلاش تعادل و ثبات وضعیتی خود را بدون کوچکترین نوسان حفظ کند. در آزمون ثبات وضعیتی با ناپایداری از سطح ۴ تا ۸ شرکت کنند و ۳ کوشش ۲۰ ثانیه‌ای که بین هر کوشش ۱۰ ثانیه استراحت است را انجام دادند. پیش از آن نیز آزمودنی‌ها یک کوشش تمرینی را انجام دادند که توسط آزمون گر حمایت از پشت صورت گرفت (تصویر شماره ۱). آزمون‌ها در محیط آرام صورت گرفت و سعی شد توجه و تمرکز آزمودنی‌ها بر آزمون باشد. میزان نوسان خط عمودی وضعیت بدن از مرکز ثقل و مرکز سطح اتکا روی صفحه ثابت تعادل سنج ثبت شد. در تحقیقات مختلف روایی و پایایی بالایی برای سیستم تعادلی بایودکس بیان کرده‌اند. در حین فعالیت استاتیک: ثبات کلی ۰/۸۵، ثبات قدامی-خلفی ۰/۷۸ و ثبات طرفی ۰/۸۴ و در حین فعالیت داینامیک: ثبات کلی ۰/۷۷، ثبات قدامی-خلفی ۰/۷۷ و ثبات طرفی ۰/۶۵ بوده است [۲۶].

اندازه‌گیری حس مفصل مچ پا

از گونیامتر یونیورسال برای اندازه‌گیری حس عمقی مفصل مچ پا برای آزمودنی‌ها استفاده شد. در این روش از مارکرگذاری پوستی و دوربین دیجیتالی استفاده شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد طوری نشستن خود را تنظیم کنند که پاشنه پا کاملاً از لبه

11. Platform
12. Single Leg Test
13. Postural Stability Test

2. Anterior Drawer Test
3. Genuvarum
4. Genuvalgum
5. Pronation
6. The New York Posture Rating Chart
7. Biodex Balance System
8. Overall Stability Index, OSI
9. Anterior-Posterior Stability Index, APSI
10. Medial-Lateral Stability Index, MLSI



تصویر ۲. نحوه اندازه‌گیری حس عمقی

تصویر ۲. نحوه اندازه‌گیری حس عمقی

برنامه تمرینی

پس از گروه‌بندی، آزمودنی‌های گروه آزمایش به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) تمرینات خود را انجام دادند، درحالی‌که گروه کنترل در طول مطالعه از انجام سایر روش‌های تمرینی به جز فعالیت‌های روزانه (که هم‌زمان با گروه آزمایش علاوه بر پروتکل تمرینی انجام دادند) اجتناب کردند.

پروتکل تمرینی منتخب، توسط محقق و همکاران با بهره‌گیری از تحقیقات و مستندات موجود براساس اصل ویژگی تمرین متناسب با توان‌مندی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق طراحی شد [۳۰]. یک روز بعد از اندازه‌گیری‌های اولیه، گروه آزمایش اولین جلسه تمرینی خود را آغاز کردند. آزمودنی‌ها برنامه‌ای را که یک برنامه حرکتی پیش‌رونده و تدریجی است را به مدت ۸ هفته و هر هفته ۲ جلسه ۳۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای که بین هر ست ۱ دقیقه استراحت و بین هر تمرین هم ۱ تا ۲ دقیقه استراحت دریافت می‌کنند [۲۱]. زمان تمرین صبح و در استخر مجموعه آربین جزیره کیش با دمای آب بین ۳۰-۳۲ درجه سانتی‌گراد و عمق آب تا بالای سینه گروه تمرینی، انجام شد [۳۱، ۳۲]. در هر جلسه، ابتدا هر آزمودنی به مدت ۵ دقیقه بدن خود را با حرکات ساده مانند حرکات کششی در آب، راه رفتن به جلو، به عقب، به پهلو و راه رفتن به صورت ضربدری گرم کردند و همچنین با راهنمایی‌های آزمونگر از نودل‌های فومی جهت استفاده در قسمت پرمقی استخر استفاده کردند. سپس به ترتیب تمرینات شماره ۱ الی ۱۶ را در حالی انجام دادند که تا شانه در عمق آب بودند؛ در تمام مراحل اجرای تمرینات، زانوها کمی خم (نیمه اسکات^{۱۸}) بود و آزمودنی تمرکز بر حرکات خود داشتند (تصویر شماره ۴). الگوهای جدید حرکتی در هر جلسه توسط آزمونگر به صورت کامل توضیح داده و اجرا شد. در پایان

18. Semi squat



تصویر ۱. نحوه اندازه‌گیری تعادل

تصویر ۱. نحوه اندازه‌گیری تعادل

تخت آزاد و سپس ۳ مارکر را به ترتیب در امتداد سر استخوان فیبولا، بر قوزک خارجی و امتداد استخوان پنجم متاتارسال قرار دهند. باتوجه به اینکه بیشترین احتمال بروز آسیب در ۱۰ درجه تا ۳۰ درجه پلانتر فلکشن می‌دهد، در این تحقیق زاویه ۲۰ درجه پلانتر فلکشن برای اندازه‌گیری انتخاب شد [۲۷]. آزمون گر درحالی‌که فرد با چشم‌بند، چشم‌های خود را بسته بود، می‌پای فرد را با گونیامتر از حالت ۹۰ درجه (خنثی یا طبیعی) به ۲۰ درجه پلانتر فلکشن برد. شخص این حالت را تا ۵ ثانیه حفظ کرد. در این وضعیت اولین عکس از زاویه خارجی می‌گرفته شد و بعد از این می‌بمدت ۷ ثانیه به حالت استراحت قرار گرفت و ۳ مرتبه این عمل تکرار و عکس‌برداری انجام شد (تصویر شماره ۲). میانگین این ۳ زاویه بدون در نظر گرفتن مثبت و منفی بودن جهت خطا به عنوان خطا زاویه بازسازی مفصل ثبت شد [۲۸].

ارزیابی عملکرد

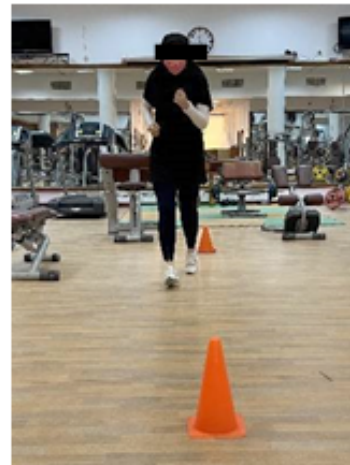
آزمودنی‌ها پس از گرم کردن (۵-۱۰ دقیقه کشش و دویدن نرم) به اجرای آزمون جهش به شکل عدد ۸ لاتین^{۱۴} و جهش جانبی^{۱۵} پرداختند (تصویر شماره ۳). زیرا این آزمون‌ها با فشار بر ساختارهای خارجی پا، یعنی لیگامنت‌های جانبی می‌چاپ و عضلات نازک^{۱۶} و همچنین فشار چرخشی که در جهش به شکل عدد ۸ لاتین بود، به می‌چاپ وارد می‌کنند، نقص‌های عملکردی-اجرایی را در افراد آسیب‌دیده آشکار می‌کنند. از طرف دیگر مرکز تحقیقات ورزشی اسمیت^{۱۷} و چندین مؤسسه معتبر دیگر در مطالعات خود از این آزمون‌های عملکردی-اجرایی استفاده کرده‌اند که دارای دقت و اعتبار هستند ($r=0.31$) [۲۹]. سپس ۸ هفته پروتکل تمرینات منتخب آبی بر روی نمونه‌های گروه آزمایش انجام شد. گروه کنترل نیز در طول اجرای تحقیق تنها به فعالیت‌های روزمره پرداختند.

14. Figure of 8 Hop (FH)

15. Side to side hop test (SSH)

16. Peroneus muscles

17. Smith athletic research center



تصویر ۳. ارزیابی عملکرد

طب توانبخشی

یافته‌ها

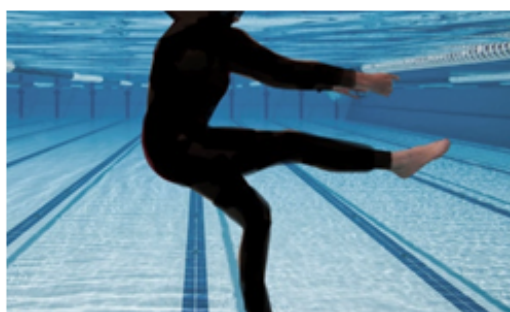
جدول شماره ۲ مشخصات توصیفی و همچنین نتایج همگنی گروه‌های مطالعه را نشان می‌دهد. در بخش آمار استنباطی، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک برای کسب اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد که نتایج نشان‌دهنده نرمال بودن داده‌ها بود. **جدول شماره ۳** و **۴** آزمون تی زوجی و میزان تغییرات درون گروهی در گروه‌های تحقیق و همچنین **جدول شماره ۵** و **۶** نتایج آزمون تی مستقل و تغییرات بین گروهی را نشان می‌دهد.

در این پژوهش برای استنباط آماری فرضیه‌های تحقیق از آزمون آماری تی همبسته (درون گروهی) استفاده شد و با توجه به نتایج بالا، میانگین گروه آزمایش (از پیش آزمون تا پس آزمون) تغییر معناداری را در میزان رشح هر ۳ جهت نشان می‌دهد ($P \leq 0/05$)، در حالی که تغییرات درون گروهی میانگین گروه کنترل تغییر معناداری را نشان نمی‌دهد ($P \leq 0/05$).

نیز آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه با تمرینات کششی عمومی و قدم زدن آهسته در آب، بدن خود را سرد کردند. ۵ تمرینات تجویز شده آی‌چی، به صورت هدف‌مند و براساس یافته‌های محقق که دارای مدرک بین‌المللی آی‌چی و آب‌درمانی بودند، طراحی شد. پیشرفت در برنامه مورد نظر به صورت اصل افزایش بار و شدت تدریجی تنظیم شد [۲۱، ۱۸]. **جدول شماره ۱** پروتکل تمرینی آی‌چی را نشان می‌دهد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^{۱۹} برای نرمال بودن داده‌ها، ارزیابی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون^{۲۰}، از آزمون تی زوجی^{۲۱} جهت مقایسه درون گروهی و از آزمون تی مستقل^{۲۲} جهت مقایسه نتایج به دست آمده بین گروه‌های تحقیق استفاده شد. اندازه اثر بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۶ اندازه اثر کوچک، اثر بین ۰/۰۶ تا ۰/۱۴ اندازه اثر متوسط و اندازه اثر ۰/۱۴ به بالا بزرگ در نظر گرفته شد [۳۳]. همچنین، سطح معناداری در سراسر تحقیق در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

19. Shapiro-wilk
20. Leven Test
21. Paired-Samples T-Test
22. Independent Samples T -Test



تصویر ۴. تمرین آی‌چی

طب توانبخشی

جدول ۱. پروتکل تمرین آی‌چی

هفته	نوع تمرین	تکرار	ست
اول	۱. پرونیشن و سوپینیشن دوطرفه ساعد/فلکشن زانو (نیمه اسکات) ۲. فلکشن و اکستنشن دوطرفه شانه/فلکشن زانو (نیمه اسکات)	۱۰ تکرار	۳ ست
دوم	۳. آبداکشن و آداکشن دوطرفه شانه/فلکشن زانو/پلاتنار فلکشن مچ پا (نیمه اسکات) ۴. هوریزنتال آبداکشن و آداکشن دوطرفه شانه / فلکشن زانو/پلاتنار فلکشن مچ پا (نیمه اسکات)	۱۵ تکرار	۵ ست
سوم	۵. اینترنال و اکسترنال روتیشن دوطرفه شانه/اکستنشن انگشتان پا (نیمه اسکات) ۶. هوریزنتال آبداکشن و آداکشن یکطرفه شانه/اکستنشن انگشتان پا (نیمه اسکات) ۷. هوریزنتال آبداکشن و آداکشن یکطرفه شانه با چرخش تنه / هیپ آداکشن (نیمه اسکات)	۱۰ تکرار	۳ ست
چهارم	۸. هوریزنتال آبداکشن و آداکشن یکطرفه شانه/چرخش تنه / هیپ آبداکشن (نیمه اسکات)	۱۵ تکرار	۵ ست
پنجم	۹. هوریزنتال آبداکشن و آداکشن یکطرفه شانه با انتقال وزن بین پا/اورژن مچ پا (نیمه اسکات)	۱۰ تکرار	۳ ست
ششم	۱۰. آبداکشن و آداکشن دوطرفه شانه با چرخش تنه/اورژن مچ پا (نیمه اسکات) ۱۱. هیپ فلکشن با آبداکشن دوطرفه شانه/فلکشن انگشتان پا (نیمه اسکات) ۱۲. هیپ اکستنشن با آبداکشن و آداکشن دوطرفه شانه/فلکشن انگشتان پا (نیمه اسکات)	۱۵ تکرار	۵ ست
هفتم	۱۳. هیپ فلکشن با اکستنشن شانه، هیپ اکستنشن با فلکشن شانه (نیمه اسکات پهلوی)	۱۰ تکرار	۳ ست
هشتم	۱۴. هیپ فلکشن با آداکشن شانه/عبور از خط میانی پا ها، هیپ اکستنشن با آبداکشن شانه/پا ضربدر پا (نیمه اسکات پهلوی) ۱۵. دست ها به پهلوی باز بالا آوردن یک پا/چرخش تنه/اورژن مچ پا (نیمه اسکات پهلوی) ۱۶. چرخش به چپ و راست دست ها به پهلوی باز/اورژن مچ پا (نیمه اسکات پهلوی)	۱۵ تکرار	۵ ست

طب توانبخشی

بحث

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات آی‌چی بر تعادل ایستا، پویا، حس عمقی و عملکرد زنان ورزشکار نخبه دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بود. نتایج تحقیق نشان داد تمرینات آی‌چی می‌تواند باعث بهبود تعادل در هر ۳ متغیر ثبات کلی، قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و حس عمقی مفصل مچ پا در گروه آزمایش شود و همچنین عملکرد ورزشکاران را بهبود بخشد که به علت عدم تغییرات در گروه کنترل، این بهبود را

ابتدا برای بررسی میزان تغییرات درون گروهی گروه‌های تحقیق در دو مرحله (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) از آزمون تی زوجی استفاده شد که تفاوت معناداری در میزان تغییرات درون گروهی متغیر تعادل، حس عمقی و عملکرد در گروه آزمایش وجود داشت ($P \leq 0/05$).

همچنین نتایج تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری بین میزان تغییرات تعادل، حس عمقی مفصل مچ پا و عملکرد گروه آزمایش وجود داشت ($P \leq 0/05$).

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها ($n=15$)

متغیر	گروه	میانگین \pm انحراف معیار	نتایج آزمون شاپیرو ویلک
			p
سن (سال)	کنترل	$21/90 \pm 1/22$	۰/۰۸
	آزمایش	$22/53 \pm 1/71$	۰/۳۰
قد (سانتیمتر)	کنترل	$164/54 \pm 4/05$	۰/۰۹
	آزمایش	$165/07 \pm 5/18$	۰/۰۷
وزن (کیلوگرم)	کنترل	$61/19 \pm 7/40$	۰/۳۵
	آزمایش	$59/45 \pm 8/82$	۰/۳۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	$21/84 \pm 1/8$	۰/۳
	آزمایش	$21/87 \pm 1/17$	۰/۱

طب توانبخشی

جدول ۳. بررسی تغییرات درون گروهی متغیرهای ثبات کلی، ثبات قدامی - خلفی و ثبات داخلی - خارجی

متغیر	گروه	میانگین \pm انحراف معیار		آماره	سطح معناداری
		پیش آزمون	پس آزمون		
ثبات کلی (سانتی متر)	کنترل	۸۳/۲ \pm ۲/۷۶	۸۳/۰ \pm ۲/۶۸	۲/۰۱	۰/۱۸
	آزمایش	۸۰/۳ \pm ۱/۲۰	۸۵/۳ \pm ۰/۹۸	۵/۰	۰/۰۰۱
ثبات قدامی - خلفی (سانتی متر)	کنترل	۸۵/۰ \pm ۳/۶۴	۸۴/۴ \pm ۳/۳۰	۱/۷۶	۰/۱۰
	آزمایش	۸۶/۵ \pm ۲/۲۷	۹۱/۱ \pm ۱/۱۸	۲/۶	۰/۰۰۸
ثبات داخلی - خارجی (سانتی متر)	کنترل	۷۶/۱ \pm ۳/۶۶	۷۵/۴ \pm ۳/۳۰	۱/۹۴	۰/۲۱
	آزمایش	۸۰/۷ \pm ۲/۲۱	۸۵/۷ \pm ۲/۰۷	۲/۶۱	۰/۰۰۹

طب توانبخش

سرعت انجام حرکات و افزایش فعالیت عضلات نسبت به محیط خشکی می شود که کاهش تورم و نیروهای وارد بر مفاصل در آب را به دنبال دارد که موجب انجام آسان حرکات در دامنه های حرکتی بیشتر می شود و اثرات روانی مثبتی مانند افزایش روحیه و اعتماد به نفس ورزشکاران را به دنبال دارد و از آنجاکه عضلات در آب برای تثبیت موقعیت های مختلف بدن به طور مداوم فعال هستند و حالت استراحت ایستایی وجود ندارد، انجام تمرینات در آب موجب تقویت عضلات و احتمالاً سبب بهبود تعادل، حس عمقی و به دنبال آن عملکرد می شود [۳۸].

از دلایل بهبود تعادل، در تحقیق حاضر پس از ۸ هفته تمرین آی جی، می توان کاهش محدودیت های به وجود آمده برای سیستم حسی حرکتی در نتیجه اجرای تمرینات را بیان کرد. در مورد تأثیر مثبت اجرای تمرینات در آب در ورزشکاران دارای بی ثباتی عملکردی می باید به برخی خصوصیات درمانی آب توجه کرد. نیروهای برهم زننده تعادل و ثبات در محیط آب امکان فعالیت های تعادلی و همچنین به چالش کشیدن سیستم های درگیر در تعادل را فراهم می کند [۸]. به دلیل افزایش زمان واکنش، تمرینات در

می توان به تأثیر تمرین آی جی در آب نسبت داد. برخی مطالعات نشان داده اند افراد با بی ثباتی عملکردی می باید چهار نقص در کنترل وضعیت بدنی، ضعف در تعادل، نقص در عملکرد و اختلال در حس عمقی هستند و این عامل به عنوان یک ریسک فاکتور مهم برای وقوع مجدد اسپرین می باشد [۳۴-۳۶].

در خصوص تأثیر مثبت انجام تمرینات در آب باید به برخی خصوصیات درمانی آب توجه ویژه کرد. شناوری بر ضد جاذبه عمل می کند و به وسیله کاهش نیروهای فشار آورنده بر روی مفصل، وزن بدن را کاهش می دهد و اندام آسیب دیده را به گونه ای حمایت می کند که بدون افزایش درد در وضعیت راحتی قرار گیرد. همچنین خواص فیزیکی و دمای آب نقش نیروهای مهمی در افزایش یا حفظ دامنه حرکتی مفصل ایفا می کند. بنابراین حرکت در آب آسان تر و با درد کمتری انجام می شود [۳۷]. نیروهای برهم زننده ثبات و تعادل در آب نیز محیط مناسبی را برای فعالیت های تعادلی و به چالش کشیدن سیستم های درگیر فراهم می کند و به دلیل چگالی آب انجام هر حرکتی در این محیط با مقاومت روبه رو می شود و این مقاومت باعث کاهش

جدول ۴. بررسی تغییرات درون گروهی حس عمقی مفصل میچ پا و عملکرد

متغیر	گروه	میانگین \pm انحراف معیار		آماره	سطح معناداری
		پیش آزمون	پس آزمون		
حس عمقی مفصل میچ پا	کنترل	۳/۳۶ \pm ۰/۹۴	۴/۴۴ \pm ۰/۴۲	۲/۶۲	۰/۰۰۱
	آزمایش	۳/۱۵ \pm ۱/۰۲	۱/۵۵ \pm ۰/۵۱	۱/۵۶	۰/۰۰۱
لی لی به طرفین (ثانیه)	کنترل	۱۲/۰ \pm ۰/۳۶	۱۱/۶۵ \pm ۰/۲۸	۱/۴۵	۰/۱۸
	آزمایش	۱۲/۱۲ \pm ۰/۱۵	۹/۷۳ \pm ۰/۱۷	۲/۸	۰/۰۰۵
لی لی به شکل عدد ۸ (ثانیه)	کنترل	۱۱/۱۹ \pm ۰/۳۷	۱۱/۲ \pm ۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۹۳
	آزمایش	۱۰/۸۷ \pm ۰/۴۲	۱۰/۰۶ \pm ۰/۲۵	۲/۶	۰/۰۰۹

طب توانبخش

جدول ۵. مقایسه تغییرات بین گروهی ثبات کلی، ثبات قدامی- خلفی و ثبات داخلی- خارجی

متغیر	گروه	میانگین \pm انحراف معیار تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون	اختلاف میانگین	آماره	سطح معناداری
ثبات کلی (سانتی‌متر)	کنترل	-0.50 ± 0.12	۵/۲	۳/۰۶	۰/۰۰۲
	آزمایش	0.50 ± 0.18			
ثبات قدامی- خلفی (سانتی‌متر)	کنترل	-0.43 ± 0.06	۵/۲	۳/۵۲	۰/۰۰۱
	آزمایش	0.46 ± 0.15			
ثبات داخلی- خارجی (سانتی‌متر)	کنترل	-0.66 ± 0.07	۵/۷	۲/۹	۰/۰۰۴
	آزمایش	0.50 ± 0.11			

طب توانبخشی

می‌کشد که نتیجه آن بهبود در تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها و کاهش درد و محدودیت حرکتی آنان بود [۲۰].

از دیگر تحقیقات همسو با مطالعه حاضر می‌توان به مطالعه هرناندز و همکاران اشاره کرد که فواید آی‌چی در اختلالات اسکلتی-عضلانی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد، تمرینات آی‌چی بر تعادل و هماهنگی سالمندان با اختلالات اسکلتی-عضلانی تأثیر معنادار دارد. محققان اعلام کردند آی‌چی یک تکنیک است که به‌عنوان یک درمان مکمل در آسیب‌های متعدد استفاده می‌شود و اثربخشی این مداخله باتوجه به بهبود عملکرد اسکلتی-عضلانی مانند کمر درد، آرتروز روماتوئید، آرتروز اثبات شده است که از دلایل احتمالی تأثیر آن می‌توان چنین گفت که افراد با وجود درد، توانایی انجام حرکات را در وضعیت بهتر، با مدت و تکرار بیشتری خواهند داشت که این امر می‌تواند یکی از دلایل تأثیر آی‌چی بر بهبود تعادل و تحرک‌پذیری در تحقیق حاضر باشد [۴۱].

محیط آب برای افراد دچار نقصان در تعادل مناسب می‌باشد. همچنین به‌علت خاصیت ویسکوزیته آب، حرکات آهسته‌تر صورت می‌گیرد و افراد فرصت بیشتری برای ایجاد پاسخ و عکس‌العمل در اختیار خواهند داشت [۳۹]. همچنین تمرین در آب به‌طور هم‌زمان بر مشکلات عضلانی و تعادل اثرگذار می‌باشد. همان‌طور که گفته شد برای حفظ و بهبود تعادل لازم است که سیستم‌های وستیبولار، دیداری، سوماتوسنسوری (حس پیکری) بهبود پیدا کند که در نتیجه آن عضلات ضدجاذبه فعال و تعادل ارتقاء می‌یابد و یکی از راه‌های ارتقاء تحریکات حسی برای افزایش تعادل، فعالیت بدنی در آب می‌باشد [۴۰].

نتایج به‌دست‌آمده، با نتایج تحقیقات کوتزآمانیدو و همکاران که تأثیر تمرینات آی‌چی بر ثبات وضعیتی ایستا و پویا در بزرگسالان سالم را مورد مطالعه قرار داده بودند، همسو می‌باشد. یافته‌های این تحقیق نشان داد تمرینات آی‌چی باعث ارتقاء ثبات وضعیتی ایستا و پویای گروه آزمایش شده است و اعلام کردند اعمال تمرین‌های ورزشی در آب، به‌عنوان یک محیط نامتعادل و بی‌ثبات، سیستم‌های فیزیولوژیکی درگیر در تعادل را به چالش

جدول ۶. بررسی تغییرات بین گروهی حس عمقی مفصل مچ پا و عملکرد

متغیر	گروه	میانگین \pm انحراف معیار تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون	اختلاف میانگین	آماره	سطح معناداری
حس عمقی مفصل مچ پا	کنترل	$2/52 \pm 0/18$	۰/۸۳	۰/۶۰	۰/۱۵۵
	آزمایش	$1/69 \pm 0/49$			
لی لی به طرفین (ثانیه)	کنترل	-0.20 ± 0.36	۲/۰۲	۲/۵۷	۰/۰۰۱
	آزمایش	-0.28 ± 0.38			
لی لی به شکل ۸ (ثانیه)	کنترل	-0.12 ± 0.01	۰/۸۱	۲/۸۷	۰/۰۰۴
	آزمایش	-0.14 ± 0.10			

طب توانبخشی

درد سندروم کشکی-رانی پرداختند، اشاره کرد. نتایج نشان داد آب‌درمانی موجب بهبود تعادل و عملکرد اندام تحتانی این افراد می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد، وجه تشابه آن تحقیق با پژوهش حاضر انجام تمرینات در محیط آب می‌باشد. همچنین گزارش شده است که فعالیت در آب می‌تواند اختلالات فیزیولوژیکی چون ضعف عضلانی، حس عمقی، تعادل، آمادگی قلبی-عروقی و محدودیت دامنه حرکتی مفصل را بهبود و از طریق تقویت عضلات اطراف مفصل و کاهش فشار وارد بر آن در کاهش درد و بهبود عملکرد مؤثر باشد [۴۸].

در نهایت می‌توان بیان کرد، تمرینات آی‌چی مورد استفاده در مطالعه حاضر منجر به بهبود تعادل در هر ۳ متغیر ثبات کلی، قدامی خلفی، داخلی خارجی، حس عمقی و عملکرد ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌شد که از دلایل آن شاید بتوان به تلاش بیشتر به حفظ تعادل و ثبات در آب اشاره کرد. تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد قدرت عضلات احاطه‌کننده و عمل‌کننده بر مفصل و هم‌انقباضی آن‌ها جهت تثبیت مفاصل اندام تحتانی، فعالیت گیرنده‌های عمقی و کنترل عصبی-عضلانی به منظور حفظ تعادل هنگام انجام تمرینات در آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد، بنابراین از دلایل بهبود فاکتورهای مورد نظر در نتیجه تمرین آی‌چی در مطالعه حاضر، می‌توان به افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی آزمودنی‌ها پس از شرکت در پروتکل تمرینی مرتبط کرد. در نتیجه تمرینات آی‌چی موجب فعال‌سازی بیشتر مکانیسم‌های بهبوددهنده تعادل و حس عمقی می‌شود و با بهبود عملکرد همراه است [۴۹، ۵۰]. مکانیسم احتمالی برای توجیه بهبود حس عمقی در اثر تمرینات آی‌چی، می‌تواند فعال شدن مسیرها، افزایش تعداد سیناپس‌ها و افزایش منطقه حسی مربوطه باشد؛ البته مشخص نیست آیا این مکانیسم‌ها می‌توانند تغییرات دقت حس عمقی را در اثر تمرین توجیه کنند یا خیر؟ همچنین مطالعات نشان داده‌اند خروجی دوک عضلانی را می‌توان به‌طور ارادی افزایش داد که می‌تواند از طریق تغییر توان، دقت عمل را افزایش و تعداد گیرنده‌ها را تغییر دهد [۵۱، ۵۲].

هرچند مطالعات کمی در مورد اثرگذاری تمرینات آی‌چی بر فاکتورهای مختلف موجود است. بنابراین در این زمینه نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد. این تحقیق اثر کوتاه‌مدت تمرین آی‌چی را مورد بررسی قرار داده است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود تأثیرات طولانی‌مدت پروتکل تمرینی آی‌چی بررسی شود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج موجود می‌توان گفت انجام تمرینات آی‌چی مورد استفاده در تحقیق حاضر می‌تواند در مدت ۸ هفته موجب بهبود تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی می‌شود و ارتقاء حس عمقی شود و از آنجاکه نقص در تعادل، حس عمقی و عملکرد از عوامل اصلی خطر برای وقوع اسپرین می‌باشد

مرور تحقیقات بیانگر این است که ورزش در آب به‌علت خواص ویژه و منحصر به فرد، ابزاری مناسب برای بهبود حس عمقی می‌باشد. حس عمقی قابل آموزش است و برنامه‌های توان‌بخشی که عمدتاً شامل آموزش حس عمقی است، باعث پیشرفت حرکات عملکردی می‌شود. برای آموزش حس عمقی این سیستم باید درگیر شود و این منظور با تمرینات خاصی محقق می‌شود. گروه زیادی از تمرینات حس عمقی شامل تمرینات بر روی سطوح ناپایدار است. تمرین در وضعیت ناپایدار موجب تحریک گیرنده‌های حس عمقی می‌شود، بازخوردی برای حفظ تعادل و تشخیص موقعیت بدن به دست می‌آورد؛ از این رو تمرینات تعادلی بر روی سطوح ناپایدار همچون تخته تعادل و محیط آبی برای بهبود اختلالات حس عمقی توصیه شده است. محیط آبی شرایط ناپایداری را برای فرد ایجاد می‌کند و این شرایط ناپایدار باعث تحریک گیرنده‌های حس عمقی می‌شود و این امر منجر به افزایش حس عمقی در افراد می‌شود [۴۲، ۴۳].

نتایج تحقیق حاضر با اکثر گزارش‌های صورت‌گرفته در این زمینه هم‌خوانی دارد. پرنیس و همکاران عنوان کردند که فشار هیدرواستاتیک آب موجب تحریک گیرنده‌های مکانیکی لیگامان‌ها می‌شود که این امر می‌تواند موجب افزایش بهبودی حس عمقی مفاصل شود [۴۴]. یافته‌های تحقیق با پژوهش‌های اشتون میلر و همکاران نیز همسو بود. آن‌ها معتقدند تمرینات آب‌درمانی تعداد گیرنده‌های محیطی را دچار تغییر می‌کند و اعلام کردند یک مکانیسم احتمالی برای بهبود حس عمقی در اثر تمرین، افزایش توجه می‌باشد. توجه یک روند نوروسایکولوژیک است که سیستم عصبی-مرکزی از این طریق بر اطلاعات دریافتی تأثیر می‌گذارد. احتمالاً تمرینات حس عمقی، توجه به علائم حس عمقی توسط مغز را، ابتدا در سطح هوشیارانه و پس از تمرین در سطح اتوماتیک افزایش می‌بخشد [۴۵]. یافته‌های بیک و همکاران، گوکتپ و همکاران و کیم و همکاران با مطالعه حاضر همسو نمی‌باشد [۳۵، ۴۶، ۴۷]. مدت و شدت تمرینات از دلایل احتمالی عدم بهبود حس عمقی مفصل می‌باشد که در مطالعات مذکور می‌تواند باشد.

مهم‌ترین جنبه آب‌درمانی، نیروی شناوری آب است که فشارهای ناشی از تحمل وزن را روی اندام‌های تحتانی کاهش می‌دهد و تمرین مؤثر و بدون درد عضلات و مفاصل را نسبت به روش‌های دیگر، فراهم و از این طریق، فعالیت‌های روزمره و عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد. با بررسی ادبیات پیشینه، تحقیقی که به‌صورت مستقیم تأثیر یک دوره برنامه تمرینی آی‌چی بر عملکرد زنان ورزشکار نخبه دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌باشد، پرداخته شود، یافت نشد؛ اما در خصوص اثربخشی تمرینات مختلف آب‌درمانی بر عملکرد ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌توان به نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات دولاک و همکاران که به بررسی یک دوره تمرین در آب بر تعادل و عملکرد در افراد دارای

هستند، بنابراین این تمرینات می‌توانند ریسک اسپرین مجدد مچ پا و به دنبال آن بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در جلسه تمرینی یا مسابقه را برای ورزشکاران کاهش دهند. در کشورهای مختلف هزینه‌های هنگفتی برای درمان افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا صرف می‌شود، بهتر است علاوه بر درمان دارویی و تمرینات متنوع، تمرینات آی‌چی باتوجه به محیط آبی فضایی شاد، امن و جذاب برای افراد مبتلا به این عارضه در سطح کشور توسط مربیان اجرا شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی **دانشگاه تهران** در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.UT.SPORT. REC.1399.036 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه خانم مرجان اسدی با راهنمایی هومن مینونژاد و مشاوره حسین علیزاده گروه تربیت بدنی **دانشگاه تهران پردیس بین‌المللی کیش** می‌باشد. این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه ورزشکاران عزیز جزیره کیش، همکاران و اساتید گرانقدر که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- [1] Malm C, Jakobsson J, Isaksson A. Physical activity and sports-real health benefits: A review with insight into the public health of Sweden. *Sports (Basel, Switzerland)*. 2019; 7(5):127. [DOI:10.3390/sports7050127] [PMID] [PMCID]
- [2] Walia B, Boudreaux CJ. The cost of players' injuries to professional sports leagues and other sports organizations. *Managerial Finance*. 2020; 47(6):779-88. [DOI:10.1108/MF-06-2020-0301]
- [3] Duignan C, Doherty C, Caulfield B, Blake C. 139 Single-question athlete self report measures in team sport athlete monitoring, and their relationship with training load: A systematic review and narrative synthesis. *British Journal of Sports Medicine*. 2020; 54(Suppl 1):A59. [Link]
- [4] Kaminski TW, Gerlach TM. The effect of tape and neoprene ankle supports on ankle joint position sense. *Physical Therapy in Sport*. 2001; 2(3):132-40. [DOI:10.1054/ptsp.2000.0061]
- [5] Karpov VY, Zavalishina SY, Dorontsev AV, Skorosov KK, Ivanov DA. Physiological basis of physical rehabilitation of athletes after ankle injuries. *Indian Journal of Public Health Research & Development*. 2019; 10(1):2051-5. [Link]
- [6] Walls RJ, Ross KA, Fraser EJ, Hodgkins CW, Smyth NA, Egan CJ, et al. Football injuries of the ankle: A review of injury mechanisms, diagnosis and management. *World Journal of Orthopedics*. 2016; 7(1):8-19. [DOI:10.5312/wjo.v7.i1.8] [PMID] [PMCID]
- [7] Mohammadi N, Hadian MR, Olyaei G. The effects of wii fit plus training on functional ability in athletes with functional ankle instability. *Sports Orthopaedics and Traumatology*. 2020; 36(1):52-9. [DOI:10.1016/j.orthtr.2020.01.003]
- [8] Ragab IMA. Aquatic therapy versus combined aquatic and land-based therapy in the treatment of chronic lateral ankle sprain. *Egyptian Journal of Physical Therapy*. 2020; 2(1):16-23. [DOI:10.21608/ejpt.2020.32561.1008]
- [9] Lee HM, Oh S, Kwon JW. Effect of plyometric versus ankle stability exercises on lower limb biomechanics in taekwondo demonstration athletes with functional ankle instability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(10):3665. [DOI:10.3390/ijerph17103665] [PMID] [PMCID]
- [10] Pérez-de la Cruz S. Influence of an aquatic therapy program on perceived pain, stress, and quality of life in chronic stroke patients: A randomized trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(13):4796. [DOI:10.3390/ijerph17134796] [PMID] [PMCID]
- [11] Iliescu AM, McIntyre A, Wiener J, Iruthayarajah J, Lee A, Caughlin S, et al. Evaluating the effectiveness of aquatic therapy on mobility, balance, and level of functional independence in stroke rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2020; 34(1):56-68. [DOI:10.1177/0269215519880955] [PMID]
- [12] Skinner EH, Dinh T, Hewitt M, Piper R, Thwaites C. An ai chi-based aquatic group improves balance and reduces falls in community-dwelling adults: A pilot observational cohort study. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2016; 32(8):581-90. [DOI:10.1080/09593985.2016.1227411] [PMID]
- [13] Nissim M, Hutzler Y, Goldstein A. A walk on water: Comparing the influence of ai chi and tai chi on fall risk and verbal working memory in ageing people with intellectual disabilities - a randomised controlled trial. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2019; 63(6):603-13. [DOI:10.1111/jir.12602] [PMID]
- [14] Buckthorpe M, Pirotti E, Villa FD. Benefits and use of aquatic therapy during rehabilitation after acl reconstruction-a clinical commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2019; 14(6):978. [PMID] [PMCID]
- [15] Yin L, Qin G, Qian HZ, Zhu Y, Hu W, Zhang L, et al. Continued spread of HIV among injecting drug users in southern Sichuan Province, China. *Harm Reduction Journal*. 2007; 4:6. [DOI:10.1186/1477-7517-4-6] [PMID] [PMCID]
- [16] Roth AE, Miller MG, Ricard M, Ritenour D, Chapman BL. Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2006; 15(4):299-311. [DOI:10.1123/jsr.15.4.299]
- [17] Johansen KH, Dellinger EP, Loeser JD. Abdominal pain caused by other diseases. In: Loeser JD, Bonica JJ, editors. *Bonica's management of pain*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. [Link]
- [18] So BCL, Kong ISY, Lee RKL, Man RWF, Tse WHK, Fong AKW, et al. The effect of ai chi aquatic therapy on individuals with knee osteoarthritis: A pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*. 2017; 29(5):884-90. [DOI:10.1589/jpts.29.884] [PMID] [PMCID]
- [19] Camilotti BM, Leite N, Alberti D, Francisco IA, Israel VL. Effects of ai chi and yamamoto new scalp acupuncture on chronic low back pain. *Fisioterapia em Movimento*. 2015; 28(4):723-30. [DOI:10.1590/0103-5150.028.004.AO09]
- [20] Kotzamanidou MC, Panoutsakopoulos V, Bommer A, Lambeck J, Daly D, Kollias IA. Effect of a clinical ai chi aquatic therapy intervention in static and dynamic postural stability of healthy adults. Paper presented at: 8th Congress of the Hellenic Society of Biomechanics. 1-2 September 2018; Thessaloniki, Greece. [Link]
- [21] Covill LG, Utley C, Hochstein C. Comparison of ai chi and impairment-based aquatic therapy for older adults with balance problems: A clinical study. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2017; 40(4):204-13. [DOI:10.1519/JPT.000000000000100] [PMID]
- [22] Sivakumar C, Sudhakar S, Sudan S, Nandakumar R. Effectiveness strengthening exercises and Mulligan's mobilization in patients with unilateral ankle sprain. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2017; 8(4):555-9. [Link]
- [23] Yun YD, Shin HJ, Kim SJ, Lim SW, Choi SJ, Seo DK, et al. The effects of resistance exercise and balance exercise on proprioception and WOMAC index of patients with degenerative knee osteoarthritis. *Journal of International Academy of Physical Therapy Research*. 2010; 1(2):169-75. [Link]
- [24] Shousha TM, Abo-Zaid NA, Hamada HA, Abdelhamid Abdel-samee MY, Behiry MA. Virtual reality versus Biodex training in adolescents with chronic ankle instability: A randomized controlled Trial. *Archives of Medical Science*. 2023; 19(4):1059-68. [DOI:10.5114/aoms/134635]

- [25] Glave AP, Didier JJ, Weatherwax J, Browning SJ, Fiaud V. Testing postural stability: Are the star excursion balance test and biodex balance system limits of stability tests consistent? *Gait & Posture*. 2016; 43:225-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2015.09.028] [PMID]
- [26] Arifin N, Abu Osman NA, Wan Abas WA. Intrarater test-retest reliability of static and dynamic stability indexes measurement using the Biodex Stability System during unilateral stance. *Journal of Applied Biomechanics*. 2014; 30(2):300-4. [DOI:10.1123/jab.2013-0130] [PMID]
- [27] Reese NB, Bandy WD, Yates Ch. Measurement of range of motion and muscle length: Background, history, and basic principles. In: Reese NB, Bandy WD, editors. *Joint range of motion and muscle length testing*. Louis: Saunders/Elsevier; 2010. [Link]
- [28] Alawna MA, Unver BH, Yuksel EO. The reliability of a smart-phone goniometer application compared with a traditional goniometer for measuring ankle joint range of motion. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2019; 109(1):22-9. [DOI:10.7547/16-128] [PMID]
- [29] Gioftsidou A, Malliou P, Pafis G, Beneka A, Godolias G, Maganaris CN. The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *European Journal of Applied Physiology*. 2006; 96(6):659-64. [DOI:10.1007/s00421-005-0123-3] [PMID]
- [30] Lambeck J, Bommer A. Clinical Ai Chi: Application in clinical practice. In: Cole AJ, Becker BE, editors. *Comprehensive aquatic therapy*. Oxford: Butterworth Heinemann; 2004. [Link]
- [31] Pohl M, Mcnaughton L. The physiological responses to running and walking in water at different depths. *Research in Sports Medicine: An International Journal*. 2003; 11(2):63-78. [DOI:10.1080/0308354]
- [32] Javorac D, Stajer V, Ostojic S. Case report: Acute hydrotherapy with super-saturated hydrogen-rich water for ankle sprain in a professional athlete. *F1000Research*. 2020; 9:245. [DOI:10.12688/f1000research.22850.1] [PMID] [PMCID]
- [33] Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge; 2013. [DOI:10.4324/9780203771587]
- [34] Park C, Kim BG. Effect of jumping exercise on supporting surface on ankle muscle thickness, proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *Journal of International Academy of Physical Therapy Research*. 2019; 10(2):1756-62. [DOI:10.20540/JIAPTR.2019.10.2.1756] [Link]
- [35] Baek JS, Kim YJ, Kim HJ, Park JH, Lee NR, Lee BR, et al. The effect of unstable supporting exercise in young adults with functional ankle instability when training with a virtual reality-head mounted display system. *PNF and Movement*. 2019; 17(1):81-92. [Link]
- [36] Gioftsidou A, Grekidis A, Barbas I, Pafis G, Malliouda P. Functional unstable ankles and balance training. *International Journal of Wrestling Science*. 2020; 10(1):45-50. [Link]
- [37] Yalfani A, Mokhtari M, Gandomi F. [The effect of eight weeks of Aquatic therapy with patella taping on pain, motor function and unstable balance in women with the patellofemoral pain syndrome (Persian)]. *Feyz*. 2018; 22(3):309-17. [Link]
- [38] Holmberg PM, Gorman AD, Jenkins DG, Kelly VG. Lower-body aquatic training prescription for athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021; 35(3):859-69. [DOI:10.1519/JSC.0000000000003925] [PMID]
- [39] Mirmoezzi M, Irandoust K, H'mida C, Taheri M, Trabelsi K, Ammar A, et al. Efficacy of hydrotherapy treatment for the management of chronic low back pain. *Irish Journal of Medical Science*. 2021; 190(4):1413-21. [DOI:10.1007/s11845-020-02447-5] [PMID]
- [40] Goudarzian M, Rahimi M, Karimi N, Samadi A, Ajudani R, Sahaf R, et al. Mobility, balance, and muscle strength adaptations to short-term whole body vibration training plus oral creatine supplementation in elderly women. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2017; 8(1):e36793. [DOI:10.5812/asjsm.36793]
- [41] Macías-Hernández SI, Vázquez-Torres L, Morones-Alba JD, Coronado-Zarco R, de Los Angeles Soria-Bastida M, Cruz-Medina E, et al. Water-based tai chi: Theoretical benefits in musculoskeletal diseases. Current evidence. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2015; 11(3):120-4. [DOI:10.12965/jer.150207] [PMID] [PMCID]
- [42] Hajouj E, Hadian MR, Mir SM, Talebian S, Ghazi S. Motor control changes after innovative aquatic proprioceptive training in athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: Voluntary response index analysis. *Archives of Neuroscience*. 2021; 8(2):e112185. [DOI:10.5812/ans.112185]
- [43] Gramatikova M, Mitova S, Valchev N. Effect of hydrotherapy on chronic pain in the lumbar region. *Journal of IMAB-Annual Proceeding Scientific Papers*. 2020; 26(4):3485-9. [DOI:10.5272/jimab.2020264.3485]
- [44] Prentice WE, Kaminski TW, Scibek J. *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training*. California: Slack; 2015. [Link]
- [45] Wojtyś EM, Huston LJ, Schock HJ, Boylan JP, Ashton-Miller JA. Gender differences in muscular protection of the knee in torsion in size-matched athletes. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2003; 85(5):782-9. [DOI:10.2106/00004623-200305000-00002] [PMID]
- [46] Göktepe MM, Günay M. The effects of proprioceptive exercise programme given to female footballers their on balance, proprioceptive sense and functional performance. *Journal of Human Sciences*. 2019; 16(4):1051-70. [DOI:10.14687/jhs.v16i4.5824]
- [47] Kim E, Choi H, Cha JH, Park JC, Kim T. Effects of neuromuscular training on the rear-foot angle kinematics in elite women field hockey players with chronic ankle instability. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2017; 16(1):137. [PMID] [PMCID]
- [48] Bagheri S, Bayat MR, Halabchi F. The effect of 8-week exercise program on patellofemoral pain syndrome (Persian)]. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2011; 7(3):357-67. [DOI:10.22122/JRRS.V7I3.154]
- [49] Foley A, Halbert J, Hewitt T, Crotty M. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis-A randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2003; 62(12):1162-67. [DOI:10.1136/ard.2002.005272] [PMID] [PMCID]

- [50] Rezai V, Mahdavi-Nejad R, Zolaktaf V. Comparing the effects of different types of aquatic walking on endurance and electrical activities of spine extensor muscles in men with non-specific chronic back pain. *International Journal of Preventive Medicine*. 2020; 11:168. [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [51] Hu X, Lai Z, Wang L. Effects of Taichi exercise on knee and ankle proprioception among individuals with knee osteoarthritis. *Research in Sports Medicine*. 2020; 28(2):268-78. [\[DOI:10.1080/15438627.2019.1663520\]](#) [\[PMID\]](#)
- [52] Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: Effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy*. 2006; 11(3):197-201. [\[DOI:10.1016/j.math.2006.04.002\]](#) [\[PMID\]](#)