

Review Paper

The Effect of Aquatic and Land-Based Exercises on Pain Reduction, Muscle Strength and Kinetic/Kinematic Variables in People With Chronic Low Back Pain: A Review Study

*Behnaz Maleki¹, Zahra Raisi²

1. Department of Pathology and Sport Biomechanics, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Department of Sport Pathology and Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.



Citation: Maleki B, Raisi Z. [The Effect of Aquatic and Land-Based Exercises on Pain Reduction, Muscle Strength and Kinetic/Kinematic Variables in People With Chronic Low Back Pain: A Review Study (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2018; 4(3):2-13. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.2>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.2>



Article Info:

Received: 23 July 2018

Accepted: 02 Nov 2018

Available Online: 01 Dec 2018

Keywords:

Chronic low back pain, Gait parameters, Hydrotherapy, Therapeutic exercises

ABSTRACT

Objective: Chronic Low Back Pain (LBP) is one of the problems that afflicts most people in society. It can directly affect gait parameters. Changes in gait parameters increase the amount of pain in these individuals. The aim of this study was to review the effect of therapeutic interventions (aquatic and land-based exercises) on gait parameters in individuals with chronic LBP.

Methods: By searching for published papers related to kinetics, kinematics and therapeutic exercises in patients with chronic LBP in PubMed, Science Direct, Google Scholar databases, 34 articles were selected for review.

Results: Physical exercises are effective in reducing pain and improving gait parameters in this patients with chronic LBP, but there was a significant difference between physical exercises performed on land and water.

Conclusion: Exercises due to its unique characteristics, such as buoyancy, immersion and resistance, are a safe and proper environment for the patients with chronic LBP to perform therapeutic exercises and improve the gait parameters.

Extended Abstract

1. Introduction

Low Back Pain (LBP) is among the most prevalent health problems that affect both genders and all age groups [1]. It is the most significant factor affecting the health and functional ability of the elderly [2]. Among the studies on the LBP prevalence in men and women of all ages, Hoy et al. detected its high-

est prevalence among women aged 40-80 years [4]. In most cases, LBP is caused by poor posture and muscle weakness [7]. Because of the pain caused by disease, these patients suffer from back muscle distortion, decreased spinal function, and eventually physical inactivity and inability to use those muscles [8]. Numerous methods have been suggested to treat and reduce LBP. Aquatic exercise is a well-known exercise, i.e. used as an effective and safe measure for patients with LBP [21]. Water exercise reduces stress on the joints and the load on the spine [22]. This study aimed to review the effect of Aquatic Exercise (AQE) and Land-

* Corresponding Author:

Behnaz Maleki, MSc.

Address: Department of Pathology and Sport Biomechanics, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Tel: +98 (918) 0590155

E-Mail: malekinaze@gmail.com

based Exercise (LBE) on pain reduction, muscle strength, as well as kinetic and kinematic variables in people with chronic LBP.

2. Materials and Methods

For the review, we used the related papers published from 2005 to 2019 by searching in PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases. We applied the following keywords: "Chronic low back pain, kinetic, kinematic, hydrotherapy, aquatic, training, gait, intervention, and physical exercise." Initial search resulted in approximately 2000 articles related to the subject of the present study. After reviewing the title and abstracts of the gathered articles, 110 papers were selected for further review. Finally, by reviewing the full texts of the articles and taking considering factors, such as the effectiveness of therapeutic exercises on people with chronic LBP and the evaluation of walking parameters, 34 papers were selected for the analysis.

3. Results

Previous studies have revealed that LBP causes motor disorders in other body parts when performing motor tasks. For example, LBP has been reported to decrease the intensity of lower extremity muscle activity during gait [23]. It also reduces ground reaction force and loading rate while walking. This may indicate that these individuals have more significant asymmetry in the kinematics of their lower extremities during walking, compared to their healthy counterparts [25]; in turn, it causes lower extremity injuries [26].

Among the exercises suggested for patients with chronic LBP, a group of exercises are called William flexion exercises. These exercises are essential in the routine treatment of these patients [27]. Another view has suggested that appropriate treatment is selected based on the type of back pain and its cause. In this regard, McKenzie suggests exercises with emphasis on lumbar extensions, given the patient's history and symptoms [28]. Hydrotherapy research results have suggested that performing AQE for 8 weeks, two sessions per week can reduce fatigue in this group; consequently, it improves pain, muscle spasms, and inability to perform daily tasks [31].

Studies have indicated that the lack of kinetic and kinematic coordination in the lumbar region, especially with sudden perturbations, may cause musculoskeletal injury [38]. Postural compensatory strategies may lead to a better understanding of spinal movement patterns; this could help to clarify the relationship between kinetic and kinematic changes in people with chronic LBP. According to Sung et al. the group with chronic LBP demonstrated kinetic stability [38].

Applying AQEs has become increasingly popular for the treatment and improvement of various complications and diseases. Meanwhile, the types of evaluated variables and the conditions of exercise in different studies were different. Sjogren et al. explored the effects of AQEs and LBEs on chronic LBP and concluded that AQEs are more effective than LBEs [9]. Dunder et al. [8] examined the effect of AQEs in patients with LBP. They reported that performing these exercises for two weeks affects the kinematics of the trunk and lower limbs [8].

4. Conclusion

AQE can significantly change pain, disability, as well as the kinetic and kinematic patterns of gait in patients with chronic LBP. The obtained data revealed that in some cases, these changes might modify the gait pattern and obtain a more optimal pattern. In this regard, AQE was associated with reducing traumatic risk factors. Furthermore, it could significantly reduce the risk of injuries caused by back pain. However, limited studies have addressed the ineffectiveness of these exercises. Thus, despite the previous study results, further studies are required to assess more diverse conditions using a larger sample size.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Since this work was a review study with no study subject, no informed consent was obtained and there was no need for ethical approval.

Funding

This study received no financial support from any organization.

Authors' contributions

Conceptualization, investigation, resources, and draft preparation: Behnaz Maleki; Review & editing: Behnaz Maleki and Zahra Raisi.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

This Page Intentionally Left Blank

تأثیر اجرای تمرینات در دو محیط آبی و خشکی بر کاهش درد، بهبود قدرت عضلانی و متغیرهای کینماتیکی و کینماتیکی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن: یک مطالعه توصیفی مروری

* بهناز ملکی^۱، زهرا ریسی^۲

۱. گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. گروه آسیب‌شناسی و فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

حکیده

هدف: کمردرد مزمن از جمله مشکلاتی است که گریبان‌گیر اکثر افراد جامعه شده است. این بیماری به‌طور مستقیم بر پارامترهای راه‌رفتن اثر می‌گذارد. تغییر در پارامترهای راه‌رفتن میزان درد در این افراد را افزایش می‌دهد. بر این اساس هدف از مطالعه حاضر بررسی انواع مداخلات درمانی بر پارامترهای راه‌رفتن در این افراد است.

روش‌ها: با جست‌وجوی مقالاتی که در زمینه کینماتیک، کینماتیک و تمرینات درمانی بر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن در بانک‌های اطلاعاتی معتبر منتشر شده بود، بر اساس معیارهای تحقیق تعداد ۳۴ مقاله به‌عنوان مقالات نهایی برای مطالعه مروری حاضر انتخاب شدند.

یافته‌ها: مروری بر مطالعات انجام شده نشان داد که انواع تمرینات فیزیکی بر بهبود درد و پارامترهای راه‌رفتن در این بیماری اثرگذار بود. اما تفاوت قابل توجهی میان انواع تمرینات فیزیکی در خشکی و تمرینات در آب وجود داشت.

نتیجه‌گیری: تمرینات در آب به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد آن همانند شنواری، غوطه‌وری و مقاومت، محیطی مناسب و ایمن برای این بیماران جهت اجرای تمرینات درمانی و بهبود مطلوب‌تر پارامترهای راه‌رفتن است.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱ مرداد ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۱۱ آبان ۱۳۹۷

تاریخ انتشار: ۱۰ آذر ۱۳۹۷

کلیدواژه‌ها:

کمردرد مزمن، پارامترهای راه‌رفتن، تمرین درمانی، آب‌درمانی

مقدمه

عضلات پشت، کاهش عملکرد طبیعی ستون مهره‌ها و به‌طور ثانویه به سمت عدم فعالیت فیزیکی و اجتناب از به‌کارگیری عضلات آن‌ها هدایت می‌شوند [۸]. بعد از مدتی، بیماران مبتلا به کمردرد در سیکل معیوبی قرار می‌گیرند؛ به‌طوری‌که درد کمر منجر به ضعف عملکرد عضلات و مفاصل می‌شود [۹].

هنوز در مورد روش‌های مؤثر برای درمان آن و کاهش درد در بیمارانی که از این بیماری رنج می‌برند، اختلاف نظر وجود دارد [۱۰]. روش‌های متعددی برای درمان و کاهش درد کمر در مطالعات پیشین پیشنهاد شده است (جدول شماره ۱). برای مثال قونامه و همکاران استفاده از تحریک الکتریکی موضعی را درمانی مناسب برای کاهش کمردرد دانستند [۱۱]. بعدها، فریرا و همکاران استفاده از ماساژ درمانی برای کاهش درد کمر را بسیار مؤثر دانستند [۱۲]. فاستر و همکاران [۱۳] با تزریق ژل بوتاکس در ناحیه کمر، آن را یک درمان مؤثر برای کاهش کمردرد [۱]، تزریق موضعی آب‌مقطر [۱۴]، استفاده از طب سوزنی [۱۵] و همچنین جراحی [۱۶] از دیگر راهکارهای ارائه شده برای درمان این سندرم هستند. یکی دیگر از راهکارهای متداول برای رهایی از درد کمر

بیماری کمردرد یکی از شایع‌ترین مشکلات مربوط به سلامتی است که افراد از هر دو جنس و با سطوح سنی مختلف از آن رنج می‌برند [۱]. این عارضه مهم‌ترین عامل اثرگذار بر سلامت و توان عملکردی در افراد مسن است [۲]. سطح پایین آمادگی جسمانی، ناتوانی، کاهش تعادل، کاهش کیفیت زندگی، انعطاف‌پذیری، کاهش قدرت و چاقی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دیده شده است [۳]. در میان مطالعاتی که درباره شیوع این بیماری در سنین و در هر دو جنس مرد و زن صورت گرفته است، هوی و همکاران گزارش کردند که بیشترین شیوع در زنان بین ۴۰ تا ۸۰ سال رخ داده است و مقدار آن $23/2 \pm 2/9$ درصد بوده است [۴].

اگرچه این بیماری به دلیل شیوع زیاد در بین افراد، توجه درمانگران و پژوهشگران را به خود جلب کرده است [۵]، هنوز علل و عوامل مرتبط با آن نامشخص است [۶]. اما در اکثر موارد، درد کمر ناشی از پاسچر نامطلوب و ضعف عضلانی است [۷]. بیماران به دلیل درد ناشی از بیماری به سمت ازهم‌گسیختگی

* نویسنده مسئول:

بهناز ملکی

نشانی: همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۰۵۹۰۱۵۵ (۹۱۸) +۹۸

پست الکترونیکی: malekinaze@gmail.com

کمر موجب افزایش ناپایداری مفصل مچ پا در هنگام راه رفتن می‌شود [۲۴]. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد افرادی که از درد ناحیه کمر رنج می‌برند در کنترل حرکت خود و هماهنگی عضلات اندام تحتانی دچار اختلالاتی هستند. این مسئله می‌تواند نشانگر این باشد که این افراد دارای عدم تقارن^۴ بیشتری در کینماتیک اندام‌های تحتانی خود در هنگام راه رفتن نسبت به افراد سالم هستند [۲۵]، که همین موضوع موجب ایجاد آسیب در اندام تحتانی می‌شود [۲۶]. بنابراین، پژوهشی در مورد ارائه کمک‌های درمانی و کلینیکی به این بیماران برای داشتن الگویی بهینه‌تر جهت راه رفتن و متعاقباً اقتصاد مصرف انرژی و جلوگیری از بروز سایر آسیب‌های مرتبط با بیماری کمردرد، می‌تواند در اولویت مطالعات آینده قرار گیرد.

بحث

ویژگی تمرینات در محیط آبی و انواع دیگر تمرینات در محیط خشکی، برای رهایی از درد در ناحیه کمر: در میان ورزش‌های ارائه شده برای بیماران مبتلا کمردرد مزمن، دسته‌ای از ورزش‌ها به نام ورزش فلکسوری ویلیام نام گرفته‌اند. این دسته از ورزش‌ها در درمان معمول بیماران دارای جایگاه خاصی هستند [۲۷]. دیدگاهی دیگر نیز ارائه شد، که بر اساس نوع کمردرد و علت آن، درمانی مناسب پیشنهاد می‌شود. در راستای این دیدگاه مکنزی با توجه به تاریخچه و علائم بیمار، تمریناتی را با تأکید بر اکستانسورهای کمری پیشنهاد می‌دهد [۲۸].

سامی و همکاران طی پژوهشی نشان دادند که روش تن‌آرامی عضلانی پیش‌رونده در کنترل و بهبود کمردرد مزمن ورزشکاران مؤثر است [۲۹]. در دهه‌ی گذشته علاقه زیادی در ارتباط با آب‌درمانی شکل گرفته است و این روش سریعاً بین درمانگران ورزشی به‌عنوان یک تکنیک درمانی مقبولیت یافته است. مهارت‌های حرکتی و مزایای تمرینات آمادگی جسمانی و تمرینات تقویتی را می‌توان به‌وسیله آب‌درمانی افزایش داد [۲۷]. یلفانی و همکاران با ارزیابی اثر شش هفته تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل، درد و عملکرد بیماران زن مبتلا به کمر درد مزمن گزارش کردند که افزایش ثبات مرکزی توسط تمرینات آب درمانی باعث کاهش میزان درد و ناتوانی عملکردی و همچنین بهبود تعادل ایستا و پویای بیماران مبتلا به کمردرد می‌شود [۳۰]. نتایج تحقیقات در زمینه‌ی آب‌درمانی نشان داد که انجام این روش تمرینی در طول ۸ هفته و تعداد ۲ جلسه در هفته می‌تواند میزان خستگی افراد مبتلا به کمردرد مزمن را که در نتیجه درد، اسپاسم عضلانی و ناتوانی در انجام کارهای روزانه بود را کاهش دهد [۳۱]. همچنین پژوهش‌ها ثابت کرده‌اند که حرکت‌درمانی، بهبود ناتوانی را در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن به دنبال دارد [۳۲].

با به کارگیری ترکیبی از بایونسی آب، مقاومت و گرما، ورزشکار

به کارگیری استفاده از وسایل جانبی همانند بریس است. از این ابزار برای افزایش پایداری و حمایت ناحیه کمر [۱۷]، تصحیح دفورمیتی [۱۸]، ثبات مهره‌ها [۱۹] و کاهش بارهای مکانیکی وارده استفاده می‌شود [۲۰]. در ادامه تمرینات در آب از تمرینات شناخته‌شده‌ای است که به‌عنوان یک درمان مؤثر و ایمن برای بیماران مبتلا به کمردرد مزمن گزارش شده است [۲۱]. تمرینات در آب استرس موجود در مفاصل و بار وارد بر ستون مهره‌ها را کاهش می‌دهد [۲۲]. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات تمرین در آب و خشکی بر کاهش درد، بهبود در قدرت و توان عضلات و نیز بهبود در پارامترهای کینتیکی و کینماتیکی بود.

روش‌شناسی

مقالات مرتبط با موضوع مطالعه حاضر با استفاده از موتورهای جست‌وجوگر ساینس دایرکت، پایمد و گوگل اسکالر در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹ و با در نظر گرفتن معیار مقالات انتخاب شده با استفاده از کلیدواژه‌های Chronic low back pain، kinetic، kinematic، hydrotherapy، aquatic، training، gait، intervention و physical exercise مورد جست‌وجو قرار گرفت. جست‌وجوی اولیه منجر به دستیابی به حدود ۲۰۰۰ مقاله مرتبط با موضوع مطالعه حاضر شد. پس از بررسی عنوان و خلاصه مقالات حدود ۱۱۰ مقاله برای بررسی‌های بعدی انتخاب شدند. سرانجام به دنبال بررسی متن کامل مقالات و با در نظر گرفتن شاخص‌هایی همانند تأثیر تمرینات درمانی متناسب برای افراد مبتلا به کمردرد مزمن و ارزیابی پارامترهای راه رفتن در این افراد، تعداد ۳۴ مقاله به‌عنوان نتایج نهایی برای مطالعه حاضر انتخاب شدند.

نتایج

در نتیجه جست‌وجو بر اساس کلیدواژه‌های تحقیق، یافته‌ها به شرح زیر تقسیم شدند:

در مطالعات پیشین مشخص شد که وجود کمردرد موجب پیدایش اختلال حرکتی در سایر اندام‌های بدن هنگام انجام وظایف حرکتی می‌شود. به‌عنوان مثال، مشخص شده است که وجود درد کمر موجب کاهش شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی در هنگام راه رفتن می‌شود [۲۳]. همچنین، این بیماری موجب کاهش نیروی عکس‌العمل زمین وارده بر پا^۱ و کاهش نرخ بارگذاری^۲ در هنگام راه رفتن می‌شود. صلواتی و همکاران در پژوهشی عنوان کردند که عارضه کمردرد مزمن موجب افزایش بار وارد بر رباط متقاطع قدامی زانو^۳ و بالا رفتن ریسک آسیب آن می‌شود. همچنین ایشان گزارش کردند که افزایش درد

1. GRF
2. Loading rate
3. ACL

4. Asymmetry

جدول ۱. مطالعات صورت گرفته در مورد تأثیر تمرینات حرکتی برای بهبود بیماری کمر درد

مطالعه	آزمودنی‌ها	نوع تداخل	نتیجه پژوهش
França (2010) [41]	۱۱ زن و ۴ مرد	تمرینات ثبات‌دهی مرکزی به تعداد دو بار در هفته طی ۶ هفته	کاهش درد و افزایش عملکرد
Filiz (2019) [62]	۶۰ زن و مرد	تمرینات قدرتی ایزومتریک و ایزوتونیک در خانه به مدت ۲ هفته به تعداد ۱۰ جلسه	کاهش درد، بهبود عملکرد و راستای ستون مهره‌ها
Bronfort (2011) [44]	۹۷ زن و مرد	انجام تمرینات استقامتی و قدرتی طی ۱۲ هفته به تعداد ۲ بار در هفته	بهبود عملکرد و قدرت ایزومتریک، افزایش دامنه حرکتی و کاهش درد
Macedo (2012) [42]	۸۶ زن و مرد	انجام تمرینات هماهنگی کمری لگنی و تقویت عضلات مرکزی در خانه طی ۱۲ جلسه تمرین به مدت ۸ هفته	کاهش درد، افزایش عملکرد و شناخت
Javadian (2015) [61]	۳۰ مرد	تمرینات عمومی بدن + تمرینات ثبات‌دهی ناحیه مرکزی به تعداد ۳ جلسه در هفته به مدت ۸ هفته	کاهش درد و بهبود کینماتیک ناحیه کمری

مجله بیومکانیک ورزشی

نقش مهمی را در عملکرد ستون فقرات حین ایستادن و اجرای حرکات، همانند بخشی از زنجیره کینتیکی اجرا کنند. مطالعات قبلی کاهشی را در نیروی حاصل از عکس‌العمل در این افراد نشان داده‌اند [۳۴].

از ثبات کینماتیک بر اساس نیروی حاصل از عکس‌العمل و فعالیت‌های عضلانی، بارها جهت ارزیابی تعادل، استفاده شده است [۳۵]. در افراد مبتلا به کمردرد، عملکرد ثبات پاسچرال مقادیر کینماتیکی را حین ایستادن تغییر می‌دهد [۳۶]. گرچه ثبات پاسچرال ممکن است ناشی از کاستی‌های حس عمقی در ناحیه ستون فقرات باشد [۳۷]. مطالعات نشان دادند فقدان هماهنگی کینتیک و کینماتیک در ناحیه کمری خصوصاً با اغتشاشات ناگهانی ممکن است باعث ایجاد آسیب‌های عضلانی اسکلتی شود [۳۸].

فقدان هماهنگی کینتیک و کینماتیک در ناحیه کمری خصوصاً با اغتشاشات ناگهانی ممکن است باعث ایجاد آسیب‌های عضلانی اسکلتی شود. استراتژی‌های جبرانی پاسچرال ممکن است منجر به درک بهتر از الگوهای حرکتی مهره‌ها شود تا ارتباط بین تغییرات کینتیک و کینماتیک را در افراد مبتلا به کمردرد مزمن روشن کند. در مطالعه سونگ و همکاران، گروه مبتلا به کمردرد مزمن کاهشی را در ثبات کینتیک نشان دادند [۳۸]. شاخص کینماتیکی در ناحیه کمر نسبت به نواحی دیگر بیشتر بود و افراد مبتلا به کمردرد مزمن به دلیل کاهش حس عمقی در ناحیه کمر، بیشتر به حس دیداری خود وابسته هستند که همین دلیل موجب کاهش شاخص کینتیک در این افراد می‌شود. نظریه سازگاری افقی^۵ جاندا بیان می‌کند که اختلال در یک ناحیه موجب ایجاد سازگاری در دیگر نواحی می‌شود این

می‌تواند به‌طور معمول در محیط آب در مقایسه با محیط خشکی از مزایای بیشتری سود برد. گرما و خاصیت بایونسی آب با اثری که بر گیرنده‌های حرارتی و مکانیکی دارند موجب مسدود شدن گیرنده‌های درد شده و علاوه بر این آب گرم جریان خون را افزایش داده و موجب تسریع دفع اسیدلاکتیک و آرامش عضلات می‌شود. همچنین، اثر هیدروستاتیک آب ممکن است با کاهش دادن ورم ثانویه ناشی از درد و یا با کاهش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک موجب کاهش درد شود [۲۹].

گرچه بهبود ناتوانی، مهم‌ترین عامل پیشگیری و موفقیت در درمان کمردرد مزمن است اما برخی از مطالعات نشان داده‌اند که شدت درد و درجه ناتوانی خیلی به هم بستگی نداشته، و هر دو ریسک فاکتورهای مختص به خود را دارند [۳۰]. پژوهش‌ها ثابت کرده‌اند که حرکت‌درمانی، بهبود ناتوانی را در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن به دنبال دارد [۳۲]. در مراحل اولیه روند توان‌بخشی استفاده از آب‌درمانی جهت بازگرداندن دامنه حرکتی و انعطاف‌پذیری مفید است. **جدول شماره ۲** به صورت خلاصه مطالعاتی که در مورد اثرات ورزش‌درمانی برای درمان درد کمر انجام شده‌اند را مرور می‌کند.

ویژگی‌های کینتیک و کینماتیک در افراد مبتلا به کمردرد مزمن: در ارتباط با بیماری کمردرد، اگرچه در مورد اثر مدت زمان انجام این تمرینات بر شاخص درد این افراد تحقیقاتی صورت گرفته است، رشد روزافزون این تمرینات لزوم معرفی، تدوین و به‌کارگیری پروتکلی مدون و جامع را تداعی می‌کند. ارزیابی فیزیکی در این بیماران نباید تنها به ناحیه ستون فقرات محدود شود و باید همراه با ارزیابی این قسمت به ارزیابی سایر قسمت‌ها خصوصاً اندام تحتانی توجه کرد [۳۳]. اندام تحتانی با نیروهای وارد شده از بیرون ارتباط مشترکی دارند و ممکن است

5. Janda horizontal theory

جدول ۲. مطالعات صورت گرفته در رابطه با تأثیر انواع تمرینات در آب بر متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی

نوع ارزیابی	شدت تمرین			نوع تمرین	میانگین سن	تعداد آزمودنی	پژوهش
	کینماتیک	کینماتیک	کینماتیک				
*	*	*	*	رامرفتن	۷۰	۱۰	Barela (2008) [47]
*	*	*	*	رامرفتن	۲۴/۶	۲۲	Carneiro (2012) [53]
*	*	*	*	رامرفتن	۲۲/۸	۳۱	Chevutschi (2009) [52]
*	*	*	*	رامرفتن	۶۲/۵	۸	Degani (2006) [51]
*	*	*	*	رامرفتن	۲۴/۹	۹	Kaneda (2007) [58]
*	*	*	*	رامرفتن	۲۲/۳	۱۶	Miyoshi (2005) [60]
*	*	*	*	رامرفتن	۲۴	۱۰	Orselli (2011) [50]
*	*	۰/۷ m/s	*	رامرفتن	۶۱/۴	۸	Shono (2007) [57]
*	*	۲/۹ m/s	*	دویدن	۲۵/۸	۱۲	Silvers (2014) [56]
*	*	۶۰ bpm	*	دویدن	۲۲/۳	۱۲	Alberston (2011) [59]
*	*	۹۰ st/min	*	دویدن	۲۳/۴	۲۲	de Brito Fontana (2012) [49]
*	*	*	*	ایروبیکی	۲۲	۱۵	Alberston (2013) [46]
*	*	۲۰ bpm	*	اسکات	۴۶	۱۰	Cuesta-Vargas (2013) [3]
*	*	*	*	تعادلی	۲۲	۱۰	Cuesta-Vargas (2013) [3]
*	*	*	*	پلیمتریک	۱۶	۱۲	Triplett (2009) [55]
*	*	*	*	پلیمتریک	۱۶	۱۲	Colado (2010) [54]
*	*	*	*	پلیمتریک	۲۳	۱۸	Donoghue (2011) [48]

مجله بیومکانیک ورزشی

کمردرد مزمن: بیشتر مطالعات انجام شده در خصوص افراد مبتلا به کمردرد مزمن، کاهش معناداری را در درد و ناتوانی پس از اجرای تمرینات فیزیکی گزارش کردند [۴۱-۴۳]. فرانچا و همکاران با اجرای تمرینات ثبات‌دهی مرکزی بر افراد مبتلا به کمردرد مزمن، کاهش معناداری را در میزان درد در این بیماران نشان دادند [۴۱]. ماسدو و همکاران همچنین به تأثیر تمرینات هماهنگی و تقویت عضلات تنه، بر بهبود عملکرد بر روی ۸۶ بیمار زن و مرد مبتلا به کمردرد مزمن اشاره داشتند [۴۲]. انجام تحقیقی شامل اجرای تمرینات استقامتی و قدرتی توسط برونفورت و همکاران منجر به افزایش معناداری در میزان قدرت و توان عضلانی در این افراد شد [۴۴].

امروزه استفاده از تمرینات آب‌درمانی محبوبیت زیادی در درمان و بهبود انواع عارضه‌ها و بیماری‌ها پیدا کرده است. در این میان نوع متغیرهای ارزیابی شده و چگونگی شرایط تمرینات در مطالعات مختلف متفاوت بوده است. جدول شماره ۲ شامل اطلاعات در مورد انواع متغیرهای کینماتیک و کینماتیک در پژوهش‌هایی است که در آن روش آب‌درمانی استفاده شده است (جدول شماره ۲). سجاگرن و همکاران با بررسی تأثیر

سازگاری ممکن است به صورت ابتدا به انتها یا انتها به ابتدا باشد [۳۹]. بنابراین تغییر کینماتیک و کینماتیک در یک ناحیه منجر به ایجاد تغییرات در نواحی دیگر می‌شوند. ثبات هر ناحیه از ستون مهره‌ها حین ایستادن می‌تواند یک عکس‌العمل زنجیره‌ای از ثبات پاسچرال باشد. ثبات در ناحیه کمری به علاوه ناحیه مرکزی حین ایستادن تک پا ممکن است در جهت درک هماهنگی پاسچرال افراد مبتلا به کمردرد مزمن مسئله‌ای مهم باشد [۴۰].

مقایسه کنترل پاسچرال بر اساس اندازه‌گیری‌های ثبات کینماتیک و کینماتیک ممکن است با درک بهتر از تنظیم پاسچرال در انواع وظایف حرکتی همراه باشد. شاخص‌های کینماتیک و کینماتیک به عنوان سنجشی برای اندازه‌گیری ثبات پاسچرال در افراد مبتلا به کمردرد مزمن استفاده می‌شوند. افراد مبتلا به کمردرد بازگشت‌پذیر به دلیل استراتژی‌های ممکن جهت دوری از درد دوباره، ثبات بالایی را در ناحیه کمری در مقایسه با دیگر نواحی ستون مهره‌ها نشان دادند تا تغییرات کینماتیک را به حداقل برسانند.

مقایسه اثر تمرینات در آب و خشکی بر بیماران مبتلا به

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد و برگرفته از هیچ پایان نامه و یا طرحی نیست.

مشارکت نویسندگان

روش‌شناسی، تحقیق و بررسی، منابع و نگارش پیش‌نویس: بهناز ملکی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی: بهناز ملکی و زهرا ریسی.

تعارض منافع

طبق اظهار نظر نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تمرینات در دو محیط آب و خشکی بر میزان درد افراد مبتلا به کمردرد مزمن نتیجه‌گیری کردند که انجام تمرینات در آب بسیار مؤثرتر از انجام تمرینات در خشکی هستند [۹].

دوندار و همکاران با بررسی اثر تمرینات اصلاحی در آب بر بیماران مبتلا به کمردرد گزارش کردند که انجام این تمرینات برای مدت دو هفته کینماتیک تنه و اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۸]. پیرس و همکاران تقویت عضلات راست‌کننده ستون فقرات را به‌وسیله تمرینات در آب، یکی از بهترین روش‌ها برای کاهش درد کمر در زنان باردار دانستند [۴۵]. آلبرتون و همکاران با انجام تحقیقی بر روی زنان سالم که به مدت سه ماه در تمرینات ایروبی در آب شرکت داشتند، نشان دادند که مقدار نیروی عمودی حاصل از عکس‌العمل در ریتم‌های مختلف در آب نسبت به خشکی به طور معناداری کمتر بود [۴۶]. منحنی مربوط به نیروی عمودی و قدامی خلفی ناشی از عکس‌العمل زمین در آزمودنی‌هایی که در آب تمرین دیده بودند نسبت به آزمودنی‌های واقع در خشکی، با حداقل مقدار فاصله بین پیک‌ها، مسطح‌تر بود که این موضوع به کاهش بارهای وارده به اندام تحتانی حین اجرای تمرینات در آب اشاره دارد [۴۷]. وارگاس و همکاران گزارش کردند که تمرینات در آب نسبت به دیگر تمرینات فیزیکی در خشکی، تأثیر بیشتری بر ویژگی‌های بیومکانیکی افراد مبتلا به کمردرد مزمن داشته است [۳].

نتیجه‌گیری نهایی

در جمع‌بندی نتایج مطالعاتی که تاکنون انجام شده است، می‌بایست اشاره داشت که به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات آبدرمانی می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در میزان درد، ناتوانی، الگوی کینماتیک و کینماتیک راه‌رفتن در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن ایجاد کند. مطالعه حاضر نشان داد که در بعضی از موارد این تغییرات در جهت اصلاح الگوی راه‌رفتن و اکتساب الگوی بهینه‌تر است. در این راستا مشخص شد که تمرینات آب‌درمانی همراه با کاهش ریسک فاکتورهای آسیب‌زا است و همچنین می‌تواند به صورت معناداری خطر بروز آسیب‌های مرتبط با کمردرد را کاهش دهد. با این وجود در مطالعات بسیار محدودی بر عدم اثربخشی این تمرینات اشاره شده است. بنابراین با وجود نتایج حاصل از مطالعات گذشته به نظر می‌رسد مطالعات آتی با ایجاد شرایط متنوع‌تر و بهره‌بری از جامعه آماری بزرگ‌تر مورد نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

با توجه به اینکه این مقاله مروری است و ساجکت ندارد، نیاز به رضایت نامه کتبی و سایر اصول اخلاقی و حتی کد اخلاق هم نداشت.

References

- [1] Toth PE, Urtis J. Commonly used muscle relaxant therapies for acute low back pain: A review of carisoprodol, cyclobenzaprine hydrochloride, and metaxalone. *Clinical Therapeutics*. 2004; 26(9):1355-67. [DOI:10.1016/j.clinthera.2004.09.008] [PMID]
- [2] Leveille SG, Guralnik JM, Hochberg M, Hirsch R, Ferrucci L, Langlois J, et al. Low back pain and disability in older women: Independent association with difficulty but not inability to perform daily activities. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 1999; 54(10):M487-93. [DOI:10.1093/gerona/54.10.M487] [PMID]
- [3] Cuesta-Vargas AI, García-Romero JC, Arroyo-Morales M, Diego-Acosta AM, Daly DJ. Exercise, manual therapy, and education with or without high-intensity deep-water running for nonspecific chronic low back pain: A pragmatic randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2011; 90(7):526-38. [DOI:10.1097/PHM.0b013e31821a71d0] [PMID]
- [4] Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatism*. 2012; 64(6):2028-37. [DOI:10.1002/art.34347] [PMID]
- [5] Trainor TJ, Wiesel SW. Epidemiology of back pain in the athlete. *Clinics in Sports Medicine*. 2002; 21(1):93-103. [DOI:10.1016/S0278-5919(03)00059-0]
- [6] Castro-Méndez A, Munuera PV, Albornoz-Cabello M. The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: A randomized, double-blinded, clinical trial. *Prosthetics and Orthotics International*. 2013; 37(5):384-90. [DOI:10.1177/0309364612471370] [PMID]
- [7] Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. *International Journal of Sports Medicine*. 2008; 29(7):539-44. [DOI:10.1055/s-2007-989267] [PMID]
- [8] Dundar U, Solak O, Yigit I, Evcik D, Kavuncu V. Clinical effectiveness of aquatic exercise to treat chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Spine*. 2009; 34(14):1436-40. [DOI:10.1097/BRS.0b013e3181a79618] [PMID]
- [9] Sjogren T, Long N, Story I, Smith J. Group hydrotherapy versus group land-based treatment for chronic low back pain. *Physiotherapy Research International*. 1997; 2(4):212-22. [DOI:10.1002/pri.107] [PMID]
- [10] Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JT, Shekelle P, et al. Diagnosis and treatment of low back pain: A joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*. 2007; 147(7):478-91. [DOI:10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006] [PMID]
- [11] Ghoname EA, Craig WF, White PF, Ahmed HE, Hamza MA, Henderson BN, et al. Percutaneous electrical nerve stimulation for low back pain: A randomized crossover study. *Journal of the American Medical Association*. 1999; 281(9):818-23. [DOI:10.1001/jama.281.9.818] [PMID]
- [12] Ferreira ML, Ferreira PH, Latimer J, Herbert R, Maher CG. Does spinal manipulative therapy help people with chronic low back pain. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2002; 48(4):277-84. [DOI:10.1016/S0004-9514(14)60167-7]
- [13] Foster L, Clapp L, Erickson M, Jabbari B. Botulinum toxin A and chronic low back pain a randomized, double-blind study. *Neurology*. 2001; 56(10):1290-3. [DOI:10.1212/WNL.56.10.1290] [PMID]
- [14] Mårtensson L, Wallin G. Sterile water injections as treatment for low-back pain during labor: A review. *Obstetric Anesthesia Digest*. 2009; 29(2):94. [DOI:10.1097/01.aoa.0000350634.49925.87]
- [15] Witt CM, Manheimer E, Hammerschlag R, Lüdtke R, Lao L, Tunis SR, et al. How well do randomized trials inform decision making: Systematic review using comparative effectiveness research measures on acupuncture for back pain. *PLoS One*. 2012; 7(2):e32399. [DOI:10.1371/journal.pone.0032399] [PMID] [PMCID]
- [16] Koes BW, van Tulder M, Lin CW, Macedo LG, McAuley J, Maher C. An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal*. 2010; 19(12):2075-94. [DOI:10.1007/s00586-010-1502-y] [PMID] [PMCID]
- [17] Alaranta H, Rytökoski U, Rissanen A, Talo S, Rönnemaa T, Puukka P, et al. Intensive physical and psychosocial training program for patients with chronic low back pain: A controlled clinical trial. *Spine*. 1994; 19(12):1339-49. [DOI:10.1097/00007632-199406000-00007] [PMID]
- [18] Alcoff J, Jones E, Rust P, Newman R. Controlled trial of imipramine for chronic low back pain. *The Journal of Family Practice*. 1982; 14(5):841-6. [PMID]
- [19] Alexandre NM, de Moraes MA, Corrêa Filho HR, Jorge SA. Evaluation of a program to reduce back pain in nursing personnel. *Revista De Saúde Pública*. 2001; 35(4):356-61. [DOI:10.1590/S0034-89102001000400004] [PMID]
- [20] Amlie E, Weber H, Holme I. Treatment of acute low-back pain with piroxicam: Results of a double-blind placebo-controlled trial. *Spine*. 1987; 12(5):473-6. [DOI:10.1097/00007632-198706000-00010] [PMID]
- [21] Baena-Beato PA, Arroyo-Morales M, Delgado-Fernández M, Gatto-Cardia MC, Artero EG. Effects of different frequencies (2-3 days/week) of aquatic therapy program in adults with chronic low back pain: A non-randomized comparison trial. *Pain Medicine*. 2013; 14(1):145-58. [DOI:10.1111/pme.12002] [PMID]
- [22] Camilotti BM, Rodacki AL, Israel VL, Fowler NE. Stature recovery after sitting on land and in water. *Manual Therapy*. 2009; 14(6):685-9. [DOI:10.1016/j.math.2009.03.007] [PMID]
- [23] Hubley-Kozey CL, Vezina MJ. Differentiating temporal electromyographic waveforms between those with chronic low back pain and healthy controls. *Clinical Biomechanics*. 2002; 17(9-10):621-9. [DOI:10.1016/S0268-0033(02)00103-1]
- [24] Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, et al. Test-retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait & Posture*. 2009; 29(3):460-4. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.11.016] [PMID]
- [25] Resende RA, Kirkwood RN, Deluzio KJ, Hassan EA, Fonseca ST. Ipsilateral and contralateral foot pronation affect lower limb and trunk biomechanics of individuals with knee osteoarthritis during gait. *Clinical Biomechanics*. 2016; 34:30-7. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2016.03.005] [PMID]
- [26] Sadeghi H, Allard P, Prince F, Labelle H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: A review. *Gait & Posture*. 2000; 12(1):34-45. [DOI:10.1016/S0966-6362(00)00070-9]
- [27] Prentice IC, Kelley DI, Foster PN, Friedlingstein P, Harrison SP, Bartlein PJ. Modeling fire and the terrestrial carbon balance. *Global Biogeochemical Cycles*. 2011; 25(3):1-13. [DOI:10.1029/2010GB003906]
- [28] Peterson C. Exercise in 94 degree F water for a patient with multiple sclerosis. *Physical Therapy*. 2001; 81(4):1049-58. [PMID]

- [29] Sami S, Hakimi M, Ali-Mohammadi M, Karimiyani N. [Comparing the effects of hydrotherapy, relaxation and McKenzie exercise on improvement of chronic low back pain in athletes (Persian)]. *Anesthesiology and Pain*. 2014; 4(2):11-21.
- [30] Yalfani A, Ahmadnezhad L, Gholami B, Mayahi F. The effect of six-weeks aquatic exercise therapy on static balance, function of trunk and pelvic girdle muscles, pain, and disability in woman with chronic low back pain. *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*. 2017; 5(4):288-95. [DOI:10.30699/acadpub.ijhehp.5.4.288]
- [31] Pantoja PD, Alberton CL, Pilla C, Vendrusculo AP, Kruegel LF. Effect of resistive exercise on muscle damage in water and on land. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009; 23(3):1051-4. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181a00c45] [PMID]
- [32] Pincus T, Burton AK, Vogel S, Field AP. A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine*. 2002; 27(5):E109-20. [DOI:10.1097/00007632-200203010-00017] [PMID]
- [33] McGregor AH, Hukins DW. Lower limb involvement in spinal function and low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2009; 22(4):219-22. [DOI:10.3233/BMR-2009-0239] [PMID]
- [34] Sánchez-Zuriaga D, López-Pascual J, Garrido-Jaén D, de Moya MF, Prat-Pastor J. Reliability and validity of a new objective tool for low back pain functional assessment. *Spine*. 2011; 36(16):1279-88. [DOI:10.1097/BRS.0b013e3181f471d8] [PMID]
- [35] Burnett DR, Campbell-Kyureghyan NH, Cerrito PB, Quesada PM. Symmetry of ground reaction forces and muscle activity in asymptomatic subjects during walking, sit-to-stand, and stand-to-sit tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2011; 21(4):610-5. [DOI:10.1016/j.jelekin.2011.03.006] [PMID]
- [36] Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*. 2000; 15(5):365-9. [DOI:10.1016/S0268-0033(99)00096-0]
- [37] Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. *European Spine Journal*. 2011; 20(8):1297-303. [DOI:10.1007/s00586-010-1686-1] [PMID] [PMCID]
- [38] Sung PS, Ham YW. Comparing postural strategy changes following adapted versus non-adapted responses in subjects with and without spinal stenosis. *Manual Therapy*. 2010; 15(3):261-6. [DOI:10.1016/j.math.2010.01.004] [PMID]
- [39] Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach. Windsor, Ontario: Human Kinetics; 2009.
- [40] Sung PS, Leininger PM. A kinematic and kinetic analysis of spinal region in subjects with and without recurrent low back pain during one leg standing. *Clinical Biomechanics*. 2015; 30(7):696-702. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2015.05.003] [PMID]
- [41] França FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: A comparative study. *Clinics*. 2010; 65(10):1013-7. [DOI:10.1590/S1807-59322010001000015] [PMID] [PMCID]
- [42] Macedo LG, Latimer J, Maher CG, Hodges PW, McAuley JH, Nicholas MK, et al. Effect of motor control exercises versus graded activity in patients with chronic nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2012; 92(3):363-77. [DOI:10.2522/ptj.20110290] [PMID]
- [43] Unsgaard-Tøndel M, Fladmark AM, Salvesen Ø, Vasseljen O. Motor control exercises, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Physical Therapy*. 2010; 90(10):1426-40. [DOI:10.2522/ptj.20090421] [PMID]
- [44] Bronfort G, Maiers MJ, Evans RL, Schulz CA, Bracha Y, Svendsen KH, et al. Supervised exercise, spinal manipulation, and home exercise for chronic low back pain: A randomized clinical trial. *The Spine Journal*. 2011; 11(7):585-98. [DOI:10.1016/j.spinee.2011.01.036] [PMID]
- [45] Pires D, Cruz EB, Caeiro C. Aquatic exercise and pain neurophysiology education versus aquatic exercise alone for patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2015; 29(6):538-47. [DOI:10.1177/0269215514549033] [PMID]
- [46] Alberton CL, Finatto P, Pinto SS, Antunes AH, Cadore EL, Tartaruga MP, et al. Vertical ground reaction force responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. *Journal of Sports Sciences*. 2015; 33(8):795-805. [DOI:10.1080/02640414.2014.964748] [PMID]
- [47] Barela AM, Stolf SF, Duarte M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2006; 16(3):250-6. [DOI:10.1016/j.jelekin.2005.06.013] [PMID]
- [48] Donoghue OA, Shimojo H, Takagi H. Impact forces of plyometric exercises performed on land and in water. *Sports Health*. 2011; 3(3):303-9. [DOI:10.1177/1941738111403872] [PMID] [PMCID]
- [49] de Brito Fontana H, Hauptenthal A, Ruschel C, Hubert M, Ridehalgh C, Roesler H. Effect of gender, cadence, and water immersion on ground reaction forces during stationary running. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2012; 42(5):437-43. [DOI:10.2519/jospt.2012.3572] [PMID]
- [50] Orselli MI, Duarte M. Joint forces and torques when walking in shallow water. *Journal of Biomechanics*. 2011; 44(6):1170-5. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2011.01.017] [PMID]
- [51] Degani A, Danna-dos-Santos A. Spatio-temporal parameters and interlimb coordination for older adults when walking in shallow water. *Journal of Aquatic Physical Therapy*. 2006; 14(1):2-7.
- [52] Chevuttschi A, Alberty M, Lensele G, Pardessus V, Thevenon A. Comparison of maximal and spontaneous speeds during walking on dry land and water. *Gait & Posture*. 2009; 29(3):403-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.10.059] [PMID]
- [53] Carneiro LC, Michaelsen SM, Roesler H, Hauptenthal A, Hubert M, Mallmann E. Vertical reaction forces and kinematics of backward walking underwater. *Gait & Posture*. 2012; 35(2):225-30. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2011.09.011] [PMID]
- [54] Colado JC, Garcia-Masso X, González LM, Triplett NT, Mayo C, Merce J. Two-leg squat jumps in water: An effective alternative to dry land jumps. *International Journal of Sports Medicine*. 2010; 31(2):118-22. [DOI:10.1055/s-0029-1242814] [PMID]
- [55] Triplett NT, Colado JC, Benavent J, Alakhdar Y, Madera JO, Gonzalez LM, et al. Concentric and impact forces of single-leg jumps in an aquatic environment versus on land. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41(9):1790-6. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181a252b7] [PMID]
- [56] Silvers WM, Bressel E, Dickin DC, Killgore G, Dolny DG. Lower-extremity muscle activity during aquatic and land treadmill running at the same speeds. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2014; 23(2):107-22. [DOI:10.1123/JSR.2013-0003] [PMID]

- [57] Shono T, Masumoto K, Fujishima K, Hotta N, Ogaki T, Adachi T. Gait patterns and muscle activity in the lower extremities of elderly women during underwater treadmill walking against water flow. *Journal of Physiological Anthropology*. 2007; 26(6):579-86. [DOI:10.2114/jpa2.26.579] [PMID]
- [58] Kaneda K, Wakabayashi H, Sato D, Nomura T. Lower extremity muscle activity during different types and speeds of underwater movement. *Journal of Physiological Anthropology*. 2007; 26(2):197-200. [DOI:10.2114/jpa2.26.197] [PMID]
- [59] Alberton CL, Cadore EL, Pinto SS, Tartaruga MP, Da Silva EM, Kruel LF. Cardiorespiratory, neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. *European Journal of Applied Physiology*. 2011; 111(6):1157-66 [DOI:10.1007/s00421-010-1747-5] [PMID]
- [60] Miyoshi T, Shirota T, Yamamoto SI, Nakazawa K, Akai M. Functional roles of lower-limb joint moments while walking in water. *Clinical Biomechanics*. 2005; 20(2):194-201. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2004.10.006] [PMID]
- [61] Javadian Y, Akbari M, Talebi G, Taghipour-Darzi M, Janmohammadi N. Influence of core stability exercise on lumbar vertebral instability in patients presented with chronic low back pain: A randomized clinical trial. *Caspian Journal of Internal Medicine*. 2015; 6(2):98-102. [PMID] [PMCID]
- [62] Filiz MB, Firat SC. Effects of physical therapy on pain, functional status, sagittal spinal alignment, and spinal mobility in chronic non-specific low back pain. *The Eurasian Journal of Medicine*. 2019; 51(1):22-6. [DOI:10.5152/eurasianjmed.2018.18126] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank
