Research in Sport Medicine and Technology
Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

Effects Of Training On Sand Surface On Biomechanics Of Individuals During Translational Motions: A Systematic Review With Meta-Analysis

Amir Fatollahi[1] | AmirAli Jafarnezhadgero[2*] | Hamid Reza Maghami[3]

1. PhD in Sport Biomechanics, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Associate Professor of Sport Biomechanics, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Associate Professor of Educational Technology, Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

corresponding author: AmirAli Jafarnezhadgero, amiralijafarnezhad@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 17-6-2023
Revised: 8-1-2024
Accepted: 8-1-2024

Keywords:
Biomechanics, Human body, Training on sand, Meta-Analysis.

How to Cite:
Amir Fatollahi, AmirAli Jafarnezhadgero, Hamid Reza Maghami. **Effects Of Training On Sand Surface On Biomechanics Of Individuals During Translational Motions: A Systematic Review With Meta-Analysis**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2024: 14(27): 175-194.

Biomechanics is the knowledge that shows what forces enter the motion system of the human body and how it causes human movement. Therefore, the aim of this Meta-Analysis study was to review the studies conducted in the field of the effects of training on sand surface on biomechanics and physical fitness factors of human body during translational motions. The current study was a library and systematic review, the search for articles in Persian and Latin was from the beginning of the year 2000 to the end of 2023, which was done in the specialized databases of PubMed, WOS, Scopus, ISC and Google Scholar search engine. 568 related articles were selected based on inclusion and exclusion criteria. Standardized mean differences (SMDs) were calculated using random-effects models. The findings of eight articles indicated the improvement of mucle activity during training on sand. Examining the findings of one article indicated positive effects of kinematic variabls during training on sand. A number of two articles also reported that the reduction of the ground reaction forces and impact shock. In addition, five articles reported the improvement of sports performance in athletes, the increase of physical fitness factors. In general, training on sand surface can have significant positive effects on people's daily and sport life. Further study is warranted.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری
شاپا چاپی: ۲۲۵۲-۰۷۰۸ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۳۹۲۵
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

اثرات تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک افراد طی حرکات انتقالی: مروری سیستماتیک متاآنالیز

امیر فتح‌الهی[۱] | امیرعلی جعفرنژاد گرو*[۲] | حمیدرضا مقامی[۳]

۱ -دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران .
۲ -دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- دانشیار تکنولوژی آموزشی، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: امیرعلی جعفرنژاد گرو amiralijafarnezhad@gmail.com

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۷
ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸

واژه‌های کلیدی:
بیومکانیک، بدن انسان، تمرین روی سطح شن، متاآنالیز.

ارجاع:
امیر فتح‌الهی، امیرعلی جعفرنژاد گرو، حمیدرضا مقامی. **اثرات تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک افراد طی حرکات انتقالی: مروری سیستماتیک متاآنالیز.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری*. ۱۴۰۳: ۱۴(۲۷):۱۷۵-۱۹۴

چکیده

بیومکانیک دانشی است که نشان می‌دهد چه نیروهایی به سیستم حرکتی بدن انسان وارد شده و چگونه موجب حرکت انسان می‌شود. هدف از این مطالعه فراتحلیلی، مروری بر اثرات تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک افراد طی حرکات انتقالی بود. مطالعه حاضر از نوع کتابخانه‌ای و مروری سیستماتیک بود، جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای سال ۲۰۰۰ تا انتهای سال ۲۰۲۳ بود که در پایگاه‌های تخصصی PubMed، WOS، Scopus، ISC و موتور جستجو Google Scholar انجام گرفت. ۵۶۸ مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. اندازه اثر تفاوت‌های میانگین استاندارد شده با مدل اثرات تصادفی محاسبه شد. یافته‌های هشت مقاله نشاندهنده بهبود فعالیت الکتریکی عضلات طی تمرین روی سطح شن بود. بررسی یافته‌های یک مقاله حاکی از اثرات مثبت تمرین روی سطح شن بر متغیرهای کینماتیکی بود. تعداد دو مقاله کاهش نیروهای عکس‌العمل زمین، شوک ضربه را گزارش کودند. به‌علاوه، پنج مقاله بهبود عملکرد ورزشی در ورزشکاران را به موجب افزایش فاکتورهای آمادگی جسمانی گزارش نمودند. به طور کلی تمرین روی سطح شن می‌تواند اثرات مثبت قابل توجهی در زندگی روزمره و ورزشی افراد داشته باشد. با وجود این، به مطالعات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

Extended Abstract

The movement system of the human body is a living and biological structure that is affected by mechanical laws. The relationships governing the movement of the components of this complex system are called biomechanics. Biomechanics or mechanic is the knowledge that shows what forces enter the movement system of the human body and how it causes human movement. The science of biomechanics helps us in understanding how to create a disturbance in this system and diseases related to it. Any part of the movement system of the human body can be disturbed and this disturbance causes disease and symptoms such as pain, swelling and movement restriction. By better understanding the function of the components of this system and how it functions as a whole, its diseases can be better understood. The structure of the movement system of the human body is called the musculoskeletal system. Establishing stability and movement in the lower limb is done by the joints, ligaments and leg muscles, which can support the body weight with a minimum amount of energy. From a biomechanical point of view, the lower limb should distribute the bending, twisting and compression forces well in the support phase of transfer movements. Improper distribution of these forces may cause abnormal movement and, as a result, additional load on the structure and tissues of the foot, this causes soft tissue damage and muscle inefficiency (1). Studies have shown that jumping and landing on a soft surface compared to a hard surface reduces pain and muscle injuries (2). In several researches, they showed that running and walking on the sand surface requires a lot of effort compared to the hard surface, as a result of which the muscle activity increases, and this leads to the strengthening, tolerance and stability of the muscles (3, 4). Also, running and walking on the sand surface leads to positive changes in the mechanical and functional factors of people (5). Due to the importance of exercising on the sand surface on the biomechanics of people's bodies and overshadowing all their activities in their daily life and professional sports life, it is very important to prevent injuries and reduce the period of non-training and competitions in the sports profession. Therefore, the purpose of this meta-analytical study was to review the research related to the effects of exercise on the sand surface on body biomechanics and

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

physical fitness factors during transitional movements and to make a favorable summary and provide comprehensive and practical information in this field.

Materials and methods

The current study was a library and systematic review. The search for articles in Persian and Latin was from the beginning of the year 2000 to the end of 2023, which was carried out in WOS, Scopus, PubMed, ISC and Google Scholar search engine. The present study was conducted in the year 1402 at University of Mohaghegh Ardabili. To extract the articles, keywords were used: exercise on the sand surface, walking, running, jumping, landing, mechanics, ground reaction force and electromyography. 568 relevant articles were selected based on inclusion and exclusion criteria. It should be noted that the initial selection of articles was done based on the title and was reviewed by two researchers. The inclusion criteria for the study include things such as: 1- The use of articles that examined the effects of exercise on the sand surface on the biomechanics and physical fitness factors of people, 2- The articles should be in Farsi or English, 3- Articles in reliable domestic scientific journals and 4- The studies had a control group. Exclusion criteria included: 1- Invalid published articles, 2- Review and conference articles, 3- Animal studies, 4- Theses, and 5- Studies containing incomplete material. The information was extracted separately for the unique description of each of the studies so that the specific characteristics of each of the articles could be compared. These include general information such as names, journal name and year of publication, type of research, sampling method, sample structure and size, investigated variables, and the main results of the study. The findings of this study have been expressed in the form of abstracts from other studies. Finally, 13 articles related to the effect of exercise on the sand surface on the biomechanics of the body and the physical fitness factors of people during transitional movements were examined and analyzed. The articles whose full files were not available were purchased through the ISI Link website. The validity of the articles was evaluated through the evaluation of the articles that were indexed in the Scopus, WOS or ISC databases. Relevant articles should be indexed in at least one of these 3 citation databases. The present meta-analysis was conducted to determine the effect of exercise on the sand surface on the biomechanics and physical fitness factors of the subjects

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

compared to the control group. For this purpose, standardized mean differences and 95% confidence interval (CI) were calculated using the random effect model. First, studies with unconventional effect sizes were excluded from the analysis. To determine the heterogeneity, I^2 test was used, and the heterogeneity value was interpreted according to Cochran's instructions as follows: < 25% = low, < 50% = moderate, and < 75% = high heterogeneity. In case of heterogeneity, sensitivity analysis was carried out through the one-to-one exclusion method of studies with I^2 less than 50 as a criterion. The publication bias was also checked using the visual interpretation of the funnel plot, and if there was a bias, the Egger test was used as a secondary indicator, where $P < 0.1$ was considered as the presence of publication bias. Also, the correlation between the subjects' age and body mass index with the effect size of the standardized mean differences was investigated using moment model regression (6). All statistical tests were performed using CMA software.

findings

By examining the quality level of the selected articles in this study, we find that the results of this study are reliable. By searching electronic sources based on general keyword search, 128,500 articles were found and 7,200 articles were found based on more specialized keyword search, and 2,600 articles were removed. After reviewing the title and abstract, 4032 articles were excluded from the study and the remaining 568 articles were reviewed in full text form. As a result of this review, 525 articles were excluded from the study based on the exclusion criteria, and finally 13 articles met the inclusion criteria for meta-analysis. Six studies of the current research have examined muscles during exercise on the sand surface. Two studies reported an increase in the co-contraction of the muscles of the lower limbs of subjects during activity on a sand surface. Three studies reported increased muscle electromyographic activity during exercise on a sand surface. One study reported less bruising and muscle soreness during exercise on a sand surface. Two studies reported reductions in ground reaction forces, frequency, and impact shock during training on sand surfaces. Five studies reported an increase in lower extremity muscle power and strength, physical endurance, speed, agility, and balance during training on sand. One study reported the positive effects of training on a sand surface on

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

kinematic variables such as joint range of motion, vertical and linear velocity, spatio-temporal parameters, and jump height.

The meta-analysis results obtained from four studies showed that exercise on the sand surface has significant effects on biomechanics and physical fitness factors of people. On the other hand, the meta-analysis results obtained from nine studies showed that training on the sand surface has no significant effects on the biomechanics and physical fitness factors of people. Of course, the heterogeneity analysis using the I^2 test showed that there is a high heterogeneity. In addition, the result of the Eiger test also showed that the publication bias is significant (P=0.0001).

Conclusion

Determining the effect of different components on the ground reaction forces in the soles of the feet can help us in prescribing and knowing better the effective factors in the quality of life and sports performance. Considering that the level of safety and reduction of people's injuries during activity and training on the sand surface leads to the reduction of common pains and disorders caused by the hard surface, it can be said that the motivation and sports desire of people increases during training on the sand surface. Regular exercise can have many benefits not only for the body, but also for the soul and mind, and this shows why physical education is important. However, don't forget that all of these benefits depend on the type and intensity of your training and how long you exercise each week. In addition, a balanced diet is important for a healthy lifestyle and should not be neglected. In turn, this issue will affect the mood and of course the energy while doing various tasks. In addition to all the benefits, regular exercise will help you prevent heart disease and diabetes in the long run. However, more studies are needed to better understand the mechanism of the sand surface and the potentials in it.

Keywords: Biomechanics, Body, CMA, Meta-analysis, Transitional movements, Training on sand.

The message of the article

Training on a sand surface leads to improvements in physical performance and physical fitness that are more effective on a softer surface than on a hard surface.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

مقدمه

سیستم حرکتی بدن انسان یک ساختار زنده و زیستی است که متاثر از قوانین مکانیکی می‌باشد. روابط حاکم بر نحوه حرکت اجزاء این سیستم پیچیده را بیومکانیک می‌گویند (۱). بیومکانیک یا مکانیک زیستی دانشی است که نشان می‌دهد چه نیروهایی به سیستم حرکتی بدن انسان وارد شده و چگونه موجب حرکت انسان می‌شود. علم بیومکانیک در فهم نحوه ایجاد اختلال در این سیستم و بیماری‌های مرتبط با آن به ما کمک می‌کند. هر جزئی از سیستم حرکتی بدن انسان می‌تواند دچار اختلال شده و این اختلال موجب بیماری و بروز علائمی مانند درد، تورم و محدودیت حرکتی می‌شود. با فهم بهتر کارکرد اجزاء این سیستم و نحوه عملکرد آن بعنوان یک کل، میتوان بیماری‌های آن را بهتر شناخت. ساختار سیستم حرکتی بدن انسان سیستم اسکلتی-عضلانی نامیده می‌شود (۲). این ساختار شامل مجموعه‌ای از بافت‌های مختلف می‌باشد که مجموع کارکردهای آنها موجب توانایی حرکتی در انسان می‌شود. این سیستم مجموعه‌ای از یکسری بافت‌های نرم شامل عضلات، تاندون‌ها، رباط‌ها و سایر بافت های همبند و بافت‌های سخت یا همان استخوان‌ها می‌باشد. نوع ارتباط بافت‌های نرم، مفاصل و استخوان‌ها موجب می‌شود که بدن بتواند به شکل دائمی وضعیت خود را تغییر دهد و حرکت کند. عضلات بافت‌های نرمی هستند که حداقل در دو محل به استخوان‌ها متصل می‌شوند. انبساط و انقباض هر عضله باعث تغییر وضعیت استخوان‌ها نسبت به یکدیگر شده و در نهایت موجب حرکات بدن نظیر راه رفتن و دویدن خواهد شد (۳). حرکات پایه عبارتند از حرکات انتقالی و غیرانتقالی که برای موفقیت در اجرای بازی‌های سازمان‌یافته، فعالیت‌های ورزشی و جسمانی ضروری هستند. مهارت‌های انتقالی، حرکاتی هستند که در آن بدن در فضا حرکت می‌کند و در مهارت‌های غیرانتقالی بدن بدون حرکت به‌صورت تکیه‌گاه و در جنبه‌های حمایتی به‌کار گرفته می‌شود (۴, ۵). حرکت انتقالی موقعی صورت می‌گیرد که جسم طوری حرکت کند که کلیه اجزاء آن دقیقاً مسافت یکسانی را در جهت و زمان مشابهی طی کرده باشند. پا نقطه انتهایی زنجیره حرکتی انسان در حین حرکات انتقالی است. ساختار ویژه اندام پا ضمن فراهم کردن سطح اتکای مناسب برای حرکات انتقالی، فشارها و نیروهای وارده بر بدن را نیز تحمل می‌کند (۶). ایجاد ثبات و حرکت در اندام تحتانی توسط مفاصل، لیگامان‌ها و عضلات پا صورت می‌گیرد که می‌توانند وزن بدن را با حداقل میزان انرژی تحمل کنند (۷). از منظر بیومکانیکی، اندام تحتانی باید نیروهای خمشی، پیچشی و فشاری را در فاز اتکای حرکات انتقالی به‌خوبی توزیع کند. توزیع نامناسب این نیروها ممکن است سبب حرکت غیرطبیعی و در نتیجه وارد آمدن بار اضافی بر ساختار و بافت‌های پا شود، این امر موجب آسیب بافت‌های نرم و ناکارآمدی عضلات می‌شود (۸). مطالعات نشان دادند پرش و فرود روی سطح نرم نسبت به سطح سخت باعث کاهش دردها و آسیب‌های عضلانی می‌شود (۹). در پژوهش‌های متعددی نشان دادند که دویدن و راه رفتن بر روی سطح شن نیاز به تلاش بسیار زیادی نسبت به سطح سخت دارد که به دنبال آن فعالیت عضلات افزایش یافته و این امر موجب تقویت، تحمل و پایداری عضلات می‌شود (۱۰, ۱۱). همچنین دویدن و راه رفتن بر روی سطح شن منجر به تغییرات مثبت در عوامل مکانیکی و عملکردی افراد می‌شود (۱۲). با توجه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

به اهمیت تأثیر تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک بدن افراد و تحت‌الشعاع قرار گرفتن تمامی فعالیت‌های آنها در زندگی روزمره و زندگی حرفه‌ای ورزشی، پیشگیری از آسیب‌دیدگی و کاهش مدت بی تمرینی و رقابت‌ها در حرفه ورزشی بسیار مهم است. بنابراین هدف از این مطالعه فرا تحلیلی، مروری بر پژوهش‌های مرتبط با اثرات تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک بدن و فاکتورهای آمادگی جسمانی طی حرکات انتقالی و انجام یک جمع‌بندی مطلوب و ارائه اطلاعات جامع و کاربردی در این حوزه انجام شده است.

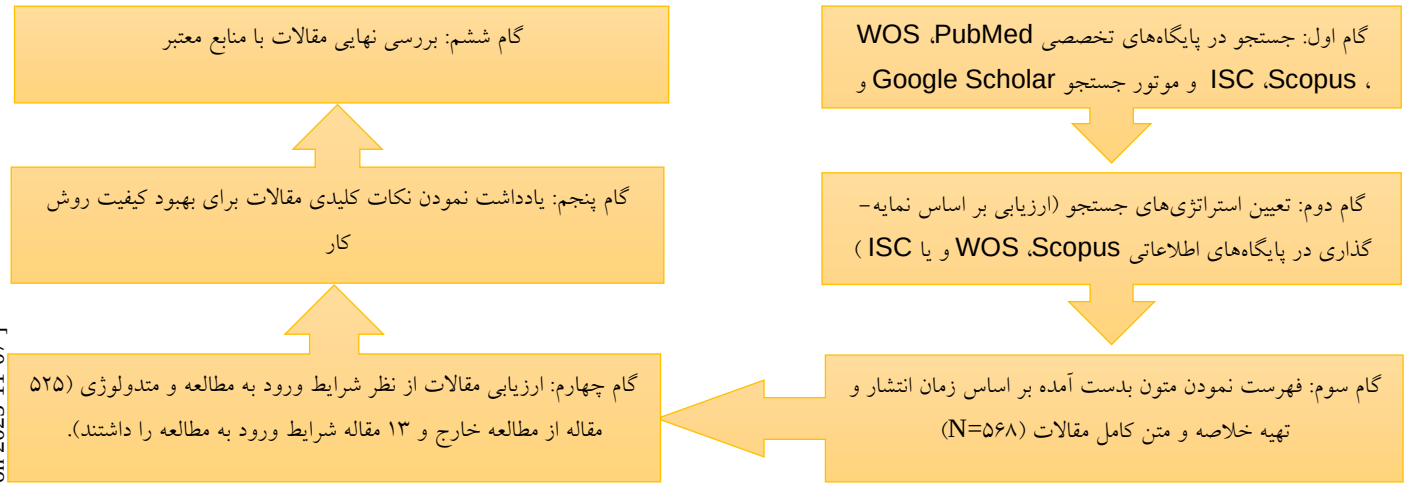
روش‌شناسی

مطالعه حاضر از نوع کتابخانه‌ای و مروری سیستماتیک بود. جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای سال ۲۰۰۰ تا انتهای سال ۲۰۲۳ بود که در پایگاه‌های تخصصی WOS ، Scopus، PubMed، ISC و موتور جستجو Google Scholar انجام گرفت. مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۲، در دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. برای استخراج مقالات از کلید واژه‌های تمرین روی سطح شن (Training on sand)، راه رفتن (Walk)، دویدن (Run)، پرش (Jump)، فرود (Land)، مکانیک (Mechanic)، نیروی عکس العمل زمین (Ground reaction force) و الکترومایوگرافی (Electromyography) استفاده شد. ۵۶۸ مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. لازم به ذکراست که انتخاب اولیه مقالات بر اساس عنوان انجام شد و توسط دو محقق مورد بررسی قرار گرفت. معیار ورود به مطالعه شامل مواردی از قبیل: ۱- استفاده از مقالاتی که اثرات تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک و فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد را بررسی کردند، ۲- مقالات به زبان فارسی یا انگلیسی باشند، ۳- مقالات در نشریات علمی معتبر داخلی و خارجی منتشر شده باشند ۴- مطالعات دارای گروه کنترل بود. معیارهای خروج شامل: ۱- مقالات نامعتبر چاپ شده ۲-مقالات مروری وهمایشی ۳- مطالعات حیوانی ۴- پایان نامه و ۵- مطالعات حاوی مطالب ناقص بود. اطلاعات به صورت جداگانه برای توصیف منحصربه فرد هر کدام از مطالعه‌ها استخراج شدند تا بتوان ویژگی خاص هر کدام از مقالات را با هم مقایسه کرد. این موارد شامل اطلاعات کلی نظیر اسامی، نام مجله و سال انتشار، نوع تحقیق، روش نمونه‌گیری، ساختار و حجم نمونه، متغیرهای مورد بررسی، و نتایج اصلی مطالعه است. یافته‌های حاصل از این مطالعه به صورت چکیده‌هایی از سایر مطالعات بیان شده است.در نهایت ۱۳ مقاله در ارتباط با تاثیر تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک بدن و فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد طی حرکات انتقالی، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. مقالاتی که فایل کامل آن‌ها در دسترس نبود از طریق سایت (Link ISI)، خریداری شد. اعتبارسنجی مقالات از طریق سنجش و ارزیابی مقالاتی که در پایگاه‌های Scopus، WOS و یا ISC نمایه شده بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. مقالات مربوطه باید حداقل در یکی از این ۳ پایگاه استنادی نمایه می‌شدند (دیاگرام ۱). به‌علاوه شکل ۱، روند انتخاب مقالات مطالعه مروری حاضر را نشان می‌دهد. فراتحلیل حاضر برای تعیین تأثیر تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک و فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد نسبت به گروه کنترل انجام شد. برای این منظور، تفاوت‌های میانگین استاندارد شده و فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد (۱۳). ابتدا مطالعات دارای اندازه اثر نا متعارف از

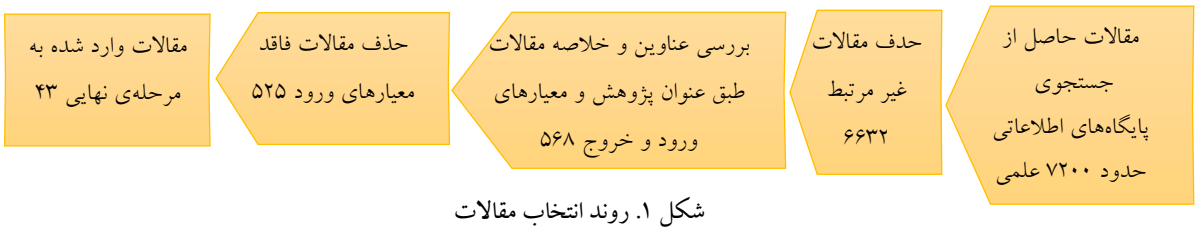
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

تحلیل حذف شد. برای مشخص کردن عدم تجانس از آزمون I^2 استفاده شد که مقدار ناهمگونی بر اساس دستورالعمل کوکران به شرح زیر < ۲۵٪= کم، < ۵۰٪= متوسط و < ۷۵٪= ناهمگنی زیاد تفسیر شد. در صورت وجود ناهمگنی، در ادامه تحلیل حساسیت از طریق روش خارج کردن یک به یک مطالعات با لحاظ کردن I^2 کمتر از ۵۰ به عنوان ملاک انجام شد (۱۳). سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری از فونل پلات بررسی شد که در صورت وجود سوگیری، تست ایگر به عنوان به مشخص کننده ثانویه استفاده شد که در آن P<۰/۱ به عنوان وجود سوگیری انتشار قلمداد شد. همچنین همبستگی سن و شاخص توده بدن آزمودنی‌ها با اندازه اثر تفاوت‌های میانگین استاندارد شده با استفاده از رگرسیون مدل لحظه‌ای بررسی شد (۱۳). تمام آزمون‌های آماری با استفاده از نرم افزار CMA انجام شدند.



دیاگرام ۱. نحوه بررسی کیفیت مقالات



شکل ۱. روند انتخاب مقالات

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

یافته‌ها

با بررسی سطح کیفی مقالات انتخاب شده در مطالعه حاضر درمی‌یابیم که نتایج حاصل از این مطالعه قابل‌اعتماد است (دیاگرام ۱). با جستجو در منابع الکترونیکی بر اساس جستجوی کلیدواژه کلی، ۱۲۸۵۰۰ مقاله و بر اساس جستجوی کلیدواژه تخصصی‌تر ۷۲۰۰ مقاله یافت شد و ۲۶۰۰ مقاله حذف شد. بعد از بررسی عنوان و چکیده، ۴۰۳۲ مقاله از مطالعه خارج شد و ۵۶۸ مقاله باقیمانده به صورت متن کامل بررسی شد. در نتیجه این بررسی، ۵۲۵ مقاله بر اساس معیارهای خروج از مطالعه خارج شدند و در نهایت ۱۳ مقاله معیارهای ورود به مطالعه را برای انجام فرا تحلیل دارا بودند (شکل ۱). شش مطالعه از پژوهش حاضر به بررسی عضلات طی تمرین روی سطح شن پرداخته است (جدول ۱ و۲). دو مطالعه افزایش هم انقباضی عضلات اندام تحتانی افراد را طی فعالیت روی سطح شن گزارش کردند (جدول۱). سه مطالعه افزایش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات را در طی تمرین روی سطح شن گزارش کردند. یک مطالعه کوفتگی و درد عضلانی کمتر را طی تمرین روی سطح شن گزارش کرد. دو مطالعه کاهش نیروهای عکس العمل زمین، فرکانس و شوک ضربه را طی تمرین روی سطح شن گزارش کردند. پنج مطالعه افزایش توان و قدرت عضلات اندام تحتانی، استقامت بدنی، سرعت، چابکی و تعادل را طی تمرین روی سطح شن گزارش کردند. یک مطالعه اثرات مثبت تمرین روی سطح شن را بر متغیرهای کینماتیکی نظیر دامنه حرکتی مفاصل، سرعت عمودی و خطی، پارامترهای زمانی –مکانی و ارتفاع پرش گزارش کرد (جدول۱ و۲).

جدول ۱. مطالعات داخلی تمرین روی سطح شن انجام شده بر مکانیک بدن

اسامی	نام مجله و سال انتشار	نوع تحقیق	نمونه‌گیری	ساختار و حجم نمونه	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
فتح‌الهی و همکاران (۱۱)	The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021	کارآزمایی بالینی	تصادفی	۳۰ مرد با پرونیشن بیش از حد پا بودند که به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۵ نفر) و آزمایش (۱۵ نفر) تخصیص یافتند.	تمرین روی سطح شن برای آزمودنی‌های گروه آزمایش طی هشت هفته که شامل دویدن آرام، گام بلند، پریدن، لی‌لی کردن و دویدن سریع بود، اعمال شد. فعالیت الکتریکی عضلات منتخب دو گروه طی پیش و پس‌آزمون توسط دستگاه الکترومیوگرافی ثبت و سپس مقادیر هم انقباضی طی دویدن محاسبه شد.	با افزایش هم انقباضی جهت‌دار عضلات مفصل مچ پا در فاز پیشروی دویدن، احتمال وقوع آسیب‌های اندام تحتانی و ناپایداری مفصل مچ پا در افراد با پرونیشن بیش از حد پا، بعد از تمرین روی سطح شن کاهش می‌یابد.
فتح الهی و جعفرنژاد (۱۴)	Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences.2020	کارآزمایی بالینی	تصادفی	جامعه آماری این پژوهش شامل دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی بود. نمونه‌های آماری این پژوهش شامل ۱۵ مرد با پای پرونیت در گروه	آزمودنی‌های گروه آزمایش هشت هفته تمرین روی سطح شن را انجام دادند. برای گروه کنترل طی ۸ هفته هیچ‌گونه تمرین و فعالیت بدنی شدید اعمال نشد. توسط دستگاه	افزایش هم انقباضی مفصل مچ پای افراد با پای پرونیت پس از تمرین روی سطح شن موجب پایداری مفصل مچ پا طی راه‌رفتن می‌شود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

				کنترل و ۱۵ مرد با پای پرونیت در گروه تجربی بودند.	الکترومیوگرافی فعالیت عضلات مفصل مچ پا در دو گروه طی پیش و پس‌آزمون ثبت و سپس مقادیر هم انقباضی طی را رفتن محاسبه و بررسی شد.	
افشارمند و همکاران (۱۵)	Journal of Gorgan University of Medical Sciences.2018	نیمه‌تجربی	غیرتصادفی	۷۵ زن سالمند در ۵ گروه ۱۵ نفری شامل کنترل (عدم دریافت مداخله)، گروه دوم (تمرین روی فوم ۶ سانتی متری)، گروه سوم (تمرین روی فوم ۹ سانتی متری)، گروه چهارم (تمرین روی ماسه) و گروه پنجم (تمرین روی سطح سفت) قرار گرفتند.	متغیرهای کینماتیکی راه‌رفتن شامل کادنس، طول گام، سرعت گام، طول قدم با نرم‌افزار آنالیز حرکتی کینوویا استخراج شد.	تمرینات روی سطح شن باعث افزایش متغیرهای کادنس، طول قدم، طول گام، سرعت راه‌رفتن، و زمان برخاستن و رفتن سالمندان شد.

جدول ۲. مطالعات خارجی تمرین روی سطح شن انجام شده بر مکانیک بدن

اسامی	نام مجله و سال انتشار	نوع تحقیق	نمونه‌گیری	ساختار و حجم نمونه	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
جعفرنژاد و همکاران (۱۲)	Journal of Spotrs.2022	کارآزمایی بالینی	تصادفی دوسوکور	جامعه آماری این پژوهش شامل دانشجویان مرد ورزشکار دانشگاه محقق اردبیلی بود. نمونه‌های آماری این پژوهش شامل ۳۰ مرد با پای پرونیت در گروه کنترل و ۳۰ مرد با پای پرونیت در گروه مداخله بودند.	آزمودنی‌های گروه آزمایش هشت هفته تمرین روی سطح شن را سه هفته در ماه انجام دادند. برای گروه کنترل طی ۸ هفته هیچ‌گونه تمرین و فعالیت بدنی شدید اعمال نشد. متغیرهای فعالیت الکتریکی عضلات و نیروهای عکس‌العمل زمین اندام تحتانی در دو گروه طی پیش و پس‌آزمون ثبت و بررسی شد.	این مطالعه نشان داد که برنامه تمرینی روی سطح شن، کاربرد مناسبی برای جذب نیروهای عکس‌العمل زمین و افزایش فعالیت عضلات منتخب اندام تحتانی هنگام راه‌رفتن بر روی سطح زمین (سفت) دارد.
جعفرنژاد و همکاران (۱۶)	BioMedical Engineering OnLine.2021	کارآزمایی بالینی	تصادفی	آزمودنی‌ها شامل ۶۰ دونده تفریحی مرد با پای پرونیت بودند که به صورت مساوی در دو گروه کنترل و	متغیرهای دامنه فعالیت الکتریکی ۸ عضله اندام تحتانی افراد با پرونیشن بیش از حد پا طی	در این مطالعه دویدن طولانی‌مدت روی سطح شن منجر به کاهش پرونیشن و بهبود ثبات لگنی در صفحه فرونتال به

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

				مداخله تخصیص داده شدند.	دویدن اندازه‌گیر و ثبت شد.	دلیل افزایش فعالیت عضله دوقلوی داخلی شد.
مانکار (۱۷)	Journal of Sports Science and Nutrition.2020	نیمه‌تجربی	تصادفی	۳۰ آزمودنی ۱۸ تا ۲۱ سال به صورت داوطلبانه به ۳ گروه تقسیم شدند: گروه تمرین پلایومتریک شنی (۱۰ نفر)، گروه تمرین پلایومتریک زمین (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر).	۱۲ هفته تمرین، ۳ روز در هفته بر روی آزمودنی ها طی پیش آزمون و پس آزمون برای اندازه گیری متغیرهای توان انفجاری و سرعت عمودی اعمال شد.	در گروه تمرین پلایومتریک شنی توان انفجاری و سرعت عمودی افزایش پیدا کرده است.
استیل کومار (۱۸)	International Journal of Physical Education, Sports and Health.2016	نیمه‌تجربی	تصادفی	شصت بازیکن مرد هاکی که از کالج تربیت‌بدنی دانشگاه آلاگاپا، کارایکودی، تامیل نادو تحصیل می‌کردند، به طور تصادفی به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. سن آن‌ها بین ۱۸ تا ۲۴ سال بود. ۲۱ نفر در سه گروه مساوی توزیع شدند. گروه اول کنترل، گروه دوم تمرین پلایومتریک زمین، گروه سوم تمرین پلایومتریک شن و ماسه.	متغیرهای منتخب بدنی یعنی سرعت، چابکی و استقامت قلبی تنفسی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها از طریق آزمون آنکووا مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند تا تفاوت معناداری مشخص شود.	گروه تمرین پلایومتریک سطح شن در متغیرهای منتخب بدنی یعنی سرعت، چابکی و استقامت قلبی تنفسی اختلاف معنی‌داری نسبت به گروه کنترل نشان داد.
ویشل کومار (۱۹)	International Journal of Physical Education, Sports and Health.2016	نیمه‌تجربی	تصادفی	۳۰ ورزشکار مرد بین گروه سنی ۱۹ تا ۲۴ سال (۱۵ گروه آزمایش و ۱۵ گروه کنترل) برای مطالعه انتخاب شدند.	برنامه تمرینی استقامتی شش‌هفته‌ای برای گروه آزمایش که شامل دویدن روی سطح شن در روزهای متناوب بود اعمال شد و برای گروه کنترل تمرینات دوومیدانی عمومی اعمال شد. طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون از طریق آزمون کوپر در هر دو گروه برای ارزیابی متغیر استقامت بدنی تأثیر	این مطالعه نشان می‌دهد که دویدن روی سطح شن باعث افزایش استقامت بدنی ورزشکاران شده است. دویدن روی سطح شن برای افزایش استقامت بدنی ورزشکاران توصیه می‌شود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

					دویدن روی سطح شن انجام شد.	
کیم و همکاران (۲۰)	The Journal of Physical Therapy Science.2019	کارآزمایی بالینی	تصادفی	در مجموع ۲۸ بیمار مبتلا به سکته مغزی مزمن به طور مساوی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. ارزیابی اولیه آزمودنی ها با استفاده از تست Timed Up & Go (TUG) و ۶ دقیقه پیاده روی (MWT۶) انجام شد. هر بیمار در هر دو گروه، روزانه ۳۰ دقیقه تمرین راه رفتن روی زمین شنی و زمین سفت، ۵ بار در هفته، در مجموع به مدت ۶ هفته دریافت کرد و پس از آن ارزیابی مجدد انجام شد.	متغیرهای مسافت طی شده، تعادل پویا و استقامت راه‌رفتن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.	تمرین راه‌رفتن روی سطح شن نیاز به استفاده از عضلات متنوع‌تری دارد. ازاین‌رو، می‌توانیم پتانسیل سطح شن را برای بهبود توانایی راه‌رفتن، به‌ویژه استقامت راه‌رفتن، در بیماران مبتلا به سکته مغزی مزمن تأیید کنیم.
میرزائی و همکاران (۲۱)	Kinesiology. 2014	نیمه‌تجربی	تصادفی	۳۰ مرد سالم (سن ۱/۱±۲۰/۴ سال؛ قد ۵/۱±۱۷۷/۴ سانتی متر؛ جرم ۸/۷±۷۲/۹کیلوگرم) داوطلب شرکت در این مطالعه شدند و به طور تصادفی در یکی از سه گروه: گروه تمرین پرش عمقی شن (۱۰نفر) گروه تمرین پرش متقابل شن (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند.	درد عضلانی قبل، بلافاصله و بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اولین و آخرین جلسه تمرین با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری اندازه گیری شد.	مشاهدات، ارتباط قابل‌توجهی برای طراحی بهینه برنامه‌های تمرینی پلایومتریک داشته است، باتوجه‌به اینکه تمرین پرش عمقی سطح شن و تمرین پرش متقابل سطح شن برای بهبود عملکرد عضلانی مؤثر است.
هوانگ و کیم (۲۲)	Journal of Exercise Rehabilitation. 2019	نیمه‌تجربی	تصادفی	۲۸ بیمار در فهرست کامل درمان‌ها شرکت کردند که به صورت مساوی به دو گروه کنترل و آزمایش تخصیص داده شدند. گروه آزمایش شامل ۱۴ بیمار بود که نشان دهنده هشت مورد همی پلژی راست و	توانایی راه‌رفتن و فعالیت عضلانی پس از تمرین راه‌رفتن به مدت ۶ هفته روی سطح شن و سطح معمولی ارزیابی شد. فعالیت عضلانی در اندام تحتانی با الکترومایوگرافی سطحی به دست آمد.	تمرین روی یک سطح ناپایدار مانند شن می‌تواند استقامت بدنی را از به‌کارگیری گروه‌های عضلانی متنوع و افزایش تحرک مفاصل بهبود بخشد. تمرینات روی سطوح شن و ماسه فعالیت گروه‌های

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

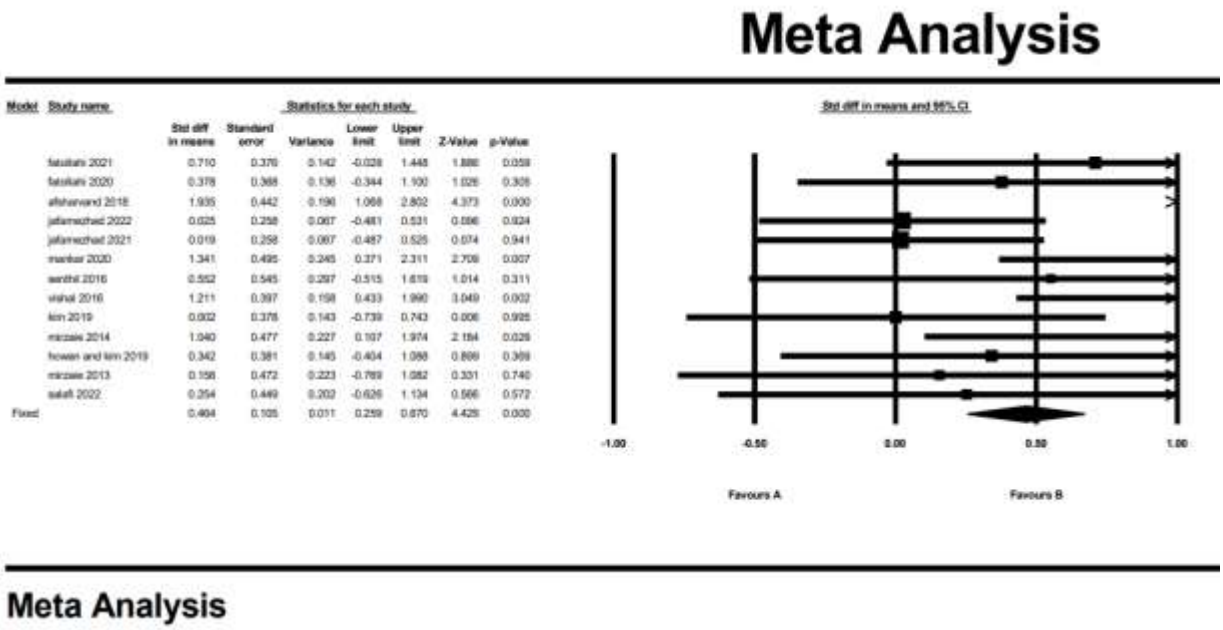
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

				شش مورد همی پلژی چپ بودند.		عضلانی بیشتری را نسبت به تمرینات سطح معمولی به کار می‌گیرد. ازطرفی فواصل راه‌رفتن طولانی با سطح فعالیت عضلانی کمتر در گروه تمرین روی سطح شن مشاهده شد.
میرزائی و همکاران (۲۳)	Sport Sci Health.2013	نیمه‌تجربی و آزمایشگاهی	تصادفی	۲۷ مرد سالم (سن ۰/۳ ± ۲۰/۴ سال، وزن ۶/۱ ± ۶۹/۸ کیلوگرم، قد ۶/۲ ± ۱۷۷/۳ سانتی متر) در مطالعه حاضر انتخاب شدند و به سه گروه: پرش عمقی شن، پرش متقابل شن و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تجربی دو بار در هفته به مدت ۶ هفته تمرینات روی سطح شن را انجام دادند.	فعالیت الکترومایوگرافی عضلات واستوس مدیلیس و رکتوس فموریس و پرش عمودی قبل و بعد از ۶ هفته تمرین اندازه‌گیری شد.	تمرین پرش عمقی شن و پرش متقابل شن باعث افزایش فعالیت الکتریکی عضلات و عملکرد پرش شد. می‌توان توصیه کرد که مربیان و ورزشکاران از تمرین پلایومتریک روی سطح شن برای بهبود سازگاری‌های عصبی - عضلانی استفاده کنند.
سلفی و همکاران (۲۴)	Physical Education Theory and Methodology.2022	نیمه‌تجربی	تصادفی	این مطالعه شامل ۳۶ ورزشکار بسکتبالیست مرد ۱۶-۱۸ ساله بود، که به سه گروه ۱۰ نفره و یک گروه ۶ نفره تقسیم شدند.	متغیر قدرت عضلات پا و چابکی مورد بررسی قرار گرفت.	نتایج این مطالعه می‌تواند ثابت کند که روش تمرین روی سطح شن به طور مؤثری چابکی را افزایش می‌دهد.

نتایج فراتحلیل مستخرج از چهار مطالعه نشان داد که تمرین روی سطح شن اثرات معنی‌داری بر بیومکانیک و فاکتروهای آمادگی جسمانی افراد دارد (P <۰۵/ ، ۰/۱۰۷ الی CI:۲/۸۰۲). از طرفی نتایج فراتحلیل مستخرج از نه مطالعه نشان داد که تمرین روی سطح شن اثرات معنی‌داری بر بیومکانیک و فاکتروهای آمادگی جسمانی افراد ندارد (P> ۰۵/، ۰/۰۲- الی CI:۱/۴۴۸). البته بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد ۷۴ ٪ =I^2 (P=۰/۰۲). به‌علاوه نتیجه آزمون ایگر هم نشان داد سوگیری انتشار معنادار است (P=/۰۰۰۱) (شکل ۲).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]



شکل ۲. انباشت مربوط به تاثیر تمرین روی سطح شن بر بیومکانیک و فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد طی حرکات انتقالی

بحث

هدف از این مطالعه فرا تحلیلی، مروری بر اثرات تمرین روی سطح شن بر بر بیومکانیک و فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد طی حرکات انتقالی می‌باشد. دو مطالعه افزایش هم انقباضی عضلات اندام تحتانی افراد را طی فعالیت روی سطح شن گزارش کردند که به دنبال آن پایداری مفاصل اندام تحتانی افزایش می‌یابد (۱۴). سه مطالعه افزایش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات را در طی فعالیت و تمرین روی سطح شن گزارش کردند. با توجه به افزایش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات، می‌توان در مورد تمریناتی که ممکن است برای افزایش قدرت یا بهبود استقامت و ثبات مفید باشند، اظهار نظر کرد (۲۵). دامنه سیگنال الکترومایوگرافی با میزان نیروی تولید شده توسط عضله، رابطه مستقیم دارد. محققان هر دو رابطه خطی و غیرخطی بین دامنه فعالیت الکترومایوگرافی عضلات و افزایش تولید نیرو را در طول انقباضات عضلانی گزارش کرده‌اند (۲۶). بنابراین افزایش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات طی تمرین روی سطح شن می‌تواند به عنوان راهنما در مورد دشواری تمرینات در طراحی برنامه‌های تمرینی و توانبخشی به کار گرفته شود. در پژوهش‌های گذشته نشان داده شده است که هر حرکت تمرینی که منجر به افزایش فعالیت عضله شود، می‌تواند در افراد، به قویتر شدن عضله منجر شود؛ بنابراین، تمریناتی که منجر به افزایش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات می‌شود، میتواند محرک مناسبی برای حصول قدرت در برخی افراد باشد (۲۷). مطالعات گذشته، به وضوح اهمیت استقامت کافی و قدرت گروه‌های عضلانی را برای پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد ورزشی نشان داده‌اند (۲۸). یک مطالعه کوفتگی و درد عضلانی کمتر را طی فعالیت و تمرین روی سطح شن گزارش کردند. در نتیجه می‌توان بیان کرد که طی فعالیت و تمرین روی سطح شن استقامت و قدرت گروه‌های عضلانی افزایش یافته و کوفتگی و درد عضلانی ناشی از تمرین می‌تواند با

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

توجه به اثرات مثبت سطح شن کاهش یابد. با این حال با توجه به وجود تعداد سوگیری انتشار تعداد بیشتری از مطالعات برای اظهار نظر دقیق تر راجب اثرات تمرین روی سطح شن به مطالعات بیشتری نیاز است.

موضوع جذب ضربه در هنگام برخورد پا با زمین و بزرگی نیروهای وارده بر بدن افراد، به‌خصوص کسانی که ملزم به ایستادن طولانی‌مدت هستند، امری است که می‌تواند عامل بزرگ و مهمی در ایجاد اختلالات و ضایعات در اندام تحتانی و حتی مفاصل بالاتر باشد (۲۹). از طرفی می‌دانیم که انتقال امواج شوک به بدن می‌تواند باعث عوارض درد پا و کمر و درنهایت اخلالات تخریبی مفاصل شود (۳۰). دو مطالعه کاهش نیروهای عکس العمل زمین، فرکانس و شوک ضربه را طی فعالیت و تمرین روی سطح شن گزارش کردند. به نظر می‌رسد کاهش نیروی اعمالی به بدن گزارش شده در تحقیقات طی تمرین و فعالیت روی سطح شن می‌تواند باعث کاهش عوارض درد پا، کمر و درنهایت اخلالات تخریبی مفاصل شود. پیج مطالعه افزایش توان و قدرت عضلات اندام تحتانی را طی فعالیت و تمرین روی سطح شن گزارش کردند. اختلال در عملکرد عضلات مفصل ران ممکن است تأثیر مهمی بر طرز قرارگیری فمور در افرادی داشته باشد که از درد قدام زانو شکایت می‌کنند (۳۱). همچنین کاهش قدرت در عضلات دورسی فلکسور مچ پا با افزایش پروناسیون در مفصل ساب تالار، افزایش فلکشن در زانو و چرخش داخلی ساق جبران شده و با افزایش نیروهای وارده بر کشکک سبب ایجاد درد می‌شود (۳۲). به نظر می‌رسد افزایش توان و قدرت عضلات اندام تحتانی طی فعالیت و تمرین روی سطح شن از درد و آسیب دیدگی مفاصل اندام تحتانی جلوگیری می‌کند. یک مطالعه که متغیرهای کینماتیکی نظیر دامنه حرکتی مفاصل، سرعت عمودی و خطی، پارامترهای زمانی-مکانی و ارتفاع پرش را بررسی کرد، اثرات مثبت فعالیت و تمرین روی سطح شن را بر این متغیرها گزارش کردند. فلکشن مفصل زانو از مهم‌ترین مکانیسم‌های منجر به آسیب محسوب می‌شود در همین راستا پلارد گزارش کرد که افرادی که با محدودیت حرکت در صفحه ساجیتال روبرو هستند احتمال آسیب بیشتری دارند (۳۳). همچنین هتلر اعلام کرد که بیشترین خطر آسیب ACL به هنگام فرود و حرکات برشی بوده که حین انجام آن زانو دامنه حرکتی کمتری داشته است (۳۴). درواقع می‌توان اظهار کرد تمرین روی سطح نرم با بهبود متغیرهای کینماتیکی می‌تواند از بروز آسیب های ناشی از سفتی سطح جلوگیری کند. با این حال با توجه به وجود تعداد سوگیری انتشار تعداد بیشتری از مطالعات برای اظهار نظر دقیق تر راجب اثرات تمرین روی سطح شن به مطالعات بیشتری نیاز است.

پنج مطالعه افزایش در فاکتورهای آمادگی جسمانی نظیر قدرت و استقامت بدنی، سرعت، چابکی و تعادل افراد را طی فعالیت و تمرین روی سطح شن گزارش کردند. یکی از نکات مهمی که برای افزایش عملکرد باید به آن توجه کرد، افزایش قدرت، استقامت و چابکی است. پلایومتریک تمریناتی هستند که عضلات را قادر می‌سازند تا در کوتاهترین زمان ممکن به حداکثر قدرت و استقامت دست یابند. تمرینات پلایومتریک در مدت زمان کوتاه نیروی زیادی را از سیستم عصبی-عضلانی ورزشکار می‌گیرند، همچنین فشار زیادی را به مفاصل او وارد می‌کند. اگر این تمرینات خارج از برنامه-ریزی صحیح و دقیق انجام گیرد ممکن است آسیب‌های سختی در مفاصل و عضلات ایجاد کند (۳۵, ۳۶). چابکی یکی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

از قابلیت‌هایی است که در حیطه آمادگی جسمانی قرار دارد و فرد با توجه به سرعت و فرم بدن، جهت حرکت خود را به صورت غیرارادی، با حفظ تعادل، سرعت و دقت زیاد، تغییر می‌دهد. چابکی با عوامل دیگر آمادگی جسمانی در ارتباط است و به قدرت، استقامت، سرعت، تعادل و مهارت بستگی دارد. چابکی، یکی از عوامل مؤثر در اجرای فعالیت‌های ورزشی است، که گاهی در انجام برخی مهارت‌های شغلی و روزمره نیز به کار می‌آید (۳۵). به طور خلاصه، تمرین بر روی سطح شنی منجر به بهبودهایی در عملکرد فیزیکی و آمادگی جسمانی می‌شود که در مورد اثربخشی سطح تمرینی نرم نسبت به سطح سخت است. از طرفی در برخی مطالعات بر افزایش سطح ایمنی و کاهش آسیب دیدگی افراد طی فعالیت و تمرین روی سطح شن تاکید کردند که با توجه به دردهای شایع و اختلالات ناشی از سطح سخت، می‌توان بیان کرد انگیزه و رغبت ورزشی افراد طی تمرین روی سطح شن بیشتر می‌شود. احتمالا تمرین روی سطح شن می‌تواند اثرات مثبت قابل توجهی در زندگی روزمره و ورزشی افراد داشته باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

نتیجه‌گیری

تعیین تأثیر مؤلفه‌های مختلف بر نیروهای عکس‌العمل زمین در کف پا می‌تواند ما را در تجویز و شناخت هرچه بهتر عوامل مؤثر در کیفیت زندگی و عملکرد ورزشی کمک کند. تمرین بر روی سطح شنی منجر به بهبودهایی در عملکرد فیزیکی و آمادگی جسمانی می‌شود که در مورد اثربخشی سطح تمرینی نرم نسبت به سطح سخت است. باتوجه‌به این که سطح ایمنی و کاهش آسیب‌دیدگی افراد طی فعالیت و تمرین روی سطح شن منجر به کاهش دردهای شایع و اختلالات ناشی از سطح سخت می‌شود، می‌توان بیان کرد انگیزه و رغبت ورزشی افراد طی تمرین روی سطح شن بیشتر می‌شود. تمرین منظم می‌تواند فواید بسیار زیادی را نه تنها برای جسم، بلکه برای روح و ذهن داشته باشد و همین نشان می‌دهد چرا تربیت‌بدنی مهم است. بااین‌حال فراموش نکنید که همه این فواید به نوع و شدت تمرین و مدت زمانی که در هر هفته ورزش می‌کنید بستگی دارد. به‌علاوه یک رژیم غذایی متعادل نیز برای یک سبک زندگی سالم مهم است و نباید از آن غافل شد. همین موضوع به نوبه خود روی خلق‌وخو و البته انرژی در حین انجام کارهای مختلف مؤثر خواهد بود. علاوه بر تمام فواید، تمرین منظم به شما کمک می‌کند در درازمدت از بیماری‌های قلبی و دیابت جلوگیری کنید. بااین‌حال برای درک بهتر مکانیسم سطح شن و پتانسیل‌های موجود در آن انجام مطالعات بیشتری نیاز است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

References

1. Fung Y-c. Biomechanics: mechanical properties of living tissues: Springer Science & Business Media; 2013.
2. Nigg BM, MacIntosh BR, Mester J. Biomechanics and biology of movement: Human Kinetics; 2000.
3. Squire J. The structural basis of muscular contraction: Springer Science & Business Media; 2012.
4. Presson CC, Montello DR. Updating after rotational and translational body movements: Coordinate structure of perspective space. Perception. 1994;23(12):1447-55 http://dx.doi.org/10.1068/p231447.
5. Dakel M, Baguet S, Dufour R. Steady-state dynamic behavior of an on-board rotor under combined base motions. Journal of Vibration and Control. 2014;20(15):2254-87. http://dx.doi.org/10.1177/1077546313483791
6. Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: a comprehensive analysis: FA Davis; 2011.
7. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques: Fa Davis; 2017.
8. Silvernail JF, Milner CE, Thompson D, Zhang S, Zhao X. The influence of body mass index and velocity on knee biomechanics during walking. Gait & posture. 2013;37(4):575-9. http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.016
9. Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Martino F, Fiorini S, Wisloff U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. British journal of sports medicine. 2008;42(1):42-6. http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2007.038497
10. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Sheykholeslami A, Dionisio VC, Akrami M. Long-term training on sand changes lower limb muscle activities during running in runners with over-pronated feet. BioMedical Engineering OnLine. 2021;20(1):1-18 http://dx.doi.org/10.1186/s12938-021-00955-8.
11. Fatollahi A, Jafarnezhadgero AA, Alihosseini S. Effect of Sand Surface Training on Directed and General Co-contraction of Ankle Joint Muscles During Running. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021;10(3):458-69. http://dx.doi.org/10.32598/sjrm.10.3.7
12. Jafarnezhadgero AA, Fatollahi A, Granacher U .Eight Weeks of Exercising on Sand Has Positive Effects on Biomechanics of Walking and Muscle Activities in Individuals with Pronated Feet: A Randomized Double-Blinded Controlled Trial. Sports. 2022;10(5):70 http://dx.doi.org/10.3390/sports10050070.
13. Pereira LA, Freitas TT, Marín-Cascales E ,Bishop C, McGuigan MR, Loturco I. Effects of training on sand or hard surfaces on sprint and jump performance of team-sport players: A systematic review with meta-analysis. Strength & Conditioning Journal. 2021;43(3):56-66 http://dx.doi.org/10.1519/ssc.0000000000000634.
14. Fatollahi A, Jafarnezhadgero AA. Effect of Long-Term Training on Sand on Co-Contraction of Ankle Joint in Individuals with Pronated Feet. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2021 http://dx.doi.org/10.18502/ssu.v29i4.6499.
15. Afsharmand Z, Daneshmandi H, Akoochakian M, Sokhanguei Y. Effect of training on stable and unstable surfaces on walking kinematic and timed-up-and go test variables in elderly wemon. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2020;21(4):60-7 http://dx.doi.org/10.32598/ptj.8.3.143.
16. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Sheykholeslami A, Dionisio VC, Akrami M. Long-term training on sand changes lower limb muscle activities during running in runners with over-pronated feet. BioMedical Engineering OnLine. 2021;20:1-18. http://dx.doi.org/10.1186/s12938-021-00955-8
17. Mankar SS. A comparative study of effect of sand and land plyometric training on speed and explosive power among basketball players. Journal of Sports Science and Nutrition. 2020;1(2):37-9. http://dx.doi.org/10.33545/27077012.2020.v1.i2a.18
18. Kumar CS. Effect of land plyometric and sand plyometric training on selected physical and physiological variables among hockey players. International Journal of Physical Education, Sports and Health. 2016;3(3):540-4. http://dx.doi.org/10.26524/2017.06.02.9
19. Kumar V. Impact of sand running for developing endurance among athletes. International Journal of Physical Education, Sports and Health. 2016;3(3):507-9.
20. Kim T-h, Hwang B-h. Effects of gait training on sand on improving the walking ability of patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. Journal of Physical Therapy Science. 2017;29(12):2172-5. http://dx.doi.org/10.1589/jpts.29.2172
21. Mirzaei B, Asghar Norasteh A, Saez de Villarreal E, Asadi A. Effects of six weeks of depth jump vs. countermovement jump training on sand on muscle soreness and performance. Kinesiology. 2014;46(1.):97-108. http://dx.doi.org/10.1007/s11332-013-0161-x

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]

22. Hwang B-H, Kim T-H. The effects of sand surface training on changes in the muscle activity of the paretic side lower limb and the improvement of dynamic stability and gait endurance in stroke patients. Journal of exercise rehabilitation. 2019;15(3):439 http://dx.doi.org/10.12965/jer.1938164.082.
23. Mirzaei B, Norasteh AA, Asadi A. Neuromuscular adaptations to plyometric training: depth jump vs. countermovement jump on sand. Sport Sciences for Health. 2013;9:145-9. http://dx.doi.org/10.1007/s11332-013-0161-x
24. Salafi MIE, Suherman WS, Suhartini B, Antoni MS, Pratama KW. Effect of the Eight-Week Sand Surface Exercise, Water Surface Exercise, and Power Leg Muscles Training Methods Toward Agility of Basketball Players for Adolescent Players. Physical Education Theory and Methodology. 2022;22(3):353-9. http://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2022.3.08
25. Cutts A. Muscle physiology and electromyography. Mechanics of Human Joints: CRC Press; 2020. p. 219-40.
26. Basmajian JV. Muscles alive. Their functions revealed by electromyography. Academic Medicine. 1962;37(8):802.
27. Hislop HJ. Daniels and Worthingham's Muscle testing. Techniques of manual examination. 2002:182-254.
28. Alemdaroğlu U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. Journal of human kinetics. 2012;31(2012):149-58. http://dx.doi.org/10.2478/v10078-012-0016-6
29. Lin Y-H, Chen C-Y, Cho M-H. Influence of shoe/floor conditions on lower leg circumference and subjective discomfort during prolonged standing. Applied ergonomics. 2012;43(5):965-70. http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2012.01.006
30. Yung-Hui L, Wei-Hsien H. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. Applied ergonomics. 2005;36(3):355-62. http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2004.11.001
31. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2007;37(5):232-8. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2007.2439
32. Brody LT, Thein JM. Nonoperative treatment for patellofemoral pain. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1998;28(5):336-44. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1998.28.5.336
33. Pollard CD, Sigward SM, Powers CM. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. Clinical biomechanics. 2010;25(2):142-6. http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.10.005
34. Hettler J, Myklebust G. Avoiding the failed ACL: How to prevent ACL tears before they occur. Revision ACL Reconstruction: Indications and Technique. 2013:11-22. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-0766-9_2
35. Dawes J. Developing agility and quickness: Human Kinetics Publishers; 2019.
36. Izquierdo m, häkkinen k, antón a, garrues m, ibañez j, ruesta M, et al. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001;33(9):1577-87. http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200109000-00022

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2025-11-07]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.175]