

Review Paper



Effects of Balance Training on Postural Control in Athletes with Chronic Ankle Instability: A Systematic Review

Makan Piri¹, Khadijeh Otadi¹, Azadeh Shadmehr¹, *Kazem Malmir¹

1. Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran.



Citation: Piri M, Otadi K, Shadmehr A, Malmir K. [Effects of Balance Training on Postural Control in Athletes with Chronic Ankle Instability: A Systematic Review (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2022; 8 (3):248-264.
<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.8.3.359.1>
 <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.8.3.359.1>



Article Info:

Received: 10 Nov 2022

Accepted: 11 Dec 2022

Available Online: 21 Dec 2022

Keywords:

Chronic ankle instability,
Postural control, Balance
training

ABSTRACT

Objective Ankle sprains are among the most common injuries in athletes. One of the limitations of people with chronic ankle instability is the lack of postural control. Balance and coordination training are among the most common interventions for people with chronic ankle instability. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of balance training on postural control in athletes with chronic ankle instability.

Methods Randomized clinical trials (RCTs) that examined the effects of balance training on postural control in athletes with chronic ankle instability were searched through the Scopus, PubMed, Cochrane and PEDro databases using keywords and concepts of postural control, balance training, and ankle instability from inception until April 2022. The quality of studies was assessed using the PEDro scale.

Results Eight RCTs were included in this study, based on inclusion and exclusion criteria. Balance exercises reduced postural sway, decreased the distribution of center of mass, improved the overall body balance index and anterior-posterior balance index in the Biodex balance system, increased the duration of balance maintenance, and reduced the number of errors in the foot lift test when checking static postural control, and improved the reaching distance in the star balance test when checking dynamic postural control.

Conclusion Four to six weeks of balance training can improve postural control in both static and dynamic situations in athletes with chronic ankle instability.

*** Corresponding Author:**

Kazem Malmir

Address: Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 77533939

E-mail: kmalmir@tums.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Ankle sprain is one of the most common injuries that occur not only in sports but also in daily life activities, and it is estimated that one person per 10,000 people suffers from an ankle sprain every day (1). The most common factor that causes ankle sprain is a history of previous sprains (2). Lateral ankle sprains usually occur as a result of excessive supination of the ankle while walking or after jumping and landing. Chronic ankle sprain is one of the consequences of sprain in the ankle ligaments and these patients report symptoms such as ankle giving way, pain, and instability. Chronic ankle sprains increase the risk of osteoarthritis and degenerative joint changes (3). Several factors can make individuals susceptible to chronic ankle sprains. One of the disorders that can be observed among people with chronic ankle instability is postural control disorder (1). Balance and coordination exercises are among the most common interventions for the prevention and treatment of ankle sprains (13). In 1965, Freeman stated that balance and coordination exercises would reduce proprioceptive defects in people with ankle sprain (14,15). Balance exercises can be considered as exercises that emphasize awareness of the body position and maintain the center of gravity inside the base of support (16).

2. Methods

This study was conducted according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines (18). The PubMed, Cochrane, Scopus, and PEDro databases were used to identify relevant studies. In addition, a manual search was performed using Google Scholar to identify studies that were not identified in the databases for any reason. The search among studies was performed using the keywords and concepts of postural control, postural sway, postural stability, balance exercises/training, chronic ankle instability/sprain, and functional ankle instability/sprain, until April 2022. The inclusion criteria were all studies that were in English, the full texts of which were available, and the subjects of which were athletes with chronic ankle instability with diagnostic criteria based on the International Ankle Consortium (19). The studies had to include randomized clinical trials, and at least one postural control variable had to be investigated. The exclusion criteria were as follows: studies written in any language other than English, study subjects with acute ankle sprains, and study subjects who were not athletes. Conference studies, seminars, review studies, and letters to the editor were not included in this study. Additionally, the studies were qualitatively evaluated using the PEDro scale.

3. Results

In the initial search, 1915 studies were identified using the keywords mentioned above. After removing duplicate cases, 1690 studies were reviewed based on the inclusion and exclusion criteria, titles, and abstracts. Finally, nine studies were selected, and after reading the full texts, eight were included in the final analyses. Based on the evaluation of the quality of the studies using the PEDro scale, one study was of poor quality (23), four studies were of moderate quality (24–27) and three studies were of good quality (1,28,29). The average score of the included studies was $5/25 \pm 1/29$ (Table 1). Among the included studies, six studies investigated the effect of balance exercises on static postural control, and six studies examined the effect of balance exercises on dynamic postural control. The results of these studies showed that balance exercises reduced postural sway, decreased the distribution of center of mass, improved the overall body balance index and anterior-posterior balance index in the Biodex balance system, increased the duration of balance maintenance, and reduced the number of errors in the foot lift test when checking static postural control, and improved the reaching distance in the star balance test when checking dynamic postural control.

Table 1. The results of qualitative evaluation of studies based on PEDro scale

Study	Random allocation	Concealed allocation	similarity at baseline	Patient blinding	Therapist blinding	Assessor blinding	follow up >85%	Intention to treat	Between-group statistical comparison	Point and variability measures	Overall score
Kidgell (2007) (23)	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	3/10
Cloak (2013) (24)	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	5/10
Cruz-Diaz (2015) (1)	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7/10
Cain (2017) (26)	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4/10
Sierra-Guzmán (2018) (29)	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	6/10
Cain (2020) (28)	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7/10
Chang (2021) (25)	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	5/10
Khalili (2022) (27)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10

The sign “-“ means the absence of conditions and the sign “+“ means the presence of conditions.

4. Conclusion

The quality of the included studies was moderate, and based on that it can be concluded that balance exercises can improve postural control in athletes with chronic ankle instability whether in static or dynamic conditions. In general, balance exercises can help individuals with chronic ankle instability to control their posture and balance more effectively. This may be due to the nature of closed-chain exercises, by improving the input and output data of the sensory-motor system through the stimulation of the mechanoreceptors of muscles and joints, improving the control of the center of mass, increasing the gamma motor neuron activity, improving muscle activity and co-contraction of agonist and antagonist muscles (1,31).

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله مروری

تأثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا: یک مطالعه مروری نظام‌مند

ماکان پیری^۱، خدیجه اوتادی^۱، آزاده شادمهر^۱،* کاظم مالمیر^۱

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

چکیده

هدف پیچ خوردگی مچ پا از شایع‌ترین آسیب‌هایی است که در ورزشکاران اتفاق می‌افتد. یکی از اختلالاتی که در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا دیده می‌شود عدم کنترل پاسچر می‌باشد. تمرینات تعادلی و هماهنگی از رایج‌ترین مداخلات در درمان افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا است. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌باشد.

روش‌ها مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی که تأثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا را بررسی کرده بودند با استفاده از پایگاه‌های داده PubMed، Scopus، Cochrane و PEDro به وسیله کلید واژه‌ها و مفاهیم مربوط به کنترل پاسچر، تمرینات تعادلی و بی‌ثباتی مزمن مچ پا تا ماه آپریل سال ۲۰۲۲ جستجو شدند. کیفیت مطالعات توسط مقیاس PEDro ارزیابی شد.

یافته‌ها بر اساس معیار ورود و خروج ۸ مطالعه کارآزمایی بالینی وارد پژوهش شدند. تمرینات تعادلی باعث کاهش نوسان پاسچر، کاهش توزیع مرکز جرم بدن، بهبود شاخص کلی تعادل بدن و شاخص تعادل قدامی-خلفی در سیستم تعادلی بایودکس، افزایش مدت زمان حفظ تعادل و کاهش تعداد خطا در آزمون بلند کردن پا هنگام بررسی کنترل پاسچر استاتیک و بهبود فاصله دستیابی در آزمون تعادلی ستاره هنگام بررسی کنترل پاسچر دینامیک می‌شود.

نتیجه‌گیری تمرینات تعادلی به مدت ۴ تا ۶ هفته می‌تواند باعث بهبود کنترل پاسچر هم در وضعیت استاتیک و هم در شرایط دینامیک در ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۹ آبان ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۲۰ آذر ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۳۰ آذر ۱۴۰۱

کلید واژه‌ها:

بی‌ثباتی مزمن مچ پا، کنترل

پاسچر، تمرینات تعادلی

*نویسنده مسئول:

کاظم مالمیر

آدرس: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.

تلفن: ۷۷۵۳۳۹۳۹ (۲۱) +۹۸

ایمیل: kalmir@tums.ac.ir

مقدمه

پیچ خوردگی مچ پا یکی از شایع‌ترین آسیب‌هایی می‌باشد که نه تنها در ورزش بلکه در فعالیت‌های روزمره‌ی زندگی نیز اتفاق می‌افتد به صورتی که تخمین زده می‌شود به ازای هر ده هزار نفر در هر روز یک نفر دچار پیچ خوردگی مچ پا می‌شود (۱). شایع‌ترین عامل که فرد را مستعد پیچ خوردگی مچ پا می‌کند سابقه پیچ خوردگی قبلی می‌باشد (۲). گفته می‌شود ۹۵ درصد از تمام پیچ خوردگی‌های مچ پا به شکل پیچ خوردگی خارجی می‌باشد (۱). شایع‌ترین لیگامانی که در این خصوص دچار آسیب می‌شود لیگامان تالوفیبولار قدامی و به دنبال آن لیگامان کالکانتوفیبولار می‌باشد. پیچ خوردگی خارجی مچ پا به طور معمول در اثر سوپینیشن بیش از حد مچ پا هنگام راه رفتن یا پس از پرش و فرود رخ می‌دهد (۳). پیچ خوردگی مزمن مچ پا یکی از عواقب کشیدگی لیگامان‌های مچ پا می‌باشد و این بیماران علائمی مانند حس خالی کردن مچ پا، درد و بی‌ثباتی را گزارش می‌کنند. این علائم می‌تواند ۶ تا ۱۸ ماه پس از آسیب اولیه باقی مانده به طوری که این علائم در ۵۵ تا ۷۲ درصد افراد دیده شده است (۴). پیچ خوردگی‌های مزمن مچ پا خطر ایجاد آرتروز در مچ پا و تغییرات تخریبی مفصلی را افزایش می‌دهد به طوری که تخمین زده می‌شود ۵۵ درصد از افرادی که دچار پیچ خوردگی مچ پا می‌شوند تحت درمان قرار نمی‌گیرند (۳).

عوامل متعددی وجود دارد که می‌تواند فرد را مستعد پیچ خوردگی مزمن مچ پا کند. یکی از اختلالاتی که در میان افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا دیده می‌شود اختلال در کنترل پاسچر می‌باشد (۱). مطالعات متعددی وجود دارد که کنترل پاسچر را در افراد دچار پیچ خوردگی مزمن مچ پا بررسی کرده‌اند (۵-۹). کنترل پاسچر اصطلاحی است که نشان می‌دهد سیستم اعصاب مرکزی چگونه پیام‌های اوران حسی را از مراکز مختلف برای ایجاد یک پاسخ مناسب حرکتی تنظیم می‌کند تا فرد بتواند وضعیت قائم را حفظ کند. کنترل پاسچر ما از دو بخش جهت‌گیری وضعیتی و ثبات وضعیتی تشکیل شده است (۱۰). برای داشتن ثبات وضعیتی باید سه بخش را در نظر داشت. در ابتدا باید وضعیت بدن نسبت به سطح اتکا و جاذبه و وضعیت هر یک از سگمان‌ها نسبت به یکدیگر توسط اطلاعات اوران تعیین شود که این اطلاعات اوران برگرفته از منابع بینایی، شنوایی و حسی-پیکری می‌باشند. دوم اینکه این اطلاعات باید با یکدیگر یکپارچه شده و با توجه به این اطلاعات پاسخ حرکتی لازم داده شود. این پاسخ حرکتی به وسیله عضلات موجود در زنجیره حرکتی اجرا می‌شود که سازمان‌دهی زمانی و مکانی این پاسخ‌ها بسته به نیاز و شرایط محیط می‌باشد. در پایان نیز اجرای دستورات حرکتی به وسیله بافت‌های عصبی-عضلانی می‌باشد (۵).

همانطور که بیان شد افرادی که دچار پیچ خوردگی مزمن مچ پا می‌شوند دچار نقص در سیستم کنترل پاسچر و همچنین دچار نقص در سیستم حس عمقی خود هستند. سیستم حس عمقی یک سیستم ضروری برای حفظ تعادل انسان در طی فعالیت‌های عملکردی از جمله ایستادن، راه رفتن و دویدن می‌باشد (۱۱، ۱۲). تمرینات تعادلی و هماهنگی یکی از رایج‌ترین مداخلات در پیشگیری و درمان افراد دچار پیچ خوردگی مچ پا می‌باشد (۱۳). فریمن در سال ۱۹۶۵ بیان کرد که تمرینات تعادلی و هماهنگی باعث کاهش نقص سیستم حس عمقی افراد دچار پیچ خوردگی مچ پا می‌شود (۱۴، ۱۵). تمرینات تعادلی یک جز اصلی و رایج در درمان کلینیکی بیماران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا با نقص در سیستم کنترل پاسچر می‌باشد. تمرینات تعادلی را می‌توان به عنوان تمریناتی در نظر گرفت که بر آگاهی از وضعیت بدن با حفظ مرکز ثقل در داخل سطح اتکا تأکید دارند (۱۶). مطالعات کارآزمایی بالینی متعددی اثر تمرینات تعادلی را بر کنترل پاسچر بیماران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بررسی کرده‌اند. برخی از این مطالعات تعادل استاتیک و برخی تعادل دینامیک را مورد بررسی قرار داده‌اند. لی و همکاران در سال ۲۰۰۸ تأثیر دوازده هفته تمرین‌درمانی را به وسیله سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا بر ثبات پاسچر استاتیک و حس بازسازی وضعیت مچ پا در افرادی که دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به صورت یک طرفه بودند، بررسی نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد سطح جابه‌جایی مرکز فشار در این افراد در حالت چشم باز و بسته به

طور چشمگیری پس از انجام ۱۲ هفته تمرین درمانی به وسیله سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا کاهش پیدا کرد (۱۱). کروز-دباز و همکاران در سال ۲۰۱۵ تأثیرات ۶ هفته تمرینات تعادلی را بر تعادل دینامیک بیماران دچار پیچ خوردگی بررسی نمودند. در این مطالعه از آزمون تعادلی ستاره برای بررسی وضعیت تعادل دینامیک استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد تفاوت در فاصله دست‌یابی در آزمون تعادلی ستاره بین گروه آزمایش و کنترل وجود دارد (۱). ورتمن^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۳ یک مطالعه مروری را با هدف بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر ثبات وضعیتی افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بررسی نمودند و نتیجه آن نشان داد که ۴ تا ۶ هفته تمرینات تعادلی منجر به بهبود تعادل استاتیک و دینامیک افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌شود اما در این مطالعه علاوه بر تمرینات تعادلی، تمرینات حس عمقی و تمرینات هماهنگی در معیارهای ورود قرار داده شده بود و اثر این تمرینات بر افراد مختلف سنجیده شده بود (۱۶). همچنین مولا-کازانووا^۲ و همکاران در سال ۲۰۲۱ یک مطالعه مروری را با هدف بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر عملکرد، بی‌ثباتی مچ پا و تعادل دینامیک افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بررسی نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد تمرینات تعادلی باعث بهبود کنترل پاسچر دینامیک افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌شود. در مطالعه مولا-کازانووا^۲ و همکاران در سال ۲۰۲۱ همانند مطالعه ورتمن و همکاران در سال ۲۰۱۳ اثر تمرینات تعادلی بر روی طیف مختلفی از افراد سنجیده شد (۱۷). اما در این پژوهش بر خلاف پژوهش‌های گذشته اثر تمرینات تعادلی به تنهایی بر کنترل پاسچر در وضعیت استاتیک و دینامیک در جمعیت افراد ورزشکار بررسی شده است. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی مطالعات انجام شده برای ارائه یک نمای جامع از تأثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌باشد.

روش شناسی

این مطالعه بر اساس رهنمون‌های Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) انجام گرفت (۱۸). کلیه مراحل جستجو و بررسی مطالعات توسط دو پژوهشگر به صورت مستقل (م.پ و ک.م) انجام گرفت. هر جا تناقض در گزارش‌ها و یافته‌ها وجود داشت، پژوهشگر سوم (خ.ا) وارد می‌شد و با مباحثه جمع‌بندی نهایی حاصل می‌شد. از پایگاه‌های داده PubMed، Cochrane، Scopus و PEDro برای استخراج داده‌ها استفاده شد. علاوه بر آن، جستجوی دستی از طریق Google Scholar هم انجام شد تا مطالعاتی که در پایگاه‌های فوق به هر دلیل شناسایی نشده بودند هم یافت شوند. جست و جو در میان مطالعات با کلید واژه‌ها و مفاهیم کنترل پاسچر، نوسان پاسچر، ثبات پاسچر، تمرینات تعادلی، بی‌ثباتی/کشیدگی مزمن مچ پا و بی‌ثباتی/کشیدگی عملکردی مچ پا تا ماه آوریل سال ۲۰۲۲ انجام شد. معیارهای ورود کلیه مطالعاتی را شامل می‌شد که به زبان انگلیسی بودند، متن کامل مطالعات موجود بود، افراد مورد بررسی ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا با معیارهای تشخیص بر اساس International Ankle Consortium بودند (۱۹). این مطالعات می‌بایست کارآزمایی بالینی کنترل شده بوده و حداقل یکی از متغیرهای کنترل پاسچر را مورد بررسی قرار داده بودند. معیارهای خروج شامل مطالعاتی بود که به زبانی غیر از زبان انگلیسی نوشته شده بودند، افراد مورد بررسی دچار پیچ خوردگی حاد مچ پا بودند، یا افراد مورد مطالعه ورزشکار نبودند. مطالعات همایش‌ها، سمینارها، مطالعات مروری و نامه به سردبیر وارد مطالعه نشدند. همچنین مطالعات بر اساس مقیاس PEDro از لحاظ کیفی ارزیابی شدند (جدول ۲). مقیاس PEDro یک مقیاس ۱۱ امتیازی می‌باشد که شامل واجد شرایط بودن^۳

1. Wortmann
2. Mollà-Casanova
1. Eligibility

تصادفی‌سازی؛ پنهان‌سازی توالی؛ مقایسه معیارهای پایه؛ کورسازی بیمار؛ کورسازی درمانگر؛ کورسازی معاینه‌گر؛ پیگیری کافی؛ آنالیز به قصد درمان؛ ارائه آمارهای بین گروهی؛ داده‌های نقطه‌ای و پراکندگی می‌باشد. به هر آیتم در صورت کسب امتیاز عدد یک و در صورت عدم کسب امتیاز عدد صفر تعلق می‌گیرد و مجموع امتیازها در نهایت گزارش می‌شود. آیتم اول که مربوط به واجد شرایط بودن است، در نمره‌دهی لحاظ نمی‌شود (۲۰). بر اساس مقیاس PEDro مطالعات با امتیاز صفر تا ۳ مطالعات با کیفیت ضعیف، مطالعات با امتیاز ۴ تا ۵ مطالعات با کیفیت متوسط، مطالعات با امتیاز ۶ تا ۸ مطالعات با کیفیت خوب و مطالعات با امتیاز ۹ تا ۱۰ مطالعات با کیفیت عالی می‌باشند (۲۱).

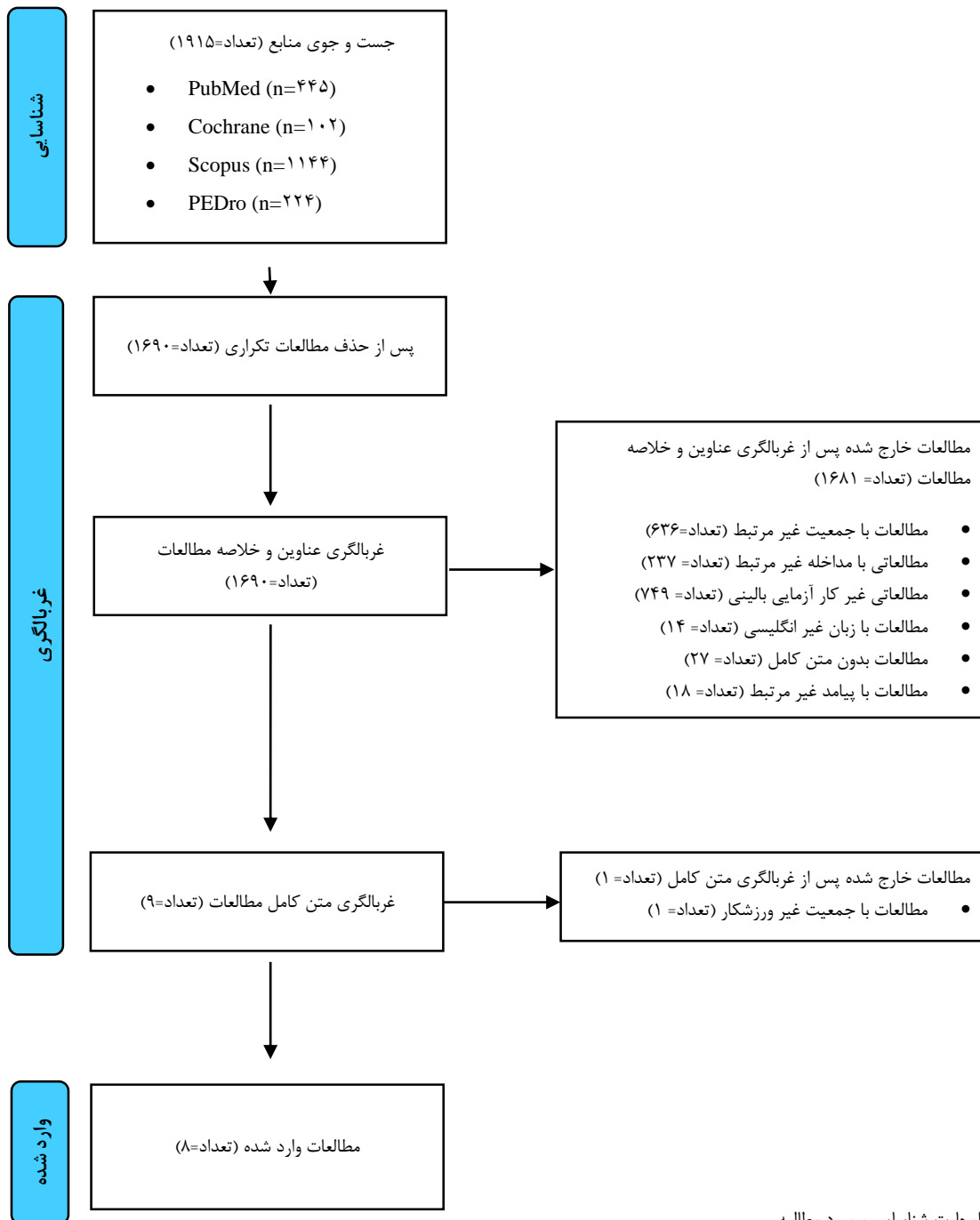
نتایج

در جست و جوی اولیه بر اساس کلیدواژه‌های ذکر شده ۱۹۱۵ مطالعه شناسایی شد. پس از حذف موارد تکراری ۱۶۹۰ مطالعه بر اساس معیارهای ورود و خروج، عناوین و خلاصه آن‌ها بررسی شد. در نهایت ۹ مطالعه انتخاب شد و پس از بررسی کامل متن مطالعات، ۸ مطالعه وارد شدند (شکل ۱). اطلاعات استخراج شده از مطالعات وارد شده بر اساس توصیه‌های ارایه شده در Cochrane Handbook for Systematic Reviews of (۲۲) در جدول ۱ به صورت خلاصه ارائه شده است. همچنین ارزیابی کیفیت مطالعات توسط مقیاس PEDro انجام شد. کیفیت مطالعات وارد شده، توسط دو پژوهشگر (م.پ و ک.م) به صورت مستقل ارزیابی شد. در صورت وجود تناقض در نمره‌دهی، پژوهشگر سوم (خ.ا) وارد می‌شد و با مباحثه نمره نهایی درج می‌شد. بر اساس ارزیابی کیفیت مطالعات بر اساس مقیاس PEDro یک مطالعه دارای کیفیت ضعیف (۲۳)، چهار مطالعه دارای کیفیت متوسط (۲۴-۲۷) و سه مطالعه دارای کیفیت خوب بودند (۱، ۲۸، ۲۹). میانگین نمرات مطالعات وارد شده در این پژوهش $1/29 \pm 5/25$ بود. نتایج ارزیابی کیفیت مطالعات وارد شده در جدول ۲ ارائه شده است.

مطالعات وارد شده در این پژوهش مطالعات کارآزمایی بالینی کنترل شده تا سال ۲۰۲۲ بودند. افراد شرکت‌کننده در این مطالعات، ورزشکاران دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بودند. افراد شرکت‌کننده در اکثر این مطالعات دارای سابقه‌ی حداقل یک پیچ خوردگی خارجی در مچ پا، احساس خالی کردن در مچ و حد نصاب نمره لازم در پرسشنامه‌ی ابزار بی‌ثباتی مچ کامبرلند (کیت) یا ابزار ارزیابی عملکرد مچ پا بودند. دامنه سنی افراد شرکت‌کننده در این مطالعات ۱۶ تا ۳۲ سال بود (میانگین سن $21/17 \pm 3/88$). تعداد افراد شرکت‌کننده در این مطالعات در مجموع ۳۲۵ نفر بود که ۴۴ درصد آن را مردان و ۵۶ درصد آن را زنان تشکیل داده بودند. بر اساس اطلاعات بدست آمده از مطالعات تعداد افراد شرکت‌کننده در گروه مداخله ۲۰۰ نفر بود که ۴۳ درصد آن را مردان و ۵۷ درصد آن را زنان با میانگین سنی $22/05 \pm 4/94$ سال تشکیل داده بودند. تعداد افراد شرکت‌کننده در گروه کنترل ۱۲۵ نفر بود که ۴۶ درصد آن

2. Random allocation
3. Concealed allocation
4. similarity at baseline
5. Patient blinding
6. Therapist blinding
7. Assessor blinding
8. Follow up >85%
9. Intention to treat
10. Between-group statistical comparison
11. Point and variability measures
12. Cumberland ankle instability tool
13. Ankle joint functional assessment tool

را مردان و ۵۴ درصد آن را زنان با میانگین سنی $21/4 \pm 19/22$ سال تشکیل داده بودند (جدول ۱). تمام مطالعات وارد شده در این پژوهش از تمرینات تعادلی به عنوان مداخله اصلی استفاده کرده بودند. یک مطالعه از تمرینات تعادلی مینی ترامپولین و دورا دیسک به مدت ۶ هفته، ۳ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۲۳). یک مطالعه از تمرینات تعادلی وابل بورد با و بدون ارتعاش به مدت ۶ هفته، ۲ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۲۴).



شکل ۱. فلوچارت شناسایی و ورود مطالعه

یک مطالعه از تمرینات تعادلی متفاوت شامل foam roller، Mini trampoline، Bosu، Dynair، Exercise mat و Resistance band و Ankle disk به مدت ۶ هفته، ۳ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۱). دو مطالعه از سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا به مدت ۴ هفته، ۳ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۲۶، ۲۸). یک مطالعه از تمرینات تعادلی Bosu با و بدون ارتعاش به مدت ۶ هفته، ۳ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۲۹). یک مطالعه از تمرینات تعادلی بوسیله یک توپ تعادلی در مقابل تمرینات بوسیله ارتعاش کلی بدن به مدت ۶ هفته، ۳ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۲۵). یک مطالعه از تمرینات تعادلی مینی و ابل بورد با و بدون کینزیوتیپ به مدت ۶ هفته، ۳ جلسه درمانی در هفته استفاده کرده بود (۲۷). مطالعات وارد شده در این پژوهش حداقل یکی از متغیرهای وابسته به اندازه گیری کنترل پاسچر را یا به صورت استاتیک یا به صورت دینامیک بررسی کرده بودند. در مطالعات وارد شده، کنترل پاسچر استاتیک توسط نوسان پاسچر و توزیع مرکز جرم بدن بوسیله صفحه نیرو، آزمون‌های عملکردی مدت زمان حفظ تعادل، آزمون بلند کردن پا، سیستم تعادلی بایودکس و کنترل پاسچر دینامیک توسط آزمون تعادلی ستاره بررسی شده بود. بر اساس مطالعات وارد شده شش مطالعه به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر استاتیک ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته بودند. یک مطالعه با کیفیت ضعیف با بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی مینی ترامپولین و دورا دیسک بر نوسان پاسچر نشان داد تمرینات تعادلی مینی ترامپولین و دورا دیسک هر یک به تنهایی باعث کاهش نوسان پاسچر می‌شود (۲۳). یک مطالعه با کیفیت متوسط با بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی و ابل بورد با و بدون ارتعاش بر توزیع مرکز جرم بدن نشان داد تمرینات تعادلی و ابل بورد با ارتعاش باعث کاهش توزیع مرکز جرم بدن می‌شود (۲۴). یک مطالعه با کیفیت متوسط با بررسی ۶ هفته تمرینات تعادلی با و بدون کینزیوتیپ بر سیستم تعادلی بایودکس نشان داد تمرینات تعادلی باعث بهبود شاخص کلی تعادل بدن می‌شود اما تمرینات تعادلی به همراه کینزیوتیپ اثر بهتری دارد (۲۷). دو مطالعه با کیفیت متوسط تا خوب با بررسی ۴ هفته تمرینات تعادلی سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا بر آزمون‌های عملکردی مدت زمان حفظ تعادل و آزمون بلند کردن پا نشان داد تمرینات تعادلی سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا باعث افزایش مدت زمان حفظ تعادل و کاهش تعداد خطا در آزمون بلند کردن پا می‌شود (۲۶، ۲۸). یک مطالعه با کیفیت خوب با بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی Bosu با و بدون ارتعاش بر سیستم تعادلی بایودکس نشان داد تمرینات تعادلی Bosu به همراه ارتعاش باعث بهبود شاخص تعادلی کلی بدن و شاخص تعادل قدامی- خلفی می‌شود (۲۹). شش مطالعه به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر دینامیک ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته است. یک مطالعه با کیفیت متوسط با بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی و ابل بورد با و بدون ارتعاش بر آزمون تعادلی ستاره در جهات قدامی، خلفی- داخلی و خلفی- خارجی نشان داد تمرینات تعادلی و ابل بورد به همراه ارتعاش باعث بهبود فاصله دستیابی در جهات قدامی و خلفی- خارجی می‌شود (۲۴). یک مطالعه با کیفیت خوب با بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی متفاوت شامل foam roller، Mini trampoline، Bosu، Dynair، Exercise mat و Resistance band و Ankle disk بر آزمون تعادلی ستاره در جهات قدامی، خلفی داخلی، خلفی- خارجی نشان داد تمرینات تعادلی متفاوت باعث بهبود فاصله دستیابی در هر ۳ جهت می‌شود (۱). دو مطالعه با کیفیت متوسط تا خوب با بررسی تأثیر ۴ هفته تمرینات تعادلی سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا بر آزمون تعادلی ستاره در جهات قدامی، قدامی- داخلی، داخلی، داخلی- خلفی، داخلی- خلفی، خارجی نشان داد تمرینات تعادلی سیستم پلتفرم بیومکانیکی مچ پا باعث بهبود فاصله دستیابی قدامی- داخلی، داخلی، داخلی و خلفی- خارجی می‌شود (۲۶، ۲۸). یک مطالعه با کیفیت خوب با بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی Bosu با و بدون ارتعاش بر آزمون تعادلی ستاره در

1. Time in balance test
2. Foot lift test

جهت قدامی، قدامی-داخلی، داخلی، خلفی-داخلی، خلفی-خارجی و نمره ترکیبی^۱ نشان داد تمرینات تعادلی Bous با ارتعاش باعث بهبود فاصله دستیابی در جهات داخلی، خلفی-داخلی، خلفی-خارجی و نمره ترکیبی و تمرینات تعادلی Bosu به تنهایی باعث بهبود فاصله دستیابی در جهات داخلی، خلفی-داخلی، خلفی-خارجی و نمره ترکیبی می‌شود (۲۹). یک مطالعه با کیفیت متوسط با بررسی تاثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی به وسیله یک توپ تعادلی در مقابل تمرینات به وسیله ارتعاش کلی بدن بر آزمون تعادلی ستاره در جهات قدامی، قدامی-داخلی، داخلی، خارجی، داخلی، خارجی، خلفی، خلفی-داخلی، خلفی-خارجی و نمره ترکیبی نشان داد تمرینات تعادلی باعث بهبود فاصله دستیابی در تمام جهات و نمره ترکیبی می‌شود (۲۵).

بحث

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد تمرینات تعادلی می‌تواند باعث بهبود کنترل پاسچر استاتیک و دینامیک در ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا شود. در این پژوهش شش مطالعه به بررسی تاثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر استاتیک ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته بودند که این مطالعات بر اساس مقیاس PEDro کیفیت ضعیف تا خوبی داشتند ($1 \pm 2.9/5$ = میانگین نمره مقیاس PEDro). در این پژوهش در دو مطالعه با کیفیت متوسط تا خوب دیده شد زمانی که تمرینات تعادلی همراه با ارتعاش استفاده می‌شود بهبود کنترل پاسچر استاتیک اتفاق می‌افتد (۲۴، ۲۹). نویسندگان این مطالعات معتقد بودند ارتعاش منجر به افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلات و افزایش تحریک‌پذیری موتور نوروں های آلفا و گاما می‌شود که خود منجر به کاهش زمان واکنش عضلات ثبات دهنده مچ پا و کاهش آستانه به کارگیری واحدهای حرکتی می‌شود (۲۹) اما بر اساس نتایج موجود در این مطالعات به نظر نمی‌رسد اضافه کردن ارتعاش به تمرینات تعادلی مزایای بیشتری نسبت به زمانی که تمرینات تعادلی به تنهایی انجام می‌گیرد داشته باشد (۲۴، ۲۹). علاوه بر آن با توجه به این موضوع که تمرینات انجام شده در این مطالعات بر سطوح بی‌ثبات انجام گرفته است این موضوع باعث می‌شود عضلات اندام تحتانی تحت استرس قرار گرفته و مستلزم آن باشند که افراد تعادل خود را هنگام ایستادن بر سطوح بی‌ثبات حفظ کند. این استرس های وارد شده به احتمال زیاد بیمار را قادر می‌سازد که نوسان پاسچر خود را با تغییر الگوی اصلاح یا افزایش توانایی بیمار برای جبران با روشی دقیق تر سریع تر سازد. این تغییرات حائز اهمیت می‌باشد زیرا به بیمار اجازه می‌دهد تا تعادل خود را برای مدت زمان بیشتری حفظ کند و هر گونه نوسان پاسچر را به شیوه مؤثرتری اصلاح کند (۲۶). در این پژوهش شش مطالعه به بررسی تاثیر تمرینات تعادلی بر کنترل پاسچر دینامیک ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته است که این مطالعات بر اساس مقیاس PEDro کیفیت متوسط تا خوبی داشتند ($1/1 \pm 5/66$ = میانگین نمره مقیاس PEDro). در این مطالعات اثر تمرینات تعادلی بر روی آزمون تعادلی ستاره سنجیده شد. آزمون تعادلی ستاره یک آزمون ساده، پایا، کم هزینه می‌باشد. این آزمون توانایی نشان دادن نقص در فاصله دستیابی را هم به صورت بین گروهی هم به صورت درون گروهی در افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارد (۳۰). بر اساس مطالعات وارد شده در این پژوهش دیده شد تمرینات تعادلی دارای اندازه اثر کوچک تا بزرگ بر روی آزمون تعادلی ستاره می‌باشد. نتایج این مطالعات نشان داد افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا دچار بهبود در فاصله دستیابی در آزمون تعادلی ستاره می‌شوند. این تغییرات به بیماران اجازه ی عملکرد بهتر در هنگام فعالیت های ایستاده بر روی یک پا در عملکرد هایی با جز رساندن در صفحات مختلف، به خصوص در هنگام انجام فعالیت های ورزشی می‌دهد (۲۸).

3. Composite score

جدول ۱. خلاصه مشخصات مطالعات وارد شده، افراد شرکت کننده، مداخلات، پیامدهای اصلی و نتایج

نویسندگان	طرح مطالعه	ویژگی شرکت کنندگان				نتایج
		تعداد؛ سن (سال)؛ جنسیت (مرد/زن)؛	سطح فعالیت	مداخله اصلی		
				گروه مداخله	گروه کنترل	
کیدل ^۱ (۲۰۰۷) (۲۳)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۱۳ گزارش نشده	۷ گزارش نشده	دورا دیسک	افراد به فعالیت روزمره خود می پرداختند.	در هر دو گروه میزان نوسان مرکز فشار کاهش یافت. دو گروه تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند.
				مینی ترامپولین	افراد به فعالیت روزمره خود می پرداختند.	
کلاک (۲۰۱۳) (۲۴)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۲۲ ۲۲/۴۵±۰/۲۵	۱۱ ۲۳/۱±۱/۱	وابل بورد و ارتعاش	افراد به فعالیت روزمره خود می پرداختند.	افراد گروه تمرینات وابل بورد و ارتعاش نسبت به تمرینات وابل بورد به تنهایی دچار کاهش توزیع مرکز جرم، بهبود نمره آزمون تعادلی ستاره و آزمون پرش سه گانه با یک پا شدند.
				فوتبالیست های نیمه حرفه ای با بی ثباتی عملکردی میچ پا	افراد به فعالیت روزمره خود می پرداختند.	
کروز-دیزا (۲۰۱۵) (۱)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۳۵ ۳۱/۸۹±۱۰/۵	۳۵ ۲۸/۸۳±۷/۹۱	تمرینات تعادلی	افراد تمرینات قدرتی رایج خود را انجام میدادند.	افراد گروه تمرینات تعادلی دچار بهبود در نمره پرسشنامه کیت و آزمون تعادلی ستاره شد. تغییر در شدت درد ایجاد نشد.
				ورزشکاران با بی ثباتی مزمن میچ پا	افراد تمرینات قدرتی رایج خود را انجام میدادند.	
کین ^۲ (۲۰۱۷) (۲۶)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۱۱ ۱۶/۴۵±۰/۹۳	۱۱ ۱۶/۵۵±۱/۳۹	تمرینات تعادلی سیستم پلتفرم بیومکانیکی میچ پا	افراد هیچ گونه مداخله ای دریافت نکردند	افراد گروه تمرینات تعادلی دچار افزایش مدت زمان حفظ تعادل، کاهش تعداد خطا در آزمون بلند کردن پا، کاهش مدت زمان آزمون پرش طرفی و بهبود فاصله دستیابی در آزمون تعادلی ستاره شدند.
				ورزشکاران دبیرستانی با بی ثباتی مزمن میچ پا	افراد هیچ گونه مداخله ای دریافت نکردند	
سیرا-گوزمان ^۳ (۲۰۱۸) (۲۹)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۳۳ ۲۲/۱±۰/۳	۱۷ ۲۳/۶±۳/۴	تمرینات تعادلی Bosu و ارتعاش	افراد به فعالیت روزمره خود می پرداختند.	افراد گروه تمرینات تعادلی با ارتعاش دچار بهبود شاخص ثباتی کلی و شاخص ثبات قدامی-خلفی در سطح ۸ در سیستم تعادلی بایودکس شدند.
				تمرینات تعادلی Bosu	افراد به فعالیت روزمره خود می پرداختند.	

1. Kidgell
2. Cain
3. Sierra-Guzmán

کارآزمایی کین (۲۰۲۰) (۲۸)	۳۲ بالینی تصادفی	۱۱ ۱۶/۳۴ ± ۰/۳۴ ۱۶/۴۵ ± ۱/۰۴ ۷/۴	ورزشکاران نوجوان با بی‌ثباتی مزن مچ پا	تمرینات تعادلی سیستم پلنفرم بیومکانیکی مچ پا تمرینات مقاومتی ترکیب تمرینات تعادلی سیستم پلنفرم بیومکانیکی مچ پا و مقاومتی	افراد هیچ گونه مداخله ای دریافت نکردند	مدت زمان حفظ تعادل آزمون بلند کردن پا آزمون پرش طرفی آزمون تعادلی ستاره آزمون پرش به شکل ۸ پرسشنامه فام ^۱ پرسشنامه کیت	افراد گروه‌های مداخله دچار افزایش مدت زمان حفظ تعادل، کاهش تعداد خطا در آزمون بلند کردن پا، مدت زمان پرش طرفی، بهبود در آزمون پرش به شکل ۸ و بهبود نمره‌های پرسشنامه فام و کیت شدند.
چانگ (۲۰۲۱) (۲۵)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۲۱ ۲۱/۲۳ ± ۱/۴۷ ۲۱/۰	ورزشکاران با بی‌ثباتی مزن مچ پا (بسکتبال، والیبال)	تمرینات ارتعاش کلی بدن تمرینات توپ تعادلی	افراد هیچ گونه مداخله ای دریافت نکردند	آزمون تعادلی ستاره حس وضعیت مفصل قدرت ایزوکینتیک	افراد گروه‌های مداخله دچار بهبودی در فاصله دستیابی در آزمون تعادلی ستاره، حس بازسازی فعال مجدد وضعیت مفصل و بهبود قدرت انقباض کاستریک و ایستریک عضلات اینورتور با سرعت ۳۰ درجه بر ثانیه در آزمون قدرت ایزوکینتیک شدند.
خلیلی (۲۰۲۲) (۲۷)	کارآزمایی بالینی تصادفی	۱۲ ۲۵/۶ ± ۲/۵ ۱۲/۰	ورزشکاران با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا (والیبال، هندبال، بسکتبال)	تمرینات تعادلی و ابل بورد به همراه کینزیوتیپ	تمرینات تعادلی و ابل بورد	سیستم تعادلی بایودکس نمره پرسشنامه کیت	افراد گروه‌های مداخله و کنترل دچار بهبودی در نمره پرسشنامه کیت و کاهش امتیاز سیستم تعادلی بایودکس (بهبود تعادل) شدند. همچنین افراد گروه مداخله دچار بهبودی بیشتری نسبت به افراد گروه تعادل شدند

1. Foot and Ankle Ability measure

جدول ۲. نتایج ارزیابی کیفی مطالعات بر اساس مقیاس PEDro

مطالعه	تصادفی سازی	پنهان سازی توالی	مقایسه معیارهای پایه	کورسازی بیمار	کورسازی درمانگر	کورسازی معاینه‌گر	پیگیری کافی (>۸۵%)	آلایز به قصد درمان	ارایه آمارها بین گروهی	پراکنندگی	داده‌های نقطه ای و	نمره کلی
کیدل (۲۰۰۷) (۲۳)	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	۳/۱۰
کلاک (۲۰۱۳) (۲۴)	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	۵/۱۰
کروز-دیز (۲۰۱۵) (۱)	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	۷/۱۰
کین (۲۰۱۷) (۲۶)	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	۴/۱۰
سیرا-گوزمان (۲۰۱۸) (۲۹)	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	۶/۱۰
کین (۲۰۲۰) (۲۸)	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	۷/۱۰
چانگ (۲۰۲۱) (۲۵)	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	۵/۱۰
خلیلی (۲۰۲۲) (۲۷)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	۵/۱۰

علامت " " به معنای عدم وجود شرایط و علامت " † " به معنای وجود شرایط می‌باشد

تمرینات استفاده شده در این مطالعات به طور کامل بر یک سطح بی‌ثبات انجام می‌گرفت. فرض می‌شود تمرین بر سطوح بی‌ثبات احتمالاً باعث بهبود قدرت عضلات تیبیالیس قدامی و پرونتوس لانگوس می‌شود که این عامل باعث بهبود عملکرد گیرنده‌های مکانیکی اندام تحتانی می‌شود. همچنین انجام تمرین بر سطوح بی‌ثبات خود اثر مثبتی بر تعادل در سطوح ثابت دارد زیرا زنجیره عضلات هنگام ایستادن بر سطوح بی‌ثبات مجبور به کار بیشتری می‌باشند به همین دلیل هنگام ایستاده بر سطوح ثابت اجازه ثبات آسان تری به فرد می‌دهند (۲۶). به طور کلی به نظر می‌رسد تمرینات تعادلی به دلیل ماهیت زنجیره بسته بودن آن از طریق بهبود داده‌های ورودی و خروجی سیستم حسی- حرکتی از طریق تحریک گیرنده‌های مکانیکی عضلات و مفاصل، بهبود کنترل مرکز جرم، افزایش فعالیت گاما موتونورون‌ها، بهبود فعالیت عضلات و هم‌انقباضی عضلات آگونیست و آنتاگونیست باعث بهبود کنترل پاسچر و تعادل فرد می‌شود (۱،۳۱). با توجه به این نکته که تمرینات استفاده شده و روش اجرا در مطالعات بررسی شده همگن نبوده اند و سوگیری احتمالی در اجرای (کورسازی درمانگر و آزمودنی) مطالعات براساس نمره آن‌ها در مقیاس پدرو، بهتر است تفسیر نتایج باید با احتیاط صورت گیرد. به هر حال می‌توان پیشنهاد کرد که استفاده از ۴ تا ۶ هفته تمرینات تعادلی به منظور بهبود تعادل استاتیک و دینامیک ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌تواند در درمان کلینیکی ایشان مؤثر واقع شود. همچنین پیشنهاد می‌شود به دلیل ایجاد عدم تطابق در پیام‌های آوران ناشی از تکرار یک وضعیت (۳۲) در تمرینات تعادلی از تمریناتی استفاده شود که قابلیت پیشرفت داشته باشند یا این تمرینات همراه با واقعیت مجازی انجام بگیرد که قابلیت تعمیم‌پذیری به شرایط مختلف را داشته باشد. محدودیت‌های این مطالعه مروری عبارت است از، تمامی پایگاه‌های داده برای بررسی مطالعات موجود استفاده نشده است. همچنین در این پژوهش تنها از مطالعات با زبان انگلیسی استفاده شد و مطالعات با سایر زبان‌ها وارد نشد که می‌تواند باعث ایجاد Publication bias شود اما با این وجود مطالعاتی وجود دارند که به این موضوع اشاره دارند مطالعات با زبان غیرانگلیسی معمولاً دارای کیفیت پایین می‌باشند و این موضوع ممکن است باعث سوگیری در روند مرور مطالعات شود (۳۳).

نتیجه گیری نهایی

بر اساس مطالعه مروری حاضر کیفیت مطالعات وارد شده در این پژوهش متوسط بوده است ($PEDro = 5/25 \pm 1/29$) و بر اساس آن می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات تعادلی می‌تواند باعث بهبود کنترل پاسچر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا چه در وضعیت استاتیک و چه در وضعیت دینامیک شود اما نتایج مطالعات وارد شده مشخص نکرده است که کدام تمرین در چه مدت زمانی و با چه میزان می‌تواند بهترین نتیجه را در بهبود این افراد داشته باشد به همین دلیل پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به بررسی این موضوع بپردازد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع مروری است و مستقیماً از هیچ انسانی یا حیوانی در آن استفاده نشده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان های دولتی، خصوصی و غیر انتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Cruz-Diaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Contreras FH, Martínez-Amat A. Effects of 6 weeks of balance training on chronic ankle instability in athletes: a randomized controlled trial. *International journal of sports medicine*. 2015;36(09):754-60. [DOI:10.1055/s-0034-1398645] [PMID]
2. McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba ET, Bennett BC, Hertel JA. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine & science in sports & exercise*. 2008;40(10):1810-9. [DOI:10.1249/MSS.0b013e31817e0f92] [PMID]
3. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of athletic training*. 2002;37(4):364.

4. Mettler A, Chinn L, Saliba SA, McKeon PO, Hertel J. Balance training and center-of-pressure location in participants with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*. 2015;50(4):343-9. [DOI:10.4085/1062-6050-49.3.94] [PMID] [PMCID]
5. Riemann BL. Is there a link between chronic ankle instability and postural instability? *Journal of athletic training*. 2002;37(4):386.
6. Fereydounnia S, Shadmehr A, Moghadam BA, Moghadam ST, Mir SM, Salemi S, Pourkazemi F. Comparison of distal versus proximal-distal kinesio taping effects on gait initiation profile in athletes with functional ankle instability. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ)*. 2019;9(2). [DOI:10.32098/mltj.02.2019.14]
7. Wikstrom EA, Fournier KA, McKeon PO. Postural control differs between those with and without chronic ankle instability. *Gait & posture*. 2010;32(1):82-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.03.015] [PMID]
8. Terada M, Beard M, Carey S, Pfile K, Pietrosimone B, Rullestad E, Whitaker H, Gribble P. Nonlinear dynamic measures for evaluating postural control in individuals with and without chronic ankle instability. *Motor Control*. 2019;23(2):243-61. [DOI:10.1123/mc.2017-0001] [PMID]
9. Fereydounnia S, Shadmehr A, Moghadam ST, Olyaei G, Jalaie S, Tahmasebi A. Muscle timing in injured and non-injured leg of athletes with chronic ankle instability in response to a visual stimulus during forward jumping. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2016;20(1):3-9. [DOI:10.1016/j.jbmt.2015.01.006] [PMID]
10. Kędziołek J, Błażkiewicz M. Nonlinear measures to evaluate upright postural stability: A systematic review. *Entropy*. 2020;22(12):1357. [DOI:10.3390/e22121357] [PMID] [PMCID]
11. Lee AJ, Lin WH. Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clinical biomechanics*. 2008;23(8):1065-72. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2008.04.013] [PMID]
12. Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, Cauraugh JH. Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009;41(6):1287-95. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318196cbc6] [PMID]
13. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *Journal of athletic training*. 2008;43(3):305-15. [DOI:10.4085/1062-6050-43.3.305] [PMID] [PMCID]
14. Freeman MA. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 1965;47(4):669-77. [DOI:10.1302/0301-620X.47B4.669]
15. Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 1965;47(4):678-85. [DOI:10.1302/0301-620X.47B4.678]
16. Wortmann MA, Docherty CL. Effect of balance training on postural stability in subjects with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation*. 2013;22(2):143-9. [DOI:10.1123/jsr.22.2.143] [PMID]
17. Mollà-Casanova S, Inglés M, Serra-Añó P. Effects of balance training on functionality, ankle instability, and dynamic balance outcomes in people with chronic ankle instability: systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2021;35(12):1694-709. [DOI:10.1177/02692155211022009] [PMID]
18. Subirana M, Solá I, Garcia JM, Gich I, Urrútia G. A nursing qualitative systematic review required MEDLINE and CINAHL for study identification. *Journal of clinical epidemiology*. 2005;58(1):20-5. [DOI:10.1016/j.jclinepi.2004.06.001] [PMID]

19. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fouchet F, Fong D, Hertel J, Hiller C, Kaminski T, McKeon P. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2013;43(8):585-91. [[DOI:10.2519/jospt.2013.0303](https://doi.org/10.2519/jospt.2013.0303)] [[PMID](#)]
20. De Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2009;55(2):129-33. [[DOI:10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1)] [[PMID](#)]
21. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of physiotherapy*. 2019;66(1):59-59. [[DOI:10.1016/j.jphys.2019.08.005](https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005)] [[PMID](#)]
22. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA, editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. John Wiley & Sons; 2019. [[DOI:10.1002/9781119536604](https://doi.org/10.1002/9781119536604)]
23. Kidgell DJ, Horvath DM, Jackson BM, Seymour PJ. Effect of six weeks of dura disc and mini-trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability. *Journal of strength and conditioning research*. 2007;21(2):466. [[DOI:10.1519/R-18945.1](https://doi.org/10.1519/R-18945.1)] [[PMID](#)]
24. Cloak R, Nevill A, Day S, Wyon M. Six-week combined vibration and wobble board training on balance and stability in footballers with functional ankle instability. *Clinical journal of sport medicine*. 2013;23(5):384-91. [[DOI:10.1097/JSM.0b013e318291d22d](https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318291d22d)] [[PMID](#)]
25. Chang WD, Chen S, Tsou YA. Effects of whole-body vibration and balance training on female athletes with chronic ankle instability. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(11):2380. [[DOI:10.3390/jcm10112380](https://doi.org/10.3390/jcm10112380)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
26. Cain MS, Garceau SW, Linens SW. Effects of a 4-week biomechanical ankle platform system protocol on balance in high school athletes with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation*. 2017;26(1):1-7. [[DOI:10.1123/jsr.2015-0045](https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0045)] [[PMID](#)]
27. Khalili SM, Barati AH, Oliveira R, Nobari H. Effect of Combined Balance Exercises and Kinesio Taping on Balance, Postural Stability, and Severity of Ankle Instability in Female Athletes with Functional Ankle Instability. *Life*. 2022;12(2):178. [[DOI:10.3390/life12020178](https://doi.org/10.3390/life12020178)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
28. Cain MS, Ban RJ, Chen YP, Geil MD, Goerger BM, Linens SW. Four-week ankle-rehabilitation programs in adolescent athletes with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*. 2020;55(8):801-10. [[DOI:10.4085/1062-6050-41-19](https://doi.org/10.4085/1062-6050-41-19)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
29. Sierra-Guzmán R, Jiménez-Díaz F, Ramírez C, Esteban P, Abián-Vicén J. Whole-body-vibration training and balance in recreational athletes with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*. 2018;53(4):355-63. [[DOI:10.4085/1062-6050-547-16](https://doi.org/10.4085/1062-6050-547-16)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
30. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*. 2002;37(4):501.
31. 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](https://doi.org/10.3390/ijerph17103665)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
32. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*. 1995;3(4):193-214. [[DOI:10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)]

33. Egger M, Juni P, Bartlett C, Holenstein F, Sterne J. How important are comprehensive literature searches and the assessment of trial quality in systematic reviews? Empirical study. *Health technol assess.* 2003;7(1):1-76. [[DOI:10.3310/hta7010](https://doi.org/10.3310/hta7010)] [[PMID](#)]