

Review Paper

Evaluation of the Rate of Anterior Cruciate Ligament Injury in Basketball Players and Appropriate Training Patterns to Prevent Non-contact Injury



*Sahar Farokhi¹ , Mohammad Ali Soleymanfallah¹ , Mohammad Yousefi²

1. Department of Sport biomechanics, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.



Citation Farokhi S, Soleymanfallah MA, Yousefi M. [Evaluation of the Rate of Anterior Cruciate Ligament Injury in Basketball Players and Appropriate Training Patterns to Prevent Non-contact Injury (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 10(6):1110-1123. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.10>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.10>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ABSTRACT

Background and Aims The most essential and common sports injury in the lower limb in many sports fields is the injury of the anterior cruciate ligament (ACL). Knowledge in this field and appropriate exercise programs can help prevent this injury for all athletes and coaches. The present research aims to investigate the prevalence of this injury in different sports fields and the results of various training programs in reducing the risk of injury to ACL.

Methods The current review was conducted using international information resources, Scopus, Taylor and Francis, ProQuest, Emerald Insight, ScienceDirect, Springer, Web of knowledge, and internal information resources including Magiran, Civilica, SID, and Iran Medex were applied. The research date range was defined between 2000 to 2020. In international articles, keywords such as Single-leg Landing, Landing, Injury, Knee injury, Drop-landing, Training, Exercise, ACL, and in domestic papers, keywords such as ACL, Knee Injury, Single-leg Landing, Jump, Land, and Training program were considered. According to the exclusion criteria, only 42 articles were selected and examined out of 220.

Results Women with this injury are more affected at all skill levels, so at the professional skill level, women were affected up to 5 times more than men, and at the amateur level, the infection rate is about 3 to 4 times higher. The highest incidence is related to women professional basketball players with a speed of 5.5 per 1000 athletes training, and the lowest is among amateur male athletes with a rate of 0.02 with the same criteria. Of the articles reviewed in the appropriate injury prevention training program, 32% examined the effect of neuromuscular training, 18% combined training, 26% strength training, and 24% central core stability training. With 80% effectiveness, core stability training seems to be the most effective injury prevention program.

Conclusion Considering the rate of this injury and the impact of this injury on treatment costs, the duration of returning to exercise, and creating the ground for other injuries, a comprehensive review of exercises effective in preventing this injury for athletes and coaches it's important. This is especially important for professional female basketball players due to the incidence rate. The central core stability training program had the most practical effect among the training programs. The combined training program had the least impact according to different criteria for assessing and preventing injury.

Keywords ACL Injury, Exercise program, Knee joint

Article Info:

Received: 25 Apr 2020

Accepted: 07 Oct 2020

Available Online: 21 Jan 2022

*** Corresponding Author:**

Sahar Farokhi

Address: Department of Sport biomechanics, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Tel: +98 (922) 4915473

E-Mail: sahar.farokhi@outlook.com

Extended Abstract

Introduction

Musculoskeletal injuries are a common occurrence at all levels of exercise. There are many sports injuries among emergency documents, most of which have been seen in people aged 5-24. These numbers are reliable statistics, although the actual number of sports injuries may be related to chronic injuries that have not been reported or have not been completely treated. Research shows that more than 50% of all sports injuries occur in the lower limbs, and knee injuries, in particular, are widespread.

Two of the most common lower limb injuries are anterior cruciate ligament (ACL). The ACL is a knee ligament that provides stability and prevents abnormal joint movement. This acute pelvic injury is caused by excessive loads generated by contact and non-contact mechanisms. Annually, ACL injuries are estimated to be between 80,000 and 250,000, costing more than \$ 2 billion. In many epidemiological studies, the rate of ACL injury in basketball and sports such as football and hockey is at the top of the number of injuries among various sports.

Since basketball is a sport in which players are highly exposed to cruciate ligament injury due to the significant pressure on the knee and the need to run, jump, and cut movements. Many injuries, especially knee injuries, occur during single-leg movements because the forces and movements of the trunk and lower limbs are more significant during single-leg movements. Since jumping is one of the essential skills of many sports, it can be decisive in sports competitions, and the need for comprehensive information about its characteristics in all areas is felt. Today, biomechanics is the way for coaches and athletes to present and modify sports patterns.

Materials and Methods

This review study was conducted by reviewing library studies. Articles were obtained from searches in reputable databases, including [Scopus](#), Taylor and Francis, [ProQuest](#), Emerald Insight, [ScienceDirect](#), [Springer](#), Web of knowledge, and internal information resources including [Magiran](#), [Civilica](#), [Scientific Information Database \(SID\)](#), and [IranMedex](#). Search for keywords such as Basketball Knee Injury, Single-Leg Landing, Landing, Injury Exercise, Training, ACL Drop-landing in international articles and keywords ACL injury, Knee injury, One-leg Landing, Jump, Landing, and Training Program used in

domestic articles. The selected articles were articles indexed from 2000 to 2020 for international articles and articles indexed from 2000 to 2020 in national papers. National and international articles were published in journals relevant and authoritative related to sports science, where access to the full text of the article was possible.

The research area of the articles were knee injury prevention exercises, ACL injury, jump and landing, and the prevalence of ACL injury. Exclusion criteria were articles with the community, characteristics or small or uncertain sample size, articles that the training method was not well defined, articles that focused on physical or mental disabilities, and similar articles in the section on effective training patterns Excluded from research. A total of 220 articles were reviewed for this study, and 42 papers were evaluated.

Results

The research findings are presented regarding injury rate and ACL injury prevention programs. Regarding the rate of non-contact ACL injury, the results showed that women with this injury are significantly more affected than men at all skill levels. Hence, women suffer up to 5 times more than men with professional skills. They became infected, and at the non-professional level, the infection rate is about 3 to 4 times higher. The highest incidence is related to women professional basketball players, with a rate of 5.5 per 1000 athletes training. The lowest is related to non-professional male athletes with a rate of 0.02 with the same criteria. Out of the total number of articles reviewed in the appropriate injury prevention training program field, 32% examined the effect of neuromuscular training, 18% combined training, 26% strength training, and 24% central core stability training. The core stability training with 80% effectiveness seems to be the most effective injury prevention training program.

Discussion

The research results show the frequency of ACL injury in basketball athletes. The rate of this injury in professional and non-professional athletes is higher in women than men. The frequency of this injury was highest in professional female athletes and lowest in non-professional male basketball players. The high injury rate, the high cost of treatment, long return time, long-term chronic effects, and other injuries require special attention for programs to prevent this injury. One of the ways to prevent injury is to prepare a program to reduce the risk of injury, so several studies have been done in this field. The most common preventive training programs are neuromuscular

training, strength training, central core stability, and hybrid. Due to the frequency of reported effective changes and comprehensive effects on kinetic and kinematic elements, core stability exercises have significantly improved biomechanical properties effective in preventing damage in the short term. Most researchers believe that increasing the training period from short to long may affect the biomechanical properties of the lower extremities. On the other hand, due to the high number of reports of the ineffectiveness of combined exercises in reducing the risk of this injury, it seems that a Non-hybrid training program had more effective in reducing the risk of ACL injury. The hybrid training requires more research to achieve the desired result.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This article is a review article and has no human or animal examples. No ethical considerations are taken into account.

Funding

This article is a review article and has not received any funding from government, private or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.



مقاله مروری

بررسی نرخ ابتلا به آسیب رباط متقاطع قدامی در رشته بسکتبال و الگوهای تمرین مناسب برای پیشگیری از نوع غیر تماسی آسیب

* سحر فرخی^۱، محمدعلی سلیمان فلاح^۱، محمد یوسفی^۲

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.



Citation Farokhi S, Soleymanfalah MA, Yousefi M. [Evaluation of the Rate of Anterior Cruciate Ligament Injury in Basketball Players and Appropriate Training Patterns to Prevent Non-contact Injury (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 10(6):1110-1123. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.10>

doi <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.10>

چکیده



مقدمه و اهداف امروزه از مهم‌ترین و پر تکرارترین آسیب‌های ورزشی اندام تحتانی در بسیاری از رشته‌های ورزشی آسیب رباط صلیبی قدامی است که دانش در این زمینه و برنامه‌های تمرینی مناسب برای جلوگیری از این آسیب می‌تواند برای تمام ورزشکاران و مربیان راهگشا باشد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی شیوع این آسیب در رشته بسکتبال و بررسی نتایج حاصل از برنامه‌های تمرینی متفاوت در کاهش ریسک ابتلا به آسیب رباط صلیبی قدامی می‌باشد.

مواد و روش‌ها در این مطالعه مروری با استفاده از منابع اطلاعاتی بین‌المللی ساینس دایرکت، امرالد اینسایت، پروکویست، تیلور اند فرانسس، اسکوپوس، وب آو نالچ، اسپرینگر و همچنین منابع اطلاعاتی داخلی مگ ایران، سیویلیکا، پایگاه جهاد دانشگاهی، ایرانمدکس صورت گرفت. بازه زمانی این پژوهش بین سال‌ها ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ تعیین شد. در جستجوی مقالات کلیدواژه‌های آسیب رباط متقاطع قدامی، آسیب زانو، فرود تک پا، پرش، فرود، برنامه تمرینی در مقالات داخلی مورد توجه قرار گرفت. با توجه به معیارهای خروج مقاله‌ها از مجموع ۲۲۰ مقاله مرتبط یافت شده ۴۲ مقاله انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها ابتلای زنان با این آسیب به‌طور معناداری در تمام سطوح مهارت بیشتر است، به‌طوری که در سطح مهارت حرفه‌ای، زنان، ۵ برابر بیشتر از مردان به این آسیب مبتلا شدند و در سطح غیر حرفه‌ای نیز نرخ ابتلا حدود ۳ تا ۴ برابر بیشتر است. بیشترین میزان ابتلا مربوط به زنان بسکتبالیست حرفه‌ای با نرخ ۵/۵ در هر ۱۰۰۰ ورزشکار-تمرین و کمترین مربوط به ورزشکاران مرد غیر حرفه‌ای با نرخ ۰/۰۲ با همان معیار است. از مجموع مقالات بررسی شده در حیطه برنامه تمرینی مناسب پیشگیری از آسیب، ۳۲ درصد مقالات به بررسی تأثیر تمرینات عصبی-عضلاتی، ۱۸ درصد تمرینات ترکیبی، ۲۶ درصد تمرینات قدرتی و ۲۴ درصد تمرینات ثبات هسته مرکزی پرداختند. به نظر می‌رسد تمرینات ثبات هسته مرکزی با ۸۰ درصد تأثیرگذاری، مؤثرترین برنامه تمرین پیشگیرانه آسیب است.

نتیجه‌گیری با توجه به نرخ ابتلای به این آسیب و میزان تأثیر این آسیب در هزینه‌های درمان، طول مدت بازگشت به ورزش و ایجاد زمینه برای سایر آسیب‌ها، بررسی جامع در مورد تمرینات مؤثر بر پیشگیری از این آسیب دارای اهمیت باشد. این موضوع برای بسکتبالیست‌های زن حرفه‌ای دارای اهمیت بیشتری است. در بین برنامه‌های تمرینی، برنامه تمرینی ثبات هسته مرکزی بیشترین تأثیرگذاری مؤثر و برنامه تمرینی ترکیبی کمترین تأثیر را با توجه به معیارهای مختلف بررسی آسیب در پیشگیری از این آسیب داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها مفصل زانو، آسیب رباط متقاطع قدامی، برنامه تمرینی

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۰۶ اردیبهشت ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۶ مهر ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۰

* نویسنده مسئول:

سحر فرخی

نشانی: کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۴۹۱۵۴۷۳ (۹۲۲) ۰۹۸

رایانامه: sahar.farokhi@outlook.com

مقدمه

آسیب‌های ورزشی نه تنها سلامت بازیکنان را تهدید می‌کند، بلکه باعث هدر رفتن سالانه میلیون‌ها یورو^۱ از منابع مالی می‌شود. زیان درمانی ناشی از صدمات ورزشی در رشته فوتبال در سال ۱۹۹۹-۲۰۰۰ در کشور انگلستان ۱۲۵ میلیون یورو یعنی به‌طور میانگین ۱/۴ میلیون یورو در هر تیم گزارش شده است. در گزارش دیگری نیز زیان‌های ناشی از آسیب در هر سال حدود ۱ میلیارد پوند^۲ تخمین زده شده است. با این حال، هر روزه به‌شمار افرادی که فعالیت ورزشی را به‌عنوان حرفه خود انتخاب کرده‌اند، افزوده می‌شود. بنابراین، هزینه‌های مربوطه افزایش می‌یابد. بدین ترتیب، جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی، اتخاذ تدابیر پیشگیرانه برای پیشگیری از بروز آسیب‌ها امری ضروری است [۱].

به اعتقاد اکائر^۳، بیش از ۵۰ درصد از تمام آسیب‌های ورزشی در اندام تحتانی به‌ویژه زانو رخ می‌دهد. دو مورد از شایع‌ترین آسیب‌های اندام تحتانی عبارت‌اند از: آسیب رباط متقاطع قدامی^۴ و درد پاتلوفمورال^۵. رباط متقاطع قدامی در ثبات زانو در مقابل نیروهای برشی و حرکات ناخواسته مفصل زانو نقش حیاتی دارد. سالانه بین هشتاد تا دویست و پنجاه هزار مورد گزارش شده است و هزینه آن بیش از ۲ میلیارد دلار برآورد می‌شود [۲]. آسیب ناشی از رباط صلیبی قدامی یکی از مرسوم‌ترین آسیب‌های ورزشی است که به‌جز دوره درمان طولانی که شامل عمل جراحی و دوره نقاهت طولانی است، ممکن است منجر به بروز مصدومیت‌های ثانویه از جمله آستئوریت و پارگی مینسک^۶ شود [۳]. آسیب لیگامان صلیبی قدامی با دو مکانیسم برخوردی و غیر برخوردی رخ می‌دهد. آسیب برخوردی شامل یک نیروی خارجی است که وضعیت زانو را تغییر می‌دهد و موجب اعمال استرس بر رباط صلیبی قدامی می‌شود. آسیب‌های غیر برخوردی غالباً در حین فعالیت‌هایی که با کاهش سریع شتاب مفصل همراه است مثل فرود از پرش یا در حین اجرای حرکت کاتینگ رخ می‌دهند. ۸۰ درصد آسیب‌ها، رباط صلیبی قدامی ناشی از مکانیسم غیر برخوردی است [۴]. فرود تک پا فشار زیادی به مفصل پا وارد می‌کند. ضربه اولیه در ابتدا از طریق مفصل مچ پا و بافت اطراف آن جذب می‌شود. تأثیر نیروی این ضربه بیش از ۲/۵ تا ۵ برابر وزن بدن است. مفصل مچ پا از طریق عضلات، جذب شوک را انجام می‌دهد. به‌طور کلی فلکسورهای^۷ مچ و کف پا ۳۰ تا ۵۰ درصد از جذب شوک در هنگام فرود را به عهده می‌گیرند. بنابراین، جذب شوک نامناسب از طریق مفصل مچ پا می‌تواند

نیروی اعمالی را در مفاصل پروگزیمال^۸ افزایش دهد. این فرآیند می‌تواند احتمال آسیب مفصل زانو را به‌ویژه مینسک و رباط متقاطع قدامی را افزایش دهد. زاویه مچ پا بر نیروی عکس‌العمل سطح و محدوده حرکت مچ پا تأثیر می‌گذارد و احتمال آسیب به اندام تحتانی در هنگام فرود را افزایش می‌دهد [۵-۸]. در بسیاری از پژوهش‌های اپیدمیولوژیکی نرخ آسیب رباط متقاطع قدامی در رشته بسکتبال به همراه ورزش‌هایی نظیر فوتبال و هاکی در صدر تعداد این مصدومیت در میان رشته‌های مختلف ورزشی قرار دارد [۹]. با توجه به اینکه بسکتبال ورزشی است که در آن به دلیل فشار قابل توجه بر روی زانو، نیاز به دویدن، پرش، فرود و حرکات برشی بازیکنان به شدت در معرض آسیب رباط صلیبی قرار دارند [۱۰].

امروزه، علم بیومکانیک به منظور ارائه و اصلاح الگوهای ورزشی، راهگشای مربیان و ورزشکاران است. تاکنون، پژوهش‌های متعددی درباره تأثیر برنامه تمرینی بر روی فاکتورهای بیومکانیکی اندام تحتانی صورت گرفته است. این پژوهش ضمن جمع‌بندی یافته‌های پژوهش‌های پیشین در زمینه طراحی تمرینات مختلف، می‌تواند افزایش حیطه نظری برای ورزشکاران و مربیان برای افزایش بازدهی تمرینات در کاهش آثار منفی حرکات ورزشی مؤثر بر کاهش آسیب رباط صلیبی قدامی راهگشا باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش مروری با بررسی مطالعات کتابخانه‌ای از مقالات مرتبط به موضوع که به‌صورت کمی و کیفی به این موضوع پرداخته‌اند، در سال ۱۳۹۸ انجام شده است. مقالات از جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر از جمله ساینس دایرکت^{۱۱}، امرالد اینسایت^{۱۰}، پروکست^{۱۱}، اسکوپوس^{۱۲}، تیلور فرانسیس^{۱۳}، وب آو نالچ^{۱۴} و اسپرینگر^{۱۵} برای مقالات بین‌المللی و مگ ایران^{۱۶}، سیویلیکا^{۱۷}، پایگاه جهاد دانشگاهی^{۱۸}، ایرانمدکس^{۱۹} به دست آمده‌اند. در جستجو از کلمات کلیدی مانند آسیب رباط متقاطع قدامی، آسیب زانو در بسکتبال، فرود تک پا، فرود، تمرینات پیشگیری از آسیب استفاده شده است.

8. Proximal
9. Sciencedirect
10. Emerald insight
11. Proquest
12. Scapus
13. Taylor and Francis
14. Web of knowledge
15. Springer
16. Magiran
17. Civilica
18. Scientific Information Databases
19. IranMedex

1. Euro
2. Pound
3. O'Conner
4. Anterior cruciate ligament
5. Patellofemoral pain
6. Meniscus
7. Flexor

معیارهای انتخاب مقالات عبارت بود از: مقالات نمایه شده از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۰ برای مقالات بین‌المللی، مقالات نمایه شده از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ در مقالات ملی، مقالات ملی و بین‌المللی چاپ شده در مجلات مرتبط و معتبر مربوط به علوم ورزشی که دسترسی به متن کامل مقاله مقدور بود. حوزه پژوهشی مقالات استفاده شده عبارت از تمرینات پیشگیری از آسیب زانو، آسیب رباط متقاطع قدامی، وظیفه پرش و فرود و شیوع آسیب رباط متقاطع قدامی می‌باشد. معیارهای خروج مقالات، مقالات با جامعه، ویژگی و حجم نمونه کم و یا نامشخص، مقالاتی که روش و متد تمرینی آن به خوبی مشخص و معین نبود، مقالاتی که بر روی معلولین جسمی یا فکری متمرکز بود. همچنین در بخش بررسی الگوهای تمرینی مؤثر، مقالات مشابه از پژوهش خارج شد. گزینش مقالات پس از مطالعه چکیده و تطبیق آن با معیارهای ورود صورت گرفت و با بررسی روش انجام پژوهش در صورت عدم تعارض با معیارهای خروج مقالات موردپذیرش قرار گرفت. در مجموع، برای این پژوهش ۲۲۰ مقاله موردبررسی قرار گرفت و ۴۲ مقاله مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت.

یافته‌ها

شیوع آسیب

علی‌رغم فواید زیادی که ورزش بسکتبال از جمله سلامتی، افزایش اعتماد به نفس، کنترل وزن و افزایش قدرت برای ورزشکاران دارد، اما شرکت این ورزش می‌تواند منجر به افزایش خطر آسیب شود. چنانکه ۷/۹ درصد آسیب در برابر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض خطر برای دختران و ۷/۱ درصد آسیب در ۱۰۰۰ ورزشکار برای پسران برای ورزشکاران دبیرستانی در این رشته گزارش شده است که از این میزان بین ۲۵ تا ۳۰ درصد آن آسیب رباط صلیبی قدامی است [۱۱]. این آسیب تمام سطوح مهارت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به نحوی که ۱۳/۸ درصد از کل آسیب‌های وارده در مسابقات انجمن ملی بسکتبال^{۲۰} مربوط به این آسیب و بیشترین زمان از دست رفته در اثر آسیب رباط متقاطع قدامی گزارش شده است [۱۰]. در جدول شماره ۱ خلاصه پژوهش‌های انجام شده در مورد نرخ آسیب رباط صلیبی قدامی به تفکیک جنسیت و سطح مهارت آمده است.

برنامه‌های تمرینی مؤثر در پیشگیری از آسیب

آسیب رباط متقاطع قدامی باعث ناتوانی دراز مدت همراه با هزینه‌های بسیار است. حداقل ۷۰ درصد صدمات ناشی از رباط متقاطع قدامی، غیر تماسی است. شواهد نشان می‌دهد شرایط اندام تحتانی در حین انجام فعالیت‌های در معرض خطر مانند دویدن، برش، چرخش یا و فرود می‌تواند یکی از عوامل تأثیرگذار در آسیب رباط متقاطع قدامی باشد. بیشتر آسیب‌های رباط

متقاطع قدامی غیر تماسی طی فعالیت‌های ورزشی شامل فرود تک پا رخ می‌دهد. نظرات گوناگونی برای توضیح مکانیسم‌های آسیب رباط متقاطع قدامی ارائه شده است. برخی از آن‌ها که به عوامل خارجی مثل بریس زانو و کفش‌های ورزشکار و موارد دیگر معطوف است و نظریه‌هایی که به متغیرهای داخلی همچون اندازه‌های آنتروپومتریک، چیدمان، زوایای اندام تحتانی و دیگر موارد توجه دارد. مطالعات بر روی آناتومیک و مقادیر آنتروپومتریک مانند مطالعات بر روی ابعاد اندام‌ها مانند طول ران، لنگش مفصلی و عرض ناحیه بین قشری استخوان ران و عوامل آناتومیک شامل این موارد افزایش زاویه Q^{۲۱} و عوامل کالبد شناسی شامل افزایش زاویه تشکیل‌دهنده بین دو خط خار خارهای قدامی فوقانی به مرکز کشکک و خط وصل‌کننده بین مرکز کشکک و برجستگی درشت نی (زاویه کیو) اندازه و شکل شاخه بین قشر استخوان ران و عوامل بیومکانیکی شامل فعال‌سازی عضلات الگوها و تغییرات در زوایای مفصلی و نیروهای تحمیل شده در اندام تحتانی نشان می‌دهد الگوهای بیومکانیکی و عصبی، عضلانی هستند که نسبت به برنامه آموزش پاسخگو هستند [۲۴]. پیل^{۲۲} و همکاران در سال ۲۰۱۳ با هدف بررسی تأثیر ۴ هفته برنامه تمرینی پایداری هسته مرکزی را بر روی اصلاح ویژگی‌های بیومکانیک اندام تحتانی در سقوط فرود مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش بر روی ۲۳ نفر دانش‌آموز دبیرستانی انجام شد. یافته‌ها نشان داد ویژگی‌های بیومکانیک در هر دو گروه دچار تغییر شد. در گروه تمرین پولیومتریک با کاهش زاویه فلکشن و چرخش زاویه داخل زانو و فلکشن زانو و در گروه تمرینی ثبات مرکزی با کاهش فلکشن زانو و زاویه چرخش داخل زانو نسبت به گروه کنترل مواجه شدند. نتایج نشان داد هر دو برنامه تمرینی منجر به تغییرات مثبت بیومکانیکی به سمت کاهش احتمال آسیب شدند که هر دو برای پیشگیری از آسیب رباط متقاطع قدامی مفید است [۲۵]. پاترنو و همکاران^{۲۳} در سال ۲۰۰۴ درباره تأثیر ۶ هفته تمرینات عصبی عضلانی بر روی پایداری اندام تحتانی ورزشکاران زن و تأثیر آن بر روی آسیب رباط متقاطع قدامی بر روی ۵۳ ورزشکار زن دبیرستانی ۱۳ تا ۱۷ ساله پرداختند. آزمودنی‌ها به مدت شش هفته سه جلسه‌ای به مدت ۹۰ دقیقه و به مدت ۶ هفته در تمرین عصبی عضلانی شرکت کردند. تأثیر این تمرین بر روی تعادل یک طرفه با سیستم بایودکس مورد بررسی قرار گرفت و برای تجزیه و تحلیل از روش واریانس^{۲۴} برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. تمرینات هفته‌های اول و دوم شامل پرش طولی، استیک لندینگ، دراپ باکس، تعادل دو پا، تعادل دو زانو، تمرینات تقویت لگن، لگن و تنه، انقباض شکم و در هفته سوم و چهارم تمرینات پرش تک پا، باکس دراپ، توپ مدیسین، تعادل تک پا، تعادل تک زانو، انقباضی شکم بوسو و در هفته‌های پنج

21. Q angel
22. Pfile l
23. Paretno l
24. ANOVA

20. National Basketball Association (NBA)

جدول ۱. نرخ آسیب رباط متقاطع قدامی ورزشکاران رشته بسکتبال

نرخ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار-تمرین	جنسیت	روش پژوهش/سطح مهارت	جامعه	سن	پژوهشگر و سال انتشار
۰/۴ ۰/۰۸۹	زن مرد	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	مردان و زنان ورزشکار آکادمی نظامی	۱۷-۲۳	گیوین و همکاران [۱۲] ۲۰۰۰
۰/۰۸ ۰/۲۷	مرد زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دانشجویان کالج	۱۸-۲۰	آکل، آرندت، برشادسکی [۱۳] ۲۰۰۵
۰/۰۲ ۰/۲۳	مرد زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دانشجویان کالج	۱۸-۲۰	هوتمن و همکاران [۹] ۲۰۰۷
۰/۰۷ ۰/۲۳	مرد زن	پیمایشی مقطعی/حرفه‌ای	ورزشکاران کشورهای اسکانیدیناوی	۱۸-۲۳	پفیلر و همکاران [۱۴] ۲۰۰۶
۰/۱ ۰/۲۸	زن زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دختران دبیرستانی	۱۴-۱۸	رنستورم و همکاران [۱۵] ۲۰۰۸
۰/۰۹ ۰/۲۳	زن مرد	پیمایشی مقطعی/حرفه‌ای	ورزشکاران حرفه‌ای زن کشور اسلونی	۱۵-۳۲	میهاثا و همکاران [۱۶] ۲۰۰۹
۰/۰۹ ۰/۱	زن زن	پیمایشی مقطعی/حرفه‌ای	ورزشکاران حرفه‌ای زن کشور اسلونی	۱۵-۳۲	واهنیک و همکاران [۱۷] ۲۰۱۱
۰/۰۲۳ ۰/۱	مرد زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دانش آموزان دبیرستانی	۱۴-۱۸	ژوزف و همکاران [۱۸] ۲۰۱۳
۰/۱ ۰/۰۶	مرد زن	پیمایشی مقطعی/حرفه‌ای	بسکتبالیست‌های لیگ انجمن ملی بسکتبال آمریکا ^{۱۰}	۱۸-۳۲	بوسفیلد و همکاران [۱۰] ۲۰۱۴
۰/۰۳۷ ۰/۰۲	مرد مرد	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دانشجویان کالج	۱۸-۲۰	بنینون و همکاران [۱۹] ۲۰۱۴
۰/۰۲ ۰/۰۹	مرد زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دانش آموزان دبیرستانی و کالج	۱۴-۲۰	گورنیزکی و همکاران [۲۰] ۲۰۱۵
۰/۰۲ ۰/۲۲	مرد زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	ورزشکاران دانشگاهی	۱۸-۲۰	آکل، راکوود، کلوسنر [۲۱] ۲۰۱۶
۰/۰۲۱ ۰/۱۵	مرد زن	پیمایشی مقطعی/غیرحرفه‌ای	دانش آموزان دبیرستانی	۱۸-۲۰	تاکاواشی و اوکواکی [۲۲] ۲۰۱۷
۰/۵۵	زن	پیمایشی مقطعی/حرفه‌ای	ورزشکاران لیگ انجمن ملی بسکتبال زنان آمریکا	۲۲-۳۸	بارکر و همکاران [۲۳] ۲۰۲۰

جدول ۲. برنامه‌های تمرینی مؤثر در پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی

نوع تمرین	پژوهشگران، سال انجام پژوهش	مدت زمان انجام تمرین	مورد مطالعه	نتایج تأثیر بر روی پیشگیری از آسیب
عصبی عضلانی	مایر و همکاران [۳۱] ۲۰۰۶	۷ هفته	تعادل، نیروی فرود	حمایت از مؤثر بودن تمرین
	مایر و همکاران [۳۲] ۲۰۰۷	۷ هفته	ممان ابداعش زانو	عدم حمایت از مؤثر بودن تمرین
	براون و همکاران [۳۳] ۲۰۱۴	۶ هفته	کینیتیک و کینماتیک صفحات ساجیتال و فرونتال مفصل لگن و زانو	تأثیر معنادار صرفاً در حرکت فرود دو پا، عدم حمایت کامل از مؤثر بودن آسیب
	تیلور و همکاران [۳۴] ۲۰۱۸	۶ هفته	تجزیه و تحلیل بیومکانیکی سه بعدی پرش دراپ عمودی، صفحات ساجیتال و فرونتال پرش دو پا و تک پا، پیک زاویه چرخش و حرکت مفصل زانو	معناداری قوی تأثیر، حمایت از مؤثر بودن در پیشگیری از آسیب
	ثابت و همکاران [۲۵] ۲۰۱۹	۶ هفته	پیک گشتاور و همچنین زمان رسیدن به حداکثر گشتاور ابداعش و روتور خارجی لگن و عملکرد عضلات فلکسور و اکستنسور زانو	معناداری قوی تأثیر، حمایت از مؤثر بودن در پیشگیری از آسیب
قدرتی	بلک بورن و نورکروس [۳۶] ۲۰۱۴	۶ هفته (هر هفته سه جلسه)	استافنس همسترینگ و ترنسلیشن درشت نی قدامی	عدم حمایت از مؤثر بودن تمرین
	هرینگتون، مونرو، کومفارت [۳۷] ۲۰۱۵	۶ هفته	بررسی ایزومتریک اکستنسور زانو و لگن و عضله ابداعش لگن و زاویه صفحه پروچکشن جلویی زانو.	حمایت از مؤثر بودن تأثیر تمرین
	مک جین [۲۸] ۲۰۰۴	۶ هفته	اندازه‌گیری‌ها کینماتیکی و کینیتیکی با آنالیزور حرکتی سه بعدی و قدرت عضلانی چهارسر ران و همسترینگ	عدم حمایت از مؤثر بودن تمرین
	تروبریج [۳۸] ۲۰۰۴	۶ هفته	داده‌های کینیتیکی و کینماتیکی به‌ویژه متوسط زاویه مفصل، مومنات داخلی مفصل زانو در صفحات ساجیتال و فرونتال و عرضی در فاز خنثی کردن وزن در حرکت هاپ تک پا، دویدن و پرش دراپ	عدم حمایت از مؤثر بودن تمرین
	چکسون [۴۰] ۲۰۱۴	۶ هفته	پیک زاویه والگوس زانو، شتاب تیپال و نیروی عکس‌العمل سطح در حداکثر زاویه والگوس زانو	حمایت از مؤثر بودن تمرین
ثبات هسته مرکزی	آرآنجو، کوهن، هایس [۴۱] ۲۰۱۵	۶ هفته	کینماتیک فرود	حمایت از مؤثر بودن تمرین
	فتاحی و همکاران [۳۶] ۲۰۱۶	۸ هفته	متغیرهای کینیتیکی هنگام فرود با استفاده از آنالیز حرکتی و صفحه نیرو	حمایت از مؤثر بودن تمرین
	کاماچو [۳۲] ۲۰۱۹	۸ هفته	متغیرهای کینیتیکی و کینماتیکی اندام تحتانی حین فرود	عدم حمایت از مؤثر بودن برنامه تمرینی
	دلو لاکنو و همکاران [۳۳] ۲۰۱۶	۶ هفته	قدرت تعادل اندام تحتانی ^{۱۲}	حمایت از مؤثر بودن برنامه تمرینی
ترکیبی	کاتو، اورابا، کاوامورا [۳۴] ۲۰۰۸	۴ هفته (دو بازه دو هفته‌ای)	تجزیه و تحلیل کیماتیک اندام تحتانی با سه دوربین و تحلیل نرم‌افزاری	عدم حمایت از مؤثر بودن برنامه تمرینی خاص طراحی شده شامل تمرینات عمومی به همراه تمرینات تعادلی
	لوپرایس و همکاران [۲۵] ۲۰۱۳	۶ هفته	سینماتیک زانو و باسن در فرود تک پا و دو پا و حد اکثر ارتفاع پرش	عدم حمایت از مؤثر بودن برنامه تمرینی ترکیبی شامل تمرینات پولیومتریک، تعادل و ثبات هسته مرکزی

۵۸۳ نفر در گروه کنترل قرار گرفتند. گروه کنترل تحت تمرینات پیشگیرانه مصدومیت^{۳۴} قرار گرفت. این پروتکل تمرینی شامل تمرینات کششی، قدرتی، پلیومتریک، چابکی بود. این برنامه در کل مدت فصل ادامه یافت. بر اساس یافته‌های این پژوهش میزان آسیب رباط متقاطع گروه آزمودنی ۱/۷ برابر کمتر از گروه کنترل گزارش شد. این عدد برای آسیب رباط متقاطع غیر تماسی به ۳/۳ برابر کمتر می‌رسید. این تفاوت معنادار در مقایسه ورزشکارانی با سابقه آسیب و بدون سابقه آسیب در دو گروه به‌طور معناداری متفاوت بود [۲۹]. مطالعه رحیمی و همکاران در سال ۱۳۹۵ انجام شد و به بررسی تأثیر تمرینات عضلانی، قدرتی و ترکیبی بر نسبت قدرت همسترینگ به چهار سر در زنان بسکتبالیست با رویکرد کاهش ریسک آسیب‌های غیر تماسی اندام تحتانی به‌ویژه رباط متقاطع قدامی پرداختند. در این پژوهش ۴۲ نفر بسکتبالیست زن در سه گروه آزمایش و یک گروه کنترل تقسیم شدند. در هر گروه آزمایش به مدت شش هفته تمرینات قدرتی، تمرینات عضلانی و در گروه سوم در زمان مشابه تمرینات ترکیبی تجویز شد و گروه کنترل بدون هیچ تمرین خاصی به فعالیت‌های رایج خود پرداختند. قدرت عضله همسترینگ به چهارسر توسط دینامومتر ایزوکینیتیک^{۳۵} مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد با وجود اینکه هر سه تمرین بر روی افزایش نسبت قدرت عضلانی مذکور و کاهش ریسک آسیب رباط متقاطع قدامی مؤثر است، اما تنها تمرینات قدرتی تغییرات معناداری ایجاد کرد [۳۰]. در جدول شماره ۲ به سایر پژوهش‌های انجام شده مرتبط اشاره شده است.

بحث

آسیب رباط صلیبی قدامی هم در ورزشکاران زن و هم مرد در تمام سطوح مهارتی رشته بسکتبال گزارش شده است. کمترین میزان آسیب گزارش شده مربوط به ورزشکاران مرد غیر حرفه‌ای کالج و دبیرستان با نرخ حدود ۰/۰۲ از هر ۱۰۰۰ ورزشکار-تمرین [۲۳-۲۰، ۱۷، ۹] و بیشترین آسیب مربوط به ورزشکاران زن لیگ انجمن بسکتبال ملی زنان آمریکا^{۳۶} با نرخ ۰/۵۵ درصد گزارش شده است [۲۵]. آسیب در زنان ورزشکار چه در سطح مهارت حرفه‌ای حدود ۵ برابر مردان در پژوهش‌های مقایسه‌ای گزارش شده است [۲۳، ۱۸، ۱۴]. این تفاوت در سطح مهارتی غیر حرفه‌ای اغلب بین ۳ تا ۴ برابر برآورد شده است [۲۰، ۱۷، ۱۳، ۱۲]، اما این تفاوت حتی تا ۱۱ برابر نیز گزارش شده است [۲۰، ۹]. زنان به دلیل چرخه قاعدگی و افزایش شلی مفصل زانو، بیشتر بودن مقدار هورمون ریلکسیشن که یکی از عوامل مؤثر در بروز آسیب می‌باشد،

و شش کراس‌آور تک پا، باکس دراپ ۱۸۰ درجه مدیسین بال، بوسو شکم وی شکل نشسته صورت گرفت. نتایج تأثیر تمرینات در هر دو طرف راست و چپ بدن و پایداری کل بدن را تأیید کرد [۲۶]. زیبس و همکاران^{۲۵} در سال ۲۰۱۵ با هدف بررسی تأثیر تمرینات مبتنی بر شواهد بر روی ریسک‌های بیومکانیک و عصبی عضلانی آسیب رباط متقاطع قدامی غیر تماسی در بزرگسالان انجام دادند. در این پژوهش ۴۰ نفر از بازیکنان به‌صورت تصادفی به دو گروه کنترل و تمرینات عضلانی تقسیم شدند. گروه عضلانی قبل از تمرینات سه بار در هفته به مدت دوازده دقیقه با برنامه تمرینی مشخص گرم می‌کردند و گروه کنترل به‌صورت نرمال برنامه تمرینی خود را انجام می‌دادند. پس از ۱۲ هفته تمرین ضمن حرکت برشی جانبی با استفاده از الکترومیوگرافی (برق‌ماهیچه‌نگاری یا نوار عصب و عضله)^{۲۶} امپدانس ماهیچه پهن بیرونی و نیم وتری و دو سرانی از ۱۰ میلی ثانیه قبل و تا ۱۰ میلی ثانیه بعد از برخورد مورد بررسی قرار گرفتند. پژوهشگران در این پژوهش به اندازه‌گیری زاویه والگوس پا قبل از برخورد پرداختند. نتیجه نشان داد تمرین مذکور علی‌رغم اینکه در مورد متغیرهای کینیتیک^{۲۷} و کینماتیک^{۲۸} دو گروه تفاوت معناداری را نشان نداد، اما این برنامه تمرینی با تغییر الگوی نیروهای آگونیست^{۲۹} و آنتوگونیست^{۳۰} می‌تواند در کاهش خطر ابتلا به آسیب رباط متقاطع قدامی در ورزشکاران بزرگسال زن مؤثر باشد [۲۷]. سودرمن و همکاران^{۳۱} در سال ۲۰۰۰ در پژوهشی به تأثیر تمرین تخته تعادل بر روی آسیب‌های اندام تحتانی ۲۲۱ زن از سیزده تیم مختلف در لیگ دو و سه بانوان سوئیس پرداختند. ۱۲۱ نفر از هفت تیم به‌صورت تصادفی در گروه تمرین مورد مطالعه و ۱۰۰ نفر اعضای شش تیم در گروه کنترل دسته‌بندی شدند. قبل و بعد از فصل انعطاف عضلانی و بالانس پاسچرال^{۳۲} اندام تحتانی ورزشکاران مورد سنجش قرار گرفت. در طول فصل، ۱۰ تا ۱۵ دقیقه تمرین با صفحه تعادلی به تمرینات رایج ورزشکاران گروه مورد مطالعه اضافه شد. نتایج این آزمایش دور از انتظار بود و برخلاف انتظارات پژوهشگران، این تمرینات در بهترین حالت تأثیری بر روی آسیب‌ها نداشتند. حتی یک نتیجه ناامیدکننده در مورد آسیب رباط متقاطع قدامی ثبت شد و آن این بود که ۴ مورد از ۵ مورد آسیب رباط متقاطع قدامی غیر تماسی در گروه تمرینی رخ داده بود [۲۸]. اما گلجریس^{۳۳} و همکاران در سال ۲۰۰۸ به یک تمرین کنترل شده تصادفی بر روی آسیب غیر تماسی رباط متقاطع قدامی ۱۴۳۵ فوتبالیست زن پرداختند که از این تعداد ۸۵۲ ورزشکار در گروه آزمایش و

25. Zebis
26. Electromyography (EMG)
27. Kinetics
28. Kinematics
29. Agonist
30. Antagonist
31. Soderman
32. Postural balance
33. Gillchrist

34. Pre-exposure prophylaxis (PEP)
35. Isokinetic dynamometer
36. Women's National Basketball Association (WNBA)

برای پیشگیری از آسیب رباط متقاطع قدامی بهره برده‌اند چه پژوهش‌هایی که کینماتیک و کینتیک اندام تحتانی را بررسی کردند، چه پژوهش‌هایی که تعادل اندام تحتانی را مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج مطلوبی در مورد پیشگیری از آسیب گزارش کردند [۴۱-۴۳]. توجه برنامه تمرینی ثبات هسته مرکزی بر روی توازن نسبت به معیار متعادل است. بدین ترتیب، می‌تواند با رفع عدم تقارن و تعادل عضلات اندام تحتانی باعث کاهش پتانسیل ریسک آسیب رباط متقاطع قدامی شود [۴۳] که یافته‌های پژوهش حاضر این موضوع را به‌صورت قوی حمایت می‌نماید. پژوهش‌های انجام شده در تمرینات ترکیبی در هر نوع بررسی فاکتورهای مؤثر بر آسیب نتایج مؤثر معناداری بر روی آسیب گزارش نکردند [۳۱، ۴۵، ۴۷].

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش‌ها نشان دهنده فراوانی آسیب رباط متقاطع قدامی در ورزشکاران رشته ورزشی بسکتبال است که نرخ این آسیب چه در ورزشکاران حرفه‌ای و چه در ورزشکاران غیرحرفه‌ای در زنان بیشتر از مردان گزارش شده است. از پژوهش‌های انجام شده می‌تواند فراوانی این آسیب در ورزشکاران زن حرفه‌ای بیشترین و در مردان بسکتبالیست غیر حرفه‌ای کمترین شیوع را داشته است. نرخ بالای این آسیب در کنار هزینه‌های بالای درمان، زمان بازگشت طولانی، تأثیرات مزمن طولانی مدت، ایجاد مصدومیت‌های دیگر، نیاز به توجه ویژه برای برنامه‌های پیشگیرانه از این آسیب دارد. یکی از راه‌های پیشگیری از آسیب، تهیه برنامه با هدف کاهش ریسک ابتلا به این آسیب است. به همین دلیل پژوهش‌های متعدد در این زمینه صورت گرفته است. تمرینات عضبی عضلانی، قدرتی، ثبات هسته مرکزی و ترکیبی بیشترین فراوانی را در بین برنامه‌های تمرینی پیشگیرانه به خود اختصاص داده است. نوع دیگری از تمرین نیز با رویکرد اصلاح تکنیک‌ها به کمک تصاویر ویدئویی و فید بک نیز انجام شده که با توجه به اهداف پژوهش، در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار نگرفت. با توجه به فراوانی تغییرات مؤثر گزارش شده و تأثیرات جامع بر روی پارامترهای کینتیک و کینماتیک به نظر می‌رسد تمرینات ثبات هسته مرکزی بیشترین تأثیر را در بهبود خواص بیومکانیکی مؤثر بر جلوگیری از آسیب در کوتاه مدت داشته‌اند. بیشتر محققان معتقدند افزایش دوره زمانی تمرین از کوتاه مدت به بلند مدت ممکن است اثر مؤثر بر روی ویژگی‌های بیومکانیکی اندام تحتانی داشته باشد. از طرفی، با توجه تعداد بالای گزارش عدم کارایی تمرینات ترکیبی در کاهش ریسک ابتلا به این آسیب، به نظر می‌رسد برنامه تمرینی جداگانه یا تمرینی به تنهایی نه به‌صورت ترکیبی، تأثیر مؤثرتری در کاهش ریسک ابتلا به آسیب رباط صلیبی قدامی ایفا کند. بنابراین طراحی تمرینات ترکیبی نیازمند انجام پژوهش‌های بیشتری در جهت رسیدن به نتیجه مطلوب می‌باشد.

استروژن^{۳۷} و پروژسترون^{۳۸} ترشح شده که باعث می‌شود رباط متقاطع قدامی در خانم‌ها مستعد نرمی و کشش بیش از اندازه شود، بیشتر از مردان در معرض ریسک ابتلا به آسیب رباط مذکور هستند [۴۶]. به جزء تفاوت‌های هورمونی آناتومی زنان از جمله بزرگتر بودن لگن، بلندتر بودن طول گردن فمورال^{۳۹} ریسک این آسیب در زنان را بیشتر می‌کند [۴۷]. بنابراین، ادبیات پژوهشی از یافته‌های پژوهش حاضر حمایت می‌کند.

در مورد تمرینات پیشگیرانه از این آسیب برنامه پایداری هسته مرکزی، تمرینات عضبی عضلانی، تمرینات قدرتی و تمرینات ترکیبی بیشترین تکرار را در ادبیات پژوهشی به خود اختصاص داده است. به نظر می‌رسد تمرینات عضبی عضلانی تأثیر معناداری در پژوهش‌هایی که بر روی گشتاور وارد بر مفاصل اندام تحتانی خصوصاً ابداکشن مفصل زانو تمرکز داشتند، نتایج تمرین را مطلوب ارزیابی کردند [۳۲، ۳۴، ۳۵]. موقعیت پا در حین فرود می‌تواند بر انتقال نیروها به سمت زنجیره سینتیکی اندام تحتانی بسته تأثیر بگذارد. در نتیجه، احتمال آسیب به رباط متقاطع قدامی را افزایش می‌دهد [۴۸]. از طرفی، چرخش‌های ترکیبی و مجزای اندام تحتانی باعث افزایش فشار به زانو به نسبت موقعیت خنثی می‌شود [۴۹]. لذا ادبیات پژوهشی با یافته‌های پژوهش همخوانی دارد. پژوهش‌های صورت گرفته که تأثیر تمرینات عضبی عضلانی را به‌صورت کلی بر روی کینماتیک و کینتیک اندام تحتانی و نیروی فرد معیار بررسی قرار دادند، نتایج مطلوب معنادار را گزارش نکرده‌اند [۳۱، ۳۳]. ممکن است دلیل این رویداد عدم کفایت زمان برای تأثیرگذاری جامع تمرین بر روی تمامی فاکتورهای بیومکانیکی اندام تحتانی باشد [۳۲].

قدرت عضلانی کافی به همراه فراخوانی عضلانی و زمان‌بندی صحیح از جنبه‌های مهم ثبات زانو هستند [۴]. در پژوهش‌های انجام شده در مورد تمرینات قدرتی در پیشگیری از آسیب پژوهش‌هایی که بر روی ویژگی‌های اندام تحتانی از جمله استفانس^{۴۰} عضلات و زاویه مفاصل بررسی کردند، نتایج تمرین را مؤثر ارزیابی کردند [۳۷، ۴۰] که با مبانی نظری مطابقت دارد. پژوهش‌های انجام شده در مورد تمرینات قدرتی نیز که به بررسی جامع کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی صورت گرفته است، نتایج معناداری را در مورد پیشگیری از آسیب گزارش نکرده‌اند [۳۸، ۳۹]. ممکن است دلیل این موضوع عدم همسانی تأثیرات تمرینات در عضلات اندام تحتانی و عدم افزایش قدرت عضلات در اثر تمرینات به‌صورت همگون و تسلط عضلات باشد که این موضوع خود می‌تواند منجر به تغییر ویژگی‌های کینتیکی و کینماتیکی اندام تحتانی در جهت افزایش ریسک آسیب شود [۵۰]. پژوهش‌هایی که از تمرینات ثبات هسته مرکزی

- 37. Estrogen
- 38. Progesterone
- 39. Femoral
- 40. Stiffness

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله یک مقاله مروری است و هیچ نمونه انسانی و حیوانی ندارد. هیچ ملاحظات اخلاقی در نظر گرفته نشده است.

حامی مالی

این مقاله یک مقاله مروری است و هیچ گونه کمک مالی از سازمانی های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- [1] Keranian F, Daneshmand H, Hematinejad M, Rahnema N. [Study of financial costs of injuries in different organs of Iranian premier league footballers (Persian)]. *Sport Medicine*. 2013; 10:69-87. [\[Link\]](#)
- [2] O'Conner M. The development of the single-leg landing error scoring system (sl-less) for lower extremity movement screening [PhDdissertation]. Milwaukee: The University of Wisconsin-Milwaukee; 2015. [\[Link\]](#)
- [3] Mohammadi H, Ghaeini S. Prevalence of neuromuscular deficiencies associated with non-contact anterior cruciate ligament injury in healthy collegiate student-athletes. *Physical Treatment*. 2019; 9(4):193-202. [\[DOI:10.32598/ptj.9.4.193\]](#)
- [4] Gheidi N, Sadeghi H. [ACL injury prevention programs due to intrinsic and modifiable risk factors in female Athletes (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2014; 3(3):89-108. [\[Link\]](#)
- [5] Lee J, song Y, Shin C. Effect of the sagittal ankle angle at initial contact on energy dissipation in the lower extremity joints during a single-leg landing. *Gait & Posture*. 2018; 62:99-104. [\[DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.03.019\]](#) [\[PMID\]](#)
- [6] Yousefi M, Sadeghi H, Ilbeigi S, Rahimi A, Khaleghi Tazegy M. [Detection of Compensatory Mechanism during Gait in Individuals with Functional Ankle Instability Using Inversion Perturbation (Persian)]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*; 6(4): 240-8. [\[Doi:10.22037/jrm.2018.110751.1505\]](#)
- [7] Yousefi M, Sadeghi H, Ilbeigi S, Ebrahimabadi Z, Kakavand M, Wikstrom E. Center of pressure excursion and muscle activation during gait initiation in individuals with and without chronic ankle instability. *Journal of Biomechanics*. 2020; 108:109904. [\[DOI:10.1016/j.jbiomech.2020.109904\]](#) [\[PMID\]](#)
- [8] Yousefi M, Mehrshad N, Ilbeigi S, Piry H, Rahimi M. Is reflective markers image processing a precise method to diagnose lumbar lordosis and thoracic kyphosis? *World Journal of Sport Sciences*. 2011; 4(4):416-22. [\[Link\]](#)
- [9] Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*. 2007; 42(2):311-19. [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [10] Busfield TB, Kharrazi FD, Starky C, Lombardo SJ, Seegmiller J. Performance outcome of anterior cruciate ligament reconstruction in the National Basketball Association. *The Journal of Arthroscopic and Related Surger*. 2009; 25(8):825-30. [\[DOI:10.1016/j.arthro.2009.02.021\]](#) [\[PMID\]](#)
- [11] Borowski LA, Yard EE, Field SK, Cornstock RD. The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008; 36(12):2328-34. [\[DOI:10.1177/0363546508322893\]](#) [\[PMID\]](#)
- [12] Gwinn DE, Wilckens JH, MacDevitt ER, Ross G, Kao TC. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *The American Journal of Sports Medicine*. 2000; 28(1):98-102. [\[DOI:10.1177/03635465000280012901\]](#) [\[PMID\]](#)
- [13] Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer. *The American Journal of Sports Medicine*. 2005; 33(4):524-30. [\[DOI:10.1177/0363546504269937\]](#) [\[PMID\]](#)
- [14] Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2006; 88:1769-774. [\[DOI:10.2106/jbjs.e.00616\]](#) [\[PMID\]](#)
- [15] Renstorm P, Ijungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: An international olympic committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*. 2008; 42(6):394-412. [\[DOI:10.1136/bjism.2008.048934\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [16] Mihata LC, Beutler AI, Boden BP. Comparing the incidence of ACL injury in collegiate Lacrosse, Soccer, and Basketball player. *The American Journal of Sports Medicine*. 2006; 34(6):899-904. [\[DOI:10.1177/0363546505285582\]](#) [\[PMID\]](#)
- [17] Vauhnik R, Morrissey MC, Rutherford OM, Turk Z, Piliš I, Perme PM. Rate and risk of anterior cruciate ligament injury among sportswomen in Slovenia. *Journal of Athletic Training*. 2011; 46(1):92-8. [\[DOI:10.4085/1062-6050-46.1.92\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [18] Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Cornstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *Journal of Athletic Training*. 2013; 48(6):810-17. [\[DOI:10.4085/1062-6050-48.6.03\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [19] Beynon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, et al. (2014). The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*. 42(8):1806-12. [\[DOI:10.1177/0363546514540862\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [20] Gornitzky AL, Lott A, Yellin JL, Fabricant PD, Lawrence JT, Ganley TJ. Sport-specific yearly risk and incidence of anterior cruciate ligament tears in high school athletes: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016; 44(10):2716-23. [\[DOI:10.1177/0363546515617742\]](#) [\[PMID\]](#)
- [21] Agil J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL injury rates across 15 sports: National collegiate athletic association injury surveillance system data update (2004-2005 through 2012-2013). *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2016; 26(6):518-23. [\[DOI:10.1097/JSM.0000000000000290\]](#) [\[PMID\]](#)
- [22] Dai B, Heinbaugh EM, Ning X, Zhu Q. A resistance band increased internal hip abduction moments and gluteus medius activation during pre-landing and early-landing. *Journal of Biomechanics*. 2014; 47(15):3674-80. [\[DOI:10.1016/j.jbiomech.2014.09.032\]](#) [\[PMID\]](#)
- [23] Barker H, Rizzi A, Athiviraham A. Injury in the womens national basketball association from 2015 to 2019. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2020; 2(3):e213-e17. [\[DOI:10.1016/j.asmr.2020.02.003\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)

- [24] Fatahi F, Ghasemi G, Karimi M, Beyranvand R. The effect of eight weeks of core stability training on the lower extremity joints moment during single-leg drop landing. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2019; 11(1):34-44. [Link]
- [25] Pfile KR, Hart JM, Herman DC, Hertel J, Kerrigan DC, Ingersill CD. Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *Journal of Athletic Training*. 2013; 48(4):450-62. [DOI:10.4085/1062-6050-48.4.06] [PMID] [PMCID]
- [26] Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2004; 34(6):305-17. [DOI:10.2519/jospt.2004.34.6.305] [PMID]
- [27] Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bancke J, Lauridsen HB, et al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: A randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*. 2016; 50(9):552-7. [DOI:10.1136/bjsports-2015-094776] [PMID]
- [28] Soderman K, Werner S, Pietila T, Engstrom B, Alfredson H. Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2000; 8:356-63. [DOI:10.1007/s001670000147] [PMID]
- [29] Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A Randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008; 36(8):1476-83. [DOI:10.1177/0363546508318188] [PMID]
- [30] Rahimi Z, Akuzadeh MH, Nouri R, Rojhani Z. [The effect of neuromuscular, strength and combined trainings on hamstring to quadriceps muscle strength ratio in female basketball player (Persian)]. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2014; 22(95):12-23. [Link]
- [31] Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(1):51-60. [DOI:10.1519/13643.1] [PMID]
- [32] Myer GD, Ford KR, Brent J, Hewett T. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. *Musculoskeletal Disorders*. 2007; 8:39. [DOI:10.1186/1471-2474-8-39] [PMID] [PMCID]
- [33] Brown TN, Palmeri-smith RM, Mclean SG. Comparative adaptations of lower limb biomechanics during unilateral and bilateral landings after different neuromuscular-based ACL injury prevention protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014; 28(10):2859-71. [DOI:10.1519/JSC.0000000000000472] [PMID]
- [34] Taylor JB, Ford KR, Schmitz RJ, Ross SE, Ackeman TA, Shultz SJ. Sport-specific biomechanical responses to an ACL injury prevention program: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*. 2018; 36(21):2492-501. [DOI:10.1080/02640414.2018.1465723] [PMID]
- [35] Sabet S, Letafatkar A, Eftekhari F, Khosrokiani Z, Gokeler A. Trunk and hip control neuromuscular training to target inter limb asymmetry deficits associated with anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*. 2019; 38:71-9. [DOI:10.1016/j.ptsp.2019.04.014] [PMID]
- [36] Blackburn JT, Norcross MF. The effects of isometric and isotonic training on hamstring stiffness and anterior cruciate ligament loading mechanisms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2014; 24(1):98-103. [DOI:10.1016/j.jelekin.2013.10.010] [PMID]
- [37] Herrington L, Munro A, Comfort P. A preliminary study into the effect of jumping-landing training and strength training on frontal plane projection angle. *Manual Therapy*. 2015; 20(5):680-5. [DOI:10.1016/j.math.2015.04.009] [PMID]
- [38] MacGinn PA. Effects of a 6-week strength training program on landing kinematics and kinetics of female collegiate basketball athletes [PhD dissertation]. Lexington: University of Kentucky; 2004. [Link]
- [39] Trowbridge CA. The effects of strength and polymeric training on joint position, joint moments, and joint stiffness at the knee [PhD dissertation]. Provo: University of Brigham; 2004. [Link]
- [40] Jackson K. The effect of an isometric strength training protocol on valgus angle during a drop-jump landing in elite female volleyball players [PhD dissertation]. Windsor: University of Windsor; 2014. [Link]
- [41] Araujo S, Cohen D, Hayat L. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: A pilot study. *Journal of Human Kinetics*. 2015; 45(1):27-37. [DOI:10.1515/hukin-2015-0004] [PMID] [PMCID]
- [42] Camacho A. The effect of novel core stability training program on neuromuscular anterior cruciate ligament risk factor in female collegiate soccer players [PhD dissertation]. Long Beach: University of Long Beach; 2019. [Link]
- [43] Dello Iacono A, Padulo J, Ayalon M. Core stability on lower limb balance strength. *Journal of Sports Sciences*. 2016; 34(7):671-8. [DOI:10.1080/02640414.2015.1068437] [PMID]
- [44] Kato S, Urabe Y, Kawamura K. Alignment control exercise changes lower extremity movement during stop movements in female basketball players. *The Knee*. 2008; 15(4):299-304. [DOI:10.1016/j.knee.2008.04.003] [PMID]
- [45] Leporace G, Praxedes J, Pereira GR, Pinto SM, Chagas D, Metsavaht L, et al. Influence of a preventive training program on lower limb kinematics and vertical jump height of male volleyball athletes. *Physical Therapy in Sport*. 2013; 14(1):35-43. [DOI:10.1016/j.ptsp.2012.02.005] [PMID]
- [46] Gaini A, Ghasemian A. [Women's sports physiology (Persian)]. Tehran: Hatmi & Shoraka; 2016. [Link]
- [47] No author. The female ACL: Why is it more prone to injury. *Journal of Orthopaedics*. 2016; 13(2):A1-A4. [DOI:10.1016/S0972-978X(16)00023-4]
- [48] Peel SA, Thorsen TA, Schneider LG, Weinhandl JT. Effect of foot rotation on acl injury risk variables during drop landing. *Journal of Science Insport and Exercise*. 2020; 2:59-68. [DOI:10.1007/s42978-019-00051-3]

- [49] Bates NA, Nesbit RJ, Shearon JT, Meyer GD, Hewett TE. Knee abduction affects greater magnitude of change in acl and mcl strain than matched internal tibial rotation in vitro. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017; 475(10):2385-96. [DOI:10.1007/s11999-017-5367-9] [PMID] [PMCID]
- [50] Strandberg S, Lindstrom M, Wretling ML, Aspelin P, Shalabi A. Muscle morphometric effect of anterior cruciate ligament injury measures by computer tomography: Aspects on using non-injury leg as control. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2013; 14:150. [DOI:10.1186/1471-2474-14-150] [PMID] [PMCID]