

Review Paper



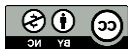
Knee Injuries in Volleyball Players: A Review Report

Sahar Farokhi¹, *Ali Fatahi¹

1. Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.



Citation: Farokhi S, Fatahi A. Knee Injuries in Volleyball Players: A Review Report (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2024;10(2):122-142. <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.10.2.294.6>
 <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.10.2.294.6>



Article Info:

Received: 25 Jan. 2024

Accepted: 9 April 2024

Available Online: 30 August 2024

Keywords:

Volleyball, Sports injuries,
Knee injuries, Injury
prevention

ABSTRACT

Objective Knee injuries, both in terms of severity and frequency, are among the most significant injuries in the sport of volleyball. The objective of this research was to review the relevant literature on knee injuries in volleyball.

Methods This study was a library-based review, examining articles written in Persian and English published between 2000 and 2023. Articles were sourced from reputable domestic and international databases. Out of a total of 769 extracted articles, 104 were selected and thoroughly reviewed based on predefined criteria.

Results The findings indicated that knee injuries are the second most common type of injury in volleyball. Among different age and gender groups, the highest injury rate was observed in semi-professional female volleyball players, with a rate of 7.7 injuries per 1000 athlete-hours. Ligament injuries were the most common type of knee injury reported in volleyball. The primary contributing factor to these injuries was the force applied to the lower limbs, particularly in unfavorable body positions during initial impact. Preventive exercises, including strength training, core stability, neuromuscular, and combined exercises, were recommended in the literature.

Conclusion This study highlights the importance of addressing knee injuries in volleyball, particularly among female athletes. Emphasizing balanced jumping and landing techniques, along with a focus on effective preventive exercises, such as strength training, core stability, and neuromuscular exercises, is recommended based on the relevant research literature.

* Corresponding Author:

Ali Fatahi

Address: Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 5607581

E-mail: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Sports injuries not only threaten the health of players but also lead to the waste of substantial financial resources. However, the number of people choosing sports as their profession is increasing every day, and consequently, the associated costs are also rising. Therefore, to prevent the waste of financial resources, it is essential to implement preventive measures to avoid injuries (1). Over 50 percent of all sports injuries occur in the lower extremities, particularly the knee (2). Volleyball is one of the most popular sports in the world. Like other sports, volleyball involves a risk of injuries, which not only incur financial and time costs but also reduce athletes' performance. Therefore, investigating injuries in this sport is important and necessary. Although volleyball is not a contact sport and generally has a lower risk of injury, it involves repetitive overhead arm movements, as well as frequent jumping and landing, which can lead to both acute and chronic injuries in the upper and lower limbs. In volleyball, more than half of sports injuries occur in the lower limbs, particularly the knee. The most common injury sites for volleyball players include the knees, ankles, toes, and back, with knee injuries being especially significant due to their prevalence, treatment costs, and recovery time. The aim of this study was to review the research literature related to knee injuries in volleyball.

2. Methods

This review research was conducted through a library-based study of articles related to the subject, focusing on both quantitative and qualitative aspects, in the year 1402 (2023). The articles were sourced from reputable domestic and international databases. The criteria for selecting articles included those indexed between 2000 and 2022 for international publications and between 1390 and 1402 for national publications. Only national and international articles published in relevant and reliable sports science journals, with full-text access available, were considered. The exclusion criteria for articles were as follows: studies with small or unclear population characteristics and sample sizes, articles where the research methodology was not clearly defined, and studies that focused on physically or intellectually disabled populations. The selection process involved first reviewing the abstracts and matching them against the inclusion criteria. If the research methodology was well-defined and did not conflict with the exclusion criteria, the articles were accepted for further review. In total, 769 articles were examined for this research, of which 104 were thoroughly evaluated and studied.

3. Results

and age groups. Various types of ligament, joint, and muscle injuries in the knee area are common in volleyball, with some of the most significant injuries detailed below. Patellar Tendinopathy is one of the most prevalent injuries among volleyball players, especially at the elite level. This injury often results in a decreased level of play and can cause long-term interruptions in training and competition. Factors such as training volume and the type of playing surface contribute to the occurrence of patellar tendinopathy. Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury is another common volleyball-related injury, requiring an extended period of treatment and recovery. ACL injuries often lead to long-term disability and incur very high treatment costs. At least 70% of ACL injuries are non-contact, with evidence showing that most non-contact ACL injuries occur during activities involving landing. The differences in biomechanical structure and hormonal characteristics between men and women result in different physical responses to various movement conditions, leading to variations in the prevalence of knee injuries between male and female athletes. Women are more prone to ligament injuries, while men are more susceptible to tendinopathy. Additionally, factors such as muscle strength, proper technique, flexibility, balance, quick reactions, and the biomechanical characteristics of the lower limbs, particularly during landing, contribute to the risk of injury. As noted, multiple factors contribute to knee injuries. These risk factors are generally divided into two broad categories: external and internal. External factors primarily involve environmental risks, while internal factors are further divided into modifiable and non-modifiable physical risks. Researchers have

recommended various training approaches to adjust and improve modifiable internal factors, including strength training, core stability training, neuromuscular training, and combined training (Table 1).

Table1. Research related to injury epidemiology

	Year	Sample	Method	Result
Zwierzchowska et al. (16)	2023	Elite volleyball players	CRT Analyses	24% of all injuries were related to the knee.
Pena et al. (17)	2023	Young female volleyball players	Retrospective description	In general, volleyball was assessed as a low-risk sport with an injury rate of 0.34 per 1000 T/h compared to basketball and football, and 2% of all injuries in this sport were attributed to the knee.
Chandran et al. (18)	2021	Semi-professional female volleyball players	Data mining	The overall injury rate was 6.73 injuries per 1000 exposed athletes, with knee injuries being the most frequent, accounting for 14.6%.
Nesic et al. (19)	2021	Elite female volleyball players	Questionnaire	With an injury rate of 0.89 injuries per player, knee injuries were the most frequently reported in this category, accounting for 20%.
Juhan et al. (20)	2021	Semi-professional female volleyball players	Data mining	A total of 3.5 injuries per 1000 hours of play were reported, with knee injuries being the most frequent, accounting for 16.7%.
Fatahi et al. (3)	2021	Elite male volleyball players	Questionnaire	In total, 0.78 ± 0.98 injuries per 1000 training hours were reported, with knee injuries being the third most common injury in volleyball after finger and wrist injuries, accounting for 21.86%.
Suzuki et al. (21)	2021	Elite young male volleyball players	Descriptive observational study	From a total of 2.05 injuries per 1000 hours of sports activity, knee injuries accounted for 21.87% of all injuries, making it the third most common injury in this group.
Baugh et al. (22)	2018	Semi-professional volleyball players	Data mining	The injury rate was 7.07 for girls and 4.69 for boys per player exposure. Knee injuries were reported as the second most common injury in girls, accounting for 16.3%, and in boys, accounting for 25.5%.
Zachary et al. (23)	2018	High school and college volleyball players	Data mining	The injury rate was 3.81 per 1000 athletes exposed for college athletes and 1.11 per 1000 athletes exposed for high school athletes. Knee injuries were the second most common injury, accounting for 13.6% in college athletes and 10.2% in high school athletes.
Miranda et al. (24)	2015	Junior volleyball players	Data mining	Knee injuries were reported as the second most common injury in girls, accounting for 18%, and in boys, accounting for 17% of all injuries.
Aido et al. (25)	2011	Elite volleyball players	Descriptive observational study	Out of a total of 11.6 injuries per 1000 athlete activity hours reported in volleyball, 27.27% of the injuries were related to the knee.

4. Conclusion

Knee injuries are the second most common type of injury in volleyball and are of particular significance in the research literature due to their long recovery periods and high treatment costs. Research indicates that the prevalence of knee injuries varies across different age and gender groups, with semi-professional

female athletes experiencing the highest injury rate—7.07 per 1,000 athlete-exposure hours. It is important to note that studies within the same population group sometimes yield differing and even contradictory results, which may be attributed to variations in the statistical populations studied and differences in biological and biomechanical characteristics. Regarding the types of knee injuries, ligament injuries, especially ligament strains, are the most common, accounting for 31.5% to 47.3% of all knee injuries in volleyball. Concerning injury mechanisms, while various opinions exist in the literature, there is general agreement on the critical role of jumping and landing movements in injury occurrence. During landing, if the body is not properly positioned to control the forces applied to the lower limbs, excessive stress can enter the knee joint, increasing the risk of injury. In terms of injury prevention, the literature suggests strength training, core stability exercises, neuromuscular training, and combined exercises. Among these, combined exercises are particularly emphasized due to their higher relative frequency in research studies. This study highlights the importance of addressing knee injuries in volleyball, especially among female athletes. It is recommended to focus on proper jumping and landing techniques, as well as on effective preventive exercises, including strength training, as supported by the research literature.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

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

Funding

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

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله مروری

آسیب‌های زانو در والیبالیست‌ها: گزارش مروری

سحر فرخی^۱، *علی فتاحی^۱

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

هدف آسیب زانو چه از نظر میزان تأثیر و چه از نظر فراوانی جزو مهم‌ترین آسیب‌ها در رشته ورزشی والیبالیست است. هدف از پژوهش حاضر مروری بر ادبیات پژوهشی مرتبط با آسیب زانو در رشته والیبالیست بود.

روش‌ها پژوهش حاضر از نوع کتابخانه‌ای و مروری بود که در آن مقالات مرتبط نگارش شده به زبان فارسی و انگلیسی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفت. مقالات از جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر داخلی و بین‌المللی به دست آمده‌اند. از مجموع ۷۶۹ مقاله استخراج شده بر اساس معیارهای خروج، ۱۰۴ مقاله انتخاب و مطالعه شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد که آسیب زانو یکی از دو آسیب شایع در رشته والیبالیست است. در بین گروه‌های مختلف سنی و جنسیتی بیشترین نرخ آسیب مربوط به زنان والیبالیست نیمه حرفه‌ای با نرخ ۷/۰۷٪ از هر ۱۰۰۰ ورزشکار ساعت در معرض اختصاص داشت. آسیب‌های لیگامانی شایع‌ترین نوع آسیب زانو در رشته والیبالیست گزارش شده بود. نیروی اعمالی به اندام تحتانی خصوصاً در شرایط وضعیت نامناسب بدن در برخورد اولیه عامل اصلی بروز این آسیب بود. همچنین در خصوص تمرینات پیشگیرانه از آسیب نیز تمرینات قدرتی، ثبات هسته مرکزی، عصبی عضلانی و ترکیبی در ادبیات پژوهشی پیشنهاد شده بود.

نتیجه‌گیری مطالعه حاضر نشان‌دهنده اهمیت توجه به آسیب‌های زانو در رشته ورزشی والیبالیست خصوصاً در ورزشکاران زن است. توجه به تکنیک پرش و فرود متوازن از یک سو و از سویی دیگر تمرکز بر تمرینات پیشگیرانه مؤثر، از جمله تمرینات قدرتی در ادبیات پژوهشی مرتبط توصیه شده است.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۵ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۱ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۹ شهریور ۱۴۰۳

کلید واژه‌ها:

والیبالیست، آسیب‌های ورزشی، آسیب زانو در والیبالیست، شیوع آسیب‌های والیبالیست

*نویسنده مسئول:

علی فتاحی

آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تلفن: ۵۶۰۷۵۸۱ (۹۱۲) ۰۹۸+

ایمیل: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

مقدمه

آسیب‌های ورزشی نه تنها سلامت بازیکنان را تهدید می‌کند، بلکه باعث هدر رفتن مبالغ هنگفتی از منابع مالی می‌شود. با این حال، هر روزه بیشمار افرادی که فعالیت ورزشی را به عنوان حرفه خود انتخاب کرده‌اند، افزوده شده و به دنبال آن هزینه‌های مربوطه افزایش می‌یابد؛ بنابراین، جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی، اتخاذ تدابیر پیشگیرانه برای پیشگیری از بروز آسیب‌ها امری ضروری است (۱)، بیش از ۵۰ درصد از تمام آسیب‌های ورزشی در اندام تحتانی به‌ویژه زانو رخ می‌دهد (۲). والیبال یکی از ۵ رشته ورزشی محبوب دنیا است. این ورزش یک ورزش تقریباً غیربرخوردی با ریسک آسیب کم محسوب می‌شود اما نیاز به حرکات تکراری دست از بالای سر و پرش و فرودهای مکرر دارد که می‌تواند منجر به آسیب حاد و مزمن در اندام‌های فوقانی و تحتانی شود (۳). نرخ تقریبی آسیب در والیبالست‌های نخبه بین ۲/۴ تا ۳ مصدومیت در ازای هر ۱۰۰۰ ساعت ورزش گزارش شده است (۴). شایع‌ترین محل آسیب‌های در والیبالست‌ها شامل: زانو (۳۰٪) مچ پا (۲۶٪)، انگشتان پا (۲۲٪) و پشت (۱۷٪) است که درصدی از کل آسیب‌ها در این رشته ورزشی را به خود اختصاص داده‌اند. در این میان آسیب‌های از پیچ‌خوردگی و آسیب رباط متقاطع قدامی از آسیب‌های عمده مفصل زانو در رشته ورزشی والیبال هستند (۴، ۵). شیوع آسیب‌های زانو به‌خصوص آسیب رباط متقاطع قدامی در بین زنان در اکثر پژوهش‌های صورت گرفته بیشتر از مردان گزارش شده است. که به نظر می‌رسد محتمل‌ترین دلیل این موضوع تفاوت‌های بیومکانیکی و عصبی-عضلانی در تنه و اندام تحتانی بین زنان نسبت به مردان است (۶).

در خصوص دلایل بروز آسیب زانو در رشته والیبال نظرات متعدد بیان شده است و توافق نظری در این حیطة وجود ندارد. عواملی همچون ناآگاهی برخی ورزشکاران و مربیان از نوع و علل آسیب، عدم آمادگی جسمانی ورزشکاران، ضعف مهارتی و غیره موجب تشدید آسیب و بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر می‌گردد. فرود و پرش‌های زیاد حین اسپک زدن و دفاع روی تور و شیرجه رفتن هنگام توپ‌گیری عقب زمین، همه جزء حرکات پرتکرار با ریسک آسیب‌دیدگی بالا در والیبال به شمار می‌رود (۷). بعضی از پژوهشگران توجه خود را به بیومکانیک اندام تحتانی در حین اجرای تکنیک‌های رشته والیبال از جمله فرود معطوف نمودند. فرود از جمله حرکات ورزشی متداول است که می‌تواند نیرویی به بزرگی ۲ تا ۱۲ برابر وزن بدن ایجاد نماید که این ضربه مکانیکی می‌بایست از طریق سیستم اسکلتی عضلانی تعدیل یابد، افزایش نیروها هنگام فرود و تکرار بارگذاری آن‌ها زمینه را برای آسیب ساختاری بافت نرم اطراف مفصل فراهم می‌سازد (۸). مفاصل مچ پا و زانو که هر دو به‌شدت در فعالیت‌های پرش درگیر هستند، دو مورد از شایع‌ترین محل‌های آسیب در والیبال هستند. در والیبالست‌ها اکستنسور به‌طور مداوم تحت فشار زیاد قرار دارد و محل اتصال تاندون استخوان به‌عنوان ضعیف‌ترین نقطه مستعد آسیب است (۹، ۱۰). برخی محققین نیز به عوامل خارجی مؤثر بر نیرو و گشتاور اعمالی به اندام تحتانی ورزشکاران توجه نمودند. پژوهشگران در این حیطة عواملی شامل سرعت حرکت، ارتفاع فرود، نوع کفش، وزن بدن، موقعیت و سطح فرود و نیز استراتژی حرکتی در بزرگی نیروی وارده به اندام‌ها مؤثر دانستند (۱۱). از سویی، تکانه ایجاد شده در هنگام فرود (در حین تماس پا با زمین) به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به صدمات مختلف در اندام تحتانی، از جمله زانو شود (۱۲). همچنین عواملی چون مقدار نیرو وارده، نرخ بارگذاری، زمان تا تثبیت، زمان تا نیروهای اوج و زمان حداکثر تا حداقل نیرو متغیرها استخراج عواملی می‌تواند بر روی بروز آسیب مؤثر باشد توجه به متغیرهای زمانی و حرکتی باید نظارت شود (۱۳). تعدادی از پژوهشگران نیز به کمیت‌های مرتبط با تکنیک‌های ورزش والیبال در جهت کنترل نیرو و گشتاور اعمالی به اندام تحتانی پرداختند. بازیکنان باید از تکنیک‌های مناسب و پارامترهای مهم مؤثر بر نیروهای وارده آگاه باشند. پیک دوم نیروی عکس‌العمل سطح در راستای عمودی حاصل از فرود مسئول اکثر آسیب‌های والیبال باشد. همبستگی معنی‌دار بین ارتفاع، متغیرهای زمانی و سینتیکی فرود نشان می‌دهد که زمان‌بندی بهینه در فرود منجر به کنترل شوک و کاهش ریسک آسیب می‌شود (۱۴). فرود تک پا پس از اسپک نزدیک به تور، شایع‌ترین علت آسیب‌دیدگی است و اکثر اسپیکرها در زانوی مقابل پای غیر غالب خود آسیب می‌بینند. این نشان می‌دهد که باید

استراتژی‌های پیشگیری با تمرکز بر حرکت آبخار در نظر گرفته شود (۱۵). هدف پژوهش حاضر ارائه گزارش مروری بر آسیب‌های زانو در والیبالیست‌ها و نیز بیان ریسک فاکتورهای بروز این آسیب تبیین شده است. این پژوهش به دنبال آن است که در قالب مطالعه مروری به سؤالات پژوهش پاسخ دهد.

روش شناسی

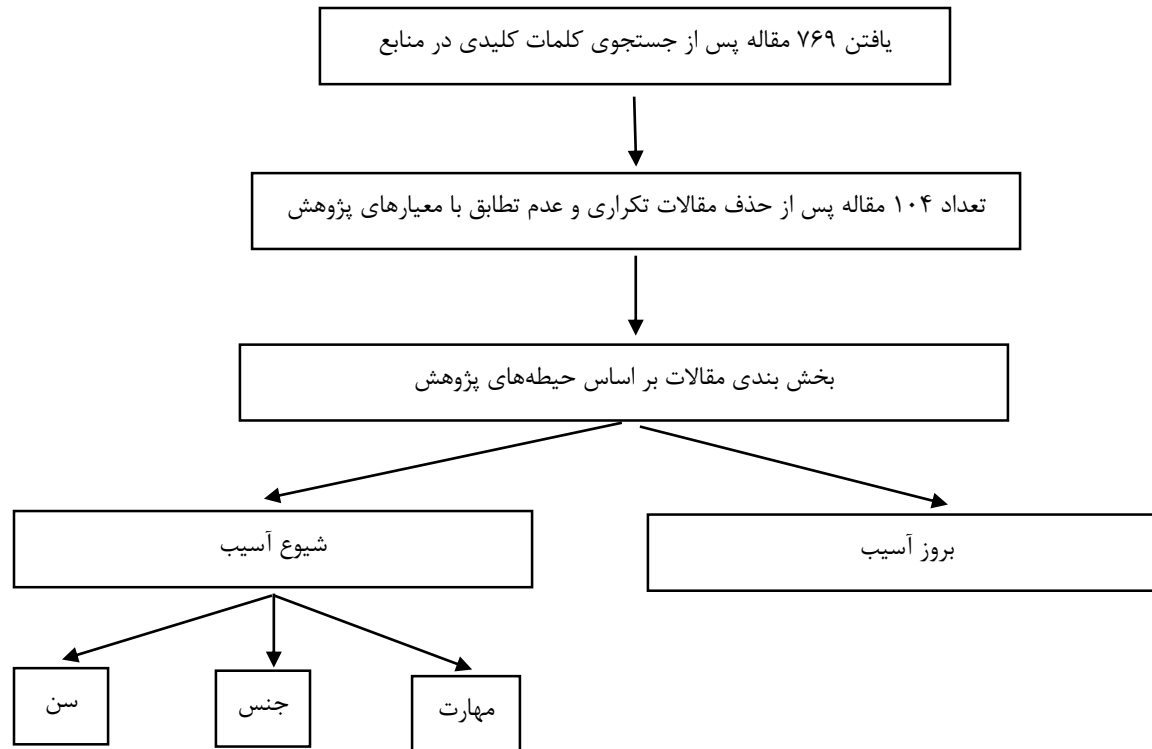
این پژوهش مروری با بررسی مطالعات کتابخانه‌ای از مقالات مرتبط به موضوع که به صورت کمی و کیفی به حیطه‌ی آسیب‌های زانو در رشته ورزشی والیبالیست‌ها پرداخته‌اند در سال ۱۴۰۲ انجام شده است. مقالات از جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر از جمله سایس دایرکت، امرالد اینسایت، پروکوست، اسکاپوس، تیلور فرانسیس، وب آو نالچ و اسپرینگر^۷ برای مقالات بین‌المللی و مگ ایران، سیویلیکا، پایگاه جهاد دانشگاهی، ایرانمدکس به دست آمده‌اند. در جستجو از کلمات کلیدی آسیب‌های ورزشی والیبالیست‌ها، آسیب زانو در والیبالیست‌ها، شیوع آسیب‌های والیبالیست‌ها، ریسک پرش و فرود در والیبالیست‌ها برای جستجو در منابع اطلاعاتی زبان فارسی و معادل لاتین آن‌ها در پایگاه‌های بین‌المللی استفاده شد. معیارهای انتخاب مقالات عبارت بود از: مقالات نمایه شده از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۲ برای مقالات بین‌المللی و مقالات نمایه شده از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ 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. معیارهای خروج مقالات: مقالات با جامعه، ویژگی و حجم نمونه کم و یا نامشخص، مقالاتی که روش پژوهش به خوبی مشخص و معین نبود، مقالاتی که بر روی معلولین جسمی یا فکری متمرکز بود 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 مورد پذیرش قرار گرفت. در مجموع برای این پژوهش ۷۶۹ مقاله مورد بررسی قرار گرفت و ۱۰۴ مقاله مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت. دیاگرام روش شناسی در شکل ۱ آمده است.

نتایج

ضمن جستجو در منابع اطلاعاتی داخلی و بین‌المللی مجموعاً ۷۶۹ عنوان مرتبط استخراج شد. از این تعداد ۳۱۹ چکیده مورد ارزیابی قرار گرفت و از این تعداد بر اساس معیارهای خروج مقاله مجموعاً ۱۰۴ مقاله برای مطالعه انتخاب شد. مقالات در چهار حوزه‌ی اصول و مبانی، شیوع آسیب، مکانیزم‌های بروز آسیب و تمرینات پیشگیرانه از آسیب طبقه‌بندی شدند از تعداد کل مقالات، ۱۴ مقاله در خصوص اصول و مقدمات پژوهش مورد ارزیابی، بررسی و نت‌برداری قرار گرفت. در خصوص شیوع آسیب در گروه‌های سنی و جنسیتی مختلف ۱۵ مقاله مورد سند کاوی قرار گرفت. همچنین در حیطه نوع و مکانیزم‌های آسیب و همچنین برنامه‌های تمرینی پیشگیرانه ۷۵ مقاله برای بررسی کل متن انتخاب شد.

1. ScienceDirect
2. Emerald insight
3. ProQuest
4. Scapus
5. Tylor and francis

6. Web of Knowledge
7. Springer
8. Volleyball injury
9. Volleyball Knee injury



شکل ۱. دیاگرام روش شناسی پژوهش

بحث

شیوع آسیب

والیبال یکی از محبوب ترین ورزش های جهان است که بیش از ۲۰۰ فدراسیون ملی و پنج کنفدراسیون قاره ای در فدراسیون بین المللی والیبال ثبت شده است. این ورزش در مقایسه با سایر ورزش های گروهی مانند فوتبال، به دلیل ویژگی غیرتماسی آن که احتمال تماس مضر بین بازیکنان را کاهش می دهد، ورزش ایمن تری محسوب می شود. با این حال، آسیب ها هنوز در تمام رده های سنی و مهارتی در حین فعالیت های والیبال رخ می دهد (۱۳-۱۵). هاپنتینتال و همکاران پژوهشی را بر روی والیبالیست های نخبه تیم دعوت شده به تیم ملی برزیل ترتیب دادند. بدین منظور از سوابق پزشکی ورزشکاران، وقوع آسیب ها و شکایات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از داده های فراوانی برای محاسبه بروز، شیوع و نسبت ها استفاده شد. پژوهشگران بیشترین شیوع آسیب را مربوط به زنان با نرخ ۱۰۰/۱۱۱ ورزشکار گزارش نمودند (۱۳). یونگ و همکاران در پژوهشی شیوع آسیب های رشته والیبال را در سه شاخه والیبالیست های حرفه ای، کالج و والیبالیست ساحلی بررسی نمودند نتایج پژوهش نشان داد آسیب زنان در بین والیبالیست های حرفه ای با ۱۵/۲ درصد و والیبالیست کالج ۲۵/۵ درصد از کل آسیب ها، دومین آسیب شایع در این ورزش است در حالی که در رشته والیبالیست های ساحلی آسیب زنان با ۳۰ درصد از کل آسیب ها شایع ترین آسیب زنان گزارش شده است (۴). سایر پژوهش های مرتبط با آسیب در جدول ۱ آمده است.

1. Hauptenthal

2. Young

نوع و ناحیه آناتومیک آسیب

انواع آسیب‌های لیگامانی، مفصلی و عضلانی در ناحیه زانو در والیبال شایع است که در ذیل به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود. آسیب تاندیوپاتی کشکک یکی از شایع‌ترین آسیب‌ها در بین والیبالیست به خصوص بازیکنان حرفه‌ای است (۲۶، ۲۷). در بسیاری از موارد این آسیب باعث کاهش سطح بازی و وقفه طولانی‌مدت تمرین و رقابت می‌شود. عواملی مانند حجم تمرین و نوع کف‌پوش سطح زمین با بروز تاندیوپاتی کشکک مؤثر است (۲۸). آسیب لیگامان متقاطع قدامی یکی از شایع‌ترین آسیب‌های والیبال می‌باشد که شامل دوره درمان و نقاهت طولانی است آسیب لیگامان متقاطع قدامی باعث ناتوانی درازمدت همراه با هزینه‌های بسیار زیاد درمان است. حداقل ۷۰ درصد صدمات ناشی از لیگامان متقاطع قدامی، غیر تماسی است (۲۹، ۳۰). شواهد نشان می‌دهد بیشتر آسیب‌های لیگامان متقاطع قدامی غیر تماسی طی فعالیت‌های ورزشی از جمله فرود رخ می‌دهد (۱). مینیسک ساختاری نسبتاً بدون عروق با خون‌رسانی بسیار محدود است. باین‌حال، بخشی ضروری از عملکرد بیومکانیکی زانو است. مینیسک مسئول افزایش همخوانی سطوح مفصلی مفصل زانو است علاوه بر این، مینیسک همچنین نقش حیاتی در جذب ضربه و انتقال بار در حین راه رفتن و سایر فعالیت‌ها ایفا می‌کند (۳۱). علاوه بر این، در ایجاد ثبات مفصل زانو، محدود کردن خم شدن و گسترش مفصل زانو در زوایای شدید و ایجاد حس عمقی مفید است پارگی مینیسک می‌تواند باعث طیف وسیعی از علائم شود، از جمله درد موضعی در خط مفصل، تورم، و قفل شدن زانو از این دست است (۳۲). از بین آسیب‌های زانو در رشته والیبال آسیب‌های لیگامانی بین ۳۱/۵ تا ۴۷/۵ درصد در صدر آسیب شایع‌ترین آسیب، آسیب مفصلی با ۱۵/۷ تا ۳۴/۲ درصد دومین نوع آسیب شایع و آسیب عضلانی با ۷/۸ تا ۲۰ درصد شیوع سومین نوع آسیب زانو گزارش شده است (۳۳).

نقش جنسیت در آسیب

تفاوت‌های ساختار بیومکانیکی بدن و همچنین ویژگی‌های هورمونی در زنان و مردان منجر به تفاوت در رویکرد اندامی در مواجهه با شرایط حرکتی متفاوت و در نتیجه تفاوت در شیوع آسیب‌های زانو در ورزشکاران زن و مرد می‌شود (۳۴). در خصوص آسیب‌های لیگامانی عواملی چون کوچک‌تر بودن لیگامان‌ها، باریکی محل لیگامان‌ها، تفاوت و نامناسب بودن زاویه استخوان ران با زانو، تفاوت ساختار لگن، انعطاف‌پذیری بیشتر اندامی زنان نسبت به مردان و با وجود لیگامان‌ها و تاندون‌های شل‌تر، حجم کمتر عضلات، نوسانات هورمونی ماهانه که ممکن است رباط‌ها را در زمان‌های خاصی شل کند، ضعف نسبی عضلات همسترینگ، (پشت ران) نسبت به عضله چهارسر (جلو ران) در مقایسه با مردان منجر به افزایش ریسک بروز آسیب لیگامان زانو در زنان نسبت به مردان شده است (۶، ۹، ۳۸-۳۵). اما در آسیب تاندیوپاتی کشکک احتمال بروز آسیب در مردان از جنس مخالف بیشتر است (۳۹، ۴۰). دلیل این امر را می‌توان بدین‌صورت توضیح داد که تاندون‌های کشکک زنان در معرض نیروهای کمتری قرار می‌گیرند زیرا قدرت چهار سر ران کمتری دارند و ظرفیت پرش پایینی دارند (۴۱-۴۳). همچنین استروژن ممکن است عملکردهای محافظتی بر روی تاندون‌های زنان اعمال کند (۴۴).

مکانیسم بروز آسیب

والیبال به پرش‌های عمودی و افقی مختلفی نیاز دارد که اجزای کلیدی هستند (۴۵). پرش‌ها مهارت اساسی برای حمله، سرویس و دفاع هستند و به سطح بالایی از آمادگی جسمانی، قدرت انفجاری، هماهنگی برای پرش در زاویه مناسب و زمان‌بندی کامل نیاز دارند (۴۶، ۴۷). بنابراین والیبالیست‌ها به قدرت عضلانی مطلوب، انعطاف‌پذیری و واکنش‌های سریع نیاز دارند.

جدول ۱. پژوهش‌های مرتبط با شیوع آسیب

پژوهشگران	سال	مورد مطالعه	روش	نتایج
زوئیویکا و همکاران (۱۶)	۲۰۲۳	ورزشکاران نخبه والیبال	آنالیز سی آر تی	۲۴ درصد از کل آسیب‌ها مربوط به آسیب زانو گزارش شد
پنا و همکاران (۱۷)	۲۰۲۳	والیبالیست‌های زن جوان	توصیفی گذشته‌نگر	در مجموع رشته والیبال با نرخ آسیب ۰/۳۴ از هر ۱۰۰۰ ساعت ورزشی کم‌ریسکی به نسبت دو رشته بسکتبال و فوتبال ارزیابی شد که از این نرخ ۲ درصد کل آسیب‌های این رشته به زانو اختصاص داشت
چاندران و همکاران (۱۸)	۲۰۲۱	والیبالیست‌های زن نیمه حرفه‌ای والیبال	سند کاوی	نرخ آسیب کلی ۶/۷۳ آسیب در ازای ۱۰۰۰ ورزشکار-در معرض که از این آمار آسیب زانو با ۱۴/۶ درصد بیشترین فراوانی را خود اختصاص داده بود.
نسیک و همکاران (۱۹)	۲۰۲۱	والیبالیست‌های نخبه زن	پرسشنامه	از نرخ آسیب ۰/۸۹ آسیب به ازای هر بازیکن، آسیب زانو با ۲۰ درصد بیشترین فراوانی را در این مقوله گزارش شد.
یوهان و همکاران (۲۰)	۲۰۲۱	والیبالیست‌های زن نیمه حرفه‌ای والیبال	سند کاوی	در مجموع ۵/۳ آسیب در ازای ۱۰۰۰ ساعت بازی گزارش شد که از این آمار آسیب زانو با ۱۶/۷ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص می‌داد.
فتاحی و همکاران (۳)	۲۰۱۱	والیبالیست‌های نخبه مرد	پرسشنامه	در مجموع ۰/۹۸ ± ۰/۷۸ آسیب در ازای ۱۰۰۰ ساعت تمرین گزارش شد و از این تعداد آسیب زانو با ۲۱/۸۶ درصد پس از انگشت و مچ سومین آسیب شایع در والیبال گزارش شد.
سوزوکی و همکاران (۲۱)	۲۰۲۱	والیبالیست‌های مرد جوان نخبه	مطالعه توصیفی مشاهده‌ای	از مجموع ۲/۰۵ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت فعالیت ورزشی این رشته آسیب زانو را ۲۱/۸۷ درصد از کل آسیب‌ها سومین آسیب شایع در این رشته ورزشی عنوان شد.
بایوق و همکاران (۲۲)	۲۰۱۸	والیبالیست‌های نیمه حرفه‌ای	سند کاوی	نرخ آسیب در دختران ۷/۰۷ و پسران ۴/۶۹ ورزشکار در معرض عنوان شد که از این تعداد آسیب زانو در دختران با ۱۶/۳ و پسران با ۲۵/۵ درصد دومین آسیب شایع گزارش شد.
زاخاری و همکاران (۲۳)	۲۰۱۸	والیبالیست‌های دبیرستان و کالج	سند کاوی	در مجموع در ورزشکاران کالج با نرخ ۳/۸۱ و ورزشکاران دبیرستانی با نرخ ۱/۱۱ از هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض آسیب گزارش شد؛ که در ورزشکاران کالج آسیب زانو با ۱۳/۶ درصد و ورزشکاران دبیرستانی با ۱۰/۲ درصد دومین آسیب شایع بیان شده است.
میراندا و همکاران (۲۴)	۲۰۱۵	والیبالیست‌های نوجوان	سند کاوی	آسیب زانو در دختران با فراوانی ۱۸ درصد و پسران ۱۷ درصد از کل آسیب‌ها، دومین آسیب شایع گزارش شد.
آیدو و همکاران (۲۵)	۲۰۱۱	والیبالیست‌های نخبه	مطالعه توصیفی مشاهده‌ای	از مجموع ۶/۱۱ آسیب در ۱۰۰۰ ورزشکار ساعت فعالیت کلی که در رشته والیبال گزارش شد ۲۷/۲۷ درصد از آسیب‌ها مربوط به زانو عنوان شد.

علاوه بر ارتفاع پرش، فرود نیز بخش مهمی از پرش عمودی در هنگام حمله و دفاع است. مرحله فرود نیاز به اتلاف انرژی جنبشی دارد، زیرا ارتفاع پرش‌ها انرژی جنبشی را افزایش می‌دهد که باید به‌درستی جذب شود تا از آسیب جلوگیری شود (۴۸). بیش‌زمینه تمرینی خاص ورزشی و عملکرد فیزیکی پرش‌ها به‌شدت مرتبط هستند و ترکیب بهینه قدرت و سرعت عضلانی برای به حداکثر رساندن عملکرد ورزشی مورد نیاز است. علاوه بر این، قدرت بی‌هوازی و هوازی نقش مهم دیگری در عملکرد فیزیکی پرش‌ها ایفا می‌کند. حداکثر عملکرد بی‌هوازی را بین ورزشکاران مختلف مقایسه کرده‌اند و والیبالیست‌ها بالاترین مقادیر را در قدرت بی‌هوازی

نشان دادند (۴۹). تقریباً برای تمام پرش‌های تهاجمی و دفاعی، والیبالیست‌ها از پرش با هر دو پا استفاده می‌کنند که به ورزشکار استقراری گسترده‌تر و پایدار می‌دهد تا بهترین حمله یا دفاع ممکن را انجام دهد. در مقابل، فرود روی یک پا پایدار نیست و خطر آسیب در هنگام فرود بسیار بیشتر است (۵۰). به‌طور متوسط، ۴۵ پرش در هر بازی ثبت شد و بیشترین تعداد پرش‌های ثبت شده توسط یک فرد ۷۳ بود (۵۱).

آسیب زانو خصوصاً آسیب رباط صلیبی قدامی یکی از مخرب‌ترین و مکررترین آسیب‌های زانو است (۵۲). در والیبال، صدمات زانو عموماً در فرود آمدن از یک پرش رخ دهد، به‌عنوان مثال زمانی که بازیکنان از وسط زمین برای دفاع در برابر یک اسپک حرکت می‌کنند (۵۳). این‌گونه موقعیت‌ها منتج به فرودهای دشوار می‌شود. فرودهایی روی سطح سخت با تماس اولیه با زمین درحالی‌که مفاصل اندام تحتانی در یک موقعیت خمیده قرار دارند، ایجاد می‌شود که تنها با مقادیر کمی خمش اضافی در طول فاز کاهش سرعت دنبال می‌شود (۵۴). نه فقط زاویه خمش زانو بلکه همچنین، برخی از عوامل دیگر وجود دارد که به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش فشار و افزایش خطر آسیب می‌شود، این عوامل شامل چرخش بیشتر داخلی یا خارجی زانو، سرعت زاویه‌ای، مقدار نیروی اعمالی به صفحه ساجیتال و عواملی از این دست است (۵۵-۵۷). دو موقعیت اصلی فرود وجود دارد که هنگام دفاع کردن از یک اسپک در والیبال رخ می‌دهد: حالت دفاع مؤثر و دفاع غیر مؤثر. در یک دفاع مؤثر با تکمیل یک بازی خاص مشخص می‌شود توپ پس از یک دفاع درون زمین حریف قرار می‌گیرد، یا به بیرون می‌رود و بازیکن در هنگام فرود تحت فشار زمانی قرار نمی‌گیرد لذا آن‌ها این فرصت را دارند که مکانیک اندام خود را در هنگام فرود تغییر دهند. اما در یک دفاع نامؤثر که با ادامه بازی همراه است، بازیکن مجبور می‌شود در هنگام فرود آمدن. برای ممانعت از حمله بعدی واکنش نشان دهد و ممکن است زمان کافی برای فرود ایمن نداشته باشند (۵۸). با وجودی که مفصل مچ پا وظیفه اصلی جذب نیروی عکس‌العمل زمین را بر عهده دارد اما محدودیت حرکت مچ پا خصوصاً در فرودهای نایمن ممکن است توانایی مفصل مچ پا در تضعیف این نیرو را مختل کند و عضله‌های دو مفصله مچ پا ممکن است به‌طور مداوم نیروی ضربه را به مفصل زانو ارسال کنند و اکستنسور مفصل زانو برای اتلاف کامل انرژی فعال می‌شود. همچنین ممکن است نیاز باشد تا زمانی که توده فرد تثبیت شود از عضله تنه استفاده شود در این حالت، افزایش جذب انرژی مفاصل پروگزیمال ممکن است منجر به خطر بیشتر آسیب، به‌ویژه آسیب بافت نرم شود (۵۹). از سویی عدم تعادل یک عامل خطر مهم برای آسیب در حین تمرین و مسابقه است (۴۶). میزان تقارن بستگی به فعالیت‌ها و تمرینات ورزشی خاص دارد (۶۰-۶۱). تحقیقات متعدد پیشین نشان می‌دهد که آسیب‌های اندام تحتانی با یک حرکت فرود ناپایدار بیشتر اتفاق می‌افتد (۶۲-۶۶). موفقیت در پرش دفاعی والیبال به قدرت عضلات پا و توانایی عضلات برای تولید نیروی کافی بستگی دارد همچنین به تکنیک مناسب و ظاهر توالی مناسب مفصل در عملکرد پرش و اندازه سایر پارامترها ضروری نیز وابسته است (۶۷). تکنیک مناسب می‌تواند به کنترل مطلوب نیرو و گشتاورهای وارده بر اندام تحتانی مؤثر باشد. به‌عنوان نمونه هنگام فرود تک پا، ورزشکاران بایستی از موقعیت‌های چرخش به پهلو به شدت جلوگیری کنند تا لودینگ نامطلوب بارهای اعمالی به زانو کنترل شده و احتمال درد و آسیب زانو کاهش یابد (۶۸). خستگی یکی دیگر از عوامل مؤثر بر بروز آسیب زانو در والیبال است به‌نحوی که پس از خستگی حداکثر زاویه فلکشن مچ از زاویه مچ در تماس اولیه کمتر می‌شود فعالیت عضله گاستروکمیوس به تأخیر می‌افتد و میانگین فعالیت فلکشن تیپایی قبل از زاویه مچ در تماس افزایش می‌یابد. لذا خستگی عضلات ران بر روی سینماتیک زاویه صفحه ساجیتال مچ و فعالیت عضلات ساق پا در طول پرش مؤثر است (۶۹).

تمرینات پیشگیرانه مؤثر

همان گونه که بیان شد عوامل چندگانه‌ای در آسیب زانو مشارکت دارند. این ریسک فاکتورها معمولاً به دو دسته کلی بیرونی و درونی تقسیم می‌شوند. عوامل بیرونی صرفاً شامل ریسک فاکتورهای محیطی و ریسک فاکتورهای درونی خود به دو دسته ریسک فاکتورهای بدنی قابل تعدیل و غیرقابل تعدیل تقسیم می‌شود. ریسک فاکتورهای درونی غیرقابل تعدیل شامل عوامل آناتومیکی و فیزیولوژیکی که از نظر بیولوژیکی ثابت هستند. ریسک فاکتورهای قابل تعدیل شامل قدرت عضلات، عدم تعادل عصبی عضلانی و نظایر آن است که با تمرین قابل تعدیل است، ریسک فاکتورهای محیطی شامل فاکتورها شامل شرایط آب و هوایی، نوع سطح می‌شود (۷۰). پژوهشگران به جهت تعدیل و بهبود فاکتورهای درونی قابل تعدیل رویکردهای تمرینی متنوعی را توصیه نمودند. که از آن جمله می‌توان به تمرینات قدرتی، تمرینات ثبات هسته مرکزی، تمرینات عصبی عضلانی و تمرینات ترکیبی اشاره نمود. یکی از مؤثرترین روش‌ها برای کاهش خطر آسیب تمرین قدرتی باشد (۷۱). تمرین قدرتی نه تنها ورزشکار را قوی تر می‌کند که عملکرد بهتری داشته باشد، همچنین از نظر تئوری خطر بروز آسیب را نیز کاهش می‌دهد. ریسک بروز آسیب با افزایش قدرت ساختاری رباطها، تاندون‌ها، غضروف و بافت همبند درون عضله کاهش می‌یابد و در نتیجه ضریب ایمنی را قبل از فراتر رفتن از محدودیت‌های بافتی افزایش می‌دهد (۷۲). تمرین قدرتی همچنین می‌تواند ثبات مفاصل را از طریق بهبود جذب عضلانی و بهبود سرعت فعال‌سازی افزایش دهد. این موضوع می‌تواند منجر به افزایش سفتی عضلانی شده و به حمایت بیشتر از مفصل بیانجامد (۷۳). هنگامی که نیروی بیش از حد به بافت بدن وارد می‌شود آسیب‌های ورزشی رخ می‌دهد به‌عنوان مثال نیرویی در ناحیه همسترینگ که فیبرهای عضلانی را مختل می‌کند منجر به یک فشار مضاعف بر اندام می‌شود. با این حال، با افزایش یکپارچگی بافت و با پایداری مفصل حد تحمل ساختار عضلانی در برابر آسیب احتمالی در مسابقات پرفشار افزایش می‌یابد (۷۴).

کنترل وضعیتی به‌عنوان یک مهارت حرکتی پیچیده در نظر گرفته می‌شود که از تعامل فرآیندهای حسی حرکتی متعددی به کنترل بدن در فضا منتهی می‌شود این شامل تعامل بین سیستم حسی، سیستم عصبی مرکزی و سیستم حرکتی می‌باشد. در حرکت فرود بی‌ثباتی بدن منجر به افزایش بار به سایر قسمت‌های اندام‌های تحتانی از جمله زانو می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که تمرینات عصبی-عضلانی عملکرد را بهبود می‌بخشد و خطر بی‌ثباتی میچ پا را کاهش می‌دهد (۷۵). تمرینات بازآموزی عصبی-عضلانی در کنترل تنه و پایین تنه مؤثر بوده و باعث کنترل مرکز ثقل شده و با افزایش خم‌شدگی لگن و زانو در هنگام فرود، به کاهش سرعت و واکنش زمین می‌انجامد (۷۶، ۷۷). ورزش والیبال از ورزش‌های پرخطر برای آسیب‌های غیر تماسی رباط صلیبی متقاطع و سایر آسیب‌های زانو و اندام تحتانی است که از این نوع بازآموزی عصبی عضلانی سود می‌برد (۷۸). شاخص‌های بیومکانیکی قابل بهبود با تمرینات عصبی عضلانی که بر هم‌ترازی کلی اندام تحتانی در پرش مؤثرند عبارت‌اند از: افزایش قدرت خم‌کننده زانو (۷۹، ۸۰)، افزایش زوایای خم شدن زانو در هنگام فرود، کاهش گشتاورهای ابداکشن و اداکشن و نیروهای واکنش زمین همچنین تمرین ثبات هسته مرکزی نوع دیگر تمرینات مؤثر اشاره شده در ادبیات پژوهشی است. در بسیاری از تکنیک‌های والیبال، عضلات مرکزی نقش مهمی در کارایی حرکت، حفظ وضعیت بدن، انعطاف‌پذیری و قدرت استقامتی را ایفا می‌کنند. عضلات مرکزی که در تکنیک‌های والیبال کار می‌کنند شامل عضلات مایل خارجی، مایل داخلی و عضلات عرضی شکم هستند. عضلات ناحیه شکمی، مولتی فیدوس و ارکتور اسپاینا در عضلات ناحیه پشت و کف لگن را شامل می‌شود (۸۱). افزایش کارایی عضلات مرکزی بر سایر اندام‌ها نیز تأثیر می‌گذارد (۸۲). عضلات مرکزی نیز حدود ۵۰ درصد انرژی جنبشی و نیروی حرکات سریع مانند پرش و ضربه زدن به توپ را تشکیل می‌دهند (۸۳). قدرت عضلات مرکزی اندام‌های فوقانی و تحتانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا اگر ضعف عضلانی در این عضلات وجود داشته باشد، خطر آسیب به ورزشکاران افزایش می‌یابد (۸۴). ورزش‌هایی که می‌توانند قدرت عضله مرکزی را افزایش دهند، تمرینات ثبات مرکزی هستند، اما همچنین نقش مهمی در تثبیت و انتقال انرژی در سراسر بدن دارند. بین عدم ثبات دینامیکی تنه

و آسیب‌های پایین‌تنه در والیبالیست‌ها رابطه تنگاتنگی وجود دارد (۸۵-۸۷) محافظت بیشتر در برابر نیروها و بارهای متحمل شده توسط مفاصل اندام تحتانی در هنگام فرود تحت تأثیر این موضوع است (۸۸) تثبیت لگن و تنه برای تمام اندام‌های انتهایی پایین‌تنه ضروری است (۸۹) رابطه واضحی بین عضلات لگن و توانایی‌های اندام تحتانی و هم نقش مهم ابدکتورهای لگن و چرخاننده‌های خارجی را در تراز اندام تحتانی وجود دارد (۹۰).

والیبالیست‌های رشته‌ای ورزشی متشکل از حرکاتی متنوع و پیچیده است. در این ورزش فعالیت‌های انفجاری از جمله پرش، شیرجه، دویدن سرعتی، اسپک و حرکات زمین چند جهت مشهود است (۹۱)؛ علاوه بر مهارت‌های فنی و تاکتیکی، قدرت عضلانی مهم‌ترین ویژگی‌های زیربنای عملکرد موفق در این ورزش است (۹۲)؛ بنابراین، متخصصان دائماً به دنبال برنامه‌های تمرینی مؤثر برای بهبود ویژگی‌های بیومکانیکی ورزشکاران والیبالیست هستند به همین جهت برخی از پژوهشگران تمریناتی ترکیبی را برای جلوگیری از آسیب پیشنهاد می‌دهند (۹۲-۹۸). این تمرینات بر اساس صلاحیت‌های پژوهشگران حاصل ترکیب چند نوع تمرین مختلف از جمله ترکیب تمرینات قدرتی، عصبی عضلانی و ثبات هسته مرکزی و یا پروتکل‌های خاص تمرینی در نظر گرفته شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

آسیب‌های زانو در رشته ورزشی والیبالیست دومین آسیب شایع در این ورزش هستند که با توجه طول دوران نقاهت و هزینه‌بر بودن پروسه درمانی از اهمیت ویژه‌ای در ادبیات پژوهشی این رشته ورزشی برخوردارند. طبق پژوهش‌های صورت گرفته شیوع آسیب زانو در رشته والیبالیست در گروه‌های سنی و جنسی متفاوت دارای تفاوت است به نحوی که این آسیب در ورزشکاران زن نیمه حرفه‌ای با نرخ ۷/۰۷٪ از هر ۱۰۰۰ ورزشکار ساعت در معرض بیشترین نرخ آسیب را به خود اختصاص داد لازم به توجه است پژوهش‌های مختلف در یک گروه جمعیتی بعضاً به نتایج متفاوت و حتی متناقض همراه بوده است که این موضوع ممکن است به دلیل جامعه آماری متفاوت مورد مطالعه و تفاوت استانداردهای زیستی و ساختار بیومکانیکی گروه‌های مورد مطالعه بوده باشد. در خصوص نوع آسیب زانو نیز آسیب‌های لیگامانی، به خصوص کشیدگی لیگامان با ۳۱/۵٪ تا ۴۷/۳٪ درصد از آسیب‌ها شایع‌ترین نوع آسیب زانو در رشته والیبالیست است. در خصوص مکانیزم بروز آسیب نیز نظرات گوناگونی در ادبیات پژوهشی عنوان شده است اما اغلب پژوهش‌های صورت گرفته به اهمیت حرکت پرش و فرود در بروز آسیب هم‌نظر بودند. در حرکت فرود که با اعمال نیروی زیادی به اندام تحتانی همراه است در صورتی که به دلیل وضعیت نامناسب بدن در برخورد اولیه نیروهای وارده به صورت مطلوب کنترل نشود، منجر به وارد آمدن بار اضافه به مفصل زانو شده و این مفصل مستعد آسیب قرار می‌گیرد. در خصوص تمرینات پیشگیرانه از آسیب نیز تمرینات قدرتی، ثبات هسته مرکزی، عصبی عضلانی و ترکیبی در ادبیات پژوهشی پیشنهاد شده است که تمرینات ترکیبی با فراوانی نسبی بیشتر در پژوهش‌های صورت گرفته به صورت گسترده‌تری مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

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 هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی 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. 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. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022;10(6):1110-23. [DOI:10.32598/SJRM.10.6.10]
2. O'Connor ML. The development of the Single-Leg Landing Error Scoring System (SL-LESS) for lower extremity movement screening: The University of Wisconsin-Milwaukee; 2015.
3. Fattahi A, Sadeghi H, Ameli M. Relationship between injury types and prevalence with some anthropometric properties of male elite volleyball players of Iran. *World Applied Sciences Journal*. 2011;15(5):667-72.
4. Young WK, Briner W, Dines DM. Epidemiology of common injuries in the volleyball athlete. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2023;16(6):229-34. [DOI:10.1007/s12178-023-09826-2] [PMID]
5. Augustsson S, Augustsson J, Thomeé R, Svantesson U. Injuries and preventive actions in elite Swedish volleyball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2006;16(6):433-40. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2005.00517.x] [PMID]
6. Fatahi A, Molahoveizeh N. Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Volleyball Players: A Review. *Journal of Clinical Physiotherapy Research*. 2021;6(3):e42-e.
7. Arasteh A, Minoonejad H, Rajabi R. Role of Functional Risk Factors in Predicting the Injuries of Iranian Elite Male Volleyball Players. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(1):38-47.
8. Bazond M MS, Baghni P, Moharrami R. Comparison of the activity of the ankle muscles in the single-leg landing movement of men with flat and normal soles. *Journal of biomechanics*. 2015;1:15-23.
9. Deda N, Kalaja A. Epidemiology in knee injuries in volleyball players. *European Scientific Journal*. 2015;11(15).
10. Herring CH, Fukuda DH. Monitoring Competition Jump Load in Division I Female Collegiate Volleyball Athletes. *Journal of Science in Sport and Exercise*. 2022;4(3):221-30. [DOI:10.1007/s42978-021-00152-y]
11. Mahaki M, Shojaedin SS, Mahaki B. The comparison of the activity pattern of lower limb muscles during single leg drop landing. *Journal of Health System Research*. 2013;9(9):993-1004.

12. Molla RY, Fatahi A, Khezri D, Ceylan HI, Nobari H. Relationship between impulse and kinetic variables during jumping and landing in volleyball players. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2023;24(1):619. [DOI:10.1186/s12891-023-06757-4] [PMID]
13. Hauptenthal A, Bufon T, Dos Santos MC, Matte LM, Dell'Antonio E, Franco FM, et al. Injuries and complaints in the Brazilian national volleyball male team: a case study. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*. 2023;15(1):77. [DOI:10.1186/s13102-023-00687-3] [PMID]
14. Fatahi A, Molla RY, Ameli M. Kinetical Analysis of Predictive Injury Parameters during Landing in Volleyball Players. *Journal of Clinical Physiotherapy Research*. 2021;6(3):e41-e.
15. Fatahi A, Yousefian Molla R, Ameli M. The Relationship Between Maximum Jump Performance and Force-time Variables of Block Landing Skill in Junior Elite Volleyball Players. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2021;11(3):171-80. [DOI:10.32598/ptj.11.3.416.2]
16. Zwierzchowska A, Gawel E, Gómez M-A, Żebrowska A. Prediction of injuries, traumas and musculoskeletal pain in elite Olympic and Paralympic volleyball players. *Scientific reports*. 2023;13(1):11064. [DOI:10.1038/s41598-023-38112-x] [PMID]
17. Peña J, Gil-Puga B, Piedra A, Altarriba-Bartés A, Loscos-Fàbregas E, Chulvi-Medrano I, et al. Epidemiología y factores de riesgo en chicas jóvenes deportistas: baloncesto, fútbol y voleibol. *Apunts Educación física y deportes*. 2023;2(152):01-12. [DOI:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/3).153.01]
18. Chandran A, Morris SN, Lempke LB, Boltz AJ, Robison HJ, Collins CL. Epidemiology of injuries in National Collegiate Athletic Association women's volleyball: 2014-2015 through 2018-2019. *Journal of Athletic Training*. 2021;56(7):666-73. [DOI:10.4085/1062-6050-546-20]
19. Nestic G, Ilic V, Sikimic M, Dopsaj M. Incidence of volleyball injuries in elite junior female players: a retrospective cohort study. *British journal of sports medicine*. 2011;45(6):546-. [DOI:10.1136/bjsm.2011.084558.38]
20. Juhan T, Bolia IK, Kang HP, Homere A, Romano R, Tibone JE, et al. Injury epidemiology and time lost from participation in women's NCAA division I indoor versus beach volleyball players. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2021;9(4):23259671211004546. [DOI:10.1177/23259671211004546] [PMID]
21. SUZUKI Z SK, Izuho I, Yutaro N, Hiroki U, Masahiro O, Masahiro S. . Epidemiology of injury in a male collegiate volleyball team in Japan. *Jpn J Phys Fitness Sports Med*. 2021;70(2):165-73. [DOI:10.7600/jspfsm.70.165]
22. Baugh CM, Weintraub GS, Gregory AJ, Djoko A, Dompier TP, Kerr ZY. Descriptive epidemiology of injuries sustained in National Collegiate Athletic Association men's and women's volleyball, 2013-2014 to 2014-2015. *Sports health*. 2018;10(1):60-9. [DOI:10.1177/1941738117733685] [PMID]
23. Kerr ZY, Gregory AJ, Wosmek J, Pierpoint LA, Currie DW, Knowles SB, et al. The first decade of web-based sports injury surveillance: descriptive epidemiology of injuries in US high school girls' volleyball (2005-2006 through 2013-2014) and National Collegiate Athletic Association women's volleyball (2004-2005 through 2013-2014). *Journal of athletic training*. 2018;53(10):926-37. [DOI:10.4085/1062-6050-162-17] [PMID]
24. Miranda G, Mas M, Lopez D, Perez C, Micheo W. Epidemiology of volleyball related injuries in the young athlete. *Int J Sports Exerc Med*. 2015;1(005). [DOI:10.23937/2469-5718/1510005]
25. Aído R, Massada M, Leitão N, Magalhães C, Puga N. Epidemiology of the injuries of the locomotor system in elite volleyball players. *British journal of sports medicine*. 2011;45(6):544-. [DOI:10.1136/bjsm.2011.084558.32]

26. Lian Ø, Refsnes P-E, Engebretsen L, Bahr R. Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(3):408-13. [DOI:10.1177/03635465030310031401] [PMID]
27. Lian ØB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(4):561-7. [DOI:10.1177/0363546504270454] [PMID]
28. Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *British journal of sports medicine*. 2007;41(7):e8-e. [DOI:10.1136/bjism.2006.032565] [PMID]
29. Farokhi S, Yousefi M, Bahari M. The Effect of 8 Weeks of Strength Training on the Ground Reaction Force in Single-leg Landing in Semi-professional Male Basketball Players. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023;12(1):102-13. [DOI:10.32598/SJRM.12.1.7]
30. Tarantino K. Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Women's Indoor Volleyball. *Journal of Women's Sports Medicine*. 2022;2(2):42-56. [DOI:10.53646/jwsm.v2i2.23]
31. Matar HE, Duckett SP, Raut V. Degenerative meniscal tears of the knee: evaluation and management. *British Journal of Hospital Medicine*. 2019;80(1):46-50. [DOI:10.12968/hmed.2019.80.1.46] [PMID]
32. Englund M, Guermazi A, Lohmander SL. The role of the meniscus in knee osteoarthritis: a cause or consequence? *Radiologic Clinics*. 2009;47(4):703-12. [DOI:10.1016/j.rcl.2009.03.003] [PMID]
33. Sadeghi H, Shamsabady SM, Mozafari SA. A Comparative Study of the Types and Prevalence of Knee Injuries in male players with strength and speed in Top Volleyball League. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2008;4(8):53-66.
34. Voskanian N. ACL Injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2013;6:158-63. [DOI:10.1007/s12178-013-9158-y] [PMID]
35. Bencke J, Aagaard P, Zebis MK. Muscle activation during ACL injury risk movements in young female athletes: A narrative review. *Frontiers in physiology*. 2018;9:338009. [DOI:10.3389/fphys.2018.00445] [PMID]
36. Collings TJ, Diamond LE, Barrett RS, Timmins RG, Hickey J, Du Moulin WS, et al. Strength and biomechanical risk factors for noncontact ACL injury in elite female footballers: a prospective study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2022;54(8):1242-51. [DOI:10.1249/MSS.0000000000002908] [PMID]
37. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(2):299-311. [DOI:10.1177/0363546505284183] [PMID]
38. Montalvo A. Whats my risk of sustaining an ACL injury while. 2019.
39. De Vries A, van der Worp H, Diercks R, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: A survey-based prospective cohort study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015;25(5):678-84. [DOI:10.1111/sms.12294] [PMID]
40. Zwerver J, Bredeweg SW, Van Den Akker-Scheek I. Prevalence of Jumper's knee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(9):1984-8. [DOI:10.1177/0363546511413370] [PMID]

41. Chantrelle M, Menu P, Gernigon M, Louguet B, Dauty M, Fouasson-Chailloux A. Consequences of patellar tendinopathy on isokinetic knee strength and jumps in professional volleyball players. *Sensors*. 2022;22(9):3590. [DOI:10.3390/s22093590] [PMID]
42. Keefer Hutchison M, Patterson C, Cuddeford T, Dudley R, Sorenson E, Brumitt J. Low prevalence of patellar tendon abnormality and low incidence of patellar tendinopathy in female collegiate volleyball players. *Research in Sports Medicine*. 2020;28(2):155-67. [DOI:10.1080/15438627.2019.1683559] [PMID]
43. Theodorou A, Komnos G, Hantes M. Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2023;143(11):6695-705. [DOI:10.1007/s00402-023-04998-5] [PMID]
44. Cook J, Bass S, Black J. Hormone therapy is associated with smaller Achilles tendon diameter in active post-menopausal women. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2007;17(2):128-32. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2006.00543.x] [PMID]
45. Agopyan A, Ozbar N, Ozdemir SN. Effects of 8-week Thera-Band training on spike speed, jump height and speed of upper limb performance of young female volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2018;7(1):63-76. [DOI:10.22631/ijaep.v7i1.218]
46. Garcia S, Delattre N, Berton E, Divrechy G, Rao G. Comparison of landing kinematics and kinetics between experienced and novice volleyball players during block and spike jumps. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2022;14(1):105. [DOI:10.1186/s13102-022-00496-0] [PMID]
47. Zahálka F, Malý T, Malá L, Ejem M, Zawartka M. Kinematic analysis of volleyball attack in the net center with various types of take-off. *Journal of human kinetics*. 2017;58(1):261-71. [DOI:10.1515/hukin-2017-0115] [PMID]
48. Tillman MD, Hass CJ, Brunt D, Bennett GR. Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *Journal of sports science & medicine*. 2004;3(1):30.
49. Gacesa JZP, Barak OF, Grujic NG. Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(3):751-5. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181a07a9a] [PMID]
50. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Sweeney K, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Lower extremity coordination and symmetry patterns during a drop vertical jump task following acute ankle sprain. *Human movement science*. 2014;38:34-46. [DOI:10.1016/j.humov.2014.08.002] [PMID]
51. Wu G, Siegler S, Allard P, Kirtley C, Leardini A, Rosenbaum D, et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion-part I: ankle, hip, and spine. *Journal of biomechanics*. 2002;35(4):543-8. [DOI:10.1016/S0021-9290(01)00222-6] [PMID]
52. García OG, Carral JMC, Núñez EO, Torrado RM. ¿ Es compatible el máximo rendimiento deportivo con la consecución y mantenimiento de un estado saludable del deportista? *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 2009(14):19-31.
53. Bere T, Kruczynski J, Veintimilla N, Hamu Y, Bahr R. Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British journal of sports medicine*. 2015;49(17):1132-7. [DOI:10.1136/bjsports-2015-094959] [PMID]
54. Taanila H, Suni J, Pihlajamäki H, Mattila VM, Ohrankämnen O, Vuorinen P, Parkkari J. Musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a one-year follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC musculoskeletal disorders*. 2009;10:1-11. [DOI:10.1186/1471-2474-10-89] [PMID]

55. Lobietti R, Coleman S, Pizzichillo E, Merni F. Landing techniques in volleyball. *Journal of sports sciences*. 2010;28(13):1469-76. [DOI:10.1080/02640414.2010.514278] [PMID]
56. Magnusson SP, Langberg H, Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nature Reviews Rheumatology*. 2010;6(5):262-8. [DOI:10.1038/nrrheum.2010.43] [PMID]
57. Van der Worp H, de Poel HJ, Diercks RL, Van Den Akker-Scheek I, Zwerver J. Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. *International journal of sports medicine*. 2014;714-22. [DOI:10.1055/s-0033-1358674] [PMID]
58. Zahradnik D, Jandacka D, Uchytíl J, Farana R, Hamill J. Lower extremity mechanics during landing after a volleyball block as a risk factor for anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*. 2015;16(1):53-8. [DOI:10.1016/j.ptsp.2014.04.003] [PMID]
59. Zhang Z, Zhang M. Effect of different ankle braces on lower extremity kinematics and kinetics following special-induced fatigue for volleyball players with functional ankle instability. *Heliyon*. 2023;9(6). [DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e16380] [PMID]
60. van Melick N, Meddeler BM, Hoogeboom TJ, Nijhuis-van der Sanden MW, van Cingel RE. How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PloS one*. 2017;12(12):e0189876. [DOI:10.1371/journal.pone.0189876] [PMID]
61. Yanci J, Camara J. Bilateral and unilateral vertical ground reaction forces and leg asymmetries in soccer players. *Biology of sport*. 2016;33(2):179-83. [DOI:10.5604/20831862.1198638] [PMID]
62. Cannon J, Cambridge ED, McGill SM. Anterior cruciate ligament injury mechanisms and the kinetic chain linkage: the effect of proximal joint stiffness on distal knee control during bilateral landings. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2019;49(8):601-10. [DOI:10.2519/jospt.2019.8248] [PMID]
63. Chimera NJ, Warren M. Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World journal of orthopedics*. 2016;7(4):202. [DOI:10.5312/wjo.v7.i4.202] [PMID]
64. De Bleecker C, Vermeulen S, De Blaiser C, Willems T, De Ridder R, Roosen P. Relationship between jump-landing kinematics and lower extremity overuse injuries in physically active populations: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2020;50:1515-32. [DOI:10.1007/s40279-020-01296-7] [PMID]
65. Verrelst R, De Clercq D, Vanrenterghem J, Willems T, Palmans T, Witvrouw E. The role of proximal dynamic joint stability in the development of exertional medial tibial pain: a prospective study. *British journal of sports medicine*. 2014;48(5):388-93. [DOI:10.1136/bjsports-2012-092126] [PMID]
66. Verrelst R, De Clercq D, Willems TM, Roosen P, Witrouw E. Contralateral risk factors associated with exertional medial tibial pain in women. *Medicine and science in sports and exercise*. 2014;46(8):1546-53. [DOI:10.1249/MSS.0000000000000280] [PMID]
67. Fatahi A, Sadeghi H, Yousefian Molla R, Ameli M. Selected kinematic characteristics analysis of knee and ankle joints during block jump among elite junior volleyball players. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2019;9(3):161-8. [DOI:10.32598/ptj.9.3.161]
68. Teng PSP, Kong PW, Leong KF. Effects of foot rotation positions on knee valgus during single-leg drop landing: Implications for ACL injury risk reduction. *The knee*. 2017;24(3):547-54. [DOI:10.1016/j.knee.2017.01.014] [PMID]

69. Gafner SC, Hoevel V, Punt IM, Schmid S, Armand S, Allet L. Hip-abductor fatigue influences sagittal plane ankle kinematics and shank muscle activity during a single-leg forward jump. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2018;43:75-81. [DOI:10.1016/j.jelekin.2018.09.004] [PMID]
70. Gheidi N, Sadeghi H. ACL injury prevention programs due to intrinsic and modifiable risk factors in female Athletes. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2014;3(3):89-108.
71. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*. 2014;48(11):871-7. [DOI:10.1136/bjsports-2013-092538] [PMID]
72. Case MJ, Knudson DV, Downey DL. Barbell squat relative strength as an identifier for lower extremity injury in collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(5):1249-53. [DOI:10.1519/JSC.0000000000003554] [PMID]
73. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*. 2018;48:765-85. [DOI:10.1007/s40279-018-0862-z] [PMID]
74. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*. 2016;46:1419-49. [DOI:10.1007/s40279-016-0486-0] [PMID]
75. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;35(suppl_2):ii7-ii11. [DOI:10.1093/ageing/afl077] [PMID]
76. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, DeMaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(9):1512-32. [DOI:10.1177/0363546506286866] [PMID]
77. O'Driscoll J, Delahunt E. Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: a systematic review and best evidence synthesis. *Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology*. 2011;3:1-20. [DOI:10.1186/1758-2555-3-19] [PMID]
78. Renstrom P, Ljungqvist 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]
79. Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C, Walsh C, West J. The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(2):197-207. [DOI:10.1177/0363546504266484] [PMID]
80. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T. A training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(8):2151-60. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181f906ef] [PMID]
81. Wilkerson GB, Colston MA, Short NI, Neal KL, Hoewischer PE, Pixley JJ. Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *Journal of Athletic Training*. 2004;39(1):17.
82. Ozawa Y, Uchiyama S, Ogawara K, Kanosue K, Yamada H. Biomechanical analysis of volleyball overhead pass. *Sports biomechanics*. 2019. [DOI:10.1080/14763141.2019.1609072] [PMID]
83. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*. 2006;36:189-98. [DOI:10.2165/00007256-200636030-00001] [PMID]

84. Januarshah Z. Pengaruh latihan core stability statis (plank dan side plank) dan core stability dinamis (side lying hip abduction dan oblique crunch) terhadap keseimbangan. *Journal of Physical Education Health and Sport*. 2016;3(2).
85. khaleghi M, sadeghi H, shojaadin SS, abbasi A. Relationship between supinated and pronated foot with dynamic stability in jump-landing. *Journal of Biomechanics*. 2007;40:S203-S. [DOI:10.1016/S0021-9290(07)70199-9]
86. Marquez W, Masumura M, Ae M. Effects of augmented jumping distance and ball hit on the landing after a volleyball spike. *Journal of Biomechanics*. 2007;40:S202. [DOI:10.1016/S0021-9290(07)70198-7]
87. Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(6):1385-93. [DOI:10.1177/0363546503262177] [PMID]
88. Kean CO, Behm DG, Young WB. Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of sports science & medicine*. 2006;5(1):138.
89. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005;13(5):316-25. [DOI:10.5435/00124635-200509000-00005] [PMID]
90. Jacobs CA, Uhl TL, Mattacola CG, Shapiro R, Rayens WS. Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: sex differences. *Journal of athletic training*. 2007;42(1):76.
91. Marques MAC, González-Badillo JJ, Kluka DA. In-season resistance training for professional male volleyball players. *Strength & conditioning journal*. 2006;28(6):16-27. [DOI:10.1519/00126548-200612000-00002]
92. Rauch JT, Loturco I, Cheesman N, Thiel J, Alvarez M, Miller N, et al. Similar strength and power adaptations between two different velocity-based training regimens in collegiate female volleyball players. *Sports*. 2018;6(4):163. [DOI:10.3390/sports6040163] [PMID]
93. Fatahi A, Yousefian Molla R, Ameli M, Khezri D. The effect of combined and core stability training program with protective measures on selected variables of physical fitness of junior and young volleyball players during the coronavirus pandemic. *Journal of Sport Biomechanics*. 2021;7(3):162-71. [DOI:10.32598/biomechanics.7.3.293.2]
94. Granacher U, Gollhofer A, Kriemler S. Effects of balance training on postural sway, leg extensor strength, and jumping height in adolescents. *Research quarterly for exercise and sport*. 2010;81(3):245-51. [DOI:10.1080/02701367.2010.10599672] [PMID]
95. Rajić B, Dopsaj M, Abella CP. The influence of the combined method on the development of explosive strength in female volleyball players and on the isometric muscle strength of different muscle groups. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*. 2004;2(1).
96. Seyri KM, Maffiuletti NA. Effect of electromyostimulation training on muscle strength and sports performance. *Strength & Conditioning Journal*. 2011;33(1):70-5. [DOI:10.1519/SSC.0b013e3182079f11]
97. Stanganelli LCR, Dourado AC, Oncken P, Mançan S, da Costa SC. Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 World Championship. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(3):741-9. [DOI:10.1519/JSC.0b013e31816a5c4c] [PMID]

98. Voelzke M, Stutzig N, Thorhauer H-A, Granacher U. Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: effects of two combined training methods. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2012;15(5):457-62. [DOI:10.1016/j.jsams.2012.02.004] [PMID]