

Review Paper



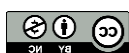
A Review of Training Protocols for Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer Players

*Moosareza Ghorbani¹, Mostafa Varmazyar², Mona heydarian³

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Department of Sports injuries and Corrective exercise, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Iran.
3. Department of Biomechanics and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Karaj, Iran.



Citation: Ghorbani M, Varmazyar M, heydarian M. A Review of Training Protocols for Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer Players. (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(1):46-62. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.46>
 <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.46>



Article Info:

Received: 2 March 2025

Accepted: 5 April 2025

Available Online: 5 April 2025

Keywords:

Anterior cruciate ligament, Soccer, Injury prevention, Neuromuscular training, ACL prevention programs

ABSTRACT

Objective Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are among the most common injuries in athletes, particularly soccer players. While numerous studies have examined the effectiveness of injury prevention programs for ACL injuries across various sports, no study was found that specifically reviewed training protocols for ACL injury prevention in soccer players. Therefore, the aim of this study was to review training protocols designed to prevent ACL injuries in soccer players.

Methods This systematic review was conducted based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Articles published between 2000 and 2025 focusing on ACL injury prevention were searched. Relevant articles were identified using both English and Persian keywords, including: prevent ACL injury, knee injury prevention, prevention of knee injuries, injury prevention in soccer, knee prevention, neuromuscular training, injury prevention programs, neuromuscular intervention, prevention of ACL injuries, prevention of knee injuries in soccer, lower limb injury prevention, and soccer injury prevention programs. The search was carried out in both Persian and international databases, including Magiran, Medlib, ISC, SID, PubMed, Google Scholar, PEDro, Scopus, ScienceDirect, and Irandoc.

Results After applying inclusion and exclusion criteria, a total of 20 articles were selected. Among these, 10 studies focused on general warm-up routines, while the remaining 10 investigated neuromuscular training programs.

Conclusion ACL injury prevention programs incorporating both general warm-up routines and neuromuscular training appear effective in reducing the incidence of ACL injuries among soccer players. However, no single comprehensive program has yet been shown to be effective across all age groups and populations. A notable strength of these interventions is that none have been associated with an increased risk of injury. Nevertheless, due to the complexity and challenges involved in combining various exercise types, it remains difficult to definitively determine the superiority of one approach over another.

*** Corresponding Author:**

Moosareza Ghorbani

Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Tel: +98 (918) 9123600

E-mail: moosreza333@gmail.com

Extended Abstract

1. Introduction

Soccer is one of the most popular sports worldwide. With its growing popularity and the increasing number of participants, the prevalence of sports-related injuries is also on the rise (1). Due to the physical nature of the sport, the risk of injury exists across all age groups and genders. Nearly 70% of soccer-related injuries affect the lower extremities, with the ankle and knee being the most commonly injured sites (2). Among knee injuries, anterior cruciate ligament (ACL) tears are among the most severe and complex, often resulting in the loss of an entire season—or, in some cases, a permanent withdrawal from the sport (3). ACL injuries can lead to decreased athletic performance, extended absence from training, joint instability, impaired proprioception, and early-onset osteoarthritis. Additionally, the financial burden of such injuries—including surgical costs, rehabilitation, and psychological impact—underscores the importance of implementing preventive strategies (5). To address this issue, various training programs have been developed to prevent ACL injuries by targeting and modifying risk factors associated with non-contact ACL injuries in athletes (6). Generally, preventive training programs for knee injuries fall into two main categories: neuromuscular training and specialized warm-up routines. These interventions typically aim to (1) modify biomechanical and neuromuscular risk factors, and (2) reduce the incidence of non-contact ACL injuries (8). Despite the critical importance of ACL injury prevention, relatively few studies have focused specifically on this topic. Therefore, the present study aims to review and evaluate the effectiveness of various preventive training protocols, with the goal of helping coaches and sports professionals select the most effective approaches to reduce ACL injury risk.

2. Methods

This systematic review was conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Articles published between 2000 and 2025 focusing on the prevention of anterior cruciate ligament (ACL) injuries were included in the search. Relevant studies were identified using a combination of specialized English and Persian keywords, such as: prevent ACL injury, knee injury prevention, prevention of knee injuries, injury prevention in soccer, knee prevention, neuromuscular training, injury prevention programs, prevention of ACL injuries, neuromuscular intervention, as well as their Persian equivalents. Searches were performed across multiple databases, including Magiran, Medlib, ISC, SID, PubMed, Google Scholar, PEDro, Scopus, ScienceDirect, and Irandoc. Search terms were combined freely without restrictions, and reference lists of relevant articles were also manually screened to identify additional studies. Articles published in both English and Persian were considered. Following the search, titles and abstracts were screened for relevance. Studies that met the inclusion criteria were selected for review, while irrelevant articles were excluded. This process ensured a comprehensive and systematic evaluation of training protocols aimed at preventing ACL injuries in soccer players.

3. Results

The results indicate that, out of 2,847 articles initially identified, 20 studies met the criteria for inclusion, each focusing on the prevention of ACL injuries. Of these, 19 were published in ISI-indexed journals. The selected studies were conducted on soccer players from four different countries, including 9 in Europe, 7 in the Americas, and 4 in Iran. In terms of participant demographics, 14 studies focused on female athletes, while 6 examined prevention strategies for male athletes. Regarding intervention types, 10 studies evaluated general warm-up protocols, and the other 10 investigated neuromuscular training programs. A summary of the selected studies is presented in [Table 1](#).

4. Conclusion

Both warm-up and neuromuscular training programs have shown success in reducing the incidence of ACL injuries. However, no single comprehensive program has yet demonstrated consistent effectiveness across

all age groups and populations. A key strength of these interventions is that none have been linked to an increased risk of injury in soccer players. Nonetheless, due to the complexity of combining different types of exercises, it remains challenging to definitively determine the superiority of one approach over another. Future research should focus on developing tailored prevention programs that address the specific needs of various age groups, skill levels, and genders to improve overall effectiveness. Additionally, longitudinal studies are needed to assess the long-term impact of these programs on both injury prevention and athletic performance.

Table 1. Summary of Selected Studies on ACL Injury Prevention Protocols in Soccer Players

Author(s) (Year)	Intervention (Type of Exercise)	Title	Population	Results
Robert et al. (14) (2000)	Cardiovascular, plyometric, strength, flexibility, agility, and speed training for 8 weeks pre-season	Avoiding Soccer Injuries with Pre-season Conditioning	300 competitive young women (42 intervention group)	The mean ACL injury rate was lower in the intervention group, though not statistically significant.
Soderman et al. (15) (2000)	Balance training, 15-20 minutes, 3 times a week for 7 months	Balance Board Training: Prevention of Traumatic Lower Limb Injuries in Female Soccer Players	221 female athletes (100 control, 121 intervention)	No difference in ACL injury rates between groups. Balance training did not reduce ACL injuries.
Dalvandpour et al. (21) (2021)	Internal and external focus of attention training for 8 weeks	Focus of Attention During ACL Injury Prevention Training Improves Jump-Landing Kinematics in Soccer Players	42 male soccer players (internal focus, external focus, and control groups)	External focus training significantly improved kinematic parameters and may help prevent ACL injuries.
Foss et al. (20) (2018)	Core stability, lower limb strength, and resisted running with elastic bands for one season	A Neuromuscular Training Program and Sports-Related Injuries in School-Based Athletes: A Randomized Controlled Trial	474 female athletes (222 middle school, 253 high school; 259 neuromuscular, 215 control)	Neuromuscular training reduced ACL injuries compared to the control group, with a statistically significant difference.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

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

Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

مقاله مروری

مروری بر پروتکل‌های تمرینی پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی در بازیکنان فوتبال

*موسی‌الرضا قربانی^۱، مصطفی ورمزیار^۲، مونا حیدریان^۳

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳. گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران.

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Ghorbani M, Varmazyar M, heydarian M. A Review of Training Protocols for Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer Players. (Persian). Journal of Sport Biomechanics.2025;11(1):46-62. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.46> <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.46>

چکیده

هدف آسیب رباط صلیبی قدامی از شایع‌ترین آسیب‌ها در میان ورزشکاران، به‌ویژه فوتبالیست‌هاست. با وجود مطالعات متعدد در زمینه پیشگیری از این آسیب در ورزش‌های مختلف، پژوهشی خاص درباره پروتکل‌های تمرینی پیشگیری در فوتبال یافت نشد. از این رو، هدف مطالعه حاضر مرور این پروتکل‌ها در بازیکنان فوتبال بود.

روش‌ها این تحقیق یک مرور نظام‌مند بود که بر اساس دستورالعمل PRISMA انجام شد. مطالعات مرتبط با پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ منتشر شده بودند، جستجو شدند. در این مطالعه، جستجوی مقالات با استفاده از کلیدواژه‌های تخصصی انگلیسی و فارسی مانند **prevent of ACL injury, knee injury prevention, injury prevention in soccer, neuromuscular training, injury prevention programs** و معادل‌های فارسی آن‌ها نظیر **پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی، پیشگیری از آسیب‌های زانو در فوتبال، و برنامه‌های پیشگیری از آسیب‌های ورزشی**، انجام شد. پایگاه‌های اطلاعاتی مورد استفاده شامل **SID, ISC, Medlib, Magiran, Science Direct, Scopus, Pedro, Google Scholar, PubMed, Irandoc** و **IranDoc** بودند.

یافته‌ها پس از جستجوهای صورت گرفته بر اساس معیارهای ورود و خروج در نهایت ۲۰ مقاله برای ورود به مطالعه انتخاب شدند که ۱۰ مطالعه با روش گرم کردن عمومی و ۱۰ مطالعه با روش تمرینات عصبی عضلانی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری به نظر می‌رسد برنامه‌های پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی، از جمله گرم کردن عمومی و تمرینات عصبی عضلانی، در کاهش میزان آسیب در فوتبالیست‌ها مؤثر باشند. با این حال، تاکنون برنامه‌ای جامع و مؤثر برای همه سنین و گروه‌ها ارائه نشده است. نکته مثبت این مداخلات آن است که هیچ‌کدام باعث افزایش آسیب‌دیدگی نشده‌اند. همچنین به دلیل تنوع و پیچیدگی تمرینات، ارزیابی برتری یک روش نسبت به دیگری دشوار است.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۲ اسفند ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۶ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۱۶ فروردین ۱۴۰۴

کلید واژه‌ها:

رباط صلیبی قدامی، فوتبال، تمرینات پیشگیری از آسیب، تمرینات عصبی عضلانی، پیشگیری از آسیب‌های فوتبال

*نویسنده مسئول:

موسی‌الرضا قربانی

آدرس: گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

تلفن: ۹۱۳۳۶۰۰ (۹۱۸) +۹۸

ایمیل: moosreza333@gmail.com

مقدمه

فوتبال یکی از پرطرفدارترین ورزش‌ها در دنیاست. با افزایش محبوبیت این ورزش و رشد سریع تعداد علاقه‌مندان به این رشته، شیوع آسیب‌های ورزشی نیز رو به افزایش است (۱). از سوی دیگر، به دلیل اینکه فوتبال شامل برخوردهای فیزیکی است، احتمال آسیب بدون در نظر گرفتن سن و جنسیت وجود دارد. نزدیک به ۷۰ درصد از آسیب‌های فوتبال در اندام تحتانی رخ می‌دهد که میچ پا و زانو شایع‌ترین محل آسیب هستند (۲).

یکی از شدیدترین و پیچیده‌ترین آسیب‌های زانو پارگی رباط صلیبی قدامی است که ممکن است باعث از دست دادن یک فصل کامل یا خداحافظی دائمی از دنیای فوتبال شود (۳). گزارش شده است که آسیب‌های رباط متقاطع قدامی در سال حدود ۸۰۰۰۰ تا بیش از ۲۵۰۰۰۰ بار رخ می‌دهد و شایع‌ترین علت آسیب رباط متقاطع قدامی در ورزشکاران از نوع غیر برخوردار است (۴). این آسیب اغلب منجر به نقص در عملکرد، غیبت طولانی مدت از جلسات تمرینی، شلی مفصل زانو، اختلال حس عمقی و آرتروز زودرس می‌شود. از طرفی مسائل مالی پس از آسیب مانند هزینه جراحی و توان‌بخشی، نیاز به استفاده از برنامه‌های پیشگیری از آسیب‌های زانو را برجسته کرده است (۵).

در این راستا، برنامه‌های تمرینی متنوعی برای پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی طراحی شده‌اند که هدف آن‌ها اصلاح و بهبود عوامل خطرزایی است که احتمال بروز آسیب‌های غیربرخوردی این رباط را در میان ورزشکاران افزایش می‌دهند (۶). عواملی که مورد مطالعه قرار گرفته و در برنامه‌های پیشگیری از رباط صلیبی قدامی گنجانده شده است شامل تقویت عضلات، بهبود الگوهای به‌کارگیری عضلات، اصلاح الگوهای فرود، بهبود تعادل، حس عمقی و پلايومتریکی است. بعلاوه برنامه‌های پیشگیری عمدتاً بر تقویت عضلات، بهبود تکنیک‌های حرکتی و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی تمرکز دارند (۷).

به‌طور کلی، برنامه‌های تمرینی پیشگیری از آسیب‌های زانو به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: تمرینات عصبی-عضلانی و برنامه‌های تمرینی گرم کردن ویژه. علاوه بر این، مداخلات و برنامه‌های پیشگیری از آسیب عموماً دو هدف اصلی را دنبال می‌کنند: نخست، برنامه‌هایی که بر اصلاح عوامل خطرزا متمرکز هستند و دوم، برنامه‌هایی که با هدف کاهش آسیب‌های غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی طراحی شده‌اند (۸). در این زمینه، برنامه‌های تمرینی مانند ۱۱+ و اسپرت متریک به‌طور ویژه برای پیشگیری از آسیب در رشته فوتبال طراحی شده‌اند و در اصلاح عوامل خطر بیومکانیکی و کاهش نرخ آسیب‌های رباط صلیبی قدامی موفق عمل کرده‌اند (۹، ۱۰). به‌طور مثال تحقیق جولی و همکاران نشان داد که تمرینات ۱۱+ می‌تواند موجب بهبود عوامل خطرزای بیومکانیکی مانند کاهش ابداعشن زانو در تکلیف پرش و فرود شود (۱۱). همچنین، تحقیق سیلورس و همکاران نشان داد که برنامه تمرینی ۱۱+ می‌تواند نرخ بروز آسیب‌های رباط صلیبی قدامی را در گروه تمرینی تا ۴۶ درصد کاهش دهد (۱۲).

علیرغم اهمیت پیشگیری از آسیب‌های زانو و به‌ویژه رباط صلیبی قدامی، متأسفانه تعداد مطالعات انجام‌شده در این زمینه محدود است. این کمبود ممکن است ناشی از چالش‌های متعددی باشد که پژوهشگران با آن مواجه هستند (۱۳). از جمله این چالش‌ها می‌توان به دشواری طراحی برنامه‌های تمرینی جامع و متناسب با نیازهای مختلف ورزشکاران، پیچیدگی ارزیابی عوامل بیومکانیکی و فیزیولوژیکی مؤثر در آسیب‌ها و همچنین نیاز به انجام مطالعات طولانی‌مدت برای بررسی اثربخشی برنامه‌های پیشگیری اشاره کرد (۱۴). علاوه بر این، اجرای چنین پژوهش‌هایی نیازمند همکاری نزدیک بین متخصصان علوم ورزشی، پزشکان و مربیان است

که هماهنگی بین این گروه‌ها گاهی دشوار به نظر می‌رسد. از طرفی تاکنون هیچ برنامه تمرین استاندارد که بتواند در تمامی سنین و جنسیت متفاوت برای جلوگیری از آسیب‌های غیر برخورداردی رباط صلیبی قدامی مؤثر باشد ایجاد نشده است. این مطالعه به بررسی اثربخشی برنامه‌های تمرینی موجود، از جمله تمرینات عصبی-عضلانی و گرم کردن ویژه، می‌پردازد و در پی شناسایی بهترین روش برای کاهش بروز آسیب‌های غیر برخورداردی رباط صلیبی قدامی در بین ورزشکاران با سنین و جنسیت‌های مختلف است. تحقیق حاضر در نظر دارد با بررسی روش‌های مختلف برنامه‌های پیشگیری میزان آسیب را بررسی کند تا مربیان و متخصصین ورزش با بهره‌گیری از آن بهترین نوع تمرین را برای پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی انتخاب کنند.

روش شناسی

این تحقیق از نوع مرور نظام‌مند بر اساس راهنمای موارد ترجیحی در گزارش‌های مقالات مروری نظام‌مند و فراتحلیل (PRISMA) بود. مطالعاتی که بین سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۵ جهت پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی انجام شده بودند، جستجو شدند در این مطالعه جستجوی مقالات مرتبط با در نظر گرفتن کلیدواژه‌های تخصصی انگلیسی و فارسی شامل: prevent of ACL injury, Knee Injury Prevention, Prevention of knee injuries, Injury prevention in soccer, knee prevention, neuromuscular training, Injury prevention programs, neuromuscular training, Prevention of ACL injuries, neuromuscular intervention و پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی، پیشگیری از آسیب‌های زانو در فوتبال، پیشگیری از آسیب‌ها در پایین تنه، برنامه پیشگیری از آسیب‌های فوتبال، پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی، در پایگاه‌های تخصصی فارسی و انگلیسی Magiran، Medlib، ISC، SID، PubMed، Google Scholar، Pedro، Science Direct، Scopus، و Irandoc انجام شد. همه کلیدواژه‌ها به صورت مستقل و در ترکیب با یکدیگر بکار رفتند. علاوه بر این، جستجوی دستی و بررسی کامل منابع مقالات برای یافتن مقالاتی که از طریق جستجوی الکترونیکی یافت نشدند انجام شد. بر اساس چارچوب PICOS^۱، نتایج مطالعات وارد این مطالعه مروری شدند. معیارهای ورود شامل تحقیقاتی بود که به زبان انگلیسی و یا فارسی باشند؛ حداقل در نشریات علمی پژوهشی چاپ شده باشند؛ در مورد نقش تمرینات پیشگیری از آسیب زانو به خصوص رباط صلیبی قدامی آمار دقیقی ارائه داده باشند، دامنه‌های سنی مختلف که به صورت تمام متن به چاپ رسیده و دارای مداخله باشند. معیارهای خروج از پژوهش شامل مطالعاتی بود که به صورت چکیده در کنفرانس و سمینارها ارائه شده بودند، مطالعات مروری و همچنین مطالعاتی که آمار دقیقی از آسیب‌های زانو و رباط صلیبی قدامی گزارش نکرده و صرفاً به بهبود جنبه‌های حرکتی در پیشگیری از آسیب پرداخته بودند.

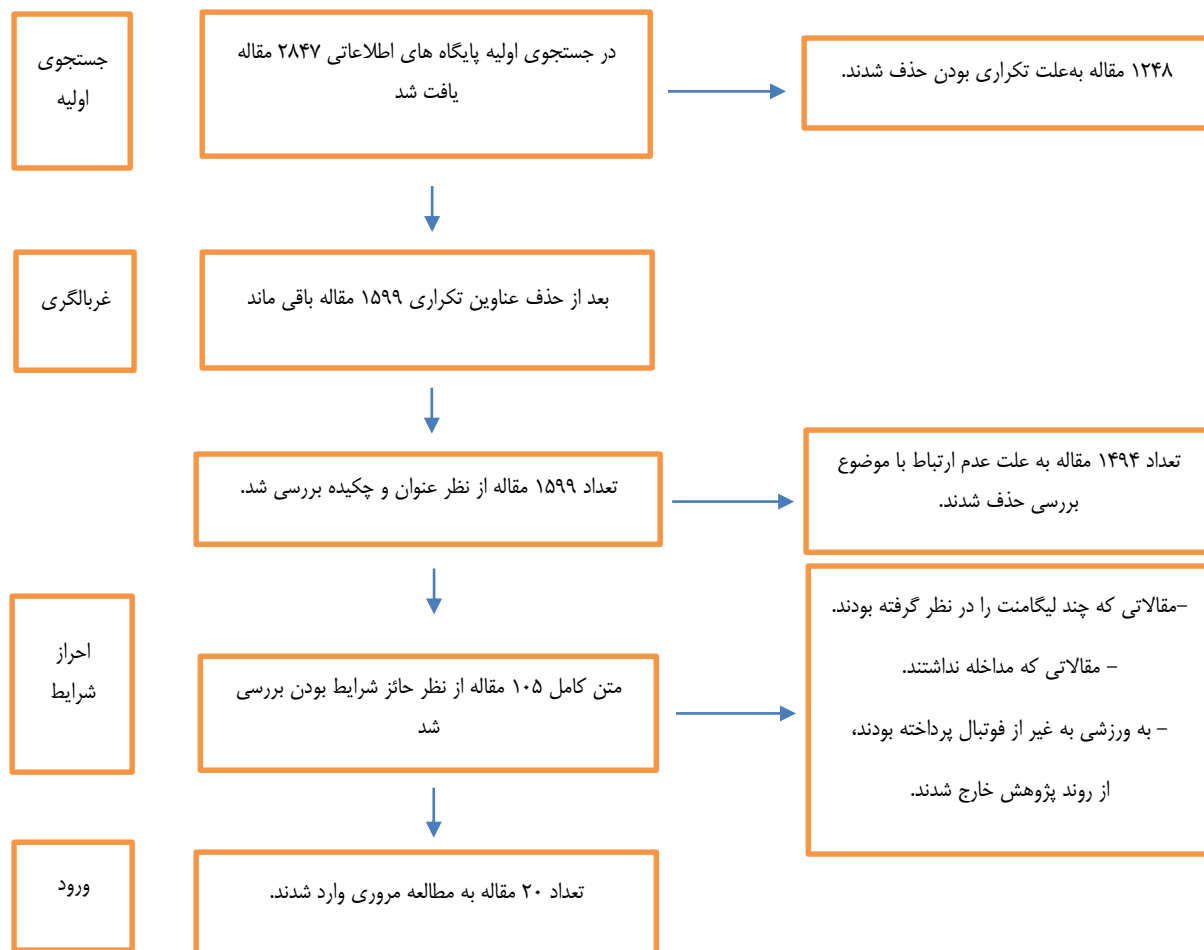
مقالات جستجو شده از هر پایگاه اطلاعاتی توسط دو مرورگر مستقل بررسی شدند. ابتدا عناوین و چکیده بررسی و در صورت انطباق با معیارهای ورود، متن کامل دریافت شد. در صورتی که اختلاف نظر بین دو مرورگر اول و دوم برای انتخاب مقالات وجود داشت، با مرورگر سوم به اشتراک گذاشته شد تا موارد اختلافی برطرف شود. دو مرورگر با استفاده از مقیاس کیفیت PEDro^۲ مقالات را ارزیابی نمودند. این مقیاس دارای اعتبار مناسب در مطالعات بالینی و دارای یازده آیتیم مختلف می‌باشد؛ آیتیم اول امتیازبندی ندارد و برای سایر آیتیم‌ها پاسخ مثبت یک امتیاز محسوب می‌شود. براساس مجموع نمرات کسب شده، کیفیت مقالات به صورت ضعیف (امتیاز ۰-۴)، متوسط (امتیاز ۵-۷)، عالی (امتیاز ۸-۱۰) تعیین شد.

1. Population, Intervention, Comparator, Outcome, Study type (PICOS)
2. Physiotherapy Evidence Database

نتایج

فرآیند انتخاب مطالعات در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که از میان ۲۸۴۷ مقاله مورد مطالعه، تنها ۲۰ مقاله به‌طور اختصاصی به موضوع پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در بازیکنان فوتبال پرداخته‌اند. ۱۹ عدد از این مقالات در نشریات ISI به چاپ رسیده‌اند. شایان ذکر است که این مطالعات بر روی بازیکنان فوتبال ۴ کشور متفاوت صورت گرفته‌اند که از این تعداد ۹ پژوهش در اروپا، ۷ پژوهش در آمریکا و ۴ پژوهش در ایران انجام شده بود. همچنین ۱۴ پژوهش در مورد زنان و ۶ پژوهش در مورد روش‌های پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی در مردان صورت گرفته بود. علاوه بر این ۱۰ مطالعه با روش تمرینات عصبی-عضلانی (جدول ۱) و ۱۰ مطالعه با روش تمرینات گرم کردن عمومی (جدول ۲) مورد بررسی قرار گرفتند. (شکل ۱) جریان انتخاب مقالات برای ورود به مقاله مروری را بر اساس نمودار پرئیسما نشان می‌دهد (۱۵).

به‌طور کلی میانگین امتیاز کیفیت مقالات در مقیاس PEDro ۵/۴ (معادل کیفیت متوسط) بود. از ۲۰ مقاله به‌دست آمده، پنج مقاله دارای کیفیت ضعیف، ۱۳ مقاله دارای کیفیت متوسط و دو مقاله دارای کیفیت عالی بود. در مجموع ۲۴۴۲۸ آزمودنی تحت مطالعه قرار گرفتند. همچنین طول مدت دوره‌های تمرینی بین هشت هفته تا دو سال متغیر بود.



شکل ۱. مراحل انتخاب و ورود مطالعات به مقاله مروری

جدول ۱. نتایج حاصل از مطالعات پیشگیری با استفاده از تمرینات عصبی عضلانی

نویسنده/ نویسندگان (سال انتشار)	مداخله (نوع تمرین)	عنوان	جامعه آماری	نتایج
رابرت و همکاران (۱۶) (۲۰۰۰)	تمرینات قلبی عروقی، پلايومتریک، قدرت، انعطاف پذیری، چابکی و سرعتی، به مدت ۸ هفته و قبل از شروع فصل	دوری از آسیب فوتبال با شرایط پیش فصل	۳۰۰ زن جوان رقابتی (۴۲ نفر گروه مداخله)	میانگین آسیب رباط صلیبی قدامی در گروه مداخله کمتر بود هرچند بین دو گروه معنی دار نبود.
سدر من و همکاران (۱۷) (۲۰۰۰)	تمرینات تعادلی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه و ۳ بار در هفته به مدت ۷ ماه	آموزش صفحه تعادل؛ پیشگیری از صدمات برخوردی اندام تحتانی در زنان فوتبالیست	۲۲۱ زن ورزشکار (۱۰۰ کنترل) و (۱۲۱ مداخله)	میزان آسیب رباط صلیبی قدامی در دو گروه هیچ تفاوتی نداشت. تمرینات تعادلی نتوانست میزان آسیب رباط صلیبی قدامی را کاهش دهد.
پیرو همکاران (۷) (۲۰۰۴)	تمرینات برشی، کنترل عصبی، انعطاف پذیری و پلايومتریک ۸ هفته تمرین	اثرات پیشگیری از آسیب‌های لیگامانی زانو با برنامه‌های تمرینی کاهش در نیروهای تأثیرگذار در زنان	۱۴۳۹ زن ورزشکار	اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد تمرینات ترکیبی نتوانستند میزان آسیب رباط صلیبی قدامی را کاهش دهند.
رونالد و همکاران (۱۸) (۲۰۰۶)	تمرینات پلايومتریک دو بار در هفته و به مدت دو فصل	عدم تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب رباط‌های زانو در بروز آسیب رباط صلیبی قدامی بدون تماس	۱۴۳۹ ورزشکار زن از تیم (۸۶۲ کنترل) و (۵۷۷ مداخله)	تمرینات پلايومتریک به مدت ۲۰ دقیقه که بر مکانیک فرود پس از پرش تأکید دارد باعث کاهش آسیب رباط صلیبی قدامی در دختران نمی‌شود.
جولی و همکاران (۱۱) (۲۰۰۸)	تمرینات PEP از طریق فیلم ویدئویی در اختیار بازیکنان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد هفته‌ای سه بار آن را انجام دهند به مدت یک فصل	یک آزمایش کنترل شده تصادفی برای جلوگیری از رباط صلیبی قدامی بدون تماس آسیب‌دیدگی در بازیکنان فوتبال دانشجویی زن	۱۴۳۵ زن ورزشکار (۸۵۲ کنترل) و (۵۸۳ مداخله)	برنامه کنترل عصبی عضلانی میزان آسیب رباط صلیبی قدامی را کاهش می‌دهد. آسیب رباط صلیبی در گروه مداخله ۳/۳ برابر کمتر بود.
استفن و همکاران (۱۹) (۲۰۰۸)	تمرینات ثبات مرکزی، قدرت اندام تحتانی، کنترل عصبی عضلانی و چابکی ۱۵ دقیقه به مدت ۸ ماه ۲ ماه پیش فصل و ۶ ماه در طول فصل	جلوگیری از آسیب‌دیدگی در فوتبال جوانان دختر - یک آزمایش کنترل شده تصادفی خوشه‌ای	بازیکنان زن (۱۰۹۱ مداخله) و (۱۰۰۱ کنترل)	تفاوتی در میزان آسیب رباط صلیبی قدامی در دو گروه مشاهده نشد. این عدم تأثیر می‌تواند به علت تطابق کم برنامه تمرینی باشد.
سینتیا و همکاران (۲۰) (۲۰۱۱)	تمرینات عصبی عضلانی (تقویتی، پلايومتریک، تعادل، چابکی، اجتناب از ولگوس داینامیک) به مدت ۱ فصل و قبل از تمرینات اصلی	تأثیر گرم شدن عضله عصبی بر آسیب‌های ورزشکاران زن در فوتبال و بسکتبال در دبیرستان‌های دولتی عمومی	۱۴۹۲ ورزشکار زن (۷۵۵ کنترل) و (۷۳۷ مداخله)	۲ آسیب در مداخله و ۶ آسیب در کنترل اتفاق افتاد. تمرینات نورو ماسکولار به شکل معناداری آسیب‌های پایین تنه را کاهش می‌دهد.
هاگلدن و همکاران (۲۱) (۲۰۱۳)	بررسی بازیکنان با برنامه‌های عصبی عضلانی بررسی شد. ۱۵ دقیقه و دو جلسه در هفته	انطباق برتر با یک برنامه تمرینی عصبی عضلانی با آسیب‌دیدگی ACL کمتر و آسیب‌دیدگی حاد زانو در	۲۴۷۱ نفر زن ورزشکار گروه مداخله و ۲۰۸۵ نفر گروه کنترل	بازیکنانی که تطابق بالایی با برنامه‌های عصبی-عضلانی داشتند میزان قابل توجهی

آسیب کمتر در ACL داشتند.	بازیکنان فوتبالیست دختر نوجوان همراه است: تجزیه و تحلیل ثانویه RCT	فوس و همکاران (۲۲) (۲۰۱۸)	تمرینات (تمرینات ثابت مرکزی تنه و اندام تحتانی) و تمرینات شم (دویدن مقاومتی با باند الاستیکی) به مدت یک فصل	یک برنامه تمرینات عضلانی و بروز آسیب‌های مرتبط با ورزش مبتنی بر مدرسه: یک کارآزمایی بالینی تصادفی سازی و کنترل شده آینده‌نگر	۴۷۴ ورزشکار دختر (۲۲۲ دختر در مقطع راهنمایی و ۲۵۳ دختر در مقطع دبیرستان)، ۲۵۹ نفر گروه تمرینات عضلانی و ۲۱۵ نفر گروه تمرینات شم	تمرینات عضلانی منجر به کاهش بروز آسیب ACL نسبت به تمرینات شم شد و از لحاظ آماری تفاوت معناداری داشت.
تمرینات کانون توجه بیرونی باعث بهبود پارامترهای کینماتیکی به صورت معنادار شد و در نهایت به نظر می‌رسد که می‌تواند باعث پیشگیری آسیب ACL شود.	۴۲ نفر بازیکن مرد فوتبالیست در سه گروه تمرینات کانون توجه درونی، تمرینات کانون توجه بیرونی و کنترل	دالوندیور و همکاران (۲۳) (۲۰۲۱)	تمرینات کانون توجه درونی و بیرونی به مدت هشت هفته	کانون توجه در طول تمرینات پیشگیری از آسیب ACL بر بهبود کینماتیک پرش فرود در بازیکنان فوتبال تأثیر می‌گذارد: یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده	تمرینات کانون توجه بیرونی باعث بهبود پارامترهای کینماتیکی به صورت معنادار شد و در نهایت به نظر می‌رسد که می‌تواند باعث پیشگیری آسیب ACL شود.	

جدول ۲. نتایج حاصل از مطالعات پیشگیری با استفاده از تمرینات گرم کردن

نویسنده / نویسندگان (سال انتشار)	مداخله (نوع تمرین)	عنوان	جامعه آماری	نتایج
جانگ و همکاران (۲۴) (۲۰۰۲)	برنامه پیشگیری به مدت یک فصل شامل (گرم کردن، تعادل، قدرت، هماهنگی، استقامت).	پیشگیری از آسیب‌های فوتبال: یک مطالعه مداخله‌ای آینده‌نگر در بازیکنان جوان آماتور	۱۹۴ بازیکن مرد از ۱۴ تیم (دو گروه: مهارت بالا و مهارت پایین)	آسیب‌های زانو در گروه با مهارت پایین به طور معناداری کاهش پیدا کرد (اشاره مستقیم به آسیب‌های رباط صلیبی قدامی نشده است)
برت و همکاران (۶) (۲۰۰۵)	تمرینات (گرم کردن شامل: کششی، پلايومتریك و چابکی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه) به مدت ۲ سال و ۲ تا ۳ بار در هفته	اثربخشی تمرینات نوروماسکولار در پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی در ورزشکاران زن	۵۷۰۳ زن ورزشکار (گروه کنترل ۳۱۸) و (مداخله ۱۸۸۵)	آسیب رباط صلیبی در گروه مداخله ۸۸ درصد در فصل اول و ۷۴ درصد در فصل دوم کاهش داشت. استفاده از تمرینات گرم کردن نورو ماسکولار اثرات مفیدی بر پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی در زنان دارد.
اندروس و همکاران (۲۵) (۲۰۰۸)	تمرینات گرم کردن (تعادلی، نوردیک، شکم و پرش به پهلو) سه بار در هفته به مدت ۱۰ ماه	پیشگیری از آسیب در بین مردان فوتبالیست	۵۰۸ بازیکن مرد از ۳۱ تیم (کنترل ۱۹۵) و (مداخله ۱۹۳)	میزان آسیب‌های زانو در دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (اشاره مستقیم به رباط صلیبی قدامی نشده است).
سولیکارد و همکاران (۲۶) (۲۰۰۸)	گرم کردن عمومی (قدرت، دویدن، پلايومتریك، تعادل و...) به مدت یک فصل و پیش از تمرین و مسابقه	برنامه تمرین جامع گرم کردن برای پیشگیری از آسیب در فوتبالیست‌های زن	۱۸۹۲ زن فوتبالیست گروه مداخله - ۸۳۷ نفر گروه کنترل	آسیب‌های لیگامانی زانو به طور معناداری کاهش پیدا کردند (اشاره مستقیم به رباط صلیبی قدامی نشده است)

اشکان کیانی و همکاران (۲۷) (۲۰۱۰)	۲۵ تا ۳۰ دقیقه تمرین گرم کردن (تعادل، قدرت/ف ثبات مرکزی)، ۴ ماه و دو بار در هفته در پیش فصل ۱ بار در هفته در طول فصل	پیشگیری از آسیب‌های زانو مربوط به فوتبال در دختران نوجوان	۱۵۰۶ زن فوتبالیست (۴۶ تیم گروه کنترل) و (۴۸ تیم مداخله)	یک برنامه تمرینی چندوجهی می‌تواند آسیب رباط صلیبی قدامی را در زنان ورزشکار به‌طور معناداری کاهش دهد
والدن و همکاران (۲۸) (۲۰۱۲)	برنامه گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه به‌صورت ترکیبی ۲ بار در هفته در یک فصل کامل	پیشگیری از آسیب‌های حاد در زنان فوتبالیست	۲۴۹۷ نفر زن در گروه مداخله و ۲۰۵۸ نفر در گروه کنترل	میزان آسیب رباط صلیبی قدامی در گروه مداخله ۶۴ درصد کاهش پیدا کرد به نظر می‌رسد یک برنامه گرم کردن عصبی عضلانی می‌تواند میزان آسیب‌های رباط صلیبی را در دختران فوتبالیست به میزان قابل توجهی کاهش دهد
سیلورس و همکاران (۱۲) (۲۰۱۵)	تمرینات ۱۱+ به مدت ۲۰ دقیقه و در طول یک فصل و ۳ بار در هفته	اثربخشی برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ در بازیکن فوتبالیست مرد دانشگاهی	۸۵۰ نفر مرد گروه کنترل و ۶۷۵ نفر گروه مداخله	آسیب‌های زانو در گروه مداخله ۴۶ درصد کاهش پیدا کرد (اشاره مستقیم به آسیب‌های رباط صلیبی قدامی نشد)
هالی و همکاران (۲۹) (۲۰۱۷)	تمرینات گرم کردن ۱۱+ به مدت یک فصل	آیا برنامه پیشگیری ۱۱+ باعث کاهش آسیب رباط صلیبی قدامی در مردان فوتبالیست می‌شود؟	۸۵۰ نفر زن گروه کنترل و ۶۷۵ نفر گروه مداخله	تمرینات ۱۱+ اگر به درستی انجام شود می‌تواند باعث کاهش آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در مردان ورزشکار شود.
عسگری و توماس (۳۰) (۲۰۲۱)	تمرینات گرم کردن کششی پویا، قدرتی و پلايومتریک و تمرینات گرم کردن عمومی فوتبال به مدت یک فصل هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۱۵ دقیقه	یک برنامه گرم کردن پویا آسیب‌های زانو و مچ پا را در بین بازیکنان جوان مرد جوان فوتبال کاهش می‌دهد	۵۴ نفر از بازیکنان مرد فوتبال ۲۹ نفر گروه کنترل یا تمرینات گرم کردن عمومی و معمول فوتبال و ۲۵ نفر گروه تمرینات گرم کردن کششی پویا، قدرتی و پلايومتریک	تمرینات گرم کردن کششی پویا، قدرتی و پلايومتریک به‌عنوان گرم کردن منظم به‌طور قابل توجهی نسبت به تمرینات گرم کردن عمومی و معمول فوتبال بروز آسیب‌های زانو را در فوتبالیست‌های جوان کاهش داد
براتی شورک و همکاران (۳۱) (۲۰۲۲)	تمرینات گرم کردن (بهبود تعادل، افزایش انعطاف‌پذیری، افزایش ثبات تنه، زانو و مچ پا و کنترل حرکت) به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه بین ۲۵ - ۳۰ دقیقه	تأثیر برنامه تمرینی حاصل از نتایج آزمون غربالگری حرکتی عملکردی بر قدرت عضلات ران و پایداری قامتی پویا، جهت پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی در مردان فوتبالیست سالم	۳۰ فوتبالیست حرفه‌ای مرد در دو گروه ۱۵ نفری کنترل و تجربی	تفاوت معنادار بین دو گروه مشاهده شد؛ بنابراین، برنامه تمرینی حاصل از نتایج آزمون غربالگری حرکتی عملکردی احتمالاً می‌تواند از بروز آسیب رباط صلیبی قدامی پیشگیری نمایند.

بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی روش‌های مختلف برنامه‌های تمرینی به دو صورت تمرینات عصبی عضلانی و تمرینات گرم کردن جهت پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی در بازیکنان فوتبال بود، نتایج نشان داد هر دو روش برنامه‌های پیشگیری گرم کردن ویژه و عصبی-عضلانی می‌توانند نرخ آسیب‌های رباط صلیبی قدامی را در بازیکنان فوتبال کاهش دهند. مطالعه هالی و همکاران به بررسی تأثیر یک دوره تمرینات +۱۱ در طول فصل بر آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در بازیکنان فوتبال پرداخت. در این مطالعه ۶۱ تیم فوتبال دانشگاهی مردان در طول یک فصل برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب +FIFA 11 را انجام دادند و میزان آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در پایان فصل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که گروه تمرینی به میزان ۴/۲ برابر کمتر از گروه کنترل دچار آسیب‌های رباط صلیبی قدامی شدند (۹). در تحقیق دیگر مطالعه سیلورس و همکاران نیز به بررسی اثر تمرینات +۱۱ بر بازیکنان فوتبال ۳۴ تیم پرداخت و نتایج نشان داد که برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب +FIFA 11 میزان آسیب را تا ۴۶٪ کاهش داد، همچنین زمان از دست رفته در تمرین و مسابقه در گروه کنترل حدود ۲۸ درصد بیشتر از گروه مداخله بود. FIFA 11+ به‌عنوان یک برنامه گرم کردن مختصر و جامع برای رسیدگی به آسیب‌های اندام تحتانی مرتبط با ورزش فوتبال طراحی شده است (۱۲).

برنامه +FIFA 11 برای اولین بار روی بازیکنان زن فوتبال در نروژ آزمایش شد. سولیگارد و همکاران یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده خوشه‌ای را در ۱۲۵ باشگاه فوتبال نوجوان زن در نروژ (۱۳ تا ۱۷ سال) انجام دادند: ۶۵ تیم در گروه مداخله پروتکل را به مدت ۱ فصل (۸ ماه) دنبال کردند؛ و ۶۰ تیم در گروه کنترل به تمرینات تیمی خود پرداختند. در طول فصل، ۲۶۴ بازیکن دچار مصدومیت شدند: ۱۲۱ بازیکن در گروه مداخله و ۱۴۳ بازیکن در گروه کنترل (۳۲). این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از یک برنامه گرم کردن ساختاریافته می‌تواند از آسیب‌دیدگی بازیکنان زن جوان فوتبال جلوگیری کند. از طرفی با توجه به ماهیت پویای فوتبال که شامل پریدن‌های مکرر، فرود آمدن و تغییر جهت سریع روی یک پا و در هر سه صفحه حرکتی است، استفاده از تمرینات پیشگیری چندجزئی که در چند صفحه حرکتی انجام می‌شوند ضروری به نظر می‌رسد. درحالی‌که برنامه‌های تمرینی سنتی مانند تمرینات قدرتی و یا تمرینات تعادلی معمولاً در صفحه ساجیتال یا فرونتال انجام می‌شوند، تمرینات چند جزئی صفحه عرضی را نیز شامل می‌شوند، جایی که آسیب‌های رباط صلیبی قدامی معمولاً در آن رخ می‌دهد (۳۳). نشان داده شده است که برنامه تمرینات پیشگیری گرم کردن عمومی مانند تمرینات +FIFA 11 و یا تمرینات چندجزئی ابزاری کارآمد برای دستیابی به آمادگی فیزیولوژیکی بهینه برای ورزش است (۳۴). همچنین نشان داده شده است که برنامه‌های تمرینی پیشگیری گرم کردن عمومی باعث افزایش فعالیت عضلات راست شکم، گلوئتوس مدیوس و گلوئتوس مینیوس بلافاصله پس از اتمام برنامه می‌شود، بعلاوه تأثیر این برنامه بر فعال‌سازی عضلات مرکزی مورد تأیید است (۳۵). از سوی دیگر، مطالعه‌ای نشان داد که اجرای یک برنامه گرم کردن عمومی چندجزئی به مدت ۲۴ جلسه، منجر به افزایش قدرت عضلات چهارسر ران و همسترینگ در بازیکنان رقابتی فوتبال مرد زیر ۲۱ سال می‌شود. این یافته‌ها حاکی از آن است که برنامه‌های گرم کردن چندجزئی نه تنها می‌توانند به بهبود عملکرد عضلانی کمک کنند، بلکه ممکن است در کاهش خطر آسیب‌های مرتبط با ضعف عضلانی نیز مؤثر باشند (۳۶).

1. Core muscles

یکی دیگر از پروتکل‌های تمرینی پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی تمرینات عصبی عضلانی می‌باشد. در تمرینات گرم کردن گاه‌ا از ترکیبی از تمرینات عصبی عضلانی استفاده می‌شود و تفاوت در زمان و نوع استفاده از این تمرینات می‌باشد. در برنامه‌های گرم کردن همه تمرینات قبل از تمرینات اصلی استفاده می‌شود اما در تمرینات عصبی عضلانی تمرینات در خارج از زمان تمرینات اصلی یا پس از پایان تمرینات استفاده می‌شود (۳۷). در این راستا مطالعه هاگلند و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی به مدت ۸ ماه و دو جلسه در هفته بر آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در ۲۴۷۱ بازیکنان فوتبال پرداخت. در این تحقیق مشخص شد که تمرینات عصبی-عضلانی می‌تواند میزان آسیب‌های رباط صلیبی قدامی را تا ۸۸ درصد کاهش دهند. در این مطالعه از تمرینات چند جزئی شامل تعادل، چابکی، تمرینات قدرتی و پلايومتریک استفاده شد (۲۱). نتایج مطالعه آنتون و همکاران (۳۸) نشان داد برنامه‌های پیشگیری چندجزئی نسبت به برنامه‌های تک‌جزئی تأثیر بیشتری بر کاهش نرخ آسیب رباط صلیبی قدامی دارد. هرچند استفن و همکاران در مطالعه‌ای بر روی بازیکنان فوتبال، نتایجی متفاوت با پژوهش‌های پیشین گزارش کردند و نشان دادند که اجرای یک برنامه تمرینی عصبی-عضلانی چندجزئی به مدت ۸ ماه، تأثیر قابل‌توجهی در کاهش آسیب‌های رباط صلیبی قدامی در گروه مداخله نداشته است. این یافته‌ها بیانگر آن است که اثربخشی برنامه‌های تمرینی ممکن است به عوامل دیگری مانند شدت تمرین، مدت زمان اجرا، یا ویژگی‌های فردی ورزشکاران وابسته باشد و نیاز به بررسی‌های بیشتر در این زمینه احساس می‌شود (۱۹).

تحقیق رابرت و همکاران نشان داد تمرینات عصبی عضلانی می‌تواند باعث کاهش چشمگیری در آسیب‌های رباط صلیبی قدامی شود. در این مطالعه، نتایج نشان داد که در گروه تجربی تنها یک آسیب در پایان فصل رخ داد، درحالی‌که این عدد در گروه کنترل به هشت آسیب رسید. (۱۶). این فرضیه وجود دارد که توانایی‌های حس عمقی و عصبی عضلانی به‌طور خاص تأثیر بالایی بر کاهش خطر آسیب دارند (۳۹). از آنجایی‌که هدف اول در برنامه‌های پیشگیری از آسیب‌ها کاهش خطر آسیب‌ها و بهبود کیفیت حرکت می‌باشد، هدف بعدی باید بررسی تعداد و نوع آسیب‌ها باشد. تحقیقات زیادی در رابطه با تمرینات عصبی عضلانی و تأثیر این تمرینات بر حس عمقی و بهبود حرکت زانو انجام شده، اما پیگیری طولانی‌مدت ورزشکاران برای بررسی میزان آسیب‌های زانو و رباط صلیبی قدامی در مطالعات کمی دیده می‌شود (۱۶). به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای که به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر عملکرد گیرنده‌های عمقی زانو پس از عمل بازسازی رباط صلیبی قدامی پرداخت، مشاهده شد که شاخص‌های ثبات و تعادل پس از بازسازی بهبود یافته‌اند. باین‌حال، این مطالعه فاقد پیگیری طولانی‌مدت برای ارزیابی میزان و تعداد آسیب‌های مجدد رباط صلیبی قدامی بود (۴۰).

یکی دیگر از اجزاء مهم و جدایی‌ناپذیر تمرینات عصبی عضلانی، تمرینات تعادلی می‌باشد (۱۹). در این زمینه تحقیق جفری و همکاران (۴۱) نشان داد که برنامه‌های چندجزئی که بر تمرینات تعادلی تأکید بیشتری داشتند، نتوانستند خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را در گروه مداخله کاهش دهند. در مقابل، برنامه‌هایی که از کشش‌های ایستا به میزان بیشتری نسبت به سایر تمرینات استفاده می‌کردند، به‌طور معناداری خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را کاهش دادند. این یافته‌ها حاکی از آن است که تأثیر برنامه‌های پیشگیری از آسیب ممکن است به نوع و ترکیب تمرینات مورد استفاده وابسته باشد. در مطالعه یو و همکاران (۴۲) مشخص شد تمرینات تعادلی باعث کاهش آسیب در رباط صلیبی قدامی نمی‌شود. به‌طور مشابه در مطالعه‌ای دیگر (۴۳) هیچ اثربخشی از تمرینات تعادلی در کاهش خطر آسیب رباط صلیبی قدامی دیده نشد. باین‌حال، مطالعات پیشین نشان داده‌اند که اگرچه کشش‌های استاتیک ممکن است در پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی مؤثر نباشند، اما می‌توانند در کاهش خطر آسیب‌های رباطی مفید واقع شوند (۴۴). همچنین برنامه‌های چابکی نیز می‌توانند اثرات مثبتی بر پیشگیری از آسیب رباط صلیبی داشته باشند هرچند تحقیقی به‌صورت مستقل اثر چابکی بر پیشگیری از آسیب رباط متقاطع قدامی را بررسی نکرده است اما نشان داده شده است این تمرینات

می‌تواند باعث فعال‌سازی عضلات همسترینگ شود که در کاهش آسیب مفید است (۴۵). روی هم‌رفته برنامه‌های پیشگیری از آسیب‌های رباط متقاطع قدامی انواع مختلفی دارند که تقریباً هیچ‌یک از آن‌ها باعث افزایش آسیب در این رباط نمی‌شوند؛ اما موضوع پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی همچنان مبهم و قابل بحث می‌باشد. مسئله مهم در برنامه‌های پیشگیری از این آسیب‌ها این است که تاکنون برنامه‌ای که بتواند در تمامی سن‌ها، جنسیت و نژادهای متفاوت مفید باشد شناخته نشده است، هرچند تأثیر برنامه‌های تمرینی پیشگیری بر کاهش آسیب‌های زانو مشخص است، اما به دلیل پیچیدگی‌های این برنامه‌ها تقریباً هیچ‌یک از آن‌ها نتوانسته‌اند برنامه‌ای جامع برای عموم و ورزشکاران باشند.

یکی از دلایل دشوار بودن این مطالعات این است که به صرف هزینه و زمان زیاد نیاز دارند و از سوی دیگر به نظر می‌رسد طراحی برنامه‌ها و همچنین مداخلات متنوع تعیین اینکه کدام روش پیشگیری مفیدتر است را دشوار می‌سازد. صرف‌نظر از مکانیسم تأثیر برنامه‌های پیشگیری از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی، این برنامه‌ها در کاهش نرخ این دسته از آسیب‌ها موفق عمل کرده‌اند. به همین دلیل مربیان ورزشی می‌توانند از هر دو روش تمرینی جهت کاهش خطر و نرخ آسیب‌های رباط صلیبی بهره برده و عوارض طولانی‌مدت آسیب‌های این رباط مانند استئوآرتریت، هزینه‌های مالی، دوری طولانی‌مدت از ورزش و همچنین عوامل روانی را به حداقل برسانند. همچنین تحقیقات آتی باید بر توسعه برنامه‌های متناسب با نیازهای خاص گروه‌های سنی، سطوح مهارت و جنسیت مختلف تمرکز کند تا اثربخشی آن‌ها را افزایش دهد. مطالعات طولی نیز برای ارزیابی تأثیر بلندمدت این برنامه‌ها بر پیشگیری از آسیب و عملکرد ورزشی ضروری است.

نتیجه‌گیری نهایی

هر دو برنامه تمرینی پیشگیری گرم کردن و عصبی عضلانی توانسته‌اند در کاهش نرخ آسیب‌های رباط صلیبی قدامی موفق عمل کنند. هرچند تاکنون برنامه تمرینی جامعی که بتواند در تمامی سنین و جوامع مؤثر باشد وجود ندارد، اما نقطه قوت این برنامه‌ها این است که تاکنون هیچ‌یک از آن‌ها باعث افزایش آسیب در بازیکنان فوتبال نشده‌اند. همچنین به دلیل پیچیدگی و دشوار بودن ترکیب انواع تمرینات صحبت در مورد مزیت یکی بر دیگری مقداری دشوار 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. Carter EA, Westerman BJ, Hunting KL. Risk of injury in basketball, football, and soccer players, ages 15 years and older, 2003-2007. *Journal of Athletic Training*. 2011;46(5):484-488. [DOI:10.4085/1062-6050-46.5.484] [PMID]
2. Sugimoto D, Alentorn-Geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Karlsson J, Myer GD. Biomechanical and neuromuscular characteristics of male athletes: implications for the development of anterior cruciate ligament injury prevention programs. *Sports Medicine*. 2015;45:809-822. [DOI:10.1007/s40279-015-0311-1] [PMID]
3. Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach Jr BR, et al. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *The American journal of sports medicine*. 2014;42(10):2363-2370. [DOI:10.1177/0363546514542796] [PMID]
4. Lucci S, Cortes N, Van Lunen B, Ringleb S, Onate J. Knee and hip sagittal and transverse plane changes after two fatigue protocols. *Journal of science and medicine in sport*. 2011;14(5):453-459. [DOI:10.1016/j.jsams.2011.05.001] [PMID]
5. Murray JJ, Renier CM, Ahern JJ, Elliott BA. Neuromuscular training availability and efficacy in preventing anterior cruciate ligament injury in high school sports: A retrospective cohort study. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2017;27(6):524-529. [DOI:10.1097/JSM.0000000000000398] [PMID]
6. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(7):1003-1010. [DOI:10.1177/0363546504272261] [PMID]
7. Irmischer BS, Harris C, Pfeiffer RP, DeBeliso MA, Adams KJ, Shea KG. Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(4):703-707. <https://doi.org/10.1519/00124278-200411000-00003> [DOI:10.1519/R-13473.1]
8. Kirkendall DT, Dvorak J. Effective injury prevention in soccer. *The physician and sportsmedicine*. 2010;38(1):147-157. [DOI:10.3810/psm.2010.04.1772] [PMID]
9. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ injury prevention program reduce the incidence of ACL injury in male soccer players? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017;475:2447-2455. [DOI:10.1007/s11999-017-5342-5] [PMID]
10. Kazemi AS, Daneshmandi H, Sedaghati P, Hoseini Y. Comparison of the Effect of Sportsmetrics Soccer Training on Movement Performance in Soccer Players with and without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ)*. 2024;14(2). [DOI:10.32098/mltj.02.2024.18]
11. 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):1476-1483. [DOI:10.1177/0363546508318188] [PMID]

12. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohl R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(11):2628-2637. [DOI:10.1177/0363546515602009] [PMID]
13. Eslami A, Sahebozamani M, Bahiraei S. The Effect of the FIFA 11+ Kids Warm-Up Training Program on Lower Limb Injury Prevention and Football Player Performance (A Systematic Review). *Journal of Sport Biomechanics*. 2023;9(1):2-15. [DOI:10.61186/JSportBiomech.9.1.2]
14. Weir G. Anterior cruciate ligament injury prevention in sport: biomechanically informed approaches. *Sports biomechanics*. 2024;23(11):1867-1887. [DOI:10.1080/14763141.2021.2016925] [PMID]
15. Knussen C, Tolson D, Brogan CA, Swan IR, Stott DJ, Sullivan F. Family caregivers of older relatives: Ways of coping and change in distress. *Psychology, Health and Medicine*. 2008;13(3):274-290. [DOI:10.1080/13548500701405483] [PMID]
16. Heidt RS, Sweeterman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(5):659-662. [DOI:10.1177/03635465000280050601] [PMID]
17. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2000;8(6):356-363. [DOI:10.1007/s001670000147] [PMID]
18. 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. *JBSJ*. 2006;88(8):1769-1774. [DOI:10.2106/JBJS.E.00616]
19. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football-a cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2008;18(5):605-614. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2007.00703.x] [PMID]
20. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim K-Y, Peng J, Christoffel KK. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2011;165(11):1033-1040. [DOI:10.1001/archpediatrics.2011.168] [PMID]
21. Häggglund M, Atroshi I, Wagner P, Waldén M. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. *British journal of sports medicine*. 2013;47(15):974-979. [DOI:10.1136/bjsports-2013-092644] [PMID]
22. Parsons JL, Coen SE, Bekker S. Anterior cruciate ligament injury: towards a gendered environmental approach. *British journal of sports medicine*. 2021;55(17):984-990. [DOI:10.1136/bjsports-2020-103173] [PMID]
23. Dalvandpour N, Zareei M, Abbasi H, Abdoli B, Mohammadian MA, Rommers N, et al. Focus of Attention During ACL Injury Prevention Exercises Affects Improvements in Jump-Landing Kinematics in Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2023;37(2):337-42. [DOI:10.1519/JSC.0000000000004201] [PMID]
24. Junge A, Rösch D, Peterson L, Graf-Baumann T, Dvorak J. Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *The American journal of sports medicine*. 2002;30(5):652-659. [DOI:10.1177/03635465020300050401] [PMID]

25. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(6):1052-1060. [DOI:10.1177/0363546508314432] [PMID]
26. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ: British Medical Journal*. 2009;95-99.
27. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeborg R, Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of internal medicine*. 2010;170(1):43-49. [DOI:10.1001/archinternmed.2009.289] [PMID]
28. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *Bmj*. 2012;3:344. [DOI:10.1136/bmj.e3042] [PMID]
29. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ injury prevention program reduce the incidence of ACL injury in male soccer players? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017;475(10):2447-2455. [DOI:10.1007/s11999-017-5342-5] [PMID]
30. Asgari M, Jaitner T, Nazari B. 207 Effects of the FIFA 11+ injury prevention programme on physical and technical performance, biomechanical measures and physiological responses. *BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine*. 2021;A80-A81. [DOI:10.1136/bjsports-2021-IOC.190]
31. Benjaminse A, Verhagen E. Implementing ACL injury prevention in daily sports practice-It's not just the program: Let's build together, involve the context, and improve the content. *Sports medicine*. 2021;51(12):2461-2467. [DOI:10.1007/s40279-021-01560-4] [PMID]
32. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *Bmj*. 2008;337. [DOI:10.1136/bmj.a2469] [PMID]
33. GALI JC, FADEL GW, MARQUES MF, ALMEIDA TA, GALI FILHO JC, FARIA FAS. O RISCO DE NOVAS LESÕES APÓS RECONSTRUÇÃO DO LCA PODE SER MINORADO COM O TREINAMENTO FUNCIONAL. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2021;29:21-25. [DOI:10.1590/1413-785220212901240903] [PMID]
34. Bizzini M, Impellizzeri FM, Dvorak J, Bortolan L, Schena F, Modena R, et al. Physiological and performance responses to the "FIFA 11+"(part 1): is it an appropriate warm-up? *Journal of sports sciences*. 2013;31(13):1481-1490. [DOI:10.1080/02640414.2013.802922] [PMID]
35. Nakase J, Inaki A, Mochizuki T, Toratani T, Kosaka M, Ohashi Y, et al. Whole body muscle activity during the FIFA 11+ program evaluated by positron emission tomography. *PloS one*. 2013;8(9):e73898. [DOI:10.1371/journal.pone.0073898] [PMID]
36. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. *Biology of sport*. 2013;30(4):281-288. [DOI:10.5604/20831862.1077554] [PMID]
37. Pangestuputra AW, Changestu DA. Neuromuscular Training in ACL Injury Prevention: A Narrative Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2024;12(10_suppl3):2325967124S2325900394. [DOI:10.1177/2325967124S00394]
38. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk

- factors and to reduce injury rates. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2009;17:859-879. [DOI:10.1007/s00167-009-0823-z] [PMID]
39. Hajivand H, Babaei Khorzoughi M. Effectiveness of Proprioceptive and Paaryaad Exercises on Motor Coordination, Balance, and Executive Functions in Girls with ACL Injury. *Journal of Sport Biomechanics*. 2023;9(2):156-170. [DOI:10.61186/JSportBiomech.9.2.156]
40. Muaidi QI, Nicholson LL, Refshaug KM, Adams RD, Roe JP. Effect of anterior cruciate ligament injury and reconstruction on proprioceptive acuity of knee rotation in the transverse plane. *The American journal of sports medicine*. 2009;37(8):1618-1626. [DOI:10.1177/0363546509332429] [PMID]
41. Taylor JB, Waxman JP, Richter SJ, Shultz SJ. Evaluation of the effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention programme training components: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2015;49(2):79-87. [DOI:10.1136/bjsports-2013-092358] [PMID]
42. Yoo JH, Lim BO, Ha M, Lee SW, Oh SJ, Lee YS, et al. A meta-analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2010;18(6):824-830. [DOI:10.1007/s00167-009-0901-2] [PMID]
43. Sadoghi P, von Keudell A, Vavken P. Effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention training programs. *JBJS*. 2012;94(9):769-776. [DOI:10.2106/JBJS.K.00467] [PMID]
44. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Research in sports medicine*. 2008;16(3):213-231. [DOI:10.1080/15438620802310784] [PMID]
45. Wilderman DR, Ross SE, Padua DA. Thigh muscle activity, knee motion, and impact force during side-step pivoting in agility-trained female basketball players. *Journal of athletic training*. 2009;44(1):14-25. [DOI:10.4085/1062-6050-44.1.14] [PMID]