

The Impact of Sportsmetrics™ Neuromuscular Training on Injury Risk Factors and Athletic Performance: A Systematic Review

Shakiba E^{1*}, Mohammadi H², Alizadeh M.H³

1- Ph.D Student, Department of Sports Injury and Biomechanics, Faculty of Sport and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanity Sciences, Kurdistan University, Sanandaj, Iran

3- Professor, Department of Sports Injuries and Biomechanics, Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

Received: 2024.08.04 Accepted: 2024.12.30

Purpose: Sportsmetrics™, unlike other neuromuscular exercises, is designed not only to prevent injuries but also to enhance performance in sports such as soccer, volleyball, basketball, and tennis. Unlike other programs, such as FIFA 11+, which have been the subject of numerous review articles, there is a lack of systematic reviews on the effects of Sportsmetrics™. Therefore, this study conducted a systematic review to investigate the impact of Sportsmetrics™.

Methods: The present research was conducted based on PRISMA guidelines. To find English language articles, the search engines including PubMed, Web of Science (WOS), Scopus, Google Scholar were searched using the keywords Sport specific, Sportsmetrics, Neuromuscular training, performance, function, Prevent, ACL; and Persian language articles search engines from SID and Magiran were searched using the keywords specific exercises, sportsmetrics, neuromuscular training, plyometrics, performance, function, prevention, anterior cruciate ligament in the range of 2000 to 2024. Additionally, the quality assessment of the articles was based on Pedro's checklist done.

Results: Inclusion Criteria for Studies Investigating Risk Factors and Athletic Performance followed Sportsmetrics™. After a comprehensive search, 19 articles were selected from a pool of 22,987 studies. Among these, seven studies examined injury risk, one study focused on performance, and eleven studies explored both. The most common sports were soccer and volleyball, and the most frequent performance tests were explosive power, speed, and agility. The majority of studies reported a significant reduction in injury risk and a significant improvement in athletic performance.

Conclusion: In addition to reducing dynamic knee valgus and landing error, and improving the alignment of the lower limbs, Sportsmetrics™ increase power, speed, agility and core stability. However, in terms of its impact on the balance, the results are contradictory and need further investigation. It is recommended for coaches and athletes to employ specialized Sportsmetrics™ related to their field in order to reduce the risk factors without fear of disrupting sports performance.

Keywords: Injures risk factor, Performance, Injury prevention, Sportsmetrics™, Neuromuscular training

Corresponding Author: Erfan Shkiba

Email: e.shakiba@ut.ac.ir

ORCID: 0000-0003-1396-950X



Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► Please cite this article as: Shakiba E, Mohammadi H, Alizadeh M.H. The Impact of Sportsmetrics™ Neuromuscular Training on Injury Risk Factors and Athletic Performance: A Systematic Review. *JPSR* 2025; 14(1): 82-98. DOI: 10.22038/jpsr.2025.81183.2634.

اثر تمرینات عصبی عضلانی اسپورتمتریک بر عوامل خطر ساز آسیب و عملکرد ورزشکاران: یک مطالعه مروری

نظام مند

عرفان شکيبا^۱، هيمن محمدی^۲، محمد حسين عليزاده^۳

هدف: تمرینات اسپورتمتریک برخلاف سایر تمرینات عصبی-عضلانی، علاوه بر پیشگیری از آسیب با هدف بهبود عملکرد برای رشته‌های فوتبال، والیبال، بسکتبال و تنیس طراحی شده است. همچنین این تمرینات برخلاف سایر تمرینات، از قبیل فیفا +۱۱، که دارای مقالات مروری متعددی می باشند، فاقد مرور نظام‌مند است. لذا در پژوهش حاضر مرور نظام‌مند بر تاثیر تمرینات اسپورتمتریک صورت گرفت.

روش بررسی: پژوهش حاضر بر اساس دستورالعمل پریسما صورت گرفت. برای یافتن مقالات زبان انگلیسی، از موتورهای جستجو PubMed، Web of Science (WOS)، Scopus Google Scholar با استفاده از کلیدواژه‌های Sport Specific, Sportsmetrics, Neuromuscular Training, Performance, Function, Prevent, ACL مقالات زبان فارسی از موتورهای جستجو اس آی دی و مگیران با استفاده از کلیدواژه‌های تمرینات ویژه، اسپورتمتریک، تمرینات عصبی عضلانی، پلایومتریک، اجرا، عملکرد، پیشگیری، رباط متقاطع قدامی در دامنه سال ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۴ جستجو گردید و کیفیت سنجی مقالات بر اساس چک لیست پدرو انجام شد.

یافته ها: معیار انتخاب مقالات بررسی عوامل خطر ساز و یا عملکرد ورزشی به دنبال انجام تمرینات اسپورتمتریک بود. در نهایت مرور پژوهش بر روی ۱۹ مقاله از ۲۲۹۸۷ مقاله یافت شده، صورت گرفت. در مجموع هفت پژوهش خطر آسیب، یک پژوهش عملکرد و ۱۱ پژوهش هردو عامل را بررسی نموده بودند. رایج‌ترین رشته‌های ورزشی فوتبال و والیبال، و رایج‌ترین آزمون‌های عملکرد ورزشی توان انفجاری، سرعت و چابکی بود. اکثر پژوهش‌ها کاهش معنی‌دار خطر آسیب و همچنین بهبود معنی‌دار عملکرد ورزشی را گزارش نموده‌اند.

نتیجه گیری: تمرینات اسپورتمتریک علاوه بر کاهش والگوس داینامیک زانو و خطای فرود، و بهبود راستای اندام تحتانی، افزایش توان، سرعت، چابکی و ثبات مرکزی را به همراه دارد. اما در زمینه تاثیر آن بر تعادل نتایج متناقض بوده و نیازمند بررسی بیشتر است. به مریبان و ورزشکاران توصیه می‌شود بدون ترس از ایجاد اختلال در عملکرد ورزشی، جهت کاهش خطر آسیب از تمرینات اسپورتمتریک تخصصی مرتبط با رشته خود استفاده نمایند.

کلمات کلیدی: عوامل خطر ساز آسیب، عملکرد، پیشگیری از آسیب، اسپورتمتریک، تمرینات عصبی عضلانی

نویسنده مسئول: عرفان شکيبا، e.shakiba@ut.ac.ir، ORCID: 0000-0003-1396-950X

آدرس: تهران، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی

۱- دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- استادیار حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، گروه علوم ورزشی و تربیت بدنی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۳- استاد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

تخصصی نسبت به مکانیسم های حرکتی خود را دارند. این آسیب ها بسته به درجه، نوع و بافت آسیب دیده، عملکرد حرکتی و مهارتی ورزشکاران را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بسته به نوع، شدت و مدت توانبخشی، آسیب ها دارای عوارض اولیه و ثانویه متفاوتی هستند. برای مثال پارگی رباط متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament; ACL) افراد

آسیب ورزشی بیانگر صدمه ای است که ورزشکاران را مجبور به توقف در ادامه فعالیت ورزشی و یا غیبت از جلسات تمرینی و شرکت در مسابقه می‌نماید. آسیب بخش جدایی‌ناپذیر ورزش و فعالیت های بدنی بوده و هر کدام از رشته‌های ورزشی با توجه به ماهیت عملکردی، آسیب‌های

زیرا شیوع این آسیب در بین ورزشکاران حرفه‌ای روند افزایشی دارد و از هر چهار جوانی که از آسیب ACL رنج می‌برند یک نفر دچار آسیب مجدد ACL می‌شود (۱). همچنین ورزشکاران زن چهار الی شش برابر بیشتر از مردان در معرض خطر آسیب‌های زانو هستند (۱۱).

در دو دهه اخیر ارائه برنامه‌های پیشگیری از آسیب و انجام پژوهش در این زمینه افزایش چشمگیری داشته است. پیشگیری از آسیب یک موضوع چند فاکتوری بوده و نیازمند بررسی همزمان عوامل خطر ساز از قبیل وجود نقص‌های عصبی عضلانی، تجزیه و تحلیل مکانیسم، آموزش مربیان و ورزشکاران، و پایبندی به قوانین و مقررات می‌باشد (۱۲). عوامل خطر ساز را می‌توان به دو گروه بیرونی و درونی تقسیم نمود. عوامل بیرونی شامل نوع ورزش، سطح بازی، ویژگی‌های آب و هوایی، نوع کفش، میزان اصطکاک کفش با سطح و ...، و عوامل درونی شامل سن، جنسیت، ژنتیک، کاهش قدرت عضلاتی، انعطاف‌پذیری، نقص‌های عصبی عضلانی و ویژگی‌های آناتومیک، عدم تعادل عضلانی، سابقه آسیب‌دیدگی قبلی و ... می‌باشند (۱۳). جهت پیشگیری از آسیب استفاده از ابزارهای معتبر غربالگری نقص‌های عصبی عضلانی اندام تحتانی ضروری است (۱۲). رایج‌ترین اقدامات پیشگیرانه بر اساس عوامل خطر ساز کلیدی شناسایی شده شامل اعمال مداخله‌های از قبیل استفاده از کفش، بریس، تغییر مکان و سطح تمرین، و طراحی تمرینات عصبی-عضلانی تخصصی پیشگیری از آسیب است (۱۴). تمرینات عصبی-عضلانی یکی از مؤثرترین روش‌های پیشگیری از آسیب و بهترین شیوه اصلاح تکنیک‌های عملکردی است. متخصصان حوزه پیشگیری از آسیب، جهت اصلاح عوامل خطر ساز درونی اجرای این برنامه‌ها را توصیه می‌کنند (۱۴). عملکرد بیانگر توانایی ورزشکار است که او را قادر به ارائه بهترین اجرا در فعالیت‌های تخصصی می‌سازد (۱۵). بنابراین بهبود عملکرد برای ورزشکاران و مربیان در رسیدن به موفقیت بسیار مهم و حیاتی است. عملکرد شامل فاکتورهایی از قبیل سرعت، چابکی، قدرت، توان هوازی و بی‌هوازی، توان انفجاری و ... می‌باشد. لذا طراحی و ارائه برنامه‌های تمرینی تخصصی که همزمان به امر پیشگیری از آسیب (تعدیل عوامل خطر ساز) و بهبود عملکرد ورزشی بپردازد بسیار مهم است.

رایج‌ترین تمرینات عصبی-عضلانی پیشگیری از آسیب اندام تحتانی شامل تمرینات فیفا ۱۱+ (The FIFA)

را در معرض استوآرتريت قرار می‌دهد که بیانگر اهمیت بیشتر امر پیشگیری از آسیب می‌باشد (۱). در استرالیا هزینه‌های مستقیم برای درمان آسیب‌های ورزشی را در طول هفت سال ۲۶۵ میلیون دلار استرالیا تخمین زده اند که این امر بار مالی گزافی را بر جامعه تحمیل می‌کند (۲). سالانه میلیون‌ها صدمات ورزشی مرتبط با فعالیت ورزشی با هزینه نزدیک به ۲ میلیارد دلار مشاهده می‌گردد. اگرچه شرکت در فعالیت‌های ورزشی فواید متعددی را به دنبال دارد اما متاسفانه می‌تواند منجر به آسیب‌دیدگی نیز شود (۳). در این میان زنان نسبت به مردان ۲ الی ۱۰ برابر بیشتر در معرض خطر هستند (۴). بیشترین آسیب‌های ورزشی در جوانان و به دلیل فعالیت‌های ورزشی حرفه‌ای اتفاق می‌افتد (۵). همچنین سالانه هشت درصد از جوانان، ورزش را به دلیل آسیب‌دیدگی جدی و یا ترس از آسیب‌دیدگی ترک می‌کنند (۶). در مجموع وقوع آسیب و پیامدهای آن را نمی‌توان حذف کرد، اما می‌توان جهت پیشگیری از آسیب و ارتقاء عملکرد برنامه‌ریزی نمود.

نتایج رتبه بندی رشته‌های ورزشی بر اساس میزان علاقمندی افراد در سال ۲۰۲۲، نشان داد که فوتبال با ۳/۵ میلیارد رتبه اول، بسکتبال با ۲/۲ میلیارد رتبه سوم، تنیس با ۱ میلیارد رتبه پنجم، و والیبال با ۹۰۰ میلیون در رتبه ششم قرار دارند. همچنین بیشترین مشارکت جامعه نیز به این رشته‌ها اختصاص دارد (۷). به طور متوسط شایع‌ترین محل آسیب در رشته‌های فوتبال، بسکتبال و والیبال اندام تحتانی و مفاصل زانو با ۷۴ درصد، و مچ پا و پا ۱۷ درصد می‌باشد (۵). همچنین شایع‌ترین نوع آسیب در این سه رشته التهاب و درد با ۵۳ درصد، اسپرین با ۲۵ درصد، استرین با ۱۱ درصد، و کوفتگی با هفت درصد می‌باشد (۵). در پژوهشی دیگر نیز میانگین شیوع آسیب مفاصل زانو و مچ پا در میان تمامی رشته‌های ورزشی ۶۰ درصد گزارش شد (۸). رشته‌های ورزشی فوتبال، والیبال، بسکتبال و هندبال دارای بیشترین میزان فشار وارده بر اندام تحتانی به خصوص مفصل زانو هستند (۱). در رشته‌های ورزشی دارای پرش و چرخش مکرر، آسیب‌های زانو و ACL شایع بوده و اغلب حین فرود پس از پرش روی می‌دهد. به طوری که معمولاً ۸۰ درصد آسیب‌های زانو، به خصوص ACL به صورت غیر برخوردی اتفاق می‌افتد (۹، ۱۰). به نظر می‌رسد پارگی ACL مهم‌ترین آسیب اندام تحتانی است،

فشارهای حاکی از فرود بود، اما هر دو پژوهشگر بررسی تاثیر آن بر عملکرد را توصیه نموده اند (۲۰، ۲۱) و طی پژوهش های متعدد بر روی این تمرینات نیاز است که به یک نتیجه واحد در ارتباط با اثر این تمرینات در این خصوص رسید و به طور عملیاتی بتوان اجرای آن را در زمینه کاهش عوامل خطر ساز به همراه بهبود عملکرد توصیه نمود. لذا سوال اصلی مورد نظر در پژوهش مروری حاضر این است که آیا تمرینات SM توانایی کاهش عوامل خطر ساز و همزمان بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران را دارد یا خیر؟

روش بررسی

تحقیق حاضر بر اساس دستورالعمل سیستم گزارش دهی ترجیحی در مطالعات مروری نظام مند و فراتحلیل پریسما (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; PRISMA) انجام شد.

استراتژی جستجو

در این تحقیق برای یافتن پژوهش های منتشر شده در زمینه تاثیر تمرینات SM بر کاهش عوامل خطر ساز و بهبود عملکرد ورزشکاران از موتورهای جستجو خارجی PubMed، Web of Science (WOS)، Scopus، Google Scholar و در تاریخ هفتم اردیبهشت ماه ۱۴۰۳ (به میلادی: 2024 April 26) با استفاده از سه دسته کلیدواژه استفاده شد (جدول ۱). علاوه بر این، معادل فارسی کلید واژه ها جهت جستجو در پایگاه های اطلاعاتی داخلی اس آی دی و مگیران مورد استفاده قرار گرفتند. کلیدواژه های اصلی (بین هر دسته با دسته دیگر) در پایگاه های اطلاعاتی با استفاده از عملگر بولی "AND" ادغام و کلیدواژه های مترادف آن ها (درون هر دسته) با استفاده از عملگر بولی "OR" ترکیب شدند. لازم به ذکر است که تمامی رفرنس های مطالعات یافته شده نیز مورد بررسی قرار گرفتند به طوری که کل منابع مورد استفاده جهت مقایسه نتایج با تمرینات قبلی و یا بررسی برنامه های تمرینی مشابه در مطالعات قبلی که در پژوهشی از آن گزارشی آمده باشد نیز به طور کامل مورد بررسی قرار گرفت.

11+ injury prevention program for soccer; (FIFA 11+ Prevent Injury and Enhance Performance) (Program; PEP Knee) پیشگیری از آسیب زانو و اسپورت متریک (Injury Prevention Program Sportsmetrics™; SM) است (۱۶). اغلب تمرینات پیشگیری از آسیب در قالب برنامه های گرم کردن یا مانند تمرینات فیفا ۱۱+ صرفا با هدف پیشگیری از آسیب طراحی شده اند و یا مانند PEP اگرچه علاوه بر پیشگیری از آسیب با هدف بهبود عملکرد ورزشی طراحی شده اند در این زمینه ناموفق بوده اند، زیرا به صورت عمومی بهبود عملکرد ورزشی در تمامی رشته ها را هدف قرار داده اند (۱۷). اما تمرینات SM شامل چهار برنامه تمرینی مجزای جامع برای رشته های فوتبال، والیبال، بسکتبال و تنیس است که به طور همزمان با هدف پیشگیری از آسیب های زانو و بهبود عملکرد ورزشی طراحی شده است (۱۸). تمرینات SM شامل چهار مولفه اصلی گرم کردن پویا، تمرینات پلايومتریک، تمرینات قدرتی و انعطاف پذیری است. فاکتورهای کلیدی تشکیل دهنده تمرینات تخصصی SM شامل چابکی، عکس العمل، سرعت، مقاومتی، پلايومتریک، هماهنگی و قدرت می باشد و به طور جامع برای هر رشته ورزشی و بر اساس نیازهای ویژه آن طراحی شده است. تمرینات در ۱۸ جلسه و طی شش هفته و هر هفته سه جلسه انجام می شود (۱۹). از یک طرف برخلاف تمریناتی از قبیل فیفا ۱۱+ که به صورت مروری تاثیر آن بر خطر آسیب و عملکرد فوتبالیست ها بررسی شده است (۱۸)، تا به حال مروری بر تاثیر تمرینات SM در زمینه کاهش عوامل خطر ساز و عملکرد ورزشی صورت نگرفته است. از طرف دیگر اکثر مربیان و ورزشکاران از تمریناتی که بهبود عملکرد را به همراه ندارد کمتر استقبال می کنند و بر همین اساس پیش بینی می شود در صورتیکه تمرینات همزمان با امر کاهش عوامل خطر ساز آسیب در ورزش همچنان باعث افزایش عملکرد ورزشکاران نیز شود تمرینات SM مورد استقبال آن ها قرار گیرد. با این وجود در این راستا نتایج دو پژوهش در خصوص تاثیر تمرینات SM بر اصلاح عوامل خطر ساز آسیب بیانگر کاهش داینامیک والگوس زانو (Dynamic Knee Valgus; DKV) و

جدول ۱: کلیدواژه های مورد استفاده در استراتژی جستجو

دسته بندی	زبان جستجو	کلیدواژه ها
اول	انگلیسی	Sport*-specific OR "Sport* specific" OR Sportsmetrics OR Sportsmetric OR Sportmetrics OR "Sports metrics" OR "Sports metric" OR "Sport metrics" OR Sports-metrics OR Sports-metric OR Sport-metrics OR Neuromuscular OR Neuro-muscle
	فارسی	تمرینات ویژه* یا تمرینات تخصصی* یا اسپورت متریک* یا اسپورتس متریک* یا اسپورت متریکس* یا اسپورت متریک* اسپورت متریکس* یا اسپورت-متریک* یا اسپورتس-متریک* یا اسپورت-متریکس* یا تمرینات عضبی عضلانی* یا نروماسکولار*
دوم	انگلیسی	Plyometri* OR performance OR function*
	فارسی	پلايومتریک* یا اجرا* یا عملکرد*
سوم	انگلیسی	Prevent* OR injur* OR "Anterior cruciate ligament" OR "ACL"
	فارسی	پیشگیری* یا آسیب* یا "رباط متقاطع قدامی" یا "لیگامنت صلیبی قدامی" "ACL"

معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود مطالعات به پژوهش حاضر بر اساس مقیاس PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study) مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای ورود به پژوهش اجرای تمرینات SM بر روی افراد ورزشکاران در رشته های مختلف در هر دو جنس با بررسی اثرات تمرینات SM بر عوامل خطرساز یا عملکرد ورزشی بوده و به عبارت دیگر، پژوهش هایی که سایر تمرینات پیشگیرانه یا پروتکل های عضبی عضلانی به جز SM را مورد استفاده قرار داده بودند و همچنین عوامل خطرساز یا عملکرد ورزشی را مورد بررسی قرار نداده بودند از تحقیق خارج شدند. در این مورد منظور از عوامل خطر ساز عوامل خطر ساز درونی مانند عدم وجود تعادل عضلانی، نقص های عملکردی حین فرود، ولگوس داینامیک زانو، تعادل، ثبات مرکزی و ... می باشد. و همچنان برای عملکرد ورزشی نیز فاکتورهای مانند سرعت، چابکی، توان، آمادگی هوازی و ... مد نظر قرار گرفت. علاوه بر این در طی بررسی مقالات کلیه مطالعات کنفرانسی و همایشی به دلیل عدم دسترسی به متن کامل و مقالات مروری نیز از روند بررسی پژوهش حاضر حذف شدند.

نحوه انتخاب مطالعات

جهت کاهش سوگیری در طی پژوهش دو محقق به طور مستقل اطلاعات کامل مقالات وارد شده به پژوهش را که شامل نویسنده و سال، جنسیت آزمودنی ها، سن آزمودنی ها، تعداد آزمودنی ها، نوع تمرینات SM، عوامل خطرساز مورد بررسی، فاکتور عملکردی مورد بررسی و نتایج به دست آمده

از مقالات را به طور کامل در یک فایل اکسل به صورت جداگانه از مطالعات استخراج کردند (نمودار ۱).

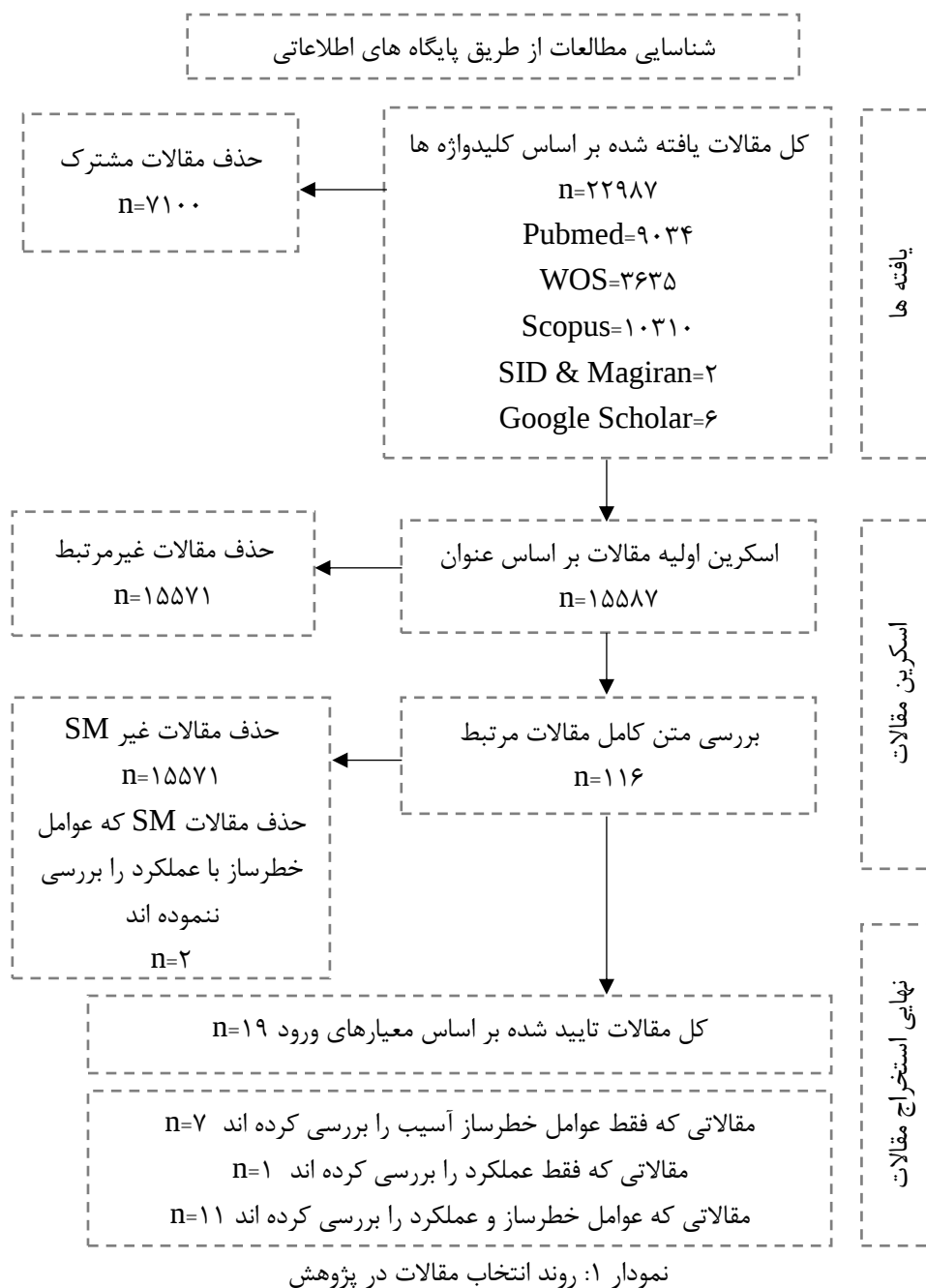
یافته ها

تعداد ۲۲۹۸۷ مطالعه توسط استراتژی جستجو یافته شد و در ادامه مطالعات تکراری (تعداد ۷۱۰۰) از روند پژوهش حذف شدند. سپس متن کامل تعداد ۱۱۶ مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت تعداد ۱۹ مقاله بر اساس معیارهای ورود، شرایط ورود به پژوهش حاضر را داشته و انتخاب شدند (۳۶-۲۰، ۱۵، ۱۴، ۱۲).

تعداد ۱۳ مقاله انگلیسی و شش مقاله فارسی، و با بررسی تفکیک جنسیتی ورزشکاران سه مقاله هر دو جنس (مرد و زن)، سه مقاله مرد و ۱۳ مقاله زن، و تفکیک رشته های ورزشی فوتبال هفت، والیبال چهار، بسکتبال و تنیس هر کدام دو، قایقرانی یک، رشته های مختلف دانشگاهی و دبیرستانی (والیبال، بسکتبال، سافتبال، ژیمناستیک و ...) هر کدام یک، و یک مقاله به صورت همزمان در سه رشته والیبال، فوتبال و بسکتبال به بررسی تاثیر SM پرداخته بودند (جدول ۱). همچنان دو فاکتور اصلی مورد توجه در پژوهش حاضر که به بررسی تاثیر تمرینات SM پرداخت، عوامل خطر ساز آسیب و عملکرد ورزشکاران بود. لذا در این زمینه در کل تعداد ۱۸ مقاله با انجام دادن تمرینات SM عوامل خطر ساز را مورد بررسی قرار داده که از این یافته ها تعداد نه مقاله بر ثبات مرکزی، شش مقاله درآپ جامپ، پنج مقاله سیستم امتیاز دهی خطای فرود (Landing Error Scoring System; LESS)، پنج مقاله تعادل، سه مقاله اسکات جفت پا، دو مقاله تاک جامپ و DKV، قدرت و عملکرد پرش هر کدام

جدول ۲: معیارهای ورود به پژوهش حاضر بر اساس مقیاس PICOS

PICOS	
P: جامعه آماری	ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی (فوتبال، بسکتبال، والیبال، تنیس و ...)
I: مداخله	تمرینات SM
C: مقایسه	دارا بودن گروه‌های تجربی و کنترل در پژوهش
O: نتایج	نتایج بررسی بر روی فاکتورهای مورد نظر بر عملکرد ورزشکاران و کاهش عوامل خطرساز
S: نوع پژوهش	پژوهش‌های مورد بررسی از نوع کارآزمایی بالینی و یا نیمه تجربی



آشنایی با آزمون های غربالگری معتبر، جهت شناسایی نقص های عصبی-عضلانی مختلف و مرتبط با آسیب غیربرخوردی ACL به محققان در ارائه برنامه های تمرینی مرتبط با نقص های موجود کمک می کند (۳۸). رایج ترین آزمون های غربالگری عوامل خطر ساز درونی اصلاح پذیر آسیب اندام تحتانی به ویژه ACL شامل آزمون های LESS، درآپ جامپ (Drop-Jump Test)، تاک جامپ (Tuck jump Test)، تعادل پویا (Y Balance Test)، اسکات جفت پا (Single-Leg Squat Test) و اسکات تک پا (Squat Test)، و ارزیابی DKV، قدرت عضلات همسترینگ و ثبات مرکزی است (۳۸). مکانیسم اصلی آسیب غیربرخوردی ACL در صفحه ساجیتال کاهش فلکشن زانو، افزایش زاویه فلکشن ران، کاهش پلانتر فلکشن مچ پا و در صفحه فرونتال والگوس زانو، کاهش فلکشن جانبی تنه و همچنان افزایش چرخش داخلی ران و افزایش چرخش بیش از حد تیبیا در حین فرود می باشد (۳۹). نتایج شش مقاله انجام شده در زمینه تاثیر تمرینات SM بر کاهش عوامل خطر ساز آسیب ACL حین پرش فرود بیانگر بهبود معنی دار راستای اندام تحتانی در دختران و پسران ورزشکار دبیرستانی (۲۰)، دختران والیبالیست (۲۳)، دختران بسکتبالیست (۲۵)، دختران فوتبالیست (۲۶)، دختران و پسران ورزشکار دانشگاهی (۲۸) و همچنین دختران قایقران (۲۹) طی آزمون درآپ جامپ بود. همچنین نتایج پنج مقاله انجام شده در زمینه تاثیر تمرینات SM بر نمرات سیستم امتیازدهی خطای فرود (۳۶، ۳۴، ۳۳، ۳۱، ۱۵) و دو مقاله بر نمرات آزمون تاک جامپ (۱۲، ۳۰) نیز بیانگر بهبود معنی دار نمرات در پسران و دختران ورزشکار رشته های فوتبال و والیبال و دختران ورزشکاران رشته بسکتبال بود. ارزیابی تاثیر تمرینات پلايومتریک SM بر بسکتبالیست ها بیانگر بهبود ۱۷ تا ۱۸ درصدی نیروهای وارده طی فرود بود اما نتایج آماری به دست آمده از پژوهش معنی دار نبود (۲۱). والگوس دینامیک زانو با ۸۲ درصد شیوع، شایع ترین نقص عصبی عضلانی در زنان ورزشکار است که ارتباط آن با خطر آسیب ACL حدود ۸۸ درصد است (۳۰، ۴۰، ۴۱). ارزیابی تاثیر تمرینات SM ویژه فوتبال در دختران فوتبالیست بیانگر کاهش معنی دار زاویه والگوس دینامیک زانو بود (۳۲). ارزیابی اسکات جفت پا نیز یکی دیگر از

یک مقاله به بررسی اثرات تمرینات SM پرداختند. در زمینه عملکرد ورزشی در کل تعداد ۱۲ مقاله به بررسی اثرات تمرینات SM پرداخته بودند که فاکتورهای عملکردی توان، سرعت، چابکی، لی تک پا، توان هوازی را مورد ارزیابی قرار داده بودند. با توجه به یافته های پژوهش تعداد دو مقاله به بررسی اثرات تمرینات SM بر مهارت های حرکتی ویژه رشته ورزشی تخصصی پرداخته بود که بر ورزشکاران رشته تنیس انجام شده بود. در ادامه نتایج تاثیر مداخله تمرینی SM بر عوامل خطر ساز (جدول ۴)، عملکرد ورزشی (جدول ۵)، در جداول جداگانه به صورت کامل ارائه شده است.

کیفیت سنجی مطالعات

معیار کیفیت سنجی مطالعات وارد شده بر اساس مقیاس پدرو (Pedro) انجام شده (۳۷)، این مقیاس از ۱۱ سوال تشکیل شده است که پاسخ دادن به هر سوال به دو صورت منفی و مثبت نمره دهی می شود که در انتها با توجه به تمامی پاسخ های مثبت به مطالعه مورد بررسی نمره نهایی داده می شود و هرچه نمره مطالعه مورد بررسی در مقیاس پدرو بالاتر باشد نشان دهنده بهتر بودن کیفیت مطالعه می باشد. در مجموع مطالعات وارد شده به پژوهش تعداد ۱۴ مطالعه امتیاز هفت و چهار مطالعه امتیاز شش و یک مطالعه امتیاز پنج را به خود اختصاص داد. (جدول ۲)

بحث و نتیجه گیری

آسیب مفصل زانو به ویژه ACL مهم ترین آسیب ورزشی محسوب می شود. تمرینات SM باهدف کاهش خطر این آسیب و بهبود عملکرد ورزشی در ورزشکاران رشته های فوتبال، والیبال، بسکتبال و تنیس طراحی شده اند. بر همین اساس پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات SM بر کاهش عوامل خطر ساز آسیب و بهبود عملکرد ورزشکاران صورت گرفت. نتایج پژوهش بیانگر تاثیر معنی دار این تمرینات بر هر دو فاکتور مورد بررسی به ویژه در زنان ورزشکار بود.

تاثیر تمرینات SM بر عوامل خطر ساز آسیب

جهت پیشگیری از آسیب ورزشی، ارزیابی و تشخیص نقص های عملکردی اندام تحتانی امری ضروری است، لذا

جدول ۲: ارزیابی کیفیت سنجی مطالعات با استفاده از مقیاس پدرو

محقق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	نمره کلی
Noyes و همکاران (۲۰)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Vescovi و همکاران (۲۱)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Barber-Westin و همکاران (۲۲)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Noyes و همکاران (۲۳)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Noyes و همکاران (۲۵)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Noyes و همکاران (۲۶)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Noyes و Barber-Westin (۲۸)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Barber-Westin و همکاران (۲۷)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Chimera و همکاران (۲۹)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	۶
Hemn Mohammadi و همکاران (۳۰)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	۷
Saki و همکاران (۳۱)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	۶
Hemn Mohammadi و Niloofar Fakhraei Rad (۱۵)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	۷
Shahnaz Shahrjerdi و همکاران (۳۳)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	۵
ساکي و همکاران (۱۴)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	۶
ساکي و همکاران (۱۲)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	۶
محمدي و فخرایی راد (۳۲)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	۷
محمدي و فخرایی راد (۳۴)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	۷
محمدي و خسروانی (۳۵)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	۷
محمدي و خسروانی (۳۶)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	۷

۷- کور سازی ارزیابها

۸- اندازه گیری حداقل یک متغیر اصلی از آزمودنیها

۹- دریافت پروتکل توسط همه آزمودنیها

۱۰- اندازه گیری یک متغیر برای نتایج بین گروهی

۱۱- گزارش مقادیر اصلی و مقادیر تفاوتها

۱- معیار گزینش آزمودنیها

۲- انتخاب تصادفی آزمودنیها

۳- گروه بندی پنهانی آزمودنیها

۴- همسان سازی گروه

۵- کور سازی آزمودنیها

۶- کور سازی درمانگران

جدول ۳: خلاصه ویژگیهای کیفی و کمی مقالات بررسی شده

میانگین سن														تعداد کل			
افراد شرکت کننده (سال)														افراد شرکت کننده			
رشته ورزشی														جنسیت (تعداد)		کل مقالات (تعداد)	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۹	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	
رشته های دبیرستانی														زن		۱۳	
رشته های دبیرستانی														مرد		۱۳	

جدول ۴: خلاصه نتایج تاثیر اسپورت متریک بر عوامل خطرساز

نویسندگان	جنس مرد	سن (سال)	تعداد (نفر)	نوع تمرین اسپورت متریک	عامل خطرساز (نوع آزمون)	نتایج
Noyes و همکاران (۲۰)	*	۱۴	۴۵۵	پلایومتریک مجموعه تمرینات کششی و تقویتی	آزمون درآپ جامپ	تمرینات بهبود معنی دار $p \leq 0.001$ داینامیک والگوس زانو را در افراد دارای نقص به همراه داشته است.
Vescovi و همکاران (۲۱)	*	۲۰	۲۰	پلایومتریک	عملکرد پرش	تاثیر تمرینات علیرغم کاهش ۱۷ تا ۱۸ درصدی فشارهای ناشی از فرود از لحاظ آماری معنی دار نیود.
Barber-Westin و همکاران (۲۲)	*	۱۳	۱۵	ویژه تنیس	استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن (Core)	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0.01$ بر ثبات مرکزی بدن داشته است.
Noyes و همکاران (۲۳)	*	۱۴	۳۴	ویژه والیبال	۱-درآپ جامپ ۲-ارزیابی قدرت عضلات شکم	تمرینات تاثیر معنی دار بر اصلاح راستای اندام تحتانی در آزمون درآپ جامپ $p \leq 0.02$ و قدرت عضلات مرکزی بدن $p \leq 0.03$ داشته است.
Noyes و همکاران (۲۵)	*	۱۴- ۱۷	۵۷	ویژه بسکتبال	درآپ جامپ	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0.01$ بر اصلاح راستای اندام تحتانی در آزمون درآپ جامپ داشته است.
Noyes و همکاران (۲۶)	*	۱۳- ۱۸	۶۲	ویژه فوتبال	درآپ جامپ	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0.01$ بر اصلاح راستای اندام تحتانی در آزمون درآپ جامپ داشته است.
Barber-Westin و Noyes (۲۸)	*	۱۳- ۱۸	۲۱۲۰	مجموعه تمرینات اسپورت متریک	۱-درآپ جامپ ۷-درازونشست (CORE) ۸- قدرت ایزوکنتریک همسترینگ و چهارسر	تمرینات بر اصلاح راستای اندام تحتانی در آزمون درآپ جامپ $p \leq 0.01$ ، دراز و نشست $p \leq 0.01$ و قدرت ایزوکنتریک همسترینگ و چهارسر 0.01 $p \leq$ تاثیر معنی دار داشته است.
Barber-Westin و همکاران (۲۷)	*	۱۴	۴۲	ویژه تنیس	استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن (Core)	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0.01$ بر ثبات ناحیه مرکزی بدن داشته است
Chimera و همکاران (۲۹)	*	۱۵	۵۲	پلایومتریک	۱-درآپ جامپ ۲-تعادل Y	تمرینات تاثیر معنی دار بر اصلاح راستای اندام تحتانی در آزمون درآپ جامپ $p \leq 0.01$ و عدم تاثیر معنی دار بر تعادل پویای وای $p \leq 0.53$ داشته است.
Hemn Mohammadi و همکاران (۳۰)	*	۱۵- ۲۱	۸۴	ویژه والیبال، بسکتبال، فوتبال	۱-تاک جامپ ۲-ثبات مرکزی مک گیل ۳-تعادل Y	تمرینات بر کاهش ریسک فاکتورهای ورزشکاران در هر سه رشته تاثیر معنی دار $p \leq 0.01$ داشته است. اما تمرینات بر ثبات مرکزی در بسکتبالیست ها تاثیر معنی داری $p \leq 0.58$ نداشته است.
Saki و همکاران (۳۱)	*	۱۸	۲۹	ویژه فوتبال	۱-سیستم امتیاز دهی خطای فرود (Landing Error) Scoring System (LESS ۲-تعادل Y	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0.01$ بر کاهش خطای فرود و تعادل داشته است.

Hemn Mohammadi و Niloofar Fakhraei Rad (۱۵)	*	۲۰	۲۴	ویژه فوتبالی	LESS	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر کاهش خطای فرود داشته است.
Shahnaz Shahrjerdi و همکاران (۲۳)	*	۱۶	۲۵	ویژه والیبالی	LESS	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر کاهش خطای فرود داشته است.
ساکي و همکاران (۱۲)	*	۱۸	۲۹	ویژه فوتبالی	۱- ثبات مرکزی تنه ۲- تاک جامپ	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر بهبود ثبات مرکزی و نمره آزمون تاک جامپ داشته است.
محمدی و فخرایی راد (۳۲)	*	۲۰	۲۴	ویژه فوتبالی	۱- تعادل Y ۲- والگوس پویای زانو (Dynamic Knee Valgus; DKV) ۳- ثبات مرکزی تنه	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر تعادل، کاهش والگوس داینامیک زانو و ثبات مرکزی تنه داشته است.
محمدی و فخرایی راد (۳۴)	*	۲۰	۲۴	ویژه فوتبالی	۱- LESS ۲- اسکات جفت پا	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر کاهش خطای فرود و بهبود آزمون اسکات جفت پا داشته است.
محمدی و خسروانی (۳۵)	*	۲۰	۳۰	ویژه والیبالی	۱- اسکات جفت پا ۲- تعادل Y ۳- ثبات مرکزی تنه	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر بهبود آزمون اسکات جفت پا و ثبات مرکزی تنه داشته است. اما تاثیر معنی داری $p \leq 0/11$ بر تعادل نداشته است.
محمدی و خسروانی (۳۶)	*	۲۰	۳۰	ویژه والیبالی	۱- اسکات جفت پا ۲- LESS	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر بهبود آزمون اسکات جفت پا و کاهش خطای فرود داشته است.

جدول ۵: خلاصه نتایج تاثیر اسپورت متریک بر عملکرد ورزشی

نویسندگان	آزمودنی‌ها			نوع تمرین اسپورت متریک	آزمون عملکرد و مهارت ورزشی	نتایج
	جنس مرد	سن (سال)	تعداد (نفر)			
Barber-Westin و همکاران (۲۲)	*	۱۳	۱۵	ویژه تنیس	۱- لی تک پا (hoping) ۲- سرعت ۳- فورهند ۴- سرویس زدن	تمرینات بر عملکردهای سرعت $p \leq 0/01$ و مهارت‌های فورهند $p \leq 0/01$ و سرویس زدن $p \leq 0/01$ تاثیر معنی دار داشته است. اما تاثیر معنی داری بر لی تک پا $p \leq 0/27$ نداشته است.
Noyes و همکاران (۲۳)	*	۱۴	۳۴	ویژه والیبالی	۱- مولتی استیج فیتنس ۲- ورتیکال جامپ	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکردهای مولتی استیج فیتنس ورتیکال جامپ داشته است.
Noyes و همکاران (۲۵)	*	۱۴-۱۷	۵۷	ویژه بسکتبال	۱- مولتی استیج فیتنس ۲- ورتیکال جامپ ۳- سرعت ۱۸ متر	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکردهای مولتی استیج فیتنس و ورتیکال جامپ داشته است. اما تاثیر معنی داری بر سرعت نداشته است.
Noyes و همکاران (۲۶)	*	۱۳-۱۸	۶۲	ویژه فوتبالی	۱- مولتی استیج فیتنس ۲- ورتیکال جامپ ۳- کانترموومنت جامپ ۴- سرعت ۳۷ متر ۵- چابکی T	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکردهای مولتی استیج فیتنس، ورتیکال جامپ، سرعت و چابکی داشته است. اما تاثیر معنی داری بر کانتر موومنت جامپ نداشته است.
Barber- و Noyes Westin (۲۸)	*	۱۳-۱۸	۲۱۲۰	مجموعه تمرینات اسپورت متریک	۱- لی تک پا (hoping) ۲- ورتیکال جامپ با و بدون کانترموومنت ۳- چابکی T	تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکرد داشته است.

۴-سرعت ۳۷ و ۱۸ متر	۵-مولتی استیج فیتنس				
تمرینات بر عملکردهای سرعت $p \leq 0/01$ ، چابکی $p \leq 0/01$ و مهارت سرویس زدن اما $p \leq 0/01$ تاثیر معنی دار داشته است. اما تاثیر معنی داری بر لی تک $p \leq 0/07$ نداشته است.	۱-لی تک پا (hoping) ۲-سرعت ۳-چابکی ۴-آزمون مهارتی سرویس زدن	ویژه تنیس	۴۲	۱۴	* * Barber-Westin و همکاران (۲۷)
تمرینات بر عملکرد ورتیکال جامپ تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ داشته است.	۱-ورتیکال جامپ (پرش سارجنت)	پلایومتریک	۵۲	۱۵	* Chimera و همکاران (۲۹)
تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکرد هر سه گروه ورزشکاران داشته است.	۱-چابکی ایلینویز و T ۲-سرعت ۲۰ و ۴۰ یارد ۳-ورتیکال جامپ (پرش سارجنت)	ویژه والیبال، بسکتبال، فوتبال	۸۴	۱۵-۲۱	* Hemn Mohammadi و همکاران (۳۰)
تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکرد داشته است.	۱-ورتیکال جامپ (پرش سارجنت) ۲-سرعت ۴۰ یارد ۳-چابکی T	ویژه فوتبال	۲۴	۲۰	* Hemn Mohammadi و Nilofar Fakhraei Rad (۱۵)
تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکرد داشته است.	۱-سرعت ۵۰ یارد ۲-چابکی ایلینویز ۳-پرش سارجنت	ویژه فوتبال	۲۹	۱۸	* ساکی و همکاران (۱۴)
تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر لی تک پا داشته است.	لی تک پا (hoping)	ویژه فوتبال	۲۹	۱۸	* ساکی و همکاران (۱۲)
تمرینات تاثیر معنی دار $p \leq 0/01$ بر عملکرد داشته است.	۱-ورتیکال جامپ (سارجنت) ۲-چابکی T ۳-سرعت ۲۰ یارد	ویژه والیبال	۳۰	۲۰	* محمدی و خسروانی (۳۵)

می تواند باعث بهبود عملکرد پرش و فرود ورزشکاران شاغل در این رشته ها می شود و می توان اثربخشی SM را به وجود این دو مولفه تمرینی مرتبط دانست.

دیگر عوامل خطر ساز مهم آسیب غیربرخوردی ACL شامل قدرت عضلانی، تعادل پویا و ثبات ناحیه مرکزی بدن می باشد. افزایش قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر ران در پیشگیری از آسیب ACL موثر است (۴۲). زیرا ضعف عضله همسترینگ با تغییر الگوهای کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی همراه است. بهبود معنی دار قدرت ایزو کینتیک عضلات همسترینگ و چهارسر ران پس از انجام تمرینات SM گزارش شده است (۲۸). بهبود قدرت این عضلات به دنبال انجام تمرینات تخصصی عضبی-عضلانی و پلایومتریک می تواند باعث بهبود عملکرد فرود شود (۴۳). اگرچه به نظر می رسد انجام تمرینات قدرتی SM به مدت ۱۸ جلسه و طی شش هفته بهبود قدرت عضلات اندام تحتانی را به همراه دارد اما آگاهی از نحوه فعالیت عضلات اندام تحتانی نیازمند انجام مطالعات

آزمون های رایج غربالگری ورزشکاران مستعد آسیب اندام تحتانی است (۳۸). نتایج سه پژوهش در راستای ارزیابی تاثیر تمرینات SM بر دختران فوتبالیست (۳۲) و دختران والیبالیست (۳۶، ۳۵) بیانگر بهبود معنی دار راستای اندام تحتانی طی آزمون اسکات جفت پا بود. به دلیل اینکه آسیب های ACL در دختران ورزشکار شایع تر است و اغلب به صورت غیربرخوردی و طی فرود اتفاق می افتد. بر اساس نتایج فوق می توان بیان نمود این تمرینات به خوبی می تواند راستای اندام تحتانی را طی فعالیت های پرش و فرود در ورزشکاران مستعد آسیب بهبود ببخشد و این ورزشکاران با اصلاح تکنیک فرود در طی فعالیت های تخصصی خود در برابر آسیب های ناشی از نیروهای وارده به اندام تحتانی در امان باشند. به نظر می رسد انجام تمرینات تخصصی قدرتی عضلات اندام تحتانی، در کنار تمرینات پلایومتریک تخصصی رشته های فوتبال، والیبال و بسکتبال در SM، از طریق بهبود عملکرد عضلات اندام تحتانی، بهبود توان عملکردی و بهبود تکنیک حرکتی

ثبات مرکزی باشد.

تاثیر تمرینات SM بر عملکرد

عملکرد یکی از موارد مهم برای ورزشکاران و مربیان است زیرا دستیابی به هدف ورزشی نیازمند اجرای مهارت با عملکرد سطح بالاست. اگرچه به دلیل ماهیت رشته‌های ورزشی، فاکتورهای عملکردی کمی متفاوت است، اما مهم‌ترین عملکردهای ضروری ورزش شامل هوازی، بی‌هوازی، استقامت و قدرت عضلانی، سرعت، سرعت عکس‌العمل، چابکی، تعادل، توان و قدرت می‌باشد (۴۴). به دلیل وجود ارتباط بین فاکتورهای عملکردی مختلف، لازم است که ورزشکاران جهت اجرای مطلوب مهارت‌های خود با استفاده از برنامه‌های تمرینی جامع و چند جانبه سطح عملکرد ورزشی خود را حفظ نموده و ارتقاء ببخشند. به عنوان مثال ارتباط قوی و معنی‌داری بین تعادل پویا با چابکی و توان انفجاری وجود دارد (۴۵). پژوهش مروری حاضر نشان داد که در خصوص تاثیر تمرینات SM بر عملکرد، در یازده مقاله توان انفجاری (نه مقاله آزمون پرش عمودی سارجنت و دو مقاله آزمون کانترموومنت جامپ)، و نیز در هشت مقاله سرعت، شش مقاله چابکی، چهار مقاله لی تک پا، سه مقاله مولتی استیج فیتنس (توان هوازی) و دو مقاله مهارت ورزشی، بررسی شده است. نتایج حاکی از بهبود معنی‌دار عملکرد پس از انجام تمرینات SM در اغلب مقالات بود، اگرچه تغییرات سرعت در یک پژوهش بر بسکتبالیست‌ها (۲۵)، لی تک پا در دو پژوهش بر تنیس بازان (۲۲، ۲۷)، و کانترموومنت جامپ در یک پژوهش بر فوتبالیست‌ها (۲۶) معنی‌دار نبود. توان انفجاری که ترکیبی از قدرت و سرعت است، یکی از فاکتورهای ضروری عملکرد ورزشی به شمار می‌رود. یکی از روش‌های معمول و معتبر تمرینی جهت حفظ و بهبود توان انفجاری، ترکیبی از تمرینات قدرتی و پلايومتریک است (۱۴). ترکیب تمرینات پلايومتریک و قدرتی، در مقایسه با انجام این تمرینات به تنهایی، به افزایش بیشتر قدرت عضلانی منجر می‌شود (۱۴). SM همزمان شامل هر دوی این تمرینات بوده و بهبود معنی‌دار هر دو عامل (قدرت و سرعت) را به همراه دارد. لذا بهبود معنی‌دار توان انفجاری به دنبال تمرینات SM دور از انتظار نیست. چابکی از فاکتورهای مهم جهت رسیدن به موفقیت در رشته‌های ورزشی فوتبال، بسکتبال، والیبال و تنیس است. این فاکتور به دلیل

بیشتری است. یکی دیگر از عوامل موثر پیشگیری از آسیب تعادل پویا است، زیرا نقص تعادل پویا افزایش خطر آسیب اندام تحتانی به ویژه زانو را به همراه دارد (۳۱). مرور تاثیر تمرینات SM بر تعادل پویا در پنج مقاله بیانگر افزایش معنی‌دار در سه مقاله و رشته‌های فوتبال (۳۰-۳۲)، والیبال (۳۰) و بسکتبال (۳۰) و عدم تغییر معنی‌دار در دو مقاله و در رشته‌های والیبال (۳۵) و قایقرانی (۲۹) بود. به نظر می‌رسد بخشی از عدم تاثیر معنی‌دار تمرینات SM بر تعادل پویا در این دو پژوهش ناشی از وجود تمرینات تعادلی بسیار اندک در تمرینات SM ویژه والیبال و SM پلايومتریک باشد. ثبات ناحیه مرکزی جهت تثبیت کلی بدن و انتقال نیروها از اندام تحتانی به اندام فوقانی و بالعکس، ضروری است. به طوری که به عنوان یک کنترل کننده حرکتی پویا، منعکس کننده کنترل موقعیت تنه بر روی لگن و اندام تحتانی است و ضعف آن باعث ایجاد نقص در عملکرد اندام تحتانی طی فعالیت‌های ورزشی می‌شود و با افزایش خطر آسیب غیربرخوردی اندام تحتانی در ورزشکاران همراه است (۳۵). نتایج ارزیابی تاثیر تمرینات SM بر ثبات مرکزی بیانگر بهبود معنی‌دار ثبات مرکزی در هشت مقاله و در رشته‌های فوتبال (۳۲، ۳۰، ۱۲)، والیبال (۳۵، ۳۰، ۲۳)، تنیس (۲۷، ۲۲)، ورزشکاران دانشگاهی (۲۸) و عدم تغییر معنی‌دار ثبات مرکزی در دختران بسکتبالیست (۳۰) بود. یکی از مهم‌ترین مواردی که بر عصبی عضلانی بودن یک پروتکل دلالت دارد وجود تمرینات ثبات مرکزی در کنار فاکتورهای دیگر به عنوان یک برنامه جامع است. در بخش تمرینات قدرتی SM، تقویت عضلات ثبات دهنده ناحیه مرکزی بدن لحاظ شده، و این تمرینات عضلات کنترل کننده مجموعه کمری لگنی و موثر در حرکات این ناحیه از قبیل عضلات ناحیه شکمی، سרینی، همسترینگ، ابداکتورها و ادداکتورهای ران را مورد هدف قرار می‌دهد، و تقویت این عضلات در ورزشکاران رشته‌های مختلف بهبود ثبات مرکزی را به همراه داشته است (۳۹). اگرچه زانو به عنوان مفصل میانی اندام تحتانی بین مفاصل ران و مچ پا قرار دارد، اما تاثیرپذیری آن از بخش پروگزیمال خود یعنی حرکات لگن و وضعیت قرارگیری مفصل ران بیشتر از بخش دیستال است (۳۹). بر همین اساس بهبود ثبات مرکزی می‌تواند بهبود عملکرد مفصل زانو را به همراه داشته باشد. بخشی از بهبود عملکرد زانو حین فرود در پژوهش حاضر می‌تواند ناشی از بهبود

بیرون از محیط ورزشی است. بعد سوم یا نهایی این استراتژی، اجرای تمرینات پیشگیری از آسیب است لذا بدون تمرینات پیشگیری تخصصی مانند تمرینات SM، استراتژی پیشگیری از آسیب ناقص بوده و کارایی خود را از دست می دهد (۴۶). لذا طراحی و انتخاب تمرینات تخصصی و مناسب بر اساس رشته ورزشی، جهت موفقیت یک استراتژی پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد ورزشی ضروری است. بررسی اثر همزمان تمرینات بر پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد و مقایسه انواع تمرینات پیشگیری از آسیب با تمرینات SM نشان داد که تمرینات فیفا ۱۱+ علیرغم کاهش خطر آسیب ها به خصوص ACL در فوتبالیست ها (۴۷)، تاثیر معنی داری بر عملکرد ورزشی ندارد (۴۸) و این مسئله ممکن است تمایل مربیان به اجرای این تمرینات را کاهش دهد. نتایج پژوهش Vescovi و VanHeest (۴۹) در زمینه تاثیر تمرینات PEP در مردان فوتبالیست نیز بیانگر عدم تغییر معنی دار عملکرد ورزشی بود (۴۹). همچنین به دلیل عدم وجود برنامه های تمرینی پیشگیری از آسیب در رشته های مختلف ورزشی، اغلب مربیان و ورزشکاران مانند بازیکنان بسکتبال به اجبار از برنامه های تمرینی سایر رشته ها استفاده می کنند، مانند تمرینات فیفا ۱۱+ که ویژه فوتبال است. به طور مثال Nuhmani (۵۰) در سال ۲۰۲۰ به بررسی اثر تمرینات فیفا ۱۱+ بر عملکرد بسکتبالیست ها پرداخت و نتایج بیانگر عدم تاثیر این تمرینات بر عملکرد ورزشی بود. در سال ۲۰۱۵ Aerts و همکاران (۵۱) یک برنامه تمرینی سه ماهه پیشگیری از آسیب های اندام تحتانی را بر روی بازیکنان بسکتبال مرد و زن بررسی نمودند، نتایج بیانگر بهبود معنی دار راستای نادرست حرکتی اندام تحتانی و DKV بود (۵۱). به دلیل زمانبر بودن این برنامه ممکن است که تمایلی به اجرای آن بین مربیان وجود نداشته باشد. درکل انتظار می رود که تمرینات پیشگیری از آسیب برای رشته های ورزشی به طور ویژه طراحی شوند که بر اساس عملکردهای اصلی آن رشته به امر پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد ورزشکاران بپردازد. لذا با توجه به نتایج پژوهش حاضر تمرینات SM این ویژگی را داشته و برای رشته های ورزشی فوتبال، بسکتبال، والیبال و تنیس همزمان می تواند تاثیرات مثبتی بر روی کاهش عوامل خطر ساز آسیب و بهبود عملکرد داشته باشد. مروری بر انجام تمرینات مختلف پیشگیری از

جایگاهی های سریع در مسیرهای مختلف نیاز اساسی به داشتن تعادل در حرکت دارد به همین دلیل نتایج تاثیرات تمرینات SM بر تعادل و سرعت با نتایج به دست آمده از اثر تمرینات بر چابکی ورزشکاران همخوانی دارد. Noyes و Barber-Westin (۲۸) گزارش کردند که دلیل اثرگذاری تمرینات بازآموزی عضبی-عضلانی پیشگیری از آسیب بر چابکی وجود ترکیبی از تمرینات قدرتی، سرعتی و عکس العمل است و تأکید داشتند که این تمرینات کل عملکرد اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار می دهد (۲۸). از آزمون های لی (Single-Leg Hop Test) معمولاً برای ارزیابی عملکرد عضبی عضلانی اندام تحتانی و تعیین سطح عملکرد ورزشکاران در بازگشت به ورزش پس از توانبخشی آسیب استفاده می شود (۳۸). آزمون لی تک پا نیازمند قدرت، توان، هماهنگی عضبی عضلانی و ثبات مفصلی زانو است و با خطر آسیب های زانو ارتباط مستقیم دارد (۱۲). بررسی تاثیر تمرینات SM بر لی تک پا، حاکی از بهبود عملکرد در دو مقاله بر فوتبالیست ها (۱۲) و ورزشکاران دانشگاهی (۲۸) و عدم تغییر معنی دار در دو مقاله دیگر بر تنیس بازان (۲۷، ۲۲) بود. این تناقض می تواند ناشی از به کارگیری آزمون های متفاوت لی تک پا و آزمودنی های دارای رشته های ورزشی مختلف با جنسیت های متفاوت باشد. بررسی تاثیر تمرینات SM بر توان هوازی در سه مقاله حاکی از بهبود معنی دار توان هوازی در سه رشته فوتبال (۲۶)، والیبال (۲۳)، بسکتبال (۲۵) و به عبارتی بهبود عملکرد سیستم قلبی و عروقی بود. دلیل اثرگذاری تمرینات بر این فاکتور مدت زمان انجام تمرینات است. زیرا بر خلاف سایر برنامه های تمرینی پیشگیری از آسیب مانند فیفا ۱۱+ که در قالب گرم کردن و حدود ۲۰ دقیقه انجام می شود، تمرینات SM یک جلسه تمرینی کامل با مدت زمان ۴۵ الی ۶۰ دقیقه است. پژوهش ها در زمینه تاثیر تمرینات SM بر مهارت های ورزشی محدود است. تنها در دو مقاله و بر روی تنیس بازان (۲۷، ۲۲) بهبود معنی دار مهارت سرویس و فورهند گزارش شده است.

پژوهش های اخیر (سال ۲۰۲۳) در زمینه پیشگیری از آسیب، آن را یک استراتژی سه بعدی شامل نظارت درونی، نظارت بیرونی و تمرینات پیشگیری از آسیب معرفی نموده اند. نظارت درونی شامل نظارت بر میزان خستگی، سابقه آسیب، استقامت و قدرت و نظارت بیرونی شامل نظارت بر وقت های استراحت و ریکاوری، و برنامه های

با توجه به اینکه در مرور نظام‌مند پژوهش حاضر اکثریت مقالات بر روی ورزشکاران نیمه حرفه‌ای با رده سنی ۱۸ تا ۲۵ سال انجام شده است. نتایج پژوهش حاضر قابلیت تعمیم‌پذیری به سایر رده‌های سنی و سطوح ورزشی از قبیل نوجوانان و ورزشکاران حرفه‌ای را ندارد. در پژوهش مروری حاضر تعداد مقالات بیشتری در رشته‌های فوتبال و والیبال یافت شد که اهمیت ادامه پژوهش‌های آتی در رشته‌های بسکتبال و تنیس را نشان می‌دهد. یکی از نقاط ضعف و محدودیت تعمیم‌پذیری مطالعات مورد بررسی در پژوهش حاضر بررسی بیشتر اثر تمرینات SM بر دختران ورزشکار و عدم بررسی مهارت‌های ورزشی تخصصی هر رشته می‌باشد. بنابراین به پژوهشگران توصیه می‌گردد تاثیر تمرینات SM را بر مهارت‌های تخصصی رشته‌های فوتبال، بسکتبال، والیبال و تنیس و همچنان بر پسران ورزشکار با فاکتورها و متغیرهای دیگر همچون متغیرهای فیزیولوژیکی، بررسی اثرات طولانی مدت استفاده از این تمرینات و حتی در رده‌های سنی مختلف و سطوح مختلف ورزشکاران نیز بررسی نمایند؛ زیرا پژوهش‌ها در این زمینه بسیار محدود است.

سپاسگزاری

از تمامی پژوهشگرانی که در راستای موضوع پژوهش حاضر توانستیم از نتایج پژوهش‌های آنان بهرمنند شویم که پژوهش‌های آنان به دقت نتایج حاضر کمک نمود، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

نقش نویسندگان

نویسندگان پژوهش حاضر (شکیبا، محمدی و علیزاده) در فرآیند بررسی و نگارش مقاله به طور مساوی همکاری نموده‌اند و نویسنده مسئول پژوهش در ارتباط با ارسال مقاله به نشریه و فرآیند داوری و پاسخ به نظرات داوران، نویسنده اول در ترتیب اسامی (شکیبا) می‌باشد.

منابع مالی

هیچ‌گونه حمایت مالی از موسسات و یا سازمان خاصی به اجرای پژوهش حاضر تخصیص نیافته است.

تعارض منافع

پژوهش انجام شده دارای تعارض منافع نمی‌باشد.

آسیب قبل از مصدومیت توسط Barber و Noyes (۲۸) نشان داد ورزشکارانی که قبل از آسیب در تمرینات PEP, KIPP, SM مشارکت نموده‌اند بازگشت سریعتری به ورزش پس از مصدومیت داشتند (۵۲). لذا می‌توان بیان نمود موفقیت اولیه استراتژی‌های پیشگیری از آسیب و همچنین پیشگیری از آسیب مجدد مستلزم همکاری تیم پزشکی از قبیل فیزیوتراپیست‌ها، مربیان، پزشکان و پژوهشگران در طراحی و اجرای برنامه‌های پیشگیری از آسیب است. یک پژوهش مروری دیگر توسط همین پژوهشگران بر روی تاثیر تمرینات مختلف پیشگیری از آسیب بر بهبود عملکرد ورزشی و کاهش خطر آسیب نشان داد که فقط تمرینات PEP و SM به‌صورت همزمان بهبود معنی‌دار عملکرد ورزشی و کاهش خطر آسیب را به همراه دارند (۵۳).

تمرینات SM به عنوان یک ابزار موثر در امر پیشگیری از آسیب علاوه بر کاهش عوامل خطر ساز آسیب اندام تحتانی از قبیل DKV، خطای فرود، راستای نامناسب اندام تحتانی، بهبود عملکردهای توان، سرعت و چابکی را نیز در ورزشکاران به همراه دارد. در زمینه اثر این تمرینات بر فاکتور تعادل و قدرت نیاز به پژوهش‌های بیشتری است زیرا اثر این تمرینات بر تعادل متناقض بوده و مطالعات در زمینه تاثیر آن بر الگوی فعالیت عضلانی و قدرت بسیار محدود است. همچنین جهت کاهش خطر آسیب به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود، بدون ترس از ایجاد اختلال در عملکرد ورزشی، تمرینات اسپورت‌متریک تخصصی مرتبط با رشته خود را در زمان آمادگی پیش فصل مسابقات انجام دهند و به طور مداوم حین فصل مسابقات به انجام بخش ویژه گرم کردن آن ادامه دهند. توصیه می‌شود جهت اثرپذیری بهتر تمرینات مربیان با نظارت بیشتر حین اجرا تمرینات بازخوردهای لازم از قبیل اجراء صحیح تمرینات با کاهش خطاهای حرکتی توسط بازخوردهای اصلاح حرکت و اصلاح راستای اندام‌ها مانند بازخورد گفتاری "زانوها را در راستای صحیح نگه دارید" و موارد دیگر که می‌تواند ورزشکار را از آسیب دور کند حین اجراء تمرین به ورزشکاران مد نظر داشته باشند. همچنان نتایج می‌تواند توصیه‌کننده این باشد که طراحی تمرینات تخصصی با استفاده از فاکتورهای تخصصی مورد نیاز رشته ورزشی به صورت هماهنگ و همزمان در یک جلسه بهبود عملکرد را به همراه کاهش عوامل خطر ساز آسیب را دارد.

منابع

1. Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017; 10(3): 281-288.
2. Finch CF, Kemp JL, Clapperton AJ. The incidence and burden of hospital-treated sports-related injury in people aged 15+ years in Victoria, Australia, 2004-2010: a future epidemic of osteoarthritis? *Osteoarthritis Cartilage*. 2015; 23(7): 1138-1143.
3. Prieto-González P, Martínez-Castillo JL, Fernández-Galván LM, Casado A, Soporki S, Sánchez-Infante J. Epidemiology of Sports-Related Injuries and Associated Risk Factors in Adolescent Athletes: An Injury Surveillance. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(9): 4857.
4. Lin CY, Casey E, Herman DC, Katz N, Tenforde AS. Sex Differences in Common Sports Injuries. *PM R*. 2018; 10(10): 1073-1082.
5. Barber Foss KD, Myer GD, Hewett TE. Epidemiology of basketball, soccer, and volleyball injuries in middle-school female athletes. *Phys Sportsmed*. 2014; 42(2): 146-153.
6. Domaradzki J, Koźlenia D. The performance of body mass component indices in detecting risk of musculoskeletal injuries in physically active young men and women. *PeerJ*. 2022; 10: e12745.
7. Pankow K, Vella S, Holt N. Sport participation. 2023; 1-10.
8. Emery C, Tyreman H. Sport participation, sport injury, risk factors and sport safety practices in Calgary and area junior high schools. *Paediatr Child Health*. 2009; 14(7): 439-444.
9. Holm I, Oiestad BE, Risberg MA, Gunderson R, Aune AK. No differences in prevalence of osteoarthritis or function after open versus endoscopic technique for anterior cruciate ligament reconstruction: 12-year follow-up report of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2012; 40(11): 2492-2498.
10. Dowling AV, Favre J, Andriacchi TP. Inertial sensor-based feedback can reduce key risk metrics for anterior cruciate ligament injury during jump landings. *Am J Sports Med*. 2012; 40(5): 1075-1083.
11. Yoo JH, Lim BO, Ha M, Lee SW, et al. A meta-analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010; 18(6): 824-830.
12. Saki F, Mohammadi H, Shakiba E, Ziya M. The Effect of 6 weeks SportsMetrics™ Training on Core stability, Tuck jump scores and Single Leg Hop in Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2023; 11(4): 7-21.
13. Kamiya T, Teramoto A, Otsubo H, Matsumura T, et al. Risk factors of lower extremity injuries in youth athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2023; 9(1): e001493.
14. Saki F, Mohammadi H, Shakiba E. The effect of SportsMetrics Soccer-Training (SMST) on the Performance of Young Soccer Players. *Studies in Sport Medicine*. 2020; 12(27): 201-218.
15. Mohammadi H, Fakhraei Rad N. The Effect of Sportsmetrics on the Performance and Knee Valgus During Landing of Female Soccer Players. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy*. 2022; 12(3): 175-188.
16. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh MH, Shamsimajlan A. The Effect of ACL Intervention Programs on the Improvement of Neuromuscular Deficiencies and Reducing the Incidence of ACL Injury (A Review Article). *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015; 4(2): 159-169.
17. Noyes FR, Barber-Westin S. Return to Sport after ACL Reconstruction and Other Knee Operations: Limiting the Risk of Reinjury and Maximizing Athletic Performance 2019; 1-709.
18. Asgari M, Nazari B, Bizzini M, Jaitner T. Effects of the FIFA 11+ program on performance, biomechanical measures, and physiological responses: A systematic review. *J Sport Health Sci*. 2023; 12(2): 226-235.

19. Noyes FRaSDB-W. Noyes knee disorders: surgery, rehabilitation, clinical outcomes, second edition. 2019; 420-430.
20. 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. *Am J Sports Med*. 2005; 33(2): 197-207.
21. Vescovi JD, Canavan PK, Hasson S. Effects of a plyometric program on vertical landing force and jumping performance in college women. *Phys Ther Sport*. 2008; 9(4): 185-192.
22. Barber-Westin SD, Hermeto AA, Noyes FR. A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(9): 2372-2382.
23. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T. A training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(8): 2151-2160.
24. Barber-Westin SD, Noyes FR. Sports-Specific programs for soccer, basketball, volleyball, and tennis. *ACL Injuries in the Female Athlete: Causes, Impacts, and Conditioning Programs*. 2012; 309-356.
25. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Garrison TT. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(3): 709-719.
26. Noyes FR, Barber-Westin SD, Tutalo Smith ST, Campbell T. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school soccer players. *J Strength Cond Res*. 2013; 27(2): 340-351.
27. Barber-Westin SD, Hermeto AA, Noyes FR. A Six-Week Neuromuscular and Performance Training Program Improves Speed, Agility, Dynamic Balance, and Core Endurance in Junior Tennis Players. *Journal of Athletic Enhancement*. 2016; 4(1): 2015.
28. Noyes FR, Barber-Westin SD, editors. *Neuromuscular Retraining in Female Adolescent Athletes: Effect on Athletic Performance Indices and Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Rates*. 2015; 3(2); 56-76.
29. Chimera NJ, Kremer K. Sportsmetrics™ Training Improves Power And Landing In High School Rowers. *Int J Sports Phys Ther*. 2016; 11(1): 44-53.
30. Mohammadi H, Rad NF, Khosravani M, Adibhesami N, Sarvestan J. Core strength, dynamic balance and performance enhancement in female athletes with ligament dominance in response to sports-specific SportsMetrics neuromuscular training programs. *Sport Sciences for Health*. 2023; 19(4): 1381-1389.
31. Saki F, Mohammadi H, Shakiba E, Ramezani F. Does SportsMetrics Soccer Training Improve LESS and Dynamic Balance in Soccer Players? A randomized controlled trial. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy*. 2021; 11(4): 269-278.
32. Fakhraei Rad N, mohammadi h. The Effect of SportsMetrics on Dynamic Knee Valgus (DKV), Core Endurance (CE) and Postural Stability in Soccer Female Athletes with Dynamic Knee Valgus. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 13(2): 406-421.
33. Shahrjerdi S, Mohammadi H, Amiri S. The effect of sports-metrics volleyball training on the landing error scoring system in female volleyball players. *Sport Sci Health Res*. 2021; 13(2): 217-225.
34. Mohammadi H, Fakhrai Rad N. The Effect of Sport-Metrics Soccer Training on Landing Error in Female Soccer Athletes with Dynamic Knee Valgus. *Journal for Research in Sport Rehabilitation*. 2022; 10(19): 99-112.
35. Mohammadi H, Khosravani M. The Effect of Six-Week Specific Injury Prevention Exercises on Performance in Female Volleyball Athletes with Neuromuscular Knee Valgus Defect: Quasi-Experimental Study. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2022; 18(1): 46-55.
36. Mohammadi H, Khosravani M. The Effect of Sportsmetrics Training on Landing Technique in Female Volleyball Players with Dynamic Knee Valgus. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine* 2022; 13(3): 626-639.

37. Maher CG, Moseley AM, Sherrington C, Elkins MR, Herbert RD. A description of the trials, reviews, and practice guidelines indexed in the PEDro database. *Phys Ther.* 2008; 88(9): 1068-1077.
38. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh MH, Shamsimajlan A. Screening tests for neuromuscular defects affecting non-contact ACL injury- A review article. *Scientific J Kurdistan Univ Med Sci.* 2015; 20(2): 85-105.
39. Boden BP, Sheehan FT. Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *J Orthop Res.* 2022; 40(3): 531-540.
40. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(7): 3826.
41. Mohammadi H, Ghaeni S. Prevalence of Neuromuscular Deficiencies Associated With Non-Contact Anterior Cruciate Ligament Injury in Healthy Collegiate Student-Athletes. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy.* 2019; 9(4): 193-202.
42. Rodríguez C, Echegoyen S, Aoyama T. The effects of "Prevent Injury and Enhance Performance Program" in a female soccer team. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018; 58(5): 659-663.
43. Ertelt T, Gronwald T. M. biceps femoris - A wolf in sheep's clothing: The downside of a lower limb injury prevention training. *Med Hypotheses.* 2017; 109: 119-125.
44. Rodríguez-Fernández A, Sánchez-Sánchez J, Ramirez-Campillo R, Rodríguez-Marroyo JA, et al. Effects of short-term in-season break detraining on repeated-sprint ability and intermittent endurance according to initial performance of soccer player. *PLoS One.* 2018; 13(8): e0201111.
45. Jadcak Ł, Grygorowicz M, Wieczorek A, Śliwowski R. Analysis of static balance performance and dynamic postural priority according to playing position in elite soccer players. *Gait Posture.* 2019; 74: 148-153.
46. Saltzman EB, Levin JM, Dagher AB, Messer M, et al. Injury prevention strategies at the 2019 FIFA Women's World Cup display a multifactorial approach and highlight subjective wellness measurements. *J isakos.* 2023; 8(5): 325-331.
47. 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.
48. Mostafa Z, Mohammad Hossein A, Nader R, Tohid S, Barghi. The Effect of FIFA Warm-Up Comprehensive Program 11+ on Performance and Physical Fitness of Iranian Adolescent Male Soccer Players. *Journal of Sport Sciences and Health Research.* 2016; 8(16): 1-22.
49. Vescovi JD, VanHeest JL. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2010; 20(3): 394-402.
50. Nuhmani S. The FIFA 11+ does not alter performance in amateur female basketball players-a randomized control trial. *Journal of complementary & integrative medicine.* 2020; 18(2): 379-383.
51. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, Wuyts B, et al. The effect of a 3-month prevention program on the jump-landing technique in basketball: a randomized controlled trial. *Journal of sport rehabilitation.* 2015; 24(1): 21-30.
52. Noyes FR, Barber-Westin SD. Neuromuscular retraining intervention programs: do they reduce noncontact anterior cruciate ligament injury rates in adolescent female athletes? *Arthroscopy.* 2014; 30(2): 245-255.
53. Noyes FR, Barber Westin SD. Anterior cruciate ligament injury prevention training in female athletes: a systematic review of injury reduction and results of athletic performance tests. *Sports Health.* 2012; 4(1): 36-46.