

عنوان : مقایسه ریسک فاکتورها و درمان های آسیب لیگامان صلیبی قدامی در زنان و مردان ورزشکار

نرگس جهانتیغ اکبری^۱، صنم برفروشان^۲، الهام دامنی^{۳*}

۱-نرگس جهانتیغ اکبری، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران.

۲-صنم برفروشان، دانشجوی کارشناسی ارشد آناتومی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

۳-الهام دامنی، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران. نویسنده

مسئول

Tel : 09159978061

چکیده

زمینه و هدف: با افزایش تعداد ورزشکاران و در نتیجه افزایش آسیب لیگامان صلیبی قدامی (ACL) تحقیقات زیادی به مطالعه ریسک فاکتورها و درمان و مکانیسم های آسیب پرداخته اند.

روش بررسی: جستجوی نظام مند بانک های اطلاعاتی google scholar, Cochran, Elsevier, pubmed, scopus و مقالات موجود و مطالعات انجام شده بر روی آسیب لیگامان صلیبی قدامی بخصوص مطالعات صورت گرفته بر روی شیوع این آسیب در ورزشکاران انجام شد که در اینصورت مطالعات مربوط به آسیب ACL و همچنین ریسک فاکتورها و درمان های موجود در این آسیب لیگامانی در ورزشکاران شناسایی شد.

یافته ها: تعداد ۱۳ مقاله در این زمینه بررسی شد که از این بین، ۶ مقاله تاثیر درمان های مختلف را بر لیگامان صلیبی قدامی آسیب دیده بررسی کردند و ۳ مقاله با ریسک فاکتورها و پیشگیری در آسیب ACL در ورزشکاران مرتبط می شد و ۲ مقاله تنها به ریسک فاکتورها و ۱ مقاله هم به بررسی ریسک فاکتورها و درمان ها با هم و تنها ۱ مقاله به بررسی اپیدمیولوژیک آسیب ACL در زنان و مردان پرداخته است. نتیجه گیری: نتایج نشان داد که آسیب ACL در ورزشکاران شایع است که علت تفاوت در سازگاری های عصبی-عضلانی و بیومکانیک های همراه با تکنیک های فرود آمدن از جمله: ext زانو و استرس والگوس منجر به جابجایی قدامی تیبیا می شود. کلیدواژه ها: استراتژی های پیشگیری، لیگامان صلیبی قدامی، ورزشکاران، درمان، ریسک فاکتورهای آسیب لیگامانی

Subject: Comparison of risk factors, strategy prevention and treatment of anterior cruciate ligament injuries in female and male athletes

Narges jahantigh akbari¹, Sanam Barforoshan², Elham Damani^{3*}.

1-Narges jahantigh akbari, Msc Student of physiotherapy, Department of Physical Medicine, Student Research Committee, Zahedan University Of Medical Science, Zahedan, Iran .

2- Sanam Barforoshan, MSC Student of Anatomy, Student Research Committee, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran.

3- Elham Damani, MSC Student of Health Education and Promotion, Student Research Committee, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran. **Corresponding Author :**

Tel : 09159978061

E-mail:damanielhanm@gmail.com.

Abstract

Introduction:

Studies your target reviews of risk factors and also treatment for harm reduction anterior cruciate ligament (ACL) assigned to help sports society.

Materials and Methods:

systematic search databases Scopus, Pubmed, Cochran, Elsevier and google scholar for Assigning Articles performed on the injury anterior cruciate ligament particularly studies conducted on prevalence of the pathology in women that has case studies of ACL injury, especially women, as well as of risk factors and treatment of ligament injury was detected in athletes.

Results:

A total of 13 articles in field of check the network among which, six articles various ligament of the anterior cruciate The damaged reviews 3 article with risk high ACL athletes of the 2 article alone factor risk and first article examines of risk factors and treatment only 1 article reviews the epidemiology of ACL injury in women, men.

Conclusion:

The results showed that ACL injuries in athletes are more likely due to differences in neuromuscular. According to this study nonsurgical treatments surgical treatment including strength training, plyometric, weight bearing and proprioception whose activities the patient to return to the damage.

Keywords:

lower extremity injuries, ACL, athletic, treatment , risk factors of ligament injury.

مقدمه:

در این مطالعه‌ی مروری به بررسی شیوع آسیب لیگامان صلیبی قدامی^۱ ACL در ورزشکاران با تاکید بر ریسک فاکتورها و درمان های این آسیب می باشد که این آسیب دارای روند فزاینده‌ای در جمعیت ورزشکاران می باشد (۱). از عوارض آسیب ACL می توان به ایجاد آرتروز زانو در طی زمان اشاره کرد که این موضوع ضرورت استفاده از مداخلات درمانی مناسب را جهت پیشگیری و در راستای درمان و توانبخشی بیان می کند (۲) آسیب های زانو از جمله آسیب ACL در بین آسیب های ورزشی از شیوع بالایی برخوردار می باشد (۳). از دیگر عوارض آسیب ACL می توان به مشکلات مختلفی از جمله شلی مفصل زانو، کاهش حس عمقی و کاهش ثبات دینامیک زانو اشاره کرد (۴). برنامه های پیشگیری باید در جهت کاهش میزان آسیب ACL به کار برده شوند (۱). این امر موجب شده است به بیان استراتژی های درمان همراه با عوامل زمینه ساز خطر و مداخلات درمانی مناسب در بیماران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی بپردازیم. که نشان دهنده لزوم طراحی برنامه های پیشگیری در گروه های با ریسک بالا از جمله ورزشکاران می باشد (۱). از سوی دیگر درمان آسیب ACL هزینه های درمانی هنگفتی را به خود اختصاص داده است این عوامل نشان دهنده اهمیت شناخت ریسک فاکتورها می باشد (۳). در مطالعات مختلفی نشان داده شده است که لازمه بازگشت به ورزش برای بیماران با آسیب ACL درمان جراحی یا بازسازی ACL می باشد (۴). بازسازی موفقیت آمیز ACL تحت تاثیر عوامل مختلفی می باشد بطوریکه با کم شدن قدرت تاندون پتلا اهمیت توانبخشی بعد از بازسازی ACL به نمایش گذاشته می شود (۵). از سوی دیگر به دلایل مختلفی از جمله تفاوت در سازگاری های عصبی - عضلانی و بیومکانیک های مرتبط با فرود آمدن روی زمین آسیب ACL در ورزشکاران شایع می باشد (۶). Millet و همکارانش گزارش کردند که احتمال آسیب منیسک داخلی در بازه زمانی ۶ هفته بعد از آسیب ACL وجود دارد بنابراین فاصله زمانی بین آسیب و درمان برای حفاظت از منیسک اهمیت دارد (۷). در بین آسیب های ورزشی آسیب ACL از شیوع زیادی برخوردار می باشد (۱). این امر موجب شده است که تحقیقات زیادی روی ریسک فاکتورها و استراتژی های درمان آسیب ACL تمرکز کنند (۱). بنابراین درک ریسک

¹ anterior cruciate ligament (ACL)

فاکتورهای آسیب ACL برای انتخاب بهترین استراتژی‌های درمانی حائز اهمیت می باشد (۸). ریسک فاکتورها به ۳ دسته داخلی، خارجی و متفرقه در این مطالعه تقسیم می شوند. از سوی دیگر در مطالعات زیادی ذکر شده است که مکانیسم آسیب چند جزئی بوده است بنابراین باید برنامه درمانی نیز چند جزئی و شامل تمرینات مختلفی باشد (۱).

در یک بررسی از بازتوانی بیماران نسبت به فعالیت های زندگی و ورزش بعد از آسیب های ورزشی مثل آسیب ACL دیده شده است که تعداد زیادی از بیماران بهبود نیافته اند (۹). از سوی دیگر درمان به دنبال آسیب ACL از جهات مختلفی مانند جنبه های اقتصادی، اجتماعی و مدت زمان طولانی درمان مورد بررسی واقع شده است (۱۰). ACL عوارض احتمالی مانند استئوآرتریت زانو، ناتوانی و درد مزمن را طی سال های آتی پس از ابتلا به آسیب به دنبال خواهد داشت (۱۰). برای حل این مشکل تمرینات نوروماسکولار بیان شده اند که می توانند به کاهش آسیب ACL منجر شوند (۲). تاکنون هیچ گونه مطالعه ای ریسک فاکتورها و درمانهای این آسیب را همراه با هم مورد بررسی قرار نداده است. بنابراین این موارد ضرورت بررسی ریسک فاکتورهای آسیب ACL و درمان های موجود در این آسیب را بصورت کلی بیان می کند (۱).

-ریسک فاکتورهای آسیب ACL:

ریسک فاکتورهای آسیب ACL به ۳ دسته خارجی، داخلی و متفرقه تقسیم می شوند. ریسک فاکتورهای خارجی شامل: نوع رقابت، پوشش پا و سطح زمین بازی، شرایط محیطی (وضعیت آب و هوا) و ابزارهای محافظتی (۱، ۱۱) و ریسک فاکتورهای داخلی عبارتند از: راستای آناتومی و ساختاری، ریسک فاکتورهای هورمونی، ریسک فاکتورهای ژنتیکی و فاکتورهای نوروماسکولار (۱، ۸، ۱۰-۱۲) و ریسک فاکتورهای متفرقه نیز شامل: تاثیر آسیب قبلی و اثر افزایش سن و تفاوت های جنسی ذکر شده است (۱۰).

ریسک فاکتورهای خارجی:

۱) نوع رقابت: این فاکتور بطور واضح رقابت در بازی در مقابل تمرین را بیان می کند (۱۱). مطالعات اندکی در رابطه با اثر نوع رقابت بر ریسک آسیب ACL در ورزشکاران گزارش گردیده است (۱۱). در مطالعه انجام شده توسط Myklebust و همکارانش گزارش شده است که میزان آسیب ACL هنگام مسابقه یا بازی در مقایسه با تمرین بیشتر بوده است (۱۱).
۲) ابزارهای محافظتی: بررسی عملکردی نقش مهمی در حفاظت زانو با نقص ACL داشته است (۱۱). در مطالعه انجام شده توسط Kocher و همکارانش بیان شده است میزان آسیب زانو بسیار کمتر بوده است در افرادی که از بریس برای حفاظت زانو با نقص ACL استفاده کرده بودند در مقایسه با افرادی که استفاده نکرده بودند (۱۱). اگرچه تحقیقات بیشتری در آینده در این زمینه انجام شود.

۳) پوشش پا و زمین بازی: کفش نقش مهمی را در آسیب ACL ایفا کرده است (۱). افزایش ضریب اصطکاک بین کفش ورزشی و سطح بازی به افزایش آسیب ACL در ورزشکاران منجر شده است (۱، ۱۱). در رابطه با نقش زمین بازی ما می توانیم بگوییم که در مطالعه ای توسط Olsen و همکارانش انجام شده است دیده شده است (۱۱) که میزان آسیب ACL در ورزشکاری که روی زمین مصنوعی رقابت کرده بودند نسبت به رقابت روی زمین طبیعی بیشتر بوده است (۱۱). زمین بازی با علف بلند و همچنین ضریب اصطکاک بزرگتر به آسیب بیشتر ACL منجر شده است (۱).

۴) شرایط محیطی (وضعیت آب و هوا): ورزش در طبیعت یا چمن مصنوعی و نیز شرایط هواشناسی بر فاصله مکانیکی بین پا و سطح زمین بازی تاثیر گذار بوده است (۱۱). مطالعات اندکی در این زمینه انجام شده است (۱۱). این موضوع نشان داده است که شرایط هواشناسی روی میزان آسیب ACL تاثیر گذار بوده است (۱۱). به عنوان مثال هوای خشک با تاثیرات گوناگونی در سطح

کفش همراه بوده است (۱). با توجه به این موارد می توانیم بگوییم که ریسک آسیب ACL در آب و هوای خشک بیشتر بوده است (۱). در نتیجه آب و هوای سرد و مرطوب به عنوان یک فاکتور برای پیشگیری از آسیب ACL در نظر گرفته شده است (۱).

-ریسک فاکتورهای داخلی:

(۱) راستای آناتومی و ساختاری:

پوسچر غیر نرمال اندام تحتانی از جمله: افزایش والگوس به افزایش آسیب ACL منجر شده است (۱۱). مطالعات اندکی هدف خود را بررسی ارتباط بین راستای اندام تحتانی و میزان آسیب ACL قرار داده اند (۱۱). فاکتورهای آناتومیک و ساختاری مختلفی در میزان آسیب ACL نقش داشته اند (۱۲). این فاکتورها عوامل مختلفی از جمله: مورفولوژی ACL، ابعاد آناتومیک سطح فمور و تیبیا و شلی قدامی و عمومی مفصل زانو شامل شده است (۱۲). به گونه ای که این پرونیشن بیش از حد مفصل ساب تالار به جابجایی قدامی تیبیا و افزایش استرین روی ACL منجر شده است (۱۰). افزایش وزن و BMI (Body Mass Index) در افزایش اکستنشن زانو و نیز آسیب ACL نقش داشته است (۱، ۱۰).

-ریسک فاکتورهای هورمونی:

ریسک فاکتورهای هورمونی در آسیب ACL نقش مهمی داشته اند (۱). از سوی دیگر تفاوت در میزان هورمون استروئید باعث بروز خصوصیات جنسی شده است (۱۲). به گونه ای که سلولهای ACL گیرنده های هورمونی از جمله: گیرنده های استروژن و پروژسترون را شامل شده اند و این هورمون ها ویژگی های لیگامان را تحت تاثیر قرار داده اند (۱). هورمون ها علاوه بر ACL ساختارهای دیگری را تحت تاثیر قرار داده است بنابراین روی روند انقباض عضلانی تاثیر گذاشته است که این امر آسیب ACL را افزایش داده است (۸). اثرات هورمون ها روی بافت نرم نیاز به پژوهش داشته است همچنین این اثرات با تاخیر به نمایش گذاشته شده است (۱۱).

(۳) ریسک فاکتورهای ژنتیکی:

این ریسک فاکتورها نقش مهمی در آسیب ACL داشته اند (۱۰). آسیب در گذشته بوسیله ترکیبی از ریسک فاکتورهای محیطی و ژنتیکی ایجاد شده است (۱۲). بنابراین اثر ژنتیک روی افزایش آسیب ACL به تحقیقات بیشتری نیاز داشته است (۱۰). (۴) ریسک فاکتورهای نوروماسکولار:

کنترل عصبی - عضلانی در کاهش آسیب ACL اهمیت ویژه ای داشته است (۱). کنترل عصبی - عضلانی ضعیف اندام تحتانی یک عامل مستعدکننده آسیب ACL بوده است (۱۰). از سوی دیگر فعالیت عضله در طول فعالیت های ورزشی مثل تغییر جهت سریع شدید بوده است که این فعالیت ها منجر به آسیب ACL شده است (۱). این عوامل ضرورت تحقیقات بیشتر در این زمینه را فراهم کرده است (۱).

-ریسک فاکتورهای متفرقه:

(۱) تاثیر آسیب قبلی:

آسیب قبلی در ایجاد آسیب ACL به عنوان یک ریسک فاکتور در نظر گرفته شده است (۱۰). به گونه ای که در مطالعه ای بیان شده است که میزان آسیب ACL در گروه بازسازی ACL نسبت به گروه کنترل بیشتر بوده است (۱۰).

(۲) تاثیر افزایش سن و تفاوت های جنسی:

بین سن و آسیب ACL در هر ۲ جنس یک ارتباط مستقیم وجود دارد (۱۰). اگرچه از لحاظ جنسیت نیز می توان گفت دختران نسبت به پسران درصد بیشتری از آسیب ACL را به خود اختصاص داده است (۱۰).
-درمان :

اهداف درمانی مختلفی برای پارگی ACL از جمله: حفظ عملکرد زانو و کاهش ایجاد استئوآرتریت زانو در سالهای بعد از آسیب در نظر گرفته شده است (۱۱). درمان شامل ۲ بخش جراحی و توانبخشی می باشد (۱۱). مطالعات زیادی هدف خود را بررسی این ۲ درمان قرار داده اند (۱۱). انتخاب نوع درمان براساس فاکتورهای زیادی مثل شغل و فعالیت های ورزشی انجام می شود (۱۱). جراحی نیز با توجه به یکسری عوامل مثل فعالیت ورزشی، آسیب های ویژه، مختل شدن فعالیت های روزمره زندگی و آسیب مفصل زانو با ترکیبی از چند آسیب دیگر پیشنهاد شده است (۱۰، ۱۱). در گذشته اغلب درمان به شکل غیر جراحی به کار برده می شد (۱۰). به گونه ای که درمان های غیر جراحی مانند بريس و توانبخشی برای دوره زمانی زیادی در نظر گرفته می شد (۱۰). نویسندگان در مطالعات قبلی درمان های زیادی برای جلوگیری از آسیب صفحه رشد به کار گرفته اند (۱۰). اگر بیمار فعالیت های با ریسک پایین انجام داده است در این حالت ACL تمرینات توانبخشی برای ۳-۴ ماه و سپس ارزیابی عملکرد زانوی مورد درمان می باشد بنابراین در صورت عدم نتیجه مناسب از درمان های قبلی بازسازی ACL برای بیمار انجام می شود (۱۱). تغییرات دژنراتیو بیشتری با گرافت استخوان - تاندون - استخوان باید مورد بررسی قرار گیرد (۱۱). نوع گرافت با توجه به فاکتورهای مختلفی مانند بیمار و جراحی به کار برده شده است (۱۰). از سوی دیگر توانبخشی بعد از بازسازی ACL با توجه به عوامل مختلفی از جمله: بیمار و پروسه جراحی به کار برده می شود (۱۰). برنامه توانبخشی درمان های مختلفی از جمله: تحمل وزن فوری، حرکات فعال و افزایش قدرت کوادریسپس و همسترینگ را شامل می شود (۱۰). درد منجر به غیر فعال کردن عضله کوادری سپس شده است بنابراین تحریک الکتریکی نقش مهمی در توانبخشی بیمار بعد از جراحی ACL دارد (۱۱). ناتوانی در اکستنشن کامل زانو بعد از بازسازی ACL باید مورد توجه واقع شود (۱۱). تمرینات زنجیره بسته و باز برای توانبخشی عضله کوادری سپس باید مورد استفاده قرار گیرند (۱۱). از سوی دیگر تمرینات زنجیره باز باید با احتیاط به کار برده شوند (در درمان بصورت توانبخشی فیزیوتراپیست باید جنبه های مختلفی از جمله: وضعیت فیزیکی و ذهنی بیمار توجه داشته باشد (۷). برای توانبخشی بیمار تمرینات زنجیره بسته، حس عمقی و کنترل نوروماسکولار تجویز شده است (۱۰). تمرینات پلیومتریک در بازه زمانی ۴-۶ ماه بعد از جراحی باید به کار برده شوند و بیماران به ورزش ۷-۹ ماه بعد از جراحی بر می گردند (۱۰). تعدادی از مطالعات به اهمیت تمرینات نوروماسکولار در توانبخشی بیماران آسیب ACL اشاره کرده اند (۱۱).

روش بررسی:

در طی جستجوی مقالات چاپ شده در زمینه آسیب ACL در ورزشکاران ۱۳ مقاله مرتبط با این موضوع از بانک های اطلاعاتی pubmed, google scholar, scopus مورد بررسی قرار دادند. تعداد ۶ مقاله تاثیر درمان های مختلف را بر ACL مورد بررسی قرار دادند و تعداد ۳ مقاله به ریسک فاکتورها در آسیب ACL در ورزشکاران پرداخته اند و ۲ مقاله تنها به ریسک فاکتورها در ورزشکاران و ۱ مقاله هم به بررسی ریسک فاکتورها و درمان ها با هم و ۱ مقاله دیگر نیز به بررسی اپیدمیولوژیک آسیب ACL در زنان و مردان ورزشکار پرداخته اند.

بحث:

مطالعه ای توسط Allan M. Joseph میزان آسیب ACL در حدود ۲۰,۵٪ از آسیب های زانو گزارش شده است (۳). اهمیت آسیب ACL را از جنبه های مختلفی مانند ناتوانی های فیزیکی، هزینه های اقتصادی بالا و ... می توان مورد بررسی قرارداد (۳).

۱۰). بیشتر آسیب های ACL عوارض مختلفی مانند درد و استئوآرتریت زانو را برای بیمار به دنبال خواهند داشت (۳، ۱۰). بر اساس مطالعات میزان شیوع آسیب ACL را در ورزشکاران بسیار بالا بیان شده است. تست های فانکشنال دارای کاربردهای مختلفی از جمله ارزیابی پیشرفت بیمار و بازگشت به فعالیت های روزمره زندگی هستند (۱). بهبودی بعد از درمان از لحاظ کنترل داخلی - خارجی بررسی می شود (۹). این تغییرات دژنراتیو به دنبال آسیب ACL به استرس و استئوآرتریت در مفصل زانو منجر شده است، بنابراین توانبخشی ACL به کنترل داخلی و خارجی زانو متمرکز شده است که این به درمان موثرتر منجر خواهد شد (۹). درمان چه بصورت جراحی یا غیر جراحی به کار برده شود برنامه توانبخشی شامل تمرینات زنجیره بسته، تحملی و کنترل نوروماسکولار می شود (۹). آسیب ACL غالباً در جامعه ورزشکاران رخ می دهد بنابراین بهبود و بازگشت به فعالیت های ورزشی بسیار مهم بوده است (۴). یک مطالعه نشان داده است که ترس بیمار منجر به عدم بازگشت به ورزش بعد از بازسازی ACL شده است (۱، ۴).

نتیجه گیری:

بیشتر آسیب های ACL از نوع غیرتماسی بوده است (۱). آسیب ACL با مشکلات مختلفی از جمله ناتوانی و استئوآرتریت زانو درآینده همراه است (۱۰). این آسیب در ورزشکاران شایع است به گونه ای که تغییر جهت سریع ترکیب شده با کاهش شتاب، تفاوت در سازگاری های عصبی عضلانی، بیومکانیک های همراه با تکنیک های فرود آمدن روی زمین از جمله: اکستنشن زانو و استرس منجر به شیوع این آسیب در ورزشکاران شده است (۱، ۶). در زمینه ریسک فاکتورهای آسیب ACL به تحقیقات بیشتری نیاز است که برای پی بردن به عوامل ایجادکننده ریسک فاکتورها انجام شود. به گونه ای که نقش مهم مواردی مانند وضعیت آب وهوا، سطح بازی، انتخاب کفش، تعامل کفش و سطح بازی و بریس های زانو اشاره شده است با وجود مطالعات که انجام شده است با این حال برنامه درمانی مناسبی برای آسیب ACL پیشنهاد نشده است ولی با این حال برخی از تحقیقات نشان داده اند که برنامه تمرینی نوروماسکولار چند جزئی در کاهش میزان آسیب ACL نقش به سزایی را ایفا می کند هدف اولیه این برنامه ها آموزش ورزشکاران می باشد که چطوروری بر زمین فرود آیند و شتاب خود را کاهش دهند، در حالیکه حرکت صفحه کروئال کاهش یافته و میزان فلکشن مفصل هیپ و زانو افزایش یافته است (۱). از سوی دیگر این ریسک فاکتورها مانند ریسک فاکتورهای محیطی یا خارجی، پهنای اینترکوندیلار کاهش یافته در رادیوگرافی و افزایش گشتاور ابداکشن زانو در هنگام فرود آمدن به زمین تمایل بیشتری به آسیب ACL دارند (۱، ۱۱). با وجود اینکه تعداد زیادی از سوالات بی جواب وجود دارد ولی در مطالعات زیادی به تمرینات نوروماسکولار و برنامه های پیشگیری برای کاهش میزان آسیب در ورزشکاران اشاره شده است با این حال به مطالعات بیشتری نیاز است که انجام شود (۱۲).

سهم نویسندگان

نرگس جهانتیغ اکبری: جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها و تدوین مقاله

الهام دامنی: تجزیه و تحلیل داده ها و نظارت بر اجرای مراحل تدوین مقاله

صنم برفروشان: همکاری در تدوین مقاله

تشکر و قدردانی

از استادان محترم داور فصل نامه پایش که با ارایه نظراتی صحیح و دقیق، اینجانبان را در بهبود تدوین این مقاله یاری می رساندند، سپاسگزاریم.

منابع

- .¹ Laible C, Sherman OH. Risk factors and prevention strategies of non-contact anterior cruciate ligament injuries. *Bulletin of the Hospital for Joint Diseases*. 2014;72(1):70-5.
- .² Kiefer AW, Kushner AM, Groene J, Williams C, Riley MA, Myer GD. A commentary on real-time biofeedback to augment neuromuscular training for ACL injury prevention in adolescent athletes. *Journal of sports science & medicine*. 2015;14(1):1.
- .³ Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *Journal of athletic training*. 2013;48(6):810-7.
- .⁴ Grindem H, Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A pair-matched comparison of return to pivoting sports at 1 year in ACL-injured patients after a nonoperative versus operative treatment course. *The American journal of sports medicine*. 2012;40(11):2509.
- .⁵ Baltaci G, Yilmaz G, Atay AO. The outcomes of anterior cruciate ligament reconstructed and rehabilitated knees versus healthy knees: a functional comparison. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2011;46(3):186-95.
- .⁶ Voskanian N. ACL Injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2013;6(2):158-63.
- .⁷ Wojtys EM, Brower AM. Anterior cruciate ligament injuries in the prepubescent and adolescent athlete: clinical and research considerations. *Journal of athletic training*. 2010;4-5:9:(5)9 12,
- .⁸ Beynnon BD, Shultz SJ. Anatomic alignment, menstrual cycle phase, and the risk of anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*. 2008;43(5):541.
- .⁹ Roos PE, Button K, Sparkes V, van Deursen RW. Altered biomechanical strategies and medio-lateral control of the knee represent incomplete recovery of individuals with injury during single leg hop. *Journal of biomechanics*. 2014;47(3):675-80.
- .¹⁰ LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE, Brenner JS, Brookes MA, Demorest RA, et al. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics*. 2014;133(5):e1437-e50.
- .¹¹ Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynnon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British journal of sports medicine*. 2008;42(6):394-412.
- .¹² Shultz SJ, Schmitz RJ, Benjaminse A, Chaudhari AM, Collins M, Padua DA. ACL research retreat VI: an update on ACL injury risk and prevention: March 22 ; 2012 , 24-Greensboro, NC. *Journal of athletic training*. 2012;47(5):591-603.