Archive of SID

The Effect of ACL Intervention Programs on the Improvement of Neuromuscular Deficiencies and Reducing the Incidence of ACL Injury (A Review Article)

Hemen Mohammadi *[1], Hassan Daneshmandi [2], Mohammad Hossein Alizadeh [3] , Ali Shamsimajlan [4]

1. Phd Student of Sport Injuries & Corrective Exercises in University of Tehran Faculty of Physical Education and Sport Science Iran. (Corresponding Author) hemn.m.64@gmail.com
2. Associate Professor.in University of guilan Faculty of Physical Education and Sport Science.Iran.
3. Assistant Professor in University of Tehran Faculty of Physical Education and Sport Science. Tehran, Iran
4. Associate Professor.in University of guilan Faculty of Physical Education and Sport Science. Iran.

Article Received on: 2014.6.21 Article Accepted on: 2014.10.31

ABSTRACT

Background and Aim: The most common knee ligament injuries is the Anterior Aruciate Ligament tear. In addition to the high cost of treatment, damage causes loss of sports participation, creation of secondary damage and mental problems in athletes. Accordingly, prevention of ACL injuries has been given top priority in most Studies. The purpose of this study was to investigate the effect of ACL intervention programs on improvement of neuromuscular deficiencies and reducing the incidence of ACL injury.

Materials and Methods: Searching in specific scientific citations PubMed Medline و Science Direct was carried out for relevant articles with the subject coverage of "Intervention Program", "ACL Injuries", "Neuromuscular Deficiencies" during 1996-2013.

Results: Some intervention programs (such as Sportsmetrics, PEP, KIPP, FIFA +11) resulted in a significant reduction in the rate of ACL injuries in both male and female athletes especially in individuals less than 18 ages. The result of landing force was controversial, but most of the studies have reported the reduction in hip and knee moment. Increased knee and hip flexion angles were reported in most studies, Changes and improvements over time in various activities, was different. Most studies were reported the improvement of the lower extremities in coronal plan during jump landing tasks. Improving lower extremity muscle strength following training for the hamstring, quadriceps, hamstrings ratio to the quadriceps and early onset of hamstring activity and decreased onset of quadriceps were reported.

Conclusion: Selection of appropriate ACL intervention program according to age, sport, and personal characteristic for improving neuromuscular index (corrected hamstring and quadriceps muscle activation patterns) improvement of the biomechanics of movement (landing softer with increased knee and hip flexion and decreased knee Valgus) improving landing pattern and reduction in ACL injury rates are effective.

Key Words: Intervention Program, ACL Injuries, Neuromuscular Deficiencies

Cite this article as: Hemen Mohammadi, Hassan Daneshmandi, Mohammad Hossein Alizadeh, Ali Shamsimajlan. The Effect of ACL Intervention Programs on the Improvement of Neuromuscular Deficiencies and Reducing the Incidence of ACL Injury (A Review Article). J Rehab Med. 2015; 4(2): 159-169.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تأثیر تمرینات مداخله ای لیگامان صلیبی قدامی بر بهبود نقص های عصبی عضلانی و کاهش آسیب

هیمن محمدی*[1]، حسن دانشمندی[2]، محمدحسین علیزاده[3]، علی شمس ماجلان[4]

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه تهران. تهران، ایران
۲. دانشیار دانشگاه گیلان گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان. ایران
۳. دانشیار دانشگاه تهران گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران. تهران، ایران
۴. استادیار دانشگاه گیلان، گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان. ایران

چکیده

مقدمه و اهداف

شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو ، پارگی لیگامان صلیبی قدامی می باشد که علاوه بر هزینه درمانی زیاد موجب از دست دادن مشارکت ورزشی ، ایجاد آسیب های ثانویه و نیز مشکلات روحی و روانی در ورزشکارن می شود. بر همین اساس پیشگیری از این آسیب در اولویت کاری اغلب محققان قرار گرفته و هدف از این تحقیق نیز بررسی تأثیر تمرینات مداخله ای لیگامان صلیبی قدامی بر بهبود نقص های عصبی عضلانی و کاهش آسیب می باشد.

مواد و روش ها

جستجوی مقالات مرتبط در سایت های تخصصی "PubMed" "Medline" و "Science Direct" با محدوده پوشش مقالات در زمینه های مداخله های تمرین "،" نقص های عصبی عضلانی" و " آسیب ACL" در دو دهه اخیر (۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳) بود.

یافته ها

ارائه برخی از برنامه های مداخله تمرینی FIFA+11, KIPP, SPortsmetrics, PEP)) موجب کاهش معنی دار میزان آسیب ACL در هر دو گروه زنان و مردان ورزشکار به ویژه در گروه سنی زیر ۱۸ سال می گردد.

در مورد نیروی فرود نتایج متناقض بود، اما اکثر مطالعات کاهش اندازه حرکت ران و زانو را گزارش کرده اند. افزایش زاویه خم شدن زانو و ران در اکثر مطالعات گزارش شد که میزان تغییرات و زمان وقوع بهبودی در طی فعالیت ها متفاوت بود. بیشتر مطالعات بهبود کلی راستای اندام تحتانی در صفحه کرونال و در طی فعالیت فرود پرش را گزارش کردند. بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی پس از یک دوره تمرینی برای عضلات همسترینگ، چهار سر و نسبت همسترینگ به چهار سر و نیز شروع زودتر فعالیت همسترینگ و کاهش فعالیت چهارسر گزارش شد.

نتیجه گیری

انتخاب مناسب تمرینات مداخله ای ACL بر اساس سن، رشته ورزشی و ویژگی های فردی با بهبود شاخص های عصبی عضلانی (اصلاح الکوی فعالیت عضلانی همسترینگ و چهارسر) و بهبود بیومکانیک حرکت (فرود نرم تر با افزایش خم شدن زانو و ران و کاهش ولگوس زانو) در اصلاح الگوی فرود و نهایتا کاهش میزان آسیب ACL موثر می باشند.

کلمات کلیدی

برنامه مداخله ای، آسیب لیگامان صلیبی قدامی، نقص عصبی عضلانی

*** دریافت مقاله ۱۳۹۳/۳/۳۱ پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۸/۹ ***

نویسنده مسؤل: هیمن محمدی ، دانشجوی دکتری دانشگاه تهران. تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: hemn.m.64@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و اهداف

شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو ، پارگی لیگامان صلیبی قدامی[۷۳] (ACL) می باشد [۱-۲]که در ورزشکاران جوان ۱۵ تا ۲۵ ساله شیوع بیشتری دارد و مکانیسم آن حدود ۷۰ درصد بصورت غیر برخوردی و ۳۰ درصد برخوردی اتفاق می افتد [۳]. آسیب‌های غیربرخوردی ACL معمولا حین کاهش شتاب، فرود از پرش یا هنگام چرخش و آماده شدن برای انجام مانورهای برشی رخ می دهند [۴] . میزان پارگی ACL یک مورد در هر ۳۵۰۰ نفر در سال برآورد شده است[۵] بطوریکه در سال ۲۰۰۶ میزان ۱۲۷۴۶۶ عمل جراحی بازسازی ACL در آمریکا انجام گردید که متوسط هزینه هر عمل جراحی پیوند ACL حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دلار بود[۶-۷] . این آسیب علاوه بر هزینه درمان زیاد، سالیانه ۶۲۵ میلیون دلار موجب از دست دادن مشارکت ورزشی و حتی از دست دادن فصل ورزشی و نیز ایجاد آسیب های ثانویه مثل استئوآرتریت (افزایش بیش از ۱۰ برابر)، پارگی منیسک و نیز مشکلات و مسائل روحی و روانی در فرد می گردد [۸-۹] که مجموعه این عوامل محققان ر ا به سمت برنامه های پیشگیری از این آسیب سوق می دهد.

در دو دهه اخیر تحقیقات زیادی (جدول ۱ ، ۵۴ تحقیق) در خصوص تأثیر برنامه های مداخله ای تمرینی بر روی آسیب لیگامانی زانو انجام شده است . اغلب این تحقیقات به بررسی تأثیر این برنامه ها بر کاهش میزان آسیب ACL [۱۰-۲۳]، بهبود فاکتورهای کینماتیکی و کنتیکی زانو [۲۴-۴۵] پرداخته اند. اختلاف نظرهای فراوانی در خصوص شدت، مدت زمان، تعداد تکرار و دیگر مولفه های این برنامه های تمرینی وجود دارد. از جمله اینکه کاهش واقعی میزان آسیب در اثر برنامه های گرم کردن با مدت زمان جلسه تمرینی کم (۱۰ تا ۲۰ دقیقه) و مدت زمان کل تمرین زیاد (مثلاً یک فصل) موثر تر است یا برنامه های تمرینی پیش فصل با مدت زمان جلسه تمرینی زیاد (۶۰ تا ۱۲۰ دقیقه) و مدت زمان کل تمرین کم (۶ تا ۸ هفته) ؟ موضوع دوم این است که آیابرنامه های مداخله ای ACL بر حسب سن و رشته ورزشی قابل تعدیل می باشند؟ به عنوان مثال برخی از محققان پیشنهاد کرده اند که شروع تمرینات باید بر روی ورزشکاران جوان تر مثل ۱۲ ساله ها باشد[۴۶]. مورد سوم این است که آیا ورزشکاران شناسایی شده به عنوان افرادی که بیشتر در معرض خطراند و مستعد آسیب غیر برخورد ACL هستند در مقایسه با ورزشکاران شناسایی شده به عنوان افرادی که کمتر در معرض خطراند باید برنامه های تمرینی متفاوتی را انجام دهند؟

برخی از مطالعات اخیر که بصورت متا آنالیز[۴۷، ۴۸،۱۹] به بررسی اثر تمرینات عصبی عضلانی بر کاهش آسیب ACL پرداخته اند؛ نشان دادند که این برنامه های مداخله ای واقعاً موثر می باشند. یک مشکل در ادغام نتایج به روش متا آنالیز در این مطالعات ترکیب داده های حاصل از انواع مختلف برنامه های تمرینی بسیار متفاوت و عدم پاسخ گویی به سه سوال مطرح شده فوق می باشد. به همین منظور مروری بر مقالات منتشر شده در دو دهه اخیر در خصوص برنامه های مداخله ای آسیب ACL انجام شد که تفاوتهایی در زمینه های مدت ، شدت ، تعداد تکرار و دیگر مولفه های تمرینی داشتند. سعی بر این است که در بررسی این مطالعات تاثیر برنامه ها مداخله ای از جمله گرم کردن، تعدیل بر اساس سن و شناسایی ورزشکاران در معرض خطر را لحاظ نموده و در نهایت جمع بندی کلی از اطلاعات موجود در این برنامه های مداخله ای در خصوص بهبود نقص های عصبی عضلانی و کاهش میزان آسیب غیربرخوردی ACL ارائه دهیم.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق مروری، جستجوی پیشینه تحقیق از طریق مورتورهای جستجوگر الکترونیک در دو دهه اخیر در سایت Science Direct و PubMed Medline انجام شد و عبارات " Intervention Program "، "Neuromuscular Deficiencies" و " ACL Injuries" در عناوین جستجوها مورد استفاده قرار گرفت. جستجوی دستی نیز برای یافتن مقالات فارسی و همچنین مقالاتی که از طریق جستجوی پایگاه های اطلاعاتی امکان پذیر نبود؛ صورت گرفت. در مرحله بعد پس از حذف مقالات مشابه بر اساس معیار ورود به تحقیق ، مقاله هایی که حاوی اطلاعاتی در مورداثر تمرینات مداخله ای ACL بر بهبود نقص های عصبی عضلانی و کاهش میزان آسیب آن بودند؛ انتخاب شدند. در این روند از بین ۱۱۷ مقاله موجود ۵۴ مقاله انتخاب شد که معیار ورود به تحقیق براساس کلید واژه ها به شرح زیر بود.

۱. در میان مقالاتی که حاوی تمرینات مداخله ای(Intervention Program) بودند تنها مقالاتی انتخاب شدند که در مورد آسیب زانو و ACL بودند و مقالاتی که حاوی اثر تمرینات مداخله ای بر آسیب دیگر نواحی بدن بودند و در آنها اشاره ای به آسیب ACL نشده بود کنار گذاشته شدند.

۲. در میان مقالاتی که حاوی اثر تمرین مداخله ای بر نقص های عصبی عضلانی(Neuromuscular Deficiencies) بودند تنها مقالاتی انتخاب شدند که در آنها به بررسی نقص های عصبی عضلانی زانو پرداخته شده بود.

[73] Anterior Cruciate Ligament

www.SID.ir

Archive of SID

یافته ها

کاهش میزان بروز آسیب ACL

سه مطالعه مروری در این زمینه وجود دارد که در تحقیق سدوگی و همکاران (۴۷) که شامل ۹ مطالعه [۱۰،۱۱،۱۳،۱۶،۱۷ ، ۵۲-۵۸] بود مقایسه آسیب های برخوردی و غیربرخوردی ACL لحاظ نشده بود. جمع خطر نسبی تمامی مطالعات ۰/۳۸ بود و مشخص شد ورزشکارانی که در برنامه های تمرینی شرکت کرده اند ۶۲٪ کاهش خطر آسیب ACL را در مقایسه با گروه کنترل داشتند. کاهش خطر در ورزشکاران زن ۵۲٪ و در ورزشکاران مرد ۸۵٪ بود. مایر و همکاران(۱۹) با ادغام نتایج چهارده مطالعه (۱۰-۱،۱۷،۲۲،۲۳،۳۵،۵۳، ۴۷، ۵۹-۵۱) دریافتند که میزان آسیب ACL در افرادی که تمرینات عصبی عضلانی را انجام می دادند؛ نسبت به گروه کنترل با odds ratio ۰/۵۴ کاهش چشمگیری داشت که این امر در افراد ۱۴ تا ۱۸ سال با odds ratio ۰/۲۷ موثرتر از ۱۸ تا ۲۰ سال با odds ratio ۰/۴۷ و افراد بزرگتر از ۲۰ سال با odds ratio ۰/۸۴ بود. یوو و همکاران [۴۸]دریافتند که بروز آسیب ACL در ۳۹۹۹ ورزشکار گروه تمرین کننده ۳۴ مورد و در ۶۴۶۲ ورزشکار گروه کنترل ۱۲۳ مورد می باشد. odds ratio تاثیر کلی برنامه های تمرینی برای ترکیب کل هفت مطاله ۰/۴۰ (با ۹۵٪ اطمینان در دامنه۰/۲۷ تا ۰/۶۰) بود. در آزمودنی های زیر ۱۸ سال، فوتبالیست ها و در برنامه های تمرینی که اختصاصاً به مولفه های پلایومتریک و تمرینات قدرتی می پردازند نتایج بسیار قطعی تر بود.

در مطالعه مروری حاضر ۱۰ مورد از مطالعات میزان آسیب ACL را بر حسب در معرض آسیب قرار گرفتن (جدول ۲) گزارش کرده اند[۱۰-۱۸ ،۲۱] اما ۵ مورد از مطالعات در برنامه مداخله ای خود میزان آسیب ACL را برحسب در معرض آسیب قرار گرفتن گزارش نکرده اند[۴۹ ،۵۰ ،۵۴-۵۶]. چهار مورد از مطالعات کاهش معنی دار آماری میزان آسیب ACL را گزارش کرده اند [۱۱-۱۳ ، ۲۱].

برنامه گرم کردن فیفا ۱۱ در ۱۲۱ بسکتبالیست مرد با میانگین سنی ۱۵ سال در طی یک فصل ۹ ماهه انجام شد[۲۱] و در کل پس از اتمام فصل درگروه تمرین ۸۰ نفری تعداد ۱۴ آسیب و در گروه کنترل ۴۱ نفری تعداد ۱۷ آسیب مشاهده شد، این مطالعه نیز بصورت تصادفی نبود و میزان آسیب ACL بسیار کم بود.

برنامه های تمرینات Sportsmetrics (فصل ۱۴) که در ورزشکاران زن دبیرستانی و در رشته های فوتبال ، بسکتبال و والیبال قبل از شروع فصل انجام گرفته است [۱۱] . نتایج کاهش معنی دار (P≥ ۰/۰۵) میزان آسیب غیر برخوردی ACL را در مقایسه گروه مداخله (۳۶۶ ورزشکار) با گروه کنترل زنان (۴۶۳ ورزشکار) و گروه کنترل مردان (۴۳۴ ورزشکار) نشان داد. البته در این تحقیق تعداد آسیب پارگی غیر برخوردی ACL کم بود و تحقیق بصورت تصادفی (رندومایز) نبود.

برنامه گرم کردن بهبود عملکرد و پیشگیری از آسیب[۷۴] (PEP) بر روی بازیکنان فوتبالیست زن دبیرستانی در طی یک فصل انجام شد [۱۳]. کاهش معنی داری در میزان بروز آسیب غیربرخوردی ACL بین ۱۸۸۵ بازیکن گروه تمرین و ۳۸۱۸ بازیکن گروه کنترل مشاهده شد (به ترتیب ۰/۰۹ و ۰/۴۹ به ازای هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض خطر و با P≤0/0001). این مطالعه نیز بصورت تصادفی نبود.

برنامه گرم کردن پیشگیری از آسیب زانو[۷۵] (KIPP) بر روی بسکتبالیستها و فوتبالیست های زن دبیرستانی قبل از تمرین و در طی یک فصل انجام شد [۱۲] و نتایج بیانگر کاهش معنی دار آماری میزان بروز آسیب غیربرخوردی ACL بین ۴۸۵ بازیکن گروه تمرین و ۳۷۰ بازیکن گروه کنترل بود(به ترتیب ۰/۱۰ و ۰/۴۸ به ازای هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض خطر و با P≤ ۰/۰۴).

شش مطالعه در کاهش موثر میزان بروز آسیب ACL ناموفق بودند[۱۰، ۱۴-۱۸]. بطور معمول در استدلال نتایج این تحقیقات مباحثی در مورد نتایج ضعیف مربوط به تمرین و تعداد اندک میزان آسیب ACL مطرح می شود.

تغییرات کینماتیکی و کنتیکی ران و زانو

تا کنون بیش از ۲۷ مطالعه در خصوص تأثیر برنامه های پیشگیری از آسیب زانو بر روی فاکتورهای کینماتیکی و کینتیکی زنان ورزشکار انجام شده است [۲۴،۲۵ ، ۲۸-۳۰ ، ۳۲-۴۰ ، ۴۲-۴۴ ، ۵۷-۶۷]. یک ویژگی مهم اکثریت این تحقیقات تجزیه وتحلیل یک وظیفه از قبل پیش بینی شده در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی می باشد. تاثیر این نوع برنامه ها بر تغییر شاخص های عصبی عضلانی در واکنشهای واقعی ، پیش بینی نشده و شرایط ورزشی واقعی مشخص نیست.

[74] Prevent Injury and Enhance Performance
[75] Knee Injury Prevention Program

www.SID.ir

Archive of SID

کنتیک : نیروهای فرود

کاهش معنی دار آماری در نیرو های فرود در طی فعالیت های پرش عمودی۷۶ [۳۰] ، گام فرود۷۷ [۳۲] و توقف پرش ۷۸ [۲۹] به دنبال تمرینات عصبی عضلانی صورت گرفته است (جدول ۳). یکی از مطالعات [۳۰] متوسط کاهش ۴۵۶ نیوتی (۴۶/۷۳ کیلوگرمی) در طی پرش عمودی به دنبال تمرینات SPortsmetrics در ۱۱ والیبالیست زن دبیرستانی را گزارش کرد. مطالعه دیگر[۲۹] متوسط کاهش ۲۲ درصدی به دنبال تمرینات در زنان ورزشکار زن ۱۸ تا ۳۰ ساله را در طی فعالیت توقف – پرش گزارش کرد. کاهش ۲۶٪ در اوج نیروی تماس عمودی و میزان توسعه نیروی ۲۷٪ در تحقیقات حین فعالیت گام – فرود به دنبال برنامه تمرینی KLIP در ۱۴ دانشجوی فعال مشاهده گردید[۳۲]. برند ریچ و همکاران[۲۴] افزایش ۹٪ در زمان تماس طی آزمون فرود – پرش را در هندبالیست های ۱۳ –۱۹ ساله به دنبال برنامه تمرینی را گزارش کردن. این یافته ها بدین معنی است که آزمودنی ها فرود نرم تری را داشته اند.

در مقابل در چندین مطالعه دیگر عدم کاهش نیروی فرود گزارش شده است که آزمون های آنها شامل گام به پایین از پهلو۷۹ یا لانژ به جلو۸۰ [۴۰] ، پرش عمودی [۳۳،۶۸] ، فرود پرش و توقف پرش عمودی ۸۱ [۶] ، سه مورد توقف پرش[۲۸] چرخش گام به پلو۸۲ [۶۷] بود. ۵ مورد از این ۶ مطالعه آزمودنی های ورزشکاران دانشگاهی یا تفریحی بالای ۱۸ سال بودند. عواملی مثل سن(نوجوان یا بزرگسال)، تجربه ورزشکار (رقابتی یا تفریحی) ، نوع آموزش و پروتکل تمرینی ممکن است بر توانایی برنامه های مداخله ای ACL در تغییر نیروهای فرودموثر باشد.

کنتیک : اندازه حرکت (مومنت)

کاهش معنی دار آماری اندازه حرکت آسیب رسان بالقوه به دنبال برنامه های تمرینی مداخله ای آسیب ACL توسط چندین محقق گزارش شده است (جدول ۴) (۲۵،۲۹،۳۰،۳۳،۳۵،۶۳،۶۶). یکی از این مطالعات [۳۰] کاهش اندازه حرکت آبداکشن و آداکشن زانو در پرش ارتفاع پس از برنامه تمرین SPortsmetrics را گزارش کرد. سه مورد عدم تغییر اندازه حرکت فلکشن و اکستنشن زانو یا اندازه حرکت فلکشن اکستنشن ران یا اندازه حرکت آبداکشن آداکشن را گزارش کرده اند. در تحقیق دیگر کاهش معنی دار ۲۸٪ اندازه حرکت والگوس داخلی (آبداکشن) و کاهش ۳۸ ٪ اندازه حرکت واروس داخلی زانو(آداکشن) به دنبال برنامه تمرینی مشابه و در طی آزمون فرود پرش گزارش شده است[۶۳]

همچنین کاهش معنی دار میزان اوج اندازه حرکت فلکشن زانو و اوج اندازه حرکت فلکشن ران در طی آزمون پرش عمودی و به دنبال برنامه تمرینی پلایومتریک در تحقیقی دیگر گزارش شده است[۳۳] .با این حال این برنامه تمرینی تاثیری بر روی اوج اندازه حرکت ولگوس زانو یا اوج اندازه حرکت اداکشن ران نداشت.

یک برنامه تمرینی که بر روی بسکتبالیست ها و فوتبالیست های دانشگاهی انجام شد؛ نتایج متناقضی را در خصوص کاهش اندازه حرکت های بالقوه مضر گزارش کرد[۲۵]. یک مطالعه کاهش معنی دار ۱۳٪ اوج اندازه حرکت ولگوس در طی آزمون گام به پهلوی همراه با برش[۸۳] در ۴۸ فوتبالیست ۹ تا ۱۷ ساله که تمرینات PEP را انجام می دادند گزارش نمود[۶۶]. در تحقیقی دیگر کاهش معنی دار اندازه حرکت ولگوس زانو و اندازه حرکت آداکشن ران در فعالیت توقف پرش به دنبال ترکیبی از برنامه های قدرتی و بازخوردی مشاهده گردید[۲۹].

یک مطالعه در پیدا کردن هر نوع بهبودی به دنبال تمرینات قدرتی در اندازه حرکت ولگوس و باز شدن زانو یا اندازه حرکت چرخش داخلی و آداکشن ران در طی سه بار فعالیت توقف پرش با شکست مواجه شد[۲۸]. یک محقق دیگر نیز در یک برنامه تعدیل شده PEP هیچ بهبودی در اندازه حرکت ولگوس زانو در فعالیت پرش ریباند مشاهده نکرد[۳۴]

کینماتیک : زاویه خم شدن زانو

افزایش زاویه خم شدن زانو حین فرود در فعالیت های مختلف ورزشی به دنبال برنامه های تمرینات مداخله ای ACL در چندین مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است (جدول۵). اگر چه در مورد مقدار تغییرات و اینکه آیا بهبودی در لحظه تماس پا یا در نقطه پایانی فرود حاصل می شود نتایج متفاوت هستند، اما حداکثر یا اوج خم شدن زانو بهبود می یابد[۲۵،۲۹،۳۳-۳۵،۵۸،۶۲،۶۴]. افزایش متوسط اندکی در فلکشن زانو در تماس پا ۵/۲ درجه [۲۵] و ۵/۸ درجه[۶۳] در طی آزمون فرود پرش در دو مطالعه گزارش شد و میانگین افزایش ۴/۹ درجه در آزمون دراپ فرود تک پا در

[76] vertical jump
[77] step-land
[78] stop-jump tasks
[79] unilateral step-down
[80] forward lunge
[81] vertical stop-jump
[82] side-step pivot
[83] side-step reactive cut test

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه دیگری مشاهده گردید [۶۴]. بهبود حداکثر خم شدن زانو در طی آزمون فرود پرش[۲۵،۳۵،۶۲]، آزمون پرش ریباند [۳۴] و و دراپ فرود تک پا [۳۳،۶۴] مشاهده شده است. هفت مطالعه دیگر در بهبود فلکشن زانو چه در مرحله ضربه پا و چه در نقطه حداکثر فرود در طی انجام فعالیت های ورزشی مختلف ناموفق بوده اند[۲۴،۲۸،۳۰،۴۲،۶۱،۶۵،۶۸] .

کینماتیک : زاویه خم شدن ران

بطور کل تا کنون ۸ مطالعه(جدول ۵) تغییرات زاویه ران را به دنبال برنامه مداخله ایACL بررسی کرده اند. ۵ مورد از آنها [۲۵،۲۹،۳۳،۶۲،۶۵]. بهبود معنی دار آماری زوایای فلکشن ، آبداکشن ، اداکشن ، چرخش داخلی و خارجی را گزارش نموده اند، در حالی که ۳ مورد دیگر[۳۰،۲۸،۴۲] . در بهبود معنی دار این نتایج دچار شکست شده اند.

افزایش اوج فلکشن یا فلکشن اولیه ران در طی پرش عمودی در یکی از مطالعات به دنبال تمرینات پلایومتریک گزارش شده است[۳۳]. با این حال برای شاخص های زاویه آبداکشن و اداکشن ران اولیه یا اوج هیچ بهبودی مشاهده نشد. محقق دیگری افزایش معنی داری در حداکثر زاویه فلکشن و آبداکشن ران در طی آزمون توقف پرش را گزارش کرد[۲۹]. برنامه تمرینی تعادل و پلایومتریک کاهش معنی داری در زاویه اولیه و حداکثر اداکشن ران در طی آزمون فرود پرش ایجاد کرد[۶۸]. با این حال در آزمون دراپ – فرود داخلی[84] این نوع تغییرات مشاهده نشد. کاهش معنی دار میانگین چرخش داخلی ران و افزایش آبداکشن ران در طی آزمون فرود پرش به دنبال برنامه تمرینی PEP مشاهده گردید[۶۵]. یکی از مطالعات کاهش معنی دار فلکشن ران در فاز ضربه پا و حداکثر چرخش خارجی ران در طی آزمون توقف پرش را گزارش کرد[۲۵]. در حالی که تفاوت معنادار آماری در کینماتیک ران در آزمون فرود پرش مشاهده نگردید.

کینماتیک : راستای اندام تحتانی

چندین محقق به بررسی اثر برنامه تمرینی ACL بر راستای اندام تحتانی در طی فعالیتهای پرشی متفاوت پرداخته اند (جدول ۶). ارزیابی ها شامل اندازه گیری فاصله بین ران ها، زانو ها و مچ هر دو پا توسط آنالیز ویدیوئی در یک صفحه حرکتی بود که شاخص های کلی راستای اندام تحتانی (مقایسه فاصله مطلق بین دو تا زانو و شاخص هنجار شده فاصله بین دو تا زانو) یا اندازه گیری واروس و ولگوس زانو در چند صفحه حرکتی را در بر می گرفت .هفت مورد از مطالعات بهبود معنی دار آماری در فاصله بین دو تا زانو به دنبال برنامه تمرینی را گزارش کرده اند[۳۶-۳۹،۵۷،۲۴،۳۴]. بهبود میانگین کلی این شاخص به دنبال برنامه تمرینی Sportsmetric در ورزشکاران زن دبیرستانی در یکی از مطالعات ۶ سانتی متری[۳۶] در مطالعه دیگر ۴/۸سانتی متر[۳۷] در مطالعه سوم ۱۳/۳ سانتی متر [۳۸] و در مطالعه چهارم ۸/۵ سانتی متر[۳۹] گزارش شده است. گروه دیگری از ورزشکاران زن دانشگاهی بهبود میانگین ۳/۲۵ سانتی متر را به دنبال یک برنامه تمرینی PEP نشان دادند[۳۴]. بطور کلی در حدود ۷۰٪ ورزشکارن زن به دنبال برنامه تمرینی Sportsmetric بهبود راستای اندام تحتانی و حفظ آن به مدت یکسال را نشان دادند[۵۷]. در یکی از مطالعات بهبود معنی دار آماری فاصله بین دو زانو به دنبال برنامه گرم کردن مخصوص پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد[85] (WIPP) در ورزشکاران زن ۹ تا ۱۱ ساله مشاهده نشد[۵۹].

فقط دو مورد از مطالعات [۶۰،۶۱]. بهبود زاویه ولگوس زانو را به دنبال برنامه تمرینی گزارش کردند، در حالی که هفت مورد از مطالعات عدم تاثیر برنامه ها را گزارش نمودند [۲۵،۲۸،۲۹،۳۳،۵۸،۶۴،۶۵].

تغییرات الگوی فعالیت عضلانی و قدرت اندام تحتانی

یک یافته تکراری در مطالعات افزایش معنی دار آماری قدرت ایزومتریک و ایزو کنتیک اندام تحتانی (جدول ۷) می باشد.

بهبود قدرت همسترینگ[۲۸-۳۰،۳۴،۳۶،۴۰،۶۷،۶۸]، چهار سر[۲۸،۲۹،۳۳ ۴۱] ، سرینی میانی و بزرگ [۲۸-۲۹]، دور شدن ران[۳۴] و نسبت همسترینگ به چهار سر[۳۰،۳۴،۳۶،۴۰،۶۹] به دنبال ۶ تا ۹ هفته برنامه تمرینی گزارش شده است. به علاوه چندین مطالعه[۳۳،۴۱،۴۲،۶۴،۶۷،۷۰] .تغییر الکترومایوگرافی (EMG) الگوی فعالیت عضلانی را به دنبال تمرینات مداخله ای ACL گزارش کردند که اشاره به شروع زودتر فعالیت همسترینگ ، همراه با کاهش فعالیت چهار سر، در طی فعالیت های فرود پرش ، پرش عمودی، فعالیت برش به پهلو دارد. این تغییر الگوی فعالیت عضلانی به نظر می رسد در پیشگیری از پارگی ACL مهم و ضروری باشد.

[84] medial drop-land test
[85] Warm-up for Injury Prevention and Performance (WIPP)

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

بطور کل برنامه های مداخله ای ACL که تا کنون منتشر شده اند دارای چندین مشکل روش شناسی می باشند که مانع می شود بتوان در خصوص اینکه کدام برنامه موثر و کدام برنامه ناموثر است جواب قطعی داد. نبود آزمایش های کنترل شده و تصادفی ، توان آماری محدود به دلیل تعداد کم آسیب ACL و در معرض قرار گرفتن، ناتوانی در تعیین میزان بروز آسیب ACL بر حسب میزان در معرض قرار گرفتن ورزشکار، شواهد و اسناد ضعیف در خصوص آسیب برخوردی در مقایسه با آسیب غیر برخوردی ACL و تغییر در پروتکل های مطالعاتی در مسیر تحقیقات در این مطالعات مشاهده می شود.

تا کنون اکثر تحقیقات، برنامه های مداخله ای ACL را بر روی ورزشکاران بالغ یا دانشگاهی و دبیرستانی انجام داده اند. توانایی این برنامه ها بر روی شاخص های عصبی عضلانی و عملکرد در نوجوانان و ورزشکاران غیر بالغ مشخص نیست. گرندستند و همکاران[۵۹] تاثیر برنامه های WIPP بر روی مکانیسم فرود، حین فرود پرش را در یک گروه فوتبالیست زن ۹ تا ۱۱ ساله مورد ارزیابی قرار دادند. پس از ۸ هفته برنامه تمرینی، فاصله بین دو زانو در گروه تمرین بیش از ۲۵٪ افزایش یافت در حالی که گروه کنترل تنها۲٪ تغییر مشاهده شد. در مطالعه دی استفانو و همکاران[۵۸] که پیش تر بحث شد عدم بهبود معنی دار امتیاز LESS در ازمودنی های ۱۰ تا ۱۳ ساله به دنبال برنامه مداخله ای ACL گزارش شد. در پاسخ به این یافته ها دی استفانو وهمکاران[۲۷,۷۱] برنامه خود را توسعه دادند و تاثیر برنامه تمرینات مداخله ای خود را در فوتبالیست های دختر و پسر۹ تا ۱۰ ساله مورد ارزیابی قرار دادند. آزمودنی ها بصورت تصادفی پروتکل های عصبی عضلانی استاندارد یا برنامه های تمرینی مخصوص کودکان که دارای شدت و روند پیشروی متفاوتی بودند را دریافت می کردند. مطالعه ای که شامل برنامه عصبی عضلانی سنتی بود[۲۷] باعث اثر مثبت بر روی یکی از شاخص های تعادل (شاخص قدامی خلفی زمان رسیدن به ثبات P=۰/۰۰۳) و ارتفاع پرش عمودی (۱/۷ سانتی متر ، P=۰/۴۰) گردید در حالی برنامه کودکان در بهبود معنی دار ناموفق بود. در مطالعه دوم(۷۱) برنامه تمرینی کودکان منجر به بهبود معنی دارچرخش خارجی زانو در برخورد اولیه پا با زمین (P=۰/۰۳) و افزایش چرخش داخلی زانو در فاز ایستادن در فعالیت حرکات برشی (P=۰/۰۱) در مقایسه با گروه کنترل گردید. با این حال تفاوتی بین دو برنامه تمرینی یا بین هر کدام از برنامه هاو گروه کنترل در خم شدن زانو ، واروس زانو ، باز شدن ران ، اداکشن ران و چرخش داخلی ران در برخود اولیه و فاز ایستادن مشاهده نگردید. نویسندگان بیان کردند که این برنامه تمرینی در بهبود بیومکانیک اندام تحتانی در حرکات برشی در آزمودنی هایی که کمتر از ۱۲ سال دارد با محدودیت کارایی مواجه خواهد شد. به نظر می رسد برخی از تمرینات وجود دارد که نیازمندی های جسمانی خاص خود را از ورزشکار برای اجرای صحیح طلب می کند و بر همین اساس اصلاح و تعدیل تعداد تکرار و شدت پروتکل های تمرینی برای تحقیقات آتی پیشنهاد می گردد.

علی رغم این مشکلات کنفرانس ها و همایش های اخیر [۷۲-۷۳] بیان کرده اند که بازآموزی عصبی عضلانی می تواند میزان آسیب غیربرخوردی ACL را در زنان ورزشکار کاهش دهد. کمیته بین المللی المپیک در بیانیه خود در سال ۲۰۰۸ منتشر کرد که برنامه های مداخله ای ACL باید شامل تمرینات قدرتی و انفجاری ، تمرینات عصبی عضلانی ، تمرینات پلایومتریک و تمرینات چابکی و برنامه تمرینی گرم کردن باشند و در تمرینات تمرکز بر روی عملکرد ران ، زانو و پا در یک راستا ، پیشگیری از زانوی ضربدری (ولگوس شدید) ، انجام پذیرد همچنین برای به حداقل رساندن آسیب و پیشگیری از آن، پذیرش انجام برنامه های پیشگیری و ادامه دادن آن قبل ، در حین و بعد از مشارکت در فصل رقابتها و انجام آزمون فرود و پرش عمودی جهت شناسایی ورزشکار در معرض خطر ضروری می باشد. در این راستا پذیرش و مقبولیت برنامه توسط مربی و بازیکن جهت موفقیت آن مفید می باشد. البته ارزیابی موفقیت یا شکست یک برنامه پیشگیرانه نیازمند تعداد ورزشکاران و میزان آسیب زیاد می باشد.

نتیجه گیری

در کل از ۱۰ مورد مطالعه ای که میزان آسیب ACL را در ورزشکاران بر حسب در معرض آسیب قرار گرفتن گزارش کرده اند چهار مورد [۱۰,۱۸-۲۱] باعث کاهش معنی دار میزان آسیب شده اند (Sportsmetrics, PEP ,KIPP, FIFA+11) و شش مورد در این خصوص ناکام بوده اند که به نظر می رسد به دلیل مقبولیت ضعیف این برنامه ها، توان آماری محدود به دلیل تعداد بسیار اندک آسیب ACL ، عدم آزمایش تصادفی و تغییر در پروتکل های مطالعاتی در مسیر تحقیقات می باشد. با توجه نتایج تحقیقات می توان بیان کرد برنامه های مداخله ای ACL به ویژه تمرینات عصبی عضلانی در کاهش آسیب ACL در هر دو گروه زنان و مردان ورزشکار واقعاً موثر می باشند و اثر برنامه های تمرینی در گروه سنی زیر ۱۸ سال بسیار بدیهی تر می باشد که این کاهش میزان آسیب به احتمال زیاد به دلیل افزایش آگاهی از وضعیت

www.SID.ir

Archive of SID

آسیب رسان و تغییرات شاخص های عصبی عضلانی از جمله بهبود تعادل، قدرت ، هماهنگی ، تکنیک فرود و حرکات برشی، ثبات مفصلی ، پیش فعالی عضلات می باشد.

در کل ۲۸ مطالعه که به ارزیابی فاکتورهای کینماتیکی و کینتیکی به دنبال برنامه تمرینی مداخله ای ACL پرداخته اند. در مورد نیروی فرود نتایج متناقض بود که ممکن است این نتایج تحت تاثیر سن، سابقه ورزشی، نوع آموزش و پروتکل تمرینی قرار گرفته باشد. در خصوص اندازه حرکت اکثر مطالعات کاهش اندازه حرکت ران و زانو را گزارش کرده اند. در ۸ مطالعه افزایش زاویه خم شدن زانو گزارش شد که میزان تغییرات و زمان وقوع بهبودی در طی فعالیت ها متفاوت بود و در هفت مورد از تحقیقات تغییر این شاخص مشاهد نشد. در ۵ مطالعه بهبود زاویه خم شدن ران و در سه مطالعه عدم تغییر آن گزارش شد. بهبود کلی راستای اندام تحتانی در صفحه کرونال در ۶ مطالعه و در طی فعالیت فرود پرش مشاهده گردید. در هفت مورد از تحقیقات عدم تغییر زاویه ولگوس زانو گزارش شد. این یافته ها بدین معنی است که آزمودنی ها در کل فرود نرم تری را داشته اند و شاید این امر باعث کاهش میزان آسیب در گروه تمرین در مقایسه با تمرین شده است. البته در اکثریت این تحقیقات تجزیه و تحلیل یک وظیفه از قبل پیش بینی شده در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی صورت گرفت و تاثیر آن در واکنشهای واقعی و پیش بینی نشده (شرایط ورزش واقعی) مشخص نیست.

در کل بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی پس از یک دوره تمرینی برای عضلات همسترینگ در ۸ مطالعه ، چهار سر در ۴ مطالعه ، نسبت همسترینگ به چهار سر در ۵ مطالعه گزارش شد. ۶ مورد از مطالعات شروع زودتر فعالیت همسترینگ و کاهش فعالیت چهارسر را گزارش کرده اند. این تغییر الگوی فعالیت و بهبود قدرت عضلانی بنظر می رسد در پیشگیری از پارگی ACL مهم و ضروری باشد.

در کل می توان بیان کرد برخی از تمرینات مداخله ای ACL با بهبود شاخص های عصبی عضلانی ، اصلاح الگوی فرود و بهبود بیومکانیک حرکت در کاهش میزان آسیب ACL موثر می باشند و نتایج این تمرینات در گروه سنی زیر ۱۸ سال بسیار قطعی تر می باشد.

منابع

1. Nagano, Y., H. Ida, M. Akai, and T. Fukubayashi, Gender differences in knee kinematics and muscle activity during single limb droP landing. The Knee, 2007. 14(3): P. 218-223.
2. Hootman, J.M., R. Dick, and J. Agel, EPidemiology of collegiate injuries for 15 sPorts: summary and recommendations for injury Prevention initiatives. Journal of Athletic Training, 2007. 42(2): P. 311-319.
3. Griffin, L.Y., M.J. Albohm, E.A. Arendt, R. Bahr, B.D. Beynnon, M. DeMaio, R.W. Dick, L. Engebretsen, W.E. Garrett, and J.A. Hannafin, Understanding and Preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries. The American Journal of SPorts Medicine, 2006. 34(9): P. 1512.
4. Palmieri-Smith, R.M., E.M. Wojtys, and J.A. Ashton-Miller, Association between PreParatory muscle activation and Peak valgus knee angle. Journal of ElectromyograPhy and Kinesiology, 2008. 18(6): P. 973-979.
5. Baer GS, Harner CD (2007) Clinical outcomes of allograft versus autograft in anterior cruciate ligament reconstruction. Clin SPorts Med 26(4):661–681.
6. CooPer MT, Kaeding C. ComParison of the hosPital cost of autograft versus allograft soft tissue anterior cruciate ligament reconstructions. ArthroscoPy. 2010; 26(11):1478–82.
7. Genuario JW, Faucett SC, Boublik M, Schlegel TF. A cost-effectiveness analysis comParing 3 anterior cruciate ligament graft tyPes: bone-Patellar tendon-bone autograft, hamstring autograft, and allograft. Am J SPorts Med. 2011;40(2):307–14.
8. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer. The American Journal of SPorts Medicine 2005;33: 524-31.
9. Norris CM. SPorts injuries: Diagnosis and management: Butterworth Heinemann 2004: 33- 45.
10. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H et al (2008) A randomized controlled trial to Prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer Players. Am J SPorts Med 36(8):1476–1483.
11. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV et al (1999) The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A ProsPective study. Am J SPorts Med 27(6):699–706.
12. Labella CR, Huxford MR, Grissom J et al (2011) Effect of neuromuscular warm-uP on injuries in female soccer and basketball athletes in urban Public high schools: cluster randomized controlled trial. Arch Pediatr Adolesc Med 165(11):1033–1040.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS et al (2005) Effectiveness of a neuromuscular and ProPriocePtive training Program in Preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-uP. Am J SPorts Med 33(7):1003–1010
14. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH et al (2003) Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball Players: a ProsPective intervention study over three seasons. Clin J SPort Med 13(2):71–78
15. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M et al (2008) Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female fl oorball Players: cluster randomised controlled study. BMJ 337:a295
16. Petersen W, Braun C, Bock W et al (2005) A controlled ProsPective case control study of a Prevention training Program in female team handball Players: the German exPerience. Arch OrthoP Trauma Surg 125(9):614–621
17. Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D et al (2006) Lack of effect of a knee ligament injury Prevention Program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. J Bone Joint Surg Am 88(8): 1769–1774.
18. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE et al (2008) Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomized controlled trial. Scand J Med Sci SPorts 18(5):605–614.
19. Myer GD, Sugimoto D, Thomas S, Hewett TE. The Influence of Age on the Effectiveness of Neuromuscular Training to Reduce Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes. Am J SPorts Med 2013 41: 203.
20. Grooms DR, Thomas Palmer T,Onate JA, Myer GD ,Grindstaff T . ComPrehensive Soccer-SPecific Warm-UP and Lower Extremity Injury in Collegiate Male Soccer Players. Journal of Athletic Training 2013;48(4):01–05.
21. Longo UG, LoPPini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 111 Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players. AJSM PreView, Published on March 13, 2012 as doi:10.1177.
22. Walden M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hagglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football Players: cluster randomised controlled trial. BMJ. 2012;344:e3042.
23. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeborg R, Michaelsson K, Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. Arch Intern Med. 2010;170:43-49.
24. Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J et al (2011) Neuromuscular training imProves knee kinematics, in Particular in valgus aligned adolescent team handball Players of both sexes. J Strength Cond Res 25(3): 575–584
25. ChaPPell JD, LimPisvasti O (2008) Effect of a neuromuscular training Program on the kinetics and kinematics of jumPing tasks. Am J SPorts Med 36(6): 1081–1086
26. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB et al (2004) Effects of Plyometric training on muscle-activation strategies and Performance in female athletes. J Athl Train 39(1):24–31
27. Distefano LJ, Padua DA, Blackburn JT et al (2010) Integrated injury Prevention Program imProves balance and vertical jumP height in children. J Strength Cond Res 24(2):332–342
28. Herman DC, Weinhold PS, Guskiewicz KM et al (2008) The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stoP-jumP task. Am J SPorts Med 36(4):733–740
29. Herman DC, Onate JA, Weinhold PS et al (2009) The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. Am J SPorts Med
1. .۱۳۰۸–۱۳۰۱:(۷)۳۷
30. Hewett TE, StrouPe AL, Nance TA et al (1996) Plyometric training in female athletes. Decreased imPact forces and increased hamstring torques. Am J SPorts Med 24(6):765–7
31. Holm I, Fosdahl MA, Friis A et al (2004) Effect of neuromuscular training on ProPriocePtion, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball Players. Clin J SPort Med 14(2):88–94
32. Irmischer BS, Harris C, Pfeiffer RP et al (2004) Effects of a knee ligament injury Prevention exercise Program on imPact forces in women. J Strength Cond Res 18(4):703–707
33. LePhart SM, Abt JP, Ferris CM et al (2005) Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a Plyometric versus basic resistance Program. Br J SPorts Med 39(12):932–938.
34. Lim BO, Lee YS, Kim JG et al (2009) Effects of sPorts injury Prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball Players. Am J SPorts Med 37(9):1728–1734
35. Myer GD, Ford KR, Palumbo JP et al (2005) Neuromuscular training imProves Performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. J Strength Cond Res 19(1):51–60
36. Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C et al (2005) The droP-jumP screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. Am J SPorts Med 33(2):197–207

www.SID.ir

Archive of SID

37. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST et al (2011) A training Program to imProve neuromuscular indices in female high school volleyball Players. J Strength Cond Res 25(8):2151–2160
38. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST et al (2012) A training Program to imProve neuromuscular and Performance indices in female high school basketball Players. J Strength Cond Res 26(3):709–719
39. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST et al (2012) A training Program to imProve neuromuscular and Performance indices in female high school soccer Players. J Strength Cond Res. EPub ahead of Print, March 4, 2012
40. Wilkerson GB, Colston MA, Short NI et al (2004) Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a Plyometric jumP-training Program. J Athl Train 39(1):17–23
41. Wojtys EM, Huston LJ, Taylor PD et al (1996) Neuromuscular adaPtations in isokinetic, isotonic, and agility training Programs. Am J SPorts Med 24(2):187–192
42. Zebis MK, Bencke J, Andersen LL et al (2008) The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidecutting in female elite soccer and handball Players. Clin J SPort Med 18(4): 329–337.
2. .۴۳Pfile KR, Hart JM, Herman DC, Hertel J, Kerrigan C, Ingersoll D. Different Exercise Training Interventions and DroP-Landing Biomechanics in High School Female Athletes. Journal of Athletic Training 2013; 48(4):450–462.
43. Sheerin K, Hume P, Whatman C. Effects of a lower limb functional exercise Programme aimed at minimising knee valgus angle on running kinematics in youth athletes. Physical TheraPy in SPort. (2012) 1-5.
44. Bell D, Oates C, Clark M, Padua D. Two- and 3-Dimensional Knee Valgus Are Reduced After an Exercise Intervention in Young Adults With Demonstrable Valgus During Squatting. Journal of Athletic Training 2013;48(4):442–449.
45. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L et al (2005) Exercises to Prevent lower limb injuries in youth sPorts: cluster randomised controlled trial. BMJ 330(7489):449
46. Sadoghi P, von Keudell A, Vavken P (2012) Effectiveness of anterior cruciate ligament injury Prevention training Programs. J Bone Joint Surg Am 94(9):769–776
47. Yoo JH, Lim BO, Ha M et al (2010) 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 18(6):824–830.
48. Soderman K, Werner S, Pietila T et al (2000) Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer Players? A ProsPective randomized intervention study. Knee Surg SPorts Traumatol Arthrosc 8(6):356–363.
49. Heidt RS Jr, Sweeterman LM, Carlonas RL et al (2000) Avoidance of soccer injuries with Preseason conditioning. Am J SPorts Med 28(5):659–662.
50. Petersen W, ZantoP T, Steensen M et al (2002) Prevention of lower extremity injuries in handball: initial results of the handball injuries Prevention Programme. SPortverletz SPortschaden 16(3):122–126.
51. Caraffa A, Cerulli G, Projetti M et al (1996) Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A ProsPective controlled study of ProPriocePtive training. Knee Surg SPorts Traumatol Arthrosc 4(1):19–21.
52. Steffen K, Bakka HM, Myklebust G et al (2008) Performance asPects of an injury Prevention Program: a ten-week intervention in adolescent female football Players. Scand J Med Sci SPorts 18(5):596–604.
53. Ettlinger CF, Johnson RJ, Shealy JE (1995) A method to helP reduce the risk of serious knee sPrains incurred in alPine skiing. Am J SPorts Med 23(5):531–537.
54. Soligard T, Myklebust G, Steffen K et al (2008) ComPrehensive warm-uP Programme to Prevent injuries in young female footballers: cluster randomized controlled trial. BMJ 337:a2469.
55. WedderkoPP N, Kaltoft M, Lundgaard B et al (1999) Prevention of injuries in young female Players in EuroPean team handball. A ProsPective intervention study. Scand J Med Sci SPorts 9(1):41–47
56. Barber-Westin SD, Smith ST, CamPbell T et al (2010) The droP-jumP video screening test: retention of imProvement in neuromuscular control in female volleyball Players. J Strength Cond Res 24(11):3055–3062.
57. DiStefano LJ, Padua DA, DiStefano MJ et al (2009) In fl uence of age, sex, technique, and exercise Program on movement Patterns after an anterior cruciate ligament injury Prevention Program in youth soccer Players. Am J SPorts Med 37(3):495–505
58. Grandstrand SL, Pfeiffer RP, Sabick MB et al (2006) The effects of a commercially available warm-uP Program on landing mechanics in female youth soccer Players. J Strength Cond Res 20(2):331–335
59. Herrington L (2010) The effects of 4 weeks of jumP training on landing knee valgus and crossover hoP Performance in female basketball Players. J Strength Cond Res 24(14):3427–3432

www.SID.ir

Archive of SID

60. Kato S, Urabe Y, Kawamura K (2008) Alignment control exercise changes lower extremity movement during stoP movements in female basketball Players. Knee 15(4):299 304
61. Myer GD, Ford KR, McLean SG et al (2006) The effects of Plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. Am J SPorts Med 34(3):445–455
62. Myer GD, Ford KR, Brent JL et al (2007) Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in“high-risk” versus “low-risk” athletes. BMC Musculoskelet Disord 8:39.
63. Nagano Y, Ida H, Akai M et al (2011) Effects of jumP and balance training on knee kinematics and electromyograPhy of female basketball athletes during a single limb droP landing: Pre-Post intervention study. SPorts Med Arthrosc Rehabil Ther Technol 3(1):14
64. Pollard CD, Sigward SM, Ota S et al (2006) The influence of in-season injury Prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer Players. Clin J SPort Med 16(3): 223–227.
65. Sigward S, Pollard CD, Powers CM (2008) Abstract #29. The in fl uence of an ACL injury Prevention Program on knee valgus moments during cutting: an evaluation of Pre-Pubertal, Pubertal and Post-Pubertal female athletes. J Athl Train 43(5):559.
66. Wilderman DR, Ross SE, Padua DA (2009) Thigh muscle activity, knee motion, and imPact force during side-steP Pivoting in agility-trained female basketball Players. J Athl Train 44(1):14–25.
67. Vescovi JD, Canavan PK, Hasson S (2008) Effects of a Plyometric Program on vertical landing force and jumPing Performance in college women. Phys Ther SPort 9(4):185–192
68. Tsang KK, DiPasquale AA (2011) ImProving the q:h strength ratio in women using Plyometric exercises. J Strength Cond Res 25(10):2740–2745.
69. Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L (2006) Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes. Knee Surg SPorts Traumatol Arthrosc 14(1):60–69.
70. DiStefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW et al (2011) Effects of an age-sPecific anterior cruciate ligament injury Prevention Program on lower extremity biomechanics in children. Am J SPorts Med 39(5):949–957 .
71. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA et al (2006) Understanding and Preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. Am J SPorts Med 34(9):1512–1532
72. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E et al (2008) Noncontact ACL injuries in female athletes: an International OlymPic Committee current concePts statement. Br J SPorts Med 42(6):394–412

www.SID.ir