عوامل خطر بیومکانیکی آسیب‌های غیرتماسی رباط صلیبی قدامی: مروری بر متون

علیرضا رجب زاده[1]، علی اشرف جمشیدی[2]

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: آسیب رباط صلیبی قدامی زانو (ACL یا Anterior cruciate ligament) یکی از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی به شمار می‌آید. وضعیت مفاصل مختلف بدن، الگوی کنترل عصبی- عضلانی وعملکرد عضلات در طول فعالیت‌های ورزشی می‌تواند بر میزان نیروهای وارد بر ACL و نیز نرخ آسیب این رباط موثر باشد. هدف از این مطالعه بررسی عوامل بیومکانیکی تأثیرگذار در آسیب‌های غیرتماسی ACL می‌باشد. یکی از مهمترین عوامل خطر آسیب ACL، عوامل بیومکانیکی هستند.وضعیت و گشتاور حول مفصل زانو و قسمت‌های دیگر بدن از جمله مفاصل هیپ و مچ پا به هنگام فعالیت‌های ورزشی می‌تواند بر میزان نیروهای وارد بر ACL موثر باشد. هم راستا با شیوع بیشتر آسیب ACL در زنان، وجود عوامل خطرسازی که می تواند ACL را در معرض آسیب بیشتری قرار دهد، در زنان نسبت به مردان بیشتر به چشم می‌خورد. بنابراین به نظر می‌رسد، استفاده از روش‌هایی همچون تمرین‌های نوروماسکولار که بتواند این عوامل را کنترل کند، می‌تواند به کاهش نیروهای وارد بر ACL و نرخ آسیب آن به ویژه در زنان کمک کند.

کلید واژه‌ها: آسیب رباط صلیبی قدامی، کنترل عصبی- عضلانی، عوامل خطر بیومکانیکی

ارجاع: رجب زاده علیرضا، جمشیدی علی اشرف. **عوامل خطر بیومکانیکی آسیب‌های غیرتماسی رباط صلیبی قدامی: مروری بر متون.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۴؛ ۱۱ (۱): ۷۵-۷۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۴

مقدمه

آسیب رباط صلیبی قدامی زانو (Anterior cruciate ligament, ACL) یکی از شایع‌ترین آسیب‌های اندام تحتانی در ورزشکاران به حساب می‌آید؛ به طوری‌که طبق آمار سالانه بین ۸۰ هزار تا ۲۵۰هزار آسیب ACL به تنهایی در ایالات متحده اتفاق می‌افتد (۲, ۱). این آسیب اغلب در افراد جوان و فعال جامعه رخ می‌دهد و شیوع آن در زنان در مطالعات مختلف ۲ تا ۸ برابر مردان گزارش شده است (۴, ۳). این رباط به هر دو شکل تماسی (Contact) و غیرتماسی (Non-contact) آسیب می‌بینند که در این بین آسیب‌های غیرتماسی حدود ۷۰ درصد آسیب‌ها را شامل می‌شود (۵).

این ضایعه می‌تواند عوارض متعددی را بر جای بگذارد ؛ از جمله عوارض کوتاه‌مدت آن می‌توان به درد، سفتی، تورم مفصلی و از جمله عوارض بلندمدت آن می‌توان به بی ثباتی مفصل، استئوآرتریت، آسیب‌های مینیسک و اختلالات عملکردی اشاره نمود(۷, ۶) و به همین نسبت درمان پیچیده و طولانی مدتی دارد. همچنین ورزشکار آسیب‌دیده را چند ماهی از میادین مسابقه و تمرین دور نگه می‌دارد که این امر خود می‌تواند عوارض روحی متفاوتی بر وی داشته باشد. علاوه بر این درمان این ضایعه خواه به صورت جراحی و خواه به صورت توانبخشی هزینه سنگینی را بر دوش فرد و جامعه تحمیل می‌کند.

با این تفاسیر و با توجه به درمان سخت و طولانی مدت آن، اهمیت پیشگیری در مورد این ضایعه برجسته تر و بارزتر می‌شود. اولین قدم در راستای پیشگیری، شناخت عوامل خطر مربوط به آن است. محققین در توجیه تفاوت نرخ آسیب بین زنان و مردان، عوامل خطر آسیب‌های غیرتماسی ACLرا در چهار دسته اصلی طبقه بندی می‌کنند؛ عوامل آناتومیکی، هورمونی، محیطی و بیومکانیکی (۹, ۸). عوامل بیومکانیکی جزو عوامل قابل تغییر هستند و به همین علت مطالعات زیادی در این زمینه طراحی و اجرا شده است (۱۰). گزارشات محققین از آنالیز نوارهای ویدیوئی آسیب‌های ورزشی حاکی از آن است که ACLعمدتا حین این دو مانور دچار ضایعه می‌شود: حین فرود از یک پرش (Landing from a Jump) و حین حرکات برشی (Cutting) (۱۱). از دیدگاه بیومکانیک وضعیت مفاصل مختلف بدن حین حرکات برشیبا حین فرود و نیز الگوی کنترل نوروماسکولار و فعالیت عضلات در زمان این فعالیت‌ها می‌تواند تأثیر مستقیمی بر میزان گشتاورهای وارد بر مفصل زانو و در نتیجه میزان نیروهای وارد بر ACL داشته باشد. همچنین تفاوت محسوس نرخ آسیب در زنان و مردان، محققین را بر آن داشته تا به مقایسه جنسیتی عوامل بیومکانیکی توجه ویژه‌ای داشته باشند. از این رو ضروری است تا با بررسی و تشخیص عوامل تأثیرگذار گامی در راستای پیشگیری و نیز درمان موثرتر این آسیب به ویژه در زنان برداشته شود. در این مطالعه مروری سعی شده عوامل بیومکانیکی که می‌تواند در طول فعالیت‌های ورزشی ACL را به خطر اندازد، از منظرکینتیک، کینماتیک و کنترل نوروماسکولار گردآوری و به طور اجمالی بررسی شود.

۱- دانشجوی دکترای تخصصی، گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
۲- دانشیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: علیرضا رجب زاده
Email: rajabzadehpt@yahoo.com

عوامل خطر بیومکانیکی در مفصل زانو

کنترل نوروماسکولار زانو در صفحه فرونتالنقش مهمی در حفظ سلامت ACLحین فعالیت‌های ورزشی دارد، چرا که میزان گشتاورهای تولیدی حول مفصل زانو در این صفحه ارتباط نزدیکی با آسیب‌های ACL دارد (۱۲). در این بین زاویه والگوس زانو هنگام فعالیت های ورزشی یکی از قویترین پیش بینی کننده‌های آسیب ACLبه شمار می‌رود. میزان والگوس زانو ارتباط مستقیمی با میزان گشتاور ابداکتوری وارد بر این مفصل دارد (۱۳). محدود کردن والگوس زانو در فالیت‌های ورزشی می‌تواند استرس وارد بر ACL را کاهش دهد؛ مطالعاتی که بر روی جسدانجام شده است، نشان می‌دهد گشتاور ابداکتوری زانو، بارگذاری بر روی ACL را افزایش می‌دهد (۱۴). به علاوه افزایش والگوس، با افزایش جابجایی اندام تحتانی در صفحه فرونتال همراه است که این اتفاق، کاهش کنترل مفصلی در این صفحه را به دنبال دارد (۱۵). Hewett و همکاران (۱۲) در مطالعه‌ای آینده‌نگر دریافتند، میزان والگوس زانو هنگام فرود در افرادی که به آسیب ACLمبتلا شدند در مقایسه با افرادی که دچار این آسیب نشدند، ۸ درجه بزرگتر و میزان گشتاور والگوس زانو در آن‌ها ۲/۵ برابر گروه آسیب ندیده بود. نتایج مطالعاتی که این عامل را بین زنان و مردان مقایسه نموده‌اند نشان می‌دهد زنان در حین فرود و حرکات برشی، والگوس بزرگتری دارند و این عامل را یکی از مهمترین علل شیوع بیشتر آسیب ACL در زنان دانسته‌اند (۱۶ ,۱۷).

مفصل زانو برای مقابله با گشتاورهای واروس- والگوس در زانو از دو استراتژی مختلف سود می‌برد؛ استراتژی اول فعال‌نمودن انتخابی عضلاتی است که بتوانند با بازوی اهرمی مناسب، گشتاور وارده را کنترل نمایند و استراتژی دوم ایجاد هم‌انقباضی در همه عضلات اطراف مفصل زانو برای افزایش فشار مفصلی (Joint compression) و به منظور بهبود ثبات است (۲۰-۱۸). انقباض عضلات طرف داخل زانو شامل سمی‌تندینوسوس، سارتوریوس، گراسیلیس، واستوس داخلی و کاستروکنمیوس داخلی به مقابله با گشتاور ابداکتوری زانو و انقباض عضلات خارج زانو شامل بایسپس‌فموریس، واستوس خارجی و گاستروکنمیوس خارجی نیز به مقابله با گشتاور اداکتوری زانو کمک می‌کند (۲۱, ۱۹). بررسی مقایسه‌ای فعالیت این عضلات در زنان و مردان نشان می‌دهد که در طول حرکات برشی، فعالیت واستوس خارجی در زنان بیشتر از فعالیت واستوس داخلی است؛ در حالیکه در مردان خلاف این قضیه صادق است (۲۲). همچنین Myer و همکارانش (۲۳) نشان دادند، نسبت بکارگیری بخش داخلی کوادریسپس به بخش خارجی آن در زنان کمتر از مردان است که این الگوی فعالیت عضلانی می‌تواند کنترل مفصل زانو در صفحه فرونتال را کاهش دهد. گزارش شده است، حین فرود آمدن فعالیت بیشتر عضلات طرف خارج زانو (همسترینگ خارجی و واستوس خارجی) نسبت به عضلات طرف داخل زانو (واستوس داخلی) در زنان با افزایش زاویه والگوس زانو همراه خواهد بود (۲۴). بنابراین به نظر می‌رسد فعالیت مقدماتی (Preparatory) این عضلات بر میزان استرس وارد بر ACL به هنگام برخورد پا با زمین تأثیرگذار باشد.

علاوه بر مقایسه میزان فعالیت عضلات داخلی و خارجی زانو، محققین عامل دیگری را به مقایسه گذاشته‌اند و آن میزان هم‌انقباضی عضلات اطراف زانو در داخل و خارج زانو است. به طور کلی در زنان و مردان میزان هم انقباضی در عضلات طرف داخل زانو کمتر از میزان هم‌انقباضی در عضلات طرف خارج آن است. در این بین نسبت هم‌انقباضی داخلی- به- خارجی کوادریسپس و همسترینگ در زنان کمتر از مردان است (۱۰) که این موجب می شود استرس وارد بر ACL در زنان بیشتر شود.

عضلات اصلی که در صفحه ساجیتال ثبات دینامیک مفصل زانو را تامین می‌کنند، عضلات کوادریسپس و همسترینگ هستند. نیروی تولیدی کوادریسپس به واسطه بازوی اهرمی‌اش یک نیروی برشی قدامی در پروگزیمال تیبیا ایجاد می‌کند؛ در حالیکه همسترینگ بر خلاف کوادریسپس با نیروی برشی قدامی مقابله نموده و از این نظر با رباط صلیبی قدامی سینرژیست عمل می‌کند (۲۵). فعالیت نامتعادل این دو گروه عضلانی به عنوان عضلات اکستانسور و فلکسور زانو می‌تواند سلامت ACL را به مخاطره اندازد. زنان ورزشکار در مقایسه با مردان همتایشان حین حرکات ورزشی فعالیت کوادریسپس بیشتر و همسترینگ کمتری را تجربه می‌کنند (۲۶, ۱۶). به علاوه نسبت هم‌انقباضی سرهای کوادریسپس در زنان ورزشکار به میزان قابل توجهی بیشتر از مردان همتایشان است (۲۷). همچنین در مورد عضله رکتوس فموریس به عنوان بخشی از کوادریسپس نشان داده شده‌است که این عضله در زنان نسبت به مردان فعالیت بیشتر و طولانی تری دارد (۲۸, ۲۲). این عدم تعادل در قدرت و فعالیت بین همسترینگ و کوادریسپس در درجات پایین فلکشن زانو اهمیت بیشتری دارد و می‌تواند ACL زنان را در معرض خطر بیشتری قرار دهد (۲۶).

نتایج مطالعات نشان می‌دهد، بیشتر آسیب‌های ACL در زوایای نزدیک به اکستنشن کامل اتفاق می‌افتد (۲۹). افزایش زاویه فلکشن زانو به هنگام فعالیت‌های ورزشی نیروهای وارد بر ACL را کاهش می‌دهد. نیروی برشی قدامی (Anterior shear force) اصلی‌ترین عامل تعیین‌کننده در میزان بار وارد بر ACL است (۳۰). زمانی‌که فلکشن در زانو بیشتر می‌شود، زاویه بین تاندون پتلا و تیبیا افزایش یافته و نیروی حاصل از انقباض کوادریسپس در پروگزیمال تیبیا نیروی برشی قدامی کمتری تولید می‌کند (۳۱). بنابراین افزایش این زاویه با کاهش نیروی وارد بر ACLتوام می‌شود. از طرفی افزایش فلکشن زانو با کاهش نیروی عکس العمل خلفی زمین همراه است و چون نیروی عکس العمل خلفی زمین ارتباط مستقیمی با میزان نیروی برشی قدامی در پروگزیمال تیبیا دارد (۳۲)، می توان گفت که افزایش فلکشن زانو، نیروی وارد بر ACL را کاهش خواهد داد. Southard و همکاران (۳۳) با استفاده از مدل بیومکانیکی و مقایسه عوامل بیومکانیکی در دو حالت فرود به صورت عادی و فرود با هیپ و زانوی خم نشان دادند، در حالت فرود با الگوی فلکشن در اندام تحتانی تنشن وارد بر ACLتا ده درصد کاهش می‌یابد. به علاوه در این حالت نیروی برشی خلفی همسترینگ به میزان شش درصد وزن بدن بیشتر و نیروی برشی قدامی کوادریسپس تا سه درصد وزن بدن کمتر می‌شود. مقایسه جنسیتی این عامل نشان می‌دهد، زنان حرکات برشی و فرود از ارتفاع را با فلکشن کمتری در زانوی خود انجام می‌دهند و درنتیجه در خطر بیشتری برای آسیب ACLقرار دارند (۳۵, ۳۴, ۱۶).

عوامل خطر بیومکانیکی در قسمت‌های دیستال

از آنجایی که آسیب‌های غیرتماسی ACL در زنجیره حرکتی بسته (Close kinematic chain) اتفاق می‌افتد، وضعیت سگمان‌های دیستال زانو و نیز عملکرد عضلات اطراف آنها به هنگام فعالیت‌های ورزشی بر استرس وارد بر مفصل زانو تأثیر بسزایی دارد؛ چرا که این سگمان‌ها به همراه زانو یک زنجیره حرکتی بسته را تشکیل می‌دهند. گزارش شده‌است، میزان پروناسیون استاتیک

www.mui.ac.ir

مفصل ساب‌تالار ارتباط مستقیمی با آسیب ACL دارد (۳۶). محدود نمودن دامنه پروناسیون مچ پا به کمک ساپورت خارجی، زاویه والگوس زانو هنگام فرود را کاهش داده و در نتیجه نیروهای وارد بر ACL را کمتر خواهد کرد (۳۷). همچنین پروناسیون مفصل ساب‌تالار در زنان هنگام حرکات برشی و نیز حین فرود بیشتر از مردان است که این باعث می‌شود زاویه والگوس زانو و درنتیجه احتمال آسیب ACL در آن‌ها افزایش یابد (۳۵, ۲۲).

فعالیت عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس می‌تواند بر ثبات مفصل زانو و در نتیجه بر سلامت ACLتأثیرگذار باشد. در درجات خفیف فلکشن زانو، حدود ۵ تا ۱۰ درجه آغازی، سولئوس به عنوان آگونیست و گاستروکنمیوس به عنوان آنتاگونیست با ACLعمل می‌کنند (۳۸, ۶). در حالی‌که با افزایش میزان فلکشن مفصل زانو هر دو عضله با ACLآگونیست عمل می‌کنند (۶) و فعالیت مناسب آنها می‌تواند ACL را در برابر استرس‌های بیش از حد محافظت کند. گزارش شده‌است به دنبال خستگی عضله کوادریسپس، گاستروکنمیوس به صورت جبرانی و به عنوان سینرژیست به ثبات دینامیک زانو کمک می‌کند (۳۹). حین حرکات برشی هم که گشتاورهای والگوس و چرخش خارجی حول زانو را به دنبال دارد ، عضلات داخلی زانو از جمله گاستروکنمیوس داخلی به صورت انتخابی فعال شده و از زانو در برابر این گشتاورها محافظت می‌کند. زنان نسبت به مردان حین حرکات برشی فعالیت بیشتری در گاستروکنمیوس خارجی دارند که این امر می‌تواند آنها را در معرض آسیب بیشتری قرار دهد (۲۲).

عوامل خطر بیومکانیکی در قسمت‌های پروگزیمال

همانند قسمت‌های دیستال، فعالیت عضلات و وضعیت سگمان های پروگزیمال زانو بر عملکرد و ثبات مفصل زانو و میزان نیروهای وارد بر ACL تأثیر می‌گذارد. در پروگزیمال زانو ویژگی های بیومکانیکی هیپ و تنه اهمیت دارند.

اگر در زانو گشتاور چرخش داخلی به گشتاور والگوس اضافه شود، میزان بارگذاری بر روی ACL نسبت به زمانیکه این گشتاورها جداگانه به مفصل اعمال شوند، افزایش می‌یابد. (۶) به علاوه در حرکات برشی اندازه زاویه چرخش داخلی هیپ با میزان گشتاور والگوس در زانو، به عنوان یکی از پیش بینی کننده‌های اصلی آسیب ACL، ارتباط مستقیمی دارد که حساسیت این ارتباط در زنان مشهودتر از مردان است (۱۳).

عامل دیگر وضعیت مفصل هیپ در صفحه فرونتال است. اداکشن هیپ پیش بینی کننده والگوس زانو به شمار می‌رود. هرچه هنگام فرود مفصل هیپ در اداکشن بیشتری قرار گیرد، میزان والگوس زانو افزایش می‌یابد (۴۰). بنابراین می‌توان گفت مکانیزم پایه ای که حین فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش زاویه والگوس زانو در ورزشکاران می‌شود، به طور عمده میزان حرکت مفصل هیپ در صفحه فرونتال می‌باشد. زنان نسبت به مردان به هنگام فرود اداکشن بیشتری را در مفصل هیپ تجربه می‌کنند که این امر آنها را در معرض آسیب بیشتری قرار می‌دهد (۳۴).

اشکال در کنترل مناسب حرکات تنه نیز موجب می‌شود اندام تحتانی در پوزیشن والگوس قرار گیرد و گشتاور ابداکتوری و والگوس زانو بیشتر شود. Zazulak و همکاران در مطالعه آینده‌نگر خود دریافتند، جابجایی تنه در افرادی که به آسیب‌های لیگامانی زانو دچار شدند در مقایسه با افرادی که گرفتار این گونه آسیب‌ها نمی‌شدند، بیشتر بود. به علاوه در این مطالعه نشان دادند که در میان جابجایی‌های تنه، جابجایی طرفی قوی‌ترین پیش‌بینی کننده آسیب‌های لیگامانی زانو است. وضعیت تنه و گشتاور ابداکتوری خارجی زانو از نظر مکانیکی به یکدیگر مرتبط هستند؛ به گونه‌ای که جابجایی طرفی تنه گشتاور ابداکتوری حول زانو ایجاد می‌کند (۴۲). حتی تغییر موقعیت اندام فوقانی نسبت به خط مرکز بدن می‌تواند گشتاور ابداکتوری خارجی زانو را ۲۹ تا ۶۰ درصد افزایش دهد (۴۳). Mendiguchia و همکاران (۴۳) گزارش نمودند در حین حرکات ورزشی مقدار حرکت تنه به ویژه حرکت طرفی تنه در زنان ورزشکار نسبت به مردان همتایشان بیشتر است. این تفاوت‌ها می‌تواند زنان را در ریسک بالاتری از آسیب ACL قرار دهد.

نقص در کنترل نوروماسکولار ناحیه مرکزی بدن (Core) در طول فعالیت‌های ورزشی افزایش جابجایی‌های کنترل نشده تنه را به دنبال دارد. هر گونه عدم تقارن در فعالیت عضلات پروگزیمال زانو می‌تواند وضعیت مفصل زانو را حین فرود و یا حین حرکات برشی تحت تأثیر قرار دهد. کاهش فعالیت عضلات ثبات‌دهنده هیپ و تنه راستاگیری نامناسب اندام تحتانی را به دنبال دارد که درنتیجه ظرفیت تحمل بار مفصل زانو را کاهش می‌دهد. نتایج مطالعات نشان می دهد تمرینات نوروماسکولا تنه می‌تواند گشتاور ابداکتوری زانو و گشتاور اداکتوری هیپ و نتیجتا ریسک آسیب را کمتر کند (۴۵, ۴۶). Hewett و همکاران (۴۷) در مطالعه آینده نگر خود دریافتند تمرینات ثبات دهنده تنه می‌تواند بروز آسیب‌های لیگامانی زانو را تا ۷۲ درصد کاهش دهد.

در مطالعه Zazulak و همکاران (۴۸) مشخص شد در هنگام فرود، فعالیت عضلات گلوتئال در زنان کمتر از مردان است. فعالیت عضلات پروگزیمال به ویژه عضلات گلوتئال به عنوان اکستانسور، ابداکتور و روتاتور خارجی قدرتمند هیپ می‌تواند به کنترل پوزیشن، جذب انرژی و عملکرد اندام تحتانی کمک کند و از اداکشن و روتیشن داخلی بیش از حد هیپ جلوگیری نموده و بدین ترتیب احتمال آسیب ACL را کمتر خواهدکرد. در مطالعه Kulas و همکاران (۴۹) فعالیت عضلات شکمی هنگام فرود بین زنان و مردان به مقایسه گذاشته شد. آن‌ها دریافتند مردان نسبت به زنان فعالیت بیشتری در عضلات عرضی شکمی و مایل داخلی خود دارند. همچنین مشخص شد فعالیت پیش‌بینانه عضلات شکمی در مردان بیش از زنان است. از آنجایی که این دو عضله از ثبات‌دهنده‌های اصلی ستون فقرات ، ناحیه کمری- لگنی و تنه به حساب می‌آیند، فعالیت به موقع و مناسب آنها می‌تواند در کنترل حرکات تنه و درنتیجه نیروهای وارد بر ACL تأثیر داشته باشد.

محدودیت‌ها

اصلی‌ترین محدودیت در نگارش این مقاله عدم دسترسی به برخی مقالات علمی به دلیل زبان غیر انگلیسی آنها بود و بدین ترتیب تعدادی از منابع از مجموعه بررسی ما خارج شدند.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به بررسی این عوامل خطر به صورت آینده‌نگر در گروه‌های مختلف ورزشکاران پرداخته‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود،تأثیر روش‌های مختلف پیشگیری از آسیب بر روی عوامل خطر بیومکانیکی ACL در ورزشکاران زن و مرد بررسی شود.

نتیجه‌گیری

در میان عوامل بیومکانیکی، والگوس زانو در طول فعالیت‌های ورزشی مهمترین پیش‌بینی کننده آسیب ACL است. علاوه بر مفصل زانو، وضعیت و گشتاور حول قسمت‌های دیگر بدن از جمله اداکشن هیپ و پروناسیون پا به هنگام فعالیت‌های ورزشی می‌تواند بر میزان نیروهای وارد بر ACL مؤثر باشد. عضلات می‌توانند با فعالیت پیش‌خوردی(Feed-forward) تنه و اندام تحتانی را از قرارگرفتن در وضعیت‌های نامناسب حفظ کرده و از طرف دیگر فعالیت بازخوردی (Feed-back) آن‌ها با گشتاورهایی که مفاصل را به خطر می‌اندازد، مقابله می‌کند. از آنجایی که کاهش کنترل نوروماسکولار تنه و اندام تحتانی می‌تواند خطر آسیب ACL را افزایش دهد، بنابراین به نظر می‌رسد یکی از اقدامات مهم در جهت پیشگیری، بهبود کنترل نوروماسکولار به ویژه در مفاصل مجاور به زانو است. محققین عوامل بیومکانیکی را یکی از مهمترین علل شیوع بیشتر آسیب ACL در زنان می‌دانند چرا که شیوع این عوامل در زنان بیش از مردان است. پس می‌توان پیش‌بینی نمود که اقدامات پیشگیری‌کننده در جهت تغییر این عوامل در زنان تأثیر بیشتری داشته باشد. روش‌هایی چون آموزش‌های ویدئویی و گفتاری، وسایل کمکی ، استفاده از تمرینات ویژه و ... می‌تواند در راستای تغییر این عوامل کمک‌کننده باشد. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی به تأثیر استفاده از این روش‌ها بر ریسک عوامل بیومکانیکی پرداخته شود.

References

1. Bradley JP, Klimkiewicz JJ, Rytel MJ, Powell JW. Anterior cruciate ligament injuries in the National Football League. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery 2002; 18(5): 502-9.
2. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, De Maio M, et al. Understanding and Preventing Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries A Review of the Hunt Valley II Meeting, January 2005. The American Journal of Sports Medicine 2006; 34(9): 1512-32.
3. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer NCAA data and review of literature. The American Journal of Sports Medicine 1995; 23(6): 694-701.
4. Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior cruciateligament injury patterns among collegiate men and women. Journal of Athletic Training 1999; 34(2): 86.
5. Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 1998; 8(3): 149-53.
6. Hewett TE, Shultz SJ, Griffin LY. Medicine Aosfs. Understanding and Preventing Noncontact Acl Injuries: Human Kinetics Pub Incorporated; 2007. P. 35-40.
7. Brukner P, Khan K. Brukner and Khan's Clinical Sports Medicine: McGraw-Hill, Incorporated; 2011. p. 645, 56-59.
8. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 2000; 8(3): 141-50.
9. Huston LJ, Greenfield MLV, Wojtys EM. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete: potential risk factors. Clinical Orthopaedics and Related Research 2000; 372: 50-63.
10. Palmieri-Smith RM, McLean SG, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Association of quadriceps and hamstrings cocontraction patterns with knee joint loading. Journal of Athletic Training 2009; 44(3): 256.
11. Olsen O-E, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball a systematic video analysis. The American Journal of Sports Medicine 2004; 32(4): 1002-12.
12. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Jr, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. Am J Sports Med. 2005; 33(4): 492-501.
13. McLean SG, Huang X, van den Bogert AJ. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: implications for ACL injury. Clinical Biomechanics 2005; 20(8): 863-70.
14. Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing. Clin Biomech 2006; 21(9): 977-83.
15. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. Medicine and Science in Sports and Exercise 2003; 35(10): 1745-50.
16. Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, Yu B, Garrett WE. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. Clin Biomech 2001; 16(5): 438-45.
17. McLean S, Walker K, Van Den Bogert A. Effect of gender on lower extremity kinematics during rapid direction changes: an integrated analysis of three sports movements. Journal of Science and Medicine in Sport 2005; 8(4): 411-22.
18. Lloyd DG, Buchanan TS, Besier TF. Neuromuscular biomechanical modeling to understand knee ligament loading. Medicine and Science in Sports and Exercise 2005; 37(11): 1939.
19. Zhang L-Q, Wang G. Dynamic and static control of the human knee joint in abduction–adduction. Journal of Biomechanics 2001; 34(9): 1107-15.
20. Buchanan TS, Lloyd DG. Muscle activation at the human knee during isometric flexion-extension and varus-valgus loads. Journal of Orthopaedic Research 1997; 15(1): 11-7.
21. Lloyd DG, Buchanan TS. Strategies of muscular support of varus and valgus isometric loads at the human knee. Journal of Biomechanics 2001; 34(10): 1257-67.
22. Beaulieu ML, Lamontagne M, Xu L. Lower limb muscle activity and kinematics of an unanticipated cutting manoeuvre: a

gender comparison. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2009; 17(8): 968-76.
23. Myer GD, Ford KR, Hewett TE. The effects of gender on quadriceps muscle activation strategies during a maneuver that mimics a high ACL injury risk position. Journal of Electromyography and Kinesiology 2005; 15(2): 181-9.
24. Palmieri-Smith RM, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. Association between preparatory muscle activation and peak valgus knee angle. Journal of Electromyography and Kinesiology 2008; 18(6): 973-9.
25. Renström P, Arms S, Stanwyck T, Johnson R, Pope M. Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. The American Journal of Sports Medicine. 1986; 14(1): 83-7.
26. Urabe Y, Kobayashi R, Sumida S, Tanaka K, Yoshida N, Nishiwaki GA, et al. Electromyographic analysis of the knee during jump landing in maleand female athletes. The Knee 2005; 12(2): 129-34.
27. White KK, Lee SS, Cutuk A, Hargens AR, Pedowitz RA. EMG power spectra of intercollegiate athletes and anterior cruciate ligament injury riskin females. Medicine & Science in Sports and Exercise 2003; 35(3): 371-6.
28. Landry SC, McKean KA, Hubley-Kozey CL, Stanish WD, Deluzio KJ. Neuromuscular and lower limb biomechanical differences exist between male and female elite adolescent soccer players during an unanticipated side-cut maneuver. The AmericanJournal of Sports Medicine 2007; 35(11): 1888-900.
29. Boden BP, Dean GS, Feagin J, Garrett W. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics 2000; 23(6): 573-8.
30. Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. Journal of Orthopaedic Research. 1995; 13(6): 930-5.
31. Nunley RM, Wright D, Renner JB, Yu B, Garrett Jr WE. Gender comparison of patellar tendon tibial shaft angle with weight bearing. Research in Sports Medicine. 2003; 11(3): 173-85.
32. Cerulli G, Benoit DL, Lamontagne M, Caraffa A, Liti A. In vivo anterior cruciate ligament strain behaviour during a rapid deceleration movement: case report. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2003; 11(5): 307-11.
33. Southard J, Kernozek T, Ragan R, Willson J. Comparison of Estimated Anterior Cruciate Ligament Tension During a Typical and Flexed Knee and Hip Drop Landing Using Sagittal Plane Knee Modeling. International Journal of Sports Medicine 2012; 33(5): 381-5.
34. Chappell JD, Creighton RA, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Kinematics and Electromyography of Landing Preparation in Vertical Stop-Jump Risks for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. The American Journal of Sports Medicine 2007; 35(2): 235-4.
35. McLean SG, Lipfert SW, van den Bogert AJ. Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. Medicine and Science iIn Sports and Exercise 2004; 36(6): 1008-16.
36. Loudon J, Jenkins W, Loudon K. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 1996; 24(2): 91.
37. Joseph M, Tiberio D, Baird JL, Trojian TH, Anderson JM, Kraemer WJ, et al. Knee Valgus During Drop Jumps in National Collegiate Athletic Association Division I Female Athletes The Effect of a Medial Post. The American Journal of Sports Medicine 2008; 36(2): 285-9.
38. Elias JJ, Faust AF, Chu Y-H, Chao EY, Cosgarea AJ. The Soleus Muscle Acts as an Agonist for the Anterior Cruciate Ligament An In Vitro Experimental Study. The American Journal of Sports Medicine 2003; 31(2): 241-6.
39. Nyland J, Caborn D, Shapiro R, Johnson D. Fatigue after eccentric quadriceps femoris work produces earlier gastrocnemius and delayed quadriceps femoris activation during crossover cutting among normal athletic women. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 1997; 5(3): 162-7.
40. Imwalle LE, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Relationship between hip and knee kinematics in athletic women during cutting maneuvers: A possible link to noncontact anterior cruciate ligament injury and prevention. Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association 2009; 23(8): 2223.
41. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits inneuromuscular control of the trunk predict knee injury risk a prospective biomechanical-epidemiologic study. The American journal of sports medicine 2007; 35(7): 1123-30.
42. Winter DA. Biomechanics and Motor Control of Human Movement: Wiley; 2009. 43.Ounpuu S, Thomson JD, Davis RB, DeLuca PA. Anexamination of the knee function during gait in children with myelomeningocele. Journal of Pediatric Orthopaedics 2000; 20(5): 629-35.
43. Mendiguchia J, Ford KR, Quatman CE, Alentorn-Geli E. Sex differences in proximal control of the knee joint. Sports Medicine 2011; 41(7): 541-57.
44. Myer GD, Chu DA, Brent JL, Hewett TE. Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. Clinics in sports medicine. 2008; 27(3): 425-48.
45. Myer GD, Ford KR, Palumbo OP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. The Journal of Strength and Conditioning Research. 2005; 19(1): 51-60.
46. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes A Prospective Study. The American Journal of Sports Medicine. 1999; 27(6): 699-706.
47. Zazulak BT, Ponce PL, Straub SJ, Medvecky MJ, Avedisian L, Hewett TE. Gender comparison of hip muscle activity during single-leg landing. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 2005; 35(5): 292.
48. Kulas AS, Schmitz RJ, Shultz SJ, Henning JM, Perrin DH. Sex-specific abdominal activation strategies during landing. Journal of Athletic Training 2006; 41(4): 381.

www.mui.ac.ir

Biomechanical Risk Factors of Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Review of the Literature

Alireza Rajabzadeh[1], Ali-Ashraf Jamshidi[2]

Review Article

Abstract

Anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common sport injuries. During sport activities, the status of the various joints of the body, the neuromuscular control pattern and the muscular function can affect stresses on the ACL and its injury rates. The aim of this paper is to study the biomechanical risk factors of noncontact ACL injuries. One of the most important risk factors for ACL injuries are biomechanical factors. Position of the knee joint and torque around it and other body segments such as hip and ankle joints during sport activities can affect the amount of forces on the ACL. Simultaneous to higher incidence of ACL injuries in women, factors that maybe more deleterious for ACL are more evident in women than in men. So it seem, using methods such as neuromuscular training that modify these factors, could help to reduce stresses on ACL and its injury rates, especially in woman.

Keywords: Anterior cruciate ligament injuries, Neuromuscular control, Biomechanical risk factor

Citation: Rajabzadeh A, Jamshidi AA. **Biomechanical Risk Factors of Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Review of the Literature.** J Res Rehabil Sci 2015; 11(1): 70-5.

Received date: 29/04/2014 Accept date: 23/02/2015

1- PhD Student, Department of Physical Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Corresponding Author: Alireza Rajabzadeh, Email: rajabzadehpt@yahoo.com