ارزیابی فلوروسکوپی جابجایی قدامی تی‌بیا در فازهای اکسنتریک و کانسنتریک تمرینات توانبخشی زانو در مردان با آسیب لیگامان متقاطع قدامی

صادق نوروزی[۱]، فاطمه اسفندیارپور[۱و۲*]، علی شکوری راد[۳]، نسیم کیانی یوسف‌زاده[٤]، زینب هلالات[۱]، رضا صالحی[۵]، مهرنوش امین[۱]، فرزام فرهمند[٦]

۱- مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۲- گروه پزشکی، دانشکده پزشکی و دندانپزشکی، دانشگاه آلبرتا، ادمنتون، کانادا.
۳- مرکز تحقیقاتی پیشرفته رادیولوژی تشخیصی و مداخله‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
٤- گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۵- گروه مدیریت توانبخشی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
٦- گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه علوم تحقیقات و فناوری شریف، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، دانشکده علوم توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.
تلفن: ۳۳۷٤۳۱۰۱ -۰٦۱
E-mail: fateme@ualberta.ca

چکیده

دریافت: ۱۳۹۸/۰٤/۱٤ ویرایش: ۱۳۹۸/۰٤/۲۲ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۳ آنلاین: ۱۳۹۸/۰۸/۳۰

زمینه و هدف: افزایش مفرط جابجایی قدامی تی‌بیا در تمرینات توانبخشی تنش وارد بر زانوهای با پارگی لیگامان متقاطع قدامی را افزایش می‌دهد. تمرینات لانج (Lunge exercise) و اکستانسیون زنجیره باز زانو، تمرینات رایج در توانبخشی این لیگامان هستند، ولی آگاهی کافی در مورد جابجایی قدامی تی‌بیا در دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک آن‌ها وجود ندارد. این مطالعه جابجایی قدامی تی‌بیا در فازهای اکسنتریک و کانسنتریک این دو تمرین بین زانوهای سالم و با آسیب لیگامان مقایسه کرد.

روش بررسی: با روش نمونه‌گیری غیراحتمالی ساده، ١٤ مرد با آسیب یک‌طرفه لیگامان متقاطع قدامی برای ورود به این مطالعه مقطعی انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان از کلینک‌های فیزیوتراپی دانشگاه فراخوانده شدند. از یک فلوروسکوپ تک‌صفحه‌ای برای تصویربرداری از زانوی شرکت‌کنندگان در حین انجام تمرینات لانج و اکستانسیون زنجیره باز با پای سالم و آسیب دیده در ترتیبی تصادفی استفاده شد. تصویربرداری در مرکز رادیولوژی بیمارستان سینا، تهران، از دی تا اسفند ۱۳۹۲ انجام شد.

یافته‌ها: در تمرین لانج، تفاوت معناداری بین جابجایی قدامی در زانوی سالم و آسیب‌دیده و فازهای اکسنتریک و کانسنتریک مشاهده نشد. در اکستانسیون زنجیره باز، جابجایی قدامی در زانوهای آسیب‌دیده در اکستانسیون صفر درجه بیشتر از زانوهای سالم بود (P=۰/۰۰۷). جابجایی قدامی در فاز اکسنتریک این تمرین، در زوایای صفر (P=۰/۰٤۰) و ۱۵° (P=۰/۰۲٤)، بیشتر از فاز کانسنتریک بود.

نتیجه‌گیری: در تمرین لانج، مقدار جابجایی قدامی تی‌بیا در فازهای اکسنتریک و کانسنتریک و زانوهای سالم و آسیب‌دیده تفاوتی نداشت، اما، در زوایای صفر تا ۱۵ درجه‌ی تمرین اکستانسیون زنجیره باز، در فاز اکسنتریک بیش از کانسنتریک و در زانوهای آسیب دیده به بیش از زانوهای سالم بود.

کلمات کلیدی: لیگامان متقاطع قدامی، آسیب‌های ورزشی، تمرین درمانی، انقباض عضلانی.

مقدمه

آسیب لیگامان متقاطع قدامی از شایعترین آسیب‌های لیگامانی زانو است که موجب عوارضی مانند محدودیت عملکردی، درد، تورم مفصلی و آتروفی عضلانی می‌شود.[۱و۲] آتروفی در عضلات گلوتئال و کوادریسپس پس از آسیب یا عمل جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی حدود ۳۰٪ گزارش شده است که ۱۰٪-۵ آن حتی با توانبخشی منظم تا سال‌ها باقی می‌ماند.[۳] پس از آسیب یا عمل بازسازی این لیگامان، پیشگیری از بروز و توسعه ضعف و آتروفی عضلانی با شروع سریع تمرینات تقویتی پیشرونده از اهداف اصلی

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

توانبخشی است.[۳] با وجود اهمیت شروع زودهنگام تمرینات مقاومتی، نگرانی از اثرات برخی از تمرینات بر روی افزایش جابجایی قدامی تی‌بیا و اعمال استرس‌های غیرطبیعی بر لیگامان آسیب‌دیده یا بازسازی شده و دیگر ساختارهای مفصلی به ویژه در فاز اولیه توانبخشی لیگامان متقاطع قدامی باعث ایجاد ابهاماتی در اولویت‌بندی مناسب تمرینات مختلف مقاومتی در فازهای توانبخشی شده است.[۴و۵] از این‌رو، یافتن روش‌های موثرتر در عین حال امن‌تر برای بهبود قدرت عضلات در توانبخشی پس از آسیب لیگامان متقاطع قدامی موضوع پژوهش‌های زیادی بوده است.[۶-۸]

تمرینات معمول توانبخشی دارای دو فاز اکسنتریک (انقباضات طویل‌شونده عضلات) و کانسنتریک (انقباض کوتاه‌شونده عضلات) می‌باشند. نشان داده شده است که تاکید بر انجام تمرینات در فاز اکسنتریک در مقایسه با فاز کانسنتریک هایپرتروفی و افزایش قدرت عضلانی بیشتری را به همراه دارند.[۹و۱۰] نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که تمرینات اکسنتریک نسبت به تمرینات کانسنتریک با تولید نیروی عضلانی بیشتر، صرف هزینه متابولیکی کمتر و افزایش بیشتر در سطح مقطع عرضی عضلات گلوتئال و کوادریسپس همراه هستند.[۹و۱۳-۱۱] با وجود مزایای انکارناپذیر این تمرینات، گزارشات متناقض مطالعات در مورد میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در فاز اکسنتریک برخی تمرینات در مقایسه با فاز اکسنتریک سوالاتی در مورد ایمنی استفاده از تمرینات اکسنتریک در مراحل اولیه توانبخشی برانگیخته است.[۱۴و۱۵]

لازم به یادآوری است که به‌دلیل عدم امکان سنجش مستقیم میزان بار وارد بر لیگامان متقاطع قدامی در تحقیق بر موجود زنده، میزان جابجایی قدامی تی‌بیا شاخصی غیرمستقیم برای ارزیابی میزان بار وارد بر این لیگامان است.[۷] در ارتباط با میزان جابجایی قدامی، نتیجه دو مطالعه پیشین متناقض است. در مطالعه Kvist و همکاران مقدار جابجایی قدامی تی‌بیا در فاز اکسنتریک انقباض عضله کوادریسپس بیشتر از فاز کانسنتریک بود و با افزایش مقاومت خارجی این مقدار افزایش می‌یافت،[۱۴] درحالی‌که Gerber و همکاران در مقایسه میزان جابجایی قدامی تی‌بیا با استفاده از آرتروسکوپی در تست لاکمن (Lachman test) تفاوتی در میزان شلی زانو در شرایط استاتیک در دو گروه تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشاهده نکردند.[۱۵]

باوجود گزارشات محدود در مورد اثرات آنی، کوتاه و بلندمدت این دو روش تمرینی بر میزان شلی زانو، اثر این دو روش بر شلی زانو در شرایط واقعی انجام تمرینات توانبخشی هنوز بررسی نشده است و اطلاع دقیقی در مورد میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در فازهای اکسنتریک و کانسنتریک تمریناتی که به‌صورت معمول در توانبخشی پس از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی استفاده می‌شوند در دست نیست. اندک مطالعات موجود میزان جابجایی قدامی را در شرایط استاتیک و یا در حین تمرینات ایزوکینتیک با استفاده از آرتروسکوپی و گونیامتری اندازه‌گیری کرده‌اند.[۱۴و۱۵] این روش‌های اندازه‌گیری دارای دو محدودیت غیرعملکردی بودن و عدم دقت کافی ابزار برای اندازه‌گیری حرکات با دامنه کم به‌دلیل آرتیفکت ناشی از حرکت بافت‌های نرم هستند.[۱۶]

با توجه به اینکه تمامی بیماران با آسیب ناقص یا کامل لیگامان متقاطع قدامی تحت عمل جراحی بازسازی لیگامان قرار نمی‌گیرند آگاهی دقیق از سینماتیک زانوهای با آسیب این لیگامان به‌ویژه میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در حین انجام تمرینات برای طراحی موثرترین و امن‌ترین برنامه تمرینی ضروری است. شیوع بالای آسیب‌های همراه به‌ویژه آسیب منیسک و غضروف مفصلی که بنابر گزارشات شیوع ۳۰ درصدی دارند،[۱۷و۱۸] اهمیت پیشگیری از وقوع و کنترل حرکات نابجا حین انجام تمرینات توانبخشی به‌ویژه در مراحل اولیه توانبخشی این بیماران با آسیب‌های همراه ترمیم نیافته را دو چندان می‌کند. تکرار وقوع حرکات نابجا در حین فعالیت‌ها در مراحل اولیه آسیب می‌تواند باعث توسعه و تشدید آسیب‌های همراه جزیی و بروز و پیشرفت سریعتر صدمات ثانویه مفصلی گردد. در این زمینه، ارتباط بین فاکتورهای بیومکانیکی مانند شلی قدامی-خلفی و تغییر سطح تماس مفصلی با آسیب منیسک‌ها و استئوآرتریت زانو و بروز و شدت آسیب این ساختارها به‌خوبی پذیرفته شده است.[۱۹و۲۰] از این‌رو هدف مطالعه حاضر ارزیابی دقیق جابجایی قدامی تی‌بیا در فازهای اکسنتریک و کانسنتریک تمرینات لانج (Lunge exercise) و اکستانسیون فعال در زانوی با پارگی کامل لیگامان متقاطع قدامی بود.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی مقایسه‌ای، نمونه‌گیری از کلینیک‌های

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

فیزیوتراپی دانشگاه تهران و تصویربرداری در بیمارستان دانشگاهی سینا تهران از دی تا اسفند ماه ۱۳۹۲ انجام شده است. از بین افراد مراجعه‌کننده، ١٤ مرد (سال ۹/۵±۳۵/۸) با آسیب یک‌طرفه لیگامان متقاطع قدامی که از وقوع آسیب آن‌ها حداقل شش‌ماه گذشته بود به روش غیراحتمالی ساده وارد مطالعه شدند. تعداد نمونه‌ها با استفاده از فرمول مقایسه میانگین، به‌دست آمده از مطالعه مقدماتی بر روی پنج بیمار و براساس β=۰/۲۰، α=۰/۰۵ اندازه‌گیری شد. پارگی لیگامان متقاطع قدامی براساس گزارش MRI و نیز نتایج مثبت به‌دست آمده در آزمون‌های لاکمن توسط جراح ارتوپد تایید شد. همه نمونه‌ها سابقه حداقل یک مورد خالی کردن زانو در شش ماه اخیر و نیز انجام ۱۲–۸ جلسه فیزیوتراپی در دو ماهه اول پس از آسیب را داشتند.[۲۱] در صورت وجود هرگونه آسیب ارتوپدی دیگر در زانو، درد، تورم مفصلی، محدودیت دامنه حرکتی، اختلال راستایی مشهود اندام تحتانی و هرگونه ممنوعیت رادیوگرافی، فرد از مطالعه خارج می‌شد.[۲۲] همه افراد موافقت آگاهانه خود برای شرکت در مطالعه را به‌صورت کتبی تایید کردند. مطالعه حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه مطرح و مورد تایید قرار گرفت (شماره طرح "۰۱– ۹۱– ف ف").

فلوروسکوپی از زانوی شرکت‌کنندگان با استفاده از دستگاه فلوروسکوپی آنژیوگرافی C-ARM (DSP-A2000, Toshiba, Japan) و در مرکز رادیولوژی بیمارستان سینا، تهران، انجام شد. برای انجام آزمایشات در ابتدا نحوه انجام تمرین به بیماران آموزش داده شد و پس از دو مرحله آزمایش، در تلاش سوم ویدیوهای فلوروسکوپی با سرعت ۱۲ فریم در ثانیه ضمن انجام تمرینات با پای سالم و آسیب دیده بیماران ثبت گردید. ترتیب انجام آزمون‌های لانج و اکستانسیون زنجیره باز (تمرین فلکسیون و اکستانسیون زانو در وضعیت نشسته) و همچنین ترتیب تصویربرداری از پاها به‌صورت تصادفی و با برداشتن یکی از برگه‌های عنوان تمرینات از درون جعبه بود. آزمون‌ها برای هر بیمار پشت سر هم انجام شده و بین اجرای هر آزمون حداقل یک دقیقه استراحت داده می‌شد.

برای تمرین لانج درحالی‌که پای مورد آزمایش جلو قرار داشت از فرد خواسته می‌شد حرکت را از حالت اکستانسیون زانو آغاز کرده و تا حدود ۹۰° فلکسیون ادامه دهد و دوباره به حالت اولیه برگردد. برای اکستانسیون زنجیره باز، فرد بر روی صندلی با ارتفاع مناسب نشسته و پای وی از لبه صندلی آویزان بود و پس از قراردادن مفصل ران در وضعیت خنثی (از نظر چرخش داخلی/خارجی) ران به‌وسیله یک استرپ غیرمنعطف بر روی صندلی ثابت می‌شد. برای اجرای تمرین، از فرد خواسته می‌شد که زانو را از اکستانسیون کامل به فلکسیون ۹۰° ببرد (فاز اکسنتریک) و دوباره به حالت اول برگرداند (فاز کانسنتریک).

برای آنالیز تصاویر، ابتدا، با استفاده از MATLAB® software, version 7.10.0 (Mathworks Inc., Natick, MA, USA) ویدیوهای فلوروسکوپی به فریم‌های سازنده تجزیه می‌شد. سپس برای اندازه‌گیری میزان جابجایی قدامی تی‌بیا، فریم‌های مربوط به زوایای صفر و ۱۵ و ۳۰° انتخاب شدند. زاویه آناتومیک مفصل براساس زاویه بین خط مماس بر کورتکس خلفی استخوان‌های فمور و تی‌بیا در محیط نرم‌افزار AutoCAD, version 2010 (Autodesk, Inc., San Rafael, CA, USA) تعیین می‌شد.[۲۳] برای به‌دست آوردن اندازه جابجایی قدامی تی‌بیا در هر کدام از زوایای مورد نظر، ابتدا نقاط زیر بر روی استخوان فمور و تی‌بیا مشخص شدند.

نقطه P1 به‌عنوان حاشیه قدامی پلاتوی تی‌بیا، نقطه P2 به‌عنوان حاشیه خلفی پلاتوی تی‌بیا، نقطه PC به‌عنوان مرکز دایره مماس بر شیار بین کندیلی استخوان فمور. سپس با استفاده از کد نرم‌افزاری تهیه شده در این بررسی، نقطه میانی خط P1P2 به‌عنوان نقطه رفرانس تی‌بیا (TRP) و محل تلاقی خطی که از نقطه PC بر خط P1P2 عمود می‌شد، به‌عنوان نقطه رفرنس فمور (FRP) و فاصله بین این نقاط، به‌عنوان اندازه جابجایی قدامی تی‌بیا تعیین شد پایایی بین آزمونگر و روایی قابل قبول برای این روش اندازه‌گیری با استفاده از ابزار مکانیکی آرترومتری و بر روی نمونه استخوانی واقعی تی‌بیا و فمور گزارش شده است.[۲۳] آنالیز و تعیین نقاط مورد نظر بر روی تصاویر، توسط متخصص رادیولوژی انجام شد.

آزمون‌های آماری با استفاده از SPSS software, version 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) انجام گرفت. از آزمون آماری آنالیز واریانس با مقادیر تکراری دو طرفه برای بررسی اثر اصلی و تعاملی فاکتورهای: ۱– وضعیت سلامت (زانوی سالم و زانوی آسیب دیده) و ۲– فازهای تمرین (اکسنتریک و کانسنتریک) در هر کدام از تمرینات مورد نظر به تفکیک زاویه استفاده شد. جهت مقایسه میزان جابجایی قدامی در زوایای صفر، ۱۵ و ۳۰° به تفکیک نوع تمرین و فاز تمرین (کانسنتریک و اکسنتریک) از آزمون آنالیز واریانس با مقادیر تکراری

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

و در صورت معنادار بودن اثر اصلی زاویه در هر تمرین یا فاز تمرینی، از آزمون تعقیبی Paired sample t-test برای مقایسه دو به دو زوایا استفاده شد. سطح معناداری آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

شرکت‌کنندگان دارای میانگین سنی (±۹/۵) ۳۵/۸، قد (±۸) ۱۷٤ سانتی‌متر، وزن (±۱۰) ۸۱ کیلوگرم و براساس شاخص سطح فعالیت تگنر، دارای سطح فعالیت (±۱) ٤ بودند. نتایج آزمون آماری Kolmogorov-Smirnov test در تمامی متغیرهای مورد بررسی بالای ۰/۰۵ بود که حاکی توزیع نرمال داده‌ها و امکان انجام آزمون‌های تحلیلی پارامتری بود. نتایج مطالعه نشان داد که میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در هر دو آزمون و در هر دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک با تغییر زاویه فلکسیون مفصل از دامنه صفر درجه به سمت °۳۰ افزایش می‌یافت. مقادیر توصیفی مربوط به میانگین و انحراف‌معیار هر سه زاویه در تمرین اکستانسیون فعال زنجیره باز در جدول ۱ آمده است. اثر تعاملی نوع انقباض (کانسنتریک و اکسنتریک) و سلامت (زانوی سالم و زانوی با پارگی کامل لیگامان) بر اندازه جابجایی قدامی تی‌بیا در هیچکدام از زوایای مورد بررسی معنادار نشد (P>۰/۰۵). اثر اصلی سلامت (زانوی سالم و با آسیب دیده) بر روی مقدار جابجایی قدامی تی‌بیا در تمرین لانج در هیچیک از زوایا معنادار نشد (در صفر درجه (P=۰/۳۱۲، F=۱/۰۷۳) و در °۱۵ (P=۰/٦۰۱، F=۰/۲۷۳) و °۳۰ (P=۰/۸۳٦، F=۰/۰۳۲). اما در تمرین اکستانسیون فعال اثر اصلی سلامت (مقایسه پای سالم و آسیب دیده) در زاویه صفر درجه معنادار شد (P=۰/۰۰۷، F=۹/۰۱٤). در هر دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک در تمرین اکستانسیون فعال، میزان جابجایی قدامی تی‌بیا زانوی آسیب دیده بیشتر از زانوی سالم بود. در تمرین لانج، اثر اصلی نوع انقباض بر روی میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در هیچیک از زوایای مورد بررسی معنادار نبود (P<۰/۰۵). اما در تمرین اکستانسیون فعال، اثر اصلی نوع انقباض در زاویای صفر درجه (P=۰/۰٤۰، F=٤/۳۱۸) و ۱۵ درجه (P=۰/۰۲٤، F=۵/۸۳۵) معنادار بود. در این تمرین، در زاویه صفر درجه، میزان جابجایی قدامی تی‌بیا زانوی آسیب‌دیده در فاز اکسنتریک (۱٦/۲±٤/۲) میلی‌متر) بیشتر از این میزان در فاز کانسنتریک (۱۵/٦±٤/٦) میلی‌متر) بود. همچنین در زاویه °۱۵ نیز میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در فاز اکسنتریک (۲۰/۷±٤/۱) میلی‌متر) بیشتر از این میزان در فاز کانسنتریک (۱۹/٤±۵/۳) میلی‌متر) بود.

در مقایسه زوایای صفر، ۱۵ و °۳۰ در پای آسیب دیده در هر کدام از آزمون‌ها به تفکیک نوع انقباض، اثر اصلی زاویه بر میزان جابجایی قدامی در تمرین لانج در فاز اکسنتریک (F=۲۳/٤۰۲، P<۰/۰۰۱) و کانسنتریک (F=۲۳/۷٤۹، P<۰/۰۰۱) معنادار بود. در

جدول ۱: جابجایی قدامی تی‌بیا در فازهای اکسنتریک و کاستریک به تفکیک زاویه و سلامت زانو

زاویه مفصل زانو	نوع انقباض	سلامت	میانگین جابجایی قدامی تی‌بیا (mm)	انحراف‌معیار
صفر	اکسنتریک	سالم	۱۱/۳۳	۳/۷۸
		آسیب دیده	۱٦/۲۷	٤/۲٦
	کانسنتریک	سالم	۱۰/٦	۳/۹۰
		آسیب دیده	۱۵/٦	٤/٦۰
۱۵	اکسنتریک	سالم	۱۷/۷۸	۵/۲٤
		آسیب دیده	۲۰/۷۸	٤/۱۱
	کانسنتریک	سالم	۱۵/٦۱	٦/۱۵
		آسیب دیده	۱۹/٤۰	۵/۱۱
۳۰	اکسنتریک	سالم	۲۰/۳۸	٤/۵٦
		آسیب دیده	۲۳/۵٤	٤/٤۵
	کانسنتریک	سالم	۲۱/٦۱	۷/۸٤
		آسیب دیده	۲۱/۰۸	٤/۱۷

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

آزمون تعقیبی جهت بررسی منبع معناداری میزان جابجایی در هر دو فاز کانسنتریک و اکسنتریک در زاویه ۳۰° به‌طور معنادار بیشتر از زاویه صفر درجه بود (در فاز کانسنتریک P=۰/۰۰۳ و در فاز اکسنتریک P=۰/۰۳۲). بین صفر درجه، ۱۵° و همچنین بین ۱۵° و ۳۰° تفاوت معنادار یافت نشد.

در تمرین اکستانسیون فعال نیز اثر اصلی زاویه بر میزان جابجایی قدامی هم در فاز اکسنتریک (F=۳۳/۵۱۳، P<۰/۰۰۱) و هم در فاز کانسنتریک (F=۲٤/۷٤۱، P<۰/۰۰۱) معنادار بود. در آزمون تعقیبی جهت بررسی منبع معناداری میزان جابجایی در هر دو فاز کانسنتریک و اکسنتریک در زاویه ۳۰° به‌طور معنادار بیشتر از زاویه صفر درجه بود (در فاز کانسنتریک P<۰/۰۰۱ و در فاز اکسنتریک P<۰/۰۰۱). بین صفر درجه و ۱۵° و همچنین بین ۱۵° و ۳۰° تفاوت معنادار یافت نشد.

بحث

در مطالعه حاضر، میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در دو فاز انقباضی اکسنتریک و کانسنتریک در دو تمرین لانج و اکستانسیون فعال در وضعیت نشسته در زانوی با آسیب لیگامان و زانوی سالم مردان با آسیب یک طرفه لیگامان لیگامان متقاطع قدامی مقایسه شد.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در هر دو فاز اکسنتریک و کاسنتریک تمرین اکستانسیون فعال در زانوی آسیب‌دیده بیشتر از زانوی سالم است. همچنین میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در فاز اکسنتریک تمرین اکستانسیون فعال در زوایای ابتدایی فلکسیون در فاز اکسنتریک بیشتر از فاز کانسنتریک است.

بالاتر بودن جابجایی قدامی تی‌بیا هنگام اکستانسیون فعال در زانوهای آسیب‌دیده نسبت به زانوهای سالم، مطابق با نقش بیومکانیکی لیگامان در کنترل جابجایی قدامی و موافق با نتایج مشابه پیشین است.[۲٦-۲٤] براساس مطالعات، لیگامان متقاطع قدامی که بازدارنده اصلی جابجایی قدامی تی‌بیا می‌باشد، در زوایای نزدیک به اکستانسیون (۳۰° انتهایی) در وضعیت کشیده شده قرار گرفته و بیشترین مقاومت را در برابر جابجایی قدامی تی‌بیا دارد.[۲٤] از این‌رو در صورتی که دچار آسیب شود، با حذف نقش بازدارندگی آن، میزان جابجایی قدامی تی‌بیا به‌ویژه در زوایای یادشده افزایش می‌یابد. این یافته تاییدکننده نتایج مطالعات پیشین مبنی بر احتیاط در استفاده از تمرینات اکستانسیون فعال به‌ویژه در فازهای اولیه آسیب یا بازسازی لیگامان متقاطع قدامی است.[۵و۲۷و۲۸] برای نمونه، Norouzi و همکاران با استفاده از فلوروسکوپی نشان دادند که میزان جابجایی قدامی تی‌بیا حین تمرین اکستانسیون فعال در زوایای صفر، ۱۵ و ۳۰° در زانوی با آسیب لیگامان متقاطع قدامی بیشتر از زانوی سالم بود.[۵]

بیشتر بودن میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در زوایای ابتدایی فلکسیون در فاز اکسنتریک اکستانسیون فعال زانو نسبت به فاز کانسنتریک با نتایج مطالعات پیشین سازگار بود. این مطالعات توصیه کرده‌اند در استفاده از تمرینات مقاومتی اکسنتریک زنجیره باز در توانبخشی پس از آسیب لیگامان متقاطع قدامی به‌دلیل بیشتر بودن اندازه جابجایی قدامی تی‌بیا نسبت به تمرینات کانسنتریک باید احتیاط نمود.[۱٤] از جمله این مطالعات، نتایج به‌دست آمده از مطالعه Kvist و همکاران نشان داد در تمرین اکستانسیون ایزوکینتیک زانو (تمرین زنجیره حرکتی باز) اندازه جابجایی قدامی تی‌بیا در فاز اکسنتریک بیشتر از فاز کانسنتریک است.[۱٤] از جمله دلایل آن شاید بتوان به تفاوت فعالیت عضلات آگونیست و آنتاگونیست در دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک اشاره کرد. در اغلب فعالیت‌های حرکتی به‌ویژه تمرینات مقاومتی افزون‌بر فعالیت عضله آگونیست به‌عنوان عضله اصلی، عضلات آنتاگونیست نیز برای کنترل بهتر حرکت و جلوگیری از حرکات ناخواسته به‌صورت همزمان اما با سطح فعالیت الکتروفیزیولوژیک کمتر وارد عمل می‌شوند.[۲۹] هرچه میزان فعالیت عضله آگونیست بیشتر باشد، عضله آنتاگونیست نیز با سطح فعالیت بیشتری وارد عمل شده و میزان هم‌انقباضی بالاتر می‌رود.[۳۰] با توجه به اینکه در انقباضات اکسنتریک (با اعمال مقاومت یکسان) سطح فعالیت الکتروفیزیولوژیک عضله پایین‌تر از انقباضات کانسنتریک می‌باشد، از این‌رو عضله آنتاگونیست نیز با سطح فعالیت کمتری وارد عمل می‌شود.[۳۱] به‌همین دلیل شاید یکی از دلایل بالاتر بودن میزان جابجایی قدامی حین تمرین زنجیره باز در فاز اکسنتریک را کاهش هم‌انقباضی عضلات کوادریسپس و همسترینگ در این تمرینات دانست.

در مقایسه زوایای مورد بررسی در هر دو تمرین زنجیره حرکتی باز و بسته و در هر دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک، میزان جابجایی در دامنه صفر تا ۳۰° با افزایش زاویه افزایش می‌یافت به‌طوری‌که

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

بیشترین میزان جابجایی در زاویه ۳۰° به‌دست آمد. این نتیجه مطابق با ویژگی‌های بیومکانیک مفصل زانو می‌باشد. در مفصل زانو دامنه صفر درجه به‌عنوان پایدارترین دامنه به‌دلیل کشیده شدن و سفتی بیشینه‌ی بافت‌های غیرفعال مفصلی مانند کپسول و لیگامان‌های جانبی شناخته می‌شود، از این‌رو کمترین میزان جابجایی‌های مفصلی در این زوایه وجود دارد. هرچه از زاویه صفر درجه به سمت زوایای ۳۰° و بالاتر برویم، میزان پایداری غیرفعال مفصل زانو به‌ویژه در جهت جابجایی قدامی کاهش می‌یابد. بنابراین با انقباض عضله کوادریسپس در زوایای بالای صفر درجه میزان جابجایی قدامی بیشتری به‌وجود می‌آید.[۳۲] مطالعه حاضر با بهره‌گیری از ابزار تصویربرداری پزشکی به روش فلوروسکوپی توانست وجود اختلافات اندک در میزان جابجایی قدامی را شناسایی کند و این مورد یکی از موارد برتری این مطالعه نسبت به مطالعات مشابه می‌باشد.[۱۴و۱۵] در مطالعه کویست از الکتروگونیامتری استفاده شده است که به‌دلیل آرتیفکت ناشی از حرکت پوست بر روی نشانه‌های استخوانی مربوطه دارای درصدی خطا در اندازه گیری میزان جابجایی است، درحالی‌که روش ویدیو فلوروسکوپی از جمله روش‌های عکسبرداری پزشکی است که به دلیل امکان مشاهده مستقیم نشانه‌های استخوانی، دارای دقت بالایی در بررسی‌های سینماتیک می‌باشد.[۳۳و۳۴] از دیگر مزایای مطالعه حاضر نسبت به سایر مطالعات مشابه بررسی تمرینات در شرایط دینامیک و بدون قیدهای آزمایشگاهی و همچنین انتخاب فعالیت‌هایی بود که به صورت معمول در توانبخشی پس از آسیب لیگامان متقاطع قدامی استفاده می‌شوند. باوجود مزایای انکارناپذیر این روش مطالعه، یکی از جمله معایب آن، دو بعدی بودن روش تصویربرداری فلوروسکوپی است که امکان بررسی هر ۶° آزادی حرکتی مفصل زانو به‌ویژه بررسی حرکات چرخشی مفصل زانو با استفاده از آن فراهم نیست. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از سیستم فلوروسکوپی دو صفحه‌ای به‌همراه سه بعدی سازی جهت بررسی هر ۶° آزادی حرکت زانو حین تمرینات مختلف زنجیره باز و بسته و در فازهای اکسنتریک و کانسنتریک انجام شود.

براساس یافته‌های این مطالعه در تمرین اکستانسیون زنجیره حرکتی باز، میزان جابجایی قدامی در زوایای صفر و ۱۵° در فاز اکسنتریک بیشتر از فاز کانسنتریک بود به‌همین دلیل استفاده از تمرینات زنجیره حرکتی باز در فازهای اولیه توانبخشی پس از عمل بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، به‌ویژه در فاز اکسنتریک می‌تواند باعث اعمال استرس بیشتر بر لیگامان بازسازی شود. در تمرین زنجیره بسته لانج، به‌دلیل بالا بودن ثبات مفصل زانو میزان جابجایی قدامی تی‌بیا در زانوهای آسیب دیده و سالم و در هر دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک مشابه بود. بنابراین، لانج قدامی تمرینی امن برای توانبخشی زانوهای با آسیب لیگامان صلیبی قدامی در هر دو فاز اکسنتریک و کانسنتریک است و می‌توان از مزایای فاز اکسنتریک این تمرین در افزایش قدرت عضلات کوادریسپس در افراد با آسیب لیگامان بهره برد.

سپاسگزاری: این مقاله از پایان‌نامه تحت عنوان "بررسی جابجایی قدامی تی‌بیا در افراد با آسیب یک‌طرفه لیگامان متقاطع قدامی حین فعالیت‌های زنجیره حرکتی باز و بسته" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۱ و کد ۰۱- ۹۱- ف‌ف می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی اهواز استخراج شده است و کلیه هزینه‌های آن از بودجه اعطا شده از طرف معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اهواز تامین گردیده است.

References

1. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *Am J Sports Med* 2016;44(6):1502-7.
2. Thomas AC, Villwock M, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *J Athl Train* 2013;48(5):610-20.
3. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, Palmieri-Smith RM. Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sci Med Sport* 2016;19(1):7-11.
4. Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. The effects of open versus closed kinetic chain exercises on patients with ACL deficient or reconstructed knees: a systematic review. *N Am J Sports Phys Ther* 2010;5(2):74-84.
5. Norouzi S, Esfandiarpour F, Shakourirad A, Salehi R, Akbar M, Farahmand F. Rehabilitation after ACL injury: a fluoroscopic study on the effects of type of exercise on the knee sagittal plane arthrokinematics. *Biomed Res Int* 2013;2013:248525.
6. Escamilla RF, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non-weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(3):208-20.
7. Keays SL, Sayers M, Mellifont DB, Richardson C. Tibial displacement and rotation during seated knee extension and wall squatting: a comparative study of tibiofemoral kinematics between chronic unilateral anterior cruciate ligament deficient and healthy knees. *Knee* 2013;20(5):346-53.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

8. Wang H, Fleischli JE, Zheng NN. Transtibial versus anteromedial portal technique in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: outcomes of knee joint kinematics during walking. *Am J Sports Med* 2013;41(8):1847-56.
9. Schoenfeld BJ, Ogborn DI, Vigotsky AD, Franchi MV, Krieger JW. Hypertrophic effects of concentric vs. eccentric muscle actions: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res* 2017;31(9):2599-2608.
10. Franchi MV, Reeves ND, Narici MV. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. *Front Physiol* 2017;8:447.
11. Peñailillo L, Blazevich AJ, Nosaka K. Factors contributing to lower metabolic demand of eccentric compared with concentric cycling. *J Appl Physiol (1985)* 2017;123(4):884-893.
12. Menard MR, Penn AM, Lee JW, Dusik LA, Hall LD. Relative metabolic efficiency of concentric and eccentric exercise determined by 31P magnetic resonance spectroscopy. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72(12):976-83.
13. Beltman JG, van der Vliet MR, Sargeant AJ, de Haan A. Metabolic cost of lengthening, isometric and shortening contractions in maximally stimulated rat skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 2004;182(2):179-87.
14. Kvist J, Karlberg C, Gerdle B, Gillquist J. Anterior tibial translation during different isokinetic quadriceps torque in anterior cruciate ligament deficient and nonimpaired individuals. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(1):4-15.
15. Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, Greis PE, Burks RT, Lastayo PC. Safety, feasibility, and efficacy of negative work exercise via eccentric muscle activity following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(1):10-8.
16. McVeigh KH, Murray PM, Heckman MG, Rawal B, Peterson JJ. Accuracy and validity of goniometer and visual assessments of angular joint positions of the hand and wrist. *J Hand Surg Am* 2016;41(4):e21-35.
17. Kilcoyne KG, Dickens JF, Haniuk E, Cameron KL, Owens BD. Epidemiology of meniscal injury associated with ACL tears in young athletes. *Orthopedics* 2012;35(3):208-12.
18. Feucht MJ, Bigdon S, Bode G, Salzmann GM, Dovi-Akue D, Südkamp NP, Niemeyer P. Associated tears of the lateral meniscus in anterior cruciate ligament injuries: risk factors for different tear patterns. *J Orthop Surg Res* 2015;10:34.
19. Paschos NK. Anterior cruciate ligament reconstruction and knee osteoarthritis. *World J Orthop* 2017;8(3):212-7.
20. Simon D, Mascarenhas R, Saltzman BM, Rollins M, Bach BR Jr, MacDonald P. The relationship between anterior cruciate ligament injury and osteoarthritis of the knee. *Adv Orthop* 2015;2015:928301.
21. Chaudhari AM, Zelman EA, Flanigan DC, Kaeding CC, Nagaraja HN. Anterior cruciate ligament-injured subjects have smaller anterior cruciate ligaments than matched controls: a magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med* 2009;37(7):1282-7.
22. Mahajan PS, Chandra P, Negi VC, Jayaram AP, Hussein SA. Smaller anterior cruciate ligament diameter is a predictor of subjects prone to ligament injuries: an ultrasound study. *Biomed Res Int* 2015;2015:845689.
23. Vergis A, Hammarby S, Gillquist J. Fluoroscopic validation of electrogoniometrically measured femorotibial translation in healthy and ACL deficient subjects. *Scand J Med Sci Sports* 2002;12(4):223-9.
24. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop* 2016;7(2):82-93.
25. Jewiss D, Ostman C, Smart N. Open versus closed kinetic chain exercises following an anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)* 2017;2017:4721548.
26. Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. The effects of open versus closed kinetic chain exercises on patients with ACL deficient or reconstructed knees: a systematic review. *N Am J Sports Phys Ther* 2010;5(2):74-84.
27. Jenkins WL, Munns SW, Jayaraman G, Wertzberger KL, Neely K. A measurement of anterior tibial displacement in the closed and open kinetic chain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;25(1):49-56.
28. Kwon YJ, Park SJ, Jefferson J, Kim K. The effect of open and closed kinetic chain exercises on dynamic balance ability of normal healthy adults. *J Phys Ther Sci* 2013;25(6):671-4.
29. Frey-Law LA, Avin KG. Muscle coactivation: a generalized or localized motor control strategy? *Muscle Nerve* 2013;48(4):578-85.
30. Moritani T, Muramatsu S, Muro M. Activity of motor units during concentric and eccentric contractions. *Am J Phys Med* 1987;66(6):338-50.
31. Grabiner MD, Owings TM. EMG differences between concentric and eccentric maximum voluntary contractions are evident prior to movement onset. *Exp Brain Res* 2002;145(4):505-11.
32. Bull AM, Kessler O, Alam M, Amis AA. Changes in knee kinematics reflect the articular geometry after arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(10):2491-9.
33. Gao B, Zheng NN. Investigation of soft tissue movement during level walking: translations and rotations of skin markers. *J Biomech* 2008;41(15):3189-95.
34. Gasparutto X, Moissenet F, Lafon Y, Chèze L, Dumas R. Kinematics of the normal knee during dynamic activities: a synthesis of data from intracortical pins and biplane imaging. *Appl Bionics Biomech* 2017;2017:1908618.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]

TUMJ Tehran University Medical Journal, November 2019; Vol. 77, No. 8: 512-519 Original Article

Fluoroscopic analysis of anterior tibial translation during eccentric and concentric phase of knee rehabilitation exercises in men with anterior cruciate ligament injury

Sadegh Norouzi Ph.D.[1]
Fateme Esfandiarpour Ph.D.[1,2*]
Ali Shakouri Rad M.D.[3]
Nasim Kiani Yousefzadeh M.Sc.[4]
Zeinab Helalat M.Sc.[1]
Reza Salehi Ph.D.[5]
Mehrnoosh Amin M.Sc.[1]
Farzam Farahmand Ph.D.[6]

1- Department of Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
2- Department of Medicine, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Alberta, Edmonton, Canada.
3- Advanced Diagnostic and Interventional Radiology Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4- Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5- Department of Rehabilitation Management, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
6- Department of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.

*Corresponding author: Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Golestan Blvd., Ahvaz, Iran.
Tel: +98-61-33743101
E-mail: fateme@ualberta.ca

Received: 04 May 2019 Revised: 12 May 2019 Accepted: 14 Nov. 2019 Available online: 21 Nov. 2019

Abstract

Background: The amount of anterior tibial translation during rehabilitation exercises is a key factor in organizing exercise regimen after anterior cruciate ligament injury. Excessive anterior tibial translation could increase the magnitude of tension imposed on injured and reconstructed anterior cruciate ligament knees. Forward lunge and open-kinetic knee extension exercises are commonly used in anterior cruciate ligament rehabilitation. However, there is insufficient data about the amount of anterior tibial translation in the eccentric and concentric phases of these exercises. This study compared the amount of anterior tibial translation in the eccentric and concentric phase of the lunge and seated knee extension in anterior cruciate ligament deficient and intact knees.

Methods: Using a non-probability sampling method, 14 men with unilateral anterior cruciate ligament rupture were selected for participation in this cross-sectional study. Participants were recruited from the university's physiotherapy clinics. A uni-plane fluoroscope was used to image the knee joint while participants performed the forward lunge and open-kinetic knee extension exercises with the intact and injured legs in random order. Fluoroscopy imaging was performed in the radiology center at Sina Hospital, Tehran, Iran, from September 2013 to February 2014. Two factorial mixed ANOVA was used to analyze the data.

Results: There were no significant differences in the anterior tibial translation between the limbs and contraction phases during the lunge exercise. During open-kinetic knee extension, the anterior tibial translation in anterior cruciate ligament deficient knees was significantly more than that of healthy knees at 0º (P=0.007). The anterior tibial translation in the eccentric phase of open-kinetic knee extension at flexion angles of 0º (P=0.049) and 15º (P=0.024) was significantly greater than that in the concentric phase.

Conclusion: In the lunge exercise, the amount of anterior tibial translation was similar between the eccentric and concentric phases and the intact and anterior cruciate ligament deficient knees, however, during open-kinetic knee extension exercise, in the eccentric phase was greater than that in concentric, and in the intact knees was greater than that in the intact knees, at 0-15º angles.

Keywords: anterior cruciate ligament injuries, athletic injuries, exercise therapy, muscle contraction.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-18]