بسم ا... الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

گروه آموزشی ارتز و پروتز

رساله دکتری

عنوان

بررسی تأثیر بریس فانکشنال زانو بر سینماتیک و فعالیت عضلانی زانو در افراد دچار آسیب لیگامان متقاطع قدامی با استفاده از روشهای تصویربرداری و الکترومایوگرافی

نگارنده

مریم جلالی

اساتید راهنما

دکتر فرزام فرهمند، دکتر سید ابراهیم موسوی

اساتید مشاور

دکتر فاطمه اسفندیارپور، دکتر سیدعلی شکوری راد

استاد مشاور آمار

دکتر سید مهدی رهگذر

اردیبهشت ۱۳۹۳

شماره ثبت: ۱۶۹-۸۰۰

تاییدیه هیئت داوران

تقدیم به استاد فرزانه‌ام جناب آقای دکتر فرهمند به پاس صبر، مهربانی، حمایت، محبت و توجه بی‌دریغی که در تمام لحظات کارم از ایشان دریافت کردم. دانش و خردمندی ایشان آمیخته با مهری انرژی‌بخش توان گام گذاشتن در این مسیر و ادامه آن را به من داد. باور قلبی ایشان در تبدیل علم به عمل سرمایه‌ای عظیم برای ایران است. آفتاب درونشان تابناک‌تر و پرفروغ‌تر باد.

با تشکر از اساتید عزیزم جناب آقای دکتر سید ابراهیم موسوی، سرکار خانم دکتر فاطمه اسفندیارپور، جناب آقای دکتر علی شکوری‌راد و جناب آقای دکتر رهگذر که با راهنماییهای ارزشمندشان پیشبرد این پروژه را میسر ساختند.

با تشکر فراوان از جناب آقای دکتر گلستانها (رییس بخش رادیولوژی بیمارستان مصطفی خمینی) که امکان بهره‌برداری از امکانات تصویربرداری را برای انجام پروژه میسر ساختند و همواره در رفع مشکلات کار از مشاوره و راهنماییهای ارزشمند ایشان بهره‌مند شدم.

با تشکر ویژه از آقایان محمد اکبر و امیرحسین اسکندری (دانشجویان دکتری بیومکانیک دانشگاه صنعتی شریف) که در توسعه کدها و نرم‌افزارهای پروژه با صبوری بنده را همراهی کردند و من خود را در جبران زحماتشان ناتوان می‌بینم.

و با تشکر ویژه از دوست و همراه نازنینم سرکارخانم تهمینه رضاییان

قدردان زحمات همه این عزیزان هستم و امیدوارم فرصت خدمتی در جبران ذره‌ای از کمکهایشان را داشته باشم.

انجام این کار بدون کمک این افراد میسر نبود

بیماران محترمی که با صبوری شرکت در مطالعه را پذیرفتند

استاد بزرگوار جناب آقای کاشانی

جناب آقای دکتر شیروانی (فدراسیون پزشکی ورزشی)

جناب آقای سحاب، جناب آقای شیعه، جناب آقای الهی و سایر پرسنل بخش رادیولوژی و سی‌تی اسکن بیمارستان مصطفی خمینی

جناب آقای دکتر سنجری

جناب آقای دکتر پرنیان‌پور

سرکار خانم هدی نبوی (آزمایشگاه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی)

پرسنل بخش تصویربرداری بیمارستان سینا (جناب آقای فرامرزی، سرکار خانم‌ها پروندی، فارسی، مجرد)

جناب آقای شیریان (مرکز تصویربرداری همای سلامت)

جناب آقای نیکنامی و جناب آقای کرباسچی همکاران محترم بخش فیزیوتراپی معاونت درمان و توانبخشی جمعیت هلال احمر

جناب آقای علی‌نقیان (بیمارستان پارس)

جناب آقای حبیب نژاد

سرکار خانم وطن‌پرست

جناب آقای سروش و جناب آقای صداقت‌نزاد

جناب آقای بابایی

جناب آقای بیات

و کلیه کسانی که به هر طریقی بنده را در انجام این پروژه یاری رساندند و یا شرایط و امکانات تحقق این کار را فراهم ساختند

پیشینه و اهداف: درمورد اثر بریس فانکشنال زانو و مکانیزم اثرگذاری آن به‌رغم استفاده گسترده اختلاف نظر وجود دارد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر بریس فانکشنال زانو بر سینماتیک (دوبعدی و سه‌بعدی) زانو و فعالیت عضلات اطراف مفصل در افراد دچار آسیب ACL است. به منظور بررسی سینماتیکی از روشهای تصویربرداری پزشکی استفاده می‌شود.

شرکت کنندگان: ۱۵ فرد دچار پارگی ایزوله ACL

روش: فلوروسکوپی دیجیتال حین انجام تمرین لانج (با و بدون بریس) از زانوی آسیب‌دیده افراد به عمل آمد. تصاویر سی‌تی اسکن هم از زانوی آسیب‌دیده تهیه شد.

تحلیل سینماتیک دوبعدی: با استفاده از تصاویر فلوروسکوپی اثر بریس بر سینماتیک مفصل (موقعیت تیبیا و فمور نسبت به یکدیگر) در صفحه ساجیتال در زوایای ۰°، ۱۵°، ۳۰°، ۴۵° و ۶۰° با تعقیب نقاط نشانه معین در فریمهای مختلف در حالت با و بدون بریس با یکدیگر مقایسه شد.

تحلیل سینماتیک سه‌بعدی: با استفاده از تصاویر سی‌تی‌اسکن یک مدل سه‌بعدی از زانوی هر فرد در وضعیت استراحت تهیه شد. بر روی مدل سه‌بعدی فمور و تیبیا مختصات دو نقطه و یک راستا مشخص شد. بر روی تصاویر دوبعدی حاصل از فلوروسکوپی در هر فریم (در زوایای ۰°، ۱۵°، ۳۰°، ۴۵° و ۶۰°) نیز مختصات آن دونقطه و راستا در حالت با و بدون بریس مشخص شد و با استفاده از روش انطباق دوبعدی-سه‌بعدی استخوانهای تیبیا و فمور در هر فریم ردیابی دورانی شدند.

الکترومیوگرافی: میانگین فعالیت عضلات واستوس داخلی/خارجی، همسترینگ داخلی/خارجی و گاستروکنمیوس داخلی/خارجی در دو حالت با و بدون بریس حین انجام حرکت لانج با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج

تحلیل سینماتیک دوبعدی: مقایسه جابجایی قدامی تیبیا نسبت به فمور در حالت با و بدون بریس حین انجام حرکت لانج در هیچ یک از فازهای حرکت (فاز اکسنتریک و کانسنتریک) به جز در ۶۰ درجه در فاز ۱، تفاوت معناداری نشان نداد.

تحلیل سینماتیک سه‌بعدی: در تحلیل سه‌بعدی میزان جابجایی قدامی-خلفی و واروس-والگوس با و بدون بریس تفاوت معناداری نداشت. استفاده از بریس در زوایای ۴۵ درجه در فاز ۱ (فاز اکسنتریک) و ۳۰ درجه فاز ۲ (فاز کانسنتریک) حرکت لانج، چرخش داخلی تیبیا را کاهش داد (p به ترتیب ۰/۰۴۵ و ۰/۰۰۱).

الکترومیوگرافی: میانگین فعالیت عضله گاستروکنمیوس داخلی با بریس در فاز ۱ (p=۰/۰۰۶) و ۲ (p=۰/۰۲۸) حرکت لانج کمتر بود. میانگین فعالیت سایر عضلات تحت تاثیر استفاده از بریس قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری: مطالعات پیشین یکی از مشکلات افراد دچار پارگی ACL را افزایش چرخش داخلی تیبیا گزارش کرده‌اند. با توجه به این امر کاهش چرخش داخلی توسط بریس می‌تواند تاثیر مثبتی تلقی شود. این امر می‌تواند عامل احتمالی کاهش فعالیت گاستروکنمیوس داخلی به عنوان کنترل کننده چرخش داخلی تیبیا باشد. در صورتی که برای گاستروکنمیوس نقش پایدارسازی در مفصل در نظر گرفته شود کاهش فعالیت این عضله می‌تواند نمایانگر اثر مکانیکی بریس و کاهش نیاز به فعالیت عضلانی باشد.

واژگان کلیدی: بریس فانکشنال زانو، لیگامان متقاطع قدامی، سینماتیک، انطباق دوبعدی-سه‌بعدی، الکترومیوگرافی، فلوروسکوپی، سی‌تی‌اسکن

فهرست

فصل ۱: کلیات تحقیق

۱-۱. مقدمه ۱

۱-۲. بیان مسئله و اهمیت و ضرورت موضوع ٤

۱-۳. تعریف واژگان ۹

۱-۴. اهداف پژوهش ۱۲

۱-۵. سؤال‌ها و فرضیه‌ها ۱۳

فصل ۲: مرور مطالعات پیشین

۲-۱. تحقیقات مرتبط با بریس فانکشنال زانو ۱٦

۲-۱-۱. بررسی اثر استفاده از بریس بر معیارهای بالینی و سابجکتیو ۱٦

۲-۱-۲. تست‌های سینماتیکی ۱۷

۲-۱-۳. تست‌های سینتیکی ۱۹

۲-۱-۴. تست‌های مربوط به توانایی انجام کار افراد در ورزش یا در فعالیتهای عملکردی ۲۰

۲-۲. مکانیزم اثرگذاری بریس ۲۱

۲-۲-۱. اثر مکانیکی بریس ۲۲

۲-۲-۲. اثر بر حس عمقی و کنترل نوروماسکولار ۲۲

۲-۲-۳. اثر روانی بریس ۲۲

۲-۲-۴. اثر ترکیبی موارد فوق ۲۸

۲-۳. بررسی اثر اجزای بریس بر اثربخشی آن ۲۵

۲-۳-۱. طرح بریس و نوع مفصل مکانیکی ۲٦

۲-۳-۲. مواد به کار رفته در ساخت بریس ۲۷

۲-۳-۳. پیش‌ساخته یا سفارشی بودن بریس ۲۷

فصل ۳. روش‌شناسی تحقیق

۳-۱. طرح مطالعه ۳۱

۳-۲. شرکت‌کنندگان ۳۲

۳-۲-۱. شرایط ورود به مطالعه ۳۲

۳-۳. بریس فانکشنال زانو ۳۳

۳-۴. روش انجام مطالعه ۳٤

۳-۴-۱. فلوروسکوپی ۳٤

۳-۴-۱-۱. روش آنالیز تصاویر قلوروسکوپی (اندازه‌گیری جابجایی تیبیا نسبت به فمور در زوایای مختلف فلکشن) ۳٦

۳-۴-۱-۲. بررسی تکرارپذیری روش آنالیز دوبعدی تصاویر فلوروسکوپی ۳۸

۳-۴-۱-۳. بررسی صحت اندازه‌گیری فاصله‌ها در فلوروسکوپی ۳۸
۳-۴-۱-۴. بررسی درستی‌سنجی آنالیز سه‌بعدی ۳۹
۳-۴-۲. سی‌تی‌اسکن ٤۰
۳-۴-۳. روش آنالیز سه‌بعدی تصاویر ٤۰
۳-۴-۴. روش الکترومیوگرافی ٤۹
۳-۵. روش‌های تحلیل آماری ۵۱
۳-۶. ملاحظات اخلاقی ۵۲
فصل ٤. توصیف و تحلیل داده‌ها
۴-۱. مقدمه ۵٤
۴-۲. توصیف داده‌ها ۵۵
۴-۳. ارزیابی پایایی و درستی‌سنجی روش‌های تحلیل سینماتیک ۵۵
۴-۳-۱. پایایی روش تحلیل سینماتیک دوبعدی ۵۵
۴-۳-۲. اعتبارسنجی روش تحلیل سینماتیک سه‌بعدی ۵٦
۴-۴. تحلیل سینماتیک دوبعدی ۵۷
۴-۴-۱. جابجایی قدامی تیبیا (نتایج حاصل از آنالیز دوبعدی) ۵۷
۴-۵. تحلیل سینماتیک سه‌بعدی ٦۰
۴-۵-۱. جابجایی قدامی-خلفی ٦۰
۴-۵-۱-۱. مقایسه میانگین جابجایی قدامی-خلفی در روش دوبعدی و سه‌بعدی ٦۲
۴-۵-۲. چرخش داخلی-خارجی ٦٤
۴-۵-۳. ابداکشن-اددکشن ٦۵
۴-۶. نتایج تحلیل الکترومیوگرافی ٦۷
۴-۶-۱. زمان انجام فعالیت ٦۸
۴-۶-۲. میانگین فعالیت عضلانی ۷۰
۴-۶-۳. بیشینه فعالیت عضلانی ۷۱
۴-۶-۴. دامنه حرکتی ۷۳
فصل ۵. بحث
۵-۱. خلاصه مطالعه ۷۵
۵-۲. بحث در مورد یافته‌ها ۷۷
۵-۲-۱. تحلیل سینماتیک دوبعدی ۷۷
۵-۲-۱-۱. تحلیل سینماتیک دوبعدی در افراد دچار پارگی لیگامان حین انجام لانج بدون بریس ۷۷
۵-۲-۱-۲. تحلیل سینماتیک دوبعدی در افراد دچار پارگی لیگامان حین انجام لانج با بریس ۷۸

۵-۲-۱-۳. مقایسه میانگین جابجایی در دو حالت با و بدون بریس ۷۸
۵-۲-۲. تحلیل سینماتیک سه‌بعدی ۸۳
۵-۲-۲-۱. تحلیل سینماتیک سه‌بعدی در افراد دچار پارگی لیگامان حین انجام لانج بدون بریس ۸۳
۵-۲-۲-۲. تحلیل سینماتیک سه‌بعدی در افراد دچار پارگی لیگامان حین انجام لانج با بریس ۸۶
۵-۲-۲-۳. مقایسه سینماتیک سه‌بعدی در دو حالت با و بدون بریس ۸۷
۵-۲-۳. مقایسه میانگین جابجایی قدامی-خلفی در روش دوبعدی و سه‌بعدی ۹۱
۵-۲-۴. الکترومیوگرافی ۹۲
۵-۲-۴-۱. مقایسه میانگین فعالیت عضلات مورد بررسی در افراد دچار آسیب لیگامان حین انجام لانج با و بدون بریس ۹۲
۵-۳. محدودیتها ۱۰۳
۵-۴. پیشنهادات برای مطالعات آینده ۱۰۳
۵-۵. نتیجه‌گیری ۱۰۵
مراجع فصل ۱۰۶
پیوست‌ها ۱۱۶
پیوست ۱: ویژگی‌های الکترودها و آمپلی‌فایر الکترومیوگرام ۱۱۷
پیوست ۲: مقیاس سطح فعالیت تگنر ۱۱۸
جداول توزیع نرمال ۱۲۰

فهرست تصاویر و نمودارها

شکل۳-۱. بریس فانکشنال مورد استفاده در مطالعه.بریس برای هر بیمار به صورت اختصاصی با قالبگیری تهیه شد. ۳٤

شکل ۳-۲ .(الف). اتاق تصویربرداری. تخت دستگاه به صورت عمودی قرار گرفته است. برای قرارگیری زانوی افراد در موقعیت مناسب از یک تخت چوبی استفاده شد. ب) موقعیت بیمار حین فلوروسکوپی. پای آسیب‌دیده جلو قرار می‌گرفت. برای دستیابی به تصاویری با کیفیت بهتر از بیمار درخواست می‌شد اندام تا حد امکان حین انجام حرکت نزدیک تشدید کننده قرار گیرد. ۳٦

شکل ۳-۳. سیستم مختصات تیبیا و نقطه مرجع فمور ۳۷

شکل ۳-۴. نرم‌افزار محاسبه جابجایی قدامی ۳۸

شکل ۳-۵. مدل زانو (چپ) و یکی از تصاویر فلوروسکوپی و نقاط نشانه معین شده برای اندازه‌گیری ۳۹

شکل ۳-۶. مدل سه‌بعدی و کره‌های فیت شده بر کندیل‌های داخلی و خارجی فمور و سرفیبولا ٤۱

شکل ۳-۷.. نقاطی از تصویر صفحه ساجیتال که از مختصاتشان در تحلیل سه‌بعدی استفاده شده است: ۱. خطی که نقطه میانی آن به عنوان نقطه فوقانی راستای تنه فمور در نظر گرفته می‌شود، ۲. دایره کالیبراسیون با قطر معین، ۳. خطی که نقطه میانی آن به عنوان نقطه تحتانی راستای تنه فمور در نظر گرفته می‌شود، ۴. دایره محاط به کندیل خارجی فمور، ۵. دایره محاط به کندیل داخلی فمور، ۶. خط رابط قدامی‌ترین و خلفی‌ترین نقاط لبه فوقانی داخلی تیبیا که مختصات نقطه میانی آن در تحلیل سه‌بعدی به کار گرفته می‌شود، ۷. دایره محاط به سر فیبولا، ۸. خطی که نقطه میانی آن به عنوان نقطه فوقانی راستای تنه تیبیا در نظر گرفته می‌شود، ۹. خطی که نقطه میانی آن به عنوان نقطه تحتانی راستای تنه تیبیا در نظر گرفته می‌شود ٤۲

شکل ۳-۸. یکی از شرکت‌کنندگان در زمان آزمون ای‌ام‌جی در دو حالت با بریس (راست) و بدون بریس (چپ) ٥۱

شکل ۴-۱. مقدارجابجایی قدامی تیبیا در فازاکسنتریک حرکت لانج در حالات با بریس (خط چین) و بدون بریس در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی (نتایج تحلیل دو بعدی) ٥۹

شکل۴-۲. مقدارجابجایی قدامی تیبیا در فاز کانسنتریک حرکت لانج در حالات با بریس (خط چین) و بدون بریس در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی (نتایج تحلیل دو بعدی) ٥۹

شکل۴-۳. جابجایی قدامی – خلفی فمور نسبت به تیبیا در در زوایای مختلف فلکشن زانو در دو فاز اکسنتریک (الف) و کانسنتریک (ب) حرکت لانج حاصل از تحلیل سه‌بعدی ٦۱

شکل۴-۴. نمودار چرخش داخلی-خارجی زانو در انجام الف) فاز ۱ و ب) فاز ۲ حرکت لانج در افراد دچار ضایعه ACL. اعداد مثبت در محور عمودی بیانگر چرخش خارجی تیبیا و اعداد منفی نمایانگر چرخش داخلی تیبیا هستند. نقاط علامتگذاری شده نشانه مشاهده تفاوت معنادار دو حالت با و بدون بریس می‌باشد. ٦٥

شکل ۴-۵. مقایسه ابداکشن – اددا‌کشن تیبیا در درجات مختلف فلکشن در دوحالت با و بدون بریس در فاز ۱ (چپ) و فاز ۲ (راست) حرکت لانج ٦۷

شکل ۵-۱. فازهای مختلف تمرین لانج بر روی داده‌های حاصل از الکتروگونیامتر. زمان (میلی‌ثانیه)، زاویه فلکشن زانو (درجه) ۷٦

فهرست جداول

جدول۱-۱. متغیرهای پژوهش ۱٤

جدول ۴-۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای زمینه‌ای افراد دچار پارگی ACL ۵۵

جدول ۴-۲. نتایج ارزیابی پایایی روش آنالیز دوبعدی ۵۵

جدول ۴-۳. مقایسه نتایج اندازه‌گیری فاصله بر روی مدل و خروجی نرم‌افزار ۵٦

جدول ۴-۴. میانگین و انحراف معیار اختلاف اندازه‌گیری‌ها ۵٦

جدول ۴-۵. مقایسه میانگین جابجایی قدامی تیبیا با و بدون بریس در افراد دچار ضایعه ACL حین انجام تمرین لانج ۵۸

جدول ۴-۶. نتا یج آزمون چند متغیره (اثر پیلای) برای متغیر جابجایی در زوایای مختلف ٦۰

جدول ۴- ۷. مقایسه میانگین موقعیت مرکز مختصات فمور نسبت به محور ایکس (داخلی-خارجی) تیبیا در حرکت لانج با و بدون بریس حاصل از تحلیل سه‌بعدی ٦۱

جدول ۴- ۸. میانگین میزان جابجایی قدامی- خلفی در روش‌های دو و سه بعدی ٦۳

جدول ۴-۹. مقایسه میانگین نتایج حاصل از زوش‌های دو و سه‌بعدی درفازهای ۱و ۲ در دو حالت با و بدون بریس ٦۳

جدول ۴-۱۰. مقایسه میانگین چرخش (داخلی/خارجی) مفصل زانو در افراد دچار ضایعه ACL در حرکت لانج با و بدون بریس ٦٤

جدول ۴-۱۱. نتایج آزمون چند متغیره (اثر پیلای) برای اثر بریس و فاز حرکت بر چرخش مفصل زانو در زوایای مختلف ٦٦

جدول ۴-۱۲. مقایسه میانگین ابداکشن-اداکشن مفصل زانو در حرکت لانج با و بدون بریس حاصل از تحلیل سه‌بعدی ٦٦

جدول ۴-۱۳. مقایسه میا نگین زمان انجام حرکت در دو حالت با و بدون بریس ٦۸

جدول ۴-۱۴. مقایسه میانگین مدت زمان انجام فاز ۱ و فاز ۲ حرکت لانج بر حسب ثانیه در حالت بدون بریس ٦۹

جدول ۴-۱۵. مقایسه میانگین مدت زمان انجام فاز ۱ و فاز ۲ حرکت لانج بر حسب ثانیه در حالت با بریس ٦۹

جدول ۴-۱۶. مقا یسه میانگین نرمال شده فعالیت عضلات مورد بررسی حین انجام حرکت لانج ۷۰

جدول ۴-۱۷. مقایسه میانگین نرمال شده میزان بیشینه فعالیت عضلات مورد بررسی حین انجام حرکت لانج ۷۱

جدول ۴-۱۸. نتا یج آزمون چند متغیره (اثر پیلای) برای اثر فاز حرکت بر میانگین فعالیت عضلات ۷۳

جدول ۴-۱۹. نتا یج آزمون چند متغیره (اثر پیلای) اثر بریس بر میانگین فعالیت عضله گاستر داخلی ۷۳

فصل ۱

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه:

استفاده از بریس از جمله روش‌های پیشگیری و درمان در آسیب‌های سیستم عضلانی و اسکلتی است که از دیر باز همواره مورد توجه پزشکان و متخصصان توانبخشی بوده است. به‌کارگیری بریس‌ها به عنوان یک روش درمانی غیرجراحی و یا حتی بعد از جراحی‌ها عمدتاً با هدف حمایت مکانیکی، بهبود راستا، و بی‌حرکتی مفاصل انجام می‌گیرد. (۱) علاوه بر این، نقش آنها می‌تواند به پیشگیری یا اصلاح بدشکلی و در نتیجه بهبود عملکرد و احتمالا کاهش سرعت پیشرفت بیماری هم توسعه یابد.

امروزه مکاتب درمانی مختلف به ویژه در زمینه آسیب‌های فیزیکی و تروماها به سمتی سوق یافته‌اند که بیمار را تا حد امکان و هر چه سریع‌تر به سطح فعالیت و توانمندی‌های وی پیش از آسیب نزدیک کنند. بریس‌ها هم به عنوان گزینه‌های درمانی از این امر مستثنی نیستند و گروهی از این وسایل با هدف محافظت از بافت‌های در حال ترمیم یا تازه ترمیم شده و یا کمک به تأمین ثبات مفصل حین فعالیت‌های حرکتی پیچیده تا بازگشت کامل فرد به فعالیت طراحی شده‌اند. علاوه بر این، با افزایش آمار شرکت فعال افراد به ویژه افراد جوان در فعالیت‌های ورزشی و همچنین بروز سایر حوادث به دلیل تغییر سبک زندگی و ... بازگشت افراد به فعالیت‌ها پس از ضایعات اهمیت بیشتری یافته است. به همین دلایل امروزه استفاده از بریس‌های فانکشنال[1] اهمیت ویژه‌ای در بسیاری از صدمات سیستم عضلانی- اسکلتی دارد.

یکی از موارد رایج کاربرد بریس‌های فانکشنال، استفاده از این بریس‌ها در صدمات لیگامانی مفصل زانو است. هدف اصلی استفاده از بریس‌های فانکشنال مفصل زانو کنترل پایداری مفصل زانو با هدف کاهش میزان تنش وارد بر ساختار آسیب‌دیده و یا ترمیم شده در درمان غیرجراحی و یا پس از جراحی‌ها است. آسیب‌های لیگامانی زانو از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی هستند که پایداری و عملکرد مفصل را تحت تاثیر قرار می‌دهند. متعاقب آسیب لیگامان‌های مفصل زانو، علاوه بر حذف نقش این ساختارها در کنترل حرکات مفصل، ناپایداری مفصلی ناشی از آسیب این ساختارها سبب اعمال تنش‌های غیر طبیعی بر سایر ساختارهای مفصلی همچون منیسک‌ها و

1. Functional

غضروف مفصلی به دلیل بر هم خوردن سینماتیک طبیعی و توزیع غیرطبیعی نیروهای مفصلی می‌گردد. این حالات عمدتاً به درد و ناراحتی و تاثیر منفی بر عملکرد منجر می‌شود و ممکن است زمینه بروز و توسعه بیماری‌های تخریبی مفصل را فراهم آورد. در این میان آسیب لیگامان متقاطع قدامی[1] (ACL) به دلیل شیوع بالای آن (به ویژه در ورزشکاران) و اثرات مخرب آن بر سلامت کلی مفصل همواره از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است.

ACL یکی از چهار لیگامان اصلی زانو و از مهم‌ترین ساختارهای تأمین کننده پایداری آن است که نقش اولیه آن کنترل جابه‌جایی قدامی تیبیا نسبت به ران است. (۲) در اکستنشن انتهایی زانو، ACL در ایجاد چرخش خارجی تیبیا در سازوکار قفل شدن زانو نقش دارد که برای تأمین پایداری زانو در بسیاری از فعالیت‌های عملکردی ضروری است. (۳، ۴) همچنین در برابر هایپراکستنشن زانو مقاومت کرده و به عنوان یک قید ثانویه در مقابل واروس/والگوس (ابداکشن/اددا‌کشن) در زانو هم عمل می‌کند. (۴، ۵) علاوه بر این به طور کلی به دلیل مسیر مایل این لیگامان، اعتقاد بر این است که حداقل بخشی از آن تقریباً در برابر دامنه‌های انتهایی تمام حرکات زانو مقاومت می‌کند. اگر چه این آرایش فضایی، برای فراهم آوردن پایداری زانو ایده‌آل است، احتمال آسیب لیگامان را افزایش می‌دهد. (۴) تاکنون آمارهای متفاوتی درباره شیوع آسیب ACL انتشار یافته است. بر اساس آخرین برآوردها، سالانه حدود ۲۰۰۰۰۰ آسیب مرتبط با ACL در ایالات متحده رخ می‌دهد. شیوع پارگی آن ۱ نفر در هر ۳۵۰۰ نفر یعنی حدود ۹۵۰۰۰ مورد پارگی در سال در این کشور برآورد شده است. (۵)

آسیب ACL می‌تواند به ناپایداری قابل توجه مفصل زانو و سینماتیک بالقوه پر تنشی در زانو منجر شود. (۳) نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که تغییر مکانیک مفصل در آسیب این لیگامان تقارن سینتیکی و سینماتیکی مفصل را در دو اندام به هم زده (۶، ۷) و خطر بروز تغییرات دژنراتیو منیسک و غضروف مفصلی را افزایش می‌دهد. (۴، ۸، ۹، ۱۰) شکایت بالینی رایج افراد دچار پارگی لیگامان حس بد خالی کردن زانو[2] و ناپایداری آن است که ممکن است بیمار را مجبور به کاهش سطح و یا حتی تغییر نوع فعالیت‌هایش کند.

1. Anterior Cruciate Ligament
2. Giving way

درباره روش درمانی مناسب در آسیب لیگامان متقاطع قدامی به‌رغم تحقیقات بالینی و پایه‌ای متعدد هنوز اختلاف نظر وجود دارد. (۱۱) از آنجا که لیگامان خودبه‌خود بهبود نمی‌یابد معمولاً بازسازی لیگامان پاره توصیه می‌شود. با وجود اینکه بازسازی سبب احیاء پایداری غیرفعال زانو می‌گردد نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که سینماتیک طبیعی و در بعضی موارد قدرت عضلانی در حد پیش از آسیب حاصل نمی‌شود. (۳) حتی پس از بازسازی لیگامان احتمال بروز استئوآرتریت مرتبط با تنش در این افراد بالا است. (۳)

بریس‌های فانکشنال زانو به منظور فراهم کردن حمایت برای زانوهای ناپایدار ناشی از آسیب ACL طراحی شده‌اند. (۱۲) استفاده از بریس فانکشنال زانو اغلب از اجزای مهم برنامه توانبخشی در افراد با ضایعه ACL (افرادی که علامت ناپایداری نشان می‌دهند) است. (۱۳، ۱۴) استفاده از بریس در آسیب ACL و گاهی پس از جراحی بازسازی لیگامان به منظور حفظ پایداری زانو به ویژه در مراحل ابتدایی بعد از جراحی هم رایج است و هدف مهم استفاده از آن کنترل جابه‌جایی قدامی غیرطبیعی تیبیا و کاهش نیروی کششی بر پیوند[1] است . نتایج مطالعه Decoster و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان داده است که از میان ۲۸۷ جراح ارتوپد عضو انجمن ارتوپدی طب ورزشی آمریکا، فقط ۳٪ برای افراد دچار ضایعه ACL هرگز بریس فانکشنال تجویز نمی‌کنند. همچنین ۸۷٪ شرکت‌کنندگان پس از عمل جراحی بازسازی لیگامان برای بیش از ۸۰٪ بیمارانشان بریس فانکشنال زانو تجویز می‌کنند. (۱۵) هدف استفاده از بریس اغلب بازگرداندن سینماتیک طبیعی در زانوی دچار آسیب ACL با کاهش جابه‌جایی قدامی تیبیا نسبت به فمور مطرح شده است.

اولین بریس زانوی فانکشنال در اواخر دهه ۶۰ و برای یک ورزشکار حرفه‌ای ساخته شد. پس از آن حدود ۹۰۰۰ بریس در فاصله سال‌های ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۰ توسط ورزشکاران (قبل و پس از جراحی) مورد استفاده قرار گرفت. (۱۶)

با وجود این و به رغم کاربرد گسترده این بریس‌ها هنوز کارایی[2] و اثربخشی استفاده از بریس مورد مناقشه است و مطالعات مرتبط با آن نتایج ضد و نقیضی ارائه کرده‌اند. بعضی مطالعات بهبود توانایی انجام کار (اجرا)[3] در

1. Graft
2. Efficacy
3. Performance

افراد دچار ضایعه لیگامان یا پس از جراحی بازسازی لیگامان (۱۷)، جلوگیری از مهار کوادریسپس (۱۸)، کاهش ناپایداری قدامی-خلفی (۱۹)، جلوگیری از بارگذاری بیش از حد بر لیگامان آسیب‌دیده یا در حال ترمیم (۲۰)، بهبود تقارن سینتیکی (۸)، تغییر سینماتیک، افزایش پایداری زانوی آسیب دیده (۲۱) و کاهش کشش بر لیگامان‌های جانبی (۲۲) را گزارش کرده‌اند. از سوی دیگر در بعضی مطالعات دیگر بهبود قابل توجهی در عملکرد افراد با بریس یا نتایج بالینی پس از بازسازی لیگامان دیده نشد. (۲۳، ۲۴)

۱-۲- بیان مسئله و اهمیت و ضرورت موضوع:

همان‌طور که اشاره شد در زمینه اثربخشی ارتز اطلاعات قطعی در دسترس نیست و اثر بریس بر اصلاح سینماتیک مفصل زانو و الگوی فعالیت عضلانی و .... هنوز مورد اختلاف نظر است.

مطالعات پیشین که به بررسی کاربرد و اثربخشی بریس فانکشنال در بهبود سینماتیک مفصل زانو پرداخته‌اند نتایج متفاوت و متناقضی ارائه کرده‌اند. مطالعاتی بریس را دارای قابلیت بهبود سینماتیکی مفصل در بعضی شرایط (۲۵) و گروهی دیگر بدون تأثیر یا کم اثر بر سینماتیک دانسته‌اند (۲۶). به نظر می‌رسد علت این نتایج متناقض تا حدی به دلیل تفاوت روش مطالعات و محدودیت‌های روش‌های مورد بررسی باشد. این محدودیت‌های روش تحقیق نتیجه‌گیری کلی در زمینه اثربخشی بریس‌ها را دشوار ساخته است:

۱) بعضی از این مطالعات اثر بریس را بر روی جسد مورد ارزیابی قرار داده‌اند. (۲۷) اصلی‌ترین ایراد این نوع مطالعات تفاوت میان بافت زنده و مرده است. از آنجا که انقباض فعال عضلانی و قوام بافت زنده بر میزان تغییر طول لیگامان مؤثرند، حذف اثر این عوامل، استناد به نتایج حاصل از این روش‌ها را محدود می‌کند. مطالعات دیگر در صورت کار بر روی افراد زنده به بررسی عملکرد بریس در حالت غیرفعال پرداخته‌اند. (۲۸) پیش از هر چیز در این نوع مطالعات انجام تست‌ها در حالت عدم تحمل وزن و در حالت غیرعملکردی، تعمیم نتایج به وضعیت‌های دینامیک و عملکردی را مشکل می‌سازد. به عنوان مثال مطالعه‌ای که چندین طرح بریس را بر روی اندام تحتانی چند جسد مورد ارزیابی قرار داد، اثربخش بودن بریس را در کاهش جابه‌جایی قدامی- خلفی و چرخش گزارش کرد. البته در این مطالعه بریس در کنترل

جابه‌جایی قدامی در ۶۰ درجه فلکشن نسبت به ۳۰ درجه موفق‌تر بود. اما نتایج مطالعه‌ای که اثر یک طرح بریس را بر کنترل جابه‌جایی قدامی در زوایای مختلف فلکشن در افراد عادی بررسی کرد تفاوت‌هایی داشت. در این مطالعه بریس جابه‌جایی قدامی- خلفی را در ۳۰ درجه بهتر از ۶۰ درجه کنترل می‌کرد.

۲) در مطالعات اندکی که در حالت دینامیک درباره بیماران دچار این ضایعه و برای بررسی اثر بریس بر سینماتیک مفصل انجام شده‌اند سیستم‌های تحلیل حرکت[1] با استفاده از مارکرهای پوستی (۲۱) به‌کار گرفته شده‌اند. با وجود اطلاعات ارزشمندی که از این مطالعات حاصل شده است موضوع جابه‌جایی بافت نرم و خطای اندازه‌گیری با استفاده از این روش‌ها را همواره باید در نظر داشت. مطالعاتی که به اندازه‌گیری میزان جابه‌جایی بافت نرم و خطای اندازه‌گیری با مارکرهای پوستی و تاثیرات این خطا بر محاسبات سینماتیکی در مفاصل پرداخته‌اند، خطای جذر میانگین مربعی[2] تا ۲۳/۹ میلی‌متر در جابه‌جایی بافت نرم و خطاهایی تا حدود ۲۴ درجه در فلکشن، تا حدود ۱۷ درجه برای چرخش داخلی و خارجی و حدود ۱۴ درجه برای ابداکشن و ادداکشن در محاسبات سینماتیکی گزارش کرده‌اند. (۲۹) موارد دیگری هم خطاهایی حدود ۱۷ میلی‌متر خطای جابه‌جایی در مارکرهای منطقه ران و حدود ۱۱ میلی‌متر در منطقه ساق، و خطاهایی در محاسبات سینماتیکی به ترتیب تا حدود ۱۲ و ۱۰ درجه در ران و ساق گزارش کرده‌اند. (۳۰) با توجه به اینکه دامنه تغییرات سینماتیکی ناشی از آسیب لیگامان متقاطع قدامی محدود و در حد چند میلی‌متر گزارش شده است، سیستم‌های آنالیز حرکت که از مارکرهای پوستی استفاده می‌کنند از دقت و حساسیت کافی برای ارزیابی سینماتیکی در این زمینه برخوردار نیستند.

۳) در بررسی نقش پیچیده ACL همواره تحلیل حرکت سه‌بعدی در شرایط فیزیولوژیک طبیعی با کاهش خطاهای موجود در روش‌های فعلی مورد نظر بوده است. با توجه به خطای مورد انتظار در استفاده از مارکرهای پوستی ناشی از جابه‌جایی بافت نرم بر روی استخوان در مطالعه‌ای از مارکرهای متصل به استخوان به روش تهاجمی (۱۸) استفاده شده است. ثابت‌سازی مارکرها به استخوان در جهت رفع مشکل جابه‌جایی بافت نرم اگرچه تا حد زیادی این مشکل را برطرف می‌سازد ولی به دلیل تهاجمی بودن، این

1. Motion analysis systems
2. Root Mean Square Error (RMSE)

روش به راحتی قابل انجام نیست و کارگذاری پین‌ها در استخوان ممکن است مشکلاتی به همراه داشته باشد که بر نتایج تاثیرگذار باشد. مطالعه حاضر با این روش بر روی نمونه‌ای با حجم اندک انجام شده و به راحتی هم قابل تکرار نیست.

با توجه به پیچیدگی سینماتیک مفصل زانو و عملکرد ACL، برای بررسی اثرات آسیب و اثر بخشی بریس، مهم است که سینماتیک سه بعدی مفصل در افراد زنده ضمن انجام فعالیت‌های دینامیک و با روش‌های تا حد امکان کم خطر بررسی گردد.

تاثیر بریس بر الگوی فعالیت عضلانی: علاوه بر ابهامات موجود در مورد اثربخشی بریس‌های فانکشنال زانو، در مورد سازوکار اثرگذاری این نوع بریس نیز اطلاعات کافی در دست نیست. در ابتدا بریس بیشتر به عنوان یک وسیله برای تأمین پایداری به صورت جایگزینی برای لیگامان غایب یا آسیب دیده و با دارا بودن اثر مکانیکی بر جابه‌جایی قدامی تیبیا و کنترل چرخشی که مشکل اصلی افراد دچار ناپایداری فرض می‌شد، مطرح بود. مدت‌هاست که لیگامان متقاطع قدامی تنها به عنوان یک قید و هدایت کننده حرکت مکانیکی در نظر گرفته نمی‌شود و این لیگامان به عنوان منبع سرشار گیرنده‌های فراهم کننده اطلاعات برای سیستم اعصاب مرکزی شناخته می‌شود. (۳۱) از دست رفتن اطلاعات صحیح مخابره شده در پی آسیب لیگامان و تکامل دیدگاه‌ها در مورد نقش اجزای نوروماسکولار در تأمین پایداری مفصل، دارا بودن نقش مکانیکی خالص را برای بریس فانکشنال زانو زیر سوال برد. مطالعات هم نشان داده است که در افراد دچار ضایعه این لیگامان، حس عمقی کاهش می‌یابد. (۳۲) آسیب ACL ممکن است الگوی فعالیت عضلانی را نیز تغییر دهد. در این ارتباط برخی محققان تغییر الگو و شدت فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات کوادریسپس و همسترینگ در افراد مبتلا به ضایعه مزمن ACL را گزارش نموده‌اند. (۳۳) علاوه براین، تغییر در زمان‌بندی فعالیت عضلات مفصل زانو حین فعالیت‌های استاتیک و دینامیک از دیگر مواردی است که در بررسی‌های الکترومیوگرافی پس از آسیب لیگامان و حتی بازسازی آن دیده شده است. (۳۴) پس از آسیب لیگامان و حتی پس از بازسازی جراحی لیگامان الگوی پیام‌رسانی از وضعیت مفصل تغییر می‌کند که این امر می‌تواند به پاسخ‌ها و عکس‌العمل‌های متفاوتی نسبت به حالت سلامت لیگامان منجر شود و تنوع حالات ممکن ترکیب پاسخ‌ها، می‌تواند پیش‌بینی شرایط را برای محققان دشوارتر کند. امروزه علاوه بر نقش کمکی در جایگزینی عمل مکانیکی لیگامان آسیب دیده، اثرگذاری