بررسی قبل از جراحی ارتباط بین قطر تاندون سمی تاندینوسوس به وسیلهٔ ام آر آی جهت بازسازی رباط صلیبی قدامی با قطر محصول نهایی هنگام جراحی

چکیده

مقدمه: استفاده از اتوگرافت همسترینگ جهت بازسازی پارگی رباط صلیبی قدامی زانو، با توجه به نتایج مطلوبی مانند کم‌کردن موربیدیتی و بهبود روش‌های فیکساسیون افزایش یافته است. قطر گرافت نهایی در کاهش احتمال پارگی مجدد مؤثر است. پارامترهای سن، جنسیت، قد، وزن، شاخص تودهٔ بدنی(BMI) و اندازهٔ دور ران، به عنوان فاکتورهای پیش‌بینی‌کنندهٔ قطر نهایی، در مطالعات مختلف گزارش شده‌اند؛ اما اجماعی قوی بر سر این موضوع وجود ندارد. همچنین، بررسی‌های رادیولوژیک بر پایهٔ امآرآی نیاز به ابزار مخصوص دارد. در این پژوهش پیش‌بینی قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس پیش از عمل جراحی، در مقایسه با قطر محصول نهایی در حین عمل جراحی، توسط امآرآی مورد آزمایش قرار گرفت.

روش انجام کار: بیماران بالغ با پارگی رباط صلیبی قدامی ثابت شده توسط امآرآی با حداقل کیفیت ۱/۵ تسلا و تست‌های مثبت معاینهٔ بالینی که از اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ تا شهریور ۱۳۹۷، به یک درمانگاه آموزشی ارتوپدی مراجعه کرده و کاندید استفاده از اتوگرافت برای بازسازی رباط صلیبی قدامی بودند وارد این مطالعهٔ آینده‌نگر مقطعی شدند. تصاویر امآرآی بیماران به نرم‌افزار Infinite وارد شد و با تعیین سطح مفصلی در نمای کرونال و آنگاه تبدیل آن به نمای اگزیال و سپس اندازه‌گیری دو فاصله پروگزیمال‌تر و دو فاصله دیستال‌تر از سطح مفصل، ماکزیمم قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس به‌دست آمد. قطر گرافت سمی‌تاندینوسوس حین جراحی و نیز قطر گرافت نهایی، اندازه‌گیری و ثبت شد. از نرم‌افزار Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) ویرایش ۲۲، برای تحلیل داده‌ها و یافتن همبستگی‌های احتمالی استفاده شد.

نتایج: ۲۰ بیمار مرد بالغ، با میانگین سنی ۲۸ سال بررسی شدند. در ۴ مورد طول گرافت سمی‌تاندینوسوس بیشتر از ۳۴ سانتی‌متر بود که قطر گرافت‌های چهار لا بزرگتر یا مساوی ۹ میلی‌متر بود. در همه این موارد قطر گرافت سمی‌تاندینوسوس بیشتر از ۴/۶ میلی‌متر در دو فاصلهٔ دیستال به مفصل بود. در ۱۶ مورد دیگر، تاندون گراسیلیس نیز برداشته شد. قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در دو فاصلهٔ دیستال‌تر از سطح مفصل، مساوی یا بیشتراز ۳/۴ میلی‌متر بود و با قطر گرافت نهایی مساوی یا بیشتر از ۸ میلی‌متر همبستگی داشت.

نتیجه‌گیری: روش اندازه‌گیری پیشنهاد شده می‌تواند گزینه‌ای قابل اتکا برای جراحان ارتوپد جهت پیش‌بینی قطر محصول نهایی پیش از عمل باشد.

کلید واژه: بازسازی رباط صلیبی قدامی، اتوگرافت، تاندون همسترینگ، ام آر آی

دریافت مقاله: ۴ ماه قبل از چاپ؛ **مراحل اصلاح و بازنگری:** ۱ بار؛ **پذیرش مقاله:** ۲۰ روز قبل از چاپ

*دکتر سیدمحمد طحامی، **دکتر رضا قشقایی منصور

* استادیار، مرکز تحقیقات استخوان و مفاصل، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
** مرکز تحقیقات استخوان و مفاصل، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

نویسنده مسئول:
دکتر سیدمحمد طحامی
Email:
mohammad.tahami@yahoo.com

مقدمه

بازسازی رباط صلیبی قدامی(ACL) یکی از شایع‌ترین بازسازی‌های رباط‌ها است. شیوع پارگی رباط صلیبی قدامی در جمعیت بزرگسال رو به افزایش است و بخشی از آن به دلیل افزایش استفاده از تصویربرداری تشخیصی و افزایش نرخ مشارکت بزرگسالان در ورزش‌های پرمخاطره است[۱].

بازسازی ACL، استاندارد رایج درمان در افرادی است که فعالیت‌های ورزشی دارند. انجام این عمل با ایجاد ثبات در زانو موجب کاهش پارگی منیسک وآسیب غضروفی در آینده می‌شود. استفاده از تاندون اتوگرافت به دلیل نتایج نسبتاً مطلوب، همراه با موربیدیتی پایین، خطر کمتر واکنش‌های التهابی، احتمال ناچیزتر انتقال بیماری و بهبود روش‌های فیکساسیون افزایش یافته است. تاندون‌های همسترینگ به عنوان گرافت‌های قابل اعتمادی شناخته شده‌اند[۲].

جهت کاهش خطر پارگی مجدد، گرافتی با حداقل قطر ۸ میلی‌متر جهت بازسازی رباط ACL پیشنهاد شده است. هرچند در استفاده از تاندون‌های همسترینگ، هر دو تاندون سمی‌تاندینوسوس و گراسیلیس استفاده می‌شوند لیکن قطر و طول تاندون سمی‌تاندینوسوس به عنوان جزء اصلی مؤثر در قطر نهایی گرافت شناخته می‌شود[۳تا۷].

در تعدادی از مطالعات، پارامترهای پیش از عمل شامل سن، جنس، قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، طول ساق پا و محیط ران به عنوان فاکتورهای پیش‌گویی کنندهٔ قطر نهایی گرافت معرفی شده‌اند، اما درمورد این مسئله اجماع قوی وجود ندارد[۸تا۱۲].

روش‌های ارزیابی رادیولوژیک نیز در پیش‌بینی قطر نهایی گرافت به کار رفته‌اند و توانایی خوبی در این زمینه دارند. اکثر این روش‌ها بر پایهٔ استفاده از امآرآی هستند و ارتباط بین مساحت مقطع عرضی تاندون‌های همسترینگ در سطح بیشترین قطر کندیل مدیال را اندازه می‌گیرند. این کار احتیاج به وجود نرم‌افزارهای خاص بر روی سیستم مشاهده‌گر دارد[۱و۱۳تا۱۵].

هدف این پژوهش ارزیابی همبستگی میان اندازه‌گیری قطر تاندون‌های سمی‌تاندینوسوس پیش از عمل توسط امآرآی، با قطر محصول نهایی حین عمل جراحی است.

روش انجام کار

در یک مطالعهٔ مقطعی آینده‌نگر، در بیمارانی که کاندید بازسازی رباط صلیبی قدامی زانو بودند، بررسی قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس قبل از عمل با امآرآی صورت پذیرفت و با قطر نهایی گرافت در حین عمل مقایسه شد. این مطالعه از نوع مطالعات مقطعی است که به صورت آینده‌نگر صورت گرفت. پروتکل پژوهشی در این تحقیق بر اساس اعلامیه هلسینکی طراحی شده و توسط کمیته اخلاق دانشکده علوم پزشکی شیراز به تأیید رسیده است (1396-01-01-14342). محرمانه ماندن اطلاعات بیماران ضمانت شده است. هیچ مداخله دیگری در این تحقیق برای بیماران خارج از روند استاندارد درمان صورت نگرفته است. با توجه به عدم نیاز به مداخله بیشتر، تنها رضایت جراحی از بیمار گرفته شد.

بیمارانی که از اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ تا شهریور ۱۳۹۷، به درمانگاه مطهری دانشگاه علوم پزشکی شیراز مراجعه کردند و مشکل پارگی رباط صلیبی قدامی داشتند و جهت جراحی با استفاده از اتوگرافت کاندید شدند، وارد این مطالعه شدند. شرط ورود به مطالعه بلوغ استخوانی، تست‌های بالینی مثبت و پارگی رباط صلیبی قدامی ثابت شده توسط ام آر آی با حداقل کیفیت ۱/۵تسلا و داشتن نماهای مختلف بر روی لوح فشرده بود.

شرط خروج از مطالعه، داشتن سابقهٔ عمل قبلی بازسازی رباط صلیبی قدامی، کاندید بودن برای جراحی با آلوگرافت و بازسازی با تاندون تحت کشککی - استخوانی و نیز مواردی بود که امآرآی بیماران بر روی لوح فشرده قرار نداشت و یا کیفیت امآرآی آنها کمتر از ۱/۵ تسلا بود.

روش نمونه‌گیری به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده بود و حجم نمونه بر اساس یافته‌های مطالعه بیکل[1] و همکارانش، با توان ۸۰٪ و خطای ۵٪ با کمک نرم‌افزار آماری مدکالک، حداقل ۲۰ مورد تعیین گردید[(۱)].

با استفاده از نرم افزار Infinite (نسخهٔ 3.0.11.4)، تصاویر امآرآی زانو بارگذاری شدند. ابتدا سطح مفصلی در نمای ساژیتال یا کرونال مشخص شد و با کراس لینک کردن در نمای آگزیال حد سطح مفصلی در نمای آگزیال به دست آمد. بیشینهٔ قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در سطح مفصلی اندازه‌گیری شد (شکل ۱). با تغییر فواصل[۲] برش آگزیال در امآرآی، در دو فاصلهٔ پروگزیمال‌تر و دیستال‌تر از مقطع سطح مفصلی، این اندازه‌گیری‌ها دوباره صورت پذیرفت و میانگین قطر تاندون‌ها در ۵ فاصله، اندازه‌گیری و ثبت شد. این اندازه‌گیری‌ها توسط دو نفر، در دو نوبت، به فاصله زمانی ۳ هفته، انجام و ثبت شد. متغیر وابسته، قطر محصول نهایی بود. متغیرهای زیر برای بررسی همبستگی با متغیر وابسته، مورد تحلیل قرار گرفتند.

P2 (بیشترین قطر تاندون ST در ۲ فاصلهٔ پروگزیمال به سطح مفصل).

P1 (بیشترین قطر تاندون ST در ۱ فاصله پروگزیمال به سطح مفصل).

STJ (بیشترین قطر تاندون ST در سطح مفصل).

D1 (بیشترین قطر تاندون ST در ۱ فاصله دیستال به سطح مفصل).

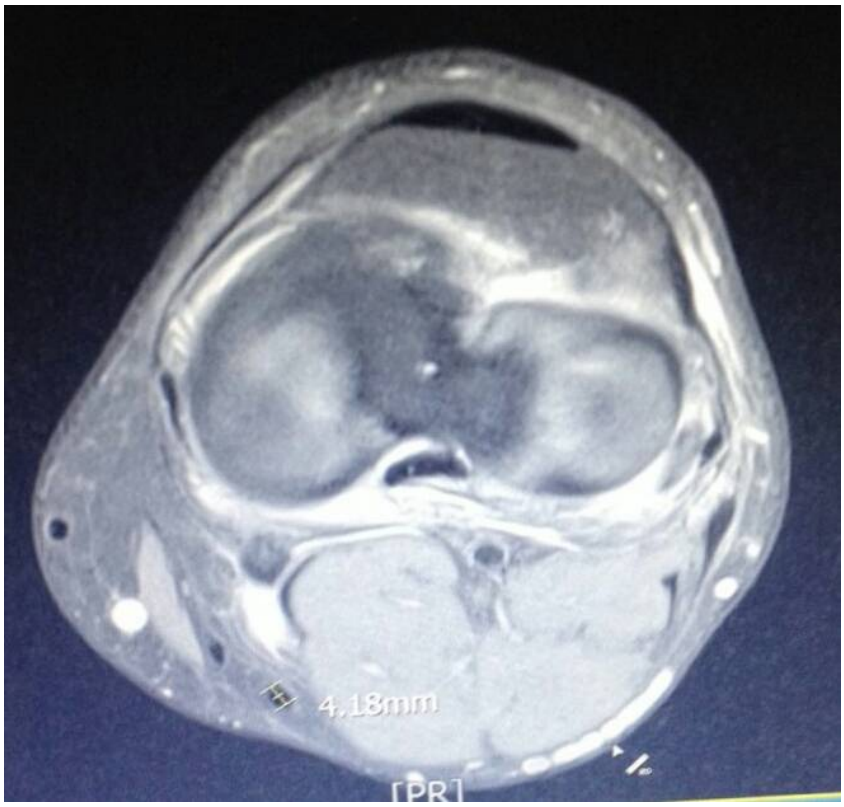
D2 (بیشترین قطر تاندون ST در ۲ فاصله دیستال به سطح مفصل).

هنگامی جراحی، ابتدا برداشت تاندون سمی‌تاندینوسوس صورت می‌گرفت. قطر و طول گرافت هر کدام با ابزار اندازه‌گیری موجود در ست جراحی ACL (شرکت آرتروکس، آمریکا) به تنهایی محاسبه می‌شد. در صورت داشتن طول بیشتر از ۳۴ سانتی‌متر، گرافت به صورت «چهار لا» و در طول‌های کمتر، گرافت به

1. Bickel

۲. فاصله یا space به فاصله بین دو کات متوالی در نماهای مختلف امآرآی گفته می‌شود.

شکل ۱ – تعیین ماکزیمم قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در نمای آگزیال در سطح مفصل، در تصویر تهیه شده با ام آر آی



صورت «سه لا» آماده می‌شد و سپس قطر گرافت که به صورت ۳ یا ۴ لایه جهت بازسازی نهایی رباط صلیبی قدامی آماده می‌شود، اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. در همه موارد گرافت سه لا، تاندون گراسیلیس نیز برداشته و به صورت مجزا آماده می‌شد. قطر گرافت نهایی نیز اندازه‌گیری و ثبت می‌شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل‌های آماری مربوطه با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲، Chicago, IL, US) انجام شد. رگرسیون خطی برای شناسایی رابطه میان اندازه‌گیری‌های پیش از عمل و حین عمل (قطر گرافت) انجام شد. ضریب همبستگی با توجه به تعداد نمونه، هم بر اساس اسپیرمن، و هم پیرسون به‌دست آمد.

نتایج

در این مطالعهٔ آینده‌نگر، ۲۰ بیمار مرد بالغ، با میانگین سنی ۲۸ سال بررسی شدند. در ۴ مورد طول گرافت سمی‌تاندینوسوس بیشتر از ۳۴ سانتی متر بود که قطر گرافت‌های چهار لای بزرگتر یا مساوی ۹ میلی متر داشتند. در همهٔ این موارد قطر گرافت سمی‌تاندینوسوس بیشتر از ۴/۶ میلی‌متر در دو فاصله دیستال به مفصل بود (موارد ۱، ۱۵، ۱۶ و ۲۰ جدول یک). در ۱۶ مورد دیگر، تاندون گراسیلیس نیز برداشته شد.

قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در پنج سطح و قطر گرافت‌های نهایی در جدول ۱ آمده‌اند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند و جدول‌های همبستگی میان تمام متغیرهای مذکور به دست آمد.

ارزش احتمال‌های (p-value) مربوطه در جدول‌های ۲ و۳ آمده‌اند.

در میان متغیرهای مستقل، D2 قوی‌ترین همبستگی را با محصول نهایی داشت به طوری که در اندازه‌گیری با ام آر آی حداقل قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس برابر با ۳/۴ میلی‌متر در سطح D2 بود که در هنگام عمل جراحی گرافتی با اندازهٔ مناسب به دست می دهد (p-value<0.05).

جدول ۱ – قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس اندازه‌گیری شده توسط ام‌آرآی در نمای آگزیال، در ۵ سطح تعیین شده و قطر محصول نهایی.

بیمار	سن سال	طول گرافت cm	*P1 mm	**P2 mm	***Joint mm	†D1 mm	††D2 mm	قطر نهایی††† mm
۱	۲۵	۳۴	۳/۷۶	۳/۸۳	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۷۰	۹/۵۰
۲	۲۹	۲۹	۴/۰۰	۴/۸۰	۵/۰۰	۴/۸۰	۴/۶۵	۹/۰۰
۳	۳۲	۲۸	۴/۰۰	۴/۶۹	۴/۹۰	۴/۳۰	۴/۰۰	۹/۰۰
۴	۲۶	۲۹	۴/۱۳	۴/۴۵	۴/۵۵	۴/۴۴	۴/۵۰	۸/۰۰
۵	۲۸	۲۹	۴/۵۰	۴/۴۰	۴/۱۶	۴/۵۰	۴/۵۰	۸/۰۰
۶	۲۷	۲۸	۴/۱۰	۴/۲۴	۴/۳۳	۴/۷۰	۴/۳۵	۸/۰۰
۷	۲۷	۳۰	۳/۸۰	۳/۸۰	۳/۷۶	۳/۶۰	۳/۵۰	۹/۵۰
۸	۳۲	۳۰	۴/۰۰	۴/۱۰	۴/۴۰	۴/۷۰	۴/۹۰	۱۰/۰۰
۹	۳۰	۲۸	۳/۵۰	۴/۰۲	۳/۷۰	۳/۳۰	۳/۴۰	۸/۰۰
۱۰	۳۲	۲۸	۴/۸۰	۴/۶۰	۴/۰۰	۴/۱۰	۴/۰۰	۸/۰۰
۱۱	۲۲	۲۹	۳/۶۵	۴/۱۲	۴/۰۰	۳/۰۰	۳/۴۰	۸/۰۰
۱۲	۲۵	۳۱	۳/۵۰	۳/۹۰	۳/۵۰	۳/۸۹	۳/۸۰	۸/۰۰
۱۳	۳۴	۳۰	۳/۵۰	۳/۶۰	۴/۰۰	۳/۵۰	۳/۷۸	۹/۰۰
۱۴	۲۶	۲۹	۳/۶۹	۳/۶۰	۳/۸۰	۳/۳۰	۳/۶۰	۸/۵۰
۱۵	۲۸	۳۵	۴/۴۰	۴/۵۰	۵/۲۰	۵/۰۰	۴/۶۷	۹/۰۰
۱۶	۳۳	۳۴	۴/۲۰	۴/۴۵	۵/۱۰	۵/۰۰	۴/۶۰	۹/۰۰
۱۷	۲۹	۲۸	۳/۹۸	۴/۵۷	۴/۷۶	۴/۷۰	۴/۰۰	۹/۵۰
۱۸	۲۵	۲۹	۴/۳۰	۴/۸۱	۴/۶۵	۴/۵۰	۴/۵۰	۹/۰۰
۱۹	۳۳	۲۸	۳/۸۰	۳/۸۷	۳/۹۸	۳/۸۰	۴/۵۰	۸/۵۰
۲۰	۲۶	۳۶	۴/۳۰	۴/۴۰	۴/۴۵	۴/۹۰	۵/۱۰	۱۰/۰۰

* قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در یک فاصله پروکسیمال از سطح مفصل در ام آر آی
** قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در دو فاصله پروکسیمال از سطح مفصل در ام آر آی
*** قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در سطح مفصل در ام آر آی
† قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در یک فاصله پروکسیمال از سطح مفصل در ام آر آی
†† قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در دو فاصله پروکسیمال از سطح مفصل در ام آر آی
††† قطر گرافت نهایی

جدول ۲ – همبستگی میان محصول نهایی و مقادیر قطر تاندون سمی تاندینوسوس در سطوح مختلف بر اساس ضریب همبستگی پیرسون

قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در مقاطع مختلف / قطر گرافت به دست آمده	P1	P2	Joint	D1	D2
همبستگی پیرسون	0.026	0.040	0.360	0.386	0.452
سطح معناداری (p-value)	0.912	0.867	0.119	0.093	0.045

جدول ۳ – همبستگی میان محصول نهایی و مقادیر قطر تاندون سمی تاندینوسوس در سطوح مختلف بر اساس ضریب همبستگی اسپیرمن

قطر تاندون سمی تاندینوس در مقاطع مختلف / قطر گرافت به دست آمده	P1	P2	Joint	D1	D2
همبستگی اسپیرمن	0.054	0.008	0.357	0.391	0.496
سطح معناداری (p-value)	0.820	0.974	0.122	0.088	0.026

بحث

پیش‌بینی اندازهٔ قطر گرافت همسترینگ پیش از عمل می‌تواند در برنامه‌ریزی جراحی مفید واقع شود. در این مطالعه هدف ما به دست آوردن روش اندازه‌گیری بر پایهٔ ام آر آی برای تعیین قطر گرافت نهایی با اندازهٔ مناسب جهت افزایش ثبات زانو بوده است.

روش‌های متفاوتی برای تعیین قطر نهایی گرافت پیشنهاد شده است. اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک با نتایج متفاوتی همراه بوده است. اندازه‌گیری‌های بر پایهٔ «ام آر آی» بر اساس روش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد. بیکل (Bickel BA) و همکاران، ورنکه (Wernecke G)و همکاران، و گراو (Grawe BM) و همکاران، این کار را با اندازه‌گیری سطح مقطع در برش عرضی در سطوح مختلف و به وسیله نرم‌افزار انجام دادند. در هر روش، نخست، نیاز به تعیین سطح مناسب برای اندازه‌گیری سطح مقطع هر دو تاندون سمی‌تاندینوسوس و گراسیلیس می‌باشد و سپس، نیاز به دسترسی به سیستم رادیولوژی برای اندازه‌گیری مقطع عرضی هر تاندون در سطح مشخص شده و سپس جمع این مقادیر و رسیدن به یک محدودهٔ اطمینان. این کار احتیاج به محاسبه و گذاشتن وقت برای تعیین حدود گرفت ها دارد، از طرفی دسترسی به آن برای عموم جراحان ارتوپد میسر نیست[۱۰،۱۴و۱۵]. در روش پیشنهادی ما، یک حداقل قطر در یک سطح به عنوان شاخص پیش‌بینی‌کنندهٔ قطر نهایی گرافت مطرح شده است. تعیین این سطح بسیار ساده‌تر از روش‌های دیگر است و تنها نیاز به تعیین سطح مفصل دارد. بعد از این کار، هر فرد بر روی هر سیستمی و بدون داشتن work station رادیولوژی، کافی است که دو فاصلهٔ دیستال به سطح مفصل را با استفاده از موشواره[3] یا کلید جابجایی صفحه[4] تعیین کند. برای اندازه‌گیری تنها نیاز به استفاده از نرم‌افزار خط‌کش است که بر روی مشاهده‌گرهای غیراختصاصی وجود دارد و احتیاج به هیچ محاسبه‌ای ندارد. با تعیین حدود سطح مفصلی و تعیین قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در دو فاصلهٔ دیستال‌تر از آن، می‌توان از حداقل قطر گرافت نهایی آگاهی یافت، به طوری که حداقل قطر تاندون ۳/۴ میلی‌متر می‌تواند پیش‌بینی‌کنندهٔ گرافت نهایی با قطر بیش از ۸ میلی‌متر باشد.

مطالعه حاضر محدودیت‌هایی هم دارد. هر چند که اندازه‌گیری قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در مقایسه با اندازه‌گیری سطح مقطع عرضی ساده‌تر است اما احتیاج به آشنایی پایه‌ای با برخی ابزارهای موجود در میله ابزار نرم افزار مشاهده‌گر دارد .در این مطالعه، اندازه‌گیری تصویر و نیز جراحی توسط دو نفر صورت می‌پذیرفت که با توجه به آگاهی پژوهشگر از بیماران می‌تواند باعث سوگرفتن انتخاب شود، هر چند که وجود خط‌کش و اندازه‌گیری قطر تاندون با ابزار یکسان از یک شرکت (آرتروکس) می‌تواند از این سوگرفتن تا حدودی جلوگیری کند. می‌توان با افزایش تعداد بیماران و نیز یکسویه یا دوسویه کور کردن مطالعه در نحوهٔ اندازه‌گیری، دقت مطالعه را افزایش داد.

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری قطر تاندون سمی‌تاندینوسوس در دو فاصله از سطح مفصل در نمای آگزیال، ضریب همبستگی خوبی با قطر گرافت نهایی دارد. این تکنیک می‌تواند به جراح برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب گزینهٔ مناسب درمان و نوع گرافت یاری رساند.

3. Mouse
4. Page up and down key

منابع

1. Bickel BA, Fowler TT, Mowbray JG, Adler B, Klingele K, Phillips G. Preoperative Magnetic Resonance Imaging Cross-Sectional Area for the Measurement of Hamstring Autograft Diameter for Reconstruction of the Adolescent Anterior Cruciate Ligament. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery 2008; 24(12):1336–41.
2. Larsen MW, Garrett WE, DeLee JC, Moorman CT. Surgical Management of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Patients With Open Physes. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 2006; 14(13):736–44.
3. Kocher MS, Saxon HS, Hovis WD, Hawkins RJ. Management and Complications of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Skeletally Immature Patients: Survey of The Herodicus Society and The ACL Study Group. Journal of Pediatric Orthopaedics 2002; 22(4):452. Available from: URL:https://pdfs.journals.lww.com/pedorthopaedics/2002/07000/Management_and_Complications_of_Anterior_Cruciate.8.pdf.
4. Mariscalco MW, Flanigan DC, Mitchell J, Pedroza AD, Jones MH, Andrish JT et al. The Influence of Hamstring Autograft Size on Patient-Reported Outcomes and Risk of Revision After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Cohort Study. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery 2013; 29(12):1948–53.
5. Spragg L, Chen J, Mirzayan R, Love R, Maletis G. The Effect of Autologous Hamstring Graft Diameter on the Likelihood for Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Am J Sports Med 2016; 44(6):1475–81.
6. Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ, Dhawan A. Hamstring Autograft Size Can Be Predicted and Is a Potential Risk Factor for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery 2014; 30(7):882–90.
7. Magnussen RA, Lawrence JTR, West RL, Toth AP, Taylor DC, Garrett WE. Graft Size and Patient Age Are Predictors of Early Revision After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Autograft. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery 2012; 28(4):526–31.
8. R RC, I ME, P DF, M RC. Prediction of semitendinosus–gracilis graft diameter in children and adolescents using anthropometric measures. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2016; 24(3):702–6.
9. Goyal S, Matias N, Pandey V, Acharya K. Are pre-operative anthropometric parameters helpful in predicting length and thickness of quadrupled hamstring graft for ACL reconstruction in adults?: A prospective study and literature review. International Orthopaedics (SICOT) 2016; 40(1):173–81.
10. Celiktas M. Prediction of the quadruple hamstring autograft thickness in ACL reconstruction using anthropometric measures. Acta Orthop Traumatol Turc 2013; 47(1):14–8.
11. Corey S, Mueller T, Hartness C, Prasad BM. Correlation of intra-operative hamstring autograft size with pre-operative anthropometric and MRI measurements. Journal of Orthopaedics 2018; 15(4):988–91.
12. Tuman JM, Diduch DR, Rubino LJ, Baumfeld JA, Nguyen HS, Hart JM. Predictors for Hamstring Graft Diameter in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Am J Sports Med 2017; 35(11):1945–9.
13. Hanna A, Hollnagel K, Whitmer K, John C, Johnson B, Godin J et al. Reliability of Magnetic Resonance Imaging Prediction of Anterior Cruciate Ligament Autograft Size and Comparison of Radiologist and Orthopaedic Surgeon Predictions. Orthopaedic Journal of Sports Medicine 2019; 7(12):232596711988959.
14. Wernecke G, Harris IA, Houang MTW, Seeto BG, Chen DB, MacDessi SJ. Using Magnetic Resonance Imaging to Predict Adequate Graft Diameters for Autologous Hamstring Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery 2011; 27(8):1055–9.
15. Grawe BM, Williams PN, Burge A, Voigt M, Altchek DW, Hannafin JA et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Autologous Hamstring. Orthopaedic Journal of Sports Medicine 2016; 4(5):232596711664636.