

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comparison of Transportal Versus Transtibial Femoral Tunnel Placement

Amir Mohammad Navali¹, Mohammad Reza Hatami^{2*}

¹Associate Professor, Shahid Ghazi Hospital, School of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

²Research center for Rehabilitation and Physical Therapy, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received: 17 Jan, 2013

Accepted: 1 Sep, 2013

Abstract

Background and Objectives: Anterior Cruciate Ligament (ACL) tear is one of the most common sport injuries of the knee and arthroscopic reconstruction by bone drilling and graft placement is the accepted treatment. The aim of this study was to compare the results of two different techniques of ACL reconstruction namely transportal (anatomic) and transtibial (non-anatomic) femoral tunnel drilling.

Material and Methods: In a comparative clinical study, 60 ACL-deficient patients were operated using transportal ACL reconstruction and compared with another 60 patients treated with transtibial technique. They were compared in terms of performance and ligament stability.

Results: Our results showed that comparing the two groups, there were no differences in terms of Lysholm score (transtibial: 96.2 versus transportal: 97.2), post-operative Tegner score (transtibial: 6.3 versus transportal: 6.6) and knee range of motion but IKDC score was significantly better in the transportal group ($p < 0.001$).

Conclusion: Anatomic transportal ACL reconstruction technique yields superior results in terms of knee ligament stability comparing to non-anatomic transtibial femoral tunnel drilling.

Keywords: ACL reconstruction, Femoral tunnel drilling, Anteromedial portal, Transtibial drilling

*Corresponding author:

E-mail: amir_navali@yahoo.com

مقاله پژوهشی

مقایسه بازسازی رباط صلیبی قدامی بوسیله تکنیک ترانس تیبیال در مقابل تکنیک پورتال آنترومدیال

امیر محمد نوالی^۱، محمدرضا حاتمی^۲

^۱گروه ارتوپدی، بیمارستان شهید قاضی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
^۲مرکز تحقیقات طب فیزیکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۲/۳/۲۷ پذیرش: ۹۲/۶/۱۰

چکیده

زمینه و اهداف: پارگی لیگامان صلیبی قدامی یکی از شایعترین آسیب های ورزشی زانو است و بازسازی لیگامانی به روش آرتروسکوپی یک درمان انتخابی آن می باشد. هدف از این مطالعه بررسی مقایسه نتایج بازسازی رباط صلیبی قدامی با دو روش آناتومیک (ترانس پورتال) و غیر آناتومیک (ترانس تیبیال) می باشد.

مواد و روش ها: در یک مطالعه تحلیلی (مقایسه ای) ۱۲۰ بیمار با پارگی رباط صلیبی قدامی زانو در دو گروه ۶۰ نفری با دو روش جراحی ترانس تیبیال و ترانس پورتال تحت عمل جراحی بازسازی لیگامان صلیبی (ACL Reconstruction) قرار گرفتند و از نظر عملکردی و ثبات لیگامانی با یکدیگر مقایسه شدند.

یافته ها: در این مطالعه، از نظر معیارهای Lysholm score (۹۶/۲: ترانس تیبیال-۹۷/۲: ترانس پورتال) و Tegner score (۶/۳: ترانس تیبیال-۶/۶: ترانس پورتال) و در دامنه حرکات زانو تفاوت معناداری بین دو گروه یافت نشد ولی از نظر مقایسه پایداری لیگامانی زانو (IKDC) بطور معنی داری در گروه ترانس پورتال نتایج بهتری به دست آمد ($p < ۰/۰۰۱$).

نتیجه گیری: استفاده از تکنیک ترانس پورتال در بازسازی رباط صلیبی قدامی بصورت معنی دار ثبات لیگامانی را نسبت به تکنیک ترانس تیبیال افزایش می دهد.

کلید واژه ها: بازسازی رباط صلیبی قدامی، تکنیک، ترانس تیبیال، ترانس پورتال

*ایمیل نویسنده رابط: amir_navali@yahoo.com

مقدمه

برتری تکنیک one-incision بر two-incision وجود ندارد. روش ترانس تیبیال با برطرف کردن برش لترال و کاهش زمان عمل جراحی با موریدیتی کمتری همراه است و نتایج بالینی قابل قبول با این روش گزارش شده است. مطالعات اخیر نشان داده است که یکی از دلایل ناموفق بودن عمل جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی قرار دادن کانال فمورال در ناحیه غیر آناتومیک می

عمل جراحی آرتروسکوپی بازسازی رباط صلیبی قدامی به صورت تک باندل (Single Bundle) بعنوان استاندارد طلایی درمانی تلقی می شود. در گذشته یکی از متداولترین روش ها استفاده از روش two-incision بود که دریل کانال فمورال بروش outside-in تعبیه می شد. روش ترانس تیبیال روش دیگری است که برای ایجاد کانال فمورال استفاده می شود. در حال حاضر شواهدی برای

معاینه گرمورد ارزیابی قرار گرفتند و سایر اطلاعات مورد نیاز بصورت گذشته نگر از فرمهای تکمیل شده اولیه بدست آمد.

تکنیک جراحی Surgical technique

از روش استاندارد one-incision در بازسازی رباط صلیبی قدامی با گرافت اتولوگوس (Autologous Bone Patellar tendon bone graft) با فیکساسیون بوسیله Bioabsorbable interference screw بصورت روتین در هر دو روش استفاده شد. در روش ترانس تیپال زانو حدود ۹۰ درجه خم می شود و Tibial Jig در قسمت مدیال نسبت به توپروزیته تیبا و با زاویه حدود ۲۰ درجه در صفحه فروتنال و ۵۰ درجه در صفحه ساجیتال روی تیبا قرار داده می شود و guide pin با این زاویه وارد تیبا شده بصورتی که در محاذات لبه خلفی شاخ قدامی منیسک لترال و از مدیال tibial spine خارج شود (ACL Footprint). بر اساس سایز گرافت کانال، تیبا ریم (ream) می شود. سپس گاید فمورال را از داخل کانال تیپالی ریم شده وارد و در محل اتصال رباط صلیبی قدامی در ایترکنیدیل ناچ قرار داده و بسته به طول و قطر قسمت استخوانی graft تونل فمورال ریم (ream) میشود. در روش ترانس پورتال نیز محل کانال تیبا را در قسمت اتصال رباط صلیبی قدامی (ACL Footprint) قرار گرفته و کانال را بر اساس قطر گرافت ریم میشود. سپس زانو در حدود ۱۱۰ درجه هیپرفلکس می شود و گاید فمورال از پورتال آرتروسکوپ آنترومدیال (Low Anteromedial Arthroscopic Portal) وارد و بر اساس سایز گرافت مرکز ساکت فمورال مشخص می گردد. باید دقت شود که پس از اتمام ریم حدود ۳-۲ میلیمتر از دیواره خلفی کوندیل فمور سالم باقی بماند. تونل در جای آناتومیک و در ساعت حدود ۹ برای زانوی راست و ساعت ۳ برای زانوی چپ قرار داده میشود. در نهایت بعد از فیکساسیون ایزومتر، impingement و tension گرافت بررسی می شود.

در این مطالعه توانبخشی استاندارد مشابه برای هر دو گروه صورت گرفت. داده های بدست آمده از مطالعه بوسیله روش های آماری (فراوانی درصد و میانگین $\pm$ انحراف معیار) برای بیان توصیفی داده ها استفاده شد. جهت بررسی اختلاف بین دو گروه در مورد داده های کمی اندازه گیری شده بعد از بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون آماری مقایسه میانگین ها (Independent T test) استفاده شد و داده های کیفی از طریق آزمون فراوانی ها Chi-square بررسی شدند. در تمامی موارد $p < 0.05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

در این مطالعه تعداد ۱۲۰ بیمار با پارگی رباط صلیبی قدامی در ۲ گروه ۶۰ نفری با دو روش مختلف مورد مطالعه قرار گرفتند. در اکثریت بیماران (۸۲.۵٪) آسیب ها بدنبال ترومای ورزشی بودند. از نظر یافته های دموگرافیک و تست های عملکردی که در جدول ۱ قابل مشاهده است بین دو گروه تفاوتی وجود نداشت. از نظر بررسی ثبات لیگامانی قدامی-خلفی و چرخشی توسط تستهای Ant Drawer test, Lachman test, pivot shift test, طبق معیارهای

باشد. ایجاد تونل فمورال به روش ترانس تیپال گرافت را در ناحیه غیر آناتومیک در محل کندیل فمور قرار می دهد. بازسازی رباط صلیبی قدامی به روش دو باندل (double bundle) روش جدیدتر جراحی است که برای حل مشکل بازسازی غیر آناتومیک مطرح شده است. تکنیک دو باندل پایداری زانو را از طریق دو باندل آناتومیک حفظ می کند. بهر حال بطور متقاعدکننده ای ثابت نشده که روش بازسازی رباط صلیبی قدامی به صورت دو باندل از روش تک باندل ارجح است. علاوه بر این برتری تئوریک بازسازی بروش دوباندل با در نظر گرفتن دشواری عمل جراحی بطور واضح مشخص نمی باشد. استفاده از تکنیک تک باندلی (single bundle) با پورتال آنترومدیال برای دریل کردن کانال فمورال بعنوان روشی برای قرار دادن گرافت در محل آناتومیک آن و بهبود پایداری چرخشی بدون دشواری و پیچیده شدن جراحی پیشنهاد شده است. در روش ترانس تیپال موقعیت کانال فمورال تحت تاثیر کانال تیپال قرار دارد، در حالیکه در تکنیک پورتال آنترومدیال آزادی عمل زیادی برای جراح در قرار دادن کانال فمور در موقعیت آناتومیک مهیا می شود. هدف از این مطالعه مقایسه نتایج بازسازی تک باندلی رباط صلیبی قدامی با اتوگرافت تاندون پاتلا (BPTB) با استفاده از روش ترانس تیپال و ترانس پورتال برای قرار دادن کانال فمورال می باشد.

مواد و روش ها

در یک مطالعه تحلیلی (مقایسه ای) در بخش ارتوپدی مرکز آموزشی و درمانی شهید قاضی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ۱۲۰ بیمار با پارگی یکطرفه رباط صلیبی قدامی زانو که طی شهریور ۸۸ تا دی ماه ۹۰ تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند، وارد مطالعه شدند. در این مطالعه ۶۰ بیمار با روش ترانس تیپال (trans tibial femoral tunnel drilling) و ۶۰ بیمار با روش ترانس پورتال (transportal femoral tunnel drilling) تحت درمان قرار گرفته اند. تمامی جراحی ها توسط یک جراح (امن) انجام شده بود و تنها تفاوت تکنیکی در دو گروه در تکنیک دریل کانال فمورال بود. روش تک باندل (Single Bundle) به صورت ترانس پورتال از آذر ماه ۸۹ در این مرکز انجام گرفت و نظر به اینکه تمام عملهای جراحی رباط صلیبی قدامی قبل از این تاریخ بروش ترانس تیپال صورت می گرفت، بیماران تحت جراحی در ماههای آذر و دی به خاطر جلوگیری از learning curve effect وارد مطالعه نشدند. معیارهای ورود شامل بیماران در محدوده سنی ۴۵-۱۸ با آسیب ایزوله رباط صلیبی قدامی و یا همراهی با آسیب مختصر منیسک (بدون نیاز به ترمیم) که تحت بازسازی رباط صلیبی قدامی که به روش آرتروسکوپیک با گرافت اتولوگ تاندون پاتلا (BPTB) قرار گرفتند، بودند. بیماران یک بار در پایان دوره پیگیری (حداقل یکساله) مورد معاینه قرار گرفتند. دامنه مدت پیگیری ۱۲ تا ۳۰ ماه (میانگین ۱۷ ماه) بود. کلیه بیماران از نظر تستهای عملکردی Lysholm score, Tegner score، و پایداری زانو از نظر بالینی با تستهای Pivot shift test, Lachman test, Ant drawer

IKDC در روش ترانس تیبیال ۱۶/۷٪ و در روش ترانس پورتال ۵۱/۷٪ در گروه A بودند ($P < ۰/۰۰۱$) که دارای تفاوت آماری معنی دار می باشد. از نظر وضعیت دامنه حرکتی بعد از عمل طبق معیارهای IKDC در گروه ترانس تیبیال ۸۸/۳٪ در گروه A و در ترانس پورتال ۹۳/۳٪ در گروه A بودند ($P = ۰/۵۲۹$). فاصله زمانی از جراحی تا معاینه نهایی در گروه ترانس تیبیال ۳۱/۴ ماه و در ترانس پورتال ۱۶/۲ ماه بود که تفاوت معنا دار می باشد و ما برای اینکه در مطالعه خللی ایجاد نشود حداقل زمان post op برای ورود به مطالعه را ۱۲ ماه در نظر گرفته ایم و فکر می کنیم این زمان برای باز توانی و بازگشت عملکرد بیمار مناسب باشد.

جدول ۱: مقایسه یافته های دموگرافیک و تست های عملکردی در پایان دوره پیگیری بین دو گروه

متغیر	گروه ترانس تیبیال N=۶۰	گروه ترانس پورتال N=۶۰	مقدار P
جنس (مرد/زن)	۵/۵۵	۵/۵۵	۰/۳
سن (سال)	۳۱/۵±۱۰/۵	۳۰/۶±۱۱	۰/۲
امتیاز عملکردی Lysholm	۹۶/۲±۷/۴	۹۷/۲±۵/۶	۰/۵
درجه فعالیت Tegner	۶/۳±۱/۲	۶/۶±۱/۴	۰/۳
آسیب غیر ورزشی	۱۲ (۲۰٪)	۱۲ (۲۰٪)	۰/۴

بحث

هدف از این مطالعه مقایسه نتایج بالینی و عملکردی بازسازی رباط صلیبی قدامی بصورت تک باندل (SB) با دوروش ترانس تیبیال و ترانس پورتال برای دریل تونل فمورال (femoral socket) بود. کمبود مطالعه در مورد مقایسه این دو تکنیک جراحی این مطالعه را دارای اعتبار درونی بالایی می کند و حجم نمونه هم به میزانی کافی است که بطور واضح بتواند تفاوت در نتایج بالینی را نشان بدهد. علیرغم اینکه بسیاری از مولفین در سالهای گذشته نتایج مغایری را در استفاده از روش ترانس تیبیال در مقایسه با ترانس پورتال گزارش کرده اند (۲۴-۶)، یافته های اصلی در این مطالعه موید آن است که استفاده از تکنیک ترانس پورتال بطور واضح پایداری قدامی-خلفی و چرخشی را نسبت به روش ترانس تیبیال بهتر می کند ولی تغییرات واضح در Lysholm score و Tegner score در پیگیری ۱۲ ماهه ایجاد نمی کند. بسیاری از مطالعات جدید نیز نتایج مشابهی بدست آورده اند (۳۰، ۲۸، ۲۶ و ۲۵ و ۱۷). قرار گرفتن گرافت در قسمت قدام در کندیل فمور باعث بی ثباتی قدامی-خلفی زانو می شود (۲۳) و نیز قرارگیری عمودی رباط صلیبی قدامی در اینترکندیل فمور در صفحه کروئال (vertical graft) موجب افزایش امکان چرخش به داخل تیبیا نسبت به فمور و مثبت شدن pivot shift می شود (۲۷ و ۲۰). از طرفی مشخص شده است که روش ترانس تیبیال بصورت تک باندل (Single Bundle) کانال فمور را در مقایسه با رباط صلیبی قدامی نرمال در اینترکندیل فمور قدامی و عمودتر قرار می دهد (۲۴ و ۱۲ و ۳). با این حال مولفین دیگری تاکید می کنند که قرار دادن کانال فمورال در خلف با هر دو روش مقدور می باشد (۱۱ و ۱۵). در مطالعات رادیوگرافیکی که اخیرا صوت گرفته نشان داده شده است که دریل کانال فمورال از طریق پورتال آنترومدیال منجر به قرارگیری کانال فمورال در قسمت خلف تر و نزدیک تر به رباط صلیبی قدامی نرمال در مقایسه با روش ترانس

تیبیال می شود (۱۲) و این می تواند استدلالی برای بهبود ثبات قدامی-خلفی-زانو در روش ترانس پورتال باشد. از طرفی مشخص شده است که در صفحه فرونتال دریل کانال فمور در قسمت لترال اینترکندیلار ناچ از طریق پورتال آنترومدیال نسبت به ترانس تیبیال در موقعیت مایل تری قرار می گیرد (۱۲). در رابطه با مطالعات بیومکانیکال صورت گرفته توسط Loh و همکاران (۲۱) قرار دادن کانال فمور در ساعت ۹ نسبت به ۱۱ در روش تک باندل ثبات چرخشی بهتری را به زانو می دهد. Rue و همکاران نشان دادند که ساعت ۱۰/۳۰ با روش ترانس تیبیال قابل دستیابی می باشد (۳۱). اکثر مطالعات گزارش کرده اند که فقط ساعت ۱۱ باروش ترانس تیبیال قابل دستیابی می باشد در صورتی که ساعت ۹ و ۱۰ به راحتی با روش ترانس پورتال بدست می آید (۲۷ و ۱۷). نتایج مطالعه ما هم این یافته ها را تایید می کند چرا که روش آنترومدیال ثبات چرخشی بهتری نسبت به ترانس تیبیال ایجاد کرده است. در تلاش برای بهتر قرار دادن موقعیت گرافت در کانال فمور Golish و همکاران پیشنهاد کرده اند که کانال تیبیا را از نقطه ای مدیال تر دریل کرد (۱۶). در مطالعه دیگری توسط Jensen و همکاران، سطح فعالیت بالاتری در پایان درمان (high level activity) در موارد قرارگیری مایل کانال فمورال مشاهده شده است (۳۲). برخی از مولفین تاکید می کنند که برای قرارگیری آنا تومیک رباط صلیبی قدامی در کانال فمورال می بایست محل دریل تونل تیبیا در مدیال و نزدیک خط مفصلی باشد. این روش منجر به ایجاد یک کانال تیبیای کوتاه و نزدیک به فضای مفصلی می شود که می تواند باعث graft tunnel mismatch، آسیب به لیگامان کولترال داخلی (MCL) و اختلال در فیکسسیون گرفت شود. در روش retrograde femoral drilling نیاز به فلکسیون زانو بیش از ۱۰۰ درجه وجود ندارد و این مزیت این روش نسبت به پورتال آنترومدیال می باشد (۲۹). مزیت های روش ترانس پورتال شامل موارد زیر است: کانال تیبیا و فمور بدون وابستگی بهم زده می شود، ایجاد کانال فمور در هیپرفلکسیون زانو خطر آسیب به دیواره خلفی را کاهش می دهد، در این روش براحتی و بدون مشکل می توان foot print رباط صلیبی قدامی را حفظ کرد، از همان محل پورتال براحتی بعلت پارالل بودن می توان پیچ قسمت فمورال را وارد نمود، محل رباط صلیبی قدامی در فمور بصورت آنا تومیک تر قرار می گیرد و نسبت به روش دو باندل (DB) هم جراحی اولیه و revision آن راحت تر است. محدودیتهایی که در این روش وجود دارد عبارتند از: ۱) برای قرارگیری کانال فمورال نیاز به ۱۱۰-۱۲۰ فلکسیون زانو می باشد و وقتی از leg holder استفاده می شود دید و تجسم سه بعدی چالش برانگیز می شود، ۲) تکنیک های فیکسسیون متعددی برای گرفت ترانس تیبیال طراحی شده که برای ترانس پورتال مناسب نمی باشد.

یکی از محدودیت های این مطالعه طولانی بودن زمان باز توانی و زمان پیگیری بعد از عمل در گروه ترانس تیبیال نسبت به ترانس پورتال بود. با این حال حداقل زمان یکساله که برای پیگیری گروه ترانس پورتال وجود دارد برای انجام باز توانی و برگشت به فعالیت فرد تقریباً کافی می باشد (۱۳ و ۹). محدودیت

دیگر مطالعه حاضر، غیر اتفاقی بودن انتخاب بیماران در دو گروه بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه استفاده از روش ترانس پورتال در بازسازی رباط صلیبی قدامی باعث ایجاد ثبات لیگامانی بهتری نسبت به روش ترانس تیبیال می شود چرا که رباط بازسازی شده در محل آناتومیک تری قرار می گیرد.

تقدیر و تشکر

بخشی از هزینه انجام این طرح با همکاری مرکز تحقیقات طب فیزیکی و توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز صورت گرفت. از کلیه همکارانی که در اجرای این طرح به ما یاری رساندند کمال تشکر را داریم.

References

- Alentorn-Geli E, Lajara F, Samitier G, Cugat R. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; **10**(3): 57-69.
- Allen CR, Giffin JR, Harner CD. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am* 2003; **34**: 79-98.
- Arnold MP, Kooloos J, Van Kampen A. Single-incision technique misses the anatomical femoral anterior cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; **9**: 194-199.
- Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four strand hamstring tendon auto graft compared with patellar tendonbone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2001; **29**: 722-728.
- Bach BR. Arthroscopy assisted patellar tendon substitution for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Knee Surg* 1989; **2**: 3-20.
- Basdekis G, Abisafi C, Christel P. Influence of knee flexion angle on femoral tunnel characteristics when drilled through the anteromedial portal during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2008; **24**: 459-464.
- Beard DJ, Anderson JL, Davies S, Price AJ, Dodd CAF. Hamstrings versus patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee* 2001; **8**: 45-50.
- Bottoni CR, Rooney RC, Harpstrite JK, Kan DM. Ensuring accurate femoral guide pin placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Orthop* 1998; **27**: 764-766.
- Cascio BM, Culp L, Cosgarea AJ. Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med* 2004; **23**: 395-408.
- Cha PS, Chhabra A, Harner CD. Single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using the medial portal technique. *Oper Tech Orthop* 2005; **15**: 8995.
- Chhabra A, Kline AJ, Nilles KM, Harner CD. Tunnel expansion after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous hamstrings: a comparison of the medial portal and transtibial techniques. *Arthroscopy* 2006; **22**: 1107-1112.
- Dargel J, Schmidt-Wiethoff R, Mader K, Koebke J, Schneider T. Femoral bone tunnel placement using the transtibial tunnel for the anteromedial portal in ACL reconstruction: a radiographic evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; **17**: 220-227.
- D'Elia BS. Current practices and opinion in ACL reconstruction and rehabilitation: results of a survey of the American Orthopedic Society for Sports Medicine. *Am J Knee Surg* 2009; **14**: 85-91.
- Gavrilidis I, Mosis EK, Pakos EE, Georgoulis AD, Mitsionis G, Xenakis TA. Transtibial versus anteromedial portal of the femoral tunnel in ACL reconstruction: a cadaveric study. *Knee* 2008; **15**: 364-367.
- Giron F, Buzzi R, Aglietti P. Femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using three techniques. A cadaver study. *Arthroscopy* 1999; **15**: 750-756.
- Golish SR, Baumfeld JA, Schoderbek RJ, Miller MD. The effect of femoral tunnel starting position on tunnel length in anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study. *Arthroscopy* 2007; **23**: 1187-1192.
- Hantes ME, Zachos VC, Liantis A, Venouziou A, Karantanas AH, Malizos KN. Differences in graft orientation using the transtibial and anteromedial portal technique in anterior cruciate ligament reconstruction: a magnetic resonance imaging study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; **17**(8): 880-886.
- Harner CD, Honkamp NJ, Ranawat AS. Anteromedial portal technique for creating the anterior cruciate ligament femoral tunnel. *Arthroscopy* 2008; **24**: 113-115.
- Heming JF, Rand J, Steiner ME. Anatomical limitations of transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2007; **35**: 1708-1715.
- Lee MC, Seong SC, Lee S, Chang CB, Park YK, Jo H, Kim CH. Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007; **23**: 771-778.
- Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SL. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy* 2003; **19**: 297-304.
- Lubowitz JH. Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket: pitfalls and solutions. *Arthroscopy* 2009; **25**: 95-101.
- Markolf KL, Hame SL, Hunter DM, Oakes DA, Zoric B, Gause P. Finerman GAM Effects of femoral tunnel placement on knee laxity and forces in an anterior

- cruciate ligament graft. *J Orthop Res* 2002; **20**: 1016-1024.
24. Paessler H, Rossis J, Mastrolalos D, Kotsovolos I. Anteromedial versus transtibial technique for correct femoral tunnel placement during arthroscopic ACL reconstruction with hamstrings: an in vivo study. *J Bone Joint Surg Br* 2004; **86**: S234.
25. Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon auto graft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med* 2007; **35**: 564-574.
26. Sajovic M, Vengust V, Komadina R, Tavcar R, Skaza K. A prospective, randomized comparison of semitendinosus and gracilis tendon versus patellar tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. Five-year follow-up. *Am J Sports Med* 2006; **34**: 1933-1940.
27. Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM, Moorman CT. The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy* 2004; **20**: 294-299.
28. Shaieb MD, Kan DM, Chang SK, Marumoto JM, Richardson AB. A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon auto grafts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002; **30**: 214-220.
29. Sohn DH, Garrett WE. Transitioning to anatomic anterior cruciate ligament graft placement. *J Knee Surg* 2009; **22**: 155-160.
30. Wagner M, Käb MJ, Schallock J, Haas NP, Weiler A. Hamstring tendon versus patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction using biodegradable interference fit fixation. A prospective matched-group analysis. *Am J Sports Med* 2005; **33**: 1327-1336.
31. Rue JP, Ghodadra N, Lewis PB, Bach BR. Femoral and tibial tunnel position using a transtibial drilled anterior cruciate ligament reconstruction technique. *J Knee Surg* 2008; **21**: 246-249.
32. Jepsen CF, Lundberg-Jensen AK, Faunoe P. Does the position of the femoral tunnel affect the laxity or clinical outcome of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee? A clinical, prospective, randomized, double-blind study. *Arthroscopy* 2007; **23**: 1326-1333.