

Original Article

Correlation between color doppler ultrasonographic indices and serum creatinine level before and after renal transplantation

Abolhassan Shakeri¹, Hamid Tayebi Khosroshahi², Alireza Mirfakhraei¹, Daniel Fadaei Fouladi³

¹Department of Radiology, School of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences

²Department of Nephrology, School of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences

³Drug Applied Research center, Tabriz University of Medical Sciences

*Corresponding author; E-mail: rosnaz1365@yahoo.com

Received: 5 September 2014 Accepted: 28 October 2014 First Published online: 9 July 2017

Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017 August;39(3):55-60

Abstract

Background: The measurement of color Doppler ultrasonographic indices, such as resistive index (RI) can help in the evaluation of a transplanted kidney. This study sought to examine correlation between color Doppler ultrasonographic indices and serum creatinine levels before and after renal transplantation.

Methods: A total of 100 patients with end stage renal disease undergoing kidney transplantation were enrolled in this study. Serum creatinine levels was measured before transplantation, on day 5 and at the end of the third month after transplantation. Central and peripheral RI values of the transplanted kidney were also documented on day 5 and month 3 posttransplantation.

Results: Creatinine level at the end of third month had positive correlation with central ($r=0.27$ and $p=0.007$) and peripheral RI values ($r=0.26$ and $p=0.009$) in day 5 after transplantation. There was also a significant positive correlation between the serum level of creatinine at the end of the third month and central ($r=0.50$ and $p<0.001$) and peripheral RI values ($r=0.50$ and $p<0.001$) at the third month posttransplantation. At an optimal cut-off point of 0.51 for the central RI on fifth day, the sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value for predicting a malfunctioning transplanted kidney were 93%, 30%, 76%, and 64%, respectively. The corresponding values of the peripheral RI on fifth day were 43%, 67%, 75%, and 33%, respectively using an optimal cut-off point equivalent to 0.70.

Conclusions: Both peripheral and central RI values on day 5 can be used for predicting malfunctioning transplanted kidney.

Keywords: Creatinine; Resistive index; Kidney transplantation.

How to cite this article: Shakeri A, Tayebi Khosroshahi H, Mirfakhraei A, Fadaei Fouladi D. [Correlation between color doppler ultrasonographic indices and serum creatinine level before and after renal transplantation]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017 August;39(3):55-60. Persian.

مقاله پژوهشی

ارتباط بین شاخص های سونوگرافی داپلر رنگی با میزان کراتینین قبل و بعد از پیوند کلیه

ابوالحسن شاکری^۱، حمید طیبی خسروشاهی^۱، علیرضا میرفخرایی^{۱*}، دانیال فدایی فولادی^۲

^۱گروه رادیولوژی و طب هسته ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
^۲گروه نفرولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
^۳مرکز تحقیقات کاربردی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

*نویسنده رابط: ایمیل: rosnaz1365@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۳/۳/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۲۳ انتشار برخط: ۱۳۹۶/۴/۱۸
 مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز، مرداد و شهریور ۱۳۹۶؛ ۳۹(۳): ۵۵-۶۰

چکیده

زمینه: اندازه گیری شاخص های سونوگرافی داپلر رنگی نظیر شاخص مقاومتی (Resistive Index, RI) می تواند در ارزیابی کلیه پیوندی کمک کننده باشد. هدف از این مطالعه ارزیابی ارتباط بین شاخص های سونوگرافی داپلر رنگی با سطح کراتینین سرم قبل و بعد از پیوند کلیه می باشد. **روش کار:** تعداد ۱۰۰ بیمار با نارسایی نهایی کلیوی که تحت پیوند کلیه قرار گرفته بودند، وارد مطالعه شدند. پیش از پیوند و در روز ۵ و انتهای ماه سوم پس از پیوند میزان کراتینین سرم اندازه گیری شد. همچنین در روز پنجم و انتهای ماه سوم پس از پیوند RI مرکزی و محیطی کلیه پیوندی ثبت گردید. **یافته ها:** میزان کراتینین انتهای ماه سوم ارتباط مثبت معنی داری با RI مرکزی ($p=0/007$ و $I=0/27$) و محیطی ($p=0/009$ و $I=0/26$) روز پنجم داشت. به علاوه ارتباط مثبت معنی داری بین میزان کراتینین انتهای ماه سوم و RI مرکزی ($p<0/001$ و $I=0/50$) و محیطی ($p<0/001$ و $I=0/50$) انتهای ماه سوم مشاهده گردید. با تعیین نقطه برش معادل ۰/۵۱ برای RI مرکزی روز پنجم، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی جهت پیش بینی اختلال عملکرد کلیه پیوندی به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۳۰، ۰/۷۶ و ۰/۶۴ بود. این مقادیر برای RI محیطی روز پنجم در نقطه برش مناسب ۰/۷۰، به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۵ و ۰/۳۳ تعیین شد. **نتیجه گیری:** هر دو RI محیطی و مرکزی در روز پنجم می توانند جهت پیش بینی عملکرد نامناسب کلیه پیوندی بکار روند.

کلید واژه ها: پیوند کلیه، کراتینین، سونوگرافی داپلر رنگی، پیوند کلیه

نحوه استناد به این مقاله: شاکری ا، طیبی خسروشاهی ح، میرفخرایی ع، فدایی فولادی د. ارتباط بین شاخص های سونوگرافی داپلر رنگی با سطح کراتینین قبل و بعد از پیوند کلیه. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۶؛ ۳۹(۳): ۵۵-۶۰

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کرییتیو کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

کلیه، وجود هیدرونفروز در کلیه پیوندی، رد حاد پیوند، تنگی بارز شریان کلیوی بافت پیوندی و ترومبوز ورید و یا شریان کلیوی. تمامی بیماران پیش از پیوند کلیه و در روز پنجم و ماه سوم پس از پیوند از نظر آزمایش های بیوشیمیایی، و در روز پنجم و انتهای ماه سوم پس از پیوند از نظر شاخص های سونوگرافی داپلر رنگی کلیه پیوندی تحت بررسی قرار گرفتند. طیف داپلر داخل کلیوی از میانگین طیف داپلر داخل کلیوی در ۳ قطب مختلف کلیه از شریان سگمتال و شریان اصلی کلیوی بدست آمده و شاخص مقاومتی (RI) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

حداکثر سرعت دیاستولیک - حداکثر سرعت سیستولیک = شاخص مقاومتی متغیرهای مورد بررسی شامل سن فرد اهداء کننده و دریافت کننده کلیه پیوندی، بیماری زمینه ای، سطح کراتینین قبل، روز پنجم و انتهای ماه سوم پس از پیوند، و RI محیطی و مرکزی روز پنجم و انتهای ماه سوم پس از پیوند بودند. تمام داده های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ مورد تحلیل و آنالیز قرار گرفتند. ارتباط بین سطوح کراتینین و RI محیطی و مرکزی در بازه های مختلف با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت ارزیابی تغییرات سطح سرمی کراتینین در فواصل مختلف زمانی از آزمون تی جفتی استفاده شد. منحنی (Receiver operator characteristics, ROC) رسم و سطح زیر نمودار جهت تعیین سطح پیش گویی کنندگی RI محیطی و مرکزی در مورد سطح کراتینین بالای ۱/۴ میلی گرم در دسی لیتر در انتهای ماه سوم استفاده شد. با استفاده از نقطه برش به دست آمده، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی برای هر مورد محاسبه گردید. مقدار p کمتر از ۰/۰۵ در این مطالعه معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

در مجموع ۱۰۰ مورد بیمار دریافت کننده کلیه پیوندی شامل ۵۸ مرد (۵۸٪) و ۴۲ زن (۴۲٪) با سن متوسط $34/48 \pm 8/41$ سال (حداقل ۲۰ و حداکثر ۴۹) مورد بررسی قرار گرفتند. از نظر سابقه طبی، دیابت قندی در ۸ مورد (۸٪) و فشارخون بالا در ۱۳ مورد (۱۳٪) وجود داشت. میانگین سنی بیماران اهداء کننده پیوند $26/00 \pm 4/40$ سال (حداقل ۲۰ و حداکثر ۳۸) بود. میانگین سطح کراتینین سرم پیش از پیوند کلیه در دریافت کنندگان عضو پیوندی $8/55 \pm 1/24$ میلی گرم در دسی لیتر (حداقل ۶ و حداکثر ۱۱/۵) بود. میانگین سطح کراتینین سرم و RI محیطی و مرکزی پس از دریافت عضو پیوندی در جدول ۱ خلاصه شده اند. بر اساس نتیجه آزمون تی جفتی میانگین سطح سرمی کراتینین در انتهای ماه سوم پس از پیوند بطور معنی داری نسبت به میانگین سطح کراتینین روز پنجم پس از پیوند کاهش یافته بود ($p < 0/001$). با این وجود، بر

پیوند کلیه به عنوان بهترین شکل درمان برای بیشتر بیماران مبتلا به بیماری انتهایی کلیه در نظر گرفته می شود که حاصل آن، کاهش میزان مرگ و میر و ارتقای کیفیت زندگی است (۱). پیش آگهی دراز مدت بیماران پیوند کلیه به عملکرد مناسب عضو پیوندی بستگی می باشد. مهمترین عواملی که در این زمینه نقش ایفا می کنند شامل سن اهداء کننده و دریافت کننده پیوند، وجود دیابت قندی، وجود یا عدم وجود تطابق ژنتیکی، زمان ایسکمی سرد، عفونت سیتومگالوویروس، دوره های رد حاد پیوند و تأخیر در شروع عملکرد کلیه پیوندی می باشند (۲ و ۳). سونوگرافی داپلر شریان های داخل کلیه جهت ارزیابی اختلال عملکرد کلیه پیوندی و بیماری های عروق کلیه مورد استفاده قرار گرفته است (۴ و ۵). اندازه گیری شاخص مقاومتی (RI) داخل کلیوی که بازتاب دهنده درجه ادم بینابینی در زمینه آسیب ناشی از ایسکمی/پرفیوژن می باشد، یک روش تشخیصی غیرتهاجمی است که امکان ارزیابی همودینامیک کلیه پیوندی را با حساسیت بالایی فراهم می کند و عموماً جهت کسب اطلاعات در زمینه استحکام و عملکرد بافت پیوندی بکار می رود؛ با این حال، در زمینه کارایی این روش در این دسته از بیماران هنوز اختلاف نظر وجود دارد (۶). RI یک شاخص همودینامیک است که با میزان پذیرش عروقی فرد گیرنده مرتبط بوده (۷) و افزایش آن در صورت رد پیوند حاد و نکروز توبولار حاد محتمل می باشد (۸). نشان داده شده که اندازه گیری RI در فاصله نزدیکی پس از پیوند می تواند پیش بینی کننده خوبی جهت ارزیابی عملکرد پیوند باشد (۴). مقادیر بالای RI در بیماران با تأخیر عملکرد کلیه پیوندی گزارش شده است (۵). به علاوه ارزیابی RI نقش مهمی را در پیگیری گیرندگان پیوند ایفا می کند (۶). با این حال، ارتباط بین RI داخل کلیوی که مدت کوتاهی پس از پیوند اندازه گیری شده با سطوح کراتینین بعد از پیوند نامعلوم می باشد. این مطالعه قصد دارد به ارزیابی ارتباط بین شاخص های سونوگرافی داپلر رنگی با سطح کراتینین سرم پس از پیوند کلیه بپردازد.

روش کار

در این مطالعه مقطعی، توصیفی-تحلیلی ۱۰۰ بیمار با بیماری مرحله نهایی کلیه که در فاصله زمانی فروردین ۹۱ تا ابتدای اسفند ۹۲ در بخش پیوند کلیه مرکز آموزشی-درمانی امام رضا (ع) تبریز بستری و تحت جراحی پیوند کلیه قرار گرفته بودند، در صورت نداشتن معیارهای خروج مورد ارزیابی قرار گرفتند. این مطالعه به تصویب کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی تبریز رسیده و رضایت نامه آگاهانه کتبی از بیماران اخذ گردید. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: سابقه نارسایی احتقانی قلبی، تنگی شریان ایلیاک، فیستول شریانی وریدی داخل کلیه، تجمع اطراف

با در نظر گرفتن نقطه برش مناسب ۰/۵۱ برای RI مرکزی روز پنجم پس از پیوند، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۳۰، ۰/۷۶ و ۰/۶۴ محاسبه گردید. با در نظر گرفتن نقطه برش مناسب ۰/۷۰ برای RI محیطی روز پنجم پس از پیوند، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۶۷، ۰/۷۵ و ۰/۳۳ محاسبه گردید.

بحث

همراه با پیوند کلیه، تحقیقات بر روی تکنیک‌های تشخیصی غیرتهاجمی جهت شناسایی عوارض بعد از پیوند نظیر تنگی شریان کلیوی و ترومبوز متمرکز شده‌اند. این روش‌ها به طور قابل اعتمادی نتایج پیوند کلیه و عملکرد بافت پیوندی را پیش‌بینی می‌کنند (۹). تکنولوژی و دستگاه‌های سونوگرافی داپلر طی چند سال اخیر بسیار بهبود یافته و پیشرفت نموده‌اند، به طوری که امروزه از این روش تصویربرداری به عنوان خط اول آزمون غربالگری افت عملکرد بافت در بیماران دریافت‌کننده کلیه پیوندی استفاده می‌شود (۱۰). سونوگرافی داپلر نه تنها روش خوبی در ارزیابی زود هنگام ناکارآمدی احتمالی پیوند می‌باشد، بلکه همچنین یک وسیله غیرتهاجمی، قابل اعتماد و در دسترس برای شناسایی مواردی که از پیوند کلیه سود خواهند برد، و نیز ارزیابی کارایی عمل پیوند می‌باشد (۱۱). در مطالعه حاضر RI محیطی و مرکزی اندازه‌گیری شده در روز پنجم بعد از پیوند برابر ۰/۶۶±۰/۱۱ و ۰/۶۴±۰/۱۲ و در انتهای ماه سوم برابر در هر دو مورد ۰/۶۴±۰/۱۰ بود. در مطالعاتی که در ایران انجام شده، میانگین RI متغیر بوده است: در مطالعه Tayebi Khosroshahi و همکاران (۱۲) در تبریز RI بعد از پیوند برابر ۰/۶±۰/۰۸ گزارش گردید. در مطالعه‌ای دیگر باز هم از تبریز توسط Ardalan و همکاران (۱۳) این میزان به طور متوسط ۰/۶۱±۰/۰۸ گزارش شد. در مطالعه Nouri-Majelana و همکاران (۱۴) RI اندازه‌گیری شده برابر ۰/۶۹±۰/۰۶ گزارش شده است. در مطالعه حاضر ارتباط مستقیم معنی‌داری بین RI مرکزی و محیطی روز پنجم با کراتینین انتهای ماه سوم وجود داشت. به علاوه، RI مرکزی و محیطی انتهای ماه سوم نیز با کراتینین انتهای ماه سوم همبستگی معنی‌دار آماری نشان داد. Ardalan و همکاران (۱۳) نیز در مطالعه خود ارتباط معنی‌داری بین RI با سطوح کراتینین سرمی در روزهای دوم، نهم، شانزدهم و بیست و سوم پس از پیوند نشان دادند. همراستا با این یافته‌ها، Wang و همکاران (۱۵) نیز در مطالعه خود ارتباط مثبت معنی‌داری بین کراتینین سرمی و مقادیر RI گزارش نمودند. Kahraman و همکاران (۴) نیز مشاهده کردند که RI می‌تواند عملکرد کلیوی را طی یک و یک و ۱۲ ماه پس از پیوند پیش‌بینی نماید. همچنین نشان دادند که شاخص‌های سونوگرافی داپلر رنگی نظیر RI اندازه‌گیری

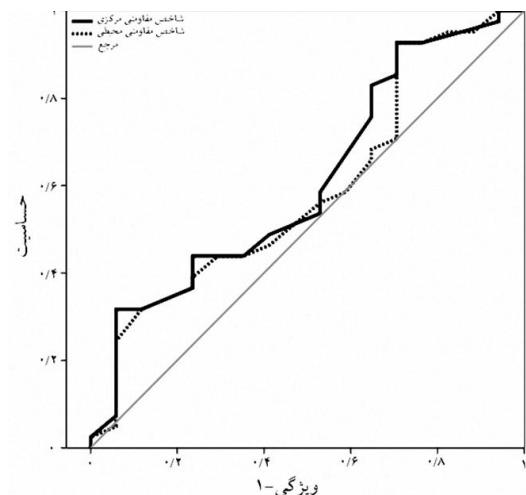
اساس نتایج همان آزمون، تغییرات در میانگین RI مرکزی و محیطی بین روز پنجم و انتهای ماه سوم پس از پیوند از نظر آماری معنی‌دار نگردید (p به ترتیب ۰/۶۷ و ۰/۱۲).

جدول ۱: میانگین سطح کراتینین سرم بیماران دریافت‌کننده عضو پیوندی و شاخص مقاومتی (RI) عروق محیطی و مرکزی کلیه اهدایی پس از پیوند

متغیر	روز پنجم پس از پیوند	انتهای ماه سوم پس از پیوند	p-value
کراتینین سرم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۲/۰۳±۱/۶۴ (۸۷۰)	۱/۸۰±۰/۸۷ (۵/۱۰-۶/۰۰)	<۰/۰۰۱*
شاخص مقاومتی مرکزی	۰/۶۴±۰/۱۲ (۱/۰۰)	۰/۶۴±۰/۱۰ (۰/۹۰-۰/۴۲)	۰/۶۷
شاخص مقاومتی محیطی	۰/۶۶±۰/۱۱ (۱/۰۰)	۰/۶۶±۰/۱۰ (۰/۹۰-۰/۴۲)	۰/۱۲

داده‌ها به صورت انحراف معیار±میانگین (حدائق-حداکثر) نشان داده شده‌اند. *مقادیر p کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

بر اساس نتایج آزمون همبستگی پیرسون، سطح کراتینین قبل از پیوند ارتباط مستقیم معنی‌داری با سطح کراتینین روز پنجم داشت (I=۰/۳۶ و p<۰/۰۰۱). همچنین سطح کراتینین انتهای ماه سوم ارتباط مثبت معنی‌داری با RI مرکزی (I=۰/۲۷ و p=۰/۰۰۷) و RI محیطی (I=۰/۲۶ و p=۰/۰۰۹) در روز پنجم داشت. به علاوه سطح کراتینین در انتهای ماه سوم ارتباط مثبت معنی‌داری با RI مرکزی (I=۰/۵۰ و p<۰/۰۰۱) و RI محیطی (I=۰/۵۰۷ و p<۰/۰۰۱) در انتهای ماه سوم داشت. با استفاده از منحنی ROC (شکل ۱) ارزش RI محیطی و مرکزی در روز پنجم در پیش‌بینی سطوح کراتینین بالای ۱/۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در انتهای ماه سوم مورد ارزیابی قرار گرفت. ناحیه زیر منحنی برای RI مرکزی روز پنجم برابر ۰/۶۳ (p=۰/۰۴) و برای RI محیطی روز پنجم برابر ۰/۶۱ (p=۰/۰۹) بود.



شکل ۱ منحنی Receiver Operator Characteristic (ROC) شاخص مقاومتی محیطی و مرکزی کلیه پیوندی در روز پنجم پس از پیوند در پیش‌بینی سطوح کراتینین بالای ۱/۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در انتهای ماه سوم در دریافت‌کنندگان کلیه پیوندی

می‌باشد. در بررسی مقالات مختلف هیچ مطالعه قبلی یافت نشد که به ارزیابی مقایسه‌ای RI محیطی و مرکزی در پیش‌بینی وضعیت عملکرد کلیوی پرداخته باشد. با این حال در یکی از اولین مطالعات، Kelcz و همکاران (۲۱) مشاهده کردند که RI بالاتر از ۰/۹ دارای ۱۰۰٪ ارزش پیشگویی کنندگی برای رد حاد پیوند می‌باشد. جهت رسیدن به نتایج قطعی در این زمینه نیازمند مطالعات بعدی با حجم نمونه بالا می‌باشیم.

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری RI محیطی و مرکزی در روز پنجم روش مناسبی جهت پیش‌بینی سطوح بالای کراتینین و عملکرد کلیوی طی سه ماه اول پس از پیوند می‌باشد. در این بین به نظر می‌رسد RI مرکزی با ارزش اخباری منفی بالاتر دارای توانایی بیشتری جهت پیش‌بینی عملکرد کلیه پیوندی است.

شده در هفته اول پس از پیوند می‌توانند روش ارزشمندی در پیش‌بینی عملکرد کلیوی باشند. به طور مشابه Gaschen و همکاران (۱۶)، Tarzarni و همکاران (۱۷)، و Nezarina و همکاران (۱۸) طی مطالعات خود ارتباط خطی بارزی بین شاخص‌های داپلر و سطح کراتینین سرم گزارش نمودند. با این حال برخلاف مطالعات قبلی، برخی محققین نظیر Restrepo-Schafer و همکاران (۱۹)، Heine و همکاران (۲۰)، و Krumme و همکاران (۷) در مطالعات خود ارتباط بارزی بین RI در زمان‌های مختلف و عملکرد کلیه پیوندی گزارش نکردند. در این مطالعه ما به ارزیابی توانایی RI محیطی و مرکزی در روز پنجم در پیش‌بینی سطح کراتینین بالای ۱/۴ در انتهای ماه سوم نیز پرداختیم. بر این اساس مشاهده شد که مقادیر RI مرکزی روز پنجم بیش از ۰/۵۱ حساسیت بالاتر و ویژگی پایین‌تری نسبت به RI محیطی بیش از ۰/۷ در پیش‌بینی سطوح کراتینین می‌باشد. با این حال RI مرکزی در این نقطه برش ارزش اخباری مثبت برابر و ارزش اخباری منفی بالاتری داشته و به نظر قابلیت بیشتری در شناسایی این موارد دارا

References

1. Wolfe R, Ashby V, Milford E, Ojo A, Ettenger R, Agodoa L, et al. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant. *N Engl J Med* 1999; **341**(23): 1725-1730.
2. Mikhalski D, Wissing K, Ghisdal L, Broeders N, Touly M, Hoang A, et al. Cold ischemia is a major determinant of acute rejection and renal graft survival in the modern era of immunosuppression. *Transplantation* 2008; **85**: 1066. doi: 10.1097/TP.0b013e3181758b5e
3. Siddiqi N, McBride MA, Hariharan S. Similar risk profiles for post-transplant renal dysfunction and long-term graft failure: UNOS/OPTN database analysis. *Kidney Int* 2004; **65**(5): 1906-1913. doi: 10.1111/j.1523-1755.2004.00589.x
4. Kahraman S, Genctoy G, Cil B, Yilmaz R, Arici M, Altun B, et al. Prediction of renal allograft function with early Doppler ultrasonography. *Transplant Proc* 2004; **36**(5): 1348-1351.
5. Chudeka J, Kolonko A, Król R, Ziajab J, Cierpkab L, Więceka A. The intrarenal vascular resistance parameters measured by duplex Doppler ultrasound shortly after kidney transplantation in patients with immediate, slow, and delayed graft function. *Transplant Proc* 2006; **38**(1): 42-45. doi: 10.1016/j.transproceed.2005.12.013
6. Ana Župunski, Jadranka Buturović-Ponikvar. Duplex-Doppler long-term follow-up of renal transplant artery stenosis: case controlled study. *Ther Apher Dial* 2005; **9**(3): 265-269. doi: 10.1111/j.1774-9987.2005.00269.x
7. Krumme B, Grotz W, Kirste G, Schollmeyer P, Rump L.C. Determinants of intrarenal Doppler indices in stable renal allografts. *J Am Soc Nephrol* 1997; **8**(5): 813-816.
8. Gunnar H. Heine Matthias Girndt Urban Sester Hans Köhler. No rise in renal Doppler resistance indices at peak serum levels of cyclosporin A in stable kidney transplant patients. *Nephrol Dial Transplant* 2003; **18**(8): 1639-1643. doi: 10.1093/ndt/gfg197
9. Koçak T, Nane I, Ander H, Ziyilan O, Oktar T, Ozsoy C. Urological and surgical complications in 362 consecutive living related donor kidney transplantations. *Urol Int* 2004; **72**(3): 252-256. doi: 10.1159/000077125
10. Allen K, Jorkasky D, Arger P, Velchik M, Grumbach K, Coleman B, et al. Renal allografts: prospective analysis of Doppler sonography. *Radiology* 1988; **169**(2): 371-376. doi: 10.1148/radiology.169.2.3051114
11. Simona B, Silvia F, Giuseppe R, Piero R. Doppler ultrasonography in posttransplant renal artery stenosis: a reliable tool for assessing effectiveness of revascularization? *Transplantation* 2003; **76**(1): 147-153. doi: 10.1097/01.TP.0000071849.78031.13
12. Tayebi Khosroshahi H, Tarzarni M.K, Agajani Oskuii R. Doppler ultrasonography before and 6 to 12 months after kidney transplantation. *Transplant Proc* 2005; **37**(7): 2976-2981. doi: 10.1016/j.transproceed.2005.08.003
13. Ardalana M.R, Tarzarni M.K, Mortazavia M, Bahlolia A. Relation between resistive index and serum creatinine level in first month after renal transplantation. *Transplant Proc* 2003; **35**(7): 2628-2629. doi: 10.1016/j.transproceed.2003.09.054

14. Nouri-Majelana N, Naficib R. Duplex sonographic measurements in allografted kidneys: a cross-sectional study. *Transplant Proc* 2007; **39**(4): 1103-1107. doi: 10.1016/j.transproceed.2007.03.039
15. Wang S, Lai M, Chueh C, Chen J. The utility of resistance index of distal interlobular arteries in evaluating renal graft function. *Transplant Proc* 2004; **36**(7): 2184-2185. doi: 10.1016/j.transproceed.2004.09.008
16. Gaschen Lorrie Dvm, Schuurman Henk-Jan. Ultrasound score is more predictive than serum creatinine in assessment of cellular rejection in cynomolgus monkey renal allografts. *Invest Radiol* 2002; **37**(7): 376-380.
17. Tarzamni M.K, Eshraghi N, Fadaei Fouladi R, Afrasiabi A, Halimi M, Azarvan A. Atherosclerotic changes in common carotid artery, common femoral artery, and ascending aorta/aortic arch in candidates for coronary artery bypass graft surgery. *Angiology* 2012; **63**(8): 622-629. doi: 10.1177/0003319711435341
18. Nezamia N, Tarzamni M.K, Arganid H, Nourifar M. Doppler ultrasonographic indices after renal transplantation as renal function predictors. *Transplant Proc* 2008; **40**(1): 94-99. doi: 10.1016/j.transproceed.2007.11.036
19. Restrepo-Schafer I, Schwerek W, Muller T, Prinz H, Gorg C, Arnold R. [Intrarenal doppler flow analysis in patients with kidney transplantation and stable transplantfunction]. *Ultraschall Med* 1999; **20**(3): 87-92. doi: 10.1055/s-1999-14242
20. Heine G.H, Gerhart M, Ulrich Ch, Kaler H, Girndt M. Renal Doppler resistance indices are associated with systemic atherosclerosis in kidney transplant recipients. *Kidney Int* 2005; **68**(2): 878-885. doi: 10.1111/j.1523-1755.2005.00470.x
21. Kelcz F, Pozniak M, Pirsch J, Oberly T. Pyramidal appearance and resistive index: insensitive and nonspecific sonographic indicators of renal transplant rejection. *AJR Am J Roentgenol* 1990; **155**(3): 531-535. doi: 10.2214/ajr.155.3.2117350.