

Robotická chirurgie v transplantologii

MUDr. Marek Broul, Ph.D., MBA, FECSM^{1,2}, MUDr. Jan Schraml, Ph.D.¹

¹Klinika urologie a robotické chirurgie Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o. z., Ústí nad Labem

²Sexuologické oddělení Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o. z., Krajská zdravotní, a. s., Ústí nad Labem

Minimálně invazivní chirurgie je v současné době již standardem pro mnoho typů operací. Do popředí zájmu se tak dostává i robotická chirurgie, která je vlastně nástupcem laparoskopické chirurgie. Poté, co se do praxe uvedl a úspěšně osvědčil robotický systém da Vinci, zvedl se i zájem o možnost provést transplantaci orgánů pomocí něho. Pomocí robotického systému se dají provádět operace jak k odběru orgánu od živého dárce, tak i vlastní transplantace orgánu příjemci. V současné době se takto odebírají a transplantují ledviny, játra a slinivky břišní. V literatuře je popsáno více než 700 odebrání ledvin od živých dárců a 100 úspěšných transplantací ledvin pomocí robotického systému da Vinci. Nicméně jistě bude nutné pokračovat ve větších sériích a bude potřeba dalších randomizovaných studií na toto téma. V současné době jsou hlavními limitujícími faktory delší časy teplé ischemie a vyšší náklady spojené s touto operační technikou.

Klíčová slova: roboticky asistovaná transplantace orgánů, transplantace jater, transplantace ledvin, transplantace pankreatu.

Robotic surgery in organ transplantation

Minimally invasive surgery is currently a standard procedure in many types of operations. Thus, robot-assisted surgery is coming to the forefront which is actually the successor of laparoscopic surgery. Since the da Vinci robotic surgical system was introduced into the practice and proved successful, there has been increased interest in performing organ transplantations using this system. Using a robotic system, both a living-donor organ retrieval surgery and the recipient operation itself can be performed. Currently, the kidney, liver, and pancreas are retrieved and transplanted this way. More than 700 cases of living-donor nephrectomies and 100 successful kidney transplantations using the da Vinci surgical system have been reported in the literature. However, larger patient series are needed and further randomized trials addressing this topic are required. Prolonged warm ischaemia time and higher costs are currently the major limiting factors associated with this surgical technique.

Key words: robot-assisted organ transplantation, liver transplantation, kidney transplantation, pancreatic transplantation.

Úvod

V průběhu několika posledních dekad se minimálně invazivní chirurgie stala standardem pro mnoho typů operací. Rychle rozvíjejícím se oborem v rámci nadstavby laparoskopických operací je pak robotická chirurgie. Robotických systémů bylo vyvinuto několik druhů a typů. Tyto typy se pak liší zejména cenou a svými technickými možnostmi. Dá se tedy říci, že rychlý rozvoj obou technik, ať už laparoskopie, tak i robotické chirurgie, vývoj nových vybavení (jako jsou kamerové

systémy, insuflátory pro pneumoperitoneum, samotné operační nástroje, tak i celé nové chirurgické postupy) změnily v posledních dekadách celou chirurgii. Robotické systémy oproti konvenční laparoskopické technice dokáží lépe vizualizovat celé operační pole, mají velký rozsah a dosah operačních nástrojů a eliminují třes rukou chirurga (1).

Původní konvenční laparoskopie nebyla považována pro svou technickou složitost a náročnost za vhodnou techniku pro transplantaci orgánů (2, 3). Teprve po uvedení

robotického systému da Vinci americké firmy Intuitive Surgical se stala transplantace orgánů snadno proveditelnou a postupně v čase se počty takto transplantovaných orgánů postupně začaly navyšovat (4). Hlavními výhodami robotického systému da Vinci oproti konvenční laparoskopii jsou:

- 3D pohled do operačního pole, který dokonale pomáhá koordinovat pohyb rukou a oka. Operační pole je dokonce možné zvětšit 10× až 15× a pracovat tedy „jako pod mikroskopem“. Pohyby kamery pro-



KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Marek Broul, Ph.D., MBA, FECSM, marek.broul@kzcr.eu

Klinika urologie a robotické chirurgie Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní, a. s., Sociální péče 3 316/12A, 400 11 Ústí nad Labem

Cit. zkr: Urol. praxi 2021; 22(2): 77–82

Článek přijat redakcí: 9. 12. 2020

Článek přijat k publikaci: 8. 2. 2021

vádí sám operátor a odpadá tedy potřeba asistenta, který by kameru držel.

- Rozsah pohybů nástrojů. Konce nástrojů mají tzv. systém „endowrist“ se sedmi stupni volnosti pohybu, který přesně kopíruje rozsah pohybu lidské ruky v zápěstí. Tento rozsah pohybu nástrojů není při konvenční laparoskopii vůbec proveditelný.
- Eliminace třesu rukou chirurga. Robotický systém monitoruje pohyby rukou chirurga 1 300x za vteřinu a rozezná tak třes rukou od volných pohybů prsty a celé ruky. Třes ruky poté stroj zcela eliminuje.

Díky těmto výhodám robotického systému se stala možnost transplantace orgánů dostupnou a nyní bývá používána jak pro samotný odběr orgánu, tak pro následnou transplantaci. Jedinými limitujícími faktory zůstává jak cena samotného systému, tak i náklady na daný operační výkon.

V roce 1995 představil Ratner a kol. (5) koncept minimálně invazivního chirurgického přístupu pro získání štěpu ledviny od živého dárce. Celou transplantaci pouze pomocí laparoskopie poprvé provedl Gruessner a kol. v roce 2001 (6). V tomto roce provedl první transplantaci štěpu pankreatu od živého dárce. V roce 2006 Soubrane a kol. (7) provedl první laparoskopickou resekci levého jaterního laloku u živého dárce pro první dětskou transplantaci. Roboticky asistovaná transplantace je stabilně využívána od roku 2002.

Transplantace ledvin

Transplantace ledviny je léčbou volby pro pacienty v renálním selhání v posledním stadiu nemoci. Ledviny jsou nejčastěji transplantovaným orgánem a v současné době máme nejvíce zkušeností s transplantací tohoto orgánu pomocí robotického systému (8). Ostatní orgány (játra a pankreas) jsou pomocí robotických systémů transplantovány daleko méně často.

Dárcovství ledviny

Dosavadní výzkumy jasně prokazují, že ledvinové štěpy získané od živých dárců přezívají déle a při jejich transplantacích dochází k pooperačním komplikacím v daleko menší míře (9, 10). Konvenční chirurgické přístupy s pomocí minilaparotomie u živého dárce vykazují vý-

znamně nižší nemocnost ve srovnání s původními velkými otevřenými přístupy (11, 12, 13, 14). Standardním postupem pro odběr ledviny od živého dárce je v současnosti laparoskopická transperitoneální nefrektomie. Tento typ operace má výhodu v lepší přehlednosti celého operačního pole (9). Dále je tento typ operace dle některých studií spojen s kratším pobytem v nemocnici, menší bolestivostí a rychlým zotavením po operaci (15, 16). V posledních dvou desetiletích byly implementovány další techniky, a to – roboticky asistované techniky (RAS – Robotic-Assisted Surgery). Takto se začala používat roboticky asistovaná dárcovská nefrektomie (RADN – Robotic-Assisted Donor Nephrectomy) (17). První série dvanácti úspěšných RADN byla provedena pomocí systému da Vinci v roce 2007 (17). Od té doby bylo provedeno více než 700 RADN.

Chirurgický výkon

Dárce, u kterého budeme provádět levostrannou nefrektomii, leží v poloze na pravém boku a je podložený pod pravým bokem a v pravém podpaží. Je potřeba pacienta v této poloze dobře zafixovat, protože jakákoli nestabilita pacienta po zadokování robotického systému může ohrozit bezpečnost pacienta (4). Transabdominální RADN je obvykle prováděna se čtyřmi robotickými porty (8 mm) (tři pro nástroje a jeden pro kameru). Pokud je to potřeba, bývá zaveden i asistentický port 12 mm asi 7 cm pod umbilikem (4).

Jakmile jsou trokary a nástroje zadokovány, začíná samotná robotická nefrektomie. Nejprve je potřeba uvolnit colon descendens s transcií splenokolického ligamenta. Dále je potřeba vytvořit prostor mezi levým mesocolon a Gerotovou fascií. Tato preparace umožní bezkrevně ozřejmení přední plochy ledviny. Poté je ledvina uvolněna z jejího tukového pouzdra, ureter je přerušen distálně, až u křížení s ilickými cévami. Před samotným přestřižením ureteru je vhodné zajistit jeho pahýl společně s gonadální žílou pomocí Hem-o-lok klipu. Po této fázi operace je dobře přístupná renální arterie a vena v místě napojení na vena cava inferior a aortu. Renální cévy mohou být zaklipovány, či přerušeny pomocí stapleru asistentem. Po rychlém vynětí ledviny z dutiny břišní je ledvina propláchnuta studeným preservačním roztokem.

Většinou preferujeme levou dárcovskou ledvinu, a to pro její anatomické vlastnosti. Pravá ledvina má totiž kratší a gracilnější renální žílu. Jinak je postup u pravostranné dárcovské nefrektomie stejný jako u levostranné, jen pacient leží na levém boku.

Většinou je dárce po nefrektomii schopen ještě týž den pohybu mimo lůžko a pokud nenastanou komplikace, bývá propuštěn druhý nebo třetí pooperační den (4).

Výsledky

Tzvetanov kol. (4) ve své studii analyzovali výsledky 700 RADN a zjistili pouze minimální počet komplikací. Nejzávažnějšími komplikacemi, jako je třeba konverze na otevřený výkon, byly zaznamenány v počátcích „learning curve“. Těmito komplikacemi byly tři případy peroperačního krvácení z renální arterie po zaklipování a jeden případ lacerace renální žíly. Přežití renálního štěpu, jeho dobrá funkce a morbidita dárce byly na stejné úrovni jako ukazují data dárcovských nefrektomií pomocí laparomie (18).

Nedávno Janki a kol. (9) srovnávali RADN s ručně asistovanou retoperitoneoskopickou nefrektomií dárce (HARP) a standardní nefrektomii pomocí laparoskopie (LDN). Ve srovnání s LDN a HARP byl u RADN signifikantně delší celkový operační čas. Dále byl čas teplé ischemie (WIT – Warm Ischemia Time) u RADN významně delší ve srovnání se všemi ostatními postupy při odběru živých orgánů. Míra komplikací a přežití štěpu u pacienta po třech měsících byly nezávislé na zvoleném postupu. Výsledky této studie jsou také srovnatelné s jinými současnými studiemi popisujícími postupy RADN pro operační čas (19), délky teplé ischemie (19, 20) a délky pobytu v nemocnici (19), které nevykazují jasnou převahu RADN nad dalšími popsány typy operací.

Největší studie, kterou publikoval Horgan a kol. (17), zahrnuje 250 případů dárcovské nefrektomie a ukazuje, že operační čas se rychle snižuje v závislosti na rostoucím čísle provedených operací RADN. Janki a kol. (9) prokázali signifikantní zlepšení operačního času po provedení šedesáti RADN jedním chirurgem. Dokázali tak velký význam „learning curve“ u RADN. Největší limitací, proč se čas operace prodlužuje, bývá dlouhá doba, než se zadokuje robot a poté výměny jednotlivých

nástrojů během samotné operace. Tato studie prokázala, že levostranná RADN je bezpečná a snadno proveditelná s dobrými výsledky jak pro samotného dárce, pro příjemce i pro dobrou funkci štěpu po třech měsících po samotné transplantaci.

Dle dalších dostupných studií je RADN považována za bezpečnou metodu, je spojována s nižší morbiditou než LDN. Robotický přístup je technicky nenáročný a dokáže zajistit delší délku renální žíly jak při levostranné, tak při pravostranné dárčovské nefrektomii. Při přihlédnutí k výše uvedeným faktům se RADN zdá být bezpečná a snadno proveditelná, ale vzhledem k vyšším nákladům by měla být omezena na „high volume“ transplantační centra.

Chirurgické techniky transplantace ledvin

K vlastní transplantaci ledvin se v současné době využívá konvenční laparoskopie (transperitoneální nebo retroperitoneální), roboticky asistovaná transplantace nebo otevřená operace s minilaparotomií (11). S ohledem na výše popsané výhody je ale nutné vzít v potaz i nevýhody roboticky asistované metody. A to prodloužený čas teplé ischemie (WIT – Warm Ischemia Time) a i samotná délka operace. O WIT je známo, že má negativní vztah na přihojení štěpu. Marzouk a kol. (11) ve své studii uvádějí, že pokud čas našití anastomózy překročí 29 minut, signifikantně to zhorší postoperační funkci štěpu. Weissenbacher a kol. (24) prokázali významné negativní dopady prodlouženého času do našití anastomózy. Pokud tento čas překročil 30 minut, zhoršilo se i přežití štěpu. A proto by robotická transplantace ledvin (RAKT) měla být prováděna pouze ve velkoobjemových centrech, kde mají velké zkušenosti s RAS. Tím by se mělo zabránit negativním dopadům na ledvinový štěp v důsledku dlouhé doby WIT a časové prodlevy do našití anastomózy. Proto je třeba vyvinout strategie pro minimalizaci WIT v RAKT. Menon a kol. (25) uvedli novou techniku pro intraperitoneální ochlazení štěpu ledovou tříští, aby se snížil čas WIT. Při této metodě odběru štěpu je nutné využít intraperitoneálního přístupu k ledvině.

Hoznek a kol. (26) zveřejnili první a jediný případ roboticky asistovaného výkonu bě-

hem KTx, kdy byl zajištěn otevřený přístup k iliakální fosse a pomocí robota byla provedena disekce cév s následnou anastomózou (8). Později první kompletní RAKT publikovali v USA Giulianotti a kol. (27). Tato operace trvala 230 minut s WIT 50 minut. Boggi a kol. (28) provedli první RAKT v Evropě o dva roky později (8). V posledních desetiletích byla laparoskopická KTx v některých velkoobjemových centrech nahrazena RAKT. Menon a kol. (25) standardizovali RAKT a provedli 50 operací čistě roboticky. Zatímco Menon a kol. (25) použili RAKT u příjemců s normální hmotností, Tzventanov et al. (4) užívali RAS zejména u obézních pacientů.

Průběh operace

Příprava operačního stolu pro robotickou transplantaci spočívá v tom, že jednotlivé konkrétní kroky usnadní orientaci orgánu a minimalizují krvácení po reperfuzi. Transperitoneální KTx se provádí pomocí čtyř laparoskopických portů (2 porty 12 mm a 2 porty 7 mm) a 7 cm středový řez pro asistentský port. Pacient je umístěn do 30° Trendelenburgovy polohy s pravou stranou vyvýšenou – tato poloha usnadňuje transplantaci do pravé iliakální fossy. Robotický systém stojí u pravé nohy pacienta (4).

Po mobilizaci pravého kolon se postupně dostaneme k arteria a vena iliaca dextra. Na žílu se poté nasadí cévní svorka a provede se venotomie a připraví pokračující steh pro cévní anastomózu. Následně se rovněž provede anastomóza arteriální end to side. Nakonec se uvolní cévní svorky, a tím dojde k reperfuzi štěpu. V tomto okamžiku se tlak pneumoperitonea sníží, a tím se zlepší vlastní perfuze štěpu. Nakonec se provede anastomóza ureteru a močového měchýře.

Výsledky

Studie Menona a kol. (25) uvádí, že pacienti propuštění po transplantaci měli průměrné hladiny kreatininu 1,3 mg/dl. Tato hladina kreatininu je srovnatelná s hladinami pacientů operovaných konvenčními technikami. Po šestiměsíčním sledování nebyly prokázány žádné větší pooperační komplikace. Breda a kol. (30) popsali možnost lokálního chlazení u 17 RAKT a opět nepopsali žádné větší chirurgické perioperační komplikace. U jednotlivých pacientů

se však objevil opožděný rozvoj funkce štěpu, větší pravděpodobnost trombózy arterie štěpu a vyšší možnost vzniku intraperitoneálního hematomu. Série provedených 100 RAKT s 99% šancí rychlého rozvoje funkce štěpu ledviny byla publikována Laplaceem a kol. (31).

V další studii, která hodnotila výsledky u obézních pacientů, bylo popsáno méně ranných infekcí a výsledky přežití štěpů byly podobné jako u neobézních příjemců (32). Tyto výsledky ukazují důležitost implementace nových chirurgických technik u obézních příjemců KTx, které mohou zabránit komplikacím, jako je ranná infekce. Autoři popisují své výsledky u více než 70 RAKT u obézních pacientů. Během prvních 30 dnů po transplantaci nepozorovali žádnou rannou infekci (4). Hypotézu, že RAS je u těchto pacientů bezpečnou metodou, podporují data Garcia-Roca a kol. (33). Tato studie prokazuje vynikající přežití štěpů s dobrými renálními funkcemi, srovnatelné s otevřenými technikami. To také potvrdili Oberholzer a kol. (34).

Protože je doba teplé ischemie u KTx na-prosto zásadní, použití robotického systému jako standardní techniky pro transplantaci ledviny není jednoznačně indikováno. Čas teplé ischemie je prostě u roboticky asistovaných operací delší. Použití RAKT by proto mělo mít význam pouze u obézních pacientů, u nichž se zdá, že z této metody mají jednoznačný prospěch. Robot by měl být naopak použit u řešení chirurgických komplikací po KTx, jako jsou například: pooperační striktury močovodu (35), parciální nefrektomie pro tumory transplantované ledviny (36), transabdominální nefrektomie nefunkčního štěpu (37) a radikální prostatektomie pro léčbu karcinomu prostaty u příjemců transplantovaných ledvin (38). Lze tedy diskutovat o výhodách RAKT u obézních pacientů. Obecně by pacienti s BMI > 35 neměli být transplantováni pro neúměrné riziko komplikací, nikoliv však chirurgických. Použití jiných chirurgických technik tedy toto riziko patrně neovlivní.

Transplantace jater

V současné době se celosvětově popisuje spíše nedostatek jater od zemřelých dárců, které by byly vhodné k transplantaci. Proto je snaha o použití většího množství jater od živých dárců. Parciální hepatektomie od ži-

vého dárce se stala nejběžnějším postupem při transplantaci jater u dospělých (LTx – liver transplantation). Tato metoda je velmi dobře přijímanou alternativou k odebrání jater od zemřelého dárce LTx (11, 39); existují však obavy ohledně bezpečnosti odebrání části jater od zdravých dobrovolných dárců orgánů (2). Míra komplikací u žijících dárců jater se pohybuje mezi 16 a 34 % (40).

Laparoskopický přístup k získání pravého laloku jater od živého dárce se jeví jako výhodnější než otevřená operace. U laparotomie bývá totiž popsáno až 30–50 % komplikací typu kýla v jizvě, ileus tenkého střeva či chronické bolesti břicha (41). Při laparotomii je pro dostatečný přístup do dutiny břišní prováděna dlouhá pravostranná subkostální laparotomie, kdežto u laparoskopie se dutina břišní otvírá pouze menším řezem až při extrahování orgánu z těla.

Hepatektomie u živého dárce

U živých dárců části jater studie prokázaly výhody roboticky asistovaných technik (RAS) (42). První zprávu o robotické hepatektomii pravého laloku jater živého dárce vydali Giulianotti a kol. (43) v roce 2012. Nedávné recenze potvrzují, že výsledky robotické resekce jater jsou přinejmenším srovnatelné s otevřenými i laparoskopickými postupy (44). Nebyly popsány žádné větší rozdíly mezi robotickou a otevřenou hepatektomií u dárce. U operací pomocí robotického systému pacienti udávali menší bolesti a vyskytlo se i méně komplikací typu pneumonie (2, 4).

Chirurgický výkon

Samotný výkon se provádí v Trendelenburgově poloze s hlavou dolů o 20° s roztaženými nohama. Operace začíná zavedením tří trokarů (12 mm) pro robotická ramena, dvou portů pro asistenta (12 a 5 mm) a jednoho portu pro kameru (44). Játra se uvolní až k hilu a k oblasti pravé jaterní tepny a portální žíly. Tímto způsobem se připraví játra pro budoucího příjemce. Tento a další kroky, včetně parenchymální disekce, dělení cév, cholangiografie a sonografie, jsou bez ohledu na tento robotický přístup standardní. Štěp od dárce je následně vyňat z 8 až 10 cm dlouhého Pfannenstielova řezu a následně propláchnut studeným perfuzním roztokem (4).

Výsledky

I když je operační čas hepatektomie pravého jaterního laloku u živého dárce výrazně delší ve srovnání s otevřenými operacemi, není zde žádný rozdíl v míře komplikací, krevní ztrátou a pooperační funkci zbytku jater (2, 45). Celkově lze konstatovat, že laparoskopické typy zákroků mají nízkou celkovou nemocnost, nevyžadují dlouhý pobyt na jednotce intenzivní péče a ani dlouhý pobyt v nemocnici. Použití robotického systému ale nesmírně zvyšuje náklady na celou léčbu. Vezmeme-li v úvahu vyšší náklady a delší operační čas, robotická asistovaná hepatektomie dárce není nijak výhodnější oproti konvenčním laparoskopickým přístupům (45).

Ačkoli by zákrok měli provádět pouze zkušení chirurgové, robotická chirurgie může hrát důležitou roli při stanovení standardního postupu pro minimálně invazivní operaci dárce jater, zejména při dárcovství jater od živého dárce.

Transplantace pankreatu

Transplantace pankreatu (PTx – pancreatic transplantation) je jedinou metodou k obnovení fyziologické kontroly glykemie a prevenci progresu komplikací u diabetických pacientů (46). Vylepšení chirurgické techniky a imunosupresivní terapie výrazně zlepšily výsledky. Míra komplikací však stále zůstává na přibližně 25 % (47).

Dárcovství slinivky břišní

Získání pankreatu k transplantaci od živého dárce je velice vzácné (48). Parciální pankreatektomie u žijících dárců se zachováním sleziny (8) by měla snížit morbiditu a mortalitu diabetických pacientů, kteří najdou své potenciální dárce (34). Vzhledem k tomu, že PTx je současně prováděna s KTx, je možnou výhodou minimálně invazivního chirurgického zákroku u žijícího dárce to, že jakmile je odstraněna levá ledvina, zároveň je dolní část ocasu pankreatu již také částečně disekována (8). První robotickou asistovanou nefrektomií a parciální pankreatektomií popsali v roce 2007 Horgan a kol. (49).

Chirurgický výkon

Horgan a kol. (49) publikovali jediný případ RADN s použitím daVinci robotického systému pro resekci ocasu pankreatu u živého dárce. Jejich postup byl takový, že izolovali

arterii a venu lienalis, které následně rozdělili distálně blízko hilu sleziny. Poté izolovali na truncus celiacus a portální žílu. Transekcí parenchymu poté provedli na spojení mezi tělem a hlavou pankreatu. Poté opět proběhla perfuze perfuzním roztokem (4).

Transplantace pankreatu

PTx stále zůstává léčbou volby pro pacienty trpící cukrovkou typu I závislou na inzulínu. I když existuje velký počet potenciálních příjemců (50), PTx je i nadále nabízena pouze vysoce postiženým pacientům, kteří mají špatnou kvalitu života při konvenční inzulínové terapii (51). Laparoskopický přístup k PTx zlepšil výsledky (52), ale známé komplikace při konvenční laparoskopické chirurgii omezují použití v PTx pro pár chirurgů, kteří tyto typy operací provádějí (3). Boggi a kol. (51) ukázali, jak překonat tato omezení pomocí RAS pro PTx.

Yeh a kol. (53) provedli první RAS pro pankreas po KTx u jedné těžce obézní pacientky. Bylo dosaženo vynikající metabolické kontroly a pacientka během následného období nepotřebovala žádné jiné dávky inzulínu.

Avšak s přihlédnutím k delšímu WIT, stejně jako vyšším nákladům a delší operační době, není robotické asistované pankreatické dárcovství a transplantace lepší než konvenční otevřené přístupy.

Chirurgický výkon

Aby se předešlo krvácení při vlastní transplantaci pankreatu, je nutná pečlivá příprava dárcovského orgánu (52). Během operace musí být cévní síť pankreatického štěpu rekonstruována pomocí „donor-Y-iliac graftu“ přesně tak, jak se provádí při standardních konvenčních PTx. K zavedení štěpu do břicha je zapotřebí malý střední řez. Následně je pankreas umístěn za pravé tlusté střevo. Proximálně se provede anastomóza duté žíly avena mesenterica superior. Tato anastomóza je vhodná pro větší kalibr žíly a následně pro snazší manipulaci. Donor-Y-graft je pak anastomován na arteria iliaca communis. Duodeno-jejunální anastomóza se provádí otevřeně, pomocí Roux-en-Y kličky.

Výsledky

PTx pomocí robotického systému daVinci je proveditelný (51, 55). Výhody RAS při tomto typu transplantace jsou však velmi omezené (51).

Závěr

Pro transplantologii je charakteristická precizní chirurgická technika. Využití robotické chirurgie se tedy nabízí. Je však spojeno s vyššími přímými finančními náklady na samotný výkon. Má však i řadu omezení. Robotická chirurgie v současné podobě v transplantologii nepřináší benefity, které bychom očekávali.

Roboticky asistovaná transplantace je proveditelná a používaná pro transplantace ledvin, jater a pankreatu. Dále je pak možné provést roboticky asistovanou transplantaci

dělohy, ale to provádí zatím pouze minimální počet pracovišť RAS. V některých centrech se již standardním postupem stala roboticky asistovaná nefrektomie žijícího dárce. Navzdory nadšení pro široké využití RAS při transplantacích je jeho použití omezené kvůli větším nákladům, delšímu operačnímu času a, co je při transplantaci nejdůležitější, delšímu WIT (34, 58).

V budoucnu je třeba při stanovení RAS pro transplantaci pečlivě řešit otázky WIT a přechovávání transplantovaného orgánu

v chladu. Je potřeba také zvolit „zlaté standardy“ pro RAS v transplantologii, ty zatím zcela chybí.

Použití RAS při transplantaci je třeba pečlivě zvážit a provádět je pouze na pracovištích, která mají velké počty jednotlivých transplantací a mají hodně zkušeností. Podle současné literatury robotický přístup nevykazuje jasnou převahu nad konvenčními transplantacími technikami.

Autor prohlašuje, že zpracování tohoto článku nebylo podpořeno žádnou společností.

LITERATURA

- Giulianotti PC, Coratti A, Angelini M, et al. Robotics in general surgery: personal experience in a large community hospital. Arch Surg 2003; 138: 777–784.
- Chen PD, Wu CY, Hu RH, et al. Robotic liver donor right hepatectomy: a pure, minimally invasive approach. Liver Transpl 2016; 22: 1509–1518.
- Rosales A, Salvador JT, Urdaneta G, et al. Laparoscopic kidney transplantation. Eur Urol 2010; 57: 164–167.
- Tzvetanov I, Bejarano-Pineda L, Giulianotti PC, et al. State of the art of robotic surgery in organ transplantation. World J Surg 2013; 37: 2791–2799.
- Ratner LE, Ciseck LJ, Moore RG, et al. Laparoscopic live donor nephrectomy. Transplantation 1995; 60: 1047–1049.
- Gruessner RW, Kandaswamy R, Denny R. Laparoscopic simultaneous nephrectomy and distal pancreatectomy from a live donor. J Am Coll Surg 2001; 193: 333–337.
- Soubrane O, de Rougemont O, Kim KH, et al. Laparoscopic living donor left lateral sectionectomy: a new standard practice for donor hepatectomy. Ann Surg 2015; 262: 757–761; discussion 761–763.
- Levi Sandri GB, de Werra E, Masciana G, et al. The use of robotic surgery in abdominal organ transplantation: a literature review. Clin Transplant 2017; 31. DOI: 10.1111/ctr.12856.
- Janki S, Klop KWJ, Hagen SM, et al. Robotic Sumery rapidly and successfully implemented in a high volume laparoscopic center on living kidney donation. Int J Med Robot 2017; 13: 10.
- Horvat LD, Shariff SZ, Garg AX. Donor Nephrectomy Outcomes Research (DONOR) Network: Global trends in the rates of living kidney donation. Kidney Int 2009; 75: 1088–1098.
- Wagenaar S, Nederhoed JH, Hoksbergen AWJ, et al. Minimally invasive, laparoscopic, and robotic-assisted techniques versus open techniques for kidney transplant recipients: a systematic review. Eur Urol 2017; 72: 205–217.
- Fonouni H, Mehrabi A, Golriz M, et al. Comparison of the laparoscopic versus open live donor nephrectomy: an overview of surgical complications and outcome. Langenbecks Arch Surg 2014; 399: 543–551.
- Greco F, Hoda MR, Alcaraz A, et al. Laparoscopic living-donor nephrectomy analysis of the existing literature. Eur Urol 2010; 58: 498–509.
- Dols LF, Kok NF, Ijzermans JN. Live donor nephrectomy: a review of evidence for surgical techniques. Transpl Int 2010; 23: 121–130.
- Kok NF, Lind MY, Hansson BM, et al. Comparison of laparoscopic and mini incision open donor nephrectomy: single blind, randomised controlled clinical trial. BMJ 2006; 333: 221.
- Dols LF, Kok NF, d'Ancona FC, et al. Randomized controlled trial comparing hand-assisted retroperitoneoscopic versus standard laparoscopic donor nephrectomy. Transplantation 2014; 97: 161–167.
- Horgan S, Galvani C, Gorodner MV, et al. Effect of robotic assistance on the 'learning curve' for laparoscopic hand-assisted donor nephrectomy. Surg Endosc 2007; 21: 1512–1517.
- Renoult E, Hubert J, Ladiere M, et al. Robot-assisted laparoscopic and open live-donor nephrectomy: a comparison of donor morbidity and early renal allograft outcomes. Nephrol Dial Transplant 2006; 21: 472–477.
- Liu XS, Narins HW, Maley WR, Frank AM, Lallas CD. Robotic-assistance does not enhance standard laparoscopic technique for right-sided donor nephrectomy. JSL 2012; 16: 202–207.
- Giacomoni A, Di Sandro S, Lauterio A, et al. Initial experience with robot-assisted nephrectomy for living-donor kidney transplantation: feasibility and technical notes. Transplant Proc 2013; 45: 2627–2631.
- Galvani CA, Garza U, Leeds M, et al. Single-incision robotic-assisted living donor nephrectomy: case report and description of surgical technique. Transpl Int 2012; 25: e89–92.
- Bhatti AS, Ganpule A, Sabnis RB, et al. Robot-assisted laparoscopic donor nephrectomy vs standard laparoscopic donor nephrectomy: a prospective randomized comparative study. J Endourol 2015; 29: 1334–1340.
- Marzouk K, Lawen J, Alwayn I, Kiberd BA. The impact of vascular anastomosis time on early kidney transplant outcomes. Transplant Res 2013; 2: 8.
- Weissenbacher A, Oberhuber R, Cardini B, et al. The faster the better: anastomosis time influences patient survival after deceased donor kidney transplantation. Transpl Int 2015; 28: 535–543.
- Menon M, Sood A, Bhandari M, et al. Robotic kidney transplantation with regional hypothermia: a step-by-step description of the Vattikuti Urology Institute-Medanta technique (IDEAL phase 2a). Eur Urol 2014; 65: 991–1000.
- Hoznek A, Zaki SK, Samadi DB, et al. Robotic assisted kidney transplantation: an initial experience. J Urol 2002; 167: 1604–1606.
- Giulianotti P, Gorodner V, Sbrana F, et al. Robotic transabdominal kidney transplantation in a morbidly obese patient. Am J Transplant 2010; 10: 1478–1482.
- Boggi U, Vistoli F, Signori S, et al. Robotic renal transplantation: first European case. Transpl Int 2011; 24: 213–218.
- Tsai MK, Lee CY, Yang CY, et al. Robot-assisted renal transplantation in the retroperitoneum. Transpl Int 2014; 27: 452–457.
- Breda A, Territo A, Gausa L, et al. Robotic kidney transplantation: one year after the beginning. World J Urol 2017; 35: 1507–1515.
- Laplace B, Ladiere M, Claudon M, et al. Robotic assisted laparoscopic living donor nephrectomy: preoperative assessment and results of 100 cases. Prog Urol 2014; 24: 288–293.
- Lynch RJ, Ranney DN, Shijie C, et al. Obesity, surgical site infection, and outcome following renal transplantation. Ann Surg 2009; 250: 1014–1020.
- Garcia-Roca R, Garcia-Aroz S, Tzvetanov I, et al. Single center experience with robotic kidney transplantation for recipients with BMI of 40 kg/m² or greater: a comparison with the UNOS Registry. Transplantation 2017; 101: 191–196.
- Oberholzer J, Giulianotti P, Danielson KK, et al. Minimally invasive robotic kidney transplantation for obese patients previously denied access to transplantation. Am J Transplant 2013; 13: 721–728.
- Orvieto MA, Chien GW, Shalhav AL, et al. Case report: robot-assisted laparoscopic pyeloureterostomy in a transplanted kidney with ureteral stricture. J Endourol 2006; 20: 31–32.
- Kaouk JH, Spana G, Hillyer SP, et al. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy for a 7-cm mass in a renal allograft. Am J Transplant 2011; 11: 2242–2246.
- Mulloy MR, Tan M, Wolf JH, D'Annunzio SH, Pollinger HS. Robotic trans-abdominal transplant nephrectomy for a failed renal allograft. Am J Transplant 2014; 14: 2883–2886.
- Polcari AJ, Allen JC, Nunez-Nateras R, et al. Multicenter experience with robot-assisted radical prostatectomy in renal transplant recipients. Urology 2012; 80: 1267–1272.
- Ninomiya M, Shirabe K, Facciuto ME, et al. Comparative study of living and deceased donor liver transplantation as a treatment for hepatocellular carcinoma. J Am Coll Surg 2015; 220: 297–304.e3.
- Kim SH, Kim YK. Improving outcomes of living – donor right hepatectomy. Br J Surg 2013; 100: 528–534.
- Abecassis MM, Fisher RA, Olthoff KM, et al. A2ALL Study Group: Complications of living donor hepatic lobectomy – a comprehensive report. Am J Transplant 2012; 12(5): 1208–1217.
- Tsung A, Geller DA, Sukato DC, et al. Robotic versus laparoscopic hepatectomy: a matched comparison. Ann Surg 2014; 259: 549–555.
- Giulianotti PC, Tzvetanov I, Jeon H, et al. Robot-assisted right lobe donor hepatectomy. Transpl Int 2012; 25: e5–9.
- Giulianotti PC, Bianco FM, Daskalaki D, et al. Robotic liver surgery: technical aspects and review of the literature. Hepatobiliary Surg Nutr 2016; 5: 311–321.
- Daskalaki D, Gonzalez-Heredia R, et al. Financial impact of the robotic approach in liver surgery: a comparative study of clinical outcomes and costs between the robotic and open technique in a single institution. J Laparoendosc Adv Surg Tech A 2017; 27: 375–382.
- Tzvetanov I, D'Amico G, Bejarano-Pineda L, Benedetti E. Robotic-assisted pancreas transplantation: where are we today? Curr Opin Organ Transplant 2014; 19: 80–82.
- Banga N, Hadjianastassiou VG, Mamode N, et al. Outcome of surgical complications following simultaneous pancreas-kidney transplantation. Nephrol Dial Transplant 2012; 27: 1658–1663.
- Kirchner VA, Finger EB, Bellin MD, et al. Longterm outcomes for living pancreas donors in the modern era. Transplantation 2016; 100: 1322–1328.
- Horgan S, Galvani C, Gorodner V, et al. Robotic distal pancreatectomy and nephrectomy for living donor pancreas-kidney transplantation. Transplantation 2007; 84: 934–936.
- Sutherland DE, Gruessner RW, Dunn DL, et al. Lessons learned from more than 1,000 pancreas transplants at a single institution. Ann Surg 2001; 233: 603–601.

51. Boggi U, Signori S, Vistoli F, et al. Current perspectives on laparoscopic robot-assisted pancreas and pancreas-kidney transplantation. *Rev Diabet Stud* 2011; 8: 28–34.
52. Boggi U, Signori S, Vistoli F, et al. Laparoscopic robot-assisted pancreas transplantation: first world experience. *Transplantation* 2012; 93: 201–206.
53. Yeh CC, Spaggiari M, Tzvetanov I, Oberholzer J. Robotic pancreas transplantation in a type 1 diabetic patient with morbid obesity: a case report. *Medicine (Baltimore)* 2017; 96: e5847.
54. Fridell JA, Shah A, Milgrom ML, et al. Ipsilateral placement of simultaneous pancreas and kidney allografts. *Transplantation* 2004; 78: 1074–1076.
55. Oberholzer J, Tzvetanov I, Mele A, Benedetti E. Laparoscopic and robotic donor pancreatectomy for living donor pancreas and pancreas-kidney transplantation. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2010; 17: 97–100.
56. Diamantis T, Tsiminikakis N, Skordylaki A, et al. Alterations of hemostasis after laparoscopic and open surgery. *Hematology* 2007; 12: 561–570.
57. Navarro AP, Sohrabi S, Colechin E, et al. Evaluation of the ischemic protection efficacy of a laparoscopic renal cooling device using renal transplantation viability assessment criteria in a porcine model. *J Urol* 2008; 179: 1184–1189.
58. Territo A, Mottrie A, Abaza R, et al. Robotic kidney transplantation: current status and future perspectives. *Minerva Urol Nefrol* 2017; 69: 5–13.
59. Abaza R, Ghani KR, Sood A, et al. Robotic kidney transplantation with intraoperative regional hypothermia. *BJU Int* 2014; 113: 679–681.
60. Breda A, Territo A, Gausa L, et al. Robot-assisted kidney transplantation: the European experience. *Eur Urol* 2018; 73: 273–281.
61. Cohen AJ, Williams DS, Bohorquez H, et al. Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy: decreasing length of stay. *Ochsner J* 2015; 15: 19–24.
62. Gordon ZN, Angell J, Abaza R. Completely intracorporeal robotic renal autotransplantation. *J Urol* 2014; 192: 1516–1522.
63. Gorodner V, Horgan S, Galvani C, et al. Routine left robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy is safe and effective regardless of the presence of vascular anomalies. *Transpl Int* 2006; 19: 636–640.
64. Hubert J, Siemer S. Nephrectomy, donor nephrectomy, and partial kidney resection: indications for robot-assisted renal surgery. *Urologe A* 2008; 47: 425–426, 428–430.
65. Janki S, Dor FJ, IJzermans JN. Surgical aspects of live kidney donation: an updated review. *Front Biosci (Elite Ed)* 2015; 7: 346–365.
66. Louis G, Hubert J, Ladriere M, Frimat L, Kessler M. Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy for kidney transplantation. An evaluation of 35 procedures. *Nephrol Ther* 2009; 5: 623–630.
67. Meier RPH, Piller V, Hagen ME, et al. Intra-abdominal cooling system limits ischemia-reperfusion injury during robot-assisted renal transplantation. *Am J Transplant* 2018; 18: 53–62.
68. Sood A, Ghosh P, Menon M, et al. Robotic renal transplantation: current status. *J Minim Access Surg* 2015; 11: 35–39.
69. Sood A, McCulloch P, Dahm P, et al. Ontogeny of a surgical technique: robotic kidney transplantation with regional hypothermia. *Int J Surg* 2016; 25: 158–161.
70. Sood A, Jeong W, Ahlawat R, et al. Minimally invasive renal autotransplantation. *J Surg Oncol* 2015; 112: 717–722.
71. Wu G, Li Q, Zhao Q, et al. Robotic-assisted live donor ileal segmentectomy for intestinal transplantation. *Transplant Direct* 2017; 3: e215.