

Roboticky asistovaná parciální resekce u mnohočetných nádorů ledvin

Robot-assisted partial resection of multiple kidney tumors

Hlavní stanovisko práce: Práce hodnotila roboticky asistovanou parciální nefrektomii u 18 pacientů s mnohočetnými ipsilaterálními nádory ledvin. Výsledky ukázaly, že se jedná o bezpečný výkon s nízkým počtem komplikací, pozitivních okrajů a recidiv, který dobře zachovává renální funkci.

Major statement: The study evaluated robot-assisted partial nephrectomy in 18 patients with multiple ipsilateral renal tumors. The results showed that it is a safe procedure with a low rate of complications, positive margins, and recurrences, while effectively preserving renal function.

Souhrn: Úvod: Roboticky asistovaná parciální nefrektomie představuje standardní nefron šetřící výkon u lokalizovaných nádorů ledvin. Mnohočetné ipsilaterální renální tumory jsou vzácné a jejich chirurgická léčba představuje výzvu z hlediska zachování funkce ledvin a onkologické bezpečnosti. Cílem práce bylo zhodnotit bezpečnost, funkční a onkologické výsledky roboticky asistované parciální resekce u pacientů s mnohočetnými renálními tumory. **Metody:** Retrospektivně jsme vyhodnotili údaje 18 pacientů, kteří v období let 2008–2024 podstoupili roboticky asistovanou parciální nefrektomii pro mnohočetné ipsilaterální tumory. Hodnotili jsme demografické charakteristiky, morfologie tumorů, chirurgické parametry (doba teplé ischemie, operační čas, krevní ztráta, typ klampování), komplikace dle Clavien-Dindo a renální funkce. **Výsledky:** Celkem jsme resekovali 38 tumorů. Průměrná doba teplé ischemie byla 14 min, u žádného z pacientů nepřekročila 25 min. Komplikace jsme zaznamenali u 11 % pacientů, vždy stupně II dle Clavien-Dindo. Pozitivní chirurgické okraje se vyskytly u 2,6 % resekováných tumorů. Trifecta byla dosažena u 94 % pacientů, pentafecta byla hodnotitelná pouze u 50 % pacientů. U 28 % pacientů jsme k verifikaci tumoru použili intraoperační ultrazvuk. Pro ověření efektu klampování jsme u 22 % pacientů aplikovali indocyaninovou zeleň. Recidiva byla evidována u 5,5 % pacientů a zachování renální funkce po 12 měsících bylo ≥ 90 % u všech hodnotitelných pacientů. **Závěr:** Roboticky asistovaná parciální resekce u mnohočetných ipsilaterálních renálních mas je bezpečná metoda s nízkou incidencí komplikací a dobrými onkologickými a funkčními výsledky. Pokročilé chirurgické techniky, vč. selektivního klampování a intraoperační ultrazvukové verifikace, umožňují maximalizovat ochranu renálního parenchymu a přispět k optimalizaci chirurgického výkonu.

Klíčová slova: indocyaninová zeleň – mnohočetné renální tumory – roboticky asistovaná parciální nefrektomie – selektivní klampování – teplá ischemie

Summary: Introduction: Robot-assisted partial nephrectomy represents the standard nephron-sparing procedure for localized renal tumors. Multiple ipsilateral renal tumors are rare, and their surgical management poses a challenge in terms of preserving renal function and ensuring oncological safety. The aim of this study was to evaluate the safety, functional, and oncological outcomes of robot-assisted partial nephrectomy in patients with multiple renal tumors. **Methods:** We retrospectively analyzed data from 18 patients who underwent robot-assisted partial nephrectomy for multiple ipsilateral renal tumors between 2008 and

Jana Kochánová
Jiří Heráček
Miroslav Záleský

Urologická klinika 1. LF UK
a ÚVN – VFN Praha



MUDr. Jana Kochánová
Urologická klinika 1. LF UK
a ÚVN – VFN Praha
U Vojenské nemocnice 1200
169 02 Praha 6
jana.kochanova@uvn.cz

Doručeno: 7. 11. 2025
Přijato: 4. 12. 2025

2024. We assessed demographic characteristics, tumor morphology, surgical parameters (warm ischemia time, operative time, blood loss, type of clamping), complications according to the Clavien-Dindo classification, and renal function. **Results:** A total of 38 tumors were resected. The mean warm ischemia time was 14 minutes, and did not exceed 25 minutes in any patient. Complications occurred in 11% of patients, all classified as grade II according to Clavien-Dindo. Positive surgical margins were observed in 2.6% of resected tumors. The trifecta outcome was achieved in 94% of patients, while the pentafecta could be evaluated in 50% of cases. In 28% of patients, we used intraoperative ultrasound to verify the tumor. To confirm the effect of clamping, we administered indocyanine green in 22% of patients. Tumor recurrence was observed in 5.5% of patients, and renal function preservation at 12 months was $\geq 90\%$ in all evaluable patients. **Conclusion:** Robot-assisted partial nephrectomy for multiple ipsilateral renal masses is a safe technique with a low complication rate and favorable oncological and functional outcomes. Advanced surgical techniques, including selective clamping and intraoperative ultrasound verification, allow for maximal preservation of renal parenchyma and contribute to optimizing the surgical procedure.

Key words: indocyanine green – multiple renal tumors – robot-assisted partial nephrectomy – selective clamping – warm ischemia

Úvod

Parciální nefrektomie je standardní nefron šetřící výkon pro lokalizované nádory ledvin (T1, T2), pokud je technicky proveditelná. Ačkoliv onkologické výsledky z hlediska celkového přežití nevykazují významné rozdíly ve srovnání s radikální nefrektomií, je nespornou výhodou parciální resekce zachování funkčního renálního parenchymu. Volba konkrétního chirurgického přístupu či techniky závisí na odborných zkušenostech operátora. Roboticky asistovaná parciální nefrektomie je v současnosti standardní metodou volby při miniinvasivních operacích nádorů ledvin [1].

Mnohočetné ipsilaterální tumory ledvin jsou definovány jako alespoň dvě tumorózní ložiska na stejné ledvině oddělená normální tkání ledviny. Jejich přesný výskyt není zcela znám, avšak některé studie uvádějí incidenci v rozmezí 6–25 % [2,3]. Tyto tumory se častěji vyskytují u pacientů s hereditárními syndromy, např. u pacientů s von Hippel-Lindauovou chorobou, hereditárním papilárním karcinomem ledvin či Birt-Hogg-Dubé syndromem, u nichž je riziko recidivy nebo vzniku nového nádoru vyšší než v běžné populaci [3].

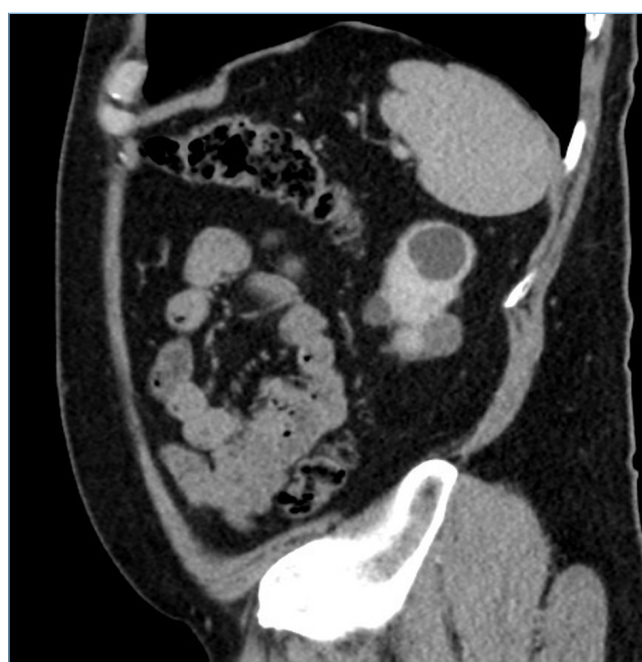
Z tohoto důvodu je nezbytné zachovat rovnováhu mezi funkcí ledvin a onkologickou bezpečností, což může být dosaženo prostřednictvím roboticky asistované parciální nefrektomie [4].

Soubor pacientů a metoda

Data jsme vyhodnotili retrospektivně z jednoho centra robotické chirurgie. V období 2008–2024 jsme provedli celkem 436 roboticky asistovaných parciálních nefrektomií, z nichž se v 18 případech jednalo o resekci mnohočetných tumorů ledvin. U všech pacientů jsme pro verifikaci renální masy použili CT s aplikací kontrastní látky (obr. 1).

Operace jsme prováděli s použitím robotického systému Da Vinci Standard, Si HD a Xi (Intuitive Surgical, USA).

Chirurgický přístup jsme volili transperitoneální nebo retroperitoneální. Výkony byly provedeny sedmi chirurgy. Nádory jsme resekovali najednou, pokud byly v těsné blízkosti, nebo postupně.



Obr. 1. CT intravenózní zobrazující mnohočetný tumor levé ledviny.

Fig. 1. Venous phase CT showing multiple tumors of left kidney.

Technika resekce byla realizována buď kompletně bez použití svorky, nebo s využitím svorky renálního hilu. Resekce na svorce zahrnovala buď odstranění všech nádorů během jedné doby klampování, odstranění jednoho nádoru s následnou resekci ostatních lézí po uvolnění svorky, nebo individuální resekce jednotlivých nádorů, což vedlo k vícenásobným dobám teplé ischemie. Doba teplé ischemie byla vyhodnocena jako součet jednotlivých ischemických časů.

Výsledky

Soubor 18 pacientů tvořilo 14 (78 %) mužů a 4 (22 %) ženy. Průměrný věk pacientů byl 59,8 (46,1–73,6) let, průměrný body mass index (BMI) dosahoval 28,6 (22,5–35,2) kg/m². Z hlediska interních komorbidit mělo 11 (61 %) pacientů

Tab. 1. Předoperační faktory.

Tab. 1. Preoperative factors.

Počet pacientů	18
• muži	14 (78 %)
• ženy	4 (22 %)
Průměrný věk	59,8 let
Průměrný body mass index	28,6
Arteriální hypertenze	11 (61 %)
Diabetes mellitus 2. typu	8 (44 %)
Nikotinismus	6 (33 %)
Chronické onemocnění ledvin	0
Solitární ledvina	0

arteriální hypertenzi, 8 (44 %) pacientů diabetes mellitus 2. typu a 6 (33 %) pacientů anamnézu nikotinizmu. Žádný pacient nebyl sledován pro chronické onemocnění ledvin ani neměl solitární ledvinu (tab. 1).

Celkem jsme resekovali 38 tumorů. U 16 (89 %) pacientů jsme odstranili dvě renální léze, u 2 (11 %) pacientů tři léze. Tumory se nacházely v mezorenální oblasti u 10 (56 %) pacientů, na horním pólu u 4 (22 %) pacientů a na dolním pólu u 4 (22 %) pacientů. Lokalizace byla pravostranná u 7 (39 %) pacientů a levostranná u 11 (61 %) pacientů. Bilaterální tumory byly přítomny u 4 (22 %) pacientů. Průměrná velikost nádoru byla 28 (6–50) mm.

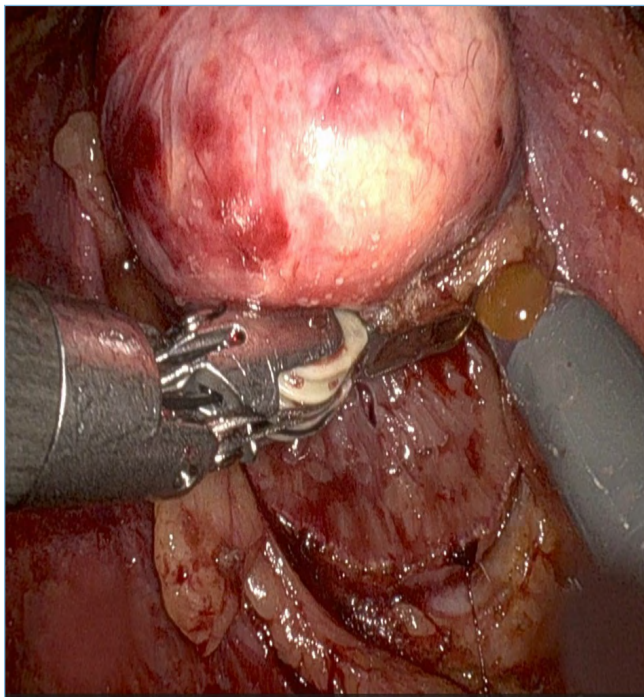
Z hlediska patologického stadia se jednalo u 34 (89,5 %) případů o tumory pT1a, u 4 (10,5 %) případů o tumory pT1b. U 4 (22 %) pacientů jsme resekovali pouze benigní nádory, u 5 (28 %) pacientů kombinace maligních a benigních lézí a u 9 (50 %) pacientů pouze maligní nádory. Histologicky byl nejčastější světlobuněčný karcinom ledvin (RCC – renal cell carcinoma) (15, tj. 39 %), papilární renální karcinom (6, tj. 16 %), chromofobní renální karcinom (3, tj. 8 %), onkocytom (4, tj. 10,5 %), angiomyolipom (3, tj. 8 %), cysta (3, tj. 8 %) a adenom (4, tj. 10,5 %). Z hlediska gradingu dosáhlo pět tumorů stupně 1, třináct tumorů stupně 2 a tři tumory stupně 3 (tab. 2).

Průměrná délka hospitalizace byla 5 dní [4–9]. Systém AirSeal® (ConMed, USA) jsme využili u 8 (44 %) případů. Transperitoneální přístup jsme zvolili u 13 (72 %) pacientů, retroperitoneální u 5 (28 %) pacientů. Průměrný operační čas byl 134 (65–240) min a průměrná krevní ztráta 171

Tab. 2. Postoperační faktory.

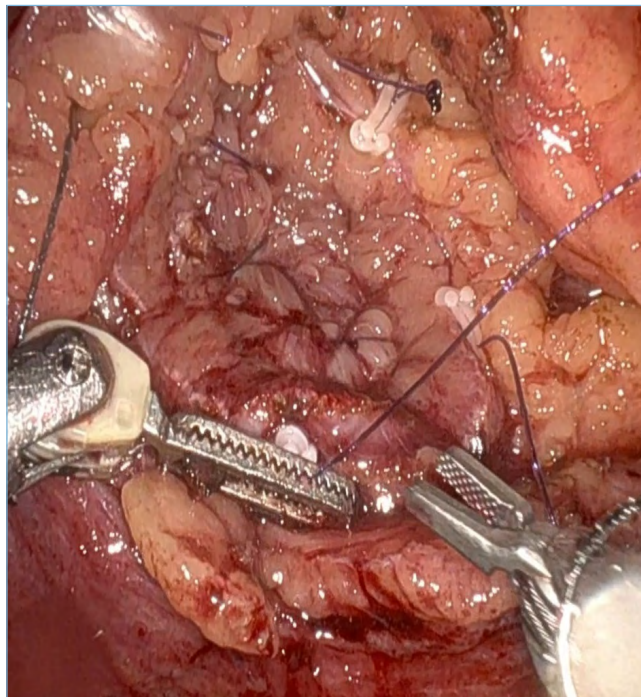
Tab. 2. Postoperative factors.

Počet tumorů	38
Dva renální tumory	16 (89 %)
Tři renální tumory	2 (11 %)
Mezorenálně	10 (56 %)
Horní pól	4 (22 %)
Dolní pól	4 (22 %)
Pravá strana	7 (39 %)
Levá strana	11 (61 %)
Bilaterální tumory	4 (22 %)
Průměrná velikost nádoru	28 mm
pT1a	34 (89,5 %)
pT1b	4 (10,5 %)
Benigní + benigní	4 (22 %)
Benigní + maligní	5 (28 %)
Maligní + maligní	9 (50 %)
Renální karcinom	15 (39 %)
Papilární renální karcinom	6 (16 %)
Chromofobní renální karcinom	3 (8 %)
Onkocytom	4 (10,5 %)
Angiomyolipom	3 (8 %)
Cysta	3 (8 %)
Adenom	4 (10,5 %)
Grade 1	5 tumorů
Grade 2	13 tumorů
Grade 3	3 tumory
Průměrná délka hospitalizace	5 dní
Komplikace dle Clavien-Dindo	2 (11 %)
Pozitivní okraje	1 (2,6 %)
Trifecta	17 (94 %)
Recidiva	1 (5,5 %)



Obr. 2. Resekce s otevřením dutého systému.

Fig. 2. Resection with opening renal collecting system.



Obr. 3. Ošetření resekcí plochy.

Fig. 3. Suture of the resection area.

(50–1 000) ml. Peroperační otevření dutého systému jsme zaznamenali u 3 (17 %) pacientů (obr. 2). Hemostyptikum jsme použili u 15 (83 %) pacientů (obr. 3).

Resekce bez klampování jsme provedli u 4 (22 %) pacientů, s klampováním u 14 (78 %), přičemž selektivní klampování jsme využili u 3 (17 %) výkonů. U 15 pacientů byla vícečetná resekce provedena během jedné doby teplé ischemie, u 2 (11 %) pacientů došlo k vícenásobným dobám ischemie pro každý resekováný tumor a u 1 (6 %) pacienta k resekcí jednoho tumoru se svorkou a k následné resekcí dalšího tumoru bez svorky. Průměrná doba teplé ischemie byla 14 (8–24) min.

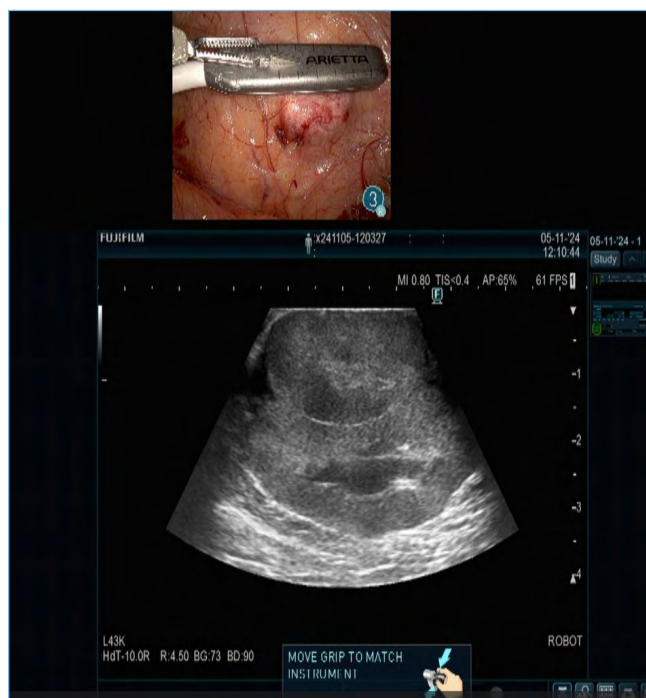
U 5 (28 %) pacientů jsme k verifikaci tumoru použili intraoperační ultrazvuk (obr. 4). Pro ověření efektu klampování jsme u 4 (22 %) pacientů aplikovali indocyaninovou zeleň (ICG – indocyanine green; Verdys, Diagnostic Green, Irsko) (obr. 5). Komplikace dle Clavien-Dindo jsme zaznamenali u 2 (11 %) pacientů, vždy stupně 2. Pozitivní chirurgické okraje jsme zjistili u 1 (2,6 %) tumoru. Trifecta (teplá ischemie $\leq$ 25 min nebo studená ischemie $\leq$ 60 min, negativní chirurgické okraje, žádné komplikace dle Clavien-Dindo stupně $\geq$ 3). Byla dosažena u 94 % pacientů, pentafecta (kritéria trifecty, $>$ 90 % zachování glomerulární filtrace a žádný rozvoj chronického renálního selhání 12 měsíců od operace) byla hodnotitelná pouze u 9 (50 %) pacientů [5]. Veškeré hodnotitelné případy pentafecty vykazovaly zachovanou renální funkci alespoň na 90 % původní hodnoty a u žádného z pacientů nedošlo k rozvoji chronického onemocnění ledvin. Recidivu nádoru jsme zaznamenali u 1 (5,5 %) pacienta (tab. 3).

Diskuze

V této studii prezentujeme data pacientů, kteří na našem pracovišti podstoupili roboticky asistovanou parciální resekci ledviny pro mnohočetné tumory. Pacienti vykazovali průměrně vyšší BMI a častou přítomnost arteriální hypertenze, diabetes mellitus a anamnézu nikotinizmu, což představuje rizikové faktory predisponující k rozvoji renálních tumorů [1]. Přímá kauzální souvislost mezi těmito rizikovými faktory a kancerogenezi není jasná. Peired et al. shrnují nový patofyziologický koncept, který navrhuje souvislost mezi poškozením ledvin jak akutním, tak chronickým a následným vznikem nádorů ledvin. Tyto rizikové faktory jsou ve skutečnosti rizikové faktory pro poškození ledvin, které následně může vést ke vzniku tumoru. Poškození ledvin je spojeno i s výskytem benigních tumorů, které mohou být prekancerózní lézí [6].

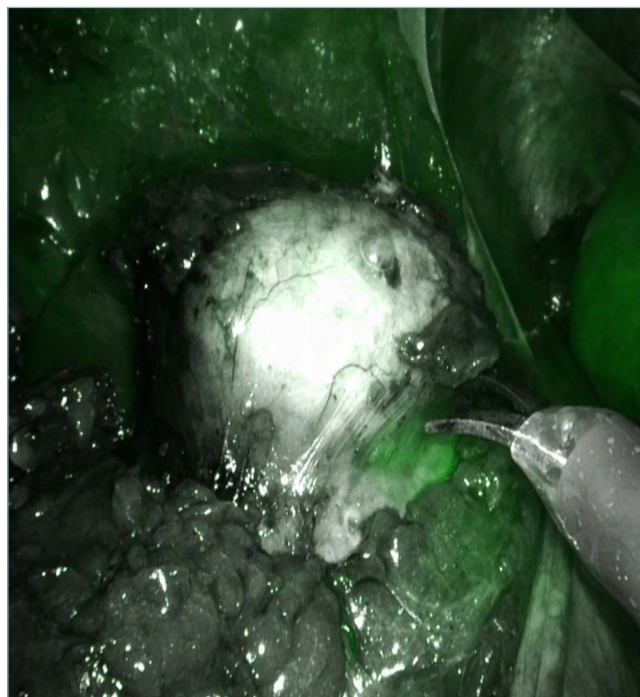
Genetickou analýzu hereditárního RCC jsme neprováděli, avšak u některých pacientů lze výskyt genetické predispozice očekávat. V našem souboru byl u 22 % pacientů verifikován bilaterální tumor ledvin. U 11 % pacientů se jednalo o bilaterální maligní tumory. Dále 17 % pacientů bylo v době operace mladších 50 let a dle histologické verifikace měli alespoň jeden maligní tumor.

Z celkového počtu resekováných renálních mas bylo 37 % benigních. U 22 % pacientů se jednalo výhradně o mnohočetné benigní léze. Tyto nálezy podtrhují význam multidisciplinární spolupráce s radiology a upozorňují na limity zobrazovacích diagnostických metod při odlišení benigních a maligních renálních mas.



Obr. 4. Intraoperační ultrazvuk.

Fig. 4. Intraoperative ultrasound.



Obr. 5. Indocyaninová zeleň.

Fig. 5. Indocyanine green.

Peroperační lokalizaci tumorů pomocí ultrazvuku jsme použili u 28 % případů. Některé studie uvádějí, že použití ultrazukové verifikace je spojeno s nižší krevní ztrátou a kratší dobou teplé ischemie [7]. Doba teplé ischemie u žádného z pacientů nepřekročila 25 min. Ve většině případů jsme resekovali všechny tumory během jedné doby teplé ischemie, nicméně u části pacientů byla provedena vícečetná doba ischemie pro každý resekovaný tumor. Při resekci mnohočetných tumorů pomocí klampování hlavní renální tepny je riziko poškození renálních funkcí přímo úměrné celkové kumulativní době ischemie. Vícenásobné klampování hlavní renální tepny s krátkou reperfuzí mezi klampováním nemá na funkci ledvin zásadní vliv, pokud je celková doba ischemie krátká [4]. To se liší od techniky sekvenčního klampování segmentálních renálních arterií. Při sekvenčním klampování může být celková doba klampování pro celý zákrok dlouhá, ale doba ischemie pro jednotlivý segment je udržována krátká, čímž se snižuje ischemická zátěž na celou ledvinu [2].

Selektivní klampování s využitím ICG jsme aplikovali u 22 % pacientů. Tento postup je výhodný v případech, kdy není žádoucí ischemizovat celou ledvinu. ICG je fluorescenční barvivo umožňující intraoperační vizualizaci perfuze orgánů a je využitelná při selektivním arteriálním klampování u parciálních resekcí ledvin [8]. Hlavním přínosem použití ICG je zkrácení doby teplé ischemie. Některé práce naznačují příznivý vliv na zachování renální funkce, avšak podle současných poznatků tento efekt nedosahuje statistické významnosti. ICG dále neprokazuje významný vliv na výskyt pozitivních

Tab. 3. Intraoperační faktory.

Tab. 3. Intraoperative factors.

Transperitoneální přístup	13 (72 %)
Retroperitoneální přístup	5 (28 %)
Airseal®	8 (44 %)
Průměrný operační čas	134 min
Průměrná krevní ztráta	171 ml
Otevření dutého systému	3 (17 %)
Hemostyptikum	15 (83 %)
Bez klampování	4 (22 %)
S klampováním	14 (78 %)
Selektivní klampování	3 (17 %)
Průměrná doba teplé ischemie	14 min
Indocyaninová zeleň	4 (22 %)
Peroperační ultrazvuk	5 (28 %)

resekčních okrajů, intraoperační krevní ztrátu ani délku operace. V oblasti pooperačních komplikací se však objevuje trend směřující k nižší incidenci závažných komplikací při jejím použití [9].

Pozitivní chirurgické okraje jsme evidovali u 2,6 % vyoperovaných tumorů. Závažné komplikace dle klasifikace Clavien-Dindo nebyly zaznamenány. Trifecta byla dosažena u 94 % pacientů. Recidiva byla sledována u 5,5 % pacientů. Výsledky naznačují, že roboticky asistovaná parciální resekce u mnohočetných tumorů je bezpečná metoda, která v našem souboru nepřinesla zvýšení doby teplé ischemie nad 25 min, vyšší počet komplikací ani zvýšený výskyt pozitivních okrajů.

Hlavními omezeními studie jsou nízký počet pacientů a retrospektivní charakter vyhodnocení dat. Nedostatek údajů o zachování renálních funkcí umožňuje pouze orientační odhad výsledků. Data k vyhodnocení renální funkce po 12 měsících byla dostupná pouze u 50 % pacientů, přičemž

všichni tito pacienti vykazovali zachování renální funkce alespoň na 90 % původní hodnoty a nedošlo u nich k rozvoji chronického onemocnění ledvin.

Závěr

Roboticky asistovaná parciální resekce ledviny vykazuje příznivé výsledky u pacientů s mnohočetnými ipsilaterálními renálními masami. Výkon je spojen s nízkou incidencí komplikací a zajišťuje dobré funkční i onkologické výsledky. Robotická technika navíc umožňuje využití pokročilých chirurgických postupů, jako je selektivní klampování s využitím ICG či intraoperační verifikace tumorů pomocí ultrazvukové sondy, což přispívá k optimalizaci výkonu a ochraně renálního parenchymu.

Střet zájmů: Autoři prohlašují, že nemají žádný konflikt zájmů.

Prohlášení o podpoře: Institucionální podpora MO1012.

Literatura

1. Bex A, Ghanem YA, Albiges L et al. European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2025 Update. *Eur Urol* 2025; 87(6): 683–696. doi: 10.1016/j.eururo.2025.02.020.
2. Yang J, Xia J-D, Xue J-X et al. Robotic-assisted partial nephrectomy with sequential clamping of segmental renal arteries for multiple ipsilateral renal tumours: initial outcomes. *BMC Urol* 2019; 19(1): 31. doi: 10.1186/s12894-019-0451-y.
3. Boris R, Proano M, Linehan WM et al. Initial experience with robot-assisted partial nephrectomy for multiple renal masses. *J Urol* 2009; 182(4): 1280–1286. doi: 10.1016/j.juro.2009.06.036.
4. Tabrizi PF, Zeuschner P, Katzendorn O et al. Robot-assisted partial nephrectomy of multiple tumors: a multicenter analysis. *Minerva Urol Nephrol* 2024; 76(6): 698–707. doi: 10.23736/S2724-6051.24.05816-6.
5. Deka H, Medam NM, Kumar PG et al. Comparison of trifecta and pentaecta outcomes across 3 surgical modalities of partial nephrectomy (PN) – open, lap, and robotic. *J Kidney Cancer VHL* 2024; 11(3): 27–32. doi: 10.15586/jkcvhl.v11i3.308.
6. Peired AJ, Lazzeri E, Guzzi F et al. From kidney injury to kidney cancer. *Kidney Int* 2021; 100(1): 55–66. doi: 10.1016/j.kint.2021.03.011.
7. Buffi N, Uleri A, Paciotti M et al. Techniques and outcomes of robot-assisted partial nephrectomy for the treatment of multiple ipsilateral renal masses. *Minerva Urol Nephrol* 2023; 75(2): 223–230. doi: 10.23736/S2724-6051.23.05161-3.
8. Pacigová D, Gaduš L, Heráček J et al. Využití indocyaninové zeleně při robotických výkonech v urologii. *Ces Urol* 2018; 22(2): 99–105. doi: 10.48095/cccu2018015.
9. Panunzio A, Orlando R, Greco F et al. The role of near-infrared fluorescence with indocyanine green in robot-assisted partial nephrectomy: results from an updated systematic review and meta-analyses of controlled studies. *Medicina* 2025; 61(10): 1735. doi: 10.3390/medicina61101735.