

Roboticky asistovaná vs. otevřená parciální nefrektomie pro renální karcinom – funkční a onkologické výsledky dle RENAL nefrometrického skóre

Robot-assisted vs. open partial nephrectomy for renal cell carcinoma – functional and oncological outcomes according to RENAL nephrometric score

Hlavní stanovisko práce: Resekce ledviny pro tumor představuje v současné době standardní metodu léčby cT1 tumorů ledvin. Robotický přístup (RAPN), ač populární, v porovnání s otevřenou operací (OPN) neprokázal jednoznačnou superioritu. Cílem této práce je porovnat perioperační, funkční a onkologické výsledky těchto modalit.

Major statement: Partial nephrectomy is currently the standard treatment for cT1 renal tumors. Although the robotic approach (RAPN) does not clearly demonstrate superiority over open surgery (OPN), it has gained popularity. This study aims to compare the perioperative, functional, and oncological outcomes of these modalities.

Souhrn: Cíl: Cílem práce je porovnat perioperační výsledky robotické (RAPN) a otevřené resekce ledviny (OPN) hodnocené dle komplexity tumorů pomocí RENAL nefrometrického skóre. **Soubor pacientů a metody:** Do retrospektivní studie byli zařazeni pacienti operovaní v letech 2010–2020. Porovnány byly demografické údaje (věk, body mass index, Charlson comorbidity index), perioperační údaje (krevní ztráty, délka hospitalizace, komplikace, ischemie) a pooperační výsledky (histopatologický nálezní a renální funkce). **Výsledky:** Hodnoceno bylo 563 pacientů – 306 OPN a 257 RAPN. Pacienti, kteří podstoupili OPN, byli starší (průměr 64,3 vs. 61,6 let; $p = 0,01$), měli vyšší průměrné RENAL skóre (7,2 vs. 6,3; $p < 0,01$) a měli více komorbidit ($p < 0,01$). Ischemie byla u RAPN využita méně (60,8 vs. 65,8 %; $p = 0,25$), u RAPN byla o 3,5 min delší (průměrně 17,5 vs. 14 min; $p = 0,014$). Operace byla v průměru o 7 min delší u RAPN (100,2 vs. 92,9 min; $p = 0,007$), ale ve skupině se střední komplexitou ($n = 279$) rozdíl zjištěn nebyl ($p = 0,19$). U RAPN byly průměrné krevní ztráty o polovinu menší (149,9 vs. 301,9 ml; $p < 0,001$), doba hospitalizace byla kratší (5,2 vs. 6,8 dní; $p < 0,01$), stejně jako využití jednotky intenzivní péče (17 vs. 84 %; $p < 0,01$). Míra pozitivních chirurgických okrajů byla nižší u RAPN ($p = 0,04$). Celková míra komplikací byla u RAPN a OPN srovnatelná (12,7 vs. 11,9 %; $p = 0,79$), u OPN ale byl vyšší poměr závažných komplikací (Clavien-Dindo $\geq 3b$).

**Veronika Lounová
Vladimír Študent Jr.**

Urologická klinika LF UP
a FN Olomouc



**doc. MUDr. Vladimír Študent Jr.,
Ph.D., FEBU**

Urologická klinika LF UP
a FN Olomouc
Zdravotníků 7
779 00 Olomouc
vladimir.student2@fnol.cz

Doručeno: 4. 5. 2025
Přijato: 30. 5. 2025

tvorící 20,5 vs. 11 %. Pooperačně došlo u RAPN k menšímu poklesu glomerulární filtrace u všech skupin ($p = 0,04$). **Závěr:** RAPN vykazuje lepší výsledky než OPN v míře krevních ztrát, zachování renálních funkcí, délky hospitalizace a míře využití intenzivní péče. Je také patrný trend v nižším výskytu závažných komplikací a pozitivních chirurgických okrajů.

Klíčová slova: resekce ledviny – renální karcinom – robotické operace – nefrometrické skóre

Summary: Objective: The study aims to compare the perioperative outcomes of robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) and open partial nephrectomy (OPN), assessed according to tumor complexity using the RENAL nephrometric score. **Patients and methods:** The retrospective study included patients operated on between 2010 and 2020. Demographic data (age, body mass index, Charlson Comorbidity index, and gender), perioperative data (blood loss, length of hospitalization, complications, length of ischemia), and postoperative outcomes (histopathological findings and renal function) were compared. **Results:** 563 patients were evaluated, 306 OPN and 257 RAPN. Patients who underwent OPN were older (mean 64.3 vs. 61.6 years; $P = 0.01$), had a higher mean RENAL score (7.2 vs. 6.3; $P < 0.01$), and had more comorbidities ($P < 0.01$). Ischemia was used less in RAPN (60.8 vs. 65.8 %; $P = 0.25$) but was 3.5 min longer in RAPN (mean 17.5 vs. 14 min; $P = 0.014$). The operation was, on average, 7 min longer in RAPN (100.2 vs. 92.9 min; $P = 0.007$), but in the moderate complexity group ($N = 279$), no difference was found ($P = 0.19$). In the RAPN group, the average blood loss was half of that in the OPN group (149.9 vs. 301.9 ml; $P < 0.001$), the length of hospital stay was shorter (5.2 vs. 6.8 days; $P < 0.01$), as was the use of the intensive care unit (17 vs. 84%; $P < 0.01$). The rate of positive surgical margins was lower in RAPN ($P = 0.04$). The overall complication rate was comparable between RAPN and OPN (12.7 vs. 11.9%; $P = 0.79$), but OPN had a higher rate of serious complications (Clavien-Dindo $\geq 3b$) at 20.5 vs. 11%. Postoperatively, RAPN had a smaller decrease in glomerular filtration rate in all groups ($P = 0.04$). **Conclusion:** RAPN shows better results than OPN regarding blood loss, preservation of renal function, length of hospital stay, and intensive care utilization. There is also a trend toward lower rates of serious complications and positive surgical margins.

Key words: nephron sparing surgery – renal carcinoma – robotic surgery – nephrometric score

Úvod

Karcinom ledviny (RCC – renal cell carcinoma) je osmé nejčastější zhoubné onemocnění v populaci s incidencí 3 300 a mortalitou 950 pacientů v České republice v roce 2022 [1]. Většina nádorů je díky četnému využití neinvazivních radiologických technik (ultrazvuk, počítačová tomografie (CT – computed tomography), magnetická rezonance (MR)) identifikována náhodně v časném klinickém stadiu cT1 N0 M0 (v 52 % případů) [2]. I když se dnes nabízí alternativní metody managementu těchto nádorů, jako je aktivní sledování, různé ablační metody (kryo-, radiofrekvenční, mikrovlnná) nebo stereotaktické ozáření, zůstává operační léčba v podobě radikální nebo parciální nefrektomie stále standardním doporučeným postupem u většiny pacientů [3]. Tradičně byly operace prováděny otevřenou technikou, kterou dnes nahrazují minimálně invazivní laparoskopické a v posledních letech roboticky asistované operace. Otevřená parciální nefrektomie (OPN) prokázala stejné 10leté celkové přežití jako radikální nefrektomie u pacientů s cT1–2 tumory ledvin v prospektivní randomizované studii EORTC-30904 [4] a stala se standardem pro léčbu cT1 tumorů ledvin [3]. Roboticky asistovaná parciální nefrektomie (RAPN) byla popsána v roce 2004 Gettmanem et al. [5]. Většina publikovaných výsledků ukazuje podobné perioperační výsledky mezi OPN a RAPN, přičemž RAPN vykazuje nižší míru krevních ztrát, komplikací a kratší dobu hospitalizace [6,7]. Dlouhodobé onkologické výsledky vykazují podobnou míru rekurence a celkového přežití [8]. RAPN se proto stala preferovanou modalitou v léčbě cT1 RCC.

Nefrometrické skórovací systémy byly vyvinuty k objektivnímu posouzení anatomie tumorů a k predikci perioperačních výsledků resekce [9]. RENAL je jedním z nejčastěji využívaných systémů, který prokázal dobrou schopnost posoudit komplexitu tumorů a dobře koreluje s dalšími využívanými nástroji [10,11]. Jen málo prací využilo při porovnání OPN a RAPN nefrometrické systémy k přesnějšímu posouzení komplexity tumorů [12]. Cílem této práce je posoudit perioperační výsledky OPN a RAPN provedené na našem pracovišti s pomocí RENAL skórovacího systému.

Materiál a metody

Do retrospektivní studie byli zařazeni pacienti operovaní v letech 2010–2020, přičemž nebyli zahrnuti pacienti, u nichž byly prováděny sdružené výkony (více tumorů ledvin či jiné další operační výkony), výsledky u operací s nutností konverze robotických na otevřený výkon ($n = 5$) a těch případů, kdy nebyla k dispozici obrazová dokumentace CT nebo MR k posouzení RENAL skóre. RENAL skóre bylo stanoveno urologem (VŠ a VL). RENAL skóre 4–6 dle originálního doporučení označuje tumory s nízkou komplexitou, skóre 7–9 střední komplexitou a 10–12 vysokou komplexitou [13].

Technika OPN byla prováděna obvykle z lumbotomického přístupu nebo dle preference operátora ze subkostální laparotomie. Po uvolnění ledviny a zajištění hilových cév je tumor ostře odstraněn a resekční plocha je uzavřena ve dvou vrstvách vstřebatelným stehem. RAPN byla provedena vždy transperitoneálně, do roku 2018 ($n = 174$) bylo provedeno

Tab. 1. Základní demografická data pacientů a histologie tumorů.

Tab. 1. Baseline patients' and tumor characteristics.

	RAPN (n = 257)		OPN (n = 306)		Hodnota p
	počet	průměr (rozmezí) / %	počet	průměr (rozmezí) / %	
Věk (roky)		61,62 (30–83)		64,3 (30–85)	0,01
Pohlaví					
• žena	82	31,9 %	105	34,3 %	0,59
• muž	175	68,1 %	201	65,7 %	
Body mass index		29,0 (19,0–56,8)		27,9 (19,6–41,8)	0,4
Pravá ledvina	136	52,9 %	174	56,9 %	0,35
Levá ledvina	121	47,1 %	132	43,1 %	
Charlson Comorbidity index celkově		4,3 (0–7)		5,0 (0–7)	< 0,01
• 0	35	13,6 %	18	5,9 %	< 0,01
• 1	109	42,4 %	114	37,4 %	
• 2	90	35,0 %	111	36,4 %	
• 3–4	19	7,4 %	49	16,1 %	
• 5+	4	1,6 %	13	4,2 %	
RENAL celkově		6,3 (4–10)		7,2 (4–10)	< 0,01
nízce komplexní celkem	143	53,6 %	99	32,4 %	
• 4	36	14,0 %	30	9,8 %	
• 5	38	17,3 %	32	10,5 %	
• 6	49	22,3 %	37	12,1 %	
středně komplexní celkem	108	42,0 %	187	61,1 %	
• 7	30	11,7 %	58	19,0 %	
• 8	45	17,5 %	71	23,2 %	
• 9	33	12,8 %	58	19,0 %	
vysoce komplexní (10–12) celkem	6	2,3 %	20	6,5 %	
Lokalizace tumoru					
• anteriorní	145	56,4 %	133	43,3 %	
• posteriorní	112	43,6 %	173	56,7 %	0,004
Maligní tumory celkem	204	79,4 %	270	88,2 %	0,005
• světlóbuňčný RCC	154	75,4 %	219	81,1 %	
• papilární RCC	35	17,2 %	29	10,7 %	
• ostatní RCC	15	7,4 %	22	8,2 %	
Benigní nálezy	53	20,6 %	36	11,8 %	
Patologické stadium					0,02
• pT1a	169	83 %	195	72,2 %	
• pT1b	25	12 %	58	21,4 %	
• pT2	0	0 %	1	0,4 %	
• pT3	10	5 %	16	6 %	
ISUP grade					0,04
• 1	80	42,8 %	80	33 %	
• 2	87	46,5 %	117	48,1 %	
• 3	16	8,6 %	41	16,9 %	
• 4	4	2,1 %	5	2 %	

RAPN – roboticky asistovaná parciální nefrektomie, OPN – otevřená parciální nefrektomie, RCC – renální karcinom, ISUP – International Society of Urological Pathology

Tab. 2. Výsledky RAPN a OPN před rozdělením dle RENAL.

Tab. 2. Outcomes of RAPN and OPN before RENAL score matching.

	RAPN (n = 257)		OPN (n = 306)		Hodnota p
	počet	průměr (rozmezí / SD) / %	počet	průměr (rozmezí / SD) / %	
Délka operace (min)		100,2 (29–223)		92,9 (29–180)	0,007
Odhadované krevní ztráty (ml)		149,9 (±218)		301,9 (±253)	< 0,01
Ischemie ledviny					
• ano	156	60,8 %	201	65,8 %	0,25
• ne	101	39,2 %	105	34,2 %	
Délka teplé ischemie (min)	156	17,5 (6–45)	201	14 (5–30)	0,014
Délka hospitalizace (dny)		5,2 (2–14)		6,8 (4–21)	< 0,01
Pobyt na jednotce intenzivní péče					
• ano	44	17 %	257	84 %	< 0,01
• ne	213	83 %	49	16 %	
Pozitivní (nebo nejasné) chirurgické okraje					
• ano	22	10,8 %	38	14,1 %	0,29
• ne	182	89,2 %	232	85,9 %	
eGFR (ml/s na 1,73 m²)					
• předoperační		1,2		1,13	0,02
• pooperační		1,16		1,05	< 0,01
• změna		–0,06 (–0,4–0,0)		–0,13 (–0,77–0,0)	0,04

RAPN – roboticky asistovaná parciální nefrektomie, OPN – otevřená parciální nefrektomie, SD – směrodatná odchylka, eGFR – receptor pro epidermální růstový faktor

na robotickém systému druhé generace DaVinci Si® (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, USA) se třemi rameny (jedno kamerové a dvě pracovní) s použitím „fenestrated bipolar forceps“ a „monopolar curved scissors“, asistent používal dva pracovní porty. Od května 2018 byly provedeny RAPN pomocí DaVinci Xi® (n = 83) od stejné společnosti se čtyřmi rameny, kdy se začal využívat navíc nástroj ProGrasp™ forceps. Technika vlastního provedení zahrnuje rutinní peroperační využití ultrazvukové sondy s dopplerovským zobrazením krevního toku. Resekce je prováděna ostrou a tupou preparací (resekce nebo enukleace) dle preference operátora a sutura je prováděna ve dvou vrstvách s využitím Hem-o-lok® klipů jako podpůrných kotev (tzv. sliding clip technique) popsána Mottriem et al. [14].

Klinická data pacientů byla získána z dokumentace a zahrnovala věk, pohlaví, operovanou stranu, Charlson comorbidity index [15], RENAL nefrometrické skóre a vstupní hodnotu odhadované glomerulární filtrace dle CKD-EPI (eGFR). Perioperační data obsahují odhadované krevní ztráty, délku operace (dobu od začátku řezu po jeho ukončení, tzv. skin

to skin time), využití teplé ischemie, její délku. Pooperačně byla sledována doba hospitalizace, pobyt na jednotce intenzivní péče, komplikace hodnocené dle Clavien-Dindo klasifikace [16], kdy závažné komplikace hodnotíme jako ≥ 3b a hodnotu glomerulární filtrace v době dimise. Hodnocena byla histopatologická data tumorů vč. míry pozitivních okrajů, do nichž byly zahrnuty i nejasné a suspektní případy, kdy byly okraje strženy nebo byla porušena pseudokapsula tumoru.

K vyhodnocení byla použita standardní deskriptivní statistika, kdy u kategoriálních proměnných byla spočítána jejich absolutní a relativní četnost a u spojitých proměnných medián, průměr a rozmezí. K porovnání kategoriálních proměnných u OPN a RAPN byl použit Studentův t-test a pro kategoriální Pearsonův Chí-kvadrát nebo Fisherův test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na 5 %. Použit byl R software, verze 4.1.0 (www.r-project.org).

Výsledky

Identifikováno bylo 563 pacientů s kompletními údaji – 306 OPN a 257 RAPN. Základní demografická data shrnuje

Tab. 3. Výsledky RAPN a OPN stratifikované dle RENAL nefrometrického skóre.

Tab. 3 Outcomes of RAPN and OPN stratified according to RENAL nephrometric score.

	RAPN (n = 257)		OPN (n = 306)		Hodnota p
	počet	průměr (rozmezí / SD) / %	počet	průměr (rozmezí / SD) / %	
Délka operace (min)					
• RENAL 4–6	143	99,3 (34–223)	99	85,3 (29–155)	< 0,01
• RENAL 7–9	108	99,7 (29–175)	187	95,7 (30–180)	0,19
• RENAL 10–12	6	131 (98–168)	20	105 (60–160)	0,047
Odhadované krevní ztráty (ml)					
• RENAL 4–6	143	130,7 (±168)	99	288,3 (±257)	< 0,01
• RENAL 7–9	108	165 (±264)	187	305,5 (±243)	< 0,01
• RENAL 10–12	6	336,7 (±311)	20	347,4 (±271)	0,67
Ischemie ledviny					
• RENAL 4–6	68/143	47,5 %	41/99	41,8 %	0,42
• RENAL 7–9	83/108	76,9 %	142/187	76,1 %	1,0
• RENAL 10–12	5/6	83,3 %	18/20	90 %	1,0
Délka teplé ischemie (min)					
• RENAL 4–6	68	8,6	41	5,5	0,0197
• RENAL 7–9	83	13,3	142	10,3	0,001
• RENAL 10–12	5	22	18	14,2	0,0348
Délka hospitalizace (dny)					
• RENAL 4–6	143	5,2	99	6,8	< 0,01
• RENAL 7–9	108	5,3	187	6,7	
• RENAL 10–12	6	6,1	20	7,3	
Pozitivní (nebo nejasné) chirurgické okraje					
• RENAL 4–6	16/143	11,2 %	16/99	16,2 %	0,047
• RENAL 7–9	6/108	5,6 %	22/187	11,8 %	
• RENAL 10–12	0/6	0 %	2/20	10 %	
Předoperační eGFR (ml/s na 1,73 m²)					
• RENAL 4–6	143	1,19	99	1,12	0,12
• RENAL 7–9	108	1,18	187	1,16	0,46
• RENAL 10–12	6	1,41	20	1,0	0,014
Pooperační eGFR (ml/s na 1,73 m²)					
• RENAL 4–6	143	1,15	99	1,06	0,06
• RENAL 7–9	108	1,19	187	1,05	0,001
• RENAL 10–12	6	1,2	20	0,95	0,2
Změna v eGFR (ml/s na 1,73 m²)					
• RENAL 4–6	143	–0,06 (–0,4–0,0)	99	–0,09 (–0,75–0,0)	0,04
• RENAL 7–9	108	–0,04 (–0,39–0,0)	187	–0,14 (–0,77–0,0)	0,001
• RENAL 10–12	6	–0,04 (–0,2–0,0)	20	–0,07 (–0,52–0,0)	0,01

RAPN – roboticky asistovaná parciální nefrektomie, OPN – otevřená parciální nefrektomie, SD – směrodatná odchylka, eGFR – receptor pro epidermální růstový faktor

tab. 1. Pacienti, kteří podstoupili OPN, byli starší (průměr 64,3 vs. 61,6 let; $p = 0,01$) a měli více komorbidit (průměrné Charlsonové skóre 5,0 vs. 4,3; $p < 0,001$). V obou skupinách převažovali muži (68,1 % pro RAPN a 65,7 % u OPN), průměrný

body mass index (BMI) byl nesignifikantně vyšší ve skupině RAPN (29,0 vs. 27,9; $p = 0,4$). Tumory ve skupině OPN měly vyšší průměrné RENAL skóre (7,2 vs. 6,3; $p < 0,001$) a byly častěji uloženy na dorzální straně ledviny (56,7 vs. 43,6 %;

$p = 0,04$). Maligní tumory byly častěji zjištěny ve skupině OPN (88,2 vs. 79,4 %; $p = 0,005$), přičemž dominoval světlóbný typ RCC u 81,1 % OPN a 75,4 % RAPN. Ve skupině RAPN bylo zjištěno nižší patologické stadium (pT1a u 83 vs. 72,2 %; $p = 0,02$) a nižší ISUP (International Society of Urological Pathology) grade ($p = 0,04$). Všichni pacienti byli cN0. Výsledky obou skupin před rozdělením dle RENAL skóre ukazuje tab. 2. Operace byla v průměru o 7 min delší u RAPN (100,2 vs. 92,9 min; $p = 0,007$). Odhadované krevní ztráty byly v průměru o 150 ml vyšší ve skupině OPN (301,9 vs. 149,9; $p < 0,01$). Ischemie ledviny byla využita u OPN častěji (65,8 vs. 60,8 %; $p = 0,25$), ale její doba byla kratší (14 vs. 17,5 min; $p = 0,014$). Hospitalizace byla u OPN delší (6,8 vs. 5,2 dní; $p < 0,01$) a významně vyšší bylo využití jednotky intenzivní péče (84 vs. 17 %; $p < 0,01$). Pozitivní (nebo nejasné) chirurgické okraje byly zaznamenány častěji ve skupině OPN (14,1 vs. 10,8 %; $p = 0,29$). Odhadované renální funkce byly lepší u pacientů v RAPN skupině předoperačně i po operaci. U skupiny RAPN došlo k jejich menšímu poklesu ($-0,06$ vs. $-0,13$ ml/s na $1,73$ m²; $p = 0,04$).

Tabulka 3 ukazuje výsledky RAPN a OPN stratifikované dle RENAL nefrometrického skóre na níže, středně a vysoce komplexní tumory. Doba operace byla delší u RAPN u níže komplexních tumorů (99,3 vs. 85,3 min; $p < 0,01$) a u vysoce komplexních (131 vs. 105 min; $p = 0,047$), u středně komplexních tumorů (RENAL 7–9) se mezi OPN a RAPN její délka nelišila ($p = 0,19$). Odhadované krevní ztráty byly vyšší v OPN skupině u níže a středně komplexních tumorů, nikoliv ale u vysoce komplexních ($p = 0,67$). Ischemie ledviny byla při resekci nesignifikantně méně často využita při OPN u níže komplexních tumorů (47,5 vs. 41,8 %; $p = 0,42$), u ostatních skupin bylo její využití stejné. Doba teplé ischemie byla u všech tumorů delší u RAPN v porovnání s OPN. Průměrná doba hospitalizace byla u všech tumorů výrazně kratší u RAPN: od 1,2 dne u vysoce komplexních až po 1,6 dne u níže komplexních tumorů ($p < 0,01$). Předoperační eGFR se nelišila mezi způsobu operace u níže ($p = 0,12$) a středně ($p = 0,46$) komplexních tumorů. Pooperačně byla eGFR významně vyšší u níže ($p = 0,06$) a středně ($p = 0,001$) komplexních tumorů operovaných RAPN. U všech tumorů došlo pooperačně k menšímu poklesu renálních funkcí, pokud byly operovány roboticky.

Komplikace se vyskytly u 62 pacientů (11 %) v obou skupinách (tab. 4). Celková míra komplikací byla u OPN a RAPN stejná. U RAPN však převažovaly méně závažné komplikace Clavien-Dindo 1–2, které se vyskytly u 7 % pacientů v porovnání s 5,9 % u OPN. Závažné komplikace Clavien-Dindo $\geq 3b$ se vyskytly ve vyšší míře u OPN vs. RAPN (2,3 vs. 1,6 %; $p = 0,4$), které u OPN tvořily 20,6 % všech komplikací v porovnání s 10,7 % u RAPN. Nejčastější komplikací bylo krvácení, které se vyskytlo u 6,2 % RAPN a 4 % OPN. U OPN se častěji vyskytl urinom (2,6 vs. 0,8 %; $p = 0,097$). U tumorů s nízkou komplexitou bylo méně komplikací u RAPN (7,7 vs. 11,1 %; $p = 0,5$). Naopak u tumorů se střední komplexitou se komplikace častěji

vyskytly u RAPN v porovnání s OPN (14,8 vs. 11,8 %; $p = 0,3$). Podobně u tumorů s vysokou komplexitou bylo více komplikací u RAPN (16,7 vs. 5 %; $p = 0,3$). U všech skupin tumorů převažovaly méně závažné komplikace Clavien-Dindo 1–2. Závažné komplikace (Clavien-Dindo $\geq 3b$) byly častější u OPN v porovnání s RAPN ve všech skupinách, kromě vysoce komplexních tumorů, kde se nevyskytly v obou skupinách žádné.

Diskuze

V tomto souboru byli pacienti, kteří podstoupili OPN, o 2,5 roku starší, měli více komorbidit a měli komplexnější tumory dle RENAL než pacienti, kteří podstoupili RAPN. Operace u RAPN byla delší, ale u středně komplexních tumorů nebyl rozdíl patrný. Ischemie byla méně často využita u RAPN, i když poté byla u RAPN průměrně o 3,5 min delší než u OPN. Celková průměrná doba 17,5 min ovšem nepředstavuje klinicky významný výsledek, jelikož panuje shoda mezi autory, že ischemie do 25–30 min není pro ledvinu škodlivá [17]. U RAPN byly zjištěny poloviční krevní ztráty v porovnání s OPN ve všech RENAL skupinách, což je v souladu s většinou publikovaných prací [6–8,12]. RAPN byla spojena s významně kratší dobou hospitalizace v průměru o 1,5 dne a dramaticky menším využitím jednotky intenzivní péče. Tento faktor sice může být ovlivněn zvyklostmi konkrétního pracoviště, ale ukazuje na možnost významně ušetřit lidské a finanční zdroje spojené s resekci ledvin. Ukazuje také na menší invazivitu RAPN a menší celkovou zátěž pro pacienty ve srovnání s OPN. RAPN byla také spojena s menší mírou pozitivních chirurgických okrajů a menším pooperačním poklesem glomerulární filtrace, a to ve všech RENAL skupinách.

Podobně jako v jiných pracích [12] byla i v tomto souboru OPN spojena s vyšším průměrným nefrometrickým skóre. Je pravděpodobné, že pracoviště nabízející obě modalit volí u obtížnějších tumorů otevřený přístup. Proto se nám zdá být vhodné porovnávat jednotlivé modalit operace dle objektivních anatomických charakteristik tumoru (nefrometrická skóre) než je jen jeho velikost.

Stratifikace dle RENAL nefrometrického skóre umožňuje lépe predikovat výsledky operace a ve spolupráci s pacientem lze zvážit rizika a přínosy jednotlivých způsobů resekce ledviny. Například délka operace byla pro nejpočetnější skupinu pacientů (střední komplexita dle RENAL) shodná mezi OPN a RAPN, i když celkově byla RAPN mírně delší o 7 min, což je ovšem výrazně méně než 30 min publikovaných v jedné z největších multicentrických prospektivních studií (3 500 pacientů) [18]. Recentní norská studie navíc ukázala téměř dvojnásobně dlouhý čas u robotické vs. otevřené operace. Systematická review konzistentně potvrzuje delší operační čas u RAPN [6]. Některé práce ovšem naopak nezjistily žádný rozdíl v operačních časech mezi OPN a RAPN [8,12]. Rozdíly jsou patrné dány zkušenostmi pracoviště a tzv. learning curve.

Tab. 4. Komplikace RAPN a OPN stratifikované dle RENAL nefrometrického skóre.

Tab. 4. Complications of RAPN and OPN stratified according to RENAL nephrometric score.

	RAPN (n = 257)		OPN (n = 306)		Hodnota P
	počet	%	počet	%	
Celkový počet komplikací	28	10,9	34	11,1	0,786
• Clavien-Dindo 1–2	18	7,0	18	5,9	0,443
• Clavien-Dindo 3a	7	2,7	9	2,9	1
• Clavien-Dindo 3b	3	1,2	5	1,6	0,719
• Clavien-Dindo 4–5	0	0	2	0,7	0,497
• Clavien-Dindo ≥ 3b (závažné)	3	1,2	7	2,3	0,4
z toho:					
• krvácení	16	6,2	12	4	0,125
• infekční komplikace	8	3,1	6	2	0,369
• urinom	2	0,8	8	2,6	0,097
zastoupení jednotlivých komplikací:					
• Clavien-Dindo 1–2 (malé)	18/28	64,3	18/34	52,9	
• Clavien-Dindo ≥ 3b (závažné)	3/28	10,7	7/34	20,6	
• krvácení	16/28	57,1	12/34	35,3	
• infekční komplikace	8/28	28,6	6/34	17,6	
• urinom	2/28	7,1	8/34	23,5	
Celkový počet komplikací dle RENAL					
• RENAL 4–6	11/143	7,7	11/99	11,1	0,5
• RENAL 7–9	16/108	14,8	22/187	11,8	0,3
• RENAL 10–12	1/6	16,7	1/20	5	0,3
Komplikace u RENAL 4–6					
• Clavien-Dindo 1–2	6/143	4,2	6/99	6,1	1
• Clavien-Dindo 3a	3/143	2,1	2/99	2	1
• Clavien-Dindo 3b	2/143	1,4	1/99	1	1
• Clavien-Dindo 4–5	0/143	0	2/99	2	0,2
• Clavien-Dindo ≥ 3b (závažné)	2/143	1,4	2/99	2	0,2
z toho:					
• krvácení	8/143	5,6	3/99	3	0,08
• infekční komplikace	2/143	1,4	2/99	2	0,4
• urinom	0/143	0	2/99	2	0,3
Komplikace u RENAL 7–9					
• Clavien-Dindo 1–2	11/108	10,2	12/187	6,4	0,5
• Clavien-Dindo 3a	4/108	3,7	6/187	3,2	0,6
• Clavien-Dindo 3b	1/108	0,9	4/187	2,1	0,4
• Clavien-Dindo 4–5	0/108	0	0/187	0	–
• Clavien-Dindo ≥ 3b (závažné)	1/108	0,9	4/187	2,1	0,4
z toho:					
• krvácení	7/108	6,5	9/187	4,8	0,4
• infekční komplikace	6/108	5,6	4/187	2,1	0,3
• urinom	2/108	1,9	5/187	2,7	0,5
Komplikace u RENAL 10–12					
• Clavien-Dindo 1–2	1/6	16,7	0/20	0	–
• Clavien-Dindo 3a	0/6	0	1/20	5	
• Clavien-Dindo 3b	0/6	0	0/20	0	
• Clavien-Dindo 4–5	0/6	0	0/20	0	
• Clavien-Dindo ≥ 3b (závažné)	0/6	0	0/20	0	
z toho:					
• krvácení	1/6	16,7	0/20	0	
• infekční komplikace	0/6	0	0/20	0	
• urinom	0/6	0	1/20	5	

RAPN – roboticky asistovaná parciální nefrektomie, OPN – otevřená parciální nefrektomie

Kontroverzním výsledkem je menší míra pozitivních chirurgických okrajů zjištěná u všech třech RENAL skupin u RAPN. Roli může hrát o 10 % větší zastoupení pT1b tumorů ve skupině OPN, i když bylo k porovnání využito nefrometrické skóre zahrnující i velikost tumoru. V RAPN skupině byl R1 nález menší o třetinu v níže a o polovinu ve skupině středně komplexních tumorů v porovnání s OPN. Ve skupině s vysokou komplexitou dokonce nebyla R1 resekce u RAPN žádná ve srovnání s 10 % u OPN. Většina autorů a metaanalýz nereportuje žádný rozdíl v míře R1 [6,18]. Audigé et al. ale ukázali ve svém souboru 405 resekci ledvin významný rozdíl v míře R1 u OPN a RAPN (6 vs. 1 %). Autoři poté sledovali pacienty > 10 let a nezjistili rozdíl v míře rekurence RCC nebo v celkovém přežití pacientů [8].

Parciální nefrektomie je dnes metodou volby zejména pro lepší zachování funkce ledvin. RAPN v našem souboru významně překonala OPN v míře zachování glomerulární filtrace. Můžeme spekulovat, že se díky RAPN zachová více funkčního parenchymu ledviny, protože tento faktor se zdá být klíčovým spíše než délka ischemie [17]. Nehodnotili jsme ovšem dlouhodobé výsledky pacientů a je možné, že při delším sledování může u pacientů operovaných OPN dojít k úpravě stavu podobně jako v malé randomizované studii fáze 2 ROBOCOP 2 (n = 50), kde po 30 dnech došlo k vyrovnání rozdílu mezi OPN a RAPN [19]. Bravi et al. také pozorovali pooperační rozdíl v glomerulární filtraci, který nebyl za rok od operace již patrný [18]. Zachování renálních funkcí je níméně důležité. Pokud poklesne vlivem operace renální funkce pod hranici 1,0 ml/s na 1,73 m², zvyšuje se během 10letého sledování o 20 % riziko tzv. all cause mortality ve srovnání s pacienty bez renální insuficience. Riziko se zvyšuje dokonce o 100 %, pokud je navíc přítomna chronická insuficience spojená s diabetem a dalšími nemocemi [20]. V rozhodování, jaký způsob operace zvolit s ohledem na zachování renálních funkcí, nám mohou pomoci modely a kalkulátory, díky nimž můžeme v konkrétním klinickém případě volit radikální, nebo

parciální nefrektomii otevřeným, nebo minimálně invazivním způsobem [21]. Nakonec míra komplikací byla u OPN a RAPN srovnatelná, ale závažné komplikace vyžadující celkovou anestezií nebo život ohrožující komplikace se vyskytly ve vyšší míře u OPN, což potvrzují i jiné práce [6,19].

Limitací této studie je její retrospektivní design, i když prospektivní studie porovnávající OPN a RAPN je obtížné navrhnout vzhledem ke zmenšujícímu se využití OPN, které nedovoluje provést ani randomizované studie [19]. Většina pacientů byla také operována na starším robotickém přístroji s použitím jen dvou pracovních ramen, a je proto nutné analyzovat novější data s aktuálním přístrojovým vybavením (DaVinci Xi), které přináší výrazné zlepšení a usnadnění provedení RAPN. V souboru také nebyl u RAPN proveden retroperitoneální přístup, který je dnes slibnou alternativou transperitoneálního [22], i když většina pracovišť stále preferuje transperitoneální přístup [23,24]. Limitací je také hodnocení vysoce komplexních tumorů (RENAL skóre 10–12), jichž bylo v celém souboru jen 6 (2,3 %) ve skupině RAPN a 20 (6,5 %) ve skupině OPN. Je proto obtížné z takto malého počtu vyvozovat jasné závěry pro vysoce komplexní tumory.

Závěr

V této práci jsme prokázali, že RAPN přináší lepší výsledky než OPN v míře krevních ztrát, zachování renálních funkcí, délce hospitalizace a v míře využití intenzivní péče. Byl také pozorován trend v nižším výskytu závažných komplikací a pozitivních chirurgických okrajů. Vyhodnocení výsledků dle nefrometrického skóre přináší možnost lépe predikovat výsledky operace.

Střet zájmů: Autoři prohlašují, že v souvislosti s příspěvkem nemají žádný konflikt zájmů.

Prohlášení o podpoře: Zpracování tohoto článku nebylo podpořeno žádnou společností.

Literatura

1. Svod.cz. Krejčí D, Mužík J, Šnábl I et al. Portál epidemiologie novotvarů v ČR [online]. Brno: Masarykova univerzita 2024. [cit. 2025-05-04]. Dostupné z: <https://www.svod.cz>.
2. Krejčí D, Svobodová I, Pehalová L et al. Současné epidemiologické trendy novotvarů v České republice. Novotvary 2018 [online]. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR 2024. [cit. 2025-05-04]. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/f/008352/novotvary2018.pdf>.
3. Ljungberg B, Albiges L, Abu-Ghanem Y et al. European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2022 Update. Eur Urol 2022; 82(4): 399–410. doi: 10.1016/j.eururo.2022.03.006.
4. Van Poppel H, Da Pozzo L, Albrecht W et al. A prospective, randomised EORTC intergroup phase 3 study comparing the oncologic outcome of elective nephron-sparing surgery and radical nephrectomy for low-stage renal cell carcinoma. Eur Urol 2011; 59(4): 543–552. doi: 10.1016/j.eururo.2010.12.013.
5. Gettman MT, Blute ML, Chow GK et al. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system. Urology 2004; 64(5): 914–918. doi: 10.1016/j.urology.2004.06.049.
6. Calpin GG, Ryan FR, McHugh FT et al. Comparing the outcomes of open, laparoscopic and robot-assisted partial nephrectomy: a network meta-analysis. BJU Int 2023; 132(4): 353–364. doi: 10.1111/bju.16093.
7. Ni Y, Yang X. A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparison of Outcomes of Robot-Assisted versus Open Partial Nephrectomy in Clinical T1 Renal Cell Carcinoma Patients. Urol Int 2022; 106(8): 757–767. doi: 10.1159/000521881.

8. Audigé V, Baghli A, Hubert J et al. Clinical and oncological outcomes of open partial nephrectomy versus robot assisted partial nephrectomy over 15 years. *J Robot Surg* 2023; 17(2): 519–526. doi: 10.1007/s11701-022-01446-1.
9. Macek P, Stevens M, Novák K et al. Nefrometrická skóre první a druhé generace pro predikci peri- a pooperačních výsledků resekce ledvin. *Ces Urol* 2017; 21(2): 154–160. doi: 10.48095/ccccu2017012.
10. Alvim RG, Audenet F, Vertosick EA et al. Performance Prediction for Surgical Outcomes in Partial Nephrectomy Using Nephrometry Scores: A Comparison of Arterial Based Complexity (ABC), RENAL, and PADUA Systems. *Eur Urol Oncol* 2018; 1(5): 428–434. doi: 10.1016/j.euo.2018.05.004.
11. Klatte T, Ficarra V, Gratzke C et al. A Literature Review of Renal Surgical Anatomy and Surgical Strategies for Partial Nephrectomy. *Eur Urol* 2015; 68(6): 980–992. doi: 10.1016/j.eururo.2015.04.010.
12. Banapour P, Abdelsayed GA, Bider-Canfield Z et al. Nephrometry score matched robotic vs. laparoscopic vs. open partial nephrectomy. *J Robot Surg* 2018; 12(4): 679–685. doi: 10.1007/s11701-018-0801-x.
13. Kutikov A, Uzzo RG. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth. *J Urol* 2009; 182(3): 844–853. doi: 10.1016/j.juro.2009.05.035.
14. Motttrie A, De Naeyer G, Schattelman P et al. Impact of the learning curve on perioperative outcomes in patients who underwent robotic partial nephrectomy for parenchymal renal tumours. *Eur Urol* 2010; 58(1): 127–132. doi: 10.1016/j.eururo.2010.03.045.
15. Charlson ME, Pompei P, Ales KL et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987; 40(5): 373–383. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8.
16. Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of surgical complications. *Ann Surg* 2004; 240(2): 205–213. doi: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
17. Greco F, Autorino R, Altieri V et al. Ischemia Techniques in Nephron-sparing Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Surgical, Oncological, and Functional Outcomes. *Eur Urol* 2019; 75(3): 477–491. doi: 10.1016/j.eururo.2018.10.005.
18. Bravi CA, Rosiello G, Mazzone E et al. The IRON Study: Investigation of Robot-assisted Versus Open Nephron-sparing Surgery. *Eur Urol Open Sci* 2023; 49: 71–77. doi: 10.1016/j.euros.2022.12.017.
19. Kowalewski KF, Neuberger M, Sidoti Abate MA et al. Randomized Controlled Feasibility Trial of Robot-assisted Versus Conventional Open Partial Nephrectomy: The ROBOCOP II Study. *Eur Urol Oncol* 2024; 7(1): 91–97. doi: 10.1016/j.euo.2023.05.011.
20. Lane BR, Demirjian S, Derweesh IH et al. Survival and Functional Stability in Chronic Kidney Disease Due to Surgical Removal of Nephrons: Importance of the New Baseline Glomerular Filtration Rate. *Eur Urol* 2015; 68(6): 996–1003. doi: 10.1016/j.eururo.2015.04.043.
21. Pecoraro A, Campi R, Bertolo R et al. Estimating Postoperative Renal Function After Surgery for Nonmetastatic Renal Masses: A Systematic Review of Available Prediction Models. *Eur Urol Oncol* 2023; 6(2): 137–147. doi: 10.1016/j.euo.2022.11.007.
22. Krejčí V, Belej K, Chmelík F et al. Retroperitoneoskopická roboticky asistovaná resekce tumoru ledviny – kazuistika. *Ces Urol* 2022; 26(3): 162–164.
23. Hora M, Trávníček I, Stránský P et al. Roboticky asistovaná resekce tumoru ledviny – naše současná nejčastější technika – video. *Ces Urol* 2025; 29(1): 9–11. doi: 10.48095/ccccu2025004.
24. Lounová V, Študent V Jr, Purová D et al. Frequency of benign tumors after partial nephrectomy and the association between malignant tumor findings and preoperative clinical parameters. *BMC Urol* 2024; 24(1): 175. doi: 10.1186/s12894-024-01543-3.