

Aus dem Bereich Urologie und Kinderurologie
der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

**Vergleich operativer Ergebnisse von offener und
roboterassistierter Nierenteilresektion bei geriatrischen
Patienten**

**DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES GRADES EINES DOKTORS DER
MEDIZIN
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2021

vorgelegt von: Olegs Krivovs
geb. am: 31.12.1984 in Daugavpils / Lettland

Tag der Promotion: 25.11.2021

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Michael D. Menge

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Stefan Siemer

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Mathias Glanemann

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
1.1 Epidemiologie des NZK in Deutschland	12
1.2 Ätiologie des NZK	13
1.3 Klinik und Diagnostik des NZK	15
1.3.1 Nierenbiopsie	16
1.4 Operative Therapie des NZK	17
1.4.1 Radikale Tumornephrektomie	17
1.4.2 Organerhaltende Nierenteilresektion	19
1.5 Zielsetzung der Arbeit	20
2. Material und Methoden	22
2.1 Studiendesign.....	22
2.2 Studienteilnehmer	22
2.3 Aus den Krankenakten erhobene Patientendaten	22
2.3.1 Body Mass Index	24
2.3.2 Charlson-Komorbiditäts-Index	24
2.3.3 PADUA-Score	25
2.3.4 Clavian-Dindo-Score	26
2.3.5 MIC-Score	27
2.4 TNM-Stadien-Klassifikation	28
2.5 Benigne Nierentumoren	30
2.6 Statistik des Datenmaterials	31
3. Ergebnisse	32
3.1 Demografische Patientendaten	32
3.2 Nierenteilresektion	33
3.3 Häufigkeit – Offene vs. da Vinci®-Operation	35
3.4 Dauer des stationären Aufenthalts	37
3.5 Body Mass Index	38
3.6 Konversion der Operationsmethode	39

3.7	Charlson-Komorbiditätsindex (CCI)	40
3.8	PADUA-Score	41
3.9	Prä- und postoperative Hb- und eGFR-Werte	42
3.10	Tumorcharakteristik nach NTR	44
3.10.1	Postoperative Pathomorphologie	44
3.10.2	Postoperative TNM-Klassifikation	45
3.10.3	Tumorgröße maligner und benigner Tumore	47
3.10.4	Postoperativer CD-Score	49
3.10.5	Postoperativer MIC-Score	51
3.10.6	Analyse der Operationszeiten	52
4.	Diskussion	54
4.1	Methodenkritik	54
4.2	Gender- und Altersverteilung bei NTR	55
4.3	Operative Therapie des NZK	57
5.	Literaturverzeichnis	61
6.	Anhang	70
6.1	Abbildungsverzeichnis	70
6.2	Tabellenverzeichnis	70

Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society Anesthesiologist-Score
BMI	Body Mass Index
bzgl.	bezüglich
CCI	Charlson Komorbiditätsindex
CDS	Clavian-Dindo-Score
CI	Konfidenzintervall
CKI	Charlson-Komorbiditätsindex
CT	Computertomografie
cm	Zentimeter
EAU	Europäische Gesellschaft für Urologie
eGFR	Estimated glomerular filtration rate
FDA	Food and drug administration
g/dl	Gramm pro Deziliter
Hb	Hämoglobin
ISUP	International Society of Urological Pathology
kg	Kilogramm
LPN	Laparoskopische partielle Nephrektomie
m	Meter
MIC	Minimalinvasive Chirurgie
min	Minuten
MIC-S	Margin – Ischemia – Complication – Score
ml/min	Milliliter pro Minute
mmol/l	Millimol pro Liter
MRT	Magnetresonanztomografie

NTR	Nierenteilresektion
NZK	Nierenzellkarzinom
OPN	Open partial nephrectomy
PADUA	Preoperative aspects and dimensions used for anatomical Classification
RCT	Randomisierte kontrollierte Studie
RKI	Robert-Koch-Institut
RAPN	Roboter assisted partial nephrectomy
SD	Standard deviation
TIA	Transitorische ischämische Attacke
TNM	Tumor – Nodes – Metastasis
ÜR	Überlebensrate
UICC	Union internationale contre le cancer
vs.	versus
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 305 Patienten mit malignen und benignen Nierentumoren im Alter von 65 Jahren und älter analysiert, bei denen eine Nierenteilresektion (NTR) erfolgte. Die Zielstellung der Untersuchung bestand darin, in postoperativen Untersuchungen eine Evaluierung zwischen offener NTR und roboterassistierter da Vinci®-Technik bei geriatrischen Patienten vorzunehmen.

Material und Methoden

Im Untersuchungszeitraum vom 01. 01. 2010 bis zum 31. 12. 2017 wurden an der Klinik für Urologie und Kinderurologie der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes 305 Patienten operiert. Bei 197 Patienten erfolgte eine NTR mit der da Vinci®-Methode und bei 108 Patienten mit offener Technik. Alle demografischen und klinischen Daten der Patienten wurden passwort-verschlüsselt in einem Statistikprogramm gespeichert. Dazu zählten neben dem Alter die Erfassung des Body Mass Indexes, Charlson-Komorbiditätsindex (CCI), PADUA-Score, Clavian-Dindo-Score (CD-Score), MIC-Score (Marginale Infiltration, Ischämie, Komplikation), TNM-Klassifikation, sowie die statistische Auswertung mittels SPSS® für Windows, Version 24.0.

Ergebnisse

Von 305 Patienten wiesen 270 ein Alter von 65 bis 79 Jahren auf und 35 Patienten waren älter als 80 Jahre. Entsprechend dem Alter war die Komorbidität in beiden Operationsgruppen mit CCI-Scores 1-2 bei 122 Patienten, 3-4 bei 141 Patienten und ≥ 5 bei 42 Patienten sehr hoch. Tumorbezogene Risiken beider Patientengruppen wurden mit dem PADUA-Score bestimmt. Dabei lagen signifikant ($p < 0,01$) höhere Risikowerte (≥ 10) in der Gruppe mit offener NTR (63,9 %) im Vergleich zur da Vinci®-Gruppe (45,1 %) vor.

Gegenüber der Jahre 2010-2013 stiegen 2014-2017 die mittlere Zahl der da Vinci®-Eingriffe von jährlich 18 auf 32 pro Jahr an. Im Vergleich dazu lagen die jährlich vorgenommenen offenen NTR konstant bei 13,5 Eingriffen pro Jahr.

Eine Konversion von da Vinci® zur offenen NTR war bei 9 (4,6 %) von 197 Patienten erforderlich. Postoperativ bestand ein signifikant höherer Hämö-

globin-(Hb) Abfall in der Gruppe mit offener NTR ($3,25 \pm 1,41$ g/dl) vs. da Vinci® mit $2,25 \pm 1,26$ g/dl ($p = 0,003$).

Hinsichtlich der stationären Verweildauer (VD) bestand in der da Vinci®-Gruppe eine hochsignifikant ($p = 0,003$) geringere mediane VD gegenüber der offenen NTR. Dagegen bestanden keine signifikanten Unterschiede in der postoperativ estimierten glomerulären Filtrationsrate (eGFR).

Bei der Bestimmung der postoperativen Karzinomklassifikation lagen in der da Vinci®-Gruppe bei 90 % ein pT1a/1b und bei offener NTR bei 89,4 % vor. 12 Patienten in der da Vinci®-Gruppe und 7 bei offener NTR wiesen ein Tumorstadium pT3a auf. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Operationsgruppen nicht.

Dagegen war die Anzahl der Patienten mit einer Tumorgöße von ≤ 4 cm in der da Vinci®-Gruppe (54,3 %) gegenüber der offenen NTR (43,5 %) signifikant höher ($p < 0,01$).

Hinsichtlich des Befalls der Resektionsränder (9,3 % da Vinci® vs. 5,35 % offen), des postoperativen CD-Scores und des MIC-Scores bestanden zwischen beiden Operationsgruppen keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$ in allen Gruppen).

Die Analyse der Operationszeiten ergab für die da Vinci®-NTR eine mittlere Zeit von $161,4$ min $\pm 49,6$ min und bei offener NTR von $126,9$ min $\pm 56,1$ min. Tendenziell war über den Zeitraum von 2010 bis 2017 eine Abnahme der Operationszeit durch einen Trainingseffekt zu erkennen.

Schlussfolgerung

Der Vergleich beider Operationsmethoden hat gezeigt, dass die NTR mit der da Vinci®-Methode gegenüber der offenen NTR unter Berücksichtigung der Indikationen, auch bei geriatrischen Patienten keine Nachteile aufweist. Signifikante Vorteile konnten insbesondere bei Nierentumoren ≤ 4 cm gegenüber der offenen NTR hinsichtlich des stationären Aufenthalts, Hb-Verlusts und geringerer Komplikationsraten nachgewiesen werden.

Abstract

In the present study 305 patients with malignant and benign kidney tumors aged 65 years and older who underwent a partial kidney resection (NTR) were analyzed. The aim of the study was to evaluate postoperative studies between open NTR and robot-assisted da Vinci® technology in geriatric patients.

Material and methods

In the study period from 01/01/2010 to 31/12/2017, 305 patients were operated at the Clinic for Urology and Pediatric Urology Department of the Medical Faculty of Saarland University.

NTR with robot-assisted surgery was performed in 197 patients and with open technique in 108 patients. All demographic and clinical data of the patients were password-encrypted and stored in a statistics program. In addition to age, this included the recording of body mass index, Charlson comorbidity index (CCI), PADUA score, Clavian-Dindo score (CD score), MIC score (marginal infiltration, ischemia, complication), TNM- Classification and statistical evaluation using SPSS® for Windows, Version 24.0.

Results

Of 305 patients 270 were between 65 and 79 years of age and 35 patients were older than 80 years. According to age, the comorbidity in both operation groups was very high with CCI scores 1-2 in 122 patients, 3-4 in 141 patients and ≥ 5 in 42 patients. Tumor-related risks in both patient groups were determined using the PADUA score. There were significantly ($p < 0.01$) higher risk values (≥ 10) in the group with open NTR (63.9%) compared to the da Vinci® group (45.1%). Compared to the years 2010-2013, the mean number of da Vinci® interventions rose from 18 to 32 per year in 2014-2017. In comparison, the annual open NTRs were constant at 13.5 interventions per year. A conversion from da Vinci® to the open NTR was required in 9 (4.6%) of 197 patients. Postoperatively, there was a significantly higher decrease in hemoglobin (Hb) in the group with open NTR (3.25 ± 1.41 g / dl) vs. da Vinci® with 2.25 ± 1.26 g / dl ($p = 0.003$). With regard to the inpatient length of stay (VD), there was a highly significantly ($p = 0.003$) lower median VD compared to the open NTR in the da Vinci® group.

The inpatient length of stay (VD) was 8 ± 5 days in the da Vinci® group and 11 ± 6 days in the open NTR. In contrast, there were no significant differences in the postoperatively estimated glomerular filtration rate (eGFR).

When determining the postoperative carcinoma classification, 90% of the da Vinci® group had a pT1a / 1b and 89.4% of the open NTR. 12 patients in the da Vinci® group and 7 in the open NTR had a tumor stage pT3a. There were no significant differences between the operation groups. In contrast, the number of patients with a tumor size of ≤ 4 cm in the da Vinci® group (54.3%) was significantly higher ($p < 0.01$) than in the open NTR (43.5%). With regard to the involvement of the resection margins (9.3% da Vinci® vs. 5.35% open), the postoperative CD score and the MIC score, there were no significant differences between the two surgical groups ($p = 0,799$). The analysis of the operating times showed a mean time of $161.4 \text{ min} \pm 49.6 \text{ min}$ for the da Vinci® NTR and $126.9 \text{ min} \pm 56.1 \text{ min}$ with the NTR open. There was a tendency to detect a decrease in the operating time due to a training effect over the period from 2010 to 2017.

Conclusion

The comparison of the two surgical methods has shown that the NTR with the da Vinci® method has no disadvantages compared to the open NTR, taking into account the indications even in geriatric patients. Significant advantages could be demonstrated especially with kidney tumors ≤ 4 cm in size, compared to the open NTR in terms of inpatient stay, Hb loss and lower complication rates.

1 Einleitung

Das Nierenzellkarzinom (NZK) ist nach den Angaben des Robert-Koch-Instituts (RKI) das dritthäufigste Karzinom des Urogenitaltrakts in Deutschland (RKI, 2016).

Die Nephrektomie und die NTR sind gegenwärtig die einzigen Therapieoptionen mit kurativer Intention und 5-Jahres-Überlebensraten (ÜR) von 76 bzw. 77 % (S-3-Leitlinie Nierenzellkarzinom, 2020).

Unter Berücksichtigung dieser Prämisse spielt das Alter der Patienten ≥ 65 Jahre bis in den Bereich der 80ig- bis 90-Jährigen, den sog. Octogenarians bzw. Nonagenarians, eine besondere Rolle. Gefordert ist hierbei eine Adaptation der klassischen therapeutischen Strategien an das steigende Alter mit paralleler Zunahme von Komorbiditäten (Wagner, 2017). Diese Prämisse impliziert die Konsequenz, dass die Effektivität aller therapeutischer und diagnostischer Optionen gegen Risiken und Toxizität dieser Maßnahmen abgewogen werden müssen. Multidisziplinäre Interaktionen von Nierenspezialisten, Diagnostikern, Pathologen und Geriatern hinsichtlich Diagnostik und Therapie sind die Garantie für eine patientenadaptierte Entscheidungsfindung (Wagner, 2017).

Bezogen auf die operative Therapie des Nierenzellkarzinoms (NZK) stehen seit mehreren Jahren bestimmte Themen im Mittelpunkt. Dazu zählen die Voraussetzungen für Konsens mit der Erarbeitung von allgemein akzeptierten Kriterien und Festlegungen für nierenerhaltende Operationen und die Kriterien für die Indikation von minimal-invasiver, roboterassistierter und offener Operationstechnik.

Im Lehrbuch „Geriatrische Onkologie“ (Ebert et al., 2017) schrieb dazu Wagner (2017) in Ihrem Kapitel „Nierenzellkarzinom beim alten und geriatrischen Patienten“ zu dieser Thematik: „Die Empfehlungen sollten mit den einzelnen Patienten und wenn möglich ihren Angehörigen auf die individuellen Bedürfnisse hin diskutiert und eine zu Patientenpräferenzen passende Entscheidung getroffen werden“.

Darauf aufbauend wurde die hier vorliegenden Arbeit konzipiert, um einen Beitrag zur weiteren Entscheidungsfindung zwischen roboterassistierter da

Vinci®-Technik und offener NTR bei geriatrischen Patienten mit einem Alter von ≥ 65 Jahren zu leisten. Die Intention bestand darin, mittels der erhobenen postoperativen Ergebnisse einen weiteren Beitrag zur Evaluierung zwischen offener NTR und roboterassistierter da Vinci®-Technik bei geriatrischen Patienten zu schaffen.

1.1 Epidemiologie des NZK in Deutschland

Bezüglich des Alters der Patienten mit einem NZK gibt es für Deutschland eine Analyse aus dem Jahr 2014, in der nachgewiesen werden konnte, dass ein deutlicher Anstieg der Inzidenz in 5-Jahresintervallen ab dem 50. Lebensjahr sowohl für Frauen als auch für Männer zu verzeichnen ist (Tab. 1).

Tab. 1: Altersspezifische Erkrankungsrate für das Nierenzellkarzinom in Deutschland 2014 im Alter zwischen 50 - ≥ 85 Jahren (Fiebig u. Kraywinkel, 2019).

Inzidenz von Nierenzellkarzinomen / 100.000 Einwohnern der Altersgruppen 50 bis ≥ 85 Jahren		
Altersgruppe in Jahren	Frauen	Männer
50 - 54	30	42
55 - 59	35	58
60 - 64	40	65
65 - 69	50	70
70 - 74	58	85
75 - 79	68	95
80 - 84	63	97
≥ 85	57	88

Kontinuierlich höhere Anstiegsraten sind ab dem Lebensalter von 65 bis 79 Jahren nachweisbar und mit dem 85. Lebensjahr sinkt die Anzahl von

Erkrankungen an NZK sowohl bei Frauen als auch bei Männern (Fiebig u. Kraywinkel, 2019).

Genderbezogen erkrankten danach im Jahr 2016 pro 100.000 Einwohner Deutschlands 5.360 Frauen und mit 9.280 Fällen jährlich deutlich mehr Männer an Nierenkarzinomen, wobei davon 96 % Nierenzellkarzinome sind (Tab. 2).

Tab. 2: Epidemiologische Analyse zum Nierenkarzinom im Jahr 2016 durch das Robert-Koch-Institut (Fiebig und Kraywinkel, 2019).

Nierenkarzinom ICD-10 C 64 (RKI, 2016)		
Gender	Frauen	Männer
Neuerkrankungen	5.360	9.280
5-Jahresprävalenz	21.900	37.900
10-Jahresprävalenz	39.900	66.600
Relative 5-Jahres-ÜR	77 %	76 %
Relative 10-Jahres-ÜR	70 %	69 %

Dementsprechend zeigen die 5- und 10-Jahresprävalenzen, zu 96 % auf das NZK zutreffende 5-stellige Zahlen zwischen 21.900 (5-Jahre ♀) und 66.600 (10-Jahre ♂). Im Jahr 2016 betragen die 5- und 10-Jahres-ÜR bei Frauen 77 % vs. 70 % und bei Männern 76 vs. 69 % (Tab. 2).

1.2 Ätiologie des NZK

Zu den durch Studien gesicherte ätiologische Faktoren für die Entstehung des Nierenzellkarzinoms gehören:

- ▶ Karzinogene Substanzen,
- ▶ Epidemiologische Faktoren,

► Molekularbiologische Mutationen und Genetische Merkmale.

Evidenzbasierte karzinogene Substanzen sind Tabakbestandteile (Teer), die Schwermetalle Cadmium und Blei sowie petrolhaltige Substanzen und bestimmte, seit 1986 verbotene Holzschutzmittel (Hunt et al. 2005; Theis et al., 2008; Manski, 2019).

Zu den epidemiologischen Faktoren zählen als gesichertes Risiko für vermehrtes Auftreten von NZK Rauchen, erhöhter Blutdruck und Übergewicht (Chow et al., 2000; Hu et al., 2005; Renehan et al., 2008; Adams et al., 2008; Weikert et al., 2008).

Die Risikofaktoren Rauchen, Body-Mass-Index (BMI) und Bluthochdruck wurden in mehreren Metaanalysen als gesichert nachgewiesen (Hunt et al., 2005; Parker et al., 2003; Renehan et al., 2008.; Nicodemus et al., 2004; Adams et al., 2008; Shapiro et al., 1999; Fryzek et al., 2005; Flaherty et al., 2005; Weikert et al., 2008).

- Weitere Faktoren für ein erhöhtes Risiko von NZK sind sowohl die Niereninsuffizienz als auch die erworbene zystische Nierendegeneration (Port et al., 1989). In der kontrollierten Kohortenstudie von Port et al. (1989) mit 4.161 Teilnehmern lag die beobachtete Inzidenz des NZK von Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz um das 4-fache höher als die Inzidenz der Population mit normaler Nierenfunktion.

- Molekularbiologische Genmutationen können zu einem vermehrten Auftreten des NZK führen (Gudbjartson et al., 2005). Es konnte nachgewiesen werden, dass alle 3 zellulären Subtypen des NZK mit bestimmten chromosomalen Anomalien assoziiert sind und die Entwicklung hereditärer NZK induzieren (Zambrano et al., 1999). So ist bei klarzelligem NZK, dessen Zellen aus den proximalen Tubuli stammen, ein partieller Verlust des Chromosoms 3p charakteristisch und führt zum klinischen Bild des hereditären Hippel-Lindau-Syndroms mit dem Chromosom 3p25.3. Dagegen tritt beim papillären NZK, mit Zellen aus den distalen Tubulusabschnitten, eine Trisomie der Chromosomen 7 und 17 auf (Renshaw und Fletcher, 1997). Klinisch relevant sind die histologischen Subtypen dahingehend, dass sie ein unterschiedliches biologisches und klinisches Potential aufweisen, welches einerseits das metastatische Verhalten der Tumoren und andererseits die Überlebensraten

der Patienten beeinflusst. Damit konnten histologische Subtypen des NZK zumindest partiell als unabhängige prognostische Parameter eingestuft werden (Moch et al., 2000; Amin et al., 2002).

1.3 Klinik und Diagnostik des NZK

Hinsichtlich klinischer Symptome ist ein NZK im frühen Stadium unauffällig und wird eher bei Symptomlosigkeit zufällig entdeckt. Die früher als „klassische Trias“ bezeichneten Symptome Makrohämaturie, palpable Raumforderung und Schmerzen sind späte Erscheinungen. Das NZK wird heute eher bei unspezifischen Prodromina im Rahmen bildgebender Verfahren früher entdeckt, so dass sich die genannte Trias in höchstens 10 % der Fälle zielweisend für eine Diagnosestellung eignet. Zu diesen Prodromina zählen insbesondere nichtgewollter Gewichtsverlust, Anämie mit Müdigkeit, subfebrile Temperatur (S-3-Leitlinie Nierenzellkarzinom, 2020).

Das S-3 Leitlinienprogramm Nierenzellkarzinom (2020) empfiehlt zum lokalen Staging und für eine geplante Resektion des primären NZK eine native und früharteriell-/ venöse Computertomografie (CT) im Bereich zwischen Diaphragma und Symphyse. Entsteht bei CT der Verdacht auf Nierenvenen- bzw. Vena cava-Infiltration, ist eine Magnetresonanztomografie indiziert. Der Hintergrund für diese Empfehlungen basiert auf der Erfahrung, dass auf Grund der angestiegenen Sensitivität und Spezifität die Zahl von inzidentellen NZK-Nachweisen erhöht wird (Israel et al., 2006; Prando et al., 2006; Guzzo et al., 2009; Sacco et al., 2011). Bei diesen Befunden fehlen die bekannten pathognomonischen Zeichen eines klarzelligen NZK wie z.B. Kavazapfen, Nekrosen und Metastasen. Kleine und chromophobe NZK sind sowohl im Multislice-CT als auch im MRT sicher zu diagnostizieren. In einer vergleichenden Studie zwischen Multislice-CT und MRT konnten in einer prospektiven Studie von 2 unabhängigen Untersuchern bei 82 Tumoren keine Unterschiede gefunden werden (Hallscheidt et al., 2004).

Entsprechend dem S-3 Leitlinienprogramm Nierenzellkarzinom (2020) wurden für die durchzuführende Bildgebung mit CT zur präoperativen Abklärung des NZK folgende Empfehlungen spezifiziert:

- Natives CT zwischen distalem Thorax - distalem Becken,
- Früharterielles Spiral-CT vom Oberbauch bis zum Eingang Becken, um kleine Herde im Bereich der Markrinden und abdominale Metastasen zu detektieren,
- Venöse Phase des CT, um eine venöse Tumorausdehnung und mögliche Lymphknotenmetastasen zu erkennen.

Alle diese CT-Spiralen sollten für die arterielle und venöse Phase in maximal 2-mm-Schichtdicken rekonstruiert werden.

Zur Diagnostik vor Operation eines NZK gilt ein CT mit hoher Auflösung als Methode der Wahl. Diese Aussage bezieht sich vorrangig auf die exakte Beurteilung einer möglichen Infiltration in das perirenale Fettgewebe (Kim et al., 2014).

Entsprechend dem S-3 Leitlinienprogramm Nierenzellkarzinom (2020) wurden für die durchzuführende Bildgebung zur Planung der Resektion von NZK, insbesondere für die Abklärung eines Cavazapfens folgende Empfehlungen spezifiziert:

- Neben nativer T1-Sequenz muss insbesondere zur Ausdehnung eines Cavazapfens eine axiale T2-Sequenz vorgenommen werden, da letztere die Ausdehnung exakt beurteilen kann,
- Bei ausgedehntem NZK mit Cavazapfen ist das MRT dem CT vorzuziehen, da es eine exaktere Abgrenzung des kranialen Thrombusrandes darstellt (Prando et al., 2006; Guzzo et al., 2009),
- Mittels einer nativen, früharteriellen und venösen koronaren Angiosequenz können auf die Vena cava reichende Tumorzapfen und hypervaskulierte Metastasen diagnostiziert werden.
- Diagnostische Verfahren wie Sonografie, Angiografie und Ausscheidungsurogramm haben nach Erkenntnissen früherer Studien keine sichere Aussagekraft zum Staging des NZK erbracht (Engelmann et al., 1984; Frohmüller et al., 1984).

1.3.1 Nierenbiopsie

Entsprechend dem Leitlinienprogramm Onkologie-NZK (2015) gilt, wie für alle präoperativen invasiven Methoden, auch für die Indikation zur Nierenbiopsie der

Grundsatz, dass diese Maßnahmen nicht ohne nachfolgende Konsequenz indiziert sind. Das gilt vorwiegend für die Situation, wenn seitens des Patienten und Therapeuten die Festlegung für eine organerhaltende Operation auf Grund des Befundes oder aus Unsicherheit hinsichtlich eines falsch-negativen Befundes nach Biopsie getroffen wurde. Im Gegensatz dazu ist die Indikation bei T1/T2-Befunden eher dann gegeben, wenn eine Nephrektomie geplant, oder wenn mit einer möglichen Konversion von organerhaltendem Eingriff zur Nephrektomie gerechnet werden muss. Studien haben gezeigt, dass die Indikation für eine präoperative Biopsie häufiger bei Adipositas und bei hilusnahen Tumoren vorgenommen wird (Tan et al., 2012; Volpe et al., 2012; Barwari et al., 2013).

Nach dem gegenwärtigen Stand sind Biopsien bei unklarer Raumforderung indiziert, wenn es möglich ist, dass durch das Ergebnis der Biopsie die Therapie beeinflusst werden könnte (S3-Leitlinienprogramm NZK, 2020).

1.4 Operative Therapie des NZK

Sowohl die aktuelle Leitlinie „Nierenzellkarzinom“ der Europäischen Gesellschaft für Urologie (EAU) als auch die S3-Leitlinie Onkologie (Ljungberg et al. 2016; Leitlinienprogramm Onkologie, 08/2020) empfehlen als kurativen Ansatz bei lokalbegrenzten Nierenzellkarzinomen grundsätzlich eine operative Therapie. Bei keinem dieser Gremien wurde in dieser Aussage eine Einschränkung in Bezug auf das Alter der Patienten vorgenommen.

1.4.1 Radikale Tumornephrektomie

Am 02. August 1869 führte der Heidelberger Chirurg Gustav Simon erstmals eine erfolgreiche Nephrektomie auf Grund einer iatrogenen Ureterdurchtrennung und nachfolgender persistierender Fistel durch (Pagel, 1892).

Seit 1969 galt die offene Nephrektomie als Standardeingriff zur Behandlung des lokal begrenzten NZK (Robson, 1969). Diese Einschätzung wurde korrigiert, als die laparoskopische Nephrektomie das operative Vorgehen veränderte. 1991 erfolgte die erste laparoskopische Nephrektomie (Clayman et al., 1991) und 2014 wurde in der EAU-Leitlinie (Ljungberg et al., 2014) die laparoskopische

Nephrektomie als Methode der Wahl, wann immer technisch möglich, empfohlen. Seitdem gilt die offene Nephrektomie nicht mehr als dominierende Standardtherapie. Unabhängig von dieser Wertung sind sowohl die offene als auch die laparoskopische Nephrektomie nur indiziert, wenn kein Organerhalt möglich ist.

Aktuell liegen 5 Studien vor, in denen ein Vergleich zwischen offener und laparoskopischer Tumornephrektomie vorgenommen wurde. Dabei handelte es sich um eine Metaanalyse (Tait et al., 2011), eine randomisierte kontrollierte Studie von Peng et al. (2006) sowie um ein Review von Kohortenstudien (Hemal et al., 2007; Gratzke et al., 2009). In diesen Studien wurden hinsichtlich der 5-Jahres-Überlebensraten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen. Während die postoperativen Komplikationsraten bei beiden Operationsmethoden nahezu identisch und gering waren, wiesen die Patienten mit laparoskopischer Nephrektomie signifikant geringere Raten an postoperativen Infektionen auf.

In einer jüngeren Studie mit systematischem Review und Metaanalyse von Liu et al. (2017) wurden 37 Studien zur laparoskopischen (n = 1.934 Patienten) und offenen Tumornephrektomie (2.902 Patienten) ausgewertet. In dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass signifikante Unterschiede hinsichtlich der Gesamt-ÜZ zwischen beiden Operationsverfahren vorlagen. Die Patienten mit laparoskopischer Nephrektomie wiesen gegenüber der Gruppe mit offener Nephrektomie eine Odds Ratio (OR) von 0.77.95 % (Confidence Intervall (CI) 0.62-0.95) auf. Keine signifikanten Unterschiede bestanden hinsichtlich tumorspezifischer Mortalität, lokaler Rezidivrate und intraoperativer Komplikationen. Weiterhin fanden sich in der Metaanalyse signifikant geringere postoperative Komplikationen nach laparoskopischer Tumornephrektomie (Liu et al., 2017).

Seit 2006 wurden vermehrt roboterassistierte Eingriffe für Tumornephrektomien ausgeführt. Der Einsatz der da Vinci®-Technik für die totale Nephrektomie wurde in den letzten Jahren nicht wesentlich intensiviert, so dass es nur wenige Berichte gibt. Es liegt eine prospektiven Kohortenstudie vor, in der die offene vs. roboterassistierte Nephrektomie bei je 15 Patienten hinsichtlich des postoperativen Verlaufs mit einem Nachbeobachtungszeitraum von lediglich 12

Monaten verglichen wurde (Hemal und Kumar, 2009). In dieser kurzzeitigen Studie fanden sich bzgl. Blutverlust, stationärer Verweildauer und Rezidivkontrolle keine Unterschiede.

1.4.2 Organerhaltende Nierenteilresektion

Für den Einsatz organerhaltende Nierenteilresektionen wurden in den letzten Jahren auf Grund vergleichbarer Ergebnisse zur radikalen Nephrektomie (van Poppel et al., 2011) für T1a-(bis 4 cm) und T1b-Tumore (bis 7 cm) die NTR durch die EAU (Ljungberg et al., 2016) empfohlen. Vorteile der parenchymerhaltenden Operation implizieren insbesondere die geringeren kardiovaskulären Komplikationen (Parker et al., 2012).

Die aktuelle S-3-Leitlinie Onkologie (Leitlinienprogramm Onkologie, 08/2020) hat weitergehend die Indikation für NTR auf lokal begrenzten Tumoren der Größe > 7 cm (T2) ausgedehnt. Auch für diese Indikationserweiterung wurden keine altersbezogenen Einschränkungen seitens der S3-Leitlinie empfohlen. Ganz im Gegenteil bedeutet die nierenerhaltende Indikation bei älteren Patienten mit NZK kein erhöhtes Risiko (Hellenthal et al., 2011). Im Gegenteil konnten Hellenthal et al. (2011) mittels Auswertung der Datenbank SEER (**S**urveillance, **E**pidemiology, **E**nd-**R**esults) des National Institute of Health der USA nachweisen, dass Patienten im Alter ≥ 80 Jahren bei gleicher onkologischer Prämisse eine höhere Gesamtüberlebenszeit (OS) nach NTR vs. Tumornephrektomie aufwiesen.

Hinsichtlich der 3 aktuell verwendeten operativen Verfahren für eine NTR (offene Operation, laparoskopische Operation, robotisch assistierte da Vinci®-NTR) stellt nach aktuellem Stand der S3-Leitlinie Onkologie (08/2020) die offene NTR den Standard bei der organerhaltenden Operation dar. Eine weitere Empfehlung ist dahingehend, dass bei ausreichender Erfahrung des Operateurs die NTR minimalinvasiv laparoskopisch vorgenommen werden kann.

Seit mehr als 15 Jahren hat die laparoskopische und robotisch assistierte NTR eine zunehmende Akzeptanz erfahren. Vorteile aus der Sicht der Anwender und Patienten sind geringere Hernien und Bauchwandlähmungen sowie geringere postoperative Schmerzen (Ghani et al., 2014; Withington et al., 2017). Weitere

Vorteile durch das da Vinci®-System sind aus Sicht der Anwender die vergrößerte und dreidimensionale Sicht während der Operation, sowie die hohe Beweglichkeit der mit Gelenken versehenen Instrumente, was eine präzise Präparation auf kleinstem Raum gestattet. Weiterer technischer Komfort sind ein Tremorfilter und eine verbesserte Steuerkonsole für den Operateur (Boy et al., 2018).

Durch die Verwendung einer Sliding-Clip-Renorrhaphie des da Vinci®-Systems zum Verschluss der renalen Resektionsfläche konnte die warme Ischämiezeit signifikant verringert werden, wodurch die Gefahr eines Funktionsverlusts der operierten Niere signifikant verringert werden konnte (Benway et al., 2009).

Bezüglich einer robotisch assistierten NTR verweist das S3-Leitlinienprogramm NZK (2020) darauf, dass es zu diesem Verfahren seit seiner Einführung im Jahr 2004 durch Gettman et al. bereits mehrere Studien gibt, aber die Qualität der Datenlage durch das Fehlen von RCT's gering ist. In den vorhandenen Kohortenstudien wurden keine Unterschiede bzgl. Operationszeit, Blutverlust, Konversionsrate und stationärer VD nachgewiesen. Hervorzuheben sind jedoch bessere Resultate durch eine Verkürzung der warmen Ischämiezeit nach robotisch assistierter NTR vs. laparoskopische NTR (Aboumarzouk et al., 2012; Bi et al., 2013; Froghi et al., 2013).

1.5 Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, bei geriatrischen Patienten mit einem Alter ab 65 Jahre und älter perioperative und frühe postoperative Ergebnisse der offenen mit der roboterassistierten laparoskopischen Nierenteilresektion zu vergleichen.

Für diesen Vergleich wurden für die hier vorliegende Studie folgende Fragestellungen überprüft:

1. Nimmt die Zahl der roboterassistierten da Vinci®-Nierenteilresektionen im Zeitraum 2010 bis 2017 im Vergleich zur offenen Nierenteilresektion zu?
2. Ist die Dauer der stationären Aufenthalte nach da Vinci®-NTR gegenüber

der offenen NTR signifikant kürzer, obwohl der Charlson-Komorbiditätsindex bei da Vinci®-NTR signifikant höhere CCI-Scoringwerte aufweist?

3. Ist die mit dem PADUA-Score ermittelte Anzahl der Patienten mit guter Tumorprognose bei da Vinci®-NTR im Vergleich zur offenen NTR signifikant höher und bei schlechter Tumorprognose signifikant geringer?
4. Sind die postoperativen Hämoglobinwerte und die postoperativen glomerulären Filtrationsraten bei Patienten mit da Vinci®-NTR signifikant höher als bei Patienten mit offener NTR?
5. Ist die Zahl der offenen NTR bei malignen Tumoren im Verhältnis zu benignen Tumoren deutlich höher?
6. Bestehen in der vorliegenden Studie hinsichtlich der Radikalität der NTR zwischen offener NTR und da Vinci®-NTR signifikante Unterschiede?
7. Liegt der Anteil von Tumoren T1a bei Anwendung der da Vinci®-NTR im Vergleich zur offenen NTR signifikant höher?
8. Weisen die Operationszeiten bei Patienten mit da Vinci®-NTR im Vergleich zur offenen NTR nach einer Trainingsperiode von wenigen Jahren signifikante Unterschiede auf?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die vorliegende Arbeit war eine retrospektive Studie mit dem Ziel, postoperative Ergebnisse von offenen und roboterassistiert vorgenommenen Nierenteilresektionen an der Klinik für Urologie und Kinderurologie des Universitätsklinikums des Saarlandes zu erfassen und zu vergleichen.

2.2 Studienteilnehmer

Die Datenanalyse erfolgte an anonymisierten Datensätzen von Patienten im Alter von 65 Jahren und älter (≥ 65), die im Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2017 an der Klinik für Urologie und Kinderurologie des Universitätsklinikums des Saarlandes und der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes eine offene oder eine roboterassistierte Nierenteilresektion erhielten. Insgesamt konnten 305 Patienten in die retrospektive Studie inkludiert werden.

Die Datensätze von diesen 305 Patienten wurden einer prospektiv geführten Datenbank der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes entnommen.

Für die Analyse der erfassten Daten lag ein positives Ethik-Votum der Ethikkommission der Ärztekammer des Saarlandes vor (Ref.-Nr.: 14/14).

2.3 Aus den Krankenakten erhobene Patientendaten

Die vorliegenden, für die Beurteilung der Ergebnisse notwendigen Daten wurden anonymisiert aus der Datenbank entnommen. Bei fehlenden Angaben wurde auf die Krankenakten zurückgegriffen.

Alle patientenbezogenen Daten wurden zur späteren Eingabe in ein Statistikprogramm auf einer passwortgeschützten Word-Datei gespeichert und nach Erhebung aller Daten in das Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Excel“ Excel-Datei eingefügt (Tab 3).

Tab. 3: Aus den Krankenakten erhobene demografische und klinische Patientendaten.

Patientenspezifische Daten	Geschlecht (♀/ ♂)
	Body-Mass-Index (BMI)
	Alter bei der Operation differenziert in 2 Gruppen: ≥ 65 Jahre bis 79 Jahre vs. ≥ 80 Jahre
Perioperative Laborparameter im Serum	Kreatinin (mmol/ l)
	Hämoglobin (Hb) (g/ dl)
	Estimated glomerular filtration rate (eGFR)
Gesundheitsstatus	Charlson-Komorbiditäts-Index
Daten aus dem Operationsbericht	Art des Eingriffs: <ul style="list-style-type: none"> • Offene Nierenteilresektion • Roboterassistierte Nierenteilresektion
	Zugang rechts/ links
	Konversion zur offenen Teilresektion und/oder zur Nephrektomie
	Operationsdauer (min)
	Ischämiezeit warm / kalt (min)
Intra- und postoperative Daten	Klinik-Aufenthaltsdauer (Tage)
	Komplikationen (nach Clavien Dindo Score)
Ergebnisse histopathologischer Untersuchungen:	Tumor-Klassifikation (TNM)
	Resektionsränder (Tumorfrei: ja/ nein)
	Tumorgröße in Zentimeter (cm)

2.3.1 Body-Mass-Index (BMI)

Ausgehend von den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wurden in der vorliegenden Arbeit folgende Kategorien des BMI differenziert (Nuttal, 2015):

- 15 – 19,9 Untergewicht,
- 20 – 24,9 Normalgewicht,
- 25 – 29,9 Präadipositas
- 30 – 34,9 Adipositas Grad I,
- 35 – 39,9 Adipositas Grad II,
- 40 und höher Adipositas Grad III.

Der BMI wurde berechnet mit der Formel Körpergewicht in Kilogramm (kg) dividiert mit dem Quadrat der Körpergröße in Meter (m):

$$\frac{\text{Körpergewicht in kg}}{\text{Körpergröße in m}^2}$$

2.3.2 Charlson-Komorbiditäts-Index (CCI)

Da auch Nierentumoren zu den 19 für den CCI einsetzbaren Grunderkrankungen zählen, wurde der Charlson-Komorbiditäts-Index (Charlson et al., 1987) in der vorliegenden Untersuchung zur Erfassung von Begleiterkrankungen verwendet (Tab. 4).

Tab. 4: Berechnung der 1-Jahres-Mortalitätsrate mit dem Charlson-Komorbiditätsindex.

CCI-Punktwerte	1-Jahres-Mortalität (%)
0	12 %
1 - 2	26 %
3 - 4	52 %
≥ 5	85 %

Damit konnte eine Risikobewertung für die geplante Nierenteilresektion vorgenommen und die postoperative 1-Jahres-Mortalität in der Indikationsstellung verglichen werden.

Im Jahre 2011 wurde der Charlson-Komorbiditäts-Index auf der Basis neuer Studienergebnisse modifiziert (Quan et al., 2011). Gegenüber der Komorbiditätsskala von Charlson et al. (1987) mit maximal 29 Punktwerten, wurden die maximalen Scoringwerte in der Modifikation von Quan et al. (2011) auf 24 reduziert. Gegenüber dem Original-CCI von Charlson et al. (1987) wurden die 5 Komorbiditäten Myokardinfarkt, Zerebrovaskuläre und Periphere vaskuläre Erkrankung, Gastroduodenales Ulkus sowie Diabetes mellitus ohne Komplikationen aus dem Komorbiditäts-Index von Quan et al. (2011) eliminiert. Eine wesentliche Neuerung bestand darin, dass das Alter in die Wertung einbezogen wurde. Mit dem Dezenium 50 bis 59 Jahre beginnend (1 Punkt) steigt die Punktzahl auf 5 im Dezenium mit 90 bis 99 Jahren an.

Für die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Studie musste der für die prognostische Kalkulation relevante CCI von Charlson et al. (1987) eingesetzt werden, da die vorliegende Studie 2010, also 1 Jahr vor der Modifikation von Quan et al. (2011) begonnen hatte.

2.3.3 PADUA-Score

Der PADUA-Score (**P**reoperative **A**spects and **D**imensions **U**sed for an **A**natomical Classification) wurde als weiteres prognostisches Kriterium entwickelt, da die alleinige anatomische Erfassung der Tumorgröße des Nierenzellkarzinoms hinsichtlich der prognostischen Risikobewertung in einer anatomischen Studie als nicht ausreichend erkannt wurde (Ficarra et al., 2009).

Der in der vorliegenden Studie eingesetzte PADUA-Score beinhaltet die folgenden Prädiktoren mit den zugehörigen Score-Werten in Klammern:

- ▶ Longitudinale Lokalisation in 3 Positionen: Superior, Inferior (1) und Mittig (2),
- ▶ Exophytisches Wachstum: $\geq 50\%$ (1) vs. $< 50\%$ (2) und endophytisches Wachstum (3),
- ▶ Lokalisation zum peripheren Rand: lateral (1) vs. medial (2),

- ▶ Tumorbefall im Sinus renalis: negativ (1) vs. positiv (2),
- ▶ Ableitender Harnweg involviert: nicht infiltriert (1) vs. infiltriert (2),
- ▶ Tumorgröße: ≤ 4 cm (1), 4,1 – 7,0 cm (2) und > 7 cm (3).

Das prognostisch günstigste Resultat bei Ermittlung des PADUA-Scores liegt bei einem Score-Wert von 6 bis maximal 7 (geringes Risiko). Ein mittleres Risiko besteht bei Score-Werten von 8 bis 9 und ein prognostisch hohes Risiko beginnt bei einem Score-Wert von 10 bis zu einem Maximalrisiko bei 14 Score-Werten (Ficarra et al., 2009).

2.3.4 Clavian-Dindo-Score

Für die in der vorliegenden Studie vorgenommene Analyse der Operationsergebnisse bei Nierenresektion wurden die postoperativen Komplikationen und die Mortalität mit dem Clavian-Dindo-Score (CDS) evaluiert.

Clavian et al. hatten 1992 eine auf operative Eingriffe adaptierte Klassifikation von Komplikationen inauguriert (Clavian et al., 1992), welche im Jahr 2004 nach Vorliegen von neueren Daten mit einer spezifischeren Graduierung und einer Berücksichtigung vitalbedrohlicher Komplikationen modifiziert wurde (Dindo et al., 2004).

Patienten, die entsprechend der Dokumentation einen komplikationslosen Verlauf hatten, wurden als CDS 0 deklariert. Patienten mit Komplikationen erhielten entsprechend der Definition die Einstufungen zwischen CDS I bis CDS V.

In Tabelle 5 sind die Gradeinteilung des Clavian-Dindo-Scores und die zugehörigen Definitionen der Komplikationsart aufgeführt (Hiess et al., 2014).

Tab. 5: Schweregradeinteilung von postoperativen Komplikationen nach dem Clavien-Dindo-Score

Grad	Definition der Schweregrade
I	Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit einer pharmakologischen, operativen, endoskopischen oder radiologischen Intervention. Erlaubtes therapeutisches Regime: Medikamente wie Antiemetika, Antipyretika, Diuretika, Elektrolyte und Physiotherapie.
II	Bedarf an medikamentöser Behandlung mit nicht unter Grad I angeführten Medikamenten inkl. parenterale Ernährung und Bluttransfusionen.
III	Komplikationen mit chirurgischem, endoskopischem oder radiologischem Interventionsbedarf.
IIIa	Ohne Vollnarkose.
IIIb	Mit Vollnarkose.
IV	Lebensbedrohliche Komplikationen (einschließlich ZNS-Komplikationen wie Hirnblutung, ischämischer Insult, Subarachnoidalblutung jedoch exklusive TIA), die eine intensivmedizinische Behandlung verlangen.
IVa	Dysfunktion eines Organs (inkl. Dialyse bei Nierenversagen).
IVb	Dysfunktion mehrerer Organe.
V	Tod des Patienten.

2.3.5 MIC-Score

Der MIC-Score wurde speziell als Qualitätskriterium zur standardisierten Bewertung der Ergebnisse der Nierenteilresektion erarbeitet. Der Terminus MIC-Score impliziert die Auswertung der prognostisch relevanten Befunderhebungen von „Marginale Infiltration“, für „Ischämie“ und für „Komplikationen“.

Mit dem MIC-Score wird der Befall der Resektionsränder, die Dauer der warmen Ischämiezeit und Komplikationen erfasst.

Ein prognostisch günstiges Ergebnis des MIC-Scores liegt vor, wenn ein tumorfreier Resektionsrand (R0) vorliegt, wenn die warme Ischämiezeit weniger als 20 min beträgt und wenn ein Clavien-Dindo-Score von Grad I bis maximal Grad II vorliegt (Buffi et al., 2012; Porpiglia et al., 2013).

In der vorliegenden Arbeit wurde der MIC-Score mit „ja“ deklariert, wenn die 3 Kriterien tumorfreier Rand, warme Ischämiezeit < 20 min und Clavian-Dindo-Score geringer als Grad III erfüllt waren.

2.4 TNM-Stadien-Klassifikation

Die in der vorliegenden Arbeit verwendete 8. Auflage der TNM-Klassifikation für das Nierenzellkarzinom von 2017 wurde 2019 aktualisiert (Wittekind, 2020). Mit der Erfassung der nachfolgend aufgeführten TNM-Klassifikation lassen sich Prognose und Therapieempfehlungen individuell erfassen und umsetzen. Differenziert werden 2 Tumorgrößen (T1/ T2) und 2 über den Tumor hinausgehende Infiltrationsbereiche (T3/ T4):

Tumorstadium T1

Der Tumor ist auf die Niere begrenzt und hat einen maximalen Durchmesser von ≤ 7 cm.

- T1a – Tumor < 4 cm.
- T1b: Tumor 4 bis maximal 7 cm groß.

Tumorstadium T2

Der Tumor ist auf die Niere begrenzt und hat einen maximalen Durchmesser von > 7 cm.

- T2a: Tumor 7 cm bis 10 cm groß.
- T2b: Tumor über 10 cm groß.

Tumorstadium T3

Der Tumor infiltrierte das perirenale Fettgewebe, das Nierenbeckenkelchsystem oder breitet sich in größeren Venen aus.

Der Tumor befindet sich aber noch innerhalb der Gerota-Faszie.

- T3a: Tumorausdehnung in die Nierenvene, deren segmentalen Äste oder Infiltration von perirenalem Fettgewebe oder Infiltration des Nierenbeckenkelchsystems.
- T3b: Tumorausdehnung in Vena cava unterhalb des Zwerchfells.
- T3c: Tumorausdehnung in Vena cava oberhalb des Zwerchfells oder Infiltration der Venenwand.

Tumorstadium T4

Die Tumordinfiltration ist über die Gerota-Faszie hinaus erfolgt und es liegt eine adhärenzte Ausdehnung in die ipsilaterale Nebenniere vor.

N – Lymphknotenbefall

Eine weitere, prognostisch relevante Datenerhebung betraf die Erfassung von Lymphknotenmetastasen, wobei N1 als einziger positiver Befund gewertet wird, und keine weiteren Differenzierungen bzgl. Lokalisation oder Anzahl der befallenen Lymphknoten vorgenommen werden müssen.

Differenziert wird der Lymphknotenstatus nach:

- N0: keine Lymphknotenmetastasen.
- N1: Metastase(n) in einem oder mehreren regionalen Lymphknoten.

M – Fernmetastasen

Prognostisch von großer Bedeutung sind das Fehlen bzw. der Nachweis von Fernmetastasen Metastasen im 5-Jahres- und 10-Jahresverlauf. Die Differenzierung erfolgt nach der Einteilung:

- M0: keine Fernmetastasen
- M1: Fernmetastasen.

Histologischer Differenzierungsgrad – Grading (G)

Zur Bestimmung der Aggressivität der Tumorzellen bei Nierenzellkarzinom wurde von der WHO empfohlen, das histologische Graduierungssystem der International Society of Urological Pathology (ISUP) zu benutzen (Delahunt et al., 2013). Diese histologischen Differenzierungen der Tumorzellen variieren zwischen gut differenziert bis undifferenziert:

- G1: gut differenziert,
- G2: mäßig differenziert,
- G3: schlecht differenziert,
- G4: undifferenziert.

TNM-Stadien des Nierenzellkarzinoms nach UICC

Entsprechend Konsensus in der Union internationale contre le cancer (UICC, 8. Auflage, 2017) wird das Nierenzellkarzinom in die nachfolgenden Entwicklungsstadien eingeteilt. In der vorliegenden Arbeit wurden die nachfolgenden TNM-Stadien der UICC verwendet.

Tab. 6: TNM-Stadien nach der WHO-Klassifikation von 2016 (Moch, 2016).

TNM-Stadien	T-Gruppe	N-Gruppe	M-Gruppe
T1-N0-M0	T1	N0	M0
T2-N0-M0	T2	N0	M0
T3-N0-M0	T3	N0	M0
T1/2-N1-M0	T1,2	N1	M0
T3-N1-M0	T3	N1	M0
T4-N0/N1-M0	T4	N0, N1	M0
T1-4/N0/N1-M1	Jedes T	Jedes N	M1

Diese Stadieneinteilung ermöglicht mit der Analyse von Überlebens- und Rezidivraten die evidenzbasierte Effizienzkontrolle von Therapiestudien.

2.5 Benigne Nierentumoren

In die hier vorliegende Studie wurden Patienten mit benignen, soliden Nierentumoren aufgenommen, bei denen auf Grund der Tumorgroße, des Auftretens von Hämorrhagien oder bei unklarer Dignität eine Indikation zur Nierenteilresektion vorlag. Nierenzysten wurden nicht in die vorliegende Studie inkludiert.

Bei nachfolgenden benignen Nierentumoren erfolgte eine operative Intervention:

- ▶ Onkozytom,

Bei den am häufigsten vorkommenden Onkozytomen handelt es sich, ausgehend vom histologischen Ursprung um eine benigne epitheliale Neoplasie.

▶ Angiomyolipom

▶ Nierenadenome und weitere mesenchymale Tumoren sind seltene benigne Tumoren.

2.6 Statistik des Datenmaterials

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS® für Windows, Version 24.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Für die graphische Darstellung wurde Excel® (Version 16, 22) verwendet.

Die metrischen Variablen wurden als Mittelwerte und Mediane dargestellt. Bei den kategorialen Variablen wurden die absoluten sowie die relativen Häufigkeiten ermittelt.

In der vorliegenden Arbeit geht es um den Vergleich der Operationsverfahren „da Vinci®- Nierenteilresektion“ versus „offene Nierenteilresektion“ bei metrischen Variablen. Bei normalverteilten Variablen erfolgte ein Vergleich mittels t-Test. Bei zwei unabhängigen, nicht normalverteilten Stichproben, wurde ein Whitney-U-Test angewandt.

Bei den kategorialen Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test (bzw. der exakte Test nach Fisher) für den Vergleich der OP-Verfahren „da Vinci®-Nierenteilresektion“ versus „offene Nierenteilresektion“ verwendet.

Bei einer statistischen Berechnung wird ein signifikantes Ergebnis angenommen, wenn sich der p-Wert auf $< 0,05$ beläuft (Rinne, 2003).

3 Ergebnisse

3.1 Demografische Patientendaten

In der vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse von 305 Nierenteilresektionen analysiert, die im Zeitraum vom 01. Januar 2010 bis zum 31. Dezember 2017 vorgenommen wurden.

Bei den 305 Patienten handelte es sich um 125 weibliche Patientinnen und um 180 männliche Patienten, was einem Verhältnis von 41 % weiblichen zu 59 % männlichen Patienten entsprach.

Die Analyse der Altersverteilung der 305 Patienten ergab ein mittleres Gesamalter von $73,0 \pm 6,8$ Jahren.

Hinsichtlich der Altersverteilung waren die Patienten in 2 Gruppen gegliedert. 270 Patienten hatten ein Alter von 65 bis 79 Jahren und 35 Patienten hatten ein Alter von 80 Jahren und älter (Tab. 7).

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen differenziert nach zwei Altersgruppen (< 80 und > 80 Jahre).

Gruppe I (n = 270)	Gruppe II (n = 35)
Alter: 65 – 79 Jahre	Alter: \geq 80 Jahre
$71,8 \pm 4,4$ Jahre	$82,4 \pm 2,97$ Jahre

► Das mittlere Alter der Patienten der Gruppe I (65 – 79 Jahre) betrug $71,8 \pm 4,4$ Jahre und eine 2. Gruppe mit 35 Patienten wies ein Alter von $82,4 \pm 2,97$ Jahren auf.

3.2 Nierenteilresektionen

Von 305 Patienten, bei denen wegen eines Nierentumors eine Nierenteilresektion indiziert war, wurde bei 108 Patienten eine offene Resektion vorgenommen (Abb. 2).

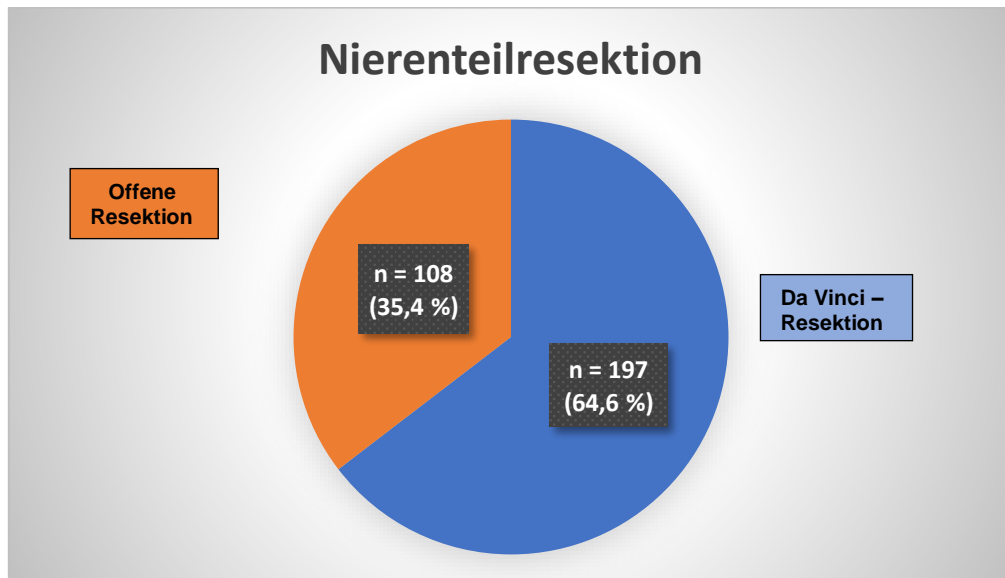


Abb. 2: Anteil von offenen und roboterassistierten Nierenteilresektionen bei 305 Patienten mit Nierentumoren.

Bei 197 Patienten (64,6 %) erfolgte dagegen eine roboterassistierte Nierenteilresektion (Abb. 2).

Eine roboterassistierte da Vinci®-Nierenteilresektion wurde bei 122 männlichen Patienten (61,9 %) und bei 75 weibliche Patienten (38,1 %) vorgenommen. (Tab. 8)

Eine offene Nierenteilresektion erfolgte bei 61 männlichen (56,5 %) und 47 weiblichen Patienten (43,5 %).

Hinsichtlich des Vergleichs der da Vinci®-Technik mit der offenen Nierenteilresektion gab es weder bei den männlichen Patienten ($p = 0,635$) noch bei den weiblichen Patienten ($p = 0,392$) signifikante Unterschiede in der Häufigkeit der 2 differenten Operationsverfahren.

Tab. 8: Genderbezogenen Analyse der Technik der Nierenteilresektion offen vs roboterassistiert.

Technik der Nierenoperation – Gender		p-Wert
da Vinci®- Nierenteilresektion	Offene Nierenteilresektion	
n = 197 (64,5 %)	n = 108 (35,5 %)	
♂ n = 122 (61,9 %)	♂ n = 61 (56,5 %)	p = 0,635
♀ n = 75 (38,1%)	♀ n = 47 (43,5 %)	p = 0,392

Tab. 9: Altersbezogenen Analyse der Technik der Nierenteilresektion offen vs roboterassistiert.

Technik der Nierenoperation – Alter		p-Wert
da Vinci®- Nierenteilresektion	Offene Nierenteilresektion	
Gesamt: n = 197 (64,5 %)	Gesamt: n = 108 (35,5 %)	
Alter der Patienten – 65 bis 79 Jahre		
da Vinci® – n = 178 (65,9 %)	offen – n = 92 (34,1 %)	p = 0,873
Alter der Patienten – ≥ 80 Jahre		
da Vinci® – n = 19 (54,3 %)	offen – n = 16 (45,7 %)	p = 0,871

Bei 178 (65,9 %) der Patienten im Alter zwischen 65 bis 79 Jahren erfolgte eine da Vinci®-Nierenteilresektion n = 180 und 92 (34,1 %) Patienten dieser Altersgruppe wurden offen operiert (Tab. 9).

35 der Patienten mit Nierenteilresektion hatten ein Alter von ≥ 80 Jahren. Von diesen 35 Patienten erhielten 19 (54,3 %) eine Nierenteilresektion nach der da Vinci®-Technik und bei 16 Patienten (45,7 %) erfolgte eine offene Operation (Abb.3).

Sowohl in der Altersgruppe I (65-79 Jahre) als auch in der Altersgruppe II (≥ 80 Jahre) wurde die da Vinci®-Methode häufiger angewendet. Bei Festlegung einer statistischen Signifikanz ab $p < 0,01$ in der vorliegenden Studie waren die Operationszahlen weder in der Altersgruppe I (< 80 Jahre) mit $p = 0,873$ noch in der Altersgruppe II (≥ 80 Jahre) mit $p = 0,871$ signifikant different.

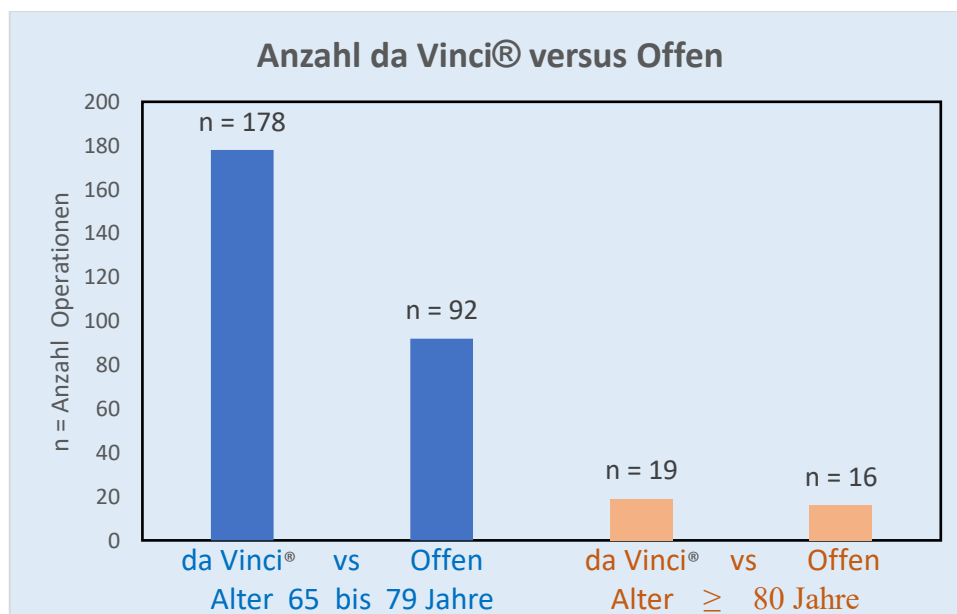


Abb 3: Graphische Darstellung der prozentualen Verteilung der 2 operativen Techniken (da Vinci® vs. offen) in Bezug auf die 2 Altersgruppen.

3.3 Häufigkeit – Offene vs. da Vinci®-Operation

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde überprüft, ob im Zeitraum zwischen den Jahren 2010 bis 2017 ein signifikanter Anstieg von roboterassistierten Nierenteilresektionen im Vergleich zu offenen Nierenteilresektionen zu verzeichnen war. Dafür wurden die Operationszahlen annual erfasst und statistisch überprüft. Verglichen wurden die Operationszahlen ebenfalls in

Bezug auf die Patientenzahlen in der Altersgruppe I (65 bis 79 Jahre) und der Altersgruppe II (80 Jahre und älter).

Zwischen den Jahren von 2010 bis 2017 wurden 197 Nierenteilresektionen mit der da Vinci®-Technik und 108 Teilresektionen mit offener Operationstechnik ausgeführt. Während die zahlenmäßigen Relationen zwischen da Vinci®-Nierenteilresektionen und offenen Operationen in den Jahren von 2010 bis 2012 mit Differenzen von $n = 3$ konstant blieb, zeigte sich in den Jahren 2013 bis 2017 eine Zunahme der Anzahl der Nierenteilresektionen hinsichtlich der da Vinci®-Technik.

Gegenüber der Jahre 2010-2013 stiegen 2014-2017 die mittlere Zahl der da Vinci®-Eingriffe von jährlich 18 auf 32 pro Jahr an. Die mittlere Zahl der jährlichen offenen NTR betrug dagegen konstant im Mittel 13,5 pro Jahr (Tab. 10).

Tab. 10: Anzahl der da Vinci®-Nierenteilresektionen und offenen Nierenteilresektionen, bezogen auf die Operationsjahre 2010 bis 2017.

Operationsjahr		Art des Eingriffs		p-Wert
		da Vinci®-Nierenteilresektion	Offene Nierenteilresektion	
		n = 197	n = 108	
(1)	2010	n = 21	n = 17	0.946
(2)	2011	n = 17	n = 13	0.596
(3)	2012	n = 16	n = 9	0.683
(4)	2013	n = 18	n = 7	0.221
(5)	2014	n = 27	n = 18	0.543
(6)	2015	n = 34	n = 12	0.011
(7)	2016	n = 26	n = 12	0.239
(8)	2017	n = 38	n = 20	0.391

Auch wenn in den Jahren 2014 bis 2017 die Zahl der da Vinci®-Nierenteilresektionen zugenommen hat, war in der statistischen Überprüfung lediglich ein Trend der Entwicklung in Richtung vermehrter roboterassistierter Operationen nachweisbar

Dagegen war im Jahr 2015 bei vergleichender Darstellung da Vinci®- vs. offene Teilresektion ein statistisch signifikanter Anstieg der da Vinci Technik nachweisbar.

3.4 Dauer des stationären Aufenthalts

Die mittlere Dauer des postoperativen stationären Aufenthalts betrug in der Gruppe da Vinci® 8 Tage und der Gruppe mit offener Teilresektion 11 Tage (Tab. 11).

Tab. 11: Verweildauer postoperativ in Tagen mit Boxplotdaten.

Postoperative Verweildauer		
Box-Plot- und Mittelwerte	Operation	
	da Vinci® NTR	Offene NTR
Mittelwert	8	11
± SD	± 5	± 6
Minimum	4	4
1. Quartil	5	8
Median	6	10
3. Quartil	8	12
Maximum	50	45
Patientenzahl	n = 197	n = 108

Die Mittelwerte der Verweildauer der Patienten, bei denen eine NTR mit da Vinci®-Technik vorgenommen worden war betrug 8 ± 5 Tage, und bei offener Operationstechnik lag die mittlere Verweildauer bei 11 ± 6 Tagen (Tab. 9).

In der Analyse eines Boxplot-Diagramms ergab sich für die Verweildauer in Tagen bei „da Vinci®“ vs. „offene NTR“ ein Minimum von 4 vs. 4 Tagen, für das 1. Quartil von 5 vs. 8 Tagen, für das Median von 6 vs. 10 Tagen, für das 3. Quartil von 8 vs. 12 Tagen. Ein maximaler Ausreißer lag bei da Vinci mit 50 Tagen und bei offener Technik mit 45 Tagen vor.

Die statistische Analyse ergab einen hochsignifikanten Unterschied bezüglich der Medianwerte von $p = 0,003$.

3.5 Body Mass Index

Von insgesamt 305 Patienten, bei denen eine NTR erfolgte waren 214 (70,2 %) bzgl. des Gewichtsstatus normgewichtig oder präadipös (Tab. 12).

Tab. 12: Präoperativer BMI Bei Patienten mit da Vinci®- und offener NTR.

Body Mass Index			
Gewichtsstatus n = 305	da Vinci®-NTR n = 197	Offene NTR n = 108	p - Wert
Normalgewicht BMI: 20 – 24,9	n = 57 (28,9 %)	n = 35 (32,4 %)	p = 0,459
Präadipositas BMI: 25 -29,9	n = 83 (42,1 %)	n = 45 (41,6 %)	p = 0,988
Adipositas Grad I BMI: 30 – 34,9	n = 42 (21,3 %)	n = 17 (16,7 %)	p = 0,494
Adipositas Grad II BMI: 35 – 39,9	n = 14 (7,1 %)	n = 7 (6,9 %)	p = 0,510
Adipositas Grad III BMI: ≥ 40	n = 1 (0,5 %)	n = 4 (3,9 %)	p = 0,025

140 von 197 Patienten (71,1 %), bei denen eine NTR mit der da Vinci® Technik vorgenommen wurde wiesen ein normales Körpergewicht auf bzw. hatten einen präadipösen Gewichtsstatus.

57 (28,9 %) von 197 Patienten, bei denen eine NTR mit der da Vinci®-Technik erfolgte wiesen eine Adipositas Grad I (n = 42), Grad II (n = 14) und Grad III (n = 1) auf. Demgegenüber waren in der Gruppe mit offener NTR insgesamt 28 Patienten (25,9 %), bei denen eine Adipositas Grad I (n = 17), Grad II (n = 7) und Grad III (n = 4) vorlag. Lediglich bei den beiden Patientengruppen mit Adipositas Grad III (da Vinci® n = 1 vs. offen n = 4) lag ein statistisch signifikanter Unterschied vor.

3.6 Konversion der Operationsmethode

Bei 9 Patienten (4,6 %) wurde die zunächst begonnene da Vinci®-Nierenteilresektion abgebrochen und es erfolgte eine Konversion zur offenen Nierenteilresektion.

Ursachen dafür waren komplizierte lokale Situationen, schwierige lokale Verhältnisse beim abdominalen Zugang und technische Probleme (Tab. 13).

Tab. 13: Ursachen für die Konversion der Operationstechnik.

Ursachen für Konversion bei 197 Patienten mit da Vinci® - Technik	Anzahl an Konversionen
Erschwerte anatomische Orientierung durch Einblutungen	n = 6
Starke intraabdominale Adhäsionen	n = 2
Technischer Ausfall des da Vinci®-Systems	n = 1
Gesamtzahl an Konversionen	n = 9 (4.6 %)

In 6 Fällen kam es infolge von Einblutungen in das Nierengewebe zu erschwerter Abgrenzbarkeit zwischen gesundem Gewebe und Tumor. 2-mal musste der Eingriff wegen schwerer intraabdominaler Verwachsungen abgebrochen werden, obwohl bei den Patienten keine abdominellen Voroperationen vorlagen. In einem Fall gab es technische Probleme am da Vinci®-System während der Operation, so dass aus Zeitgründen konvertiert werden musste.

3.7 Charlson-Komorbiditätsindex (CCI)

Mit dem Charlson-Komorbiditätsindex wurden die Begleiterkrankungen der 305 Patienten als Krankheitsstatus erfasst, bei denen eine NTR vorgenommen wurde. Mit der Analyse des CCI konnten die Indizes der Komorbiditäten in den beiden Operationsgruppen verglichen werden (Tab. 14).

Tab. 14: Vergleich der CCI-Ergebnisse von da Vinci®- und offener NTR.

CCI-Score	Operation		p-Wert
	da Vinci®-NTR	Offene NTR	
	n = 197	n = 108	
1 - 2	83 (42,1 %)	39 (36,1 %)	p < 0.070
3 - 4	102 (51,8 %)	39 (36,1 %)	p < 0.001
≥ 5	12 (6,1 %)	30 (27,8 %)	p < 0.001

In der da Vinci®-Gruppe mit insgesamt 197 Patienten wiesen 83 (41,1 %) einen CCI-Score von 1 bis 2 auf. Bei 102 Patienten der da Vinci®-Gruppe (51,8 %)

lagen 3 bis 4 Komorbiditäten vor und bei 12 Patienten mit da Vinci®-Operation (6,1 %) betrug der CCI-Score 5 bzw. höher.

In der Gruppe mit offener NTR (n = 108) hatten je 39 Patienten (36,1 %) eine Anzahl von 1 bis 2 bzw. 3 bis 4 Komorbiditäten. Bei 30 Patienten dieser Operationsgruppe lagen 5 oder mehr Komorbiditäten vor (Tab. 12).

Bei Patienten mit 1 bis 2 Komorbiditäten bestand zwischen der Patientengruppe mit da Vinci®-Operation und Patienten mit offener NTR kein signifikanter Unterschied (42,1 % vs. 36,1 %; $p < 0.07$). Hochsignifikante Unterschiede bestanden dagegen zwischen beiden Operationsgruppen in den CCI-Scores mit 3 bis 4 (51,8 vs. 36,1 %; $p < 0.001$) und 5 oder mehr Komorbiditäten (6,1 vs. 27,8 %; $p < 0.001$).

3.8 PADUA-Score

Mit dem PADUA-Score wurden tumorspezifische Daten zu einem Scoring zusammengefasst, aus der eine prognostische Risikobewertung der Nierenzellkarzinome erfolgen konnte. In Tab. 15 sind die Scoringwerte in 3 Gruppen (gute - mittlere - schlechte Prognose) von 197 Patienten mit da Vinci®-Operation und 108 Patienten mit offener NTR erfasst.

Tab. 15: Vergleich der Ergebnisse des PADUA-Score bei da Vinci®- und offener NTR.

PADUA-Score	Operation		p-Wert
	da Vinci®-NTR	Offene NTR	
	n = 197	n = 108	
6 - 7	n = 50 (25,0 %)	n = 12 (12,0 %)	p < 0.01
8 - 9	n = 59 (29,9 %)	n = 26 (24,1 %)	p < 0.07
≥ 10	n = 88 (45,1 %)	n = 70 (63,9 %)	p < 0.01

6 typische Tumorcharakteristika erhielten dafür je eine Wertung zwischen 1 bis maximal 3, so dass ein Scoring zwischen den Wertungen 6 bis maximal 15 möglich war. In der Gruppe mit da Vinci®-Operation wiesen von insgesamt 197 Patienten 50 Patienten (25,0 %) ein Scoring zwischen 6 – 7, 59 Patienten (29,9 %) ein Scoring zwischen 8 bis 9 und 88 Patienten (45,1 %) ein Scoring von ≥ 10 Punkten auf. Demgegenüber waren in der Gruppe mit offener NTR 12 Patienten (12,0 %) mit einem Scoring zwischen 6 – 7, 26 Patienten (24,1 %) mit Scoringwerten zwischen 8 bis 9 und bei 70 Patienten (63,9 %) lag der Risikoscore bei 10 – 13 Punkten.

Beide Patientengruppen wiesen mit $n = 45,1 \%$ in der da Vinci®-Gruppe und $63,9 \%$ in der Gruppe mit offener NTR die prognostisch ungünstigsten Risikoparameter mit medialer und mittlerer Lokalisation, endophytem Wachstum, Involvierung der Harnwege und Tumorgroße auf.

Zwischen den beiden Operationsgruppen bestanden bei der Ermittlung der PADUA-Scores statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Scoring-Gruppen 6 bis 7 und den Scoring-Gruppen mit 10 und mehr Risikofaktoren (Tab. 13).

3.9 Prä- und postoperative Hb- und eGFR-Werte

Für die in der vorliegenden Arbeit zu bestimmenden relevanten und aussagekräftigen prä- und postoperativen Blutparameter wurden Hämoglobin (Hb) und die geschätzte glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) präferiert.

► In der da Vinci®-Gruppe betrug präoperativ der mediane Hb-Wert $14,1 \text{ g/dl} \pm 1,5$ (SD).

Am 1. postoperativen Tag sank der Hb-Gehalt auf einen medianen Hb-Wert von $11,85 \text{ g/dl} \pm 1,6$ (SD) ab. Dieser Abfall entsprach mit einer Hb-Reduktion von $2,25 \text{ g/dl}$ einem prozentualen Hb-Abfall von $16,1 \%$.

In der Patientengruppe mit offener Operation wurde präoperativ ein medianer Hb-Wert von $13,8 \pm 1,4$ (SD) ermittelt (Tab. 16).

Tab. 16: Hb-Werte prä- und postoperativ nach da Vinci®- vs. offene Operation.

Hämoglobin	Operationsverfahren		p-Wert
	da Vinci®-NTR	Offene NTR	
	n = 197	n = 108	
	Mediane Werte	Mediane Werte	
Hb-präoperativ (g/dl)	14,1 ± 1,5	13,8 ± 1,4	p < 0.001
Hb-postoperativ (g/dl)	11,85 ± 1,6	10,55 ± 1,25	p < 0.001
Hb-Reduktion (g/dl)	2,25 ± 1,26	3,25 ± 1,41	p = 0.003

Am 1. postoperativen Tag kam es zu einer Hb-Reduktion auf 10,55 g/dl ± 1,25 (SD) und diese Hb-Abnahme entsprach mit 3,25 g/dl ± 1,41 (SD) einem prozentualen postoperativen Hb-Verlust von 22,4 %. Sowohl in den intergruppalen Vergleichen mit p < 0.001, als auch im Vergleich der Hb-Reduktionen mit p = 0,003 bestanden hochsignifikante Unterschiede in den Hb-Abnahmen zwischen den Patienten mit da Vinci®- und Patienten mit offener NTR.

► Die Analyse der geschätzten glomerulären Filtrationsrate betrug in der da Vinci®-Gruppe präoperativ 73,6 ± 17 (SD) ml/min und am 1. postoperativen Tag war eine Abnahme der eGFR auf 68,75 ± 19 (SD) ml/min zu verzeichnen. Die Abnahme der glomerulären Filtrationsrate betrug in der da Vinci®-Gruppe postoperativ 4,85 ± 1,1 (SD) ml/min.

In der Patientengruppe mit offener NTR betrug die eGFR präoperativ 64,4 ± 19 (SD) ml/min und postoperativ sank die eGFR auf 59,15 ± 22 (SD) ml/min ab (Tab. 17).

Tab. 17: eGFR-Werte prä- und postoperativ nach da Vinci®- vs. offene Operation.

Estimierte Glomeruläre Filtrationsrate	Operationsverfahren		p-Wert
	da Vinci®-NTR n = 197	Offene NTR n = 108	
	Mediane Werte	Mediane Werte	
eGFR-präoperativ (ml/ min)	73,6 ± 17	64,4 ± 19	p < 0.001
eGFR-postoperativ (ml/ min)	68,75 ± 19	59,15 ± 22	p < 0.001
eGFR-Verlust (ml/ min)	4,85 ± 1,1	5,25 ± 1,3	p = 0.212

In beiden Patientengruppen bestanden zwischen den präoperativen und postoperativen eGFR-Werten hochsignifikante ($p < 0.001$) Unterschiede. Dagegen waren beim Vergleich der eGFR-Verluste (4,85 ml/ min vs. 5,25 ml/ min) mit $p = 0.212$ keine signifikanten Unterschiede nachweisbar.

3.10 Tumorcharakteristik nach NTR

3.10.1 Postoperative Pathomorphologie

In der vorliegenden Arbeit wurde die Dignität der mittels NTR entfernten Tumoren präoperativ weder durch Feinnadel- noch durch Stanzbiopsie überprüft. Die deutsche S3-Leitlinie zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Nierenzellkarzinoms hat zur bioptischen Sicherung von Nierentumoren aktuell erklärt: „Die Biopsie einer unklaren Raumforderung der Niere sollte nur erfolgen, wenn dies die Therapiewahl beeinflussen könnte“ (AWMF Reg.Nr. 043/0170L, 2020).

Alle 305 Resektate wurden postoperativ pathohistologisch untersucht und von 305 NTR waren 60 Tumoren benigne und 245 maligne (Tab. 18).

Tab. 18: Differenzierung der NTR nach Dignität der Tumoren.

Dignität	Operationsverfahren		p-Wert
	da Vinci®-NTR n = 197 (64,6 %)	Offene NTR n = 108 (35,4 %)	
Benigne Tumoren (n = 60)	n = 47 (78,3 %)	n = 13 (21,7 %)	p = 0,120
Maligne Tumoren (n = 245)	n = 150 (61,2 %)	n = 95 (38,8 %)	p = 0,329

Von 60 benignen Nierentumoren wurden 47 Patienten (78,3 %) mit der da Vinci®-Technik operiert und bei 13 Patienten (21,7 %) erfolgte eine offene NTR. Bei einer statistischen Relation von $p = 0,120$ bestand ein tendenzieller Unterschied zugunsten der da Vinci®-Technik.

Bei malignen Nierentumoren war mit 95 von 108 Patienten dagegen eine Tendenz zur offenen NTR nachweisbar, wobei diese Tendenz durch die präoperativ durchgeführte Diagnostik bedingt war.

3.10.2 Postoperative TNM-Klassifikation

Bei insgesamt 245 von 305 Patienten (80,3 %) wurde eine NTR wegen eines malignen Nierentumors vorgenommen. 126-mal erfolgte der Eingriff an der linken (51,4 %) und 119-mal (48,6 %) an der rechten Niere. In 150 Fällen (61,2 %) wurde der Eingriff mit der da Vinci®-Technik vorgenommen und bei 95 Patienten (38,8 %) mit der offenen Operationstechnik.

In der Patientengruppe mit da Vinci®-Operation wurden 112 Tumoren mit einem Durchmesser von ≤ 4 cm (T 1a) mit NTR exstirpiert (Tab. 19). Das waren 74,0 % von insgesamt 150 Patienten mit roboterassistierter Chirurgie. Von den übrigen 38 Patienten dieser Operationsgruppe wiesen 27 (18,0 %) das Tumorstadium T 1b, 2 Patienten das Stadium T 2a (1,3 %) und 9 Patienten das Stadium 3a (6 %) auf (Tab. 19).

Tab. 19: Histologische TNM-Analyse nach NTR mit da Vinci®- und offener Technik.

TNM-Klassifikation nach NTR				
pT pN cM		da Vinci®-NTR n = 150 (61,2 %)	Offene NTR n = 95 (38,8 %)	p-Wert
pT	T 1a	107 (71,3 %)	47 (49,4 %)	0,081
	T 1b	28 (18,7 %)	37 (40,0 %)	0,021
	T 2a	2 (1,3 %)	4 (4,2 %)	0,118
	T 3a	12 (8,0 %)	7 (7,4 %)	0,251
	T 4	1 (0,7%)	0 (0,0%)	n.a.*
pN	N0	150 (100 %)	94 (98,9 %)	0,978
	N1	0 (0,0 %)	1 (1,1 %)	n.a.*
	N2	0 (0,0%)	0,0 %)	n. a.*
cM	M0	148 (99,3 %)	92 (95,8 %)	0,904
	M1	2 (1,3 %)	3 (3,2 %)	0,244

Im Vergleich zu diesen T-Stadien wiesen in der Patientengruppe mit offener Operation 52 Patienten (54,7 %) das Stadium T1a, 29 (30,5 %) das Stadium T1b sowie 14 Patienten die Tumorstadien 2a (n = 6 / 6,3 %), 2b (n = 2 / 2,1 %) und 3a (n = 6 / 6,3 %) auf.

Eine postoperativ nachgewiesene Lymphknotenbeteiligung (pN1) bestand lediglich bei einem Patienten mit offener NTR. Hinsichtlich der Analyse des Lymphknotenbefalls ist zu berücksichtigen, dass bei NTR keine Lymphadenektomie im Hilusbereich vorgenommen wurden.

Mit diagnostischen Methoden nachgewiesene Metastasen (cM) fanden sich während der präoperativen Beobachtungszeit 5-mal, je 2-mal bei da Vinci®-Technik und 3-mal bei offener NTR (Tab. 19). 2-mal wurden Lungenmetastasen, 2-mal Nebennierenmetastasen und 1-mal eine ossäre Metastase präoperativ diagnostiziert, so dass bei diesen Patienten eine palliative NTR erfolgte.

Bei 14 von 150 Patienten mit NTR zeigte sich nach histopathologischer Untersuchung der Resektionsränder in der Gruppe mit der da Vinci®-Technik eine R1-Rate von 9,3 % (Tab. 20).

Tab. 20: Analyse der Resektionsränder nach da Vinci®- und offener Technik.

Resektionsrand	Operationsverfahren		p - Wert
	da Vinci®-NTR (n = 150)	Offene NTR (n = 95)	
R0	136 (90,7 %)	89 (93,7 %)	p = 0.978
R1	14 (9,3 %)	5 (5,3 %)	p = 0.799
R2	0	1 (1,05 %)	n.a.

Im Vergleich dazu fand sich bei 5 von 95 Patienten nach offener NTR in der pathohistologischer Untersuchung eine Rate von 5,3 % mit Tumoranteilen am Resektionsrand. Zwischen der Gruppe mit da Vinci®-Technik und der Gruppe mit offener NTR bestand hinsichtlich des Tumorbefalls der Resektionsränder kein signifikanter Unterschied (p = 0.799).

3.10.3 Tumorgöße maligner und benigner Tumore

Für eine Analyse der postoperativen Komplikationen (Clavien-Dindo-Score) erfolgte zunächst die Erfassung der Tumorgößen bei allen 305 operierten Patienten in Abhängigkeit der eingesetzten Operationstechnik (Tab. 21).

Tab. 21: Tumorgröße bei malignen und benignen Nierentumoren.

Tumorgröße	Operationsverfahren		p-Wert
	da Vinci®-NTR n = 197 (%)	Offene NTR n = 108 (%)	
T1a: ≤ 4 cm	107 (54,3 %)	47 (43,5 %)	p < 0,01
T1b: > 4 bis ≤ 7 cm	27 (13,7 %)	28 (25,9 %)	p = 0,02
T2a: >7 bis ≤ 10 cm	2 (1,0 %)	4 (3,7 %)	p = 0,032
T3a: Infiltration N-Vene/ Nierenkelch	12 (8,0 %)	7 (7,4 %)	p = 0,251
T4: Infiltration Gerota/ Nebenniere	1 (0,5 %)	0 (0 %)	n.a.
Benigne Tumoren	48 (24,4 %)	22 (20,4 %)	n.a.

In der Patientengruppe mit der da Vinci®-Technik waren im Vergleich zur offenen Operationstechnik mit 107 vs. 47 signifikant ($p < 0,01$) mehr pT1a-Tumoren nachweisbar. Im Gegensatz dazu war die Anzahl der Patienten mit einem Tumor-stadium pT1b mit 27 (da Vinci®-NTR) vs. 28 (offene NTR) nahezu identisch.

6 Patienten wiesen ein Tumorstadium pT2a auf, wobei 2 Patienten mit da Vinci®-Technik und 4 Patienten mit offener NTR kurativ operiert wurden.

Demgegenüber erfolgten NTR bei 19 Patienten mit Tumorstadium pT3a und einem Patienten mit pT4 aus palliativer Intention (Tab. 21).

Insgesamt wurden in der vorliegenden Studie 70 Patienten operiert, bei denen benigne Nierentumoren vorlagen. Bei 48 Patienten erfolgte die NTR mittels da Vinci®-Technik und 22-mal mit offener Operationstechnik.

3.10.4 Postoperativer CD-Score

Mit dem Clavien-Dindo-Score wurden postoperative Komplikationen nach erfolgter NTR erfasst (Tab. 22).

Bei 305 Patienten im Alter von ≥ 65 Jahren wurden 245 maligne und 60 benigne Nierentumore mittels NTR operiert, wobei 197 Resektionen (64,6 %) mit der da Vinci®-Technik und 108 Resektionen (35,4 %) mit einer offenen Resektion erfolgten.

- Bei 160 von 197 Patienten (79,3 %) mit da Vinci®-NTR sowie bei 63 von 108 Patienten (61,7 %) wurde postoperativ ein CD-Score Schweregrad I erfasst. Hierbei erfolgte an therapeutischen Maßnahmen Substitution von Elektrolyten und Flüssigkeit, Applikation von Diuretika, Antipyretika und Antiemetika sowie physiotherapeutische Behandlung.

- 27 Patienten nach da Vinci®-NTR (13,4 %) und 19 nach offener NTR (18,6 %) mit CD-Scoring II benötigten neben den Maßnahmen von Schweregrad I zusätzliche Substitution mit parenteraler Ernährung bzw. Bluttransfusionen.

Tab. 22: CD-Score nach NTR bei malignen und benignen Nierentumoren.

Clavien-Dindo-Score	Operationsverfahren		p-Wert
	da Vinci®-NTR n = 197 (%)	Offene NTR n = 108 (%)	
I	160 (79,3 %)	63 (61,7 %)	p = 0.132
II	27 (13,4 %)	19 (18,6 %)	p = 0.231
IIIa	7 (3,5 %)	11 (10,8 %)	p = 0.011
IIIb	6 (3,0 %)	5 (4,9 %)	p = 0.380
IVa	2 (1,0 %)	2 (2,0 %)	p = 0.470
IVb	0 (0,0 %)	1 (1,0 %)	n.a.
V	0 (0,0 %)	1 (1,0 %)	n.a.

•Radiologische und endoskopische Interventionen ohne Vollnarkose (CD-Score IIIa) waren bei 7 Patienten nach da Vinci®-NTR (3,5 %) sowie bei 11 Patienten nach offener NTR (10,8 %) erforderlich. Während diese Unterschiede in den Komplikationsraten der Patientengruppe bei da Vinci®-NTR signifikant gegenüber der offenen Technik geringer waren ($p = 0,011$), waren die Ergebnisse im CD-Scoring bei erforderlichen Interventionen unter Vollnarkose mit $n = 6$ (3,0 %) bei „da Vinci®“ vs. $n = 5$ (4,9 %) bei offener NTR nicht signifikant unterschiedlich.

•Je 2 Patienten mit da Vinci®-NTR und 2 Patienten mit offener (1,0 % vs. 2,0 %) hatten schwerwiegende Komplikationen in Form eines einzelnen Organversagens (CD-Score IVa). Dagegen traten Komplikationen mit mehrfachem Organversagen (IVb) und Tod lediglich je 1-mal in der Gruppe mit offener NTR auf (Tab. 22).

Um den Einfluss der Dignität bei einer definierten Tumorgröße nach NTR auf die postoperativen Komplikationsraten überprüfen zu können, wurden in der nachfolgenden Tabelle benigne und maligne Nierentumoren mit einem Durchmesser von ≤ 4 cm analysiert (Tab. 23).

Tab. 23: CD-Score bei benignen und malignen Nierentumoren ≤ 4 cm.

Clavien- Dindo-Score	Tumordignität		p-Wert
	Benigne n = 10 (%)	Maligne n = 48 (%)	
Grad I	5 (50 %)	30 (62,5 %)	p < 0.001
Grad II	1 (10 %)	10 (20,8 %)	p < 0.01
Grad III	3 (30 %)	6 (12.5 %)	p = 0.317
Grad IV	1 (10 %)	2 (4,2 %)	n.a.

Die Dignität und die Größe der Nierentumoren haben einen signifikanten Einfluss auf die Graduierung des CD-Scorings. Der Vergleich der Scoringwerte mit Grad I und II ergab signifikant höhere postoperative Komplikationen in der Patientengruppe mit malignen im Vergleich zu benignen Nierentumoren. Nichtsignifikant different waren dagegen die Unterschiede zwischen den 2 Operationsgruppen der CD-Scores mit den Stadien Grad III und Grad IV (Tab. 23).

3.10.5 Postoperativer MIC-Score

Für den MIC-Score werden die Resektionsränder nach Tumorexstirpation auf maligne Infiltration, Dauer der warmen Ischämiezeit und der CD-Score in die Bewertung des Operationsergebnisses einbezogen. Die Aussage der Erhebung eines MIC-Scores erfolgt nach der Bewertung „MIC-Kriterien erfüllt bzw. nicht erfüllt“. Erfüllt sind die MIC-Kriterien, wenn die Resektionsränder frei von Infiltration, die warme Ischämiezeit < 20 min. beträgt und der CD-Score maximal die Grade I bzw. II aufweist.

Für die in der vorliegenden Arbeit erfolgte Analyse des MIC-Scores konnten 245 Patienten mit malignen Nierentumoren einbezogen werden. Bei 150 dieser Patienten war eine NTR mit da Vinci®-Technik und bei 95 Patienten eine offene Operation vorgenommen worden (Tab. 24).

Tab. 24: Ergebnisse des MIC-Scores nach da Vinci®- und offener NTR.

MIC-Score	Operation		p-Wert
	da Vinci®-Nierenteilresektion n = 150 (%)	Offene Nierenteilresektion n = 95 (%)	
Erfüllt	109 (72,7 %)	59 (62,1 %)	p = 0,812
Nicht erfüllt	41 (27,3 %)	36 (37,9 %)	p = 0,742

Die vorliegende Analyse des MIC-Scorings hat ergeben, dass 109 von 150 Patienten (72,7 %) mit da Vinci®-Technik die Vorgaben hinsichtlich tumorfreier Resektionsränder, minimaler Ischämiezeit von weniger als 20 min sowie geringgradiger Werte im CD-Scoring erfüllt haben. Im Gegensatz dazu hatten nach offener NTR 37,9 % der Patienten das MIC-Scoring nicht erfüllt, während es in der da Vinci®-Gruppe 27,3 % weniger waren. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

3.10.6 Analyse der Operationszeiten

Die durchschnittliche Operationszeit bei der da Vinci®-Nierenteilresektion lag im Median bei 161,4 min ± 49,6 min und bei offener Nierenteilresektion bei 126,9 min ± 56,1 min. Damit lagen die Operationszeiten der da Vinci®-Gruppen, abgesehen von den Zahlen aus dem Jahr 2015 (5) signifikant (p < 0.05) höher im Vergleich zur Patientengruppe mit offener NTR (Abb. 4)

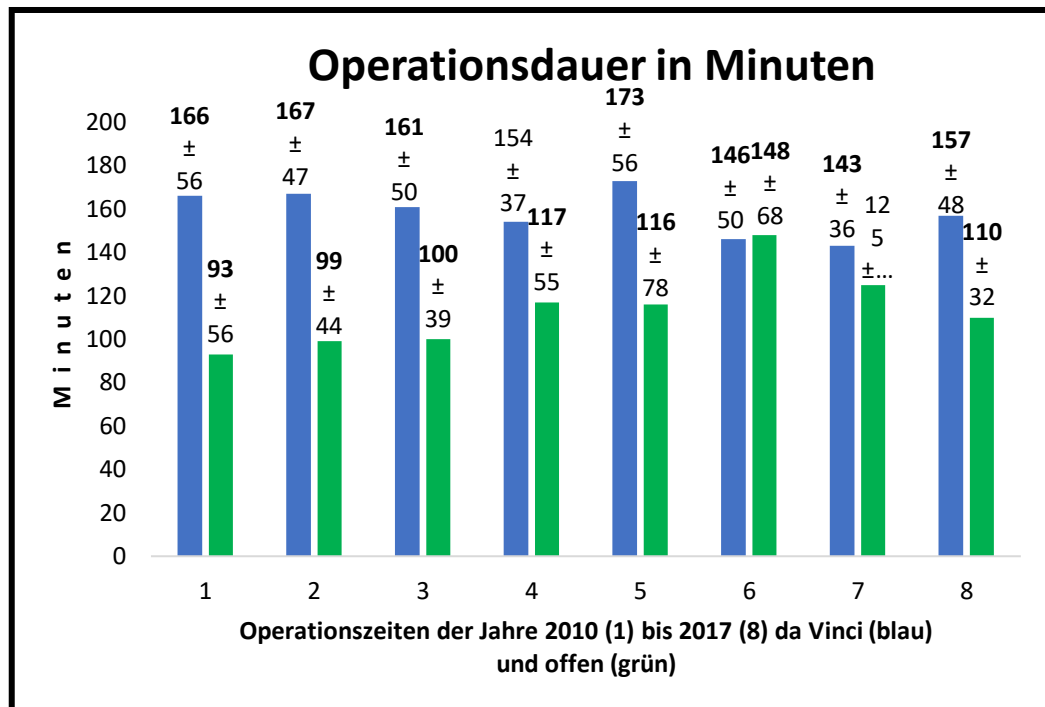


Abb. 4: Operationszeiten der Jahre 2010 – 2017 im Vergleich da Vinci®- vs. offene NTR.

In der Patientengruppe der da Vinci®-Nierenteilresektion war in den Jahren 2010 bis 2013 ein kontinuierlicher und signifikanter Abfall der medianen Operationszeiten nachweisbar. Diese waren auch in den Jahren 2015 und 2016 nachweisbar, wobei es aber in den Jahren 2014 und 2017 zu einem Anstieg der Operationszeiten kam. Diese Unterschiede in den jahresbezogenen Operationszeiten ging parallel mit einer Zunahme der Patientenzahlen in den da- Vinci®-Gruppen der Jahre 2014 (n = 27) und 2017 (n = 38).

In der Patientengruppe mit offener NTR war in den Jahren 2010 bis 2014 ein geringer nichtsignifikanter Anstieg ($p = 0.23$) der Operationszeiten nachweisbar. Zu einer signifikanten Erhöhung ($p < 0.05$) der Operationsdauer kam es im Jahr 2015, wobei die Patientenzahlen im Vergleich zu den Vorjahren jedoch deutlich angestiegen waren.

2016 und 2017 wurde dann bereits trotz vergleichbarer Patientenzahlen wieder ein signifikanter Abfall ($p < 0.05$) der Operationszeiten verzeichnet.

4 Diskussion

Da die Indikation für robotisch assistierte NTR (RPN) in den letzten Jahren erweitert wurde und an zahlreichen Institutionen die robotisch assistierte NTR die offene NTR als bevorzugte Technik abgelöst hat, konzentrieren sich immer mehr Studien auf die Vergleichsergebnisse von RPN gegenüber OPN (Lee et al., 2011; Masson-Lecomte et al., 2013; Minervini et al., 2013).

Ausgehend von dieser Entwicklung bestand die zentrale Zielstellung für die hier vorliegende Arbeit, bei geriatrischen Patienten im Alter von ≥ 65 Jahren eine Evaluierung zwischen offener NTR (OPN) und roboter-assistierter da Vinci®-Technik (RPN) vorzunehmen, und die Ergebnisse mit Daten der internationalen Literatur zu vergleichen.

Die Hauptzielstellung der Studie bestand darin, eine Wertung zwischen offener und robotisch assistierter NTR auf der Basis der postoperativen Daten vornehmen zu können. Die Daten wurden bei 197 Patienten nach NTR mit da Vinci®-Technik und bei 108 Patienten mit offener NTR aus den Jahren 2010 bis 2017 bei Patienten mit einem Alter von ≥ 65 Jahren erhoben.

Zur postoperativen Analyse zählte die Erfassung von Alter und Gender, BMI, CCI, PADUA-Score, CD-Score, MIC-Score, TNM-Klassifikation, Bestimmung von eGFR, Hb-Gehalt und Operationszeit.

4.1 Methodenkritik

Methodenkritisch ist zunächst die Feststellung relevant, dass es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine retrospektive Studie handelt.

Studienkritische Einschränkungen bei retrospektiven Analysen betreffen insbesondere das Vorkommen von Informationsbias in Form von Datenlücken und möglicherweise auch mangelhafte Datenqualität, fehlende Einfluss auf die Wahl von Untersuchungsfolgen sowie eine begrenzte Eignung für den Nachweis möglicher kausaler Zusammenhänge in der vorgenommenen Analyse (Röhrig et al., 2009).

Um die Auswertung der retrospektiven Analyse datengerecht zu gestalten, wurden folgende Prämissen gesetzt: mittels sorgfältiger Datenerfassung werden

Datenlücken und somit Datenbias vermieden bzw. in einem geringen Ausmaß gehalten, mit der Begrenzung der Zielsetzungen auf die genannten epidemiologischen Daten, Scorewerte, Tumorklassifikation, eGFR, Hb-Gehalt und Operationszeiten konnten mögliche Nachteile einer retrospektiven Studie begrenzt gehalten werden.

Ein weiterer methodenkritischer Aspekt betrifft die Probandenzahl mit 197 Patienten, bei denen eine robotisch assistierte NTR mit der da Vinci®-Technik vorgenommen wurde und die nahezu um 50 % geringere Anzahl von 108 Patienten mit offener Operationstechnik. Intergruppalen Vergleiche wurden daher in der Auswertung vorwiegend mit internationalen Publikationen vorgenommen.

4.2 Gender- und Altersverteilung bei NTR

Bei insgesamt 305 Patienten mit NTR in der hier vorliegenden Arbeit ergab sich ein Genderverhältnis von 125 Patientinnen (41 %) und 180 Patienten (59 %).

Bei Gegenüberstellung aller Neuerkrankungen an NZK in Deutschland im Jahr 2016 wiesen Frauen einen Anteil von 5.360 Fällen und Männer von 9.280 Fällen auf. Dies entsprach nach den Angaben des Robert-Koch-Instituts einem Verhältnis von 34,3 % Frauen zu 65,7 % männlichen Erkrankten (Fiebig und Kraywinkel, 2019). Vergleicht man die Genderdaten des Robert-Koch-Instituts Deutschland von 2013/ 2014 (Fiebig und Kraywinkel, 2019), dann betrug die mittlere Inzidenz des NZK pro 100.000 Einwohner bei Frauen im Alter zwischen 65 bis \geq 85 Jahren 59,2 Fälle und bei Männern 87 Fälle pro 100.000 Einwohner. Diese jahresbezogenen Daten des Robert-Koch-Instituts weisen aus, dass in der hier vorliegenden Arbeit eine vergleichbare Genderverteilung zu den Daten der hier vorliegenden Studie vorlag.

In einer jüngeren Studie (Boy et al., 2018) erfolgte zwischen 2006 bis 2016 bei 310 Patienten eine NTR, wobei 154 Patienten robotisch-laparoskopisch, 33 laparoskopisch und 123 konventionell-offen operiert wurden. In dieser Studie waren, ebenfalls identisch mit der hier vorliegenden Analyse 40,4 % der Patienten weiblich und 59,6 % männlich. In der aktuellsten weltweiten epidemiologischen Übersichtsarbeit (Kabaria et al., 2016) wurde der Anteil männlicher Patienten mit NZK zu Frauen in einem Verhältnis von 2 zu 1 ermittelt.

In der Übersichtsarbeit von Kabaria et al. (2016) ergab die weltweite Analyse des Alters von Patienten mit NZK, dass 50 % aller Patienten mit NZK ein Alter zwischen 55 bis 74 Jahren haben. Auch in der Studie von Boy et al. (2018) lag das Alter der 3010 Patienten zwischen 55 bis 75 Jahren, mit einem Mittelwert 65 Jahren so dass diese 2 Studien mit der hier vorliegenden Arbeit altersbezogen annähernd vergleichbar waren.

Die internationale Gesellschaft für geriatrische Onkologie (SIOG) hat eine Unterteilung geriatrischer Patienten in 3 Gruppen differenziert (Surbone et al., 2007). Danach gelten Patienten im Alter 65 bis 74 Jahre als „jüngere“-, 75 bis 84 Jahre als „mittlere“- und ≥ 85 Jahre als „ältere“ alte Patienten.

In der hier vorliegenden Arbeit waren 270 Patienten zwischen 65 bis 79 Jahre alt (MW: $71,8 \pm 4,4$ Jahre) und 35 Patienten hatten ein Alter von 80 Jahren und älter (MW: $82,4 \pm 3,0$ Jahre), wobei diese Differenzierung der Einteilung von Rübben und Heß (2016) in eine Gruppe mit 65 bis 85 Jahre und eine 2. Gruppe mit älter als 85 Jahren am nächsten kommt. Kritisch ist sowohl zu der hier vorliegenden Arbeit als auch zur Studie von Rübben und Heß (2016) zu diskutieren, dass durch eine Einteilung nach Vorschlag der SIOG in 3 Altersgruppen (ab 65 Jahren, ab 75 Jahren und ab 85 Jahren) eine differenziertere Aussagekraft hinsichtlich des Vergleichs von da Vinci®-Technik und offener NTR möglich gewesen wäre.

In der ausgewerteten Literatur der S-3-Leitlinie Onkologie Nierenzellkarzinom (2015) wurde das mittlere Erkrankungsalter bei Frauen mit 71 Jahren und bei Männern mit 68 Jahren angegeben. Kritisch wird in der der Literatur der Leitlinie darauf verwiesen, dass viele Publikationen stark differierende Einteilungen bzgl. der Altersgruppen aufweisen, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse deutlich erschwert (Wagner, 2017). Die hier vorliegende Studie hat diese kritische Einschätzung der S-3-Leitlinie Onkologie Nierenzellkarzinom (2015) teilweise berücksichtigt, indem eine Einteilung von 65 bis 79 Jahren (Mittelwert $71,8 \pm 4,4$ Jahre) und ≥ 80 Jahre (Mittelwert $82,4 \pm 3,0$ Jahre) vorgenommen wurde.

Hinsichtlich der Bedeutung des Alters der inkludierten Patienten in Vergleichsstudien der Therapie des NZK, wie sie in der vorliegenden Studie erfolgte, ist eine Metaanalyse von Kouba et al. (2007) relevant. Die Autoren ermittelten, dass sich die Wachstumsgeschwindigkeit des NZK bei T1-Tumoren mit dem

Alter verringert. In 6 Studien konnte nachgewiesen werden, dass bei Patienten im Alter von 55 Jahren pro Jahr ein mittleres Wachstum von 0,5 cm vorliegt, während die Wachstumsrate bei 70-jährigen Patienten lediglich 0,3 cm pro Jahr beträgt

4.3 Operative Therapie des NZK

In der vorliegenden Arbeit erfolgte bei 305 Patienten mit Nierenzellkarzinom im Zeitraum von 2010 bis 2017 eine Nierenteilresektion mit 2 verschiedenen Operationstechniken. Bei 108 Patienten wurde die NTR offen-chirurgisch und bei 197 Patienten roboterassistiert mit der da Vinci®-Technik durchgeführt. Während die Zahl der pro Jahr offen operierten Patienten im Zeitraum 2010 bis 2017 relativ konstant blieb, war hinsichtlich der da Vinci®-Technik eine kontinuierliche Zunahme vorhanden. In den 4 Jahren von 2010 bis 2013 wurden 72 Patienten (36,5 %) roboter-assistiert operiert und in den Folgejahren von 2014 bis 2017 stieg die Zahl in dieser Patientengruppe auf 125 (63,5 %) an.

In einer Studie von Boy et al. (2018) gab es hinsichtlich der Operationszahlen der offenen NTR und der roboterassistierten Technik eine vergleichbare Entwicklung. Während in den Jahren 2010 und 2011 lediglich 2 bis 3 roboterassistierte NTR erfolgten, stieg die Zahl im Jahr 2012 auf 16, im Jahr 2013 auf 25 und im Jahr 2016 auf 40 Eingriffe mit da Vinci®-Technik an.

Hinsichtlich der postoperativen Verweildauer wurde in der vorliegenden Arbeit eine statistisch signifikant geringere Verweildauer ($p = 0.003$) in der Patientengruppe mit da Vinci®-Technik nachgewiesen. In einer neueren Vergleichsstudie (Boy et al., 2018) zwischen offen-chirurgischer NTR ($n = 123$) und roboterassistierter da Vinci®-Technik ($n = 154$) und einem mittleren Alter von 65 Jahren betrug die postoperative Verweildauer in der da Vinci®-Gruppe in Tagen $9,7 \pm 4,4$ und in der offen-chirurgischen Gruppe $13,9 \pm 8,3$ ($p < 0.001$).

Generell ist ein Trend dahingehend zu erkennen, dass die robotisch assistierten NTR bei älteren Patienten in Deutschland und international zunehmen (Hillyer et al., 2012; Boy et al., 2018; Vartolomei et al., 2019).

Obwohl es bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine randomisierten Studien zum Vergleich robotisch assistierter NTR und dem bis vor wenigen Jahren

existierenden Standard der offen-chirurgischen NTR gegeben hat (Withington et al., 2017), gibt es, vergleichsweise zu der hier vorliegenden Studie einige Untersuchungen zu Ergebnissen der roboterassistierten NTR bei älteren Patienten.

In einer Kohortenstudie von Hyllyer et al. (2012) erfolgte zwischen 2006 und 2010 bei insgesamt 213 Patienten im Alter < 70 Jahren und bei 38 Patienten im Alter ≥ 70 Jahren eine roboterassistierte partielle Nephrektomie. Sowohl im perioperativen als auch im postoperativen Verlauf wurden zwischen den beiden Altersgruppen keine Unterschiede beobachtet.

In einer ähnlichen Studie aus Italien erfolgten in der Zeit von 2009 bis 2016 bei Patienten im Alter von ≥ 70 Jahren (± 74 Jahre) 61 roboterassistierte NTR. Die Komplikationsrate während des stationären Aufenthalts betrug 15,4 % und die in einer Beobachtungszeit von 47 Monaten betrug die Rezidiv-bezogene Überlebensrate 89,3%, die Gesamtüberlebensrate 90,1 % und die tumorbezogene Überlebensrate 94,4 %.

In einer kürzlich publizierten internationalen Studie der RESURGE (Renal Surgery in Elderly) collaborative international Database mit 19 teilnehmenden Institutionen wurden Ergebnisse der NTR über einen Zeitraum von 2000 bis 2017 ausgewertet (Larcher et al., 2020). In diese Studie einbezogen wurden 216 Patienten ab 76 Jahren bis 79 respektive 80 Jahren. Bei 98 Patienten war eine laparoskopische NTR und bei 118 Patienten eine NTR mit da Vinci®-Technik erfolgt. In Übereinstimmung zur hier vorliegenden Studie war in der RESURGE-Studie die Komplikationsrate nach LPN ebenfalls höher. Die Operationstechnik LPN wurde, ebenfalls vergleichbar mit der vorliegenden Studie als signifikanter Prediktor von Komplikationen für beide Techniken mit da Vinci® vs. LPN (Odds Ratio 0.33, 95 % CI 0.17-61) ermittelt. Die Autoren der Studie haben dezidiert ausgeführt, dass die roboterassistierte NTR für ältere Patienten geringere Komorbidität induziert, vorausgesetzt, dass die Patienten auch bei Komorbidität fit für die Operation sind und die postoperative Phase schmerzfrei und gut betreut erfolgt.

Während in der hier vorliegenden Arbeit kein Vergleich bezüglich des Einflusses von Adipositas auf Grund überwiegend normalgewichtiger Patienten

möglich war, wurde in einer retrospektiven Studie von Arora et al. (2017) die Konversionsrate von roboterassistierter NTR zu offener und radikaler Nephrektomie bei 501 Patienten mit hohem Alter und hohem BMI untersucht. Das mittlere Alter der Patienten betrug 66 Jahre ($\pm 61.0 - 74,0$) und der mittlere BMI lag bei 32.8 ($\pm 25 - 41$). Weitere patientenbezogene Daten waren ein CCI-Score von 6.0, ein hoher ASA-Score (≥ 3). Bei 25 der 501 Patienten erfolgte eine Konversion zur radikalen Nephrektomie und in der multivariaten Analyse konnte als unabhängiger prädiktiver Faktor der BMI (Odds ratio; 95 % CI: 1.070, $p = 0,007$) und der CCI (Odds ratio; 95 % CI: 1.459, $p = 0.001$).

Auf der Basis einer umfangreichen Literatursuche mit nachfolgender Qualitätskontrolle von 164 Studien, von denen nach Prüfung von Ausschlusskriterien 8 Studien mit insgesamt 3.418 Patienten (757 RAPN vs. 2.661 OPN) verblieben, wurde eine Metaanalyse vorgenommen (Wu et al., 2014). Bei den 8 eingeschlossenen Studien handelte es sich 1-mal um eine prospektive Vergleichsstudie (Minervini et al., 2013) und 7-mal um retrospektive, aber zeitbezogene Studien (Masson-Lecomte et al., 2013; Simhan et al., 2012; Alemozaffar et al., 2013; Lavdner et al., 2013; Lucas et al., 2012; Yu et al., 2012; Kaouk et al., 2012).

Die in den 8 Publikationen ermittelten Daten von Patienten mit OPN vs. RAPN wurden in der Metaanalyse von Wu et al. (2014) als gewichtete Mittelwerte ausgewiesen. Das mittlere Alter der 3.418 Patienten lag zwischen 53 bis 62 Jahren und der mittlere BMI betrug zwischen 25 und 35. Die Gesamtkomplikationsrate der RAPN lag gegenüber der OPN mit 19,3 % vs. 29,5 % signifikant niedriger. Keine Unterschiede bestanden bzgl. der Bluttransfusionsrate und der Konversionsrate. In der Patientengruppe mit RAPN betrug die Konversionsrate zur totalen Nephrektomie 0,7 % und in der OPN-Gruppe 0,6 %. Während im Gegensatz zur hier vorliegenden Arbeit bei der Bestimmung der Ischämiezeit und der eGFR in der Metaanalyse von Wu et al. (2014) ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Operationsgruppen nachweisbar waren, bestanden in Übereinstimmung mit der vorliegenden Arbeit sowohl hochsignifikant längere Operationszeiten und eine hochsignifikant kürzere stationäre Verweildauer bei RAPN. Wie in der hier vorliegenden Arbeit

finden sich in der Metaanalyse von Wu et al. (2014) zwischen RAPN und OPN keine signifikanten Unterschiede bzgl. der Häufigkeit von R1-Resektionen.

In einer weiteren prospektiven Studie zu NTR mit RAPN (n = 110), laparoskopischer NTR (n = 70) und OPN (n = 73) von 2005 bis 2016 (Luciani et al., 2017), wurden mittels logistischen Regressionsmodells die präoperativen Variablen Alter, Tumorgröße, Kreatininwerte, Hb-Werte und PADUA-Score eingesetzt. Primäres Studienziel war der Nachweis, ob die Parameter Transfusion, Konversion und postoperative Komplikationen durch die Operationsmethode beeinflusst werden. Das Alter betrug bei RAPN sowie bei LPN 63 bis 70 Jahre und bei OPN 55 bis 73 Jahre. Hinsichtlich Gender bestand bei allen Patienten ein Verhältnis 36,7 % Frauen zu 63,3 % Männer. Die multivariate Analyse ergab in Übereinstimmung mit der hier vorliegenden Arbeit ein geringeres Risiko für Konversion, indizierter Transfusion und hohen Komplikationsraten in der Operationsgruppe RAPN im Vergleich zu LPN und OPN. In 2 weiteren systematische Literatur-recherchen und darauf basierenden Metaanalysen (Shen et al., 2016; Xia et al., 2017) konnten diese Ergebnisse bei identischen Vergleichsanalysen von RAPN und OPN bestätigt werden.

In einer neueren Studie von Boy et al. (2018) wurden in der Zeit von 2006 bis 2016 bei 310 Patienten eine NTR vorgenommen, wobei, vergleichbar mit der hier vorliegenden Arbeit Patienten im mittleren Alter von 65 Jahren bis maximal 77 Jahren operiert wurden. Bei 154 Patienten erfolgte eine RAPN, bei 123 Patienten eine OPN und bei 33 Patienten eine LPN. Auch in dieser Studie mit Patienten höheren Alters zeigte sich in der Analyse eine Übereinstimmung zu den Ergebnissen der hier vorliegenden Arbeit. Die Patienten, bei denen eine RAPN erfolgt war, wiesen eine signifikant geringere stationäre Verweildauer ($p < 0,001$) und signifikant geringere Transfusionseinheiten auf ($p < 0,05$). Die Rate an Major-Komplikationen betrug bei RAPN 10,7 % und bei OPN 17,1 %. Minorkomplikationen wurden bei RAPN in 13,9 % und bei OPN in 26,0 % nachgewiesen. Identisch mit allen in der vorliegenden Arbeit analysierten Studien waren auch in der Arbeit von Boy et al. (2018) die Operationszeiten bei RAPN im Vergleich zu OPN signifikant länger.

5 Literaturverzeichnis

1. Aboumarzouk OM, Stein RJ, Eyraud R et al. (2012) Robotic versus laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 62:1023-33
2. Adams KF, Leitzmann MF, Albanes D et al. (2008) Body size and renal cell cancer incidence in a large US cohort study. *Am J Epidemiol* 168: 268-77
3. Alemozaffar M, Chang SL, Kacker R et al. (2013) Comparing costs of robotic, laparoscopic, and open partial nephrectomy. *J Endourol* 27: 560-65
4. Amin MB, Tamboli P, Javidan J et al. (2002) Prognostic impact of histologic subtyping of adult renal epithelial neoplasms: an experience of 405 cases. *Am J Surg Pathol* 26:281-91
5. Arora S, Chun B, Ahlawat RK et al. (2018) Conversion of Robot-assisted Partial Nephrectomy to Radical Nephrectomy: A Prospective Multiinstitutional Study. *Urology* 113:85-90
6. Barwari K, Kummerlin IP, ten Kate FJ et al. What is the added value of combined core biopsy and fine needle aspiration in the diagnostic process of renal tumours? *World J Urol* 31:823-27
7. Benway BM, Bhayani SB, Rogers CG et al. (2009) Robot assisted partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy for renal tumors: a multiinstitutional analysis of perioperative outcomes. *J Urol* 182:866-72
8. Bi L, Zhang C, Li K et al. (2013) Robotic partial nephrectomy for renal tumors larger than 4 cm: a systematic review and metaanalysis. *PLoS One* 8: e750
9. Boy A, Hein J, Bollow M et al. (2018) Minimal-invasive vs. offene Nierenteilresektion. *Urologe* 57-821-27
10. Buffi N, Lista G, Larcher A, Lughezzani G (2012) Margin, Ischemia, and Complications (MIC) score in partial nephrectomy: a new system for evaluating achievement of optimal outcomes in nephron-sparing surgery. *Eur Urol* 62: 617-18

11. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR (1987) A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 40:373-83
12. Chow WH, Gridley G, Fraumeni JF et al. (2000) Obesity, hypertension, and the risk of kidney cancer in men. *N Engl J Med* 343:1305-311
13. Clayman RV, Kavoussi LR, Soper NJ et al. (1991) Laparoscopic nephrectomy: initial case report. *J Urol* 146:278-82
14. Clavien PA, Sanabria JR, Strasberg SM (1992) Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery* 111: 518-26
15. Delahunt B, Cheville JC, Martignoni G, Humphrey PA, Magi-Galluzzi C, McKenney J, Egevad L, Algaba F, Moch H, Grignon DJ, Montironi R, Srigley JR (2013) The international society of urological pathology (ISUP) grading system for renal cell carcinoma and other prognostic parameters. *Am J Surg Pathol* 37:1490–1504
16. Dindo D, Demartines N, Clavien PA (2004) Classification of surgical complications. A new proposal with evaluation in a Cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 240:205-13
17. Engelmann U, Schaub T, Schweden F. (1984) Digital subtraction angiography in staging renal cell carcinoma: comparison with computerized tomography and histopathology. *J Urol* 132:1093-96
18. Fiebig J, Kraywinkel K (2019) Altersspezifische Erkrankungsraten für das Nierenzellkarzinom in Deutschland im Alter zwischen 50 - ≥ 85 Jahren. *Der Onkologe* 25:483-87
19. Flaherty KT, Fuchs CS, Colditz GA et al. (2005) A prospective study of body mass index, hypertension, and smoking and the risk of renal cell carcinoma (United States). *Cancer Causes Control* 16:1099-106
20. Froghi S, Ahmed K, Khan MS et al. (2013) Evaluation of robotic and laparoscopic partial nephrectomy for small renal tumours (T1a). *BJU Int* 112: E322-33
21. Frohmüller HG, Grups JW, Heller V. (1987) Comparative value of ultrasonography, computerized tomography, angiography and excretory urography in the staging of renal cell carcinoma. *J Urol* 138:482-84

22. Fryzek JP, Poulsen AH, Johnsen SP et al. (2005) A cohort study of antihypertensive treatments and risk of renal cell cancer. *Br J Cancer* 92:1302-306
23. Gettman MT, Blute ML, Chow GK, et al. (2004) Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system. *Urology* 2004; 64:914-18
24. Gratzke C, Seitz M, Bayrle F et al. (2009) Quality of life and perioperative outcomes after retroperitoneoscopic radical nephrectomy (RN), open RN and nephron-sparing surgery in patients with renal cell carcinoma. *BJU Int* 104: 470-75
25. Gudbjartsson T, Hardarson S, Petursdottir V et al. (2005) Histological subtyping and nuclear grading of renal cell carcinoma and their implications for survival: a retrospective nation-wide study of 629 patients. *Eur Urol* 48:593-600
26. Guzzo TJ, Pierorazio PM, Schaeffer EM et al. (2009) The accuracy of multidetector computerized tomography for evaluating tumor thrombus in patients with renal cell carcinoma. *J Urol* 181:486-90
27. Hallscheidt PJ, Bock M, Riedasch G et al. (2004) Diagnostic accuracy of staging renal cell carcinomas using multidetector-row computed tomography and magnetic resonance imaging: a prospective study with histopathologic correlation. *J Comput Assist Tomogr* 28:333-39
28. Hellenthal NJ, Mansour AM, Hayn MH, Schwaab T (2011) Renal cell carcinoma in octogenarians: nephron sparing surgery should remain the standard of care. *J Urol* 185:415-20
29. Hemal AK, Kumar A, Kumar R et al. (2007) Laparoscopic versus open radical nephrectomy for large renal tumors: a long-term prospective comparison. *J Urol* 177:862-66
30. Hemal AK, Kumar A (2009) A prospective comparison of laparoscopic and robotic radical nephrectomy for T1-2 N0 M0 renal cell carcinoma. *World J Urol* 27:89-94
31. Hiess M, Ponholzer A, Lamche M, Schramek P, Seitz C (2014) Die Komplikationsklassifikation nach Clavien-Dindo am Beispiel der radikalen Prostatektomie. *Wien Med Wochenschr* 164:297-301

32. Hu J, Ugnat AM, and G. Canadian Cancer Registries Epidemiology Research (2005), Active and passive smoking and risk of renal cell carcinoma in Canada. *Eur J Cancer* 41: 770-78
33. Hunt JD, van der Hel, O, Garnett P et al. (2005) Renal cell carcinoma in relation to cigarette smoking: meta-analysis of 24 studies. *Int J Cancer* 114: 101-108
34. Hyllier SP, Autorino R, Spana G et al. (2012) Perioperative outcomes of robotic-assisted partial nephrectomy in elderly patients: a matched-cohort study. *Urology* 79:1063-67
35. Israel GM, Hecht E, Bosniak MA. (2006) CT and MR imaging of complications of partial nephrectomy. *Radiographics* 26: 1419-29
36. Kaouk JH, Khalifeh A, Hillyer S et al. (2012) Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy: step-by-step contemporary technique and surgical outcomes at a single high-volume institution. *Eur Urol* 62: 553-61
37. Kabaria R, Klassen Z, Terris MK. (2016) Renal cell carcinoma: links and risks. *Int J Nephrol Renovasc Dis* 9:45-52
38. Kim C, Choi HJ, Cho KS (2014) Diagnostic value of multidetector computed tomography for renal sinus fat invasion in renal cell carcinoma patients. *Europ J Radiol* 83:914-18
39. Larcher A, Wallis CJD, Pavan N et al. (2020) Outcomes of minimally invasive partial nephrectomy among very elderly patients: report from the RESURGE collaborative international database. *Cent European J Urol.* 73:273-279
40. Laydner H, Isac W, Autorino R et al. (2013) Single institutional cost analysis of 325 robotic, laparoscopic, and open partial nephrectomies. *Urology* 81: 533-38
41. Lee S, Oh J, Hong SK, Lee SE et al. (2011) Open versus robot-assisted partial nephrectomy: effect on clinical outcome. *J Endourol* 25: 1181-85
42. Liu G, Ma Y, Wang S et al. (2017) Laparoscopic Versus Open Radical Nephrectomy for Renal Cell Carcinoma: a Systemic Review and Meta-Analysis. *Clin Transl Oncol* 501-10

43. Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S et al. (2014) Guidelines on renal cell carcinoma. 2013, European Association of Urology (EAU): Arnhem, The Netherlands
44. Lucas SM, Mellon MJ, Erntsberger L, Sundaram CP (2012) A comparison of robotic, laparoscopic and open partial nephrectomy. *Jsls* 16: 581-87
45. Luciani LG, Chiodini S, Mattevi D et al. (2017) Robotic-assisted partial nephrectomy provides better operative outcomes as compared to the laparoscopic and open approaches: results from a prospective cohort study. *Robot Surg* 11:333-39
46. Manski D (2019) *Urologielehrbuch*. Lehmanns Verlag, Köln
47. Masson-Lecomte A, Yates DR, Hupertan V, Haertig A et al. (2013) A prospective comparison of the pathologic and surgical outcomes obtained after elective treatment of renal cell carcinoma by open or robot-assisted partial nephrectomy. *Urol Oncol* 31: 924-29
48. Minervini A, Vittori G, Antonelli A et al. (2013) Open versus robotic-assisted partial nephrectomy: a multicenter comparison study of perioperative results and complications. *World J Urol* 32:287-93
49. Moch H, Gasser T, Amin MB, Torhorst J et al. (2000) Prognostic utility of the recently recommended histologic classification and revised TNM staging system of renal cell carcinoma: a Swiss experience with 588 tumors. *Cancer* 89:604-14
50. Nicodemus KK, Sweeney C, Folsom AR (2004) Evaluation of dietary, medical and lifestyle risk factors for incident kidney cancer in postmenopausal women. *Int J Cancer* 2004. 108:115-21
51. Nuttall FQ (2015) Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition today* 50:117-28
52. Parker AS, Cerhan JR, Janney CA et al. (2003) Smoking cessation and renal cell carcinoma. *Ann Epidemiol* 13:245-51
53. Parker PA, Swartz R, Fellman B et al. (2012) Comprehensive assessment of quality of life and psychosocial adjustment in patients with renal tumors undergoing open, laparoscopic and nephron sparing surgery. *J Urol* 187:822-26
54. Patel HD, Johnson MH, Pierorazio PM et al. (2016) Diagnostic accuracy and risks of biopsy in the diagnosis of a renal mass

suspicious for localized renal cell carcinoma: systematic review of the literature. *J Urol*. 195:1340-47

55. Peng B, Zheng JH, Xu DF et al. (2006) Retroperitoneal laparoscopic nephrectomy and open nephrectomy for radical treatment of renal cell carcinoma: A comparison of clinical outcomes. *Academic Journal of Second Military Medical University* 27: 1167 – 69
56. van Poppel H, daPozzo L, Albrecht W et al. (2011) 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* 59:543-52
57. Porpiglia F, Bertolo R, Amparore D, Fiori F (2013) Margins, ischaemia and complications rate after laparoscopic partial nephrectomy: impact of learning curve and tumour anatomical characteristics. *BJU Int* 112:1125-132
58. Port FK, Ragheb NE, Schwartz AG et al. (1989) Neoplasms in dialysis patients: a population-based study. *Am J Kidney Dis* 14:119-23
59. Prando A, Prando D, Prando P (2006) Renal cell carcinoma: unusual imaging manifestations. *Radiographics* 26:233-44
60. Quan H, Li B, Couris CM, Fushimi K, Graham P, Hider P, Januel JM, Sundararajan V (2011) Updating and validating the Charlson comorbidity index and score for risk adjustment in hospital discharge abstracts using data from 6 countries. *American Journal of Epidemiology* 173:676-82
61. Pagel J (1892) Simon, Gustav. In: *Allgemeine Deutsche Biographie (ADB)*. Bd 34, Verlag Duncker & Humblot, Leipzig, A. 369-371
62. Renehan AG, Tyson M, Egger M et al. (2008) Body-mass index and incidence of cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. *Lancet* 371:569-78
63. Renshaw AA, Fletcher JA. (1997) Trisomy 3 in renal cell carcinoma. *ModPathol* 10:481-84
64. Rinne H (2003) *Taschenbuch der Statistik, Aufl.3*, Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/M, S. 562-63
65. Robson CJ, Churchill BM, Anderson W (1969) The results of radical nephrectomy for renal cell carcinoma. *J Urol* 101:297-301

66. Röhrig B, (2009) Studientypen in der medizinischen Forschung – Teil 3 der Serie zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen. Dtsch Arztebl Int. 106:262-68
67. Rübben H, Heß J (2016) Einführung in die geriatrische Urologie. In: Michel MS, Thüroff JW, Janetschek G, Wirth MP (Hrsg) Die Urologie. Springer, Heidelberg, S 2253-60
68. S3-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Nierenzellkarzinoms. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/043-017OL-I_S3_Diagnostik-Therapie-Nachsorge-Nierenzellkarzinom_2020-09_1.pdf (Letzter Zugriff am: 14.12.2020)
69. Sacco E, Pinto F, Totaro A et al. (2011) Imaging of Renal Cell Carcinoma; State of the Art and Recent Advances. Urol Int 86:125-39
70. Shapiro JA, Williams MA, Weiss NS et al. (1999) Hypertension, antihypertensive medication use, and risk of renal cell carcinoma. Am J Epidemiol 149: 521-30
71. Shen Z, Xie L, Xie W et al. (2016) The comparison of perioperative outcomes of robot-assisted and open partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. World J Surg Oncol 14:220-32
72. Simhan J, Smaldone MC, Tsai KJ et al. (2012) Perioperative outcomes of robotic and open partial nephrectomy for moderately and highly complex renal lesions. J Urol 187: 2000-2004
73. Surbone A, Kagawa-Singer M, Terret C, Baider L (2007) The illness trajectory of elderly cancer patients across cultures: SIOG position paper. Ann Oncol 18:63338
74. Tait C, Tandon S, Baker L et al. (2011) Long-term oncologic outcomes of laparoscopic radical nephrectomy for kidney cancer resection: Dundee cohort and metaanalysis of observational studies. Surg Endosc 25:3154-61
75. Tan HJ, Jacobs BL, Hafez KS et al. (2012) Understanding the role of percutaneous biopsy in the management of patients with a small renal mass. Urology 79:372-77
76. Theis R P, Dolwick Grieb SM, Burt D et al. (2008) Smoking, environmental tobacco smoke, and risk of renal cell cancer: a population-based case-control study. BMC Cancer 8: 387-3

77. UICC (2017) TNM Classification of malignant Tumours, 8th edn, Wiley-Blackwell, Oxford
78. Vartolomei MD, Matei DV, Renne G et al. (2019) Long-term oncologic and functional outcomes after robot-assisted partial nephrectomy in elderly patients. *Minerva Urol Nefrol* 71:31-37
79. Volpe A, Finelli A, Gill IS et al. (2012) Rationale for percutaneous biopsy and histologic characterisation of renal tumours. *Eur Urol* 62:491-504
80. Wagner N (2017) Nierenzellkarzinom beim alten und geriatrischen Patienten. In: Ebert M, Härtel N, Wedding U (eds) *Geriatrische Onkologie*. Springer Reference Medizin. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1-15
81. Wedding U (2016) Geriatrisches Assessment in der Urologie. In: Michel MS, Thüroff JW, Janetschek G, Wirth MP (Hrsg) *Die Urologie*. Springer, Heidelberg, S 2273-80
82. Weikert S, Boeing H, Pischon T et al. (2008) Blood pressure and risk of renal cell carcinoma in the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Am J Epidemiol* 167:438-46
83. Withington J, Neves JB, Barod R (2017) Surgical and minimally invasive therapies for the management of the small renal mass. *Curr Urol Rep* 18:61-69
84. Wittekind (2020) TNM Klassifikation maligner Tumoren – Korrigierter Nachdruck. 8th Ed. Wiley Blackwell, Oxford
85. Wu Z, Li M, Liu B et al. (2014) Robotic versus Open Partial Nephrectomy: A systemic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* 9: e94878
86. Xia L, Wang X, Xu T et al. (2017) Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies Reporting Perioperative Outcomes of Robot-Assisted Partial Nephrectomy Versus Open Partial Nephrectomy. *J Endourol* 31:893-909
87. Yu HY, Hevelone ND, Lipsitz SR et al. (2012) Use, costs and comparative effectiveness of robotic assisted, laparoscopic and open urological surgery. *J Urol* 187:1392-398
88. Zambrano NR, Lubensky IA, Merino MJ et al. (1999) Histopathology and molecular genetics of renal tumors: toward unification of a classification system. *J Urol* 162:1246-58

89. Zentrum für Krebsregisterdaten im Robert-Koch-Institut (2016) Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016.

https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Nierenkrebs/nierenkrebsnode.html;jsessionid=3531D4B19F7B1CB98ACA83836536DB71.2_cid372 (Letzter Zugriff: 30. 12. 2020)

6 Anhang

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Das da Vinci®-Operationssystem im Aufbau.

Abb. 2: Anteil von offenen und roboterassistierten Nierenteilresektionen bei 305 Patienten mit Nierentumoren.

Abb. 3: Graphische Darstellung der prozentualen Verteilung der 2 operativen Techniken (da Vinci®- vs. offen) in Bezug auf die 2 Altersgruppen.

Abb. 4: Operationszeiten der Jahre 2010 – 2017 im Vergleich da Vinci®- vs. offene NTR.

6.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Altersspezifische Erkrankungsraten für das Nierenzellkarzinom in Deutschland 2014 im Alter zwischen 50 - \geq 85 Jahren (Fiebig u. Kraywinkel, 2019).

Tab. 2: Epidemiologische Analyse zum Nierenkarzinom im Jahr 2016 durch das Robert-Koch-Institut (Fiebig und Kraywinkel, 2019).

Tab. 3: Aus den Krankenakten erhobene demografische und klinische Patientendaten.

Tab. 4: Berechnung der 1-Jahres-Mortalitätsrate mit dem Charlson-Komorbiditätsindex.

Tab. 5: Schweregradeinteilung von postoperativen Komplikationen nach dem Clavien-Dindo-Score.

Tab. 6: UICC-Stadien nach der WHO-Klassifikation von 2016 (Moch, 2016).

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen differenziert nach zwei Altersgruppen (< 80 und > 80 Jahre).

Tab. 8: Genderbezogenen Analyse der Technik der Nierenteilresektion offen vs roboterassistiert.

Tab. 9: Altersbezogenen Analyse der Technik der Nierenteilresektion offen vs roboterassistiert.

Tab. 10: Anzahl der da Vinci®-Nierenteilresektionen und offener Nierenteilresektionen, bezogen auf die Operationsjahre 2010 bis 2017.

Tab. 11: Verweildauer postoperativ in Tagen mit Boxplot-Daten.

Tab. 12: Präoperativer BMI Bei Patienten mit da Vinci®- und offener NTR.

- Tab. 13: Ursachen für die Konversion der Operationstechnik.
- Tab. 14: Vergleich der CCI-Ergebnisse von da Vinci®- und offener NTR.
- Tab. 15: Vergleich der Ergebnisse des PADUA-Score bei da Vinci®- und offener NTR.
- Tab. 16: Hb-Werte prä- und postoperativ nach da Vinci®- vs. offene Operation.
- Tab. 17: eGFR-Werte prä- und postoperativ nach da Vinci®- vs. offene Operation.
- Tab. 18: Differenzierung der NTR nach Dignität der Tumoren.
- Tab. 19: Histologische TNM-Analyse nach NTR mit da Vinci®- und offener Technik
- Tab. 20: Analyse der Resektionsränder nach da Vinci®- und offener Technik.
- Tab. 21: Tumorgroße bei malignen und benignen Nierentumoren.
- Tab. 22: CD-Score nach NTR bei malignen und benignen Nierentumoren.
- Tab. 23: CD-Score bei benignen und malignen Nierentumoren ≤ 4 cm.
- Tab. 24: Ergebnisse des MIC-Scores nach da Vinci®- und offener NTR.