

# 腎細胞癌患者における根治的腎摘除術後の腎機能障害関連因子の評価

東邦大学医学部泌尿器科学講座

堀 俊介\*・上谷将人・小林秀行・中島耕一・三井要造

(受付日: 2025 年 10 月 11 日, 受理日: 2026 年 5 月 7 日)

## 抄録:

【緒言】腎細胞癌 (Renal cell carcinoma: RCC) に対する根治的腎摘除術 (Radical nephrectomy: RN) は、高ステージにおける標準治療でありまた低ステージでも選択される場合がある。RN 後には多くの症例で腎機能低下を認める。本研究では、RCC に対する RN 後の腎機能低下関連因子の同定を目的とした。

【方法】RN 後の非転移性 RCC 118 例を対象とし、術前・後の estimated glomerular filtration rate (eGFR) と、術前からの変化率  $\Delta$ eGFR (%) を算出した。有意腎機能低下は術後 12 カ月時  $\Delta$ eGFR が  $-30\%$  より悪化と定義した。

【結果】術前 eGFR は平均 68.0, 術後 12 カ月には 43.0 へ低下した。有意腎機能低下は 92 例 (78%) であった。術後の有意腎機能低下の有無で患者を 2 群に分類したところ、低下群は鏡視下手術、臨床・病理ステージ共に T2 未満の RCC 症例、術前腎機能良好症例の割合が高かった。術後 12 カ月の有意腎機能低下への関連因子を LASSO ロジスティック回帰分析により同定すると、鏡視下手術が同定された。

【結語】術後の腎機能低下に寄与する因子を考慮した上で、手術法を検討すべきである。

(西日泌尿, 88: 460-467, 2026)

キーワード: 腎細胞癌, 根治的腎摘除術, 術後腎機能低下, 慢性腎臓病

## 緒 言

RCC は成人に発症する悪性腫瘍全体の約 3% を占める代表的な泌尿器癌であり、本邦における人口 10 万人あたりの罹患率は 23.1 例 (男性 32.0 例, 女性 14.6 例) と報告されている<sup>1)</sup>。RCC に対する標準的な外科治療は、担癌側腎を非癌部も含め摘出する RN と、非癌部を残し担癌側腎機能を温存する腎部分切除術 (partial nephrectomy: PN) に分類される。PN は腹腔鏡やロボットを用いた低侵襲術式も含め、一般的に腎機能への影響が RN よりも少なく、また、特に低ステージの RCC に対しては制癌性も RN と劣らないことから、積極的に導入されている<sup>2, 3)</sup>。一方、高ステージ RCC に対しては依然として RN が標準術式であり、低ステージ RCC であっても、腫瘍の解剖学的特徴等により RN が選択される症例も少なくない。

外科治療として RN を施行した場合、術後の腎機能は対側腎による代償が起こることで、多くは日常生活に支障がない。しかし、中には術後腎機能の回復が不十分なため、最終的に慢性腎臓病 (chronic kidney disease: CKD) に至る症例も存在する。CKD は心疾患や全死亡率と強い関連性があることから、RN 後の腎機能の推移には十分注意を払う必要がある。今回我々は、当院で RN を施行した RCC 症例を対象とし、術後の腎機能低下と関連する因子を検討した。

## 対 象 と 方 法

2013 年 10 月から 2022 年 6 月の間に、東邦大学医療センター大森病院で外科治療を行った RCC 295 例中、PN を施行した 115 例と観察期間が 12 カ月未満の 35 例、転移病巣を有する 20 例、および術前より血液透析を行っていた 7 例の患者を除外した 118 例の患者記録を後方視的に検討した。各症例における手術時年齢、性別、患側、手術アプローチ法 (開腹または鏡視下)、手術時間、高血圧症や糖尿病の有無、body mass index (BMI)、臨床及び病理ステージと、術前ヘモグロビン値、白血球数、

\* 〒143-8541 東京都大田区大森西 6-11-1  
TEL 03-5763-6642, FAX 03-3768-8817  
E-mail shunsuke.hori@med.toho-u.ac.jp

乳酸脱水素酵素値, 腎機能, アルブミン値, C-reactive protein 値などの血液パラメータを評価した。

腎機能の評価には eGFR を使用し, 術前と術後 1, 6, 12 カ月の eGFR から術前 eGFR からの変化量  $\Delta$ eGFR を, 術後 1, 6, 12 カ月の各時点で算出した。RN 後の腎機能は術前の 7 割程度に経時的に回復することから<sup>4)</sup>, 本検討では術後 12 カ月時点における  $\Delta$ eGFR が -30% より悪化した場合を, 有意な腎機能低下と定義した。

測定値は平均  $\pm$  標準偏差, または数値 (全体のパーセンテージ) で表記し, 2 群間の比較における統計学的有意性は Chi-squared test または Student's t-test を用い  $p < 0.05$  を統計学的に有意差ありとした。術後 12 カ月時点での有意腎機能低下に関連する因子の予測には, LASSO ロジスティック回帰分析法を用いた。術前腎機能の評価においては, CKD の定義 ( $\text{eGFR} \leq 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ , 単位は以下同様) および上部尿路上皮癌における先行研究を参考に<sup>5)</sup>, 術前 eGFR 60 をカットオフ値として設定した。本研究は, 東邦大学医療センター大森病院の倫理委員会の承認を得た後に実施した (承認

番号: M23098)。

## 結 果

全 118 例の背景の詳細を Table 1 に示す。平均年齢は  $65.0 \pm 13.9$  歳, 性別は男性が 80 例 (67.8%), 女性が 38 例 (32.2%), 手術アプローチ法は開腹が 25 例 (21.2%), 鏡視下が 93 例 (78.8%) であった。手術時間は全体で  $238 \pm 85$  分であり, 開腹と鏡視下ではそれぞれ  $260 \pm 127$  分と  $232 \pm 70$  分であった。86 例 (72.9%) が臨床病期 T2 未満であったが, 術後 T2 未満は 72 例 (61.0%) へ減少し, 46 例 (39.0%) が pT2 以上と診断された。平均の術前 eGFR は  $68.0 \pm 21.0$  であった。

118 例全体の術後腎機能の推移を Fig. 1 に示す。術前 eGFR は  $68.0 \pm 21.0$  から術後 1 カ月の時点で  $43.9 \pm 13.5$  へ低下し, 6, 12 カ月の各時でそれぞれ  $43.3 \pm 13.3$ ,  $43.8 \pm 16.4$  であった。 $\Delta$ eGFR は術後 1, 6, 12 カ月の時点でそれぞれ  $-34.4 \pm 15.6\%$ ,  $-35.5 \pm 12.7\%$ ,  $-34.9 \pm 13.6\%$  であり, 118 例中 92 例 (78%) が術後 12 カ月の時点で術前より 30% 以上の eGFR の低下を認

Table 1 Patient characteristics

| Predictors                                                   | n = 118         |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|
| Age (years), mean $\pm$ SD                                   | $65.0 \pm 13.9$ |
| Male, n (%)                                                  | 80 (67.8)       |
| Female, n (%)                                                | 38 (32.2)       |
| Tumor location                                               |                 |
| Right, n (%)                                                 | 83 (70.3)       |
| Left, n (%)                                                  | 35 (29.7)       |
| Surgical approach                                            |                 |
| Open, n (%)                                                  | 25 (21.2)       |
| Laparoscopic, n (%)                                          | 93 (78.8)       |
| Operation time                                               |                 |
| Total (minutes), mean $\pm$ SD                               | $238 \pm 85$    |
| Open (minutes), mean $\pm$ SD                                | $260 \pm 127$   |
| Laparoscopic (minutes), mean $\pm$ SD                        | $232 \pm 70$    |
| Diabetes, n (%)                                              | 26 (22.0)       |
| Hypertension, n (%)                                          | 76 (64.4)       |
| BMI ( $\text{kg/m}^2$ ), mean $\pm$ SD                       | $24 \pm 4$      |
| Clinical or pathological stage                               |                 |
| cT1a-b                                                       | 86 (72.9)       |
| cT2-T4                                                       | 32 (27.1)       |
| pT1a-b                                                       | 72 (61.0)       |
| pT2-T4                                                       | 46 (39.0)       |
| Preoperative eGFR ( $\text{mL/min/1.73m}^2$ ), mean $\pm$ SD | $68.0 \pm 21.0$ |
| Hemoglobin (g/dL), mean $\pm$ SD                             | $13.5 \pm 1.8$  |
| White blood cells ( $\times 10^9$ ), mean $\pm$ SD           | $6.3 \pm 1.6$   |
| Lactate dehydrogenase (U/L), mean $\pm$ SD                   | $204 \pm 40$    |
| Albumin (g/dL), mean $\pm$ SD                                | $4.1 \pm 0.4$   |
| C-reactive protein (mg/dL), mean $\pm$ SD                    | $0.6 \pm 2.0$   |

Data are presented as mean  $\pm$  standard deviation for continuous variables and n (%) for categorical variables.

めた。なお、術後12カ月の時点でeGFR 10未満となった症例は、118例中2例(1.8%)であった。有意腎機能低下の有無で比較した患者背景をTable 2に示す。両群において年齢、性別、患側、手術時間、併存合併症の有無での差はみられなかったが、有意腎機能低下群では、鏡視下の割合が非低下群と比べ有意に高かった(84.8% vs. 57.6%,  $p=0.0028$ )。さらに、有意腎機能低下群は臨床・病理ステージ共にT2未満のRCCの割合が高い

結果であった。術前eGFRは有意腎機能低下群で $72.0 \pm 19.0$ 、非低下群で $55.5 \pm 23.0$ であり、腎機能低下症例において有意に術前腎機能が良好であった( $p=0.0004$ )。術前ヘモグロビン値や白血球数など、その他の血液パラメータに関しては、両群で有意な差はみられなかった。なお、治療経過中に血液透析導入となった患者はいなかった。

次に、術後12カ月時点での有意腎機能低下に関連す

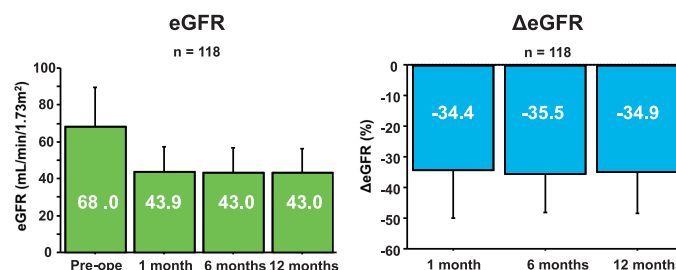


Fig. 1 Postoperative changes in renal function in all patients changes in eGFR and  $\Delta$ eGFR at 1, 6, and 12 months after radical nephrectomy.

Table 2 Comparison of patient characteristics stratified by presence or absence of significant postoperative renal dysfunction

| Predictors                                     | Significant postoperative renal dysfunction Absence<br>n = 26 | Presence<br>n = 92 | P value |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------|---------|
| Age                                            | 63 $\pm$ 16                                                   | 65 $\pm$ 13        | 0.4990  |
| Male, n (%)                                    | 19 (73.1)                                                     | 61 (66.3)          | 0.5140  |
| Female, n (%)                                  | 7 (26.9)                                                      | 31 (33.7)          |         |
| Tumor location                                 |                                                               |                    | 0.9579  |
| Right, n (%)                                   | 14 (53.8)                                                     | 49 (53.3)          |         |
| Left, n (%)                                    | 12 (46.2)                                                     | 43 (46.7)          |         |
| Surgical approach                              |                                                               |                    | 0.0028  |
| Open, n (%)                                    | 11 (42.3)                                                     | 14 (15.2)          |         |
| Laparoscopic, n (%)                            | 15 (57.6)                                                     | 78 (84.8)          |         |
| Operation time (minutes)                       | 247 $\pm$ 126                                                 | 236 $\pm$ 71       | 0.5494  |
| Diabetes, n (%)                                | 7 (26.9)                                                      | 19 (20.7)          | 0.4957  |
| Hypertension, n (%)                            | 19 (73.1)                                                     | 73 (79.3)          |         |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )                       | 23 $\pm$ 3                                                    | 24 $\pm$ 4         | 0.4620  |
| Clinical or pathological stage                 |                                                               |                    |         |
| cT1a-b                                         | 15 (57.7)                                                     | 71 (77.2)          | 0.0485  |
| cT2-T4                                         | 11 (42.3)                                                     | 21 (22.8)          |         |
| pT1a-b                                         | 11 (42.3)                                                     | 61 (66.3)          | 0.0267  |
| pT2-T4                                         | 15 (57.7)                                                     | 31 (33.7)          |         |
| Preoperative eGFR (mL/min/1.73m <sup>2</sup> ) | 55.5 $\pm$ 23.0                                               | 72.0 $\pm$ 19.0    | 0.0004  |
| Hemoglobin (g/dL)                              | 13.1 $\pm$ 2.0                                                | 13.6 $\pm$ 1.7     | 0.2386  |
| White blood cells (x10 <sup>9</sup> )          | 6.2 $\pm$ 1.6                                                 | 6.3 $\pm$ 1.6      | 0.6979  |
| Lactate dehydrogenase (U/L)                    | 198 $\pm$ 43                                                  | 205 $\pm$ 39       | 0.3835  |
| Albumin (g/dL)                                 | 4.1 $\pm$ 0.5                                                 | 4.1 $\pm$ 0.4      | 0.5847  |
| C-reactive protein (mg/dL)                     | 0.9 $\pm$ 1.5                                                 | 0.6 $\pm$ 2.2      | 0.4608  |

Data are presented as mean  $\pm$  standard deviation for continuous variables and n (%) for categorical variables.

る因子の同定を試みた。年齢、性別、病理ステージ、手術手技、術前 eGFR、各種血液パラメータを候補因子とし、10 分割交差検証を用いた LASSO ロジスティック回帰分析を行ったところ、手術アプローチ法が唯一の有意な予測因子として選択された (Table 3)。

Fig. 2 に術前 eGFR 及び手術アプローチ法別での術後腎機能の推移を示す。術前 eGFR が 60.0 以上の群 (85 例) の術前平均 eGFR は  $77.8 \pm 15.2$ , 60.0 未満の群 (33 例) では  $44.0 \pm 14.0$  であり、術後 1, 6, 12 カ月で両群それぞれ  $48.2 \pm 10.3$  と  $32.8 \pm 14.3$  ( $p < 0.0001$ ),  $48.0 \pm 10.3$  と  $31.3 \pm 12.6$  ( $p < 0.0001$ ),  $48.1 \pm 10.1$  と  $30.8 \pm 11.1$  ( $p < 0.0001$ ) へ低下したが、いずれの時期においても術前 eGFR が 60.0 以上の群が、有意に eGFR が高い値であった (Fig. 2A)。術前 eGFR が 60.0 以上の群の中で、術後 12 カ月の eGFR が 60.0 未満となった症例は 68 例 (85.0%) であった。一方、 $\Delta$ eGFR

は術後 1, 6, 12 カ月の時点で両群それぞれ  $-37.6 \pm 9.4\%$  と  $-26.2 \pm 23.7\%$  ( $p = 0.0003$ ),  $-38.0 \pm 8.4\%$  と  $-29.1 \pm 18.5\%$  ( $p = 0.0005$ ),  $-37.9 \pm 8.8\%$  と  $-27.3 \pm 19.9\%$  ( $p = 0.0001$ ) となり、いずれの時期においても術前 eGFR 低値群の方が、術後 eGFR の低下率が少ない結果となった (Fig. 2A)。手術アプローチ法別では、鏡視下群 (93 例) と開腹群 (25 例) の術前 eGFR はそれぞれ  $69.9 \pm 20.5$ ,  $62.4 \pm 23.2$  と差はなく、術後 1, 6, 12 カ月の時点においても両群で差は認めなかった (Fig. 2B)。一方  $\Delta$ eGFR に関しては、術後 1, 6, 12 カ月の時点で鏡視下群と開腹群でそれぞれ、 $-37.6 \pm 11.0\%$  と  $-22.6 \pm 23.2\%$  ( $p < 0.0001$ ),  $-37.3 \pm 9.6\%$  と  $-28.9 \pm 19.2\%$  ( $p = 0.0031$ ),  $-37.0 \pm 9.9\%$  と  $-27.2 \pm 21.3\%$  ( $p = 0.0013$ ) となった。つまり、術後 eGFR の低下率はいずれの時期も鏡視下群において高い結果であった (Fig. 2B)。

Table 3 LASSO logistic regression analysis for predictors of significant renal dysfunction at 12 months post-radical nephrectomy

| Predictors                                | Odds ratio | 95% CI        | P value |
|-------------------------------------------|------------|---------------|---------|
| Surgical approach (open vs. laparoscopic) | 0.264      | 0.101 – 0.692 | 0.0064  |

95%CI, 95% confidence interval.

LASSO: Least Absolute Shrinkage and Selection Operator. 10-fold cross-validation was used to determine the optimal regularization parameter (lambda.min).

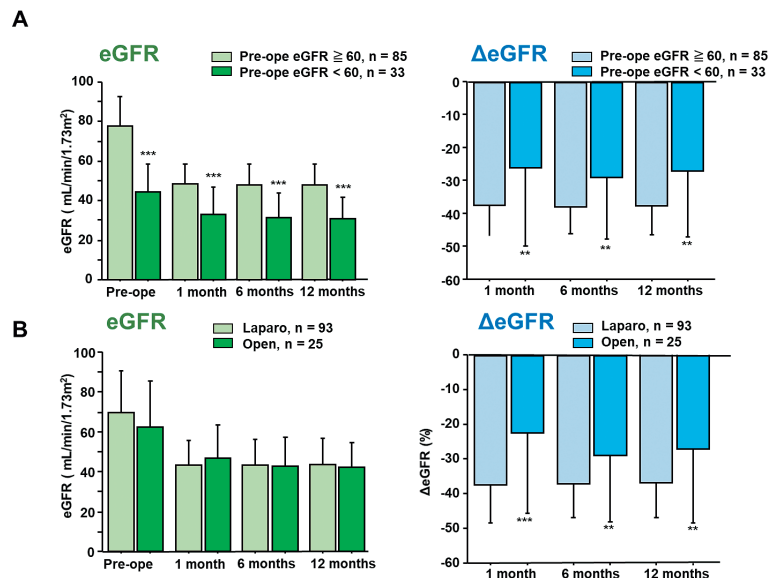


Fig. 2 Postoperative changes in renal function stratified by preoperative eGFR and surgical approach. A. Temporal changes in postoperative renal function stratified by preoperative eGFR ( $\geq 60$  vs.  $< 60$ ). B. Temporal changes in postoperative renal function stratified by surgical approach (laparoscopic vs. open). \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0.001.

最後に術前 eGFR で分類した 2 群を対象とし、手術アプローチ別でそれぞれの術後腎機能推移を検討した。術前 eGFR 60.0 以上の 85 例の内訳は鏡視下 72 例、開腹 13 例であり、両群共に術前と比較して術後 1, 6, 12 カ月の eGFR はそれぞれ同程度低下した (Fig. 3A)。同様に  $\Delta$ eGFR に関しても、いずれの時期でも手術アプローチによる有意な差はみられなかった (Fig. 3A)。一方、術前 eGFR 60.0 未満の群では鏡視下群 (21 例) と開腹 (12 例) 群における eGFR は術前で差はなかったが ( $42.6 \pm 13.8$  と  $46.5 \pm 14.8$ )、術後 1, 6, 12 カ月ではそれぞれ  $28.1 \pm 10.2$  と  $40.9 \pm 17.1$  ( $p=0.0108$ )、 $28.3 \pm 9.8$  と  $36.5 \pm 15.5$  ( $p=0.0710$ )、 $27.9 \pm 9.6$  と  $36.0 \pm 12.0$  ( $p=0.0394$ ) となり、鏡視下群で有意な腎機能の悪化が確認された (Fig. 3B)。同様に術後 eGFR の低下率は、いずれの時期においても鏡視下手術が開腹術よりも高い結果であった (Fig. 3B)。

## 考 察

現在、小径腫瘍等の低ステージ RCC には、RN よりも PN が推奨すべき標準術式と考えられている。一方、PN は高度な技術を要する術式であること、重度の腎機能障害と全生存率における RN に対する PN の優位性に関して明確な結論は得られていないことから<sup>6, 7)</sup>、総合

的に PN よりも RN が適切と判断される症例も少なくない。ただし、RN では中等度の腎機能障害の発生が、PN と比較し有意に高いことに留意すべきである<sup>6)</sup>。Yokoyama ら<sup>4)</sup> は日本人 RCC 349 例を対象とした RN 後腎機能の縦断的評価を行い、RN 後 12 カ月時点での eGFR の低下率は 36% であり、5 年後の低下率は 30% にまで有意に改善したと報告している<sup>8)</sup>。525 例の RCC を対象とした Shimada ら<sup>9)</sup> の研究においても、eGFR の低下率は RN 後 12 カ月の時点で 35.5% であった。本検討でも術後 12 カ月での eGFR 低下率は全集団において 34.9% であり、一般に RN 後は術前より腎機能が平均 3 割程度低下するものと考えられる。

本検討では、2 群比較において術前 eGFR が有意腎機能低下と関連することが示された ( $p=0.0004$ )。術前腎機能の評価においては、CKD の定義 ( $eGFR < 60$ ) および上部尿路上皮癌を対象とした先行研究を参考に<sup>5)</sup>、eGFR 60.0 をカットオフ値として設定した。我々も術前 eGFR 60.0 以上の症例では、eGFR 60.0 未満の症例よりも eGFR が有意に低下することを確認した。これは eGFR 60.0 以上の RCC 症例の摘出腎は、60.0 未満の症例の摘出腎よりも高い腎機能を有する傾向があることを反映したものと推察する。eGFR 60.0 未満は CKD と判断されるが<sup>8)</sup>、術前 eGFR 60.0 以上の患者が RN 後

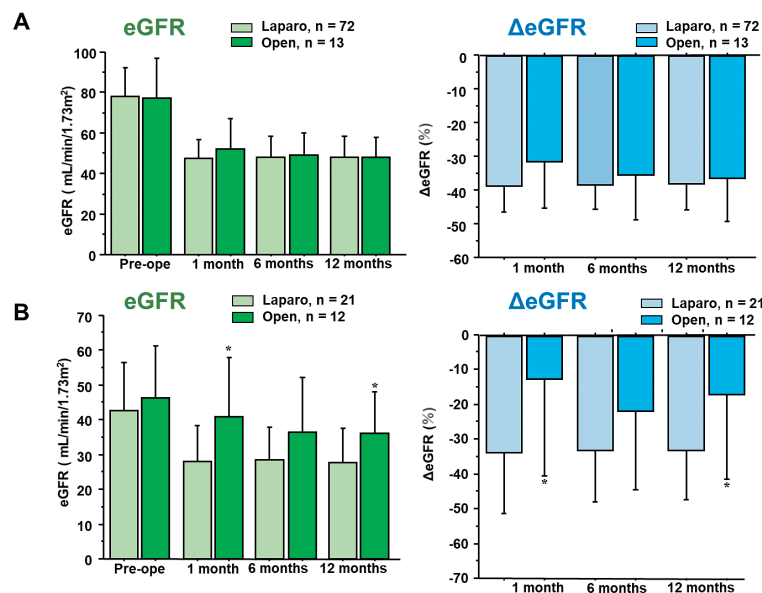


Fig. 3 Postoperative changes in renal function stratified by surgical approach in patients with different preoperative renal function. A. Temporal changes in postoperative renal function stratified by surgical approach in patients with preoperative eGFR  $\geq 60$ . B. Temporal changes in postoperative renal function stratified by surgical approach in the patients with preoperative eGFR  $< 60$ . \* $P < 0.05$

に eGFR 60.0 未満となる割合は、4-7 割程度と報告されている<sup>4, 10)</sup>。本研究では術後 12 カ月の eGFR 60.0 未満は 8 割強に上った。この理由として、本研究における eGFR 60.0 以上の患者の術前 eGFR 値が、過去の報告症例よりも全体的に低値であったことが影響したものと考える。

本検討では、手術アプローチ方法の違いも RN 後の有意腎機能低下に影響を与える要因として同定された。全集団を対象とした場合、手術アプローチ法別で術後 eGFR への有意な影響の差はみられなかったが、eGFR の低下率は鏡視下手術で有意に高かった。さらに術前 CKD の有無で分類した上で、手術アプローチ法別で eGFR と  $\Delta$ eGFR を評価すると、正常腎機能症例では両アプローチ法で差はなかったが、CKD 症例（術前 eGFR 60.0 未満）では、開腹手術より鏡視下手術で有意に腎機能が低下する可能性が示された。理由として以下の要因が考えられる。第一に、病期と術前腎機能分布の影響である。Table 2 に示すように、非低下群では高ステージ RCC の割合が有意に高い (pT2-4 : 57.7% vs. 33.7%,  $p=0.0267$ )。高ステージ RCC では腫瘍の増大により腎の実質が圧排され、患側腎機能が低下している可能性が高い。このような症例では術前から対側腎が代償性に肥大しており、患側腎を摘出して既に十分に機能している対側腎が残存するため、術後の総腎機能低下は相対的に軽度となる。実際に、腫瘍径 7 cm 超の高ステージ RCC において、対側腎体積が術前から有意に大きいこと<sup>11)</sup>、また腫瘍が大きく術前 eGFR が低い症例ほど術前代償が大きく腎代償全体に寄与していることが報告されており<sup>12)</sup>、高ステージ RCC では術前から代償が完成している可能性を支持する。さらに、術前 CKD 症例では RN 後の eGFR 低下が相対的に軽度であることも既報と一致する<sup>13)</sup>。一方、術前 eGFR 60.0 未満でありながら低ステージ RCC で鏡視下手術が選択された症例では、両側腎がほぼ均等に機能低下していた可能性があり、片側腎摘出の影響がより顕著に現れたと考えられる。第二に、鏡視下手術における気腹操作の影響である。気腹による腹腔内圧の上昇は腎実質や腎血管の圧排を介し、腎血流を減少させることで一過性の腎機能障害を誘発することがラットモデルで確認されている<sup>14)</sup>。術前から腎機能が低下している症例では腎の予備囊が既に低下しているため、気腹操作による虚血性変化の影響をより強く受ける可能性がある。ただし、本研究では術前に腎レノグラムなどによる分腎機能評価を行っていないため、これらの推察を直接証明することはできない。

一方、長期的な腎機能への影響に関しては、RCC 患

者において開腹と鏡視下 RN で差がなく<sup>15)</sup>、腎移植ドナーに対する腎採取術に関しても、気腹操作の有無は影響を与えないことが報告されている<sup>16)</sup>。ただし、RCC に関する前述の研究は術前腎機能別に評価していないこと<sup>15)</sup>、一般的に腎移植ドナー候補は、術後腎機能が経時的に改善する良好な腎機能を有する者であることに注意が必要である。よって腎機能の低下した RCC 患者に RN を検討する場合、気腹操作が長期的な腎機能へ悪影響を与える可能性も念頭に置き、手術計画を立てることも必要と考える。

なお、本研究では術後 eGFR の絶対値に加え、eGFR 低下率 ( $\Delta$ eGFR) を主要評価項目とした。Fig. 2B に示すように、術後 eGFR の絶対値では手術アプローチ間で有意差を認めなかったが、低下率では有意差が認められた。術前 eGFR が高い症例では低下率が大きくなる傾向があることは事実であるが、特に術前 CKD 症例においては、さらなる腎機能低下が透析導入リスクと関連するため、低下率の最小化には臨床的意義があると考えられる。

本研究にはいくつかの重要な限界がある。第一に、本研究は単施設における比較的小数例を対象とした後方視的研究であるため、選択や検出バイアスを除外できていない可能性がある。このことは、年齢、性別、肥満、併存合併症など既知の術後 CKD 発症危険因子が、本研究では有意な因子から除外された事に影響を与えた可能性がある<sup>9, 17)</sup>。第二に、術前に腎レノグラムなどによる分腎機能評価を行っていないため、健側腎機能や患側腎の寄与度を評価できていない。このため、術後腎機能低下が患側腎摘出によるものか、元々の健側腎機能低下によるものかを区別できない制限がある。第三に、糖尿病および高血圧のコントロール状況 (HbA1c 値、血圧) を評価していないため、これらの因子が術後腎機能に与える影響を十分に評価できていない。第四に、術前 eGFR 60.0 未満の症例における手術アプローチ別の比較では、術後 eGFR の絶対値において 6 カ月時点で有意差を認めなかった ( $p=0.0710$ ) が、1 カ月 ( $p=0.0108$ ) と 12 カ月 ( $p=0.0394$ ) では有意差が認められた。一方、 $\Delta$ eGFR は 1 および 12 カ月の時点で、鏡視下アプローチによる低下が有意に大きかった。術後 5 年までに約 30% まで腎機能が改善することを考慮すると<sup>4, 8)</sup>、本研究の知見は主に術後短期間における腎機能変化として解釈すべきである。長期的な腎機能への影響については、さらなる前向き研究が必要である。最後に、術者や手術の到達法 (経腹、後腹膜) の違いを考慮した検討や、本研究で定義した有意な術後腎機能低下に該当する症例が、

その後臨床的に重大な腎機能障害に進行する可能性に関する検討を行っていない。これらの制限は、今回得られた結果を解釈する上で注意すべき点と考える。本検討で得られた結果の確証には、今後これらの制限を克服したさらなる研究が必要である。

## 結 論

手術アプローチ法は、RCC に対する RN 後に発症する術後短期間における有意な腎機能低下と関連する可能性が示唆された。RCC 患者に RN を計画する場合、特に術前腎機能が低下している症例においては、アプローチ法の違いによる長期的な腎機能への影響にも留意することが望ましいと考える。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

## 文 献

- 1) Cancer Information Service, National Cancer Center, Japan (Ministry of Health, Labour and Welfare, National Cancer Registry) Cancer Registry and Statistics 2019. [https://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/dl/index.html](https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/dl/index.html)
- 2) Bhindi, B. et al.: Predicting renal function outcomes after partial and radical nephrectomy. *Eur. Urol.* **75**: 766-772, 2019.
- 3) Kaushik, D. et al.: Overall survival and development of stage IV chronic kidney disease in patients undergoing partial and radical nephrectomy for benign renal tumors. *Eur. Urol.* **64**: 600-606, 2013.
- 4) Yokoyama, M. et al.: Longitudinal change in renal function after radical nephrectomy in Japanese patients with renal cortical tumors. *J. Urol.* **185**: 2066-2071, 2011.
- 5) Okuyama, Y. et al.: Impact of nephroureterectomy on postoperative renal function in upper tract urothelial carcinoma: a multicenter retrospective study. *Int. J. Urol.* **30**: 649-657, 2023.
- 6) Thompson, R. H.: Partial versus radical nephrectomy: the debate regarding renal function ends while the survival controversy continues. *Eur. Urol.* **65**: 378-379, 2014.
- 7) Van Poppel, H. et al.: A prospective, randomised EORTC intergroup phase 3 study comparing the oncologic outcome of elective nephron-sparing surgery and radical nephrectomy for low-stage renal cell carcinoma. *Eur. Urol.* **59**: 543-552, 2011.
- 8) 藤井靖久・他：根治的腎摘除および腎部分切除後の長期腎機能. *Jpn. J. Endourol.* **24**: 214-220, 2011.
- 9) Shimada, S. et al.: Clinical predictors of the estimated glomerular filtration rate 1 year after radical nephrectomy in Japanese patients. *Investig. Clin. Urol.* **58**: 228-234, 2017.
- 10) Weight, C. J. et al.: Partial nephrectomy is associated with improved overall survival compared to radical nephrectomy in patients with unanticipated benign renal tumours. *Eur. Urol.* **58**: 293-298, 2010.
- 11) Park, B. H. et al.: Volumetric measurement of compensatory hypertrophy in the contralateral normal kidney by the tumor growth. *World J Urol.* **34**: 63-68, 2016.
- 12) Lee, C. U. et al.: Preoperative versus Postoperative Compensation of the Contralateral Normal Kidney in Patients Treated with Radical Nephrectomy for Renal Cell Carcinoma. *J Clin Med.* **10** (21), 2021.
- 13) Choi, D. K. et al.: Compensatory Structural and Functional Adaptation after Radical Nephrectomy for Renal Cell Carcinoma According to Preoperative Stage of Chronic Kidney Disease. *J Urol.* **194**: 910-915, 2015.
- 14) Kirsch, A. J. et al.: Renal effects of CO<sub>2</sub> insufflation: oliguria and acute renal dysfunction in a rat pneumoperitoneum model. *Urology* **43**: 453-459, 1994.
- 15) Colombo, J. R. et al.: Seven years after laparoscopic radical nephrectomy: oncologic and renal functional outcomes. *Urology.* **71**: 1149-1154, 2008.
- 16) Hazebroek, E. J. et al.: Long-term impact of pneumoperitoneum used for laparoscopic donor nephrectomy on renal function and histomorphology in donor and recipient rats. *Ann. Surg.* **237**: 351-357, 2003.
- 17) Malcolm, J. B. et al.: Comparison of rates and risk factors for developing chronic renal insufficiency, proteinuria and metabolic acidosis after radical or partial nephrectomy. *BJU Int.* **104**: 476-481, 2009.

# A STUDY ON ASSESSMENT OF FACTORS ASSOCIATED WITH RENAL DYSFUNCTION AFTER RADICAL NEPHRECTOMY IN PATIENTS WITH RENAL CELL CARCINOMA

SHUNSUKE HORI, MASATO UETANI, HIDEYUKI KOBAYASHI,  
KOICHI NAKAJIMA AND YOZO MITSUI

Department of Urology, Toho University School of Medicine, Tokyo, Japan

## Abstract :

**INTRODUCTION :** Radical nephrectomy (RN) for renal cell carcinoma (RCC) is the standard treatment for high-stage RCC and may be selected for low-stage cases. Postoperative renal function decline is common following RN for RCC. This study aimed to identify factors associated with significant postoperative renal dysfunction after RN.

**METHODS :** We retrospectively analyzed 118 patients with non-metastatic RCC who underwent RN (25 open, 93 laparoscopic). Pre- and postoperative estimated glomerular filtration rate (eGFR) (mL/min/1.73 m<sup>2</sup>) and the rate of change from baseline ( $\Delta$ eGFR, %) were calculated. Significant renal dysfunction was defined as  $\Delta$ eGFR worse than -30% at 12 months post-RN. Associated factors were identified using LASSO logistic regression analysis.

**RESULTS :** Mean preoperative eGFR was 68.0, decreasing to 43.9, 43.3, and 43.8, at one, six, and 12 months, respectively. Significant renal dysfunction occurred in 92 patients (78%). When patients were stratified by the presence or absence of significant postoperative renal dysfunction, the dysfunction group showed higher proportions of laparoscopic procedures (84.8% vs. 57.7%,  $p = 0.0028$ ), clinical ( $p = 0.0485$ ) and pathological ( $p = 0.0267$ ) stage < T2 RCC, and higher preoperative eGFR (72.0 vs. 55.5,  $p = 0.0004$ ). Logistic regression identified laparoscopic procedures as the sole significant predictor of postoperative renal dysfunction, with significantly greater eGFR decline at all postoperative timepoints.

**CONCLUSION :** Laparoscopic surgical approach is associated with significant short-term renal function decline after RN for RCC. Surgical approach should be carefully considered when performing RN, particularly in patients with preoperative CKD, given the differential impact on long-term renal outcomes.

(Nishinohon J. Urol. 88: 460-467, 2026)

**key words :** Renal carcinoma, radical nephrectomy, postoperative renal function decline, chronic kidney disease

---