

右腎動脈起始部の解剖学的バリエーションに関する検討 —起始角度と腹側への突出程度—

曲渕 敏博¹, 小林 恭², 寺井 章人¹

¹倉敷中央病院泌尿器科, ²京都大学医学部附属病院泌尿器科

ANATOMICAL VARIATION OF THE ORIGIN OF THE RIGHT RENAL ARTERY: ASSESSMENT WITH AN ANGLE OF THE ORIGIN AND VENTRAL PROTRUSION

Toshihiro MAGARIBUCHI¹, Takashi KOBAYASHI² and Akito TERAI¹

¹The Department of Urology, Kurashiki Central Hospital

²The Department of Urology, Kyoto University Hospital

The right renal artery has been considered to originate laterally from the anterior aspect of aorta. In some cases, it turns more ventrally than the aorta, which can lead to intraoperative right renal artery injury. For this reason, we evaluated how the right renal artery turns ventrally and analyzed the factors for ventral protrusion of the right renal artery. We examined contrast-enhanced computed tomography images of 195 individuals and measured their angles of the right renal artery and ventral protrusion from the aorta. Age and sex had no significant correlation with these variations. A weak negative correlation was found between body mass index and these variations. Almost all the right renal artery originated from the ventral side of the aorta, and almost half the right renal artery arose ventrally more than the aorta. Careful attention should be paid to ventral protrusion of the right renal artery to prevent vascular injury during surgery using the anterior approach to the upper retroperitoneum.

(Hinyokika Kyo 66 : 37-40, 2019 DOI: 10.14989/ActaUrolJap_66_2_37)

Key words : Renal artery, Anatomical variation, Renal artery injury

緒 言

腎動脈には様々な走行異常があることが知られており、術中の腎動脈損傷リスクである¹⁾。

右腎動脈は大動脈のやや腹側から起始し、通常は起始部から下大静脈後面に向かって後・側方へと走行する²⁾ために前方アプローチからの腹部手術において問題とされることはない。しかし、最近われわれは、臍頭十二指腸切除術のリンパ節郭清時において、右腎動脈が腹側方向に突出していたことが右腎動脈損傷の要因となり、自家腎移植が必要となった片腎症例を経験し、報告した³⁾。

今回、195例の造影 CT 画像で右腎動脈の走行を評価し、一般的な右腎動脈の腹側に突出する程度と、それにかかわる因子について検討した。

対 象 と 方 法

2017年9月と10月に倉敷中央病院で仰臥位での血管造影 CT を撮影された患者のうち、撮影時の身長と体重、年齢、性別が判明しており、躯幹部の手術歴・大動脈瘤などの大血管疾患・先天奇形を伴わない195名(男性117名、女性78名)を対象として、右腎動脈の腹部大動脈からの起始角度(以下、起始角度(angle of

the origin))と、右腎動脈と腹部大動脈間における腹側方向の角度(以下、腹側角度(ventral angle))を測定した。起始角度は腹部大動脈の中心点から右腎動脈起始部の中心点を結ぶ線と水平面との角度とした(腹側を正の値とした)。腹側角度は、腹部大動脈の最も腹側の点から右腎動脈の最も腹側の点を結ぶ線と水平面との角度とした(腹側を正の値とした)。腹部大動脈の中心点は最も腹側の点と最も背側の点をつなぐ線と、最も外側の点同士をつなぐ線の交点とした(Fig. 1)。

また起始角度と腹側角度に対して年齢、性別、body mass index (BMI) が及ぼす影響を検討するために、年齢と BMI については Spearman の順位相関係数を、性別については Mann-Whitney U 検定を用いて統計学的解析を行った。

起始角度と腹側角度の関係は Wilcoxon 符号付順位検定を用いて統計学的解析を行った。

なお、2017年9月と10月は検討開始した月であり、恣意的に症例抽出の時期を選択したものではない。

結 果

患者背景を Table 1 に示す。195例の年齢、身長、体重、BMI の中央値(範囲)はそれぞれ72歳(4 ~

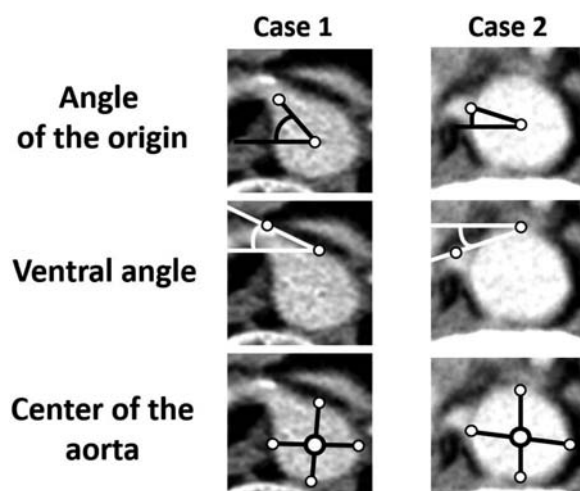


Fig. 1. Representative computed tomography images of two cases showing how to measure the angle of origin, the ventral angle, and the center of the aorta. The angle of the origin is formed by the ground and a line through the center of the right renal artery and the aorta. The ventral angle is formed by the ground and a line through the highest point of the right renal artery and that of the aorta. The center of the aorta is an intersection of two lines: a line through the highest and the lowest points of the aorta and that through the far left and right of the aorta. Case 1 harbors a positive angle of origin and a positive ventral angle, whereas case 2 harbors a positive angle of origin and a negative ventral angle.

Table 1. Patient characteristics

Number of patients	195
Age (year) (median)	4–98 (72)
Height (cm) (median)	101.7–179.7 (159.4)
Weight (kg) (median)	18.8–94.7 (52.3)
BMI (kg/m^2) (median)	12–37.7 (20.7)
Sex (male/female)	117/78

98歳), 159.4 cm (101.7~179.7 cm), 52.3 kg (18.8~94.7 kg), 20.7 kg/m^2 (12.0~37.7 kg/m^2) であった。

起始角度と腹側角度の分布を Fig. 2 に示す。起始角度、腹側角度の中央値(範囲)はそれぞれ 31.70° ($-12.00^\circ \sim 69.60^\circ$), 0° ($-38.16^\circ \sim 33.69^\circ$) であった。

起始角度、腹側角度と BMI の相関を Fig. 3 に示す。Spearman の順位相関係数はそれぞれ -0.252 , -0.223 と弱い負の相関を認めた。なお、図には示していないが起始角度、腹側角度と年齢には有意な相関は認められなかった。

起始角度、腹側角度に性差があるかを検討した。Mann Whitney U 検定にて両者とも男女間で有意差を認めなかった。

起始角度と腹側角度は、Wilcoxon 符号付順位検定

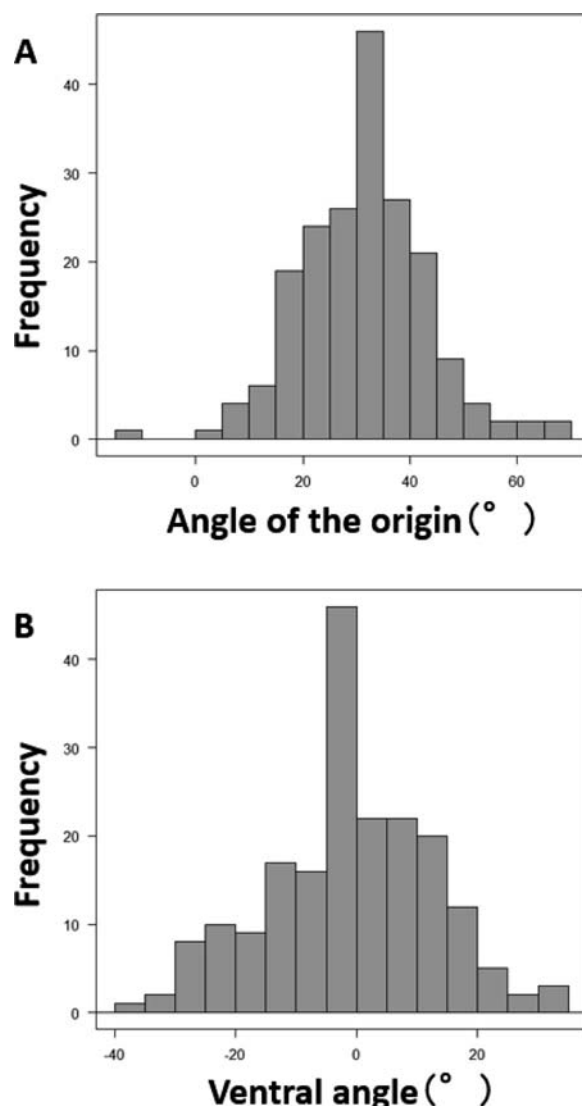


Fig. 2. A. Histogram of the angle of origin of the right renal artery. B. Histogram of the ventral angle of the right renal artery.

にて $p < 0.001$ と強い相関を認めた。

考 察

腎動脈の走行パターンが症例によってさまざまなバリエーションを見せることはよく知られている^{1,2,4-6)}。こうした腎動脈走行に関する知識は、術中操作における合併症のリスクを減らすため重要と考えられる。

腎血管走行異常は25~40%程度とされており、走行異常の中でも複数の腎動脈をもつものが最も多い^{1,2)}。腎動脈本幹とは別に大動脈から起始する腎動脈(以下APRA: accessory polar renal artery)と腎動脈本幹との起始部は近いことが多いが、時に下腸間膜動脈以遠からAPRAが起始することが報告されており^{1,4)}、Eitan ら¹⁾、Lee ら⁵⁾はAPRAが血管損傷のリスクとなった症例を報告している。APRA以外にも腎動脈周囲の血管走行異常は損傷リスクとなりうる。左副腎摘

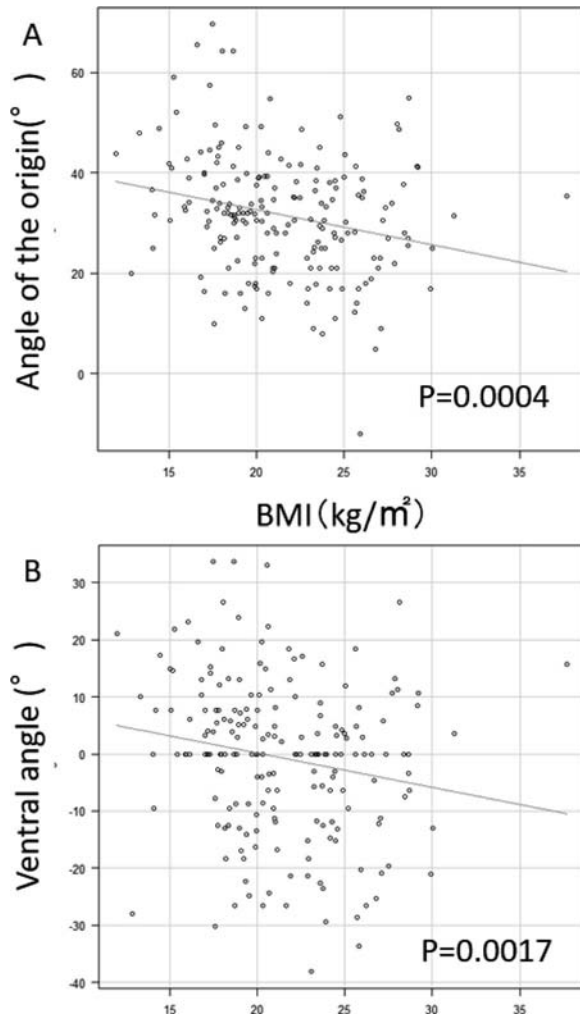


Fig. 3. A. Scatter plot of body mass index and the angle of the origin of the right renal artery. B. Scatter plot of body mass index and the ventral angle of the right renal artery.

除術において左腎動脈を損傷した報告⁷⁾では、複数の副腎動脈が複雑に走行しており、これが血管損傷リスクとなったと考えられている。

血管外科が術中の血管損傷に対して緊急の応援要請を受けた症例をまとめた報告⁸⁾によると、腎血管損傷は全体の8%であり、腎動脈の血管損傷リスク自体は決して低いものではない事が分かる。この報告では血管損傷を来した原因については言及されていないが、腎動脈走行バリエーションが周術期の合併症リスクとなりうる事は容易に想像できる。実際に過去に腎動脈走行バリエーションに関連した腎動脈損傷の報告は上述のように存在し注意喚起がなされている。一方で腎動脈の起始する方向が周術期の合併症リスクとなりうる事について報告例は殆どなく、あまり注目されていない。腎動脈の起始する方向が術中血管損傷のリスクと考えられた報告は調べた限り自験例³⁾のみであった。

この経験を受けて、術中の腎動脈損傷リスクとして

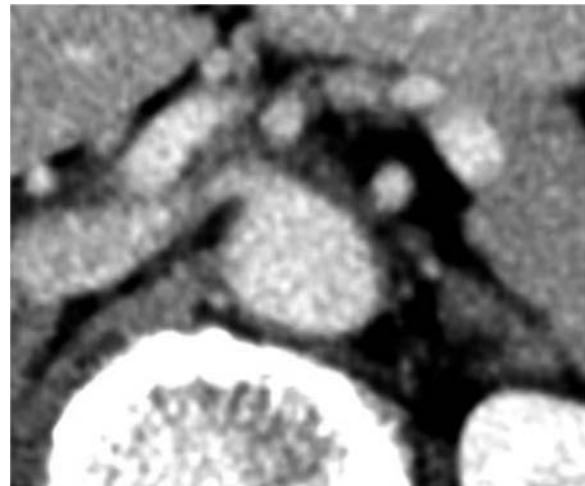


Fig. 4. A computed tomography image of a patient with the right renal artery arising steeply towards the ventral side. The angle of the origin is 66.90° and the ventral angle is 33.69°.

右腎動脈の起始する方向と右腎動脈の腹側への突出の程度について検討した。「起始角度」で起始する方向を、「腹側角度」で腹側への突出程度を評価した。起始角度は99%が正の値であり、ほぼすべての右腎動脈が大動脈腹側より起始していた。また腹側角度の43%が正の値であり、右腎動脈の半数近くは大動脈よりも腹側に突出していることが判明した。本研究対象症例の中で特徴的なものを Fig. 4 に示したが、右腎動脈が腹側に大きく突出した状態を確認できる。また、Verschuyl ら⁹⁾は200名のCTで腎動脈の起始角度を検討している。彼らの起始角度測定方法は本研究と異なるため、結果を同様に評価することはできないが、186例(93%)は右腎動脈が腹側に向かって起始しており、本研究と類似した結果であった。一方で左腎動脈は40例(20%)しか腹側に向かって起始していなかった。このように右腎動脈が特に腹側に向かって起始している理由として、腎動脈起始部の背側にある横隔膜の右脚が左脚より大きいことが挙げられている⁹⁾。すなわち、大きな横隔膜右脚により右腎動脈が腹側に押し上げられ、右腎動脈が腹側に突出するように起始しているものと考えられる。右腎動脈の起始角度と腹側角度が強い正の相関を認めたことは、いずれも横隔膜右脚の影響を同様に受けている事を反映していると考えられる。また Verschuyl ら⁹⁾は大動脈の石灰化の程度と起始角度との関連も評価しているが、動脈石灰化と起始角度に有意な相関は認められなかったと報告している。

また、われわれの検討ではBMIと起始角度、腹側角度との間に負の相関関係を認めた。年齢や性別との関連は認められなかった。Hassan ら⁶⁾は63名の献体において腎血管走行異常が死亡時年齢、性別、死因と

の相関があるか評価したところ、腎不全のみ走行異常の有無との関連を認めたが、年齢や性別との関連を認めなかったと報告している。この血管走行異常は腎動脈の起始角度を評価してはいないが、年齢、性別は血管走行のバリエーションに影響を及ぼさないという点で本研究の結果と一致する。横隔膜脚は主に腱組織から成っており¹⁰⁾、骨格筋量が横隔膜脚の大きさにあまり影響しないため、性別や年齢の影響を受けにくいものと考えられる。低BMIである事が、内臓脂肪量が少ないことを反映していると考え、低BMI個体ではより横隔膜脚のサイズが腎動脈の走行に影響を与えやすくなっている事が推測される。

本検討の結果を踏まえると、低BMIであるほど腹側に右腎動脈が突出しており、脂肪組織が少なければむしろ右腎動脈の拍動を視認しやすいと推察できる。しかし、動脈の拍動を視認しても、右腎動脈が腹側へ突出している可能性を考慮できなければ、適切に血管を温存できない恐れがある。自験例³⁾においては、臍頭十二指腸切除術のリンパ節郭清時に、右腎動脈が腹側へ突出して走行していたことが血管損傷の一因であったと考えられる。しかし本検討の結果は臍頭十二指腸切除術だけでなく、経腹アプローチでの後腹膜リンパ節郭清や、左腎摘除術などの泌尿器科的手術の際にも参考となる。こうした血管損傷のリスクを考慮し、術前に入念な画像評価を行い右腎動脈の走行に留意することが肝要と考えられた。

結 語

右腎動脈の腹側へ突出する程度を、起始角度および腹側距離で評価したところ、全体の99%は大動脈の腹側から起始し、43%は腹部大動脈よりも腹側に突出して走行していた。起始角度と腹側角度はそれぞれBMIと弱い負の相関関係を認めた。血管損傷のリスクを下げるため、右腎動脈が腹側に突出して走行しているかどうかも含め、術前に入念な画像で腎動脈走行を評価することが肝要である。

文 献

- 1) Eitan R, Abu-Rustum NR, Walker JL, et al.: Ligation of an anatomic variant of renal vasculature during laparoscopic periaortic lymph node dissection: a cause of postoperative renal infarction. *Gynecol Oncol* **91**: 416-420, 2003
- 2) Leslie SW and Sharma S: Anatomy, Abdomen and Pelvis, Renal Artery. In: StatPearls. Treasure Island (FL), 2018
- 3) 曲淵敏博, 小林 恭, 加茂直子, ほか: 術中に発生した右腎動脈損傷に対して自家腎移植術を施行した片腎患者の1例. *泌尿紀要* **65**: 455-458, 2019
- 4) Kaneko N, Kobayashi Y and Okada Y: Anatomic variations of the renal vessels pertinent to transperitoneal vascular control in the management of trauma. *Surgery* **143**: 616-622, 2008
- 5) Lee WM, Choi JS, Bae J, et al.: Encountering the accessory polar renal artery during laparoscopic para-aortic lymphadenectomy. *J Minim Invasive Gynecol* **25**: 10-11, 2018
- 6) Hassan SS, El-Shaarawy EA, Johnson JC, et al.: Incidence of variations in human cadaveric renal vessels. *Folia Morphol* **76**: 394-407, 2017
- 7) Tessier DJ, Iglesias R, Chapman WC, et al.: Previously unreported high-grade complications of adrenalectomy. *Surg Endosc* **23**: 97-102, 2009
- 8) Tomita TM, Rodriguez HE, Hoel AW, et al.: Implications of intraoperative vascular surgery assistance for hospitals and vascular surgery trainees. *JAMA Surg* **151**: 1032-1038, 2016
- 9) Verschuyt EJ, Kaatee R, Beek FJ, et al.: Renal artery origins: location and distribution in the transverse plane at CT. *Radiology* **203**: 71-75, 1997
- 10) Restrepo CS, Eraso A, Ocazinez D, et al.: The diaphragmatic crura and retrocrural space: normal imaging appearance, variants, and pathologic conditions. *Radiographics* **28**: 1289-1305, 2008

(Received on August 19, 2019)

(Accepted on November 13, 2019)