

特別企画 (3回シリーズ)

腎不全とその治療に関する超音波検査

第1回 腎不全の基礎知識と超音波検査

大橋 靖

(東邦大学医学部腎臓学講座)

■はじめに

腎臓はネフロンと呼ばれる“血液をろ過する”腎小体という構造と“いるものといらないものを分別する”尿細管という構造があり、左右の腎臓合わせて2百万個ほど存在し、“尿”が作られている。尿のもとになる“原尿”は1日に150～180L生成され、その99%は再吸収され、最終的に約1.5L程度の尿を排泄し、体から老廃物を排泄し、体液量やミネラルバランスを調節している。その働きが失われると代謝の過程で生成される尿素や酸の蓄積、水とナトリウムの貯留による心不全、ミネラル・電解質異常などが起きうる。腎機能の低下により、健康が維持できない場合、透析や腎移植などの腎代替療法が必要になる。現在、慢性腎臓病 (chronic kidney disease: CKD) 患者は1,300万人にのぼり、約30万人が透析療法を受けており、慢性腎臓病は国民の健康を脅かす重要な疾患として位置づけられ、早期発見と重症化予防が重点課題として取り上げられている¹⁾。

この慢性腎臓病の重症化予防と進展抑止には腎臓病に気が付いたときのアプローチが重要である。血液検査で腎機能障害の程度を知ることができるが、その障害の原因が急に起きたのか、以前からあったのかを知ることは難しい。腎障害の可逆性あるいは不可逆性を予測することは治療戦略をたてる上で極めて大切である。

今回、腎不全領域における超音波検査の位置づけについて考えてみたい。

■急性腎障害 (acute kidney injury: AKI) と慢性腎臓病 (chronic kidney disease: CKD)

急性腎障害と慢性腎臓病は急性腎不全と慢性腎不全と呼ばれていた疾患概念に近い。

急性腎障害とは、以下のいずれかによって定義される状態である²⁾。

- 1) 48時間以内にクリアチニン値が ≥ 0.3 mg/dL上昇した場合
- 2) クレアチニン値が7日前以内の既知あるいは予想される基礎値より ≥ 1.5 倍の増加があった場合
- 3) 尿量が6時間にわたって < 0.5 mL/kg/時間に減少した場合

慢性腎臓病とは、以下の1), 2)いずれか、または両方が3か月以上持続した状態のことである³⁾。

- 1) 尿検査、画像診断、血液検査、病理などで腎障害の存在が明らかで、特に0.15g/gCr以上のタンパク尿 (30 mg/gCr以上のアルブミン尿) があること
- 2) 推算糸球体ろ過量 (estimated glomerular filtration rate: eGFR) が60 (mL/分/1.73m²) 未満に低下していること

腎臓の障害は血液検査でクレアチニンの上昇によって腎障害が確認される。その発症の形式は数日で急に起きる場合もあれば、ゆっくりと数年かけて悪化することもある。障害の原因や“急性”・“慢性”の区別を血液検査だけで行うことは困難な場合が多く、超音波画像診断が有用になる。

腎臓は様々な影響により障害され、その臨床経過も異なる (図1)。脱水、ショックなど一過性

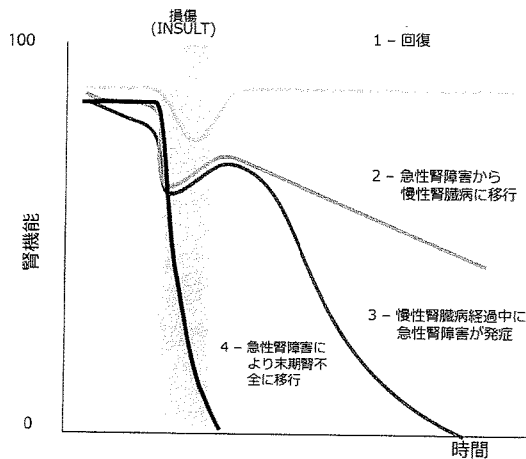


図1 急性腎障害の臨床経過

ある時点で腎障害を受けた後の四つの臨床経過を示す。通常、腎不全に対する超音波検査はこの臨床経過の過程で行われる。

に腎臓への血流が低下し、その後、全身状態の改善に伴い速やかに腎機能が回復するような場合もあれば、血行動態の不安定が持続し腎実質の障害が遷延する場合もある。重症敗血症や薬剤の影響、重症高血圧や血液・膠原病類縁疾患など腎以外の疾患により腎実質に障害が起きる場合もあれば、腎炎・ネフローゼ症候群により腎臓が障害される場合もある。治療により回復する場合もあれば、回復しない場合もある。慢性的腎実質障害に急激な腎障害が加わることもある⁴⁾。

3か月以上残存する不可逆的な腎臓の障害は“慢性腎臓病”と診断される。慢性腎臓病の診療の目標は障害された腎臓の回復ではなく、残存している腎機能の保持になり、末期腎不全になれば腎代替療法（透析・移植）が必要になる。

■急性腎障害に対するアプローチ

突然の腎障害の発症は多くの医師にとってストレスである。急性腎障害は、ICU症例の概ね30～40%に発症し、急性腎障害の早期診断と有効な治療介入がICUにおける予後の改善に重要であることが知られている。その領域を“Critical Care Nephrology”と呼んでいる。Critical care nephrologyのターゲットになる急性腎障害は、腎障害が単独で発症することはなく、敗血症ある

いは多臓器不全に合併して生じた一分症として発症することがほとんどである。末期腎不全では血液浄化療法のみならず、輸液、薬剤投与や栄養において非末期腎不全とは大きく異なる管理が必要であり、専門性の高い知識が必要になる。つまり、急性期の腎保護を考慮した治療と末期腎不全における全身管理の両面に配慮する必要がある。図1に示すように急性腎障害は、慢性腎臓病に移行することもある。そのまま末期腎不全に至り維持透析の継続が必要な場合もある。逆に慢性腎臓病は急性腎障害の発症リスクが高いことも知られている⁵⁾。

■慢性腎臓病に対する三つのアプローチ

腎臓病に対する主な診療のアプローチは以下の三つである。1) 腎炎・ネフローゼ症候群に対するステロイド・免疫抑制療法、2) 慢性腎機能障害に対する残存腎機能を保護するための食事療法と生活習慣改善を中心とした腎保護療法、3) 末期腎不全に対する健康管理目的として腎代替療法（透析・移植）。ステロイド・免疫抑制療法は腎臓に起きた炎症を抑え、腎炎を寛解させることを目的とし、腎保護療法は残存している腎実質の障害が進行していかないように、血圧管理、食事療法、および生活習慣危険因子の是正を目的とし、腎代替療法は腎機能の回復よりも末期腎不全をもつ中でどのように健康を維持していくかが目標となる。

■腎臓の超音波解剖

正常腎実質の超音波像は、楕円形の充実性組織として描出される（図2）。腎皮質のエコーレベルは肝実質よりもやや低く描出され、腎髄質は、皮質よりもさらに低いエコーレベルを呈する。腎実質の囲まれた腎臓の中心の充実性の構造物はcentral echo complex（CEC）と呼ばれ、腎盂、腎動静脈、脂肪沈着を伴う腎洞などの複合体で構成されている。水腎症があれば、CEC内に拡張した腎盂・腎杯が観察される（図3）。水腎症は腎盂の拡張の程度で正常（Grade 0）、軽度（Grade 1）、中等度（Grade 2）、高度（Grade 3）に重症度が示される（図4）。

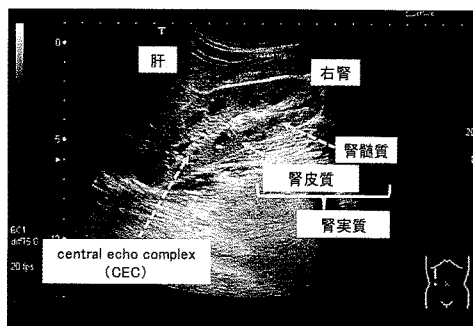


図2 正常腎の超音波像

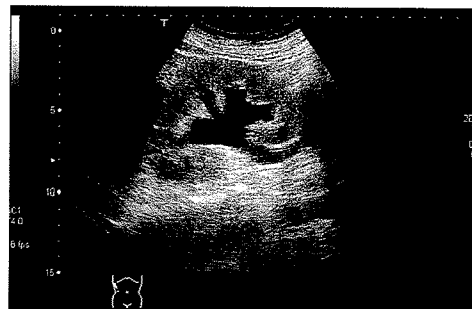


図3 水腎症の超音波像



図4 水腎症の重症度

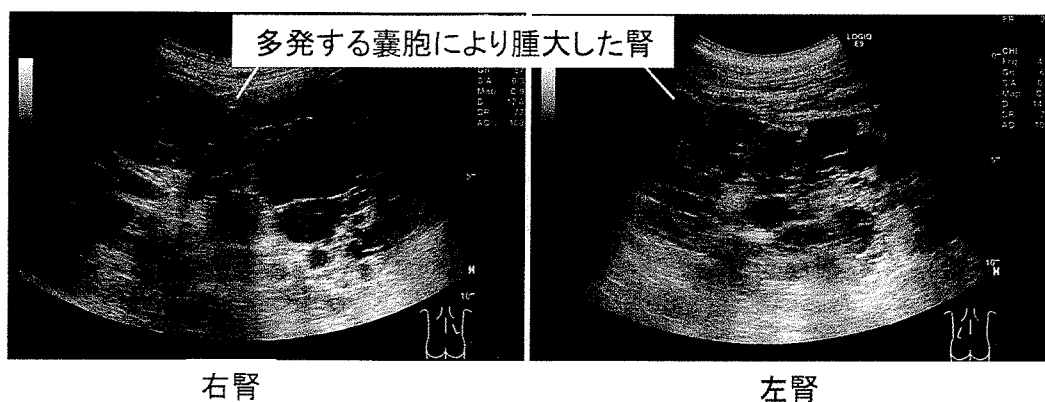


図5 多発性のう胞腎の超音波像

■腎臓のサイズ

腎障害をもつ患者の経過が不明である場合、手順として超音波検査で腎臓の形態とサイズを確認する。腎臓の形態とサイズを視ることで病因を推察することができ、腎予後の予測を行うことができる。また、腎生検（腎病理組織学的検査）を行うかどうかの助けになる。例えば、両側の多発する腎のう胞を伴う大きな腎臓であれば、多発性のう胞腎を疑うことができ（図5）、腎臓のサイズ

に左右差があれば、片側の腎動脈の狭窄を疑うことができる。両側の萎縮した腎臓は慢性腎不全を想起させ、萎縮腎は、腎皮質と髄質のエコーレベルの上昇と辺縁の不整を伴い（図6）、腎機能の低下は不可逆的であり、腎臓の予後が悪いと予測される。腎生検は腎臓病を病理組織学的に診断する検査である。検査には腎周囲出血などの偶発合併症があり、通常、治療により腎機能が回復することを期待して行う。すでに萎縮した腎臓には行わない。健康者において腎臓のサイズは年齢や身

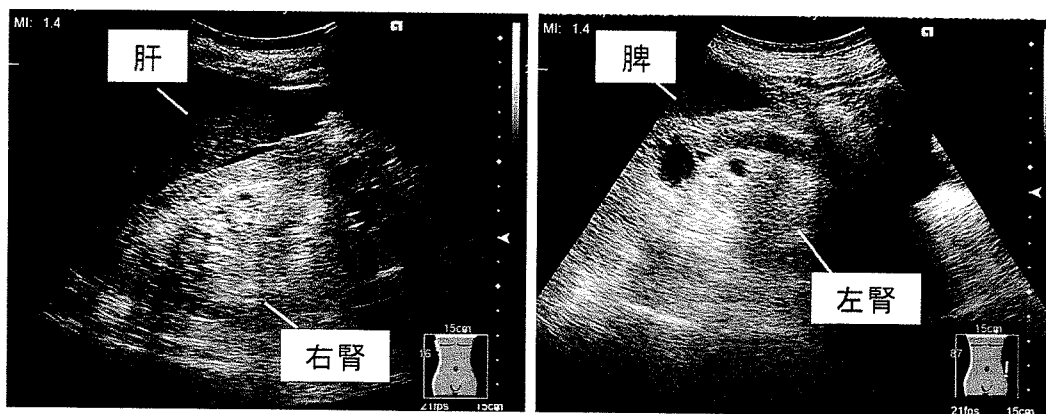


図6 萎縮腎の超音波像

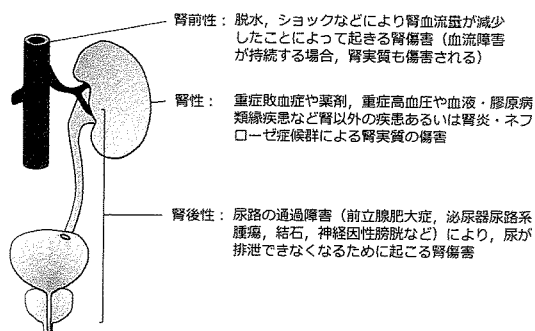


図7 急性腎不全の鑑別

急性腎不全の鑑別を示す。超音波検査で腎後性腎不全の原因の有無と腎実質障害を評価する。

長に関係し，ネフロンの数と容積に関係し，糸球体ろ過量（glomerular filtration rate: GFR）と強く相関する。糖尿病性腎症ではやや大きく，虚血性腎疾患ではやや小さい傾向がある。

以上により，超音波検査によって腎臓がすでに萎縮しているのか，まだ腎実質が十分に保たれているのかを確認することは，その後の治療戦略を考える上で極めて重要である。

■腎前性・腎性・腎後性腎不全

腎障害の原因は様々である。その障害の部位によって，腎不全を“腎前性腎不全”，“腎性腎不全”，“腎後性腎不全”と呼ぶ（図7）。血液に含まれた老廃物は腎臓でろ過されて尿として排泄される。“脱水やショックにより腎臓に血液が運ばれない場合”，“腎実質そのものの障害により血液がろ過されない場合”，“尿路通過障害により尿が排泄さ

れない場合”にクレアチニンは上昇する。血液検査ではこれらの鑑別が困難で，尿検査と超音波画像検査が必要になる。腎前性腎不全と腎性腎不全の鑑別は超音波検査では困難であるが，尿路の通過障害による腎後性腎不全では超音波検査で水腎症が観察される。水腎症の有無の確認は，その後の治療戦略を考える上で極めて重要である。

■おわりに

腎不全の診療は，腎障害の原因を可能な限り特定し，早期治療介入と適切な治療を行うことである。しかし，適切な治療によっても慢性腎臓病や末期腎不全に移行することもあり，末期腎不全期では患者の健康を維持するために腎代替療法が必要になる。超音波検査により，腎障害の可逆性を予測するために，すでに腎臓が萎縮しているのか，まだ腎実質が保たれているのかを観察し，その障害の原因を大別する上で，尿路通過障害がないのかを確認することは重要な“初動”である。

東邦大学医療センター大森病院臨床生理検査部の八鍬恒芳氏に，本原稿に必要な超音波画像資料をご提供いただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本腎臓学会編：CKD診療ガイド2012. 日本腎臓学会，2012.
- 2) Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, et al. Acute Dialysis

- Quality Initiative workgroup. Acute renal failure—definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: The Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care*. 2004; 8(4): R204–R212.
- 3) National Kidney Foundation. K/DOQI Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: Evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis*. 2002; 39(2) (Suppl 1): S1–S266.
- 4) Cerdá J, Lameire N, Eggers P, et al. Epidemiology of acute kidney injury. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008; 3(3): 881–886.
- 5) 土井研人. Critical Care Nephrology の概念と今後の方向性. *日本腎臓学会誌* 2015; 57: 280–283.