

はじめに

私は以前から「尿は身体からの贈り物」と言ってきました。それは、尿の量や色調、混濁、泡、臭いなどをみるだけで体調や疾患をある程度疑うことができるからです。尿検査は「古くて新しい検査」ですが、尿に含まれている成分を試験紙による定性検査や定量検査、尿沈渣の鏡検などにより確定診断に近づくことができます。一方、腎機能検査は糸球体・尿細管が現在どのような状態で働いているかを知る重要な手掛かりとなります。したがって、尿検査と腎機能検査は、腎・泌尿器領域の診療に欠かすことのできない検査の両輪と言えます。

私は大学の先輩である故 伊藤機一先生(元大東文化大学スポーツ・健康科学部長)に学生時代と東海大学医学部で大変熱心にご指導いただきました。『症例から学ぶ尿検査の見方・考え方』(医歯薬出版)を共著で第3版まで改訂を重ねることができ、大変感謝しております。2018年には、金子一成先生、鈴木祐介先生のご協力をえて『尿検査のみかた、考えかた』(中外医学社)の監修をさせていただきました。また、日ごろ仲良くお付き合いいただいている元日本臨床衛生検査技師会会長の小崎繁昭先生と『尿検査・腎機能検査の実際と臨床的意義』(臨床病理刊行会)を監修させていただきました。これまで尿検査・腎機能検査については優れた成書が数多く出版されていますが、私のこのような経験から今回『必携! よくわかる尿検査・腎機能検査』を上梓することができました。臨床現場で使いやすいように簡潔にまとめ、尿検体や血液検体の採取法や保存法についても COLUMN としてあげました。本書がかりつけ医や研修医、若手医師の皆さん、学校医や産業医の方々、臨床検査技師の皆さんにご活用いただけることを願っています。また、医学生にとっても有用な解説書になると思います。わかりやすいように心がけ記載しましたが、記載の過不足もあろうかと思しますので、皆さまの忌憚のないご意見をお待ちしています。

最後にこれまで大変ご協力いただきました白土 公先生（現、白土内科院長）
ならびに久野 豊先生（順天堂大学医学部附属順天堂越谷病院検査科技師長）に
厚くお礼申し上げます。また、出版にいろいろご尽力いただきました中外医学
社の小川孝志部長に深謝いたします。

2023年 1月

新型コロナウイルス感染症の一日も早い終息を願って

富野康日己

2

慢性腎臓病 (CKD) と尿検査・腎機能検査

慢性腎不全 (chronic renal failure) は、これまでその頭文字をとって、CRF という略語が使われてきた。CRF は「腎臓の働き (機能) が進行性にかつ非可逆的に低下し、腎臓が本来もっている働きである体液の恒常性 (ホメオスタシス) を維持できなくなった状態」と定義された。CRF では保存期腎不全からさらに末期腎不全 (end stage kidney disease: ESKD) へと進行した場合、腎代替療法 (主として血液透析か腹膜透析, 腎移植) が必要になる。

一方、最近用いられている慢性腎臓病という概念は、chronic kidney disease の頭文字をとって、CKD と言われている。この CKD は、一つの腎臓病を指すのではなく、以下のような基準を満たした患者はすべて CKD と診断される。

1. 尿所見, 画像診断, 血液, 病理で腎障害の存在が明らか. とくに 0.15 g/gCr (クレアチニン) 以上の蛋白尿 (30 mg/gCr 以上のアルブミン尿) の存在が重要である.
2. 糸球体濾過量 (glomerular filtration rate: GFR) が³, $60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 未満. 実際は, 血清 Cr・シスタチン C 値と年齢, 性別から推算 (estimated) GFR (eGFR) を求めている (後述, p87).

この 1 と 2 のどちらか, または両方が 3 ヶ月以上持続していることで診断される. ただし, GFR を正確に知ることができるゴールドスタンダードは, 糸球体から完全に濾過されたのち, 尿細管で再吸収も分泌もされない物質であるインスリンを用いたインスリンクリアランスである (後述, p91).

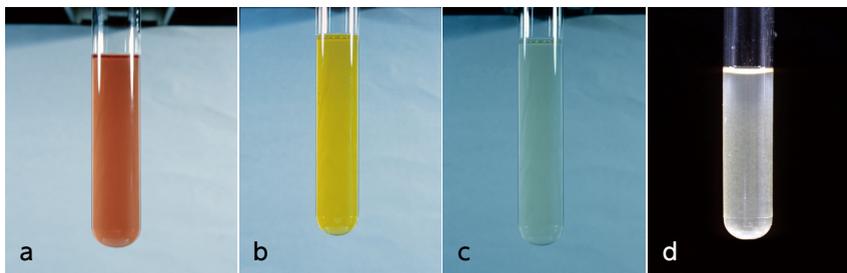
A 尿検査・腎機能検査の意義は？

CKDの診断・経過観察・治療効果判定には、尿検査・腎機能検査の結果が重要である。CKDの病期（ステージ）は、[表3]に従い行われることからCGA分類と言われている。CとはCause（原因）、GとはGFR（糸球体濾過量）、AとはAlbuminuria（糖尿病ではアルブミン尿、それ以外の原因疾患では蛋白尿）を意味している。最初にCを決めるが、Cには糖尿病と高血圧、腎炎（多くは糸球体腎炎）、多発性嚢胞腎、移植腎、原因不明、その他が含まれる。Cとして糖尿病が入るが、糖尿病性腎症として入るのではない。次いで、GFRの値によりG1からG5に分類される。初版の分類（KDIGO CKD guideline 2012）のG3はGFRの幅が広いことから、G3a（45～59 mL/min/1.73 m²）とG3b（30～44 mL/min/1.73 m²）の2つに分けられた[表3、日本人用分類]。最後にAは、糖尿病では尿アルブミン定量（mg/日もしくは、mg/gCr）、それ以外では尿蛋白定量（g/日）もしくは、尿蛋白/Cr比（g/gCr）によりA1、A2、A3の3つに分けられる。糖尿病患者でアルブミン尿が認められ始めた時期から糖尿病性腎症と診断される。わが国では保険診療の関係から糖尿病ではアルブミン尿を測定することができるが、その他の疾患ではできないため代わりに尿蛋白を測定する。尿蛋白定量（mg/日）は、随時尿蛋白（mg/gCr）とほぼ一致するとされている。

B CKDの原因疾患は？

CKDの原因疾患には、以下のように多くのものが含まれる。

- 1) 原発性糸球体腎炎: 慢性腎炎症候群（IgA腎症など）、急性腎炎症候群（急性糸球体腎炎）、急速進行性腎炎症候群（急速進行性糸球体腎炎）、遺伝性家族性腎疾患（多発性嚢胞腎、家族性菲薄基底膜症候群・良性家族性血尿など）
- 2) ネフローゼ症候群、難治性ネフローゼ症候群
- 3) 全身疾患による腎障害: ループス腎炎、IgG4関連腎臓病、糖尿病性腎臓



【図 1】尿の色調

a. 肉眼的血尿, b. 健常者尿, c. 希釈尿, d. 細菌尿: 白色混濁.

青～緑色: 緑膿菌感染症, 薬物中の色素成分など

紫色: 導尿カテーテル長期留置時 (purple urine bag syndrome), ハートナツプ (Hartnup) 病など

灰色～黒色: アルカプトン尿症, 悪性黒色腫, α -メチルドパ (アルドメット[®]) 服用時など

2 混濁

尿が混濁をきたす原因には, 細菌の混入・存在 (細菌尿) や白血球の増加 (膿尿), 血尿, 脂肪球の増加 (乳び尿), 塩類の増加, 糞尿がある【図 1, 表 5】. 肉眼的血尿 (macroscopic hematuria) で煙状にかすんで赤褐色調に見える尿を smoky urine といい, 小児に多い溶連菌感染後急性糸球体腎炎に特徴的な所見である. しばらく放置された尿がレンガ色を示すのは, 尿酸塩の析出によるものである. これは, 60°C前後の湯に数分間つければ消失する.

3 泡

尿の泡立ちに影響を与えるものは, 表面張力や溶質の濃度, 温度, 水の硬度 [硬度とは, 水に溶けているカルシウムとマグネシウムの含有量を炭酸カルシウムの量に換算して表したもので, $\text{硬度} = (\text{カルシウム量} \times 2.5) + (\text{マグネシウム量} \times 4.1)$ の式で計算される. 硬度が低いものは軟水, 硬度が高いものは硬水である. 硬水は石鹼で泡立ちにくい], pH (potential of hydrogen:

MEMO

尿中酸可溶性蛋白 (acid soluble protein, ASP)

酸可溶性蛋白は、スルホサリチル酸や過塩素酸などの強酸には凝固・沈殿せずに溶解する蛋白で、ウロムコイド (uromucoid) とも言われている。血清由来の ASP の主成分は、分子量 45,000 の血清 α_1 -酸性糖蛋白と分子量 80,000 のトランスフェリンであり、尿管上皮細胞から分泌される Tamm-Horsfall (T-H) ムコ蛋白もこれに含まれる。健常者の尿中に存在する少量の蛋白の約 75% は、T-H ムコ蛋白であると言われている。T-H ムコ蛋白は各種腎疾患で増減するので診断的役割が期待されている。また、T-H ムコ蛋白は少量の血漿蛋白とゲル状に凝固沈殿し円柱の基質や結石形成の抑制因子となっていることはよく知られている。具体的には、結石の核形成や結晶の成長・凝集を抑制するとされている。ASP 量は、尿試料にスルホサリチル酸を加え凝固・沈殿させ、ついで蛋白を遠心除去したのち上清部分に残っている蛋白を色素法により定量する。標準物質としてヒト血清より塩析したムコ蛋白を使用する。この方法で各種腎疾患における尿中 ASP 量をみると、急性腎障害 (AKI) では著増し、慢性腎不全やループス腎炎、急性尿管障害では中等度の増加が認められる。しかし、いずれも腎機能の回復とともに基準値に戻る傾向があるとされている。

1 尿蛋白陽性とその解釈

a. 生理的 (体位性) 蛋白尿とは？

腎臓や尿路系に器質的病変がないのに軽い運動後や入浴後、発熱時に一過性に出現する良性的蛋白尿を生理的 (機能的) 蛋白尿という。また、起立性あるいは体位性蛋白尿も生理的蛋白尿である [表 8]。これらは治療を必要としないが、尿中に出現する蛋白の内容は病的蛋白尿と変わらないので集団検診 (集検) 時に問題となることが多い。学童集検では、起立性蛋白尿を否定するためと腎疾患の早期診断のために、検査試料として早朝第 1 尿を用いたほうがよいと思われる。起立性蛋白尿とは「臥位においては有意な尿蛋白は認められず、立位や上体を反った体位をとった後において、はじめて尿蛋白

本項では、採血した検体の生化学・血清検査の結果からいかに腎機能を読み解くかについて触れてみたい。この方法では患者から採血するという侵襲がかかるが、日常診療でいつもよく行われている検査であり大きな問題はない。しかし、正確に検査結果を読み解くためには、正しい採血方法による検査用検体を準備することが大切である（後述，[MEMO] 参照）。

一般血液検査として血清非蛋白窒素化合物と血清蛋白質を測定することが可能であり、それぞれの値を腎機能評価のために用いている。

1 血清非蛋白窒素化合物

血清中の蛋白以外の窒素化合物を非蛋白窒素（non-protein nitrogen: NPN）と総称している。NPNのうち窒素は蛋白代謝、クレアチニンは筋肉のクレアチニン代謝、尿酸はプリン体（核酸）の終末産物である。

a. 血清尿素窒素（serum urea nitrogen: SUN）

血中尿素窒素（blood urea nitrogen: BUN）という表現が一般的に用いられているが、実際には尿素窒素値は血清を用いて測定されることから最近では serum urea nitrogen（SUN）の略語が用いられている。SUN 値は、腎（糸球体）機能を知るための検査の一つとして用いられている。食事中の蛋白質や組織の分解などによりアンモニアが産生されるが、肝臓の尿素サイクル（urea cycle）により最終産物である尿素窒素に合成され尿中に排泄される。

[基準値]

8~20 mg/dL（女性では、10~20%低めである）

*これから述べるどの検査値にも施設間差のあることを理解しておく必要がある。

[異常値の意義]

原因を問わず腎機能低下（腎不全）では高値を示す。その他に高値を示す原因として上部消化管出血（血液中の蛋白質の吸収亢進による）や外科的手術、重症感染症などがある。一方、低値を示すものには低蛋白食や肝不全、妊娠、蛋白同化ホルモンの大量服用などがある。このように、SUN 値は腎外性の要因により増減することが多いことに注意すべきである。臨床の場で