

## 6 非侵襲的診断法（造影 CT など）

### CQ⑥-1

CKD は造影 CT による CIN 発症のリスクを増加させるか？

#### ▶ 回答

1. CKD ( $\text{eGFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ ) は、造影 CT による CIN 発症のリスクを増加させる可能性が高い。
2. 特に、 $\text{eGFR}$  が  $45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$  未満の患者に造影 CT を行う際には、CIN 発症のリスクなどを説明し、CIN を予防するために造影 CT 前後に補液などの十分な予防策を講ずることを推奨する。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：B

### 背景

Utsunomiya ら<sup>1)</sup>は、造影 CT が予定されている患者の 19% で  $\text{eGFR}$  が  $60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$  未満であったと報告している。このように造影 CT の実施予定患者の相当数に CKD 患者が含まれている可能性がある。

#### ▶

#### 解説

### CQ⑥-1

Oleinik らは、造影 CT および非造影 CT を施行した患者間における腎機能の変化をみたコホート研究<sup>2)</sup>において、検査前の GFR が腎機能低下の独立した予測因子であったと述べている。また、対照群に非造影 CT 患者を含まず造影 CT 後の腎機能評価を行ったケースシリーズでは、腎機能の低下が CIN 発症のリスクとなるとする報告が多い<sup>3~7)</sup>。一方では、造影 CT および非造影 CT 患者の間で SCr の経時的変化をみた 2 つのコホート研究<sup>8,9)</sup>では、2 群間で SCr の上昇をきたす患者の頻度に統計学的有意差は認められなかったと報告されている<sup>注)</sup>。

これらに対して、冠動脈造影あるいはカテーテル治療では、CKD 患者において CIN のリスクが増加することは確実視されている（CQ⑤-1 参照）。

以上から、現時点では、造影 CT においても、CKD 患者においては CIN 発症のリスクが増加する可能性が高いと考えられる。

特に、造影剤の経静脈投与においては、 $\text{eGFR}$  が  $45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$  未満の患者は CIN のリスクが高い可能性があり<sup>10,11)</sup>（CQ③-3 参照）、このような患者では CIN のリスクなどについて説明を行い、CIN を予防するために造影 CT の前後に補液などの十分な対策を講じる必要がある（CQ⑦-1 参照）。

注) Newhouse らは、10 日以内に造影剤が投与されていない CT 患者 32,161 人の SCr 値の経時的変化を調査し、ベースラインの SCr が正常 ( $0.6 \sim 1.2 \text{ mg/dL}$ ) であった被験者の 25% において、CT 後 4 日までに SCr 値の 25% の上昇がみられたと報告している<sup>12)</sup>。これは、正常者でも SCr 値の変動がかなりあることを示している。したがって、造影剤投与後の SCr の変動を検討する場合は、造影剤投与群に加え、造影剤非投与群を対照として設定する必要があることを示すものと考えられる。

### CQ⑥-2

造影 CT において造影剤投与量の減量は CIN 発症のリスクを減少させるか？

#### ▶ 回答

造影 CT においては、診断能を保つことのできる範囲内で造影剤投与量を減量することを推奨する。

エビデンスレベル：V

推奨グレード：C1

## 背景

検査目的により、診断上必要な造影剤投与量は異なる。例えば、肝臓などの実質臓器のダイナミック CT では体重 (kg) 当たりヨード量にして 500~600 mg の造影剤が必要とされるが、動脈系の描出を目的とする CT (CT angiography) では体重当たりヨード量 180~300 mg の造影剤投与量で検査可能である。したがって、少ない造影剤投与量で実施できる検査では、腎機能が低下した患者でも比較的安全に造影 CT が実施できる可能性が高い。

## 解説 CQ⑥-2

CIN の多くは比較的大量の造影剤を用いる CAG で発症しており、造影剤を高用量使用した場合は CIN の発症のリスクが高まると考えられている。

Nyman らは、心臓カテーテル検査を扱った 10 の RCT および 2 つのコホート研究のデータに基づいて、投与ヨード量 (g) と eGFR ( $\text{mL}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$ ) の比 (gram-iodine/GFR ratio) より、CIN [SCr 値の上昇が  $44.2 \text{ mmol/L}$  ( $0.5 \text{ mg/dL}$ ) より大あるいは 20~25% より増大] を発症する確率を推定する式を提案している。これによれば、eGFR  $30 \text{ mL}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$  の患者にヨード含量  $300 \text{ mg/mL}$  の造影剤を 150 mL, 125 mL, 100 mL, 75 mL 投与した場合の CIN の発症率は、それぞれ 19.0%, 14.7%, 10.4%, 6.1% と推計される<sup>13)</sup>。

また、同じく心臓カテーテル検査のデータではあるが、造影剤 61 mL, 34 mL, 23 mL, 14 mL の投与で、CIN の頻度がそれぞれ 29.8%, 15.2%, 10.9%, 1.4% となるという報告もある<sup>14)</sup> (本論文における造影剤濃度は不明である)。さらに、イオン性造影剤時代に行われた心臓カテーテル検査におけるデータではあるが、ヨード含量  $370 \text{ mg/mL}$  の造影剤を使用した場合、許容される最大造影剤投与量は  $5 \text{ mL}/\text{kg BW}/\text{SCr 値} (\text{mg/dL})$  (ただし上限は 300 mL) という報告がある<sup>15)</sup>。

一方、造影 CT において造影剤投与量と CIN の関係についての報告は少ないが、Weisbord ら<sup>11)</sup> は、421 例を対象にした造影 CT における CIN 発現頻度と予後の検討において、造影剤投与量が 100 mL を超えると CIN のリスク (OR 3.3, 95%CI : 1.0~11.5) となると報告している。

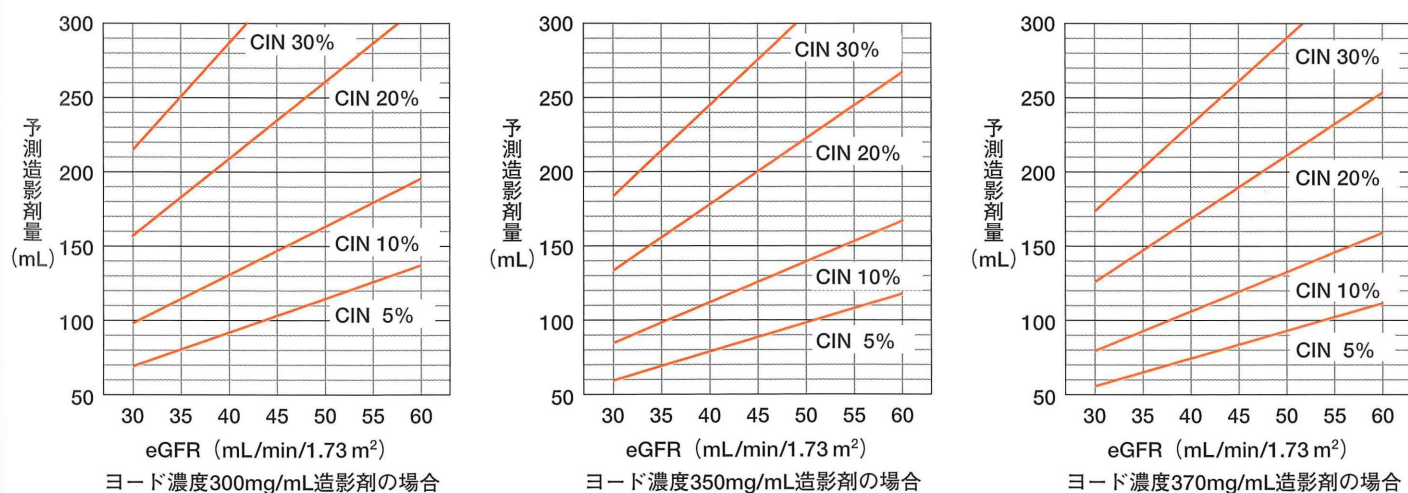


図 5. 5, 10, 20, 30% の確率で CIN を発症すると予測される造影剤投与量

### 注意事項

- 図において、CIN は造影剤投与後 48~72 時間以内に SCr の上昇が  $44.2 \text{ mmol/L}$  ( $0.5 \text{ mg/dL}$ ) より大、あるいは 20~25% より増大したものと定義している。
- 本図の作成に用いた計算式の妥当性について検討した研究は Nyman による 1 つの論文しかなく、十分なエビデンスがあるとはいえないので、あくまで参考程度にとどめるのがよい。また、本図の作成に用いた計算式は、CT のデータからではなく、心臓カテーテル検査の論文から導きだされたものである。



以上のような報告を踏まえると、造影CTにおいても造影剤投与量を減量することでCIN発症のリスクは低くなると考えられるが、安全な造影剤投与量というのは一律に規定できるものではない。腎機能の低下した患者では少量の造影剤投与量でもCINを発症する可能性がある。したがって、すべての造影CTにおいて、造影剤投与量は担当医により造影のリスクと検査のベネフィットを考慮して判断されなければならない。また、腎機能が低下した患者においては、造影CTの前後に補液などの十分な対策を講じ、さらに検査後は腎機能および患者状態の十分な評価・観察が重要となることはいうまでもない。

参考までに、Nymanらの論文に記載されている計算式より計算した、eGFR値に対して5%、10%、20%、30%の確率でCINを発症すると予測される造影剤投与量を図に示す。本計算式の妥当性について検討した研究は同じ筆者による1つの論文しかなく<sup>16)</sup>、十分なエビデンスがあるとはいえないので、あくまで参考程度にとどめるのがよい。

### CQ⑥-3

造影CTの短期間反復検査はCIN発症のリスクを増加させるか？



回答

CIN発症のリスクが増加するため、短期間（24～48時間）の造影CTの反復は推奨しない。

エビデンスレベル：V

推奨グレード：C2

### 背景

脳動脈瘤破裂や急性心筋梗塞などの救急患者では、24～48時間程度の短期間に、治療前評価、インターベンション、治療後評価などのために繰り返し造影剤が投与されることがある。



解説

CQ⑥-3

Abujudehら<sup>17)</sup>は、24時間以内に2回造影CTを実施した患者164例中21例（12.8%）でCINを発症したと報告している。この発症頻度は一般的なCINの発症頻度よりも高いことから、造影CTの反復によりCINの発症が増加する可能性がある。また、Trivediら<sup>18)</sup>は、2回造影剤が投与された患者28例を検討し、2回目の造影剤投与後にSCrは統計学的に有意に上昇し、eGFRは有意に低下して、28例中4例でCINを発症したと述べている。

一方で、Hopmanら<sup>19)</sup>は、造影CTを施行された脳卒中患者を対象とする研究で、24時間以内に2回目の造影CT検査を実施した55例の患者でCINを発症したものはなかったと報告している（造影剤投与量は180～260mL）。さらに、造影CTの回数とCINの発症に関連はなかったとする報告<sup>2)</sup>、32時間内に2回造影剤を投与した群と造影剤を一度も投与していない対照群間で腎障害の発症頻度に差がなかったという報告<sup>9)</sup>、造影CT後に血管造影を実施してもCINの頻度は増えなかったという報告などがあり<sup>20)</sup>、現時点で造影CTの反復によりCINが増加するという明確なエビデンスはない。

しかしながら、CQ⑥-2に示しているように、1回の造影剤投与量が多くなるにつれてCINの発症頻度は高くなるので、24～48時間程度の短期間に造影剤を反復投与する場合も、CINの発症率が高くなる可能性がある<sup>21)</sup>。したがって、原則として造影CTの反復検査は避け、短期間に頻回に造影検査を繰り返す患者においては、術前の腎機能およびCINのリスク評価に加え、腎機能の経時的変化も厳重に評価することが必要である。

### CQ⑥-4

外来の造影CTは入院の造影CTに比べてCIN発症のリスクが高いか？



回答

外来の造影CTにおいて、入院の造影CTよりCIN発症のリスクが高いとする明確なエビデンスはない。

エビデンスレベル：V

推奨グレード：該当せず

造影CTの半数以上は外来患者に対して施行されているが、外来患者においては造影CT前後の予防策や経過観察が十分でない可能性もあることから、CINの発症頻度が入院患者に比較して高いのではないかと危惧する意見がある。



解説

CQ⑥-4

Weisbordら<sup>11)</sup>によると、入院および外来での造影CTにおけるCINの頻度は、それぞれ12.6%および3.6%であり、入院患者において有意に高かったと報告している。ところが入院患者のみを対象としたShemaら<sup>6)</sup>の報告では、CINの頻度は4.6%であったとしている。一方、外来患者のみを対象としたMitchellら<sup>22)</sup>の報告によると、CINの頻度は11%とされる。

このように入院および外来患者におけるCINの発症頻度は、報告によりばらつきが大きく、現時点では入院あるいは外来患者のどちらか一方でCIN発症リスクが高いという明確なエビデンスはない。これらの論文間でCIN発症率に差異を生ずる理由としては、患者背景や重症度の差など、患者集団の不均一さにより生じるものと推測される。

## 【文 献】

- 1) Utsunomiya D, Yanaga Y, Awai K, Oda S, Funama Y, Namimoto T, Yamashita Y : Baseline incidence and severity of renal insufficiency evaluated by estimated glomerular filtration rates in patients scheduled for contrast-enhanced CT. *Acta Radiol* 2011 ; 52 (5) : 581-586. [IVb]
- 2) Oleinik A, Romero JM, Schwab K, Lev MH, Jhawar N, Delgado Almandoz JE, Smith EE, Greenberg SM, Rosand J, Goldstein JN : CT angiography for intracerebral hemorrhage does not increase risk of acute nephropathy. *Stroke* 2009 ; 40 (7) : 2393-2397. [IVa]
- 3) Herts BR, Schneider E, Obuchowski N, Poggio E, Jain A, Baker ME : Probability of reduced renal function after contrast-enhanced CT : a model based on serum creatinine level, patient age, and estimated glomerular filtration rate. *AJR Am J Roentgenol* 2009 ; 193 (2) : 494-500. [IVb]
- 4) Hipp A, Desai S, Lopez C, Sinert R : The incidence of contrast-induced nephropathy in trauma patients. *Eur J Emerg Med* 2008 ; 15 (3) : 134-139. [IVa]
- 5) Lencioni R, Fattori R, Morana G, Stacul F : Contrast-induced nephropathy in patients undergoing computed tomography (CONNECT)-a clinical problem in daily practice? A multicenter observational study. *Acta Radiol* 2010 ; 51 (7) : 741-750. [IVa]
- 6) Shema L, Ore L, Geron R, Kristal B : Contrast-induced nephropathy among Israeli hospitalized patients : incidence, risk factors, length of stay and mortality. *Isr Med Assoc J* 2009 ; 11 (8) : 460-464. [IVb]
- 7) Becker CR, Reiser MF : Use of iso-osmolar nonionic dimeric contrast media in multidetector row computed tomography angiography for patients with renal impairment. *Invest Radiol* 2005 ; 40 (10) : 672-675. [IVa]
- 8) Cramer BC, Parfrey PS, Hutchinson TA, Baran D, Melanson DM, Ethier RE, Seely JF : Renal function following infusion of radiologic contrast material. A prospective controlled study. *Arch Intern Med* 1985 ; 145 (1) : 87-89. [IVa]
- 9) Langner S, Stumpe S, Kirsch M, Petrik M : No increased risk for contrast-induced nephropathy after multiple CT perfusion studies of the brain with a nonionic, dimeric, iso-osmolal contrast medium. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008 ; 29 (8) : 1525-1529. [IVa]
- 10) Kim SM, Cha RH, Lee JP, Kim DK, Oh KH, Joo KW, Lim CS, Kim S, Kim YS : Incidence and outcomes of contrast-induced nephropathy after computed tomography in patients with CKD : a quality improvement report. *Am J Kidney Dis* 2010 ; 55 (6) : 1018-1025. [IVb]
- 11) Weisbord SD, Mor MK, Resnick AL, Hartwig KC, Palevsky PM, Fine MJ : Incidence and outcomes of contrast-induced AKI following computed tomography. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008 ; 3 (5) : 1274-1281. [IVa]
- 12) Newhouse JH, Kho D, Rao QA, Starren J : Frequency of serum creatinine changes in the absence of iodinated contrast material : Implications for studies of contrast nephrotoxicity. *AJR Am J Roentgenol* 2008 ; 191 : 376-382. [該当なし]
- 13) Nyman U, Almen T, Aspelin P, Hellstrom M, Kristiansson M, Sterner G : Contrast-medium-Induced nephropathy correlated to the ratio between dose in gram iodine and estimated GFR in mL/min. *Acta Radiol* 2005 ; 46 (8) : 830-842. [I]
- 14) Kane GC, Doyle BJ, Lerman A, Barsness GW, Best PJ, Rihal CS : Ultra-low contrast volumes reduce rates of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease undergoing coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 2008 ; 51 (1) : 89-90. [V]



- 15) Cigarroa RG, Lange RA, Williams RH, Hillis LD : Dosing of contrast material to prevent contrast nephropathy in patients with renal disease. *Am J Med* 1989 ; 86 (6 Pt 1) : 649-652. [IVb]
- 16) Nyman U, Bjork J, Aspelin P, Marenzi G : Contrast medium dose-to-GFR ratio : a measure of systemic exposure to predict contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention. *Acta Radiol* 2008 ; 49 (6) : 658-667. [V]
- 17) Abujudeh HH, Gee MS, Kaewlai R : In emergency situations, should serum creatinine be checked in all patients before performing second contrast CT examinations within 24 hours? *J Am Coll Radiol* 2009 ; 6 (4) : 268-273. [V]
- 18) Trivedi H, Foley WD : Contrast-induced nephropathy after a second contrast exposure. *Ren Fail* 2010 ; 32 (7) : 796-801. [V]
- 19) Hopyan JJ, Gladstone DJ, Mallia G, Schiff J, Fox AJ, Symons SP, Buck BH, Black SE, Aviv RI : Renal safety of CT angiography and perfusion imaging in the emergency evaluation of acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008 ; 29 (10) : 1826-1830. [V]
- 20) Lima FO, Lev MH, Levy RA, Silva GS, Ebril M, de Camargo EC, Pomerantz S, Singhal AB, Greer DM, Ay H, González RG, Koroshetz WJ, Smith WS, Furie KL : Functional contrast-enhanced CT for evaluation of acute ischemic stroke does not increase the risk of contrast-induced nephropathy. *AJNR Am J Neuroradiol* 2010 ; 31 (5) : 817-821. [IVa]
- 21) Stacul F, van der Molen AJ, Reimer P, Webb JA, Thomsen HS, Morcos SK, Almén T, Aspelin P, Bellin MF, Clement O, Heinz-Peer G : Contrast Media Safety Committee of European Society of Urogenital Radiology (ESUR) : Contrast induced nephropathy : updated ESUR Contrast Media Safety Committee guidelines. *Eur Radiol* 2011 ; 21 : 2527-2541. [VI]
- 22) Mitchell AM, Jones AE, Tumlin JA, Kline JA : Incidence of contrast-induced nephropathy after contrast-enhanced computed tomography in the outpatient setting. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010 ; 5 (1) : 4-9. [V]

## 6章 アブストラクトテーブル

論文著者/研究デザイン エビデンスレベル	対象・対照	検査法/評価時期・方法	結 果
2. Oleinik, et al : Stroke 2009 ; 40 : 2393-2397.  [IVa]	<b>対象</b> : CTA 実施患者 348 例, 腎障害患者 4.6%  <b>対 照</b> : CTA 非 実 施 患 者 191 例, 腎障害患者 13%	<b>検査</b> : 造影剤の投与方法, 投与量には言及なし  <b>評価時期</b> : 48 時間  <b>評価方法</b> : SCr の変化を検査前 48 時間後で評価, SCr 25%または 0.5 mg/dL より増大したものを CIN と定義	<b>対象群</b> : CTA 実施患者で CIN 6%  <b>対照群</b> : CTA 非実施患者で CIN 10% p=0.1NS  GFR の低下は, CIN 発症の独立因子となる (p<0.0001). 造影をしていない患者での CIN リスクは 14%, 1 回している患者では 5%, 2 回以上している患者では 6%
3. Herts, et al : AJR Am J Roentgenol 2009 ; 193 : 494-500.  [IVb]	<b>対象</b> : 外来患者 5,187 例, いずれも検査前および検査後 4 日の SCr を測定	<b>検査</b> : 造影剤投与量, 投与方法についての詳細の記載なし  <b>評価時期</b> : 4 日	造影前の eGFR により, 造影後の eGFR が 45 or 60 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> 未満になる確率が予測できる.
4. Hipp A, et al : Eur J Emerg Med 2008 ; 15 : 134-139.  [IVa]	<b>対象</b> : 外傷患者 235 例で造影 CT を実施したもの  <b>対照</b> : 非造影 CT の対照群の設定なし	<b>検査</b> : Iohexol 150 mL, 造影剤濃度, 投与速度には言及なし  <b>評価時期</b> : 48 時間  <b>評価方法</b> : SCr の変化を検査前 48 時間後で評価, SCr 25%または 0.5 mg/dL より増大したものを CIN と定義	<b>対象群</b> : 12 人 (5.1%) で CIN 発症, SCr >1.5 では CIN の相対リスク 6.4, eGFR が 60 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> 以下の患者で CIN 多い.  <b>統計的な有意差の有無</b> : p=0.02
5. Lencioni R, et al : Acta Radiol 2010 ; 15 : 741-750.  [IVa]	リスク (糖尿病, 腎機能障害, 心不全など) を有する患者 493 例  169 (全患者の 34%) が腎機能障害を有する (eGFR<60 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> )	<b>検査</b> : Iodixanol-320 を平均 131 mL, 平均 2.9 mL/sec で投与  <b>評価時期</b> : 72 時間  <b>評価方法</b> : 検査後 72 時間の SCr が 0.5 mg/dL 以上上昇したものを CIN と定義	全患者の 2.6%, 腎機能低下患者の 4.7% で CIN を発症, 多変量解析では腎機能低下のみが CIN の発症の予測因子であった.
6. Shema L, et al : Isr Med Assoc J 2009 ; 11 : 460-464.  [IVb]	<b>対象</b> : 入院中に造影 CT を実施した 1,111 例が対象. このうち腎障害患者は 273 例  <b>対照</b> : 造影剤非投与群の設定なし	<b>検査</b> : 造影法の詳細については言及なし  <b>評価時期</b> : 1~5 日  <b>評価方法</b> : 造影剤投与後に, 1~5 日に SCr が 0.5 mg/dL より増加したものを CIN と定義	全体の CIN の発症率 4.6%, 腎障害患者では CIN の発症は 14.1~21.1%, 糖尿病と腎障害の両者がある患者では 44.4%, CKD のある患者は CIN の発症が有意に高い (p<0.001).
7. Becker CR, et al : Invest Radiol 2005 ; 40 : 672-675  [IVa]	<b>対象</b> : 100 例の腎機能障害患者, SCr1.5~6	<b>検査</b> : Iodixanol-270 を 100 mL, 5.0 mL/sec で投与  <b>評価時期</b> : 3 日  <b>評価方法</b> : 検査後 3 日の SCr が 0.5 mg/dL 以上上昇したものを CIN と定義	100 例中 9 例 (9%) で CIN 発現, 7 例は回復



論文著者/研究デザイン エビデンスレベル	対象・対照	検査法/評価時期・方法	結 果
8. Cramer, et al : Arch Intern Med 1985 ; 145 : 87-89.  [IVa]	high risk group (SCr 1.5 mg/dL 以上, あるいは糖 尿病  対象 : 造影剤投与 19 例  対照 : 造影剤非投与 46 例		対象群 : 造影剤投与群 0/19 例で腎障害  対照群 : 造影剤非投与群 2/46 例で腎障害  統計的な有意差の有無 : NS
9. Langer S, et al : AJNR Am J Neuroradiol 2008 ; 29 : 1525-1529.  [IVa]	腎障害 (SCr>1.5) がもと もと存在する例 計 20 例, 造影 CT は 32 時間以 内に 2 回行っている  対 象 : Iodixanol 投 与 者 100 例  対照 : 造影剤非投与 100 例	検 査 : Iodixanol-270 を 60 mL, 注入速度 6.0 mL/ sec で投与  評価時期 : 48 時間, 72 時 間  評価方法 : SCr の変化を検 査前 48, 72 時間後で評 価, SCr 25% または 0.5 mg/dL より増大したもの を CIN と定義	対象群 : 造影剤投与群 0/7 例で CIN  対 照 群 : 造影剤非投与群 2/13 例で CIN  統計的な有意差の有無 : NS
10. Kim SM, et al : Am J Kidney Dis 2010 ; 55 : 1018-1025.  [IVb]	eGFR 60 未満で造影 CT を行った患者 520 例, 検査 前に生食, 検査後に生食 + NAC 投与	検査 : 非イオン性造影剤, 量, 注入速度に関しては言 及なし.  評価時期 : 48~96 時間  評価方法 : SCr の変化を検 査前 48~96 時間後で評 価, SCr 25% または 0.5 mg/dL より増大したもの を CIN と定義	造影剤腎症 2.5% の患者で発症, eGFR に 応じて発症率が異なる.
11. Weisbord, et al : Clin J Am Soc Nephrol 2008 ; 3 : 1274-1281.  [IVa]	入院患者 (119 例) vs 外来 患者 (248 例), 除外基準 : 末期腎疾患患者, 透析患 者, 人工呼吸器装着患者, 急性肺塞栓患者, 大動脈瘤 破裂患者, 昇圧剤使用患 者, 収縮期血圧 90 mmHg 未満の患者	検査 : 造影剤種類, 造影剤 量, 投与量に関する言及なし  評価時期 : 48~96 時間  評価方法 : 検査後 48~96 時間の SCr が 25% または 0.25 mg/dL 以上上昇した ものを CIN と定義	全患者では, 入院患者の CIN が有意に多い (p=0.001 or p=0.004)  eGFR 45 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> 以下の患者 では, 入院患者と外来患者で CIN の頻度 に差がない.  eGFR 45 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> より大の患 者では, 入院患者の CIN が有意に多い (p <0.001 or p=0.001)
13. Nyman U, et al : Acta Radiol 2005 ; 46 : 830-842.  [I]	対象 : metaanalysis (心血 管系のランダム化試験 10 論文 + 2 コホート研究論 文, 造影 CT のランダム化 試験 3 + 1 コホート研究論	検査 : 心血管造影および造 影 CT	ヨード量/GFR 比が, CIN 発症頻度と関 連する.
14. Kane GC, et al : J Am Coll Cardiol 2008 ; 51 : 89-90.  [V]	対 象 : 185 例, Founda- tion stages 3 to 5 chronic, nondialysis- dependent kidney, 収縮 期血圧 90 mmHg 以下は除 外 disease  対照 : なし	検査 : 心カテ (冠状動脈造 影), 造影剤使用量 27 mL (四分範囲 20~50 mL)  評価時期 : 術後 7 日以内  評価方法 : 術後 7 日以内に sCr が 0.5 mg/dL 以上上 昇と CIN を定義	造影剤使用量 14ML で CIN 4.4%, 造影 剤量が増加するにつれて CIN の頻度も増 加  統計的な有意差の有無 : p=0.005

論文著者/研究デザイン エビデンスレベル	対象・対照	検査法/評価時期・方法	結 果
15. Cigarroa, et al : Am J Med 1989 ; 86 : 649-665.  [IVb]	<b>対象</b> : 腎機能障害 (Cr が 1.8 mg/dL 以上) で心血管 造影を行った 115 例  <b>対照</b> : なし	<b>検査</b> : Renografin-76 を使用 (ヨード濃度 370 mg/ dL), 量については言及なし.  <b>評価時期</b> : 術後 5 日まで毎 日 Cr を測定	造影剤使用量の上限は, 5 mL of con- trast/kg body weight (maximum, 300 mL)
15. Nyman U. et al : Acta Radiol 2008 ; 49 : 658-667.  [V]	<b>対象</b> : 急性心筋梗塞を疑っ て心臓カテーテル検査を 行った 391 例  <b>対照</b> : なし	<b>検査</b> : 造影剤は Iopentol- 350 (低浸透圧造影剤, GE 社) を使用, 量は不明  <b>評価時期</b> : 72 時間以内  <b>評価方法</b> : CIN の定義 : SCr 44.2 $\mu$ mol/L 以上上 昇あるいは乏尿/無尿をき たしたもの.	g-I/eGFR < 1 の時, CIN の頻度は 3%, g-I が 1 以上のとき, CIN の頻度は 25%
17. AbuJudeh HH, et al : J Am Coll Radiol 2009 ; 6 : 268-273.  [V]	24 時間以内に 2 回 CT を 実施した 164 例の患者, 2 回の CT の間隔平均 11.4 時間, もともと SCr が 1.5 以上は 15 例, eGFR が 60 未満は 21 例, 1 回目の CT のみの患者の対象なし	<b>検査</b> : 造影剤は Iopamidol あるいは Iopromide, 1 回 目の投与量平均 126.2 mL, 2 回目の投与量 123.4 mL  <b>評価時期</b> : 48 時間以内  <b>評価方法</b> : SCr 25% 増大 したものを CIN と定義	21 例 (12.8%) の患者が 2 回目の検査 後 24 時間以内に CIN, 多変量解析によ ると CIN のリスクファクターは 1 回目と 2 回目の間の SCr であった (odds 18, p < 0.005).
18. Trivedi, et al : Ren Fail 2010 ; 32 : 796-801.  [V]	2 回の造影 CT を行った患 者 28 例, eGFR 60 未満, 2 回目の CT の直前の SCr は初回 SCr の 125% 未満, 1 回目と 2 回目の間隔 20 $\pm$ 13 日	<b>検査</b> : 造影剤量 130+42 mL <b>評価時期</b> : 3 日 <b>評価方法</b> : SCr の変化を検 査前と 2 回目 CT の 3 日後 で評価, SCr 25% 増大し たものを CIN と定義	2 回目の CT 後に平均 SCr および eGFR は有意に悪化, 2 回目の CT 後に 4 例 (14.3%) で CIN 発症  <b>統計的な有意差の有無</b> : 2 回目の造影剤 投与後に SCr および eGFR は有意に低下 (p = 0.027 および 0.028)
19. Hopyan, et al : AJNR Am J Neurora- diol 2008 ; 29 : 1826- 1830  [V]	<b>対象</b> : 急性脳梗塞あるいは 急性脳出血患者 198 例  対照群の設定なし	<b>評価時期</b> : 72 時間以内 <b>評価方法</b> : SCr 25% 増大 したものを CIN と定義	5 例 (2.9%) で CIN 発症. 5 例中 3 例 は CTA と CTP の両方を施行していた. 55 例の患者は, 24 時間以内に 2 回目の 造影 CT 検査を実施 (造影剤量 180~260 mL) が CIN を発症したものはいなかっ た.
20. Lima FO, et al : AJNR Am J Neurora- diol 2010 ; 31 : 817- 821.  [IVa]	<b>対象</b> : 虚血性脳卒中患者の うち造影 CT 患者 575 例  <b>対照</b> : 非造影患者 343 例	<b>検査</b> : Iopamidol 100~ 140 mL (濃度は不明)  <b>評価時期</b> : 72 時間以内  <b>評価方法</b> : SCr 25% 増大 したものを CIN と定義	<b>対象群</b> : 腎障害 5%  <b>対照群</b> : 腎障害 10% p = 0.003  造影 CT 後に血管造影を実施した患者と 実施しない患者の間で, 急性腎障害の頻 度は増加しなかった (5% vs 5%, p = 0.70)
22. Mitchell AM, et al : Clin J Am Soc Nephrol 2010 ; 5 : 4- 9.  [V]	<b>対象</b> : 外来患者 633 例をエ ントリ, そのうち腎不全患 者は 15 例  <b>対照</b> : 造影剤非投与群の設 定なし	<b>評価時期</b> : 2~7 日 <b>評価方法</b> : 検査前 2~7 日 後で SCr の変化を評価, SCr 25% または 0.5 mg/ dL より増大したものを CIN と定義	70 例 (11%) で CIN, その 6 例 (9%) はさらに重篤な腎不全を発症