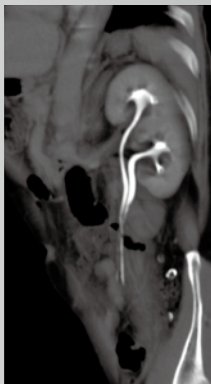
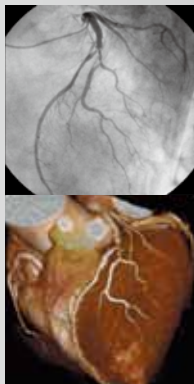


腎障害患者における ヨード造影剤使用に関する ガイドライン 2012

ダイジェスト版

共同編集

日本腎臓学会・日本医学放射線学会・日本循環器学会



東京医学社

腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン 2012
エッセンス

造影剤腎症の定義

ヨード造影剤投与後、72 時間以内に血清クレアチニンが前値より 0.5 mg/dL 以上
または 25% 以上増加した場合を造影剤腎症と定義する

- ・できるだけ造影検査直近の SCr 値を用いて評価する。
- ・GFR 評価には推算 GFR (eGFR) を用いる。
- ・造影剤腎症が疑われる場合には、より早期から、そして経時的な血清クレアチニン値の
評価が必要。

リスク・患者評価

CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
CKD	CIN のリスクファクターである	該当 せず	Ⅳa	24
加齢	CIN のリスクファクターである			
糖尿病	CKD を伴う場合は CIN のリスクファクター、伴 わない場合はリスクファクターが明らかでない			
RAS 阻害薬使用	リスクを増加させるエビデンスはない	C2	Ⅳa	27
利尿薬使用	特にループ利尿薬の使用は推奨しない		Ⅱ	28
NSAIDs 使用	使用は推奨しない		Ⅰ	29
ビグアナイド系 糖尿病薬	乳酸アシドーシスのリスクとなる			
CIN の発症は生命予 後を増悪させるか	CIN を発症した CKD 患者の 生命予後は不良	該当 せず	Ⅳa	34
腹膜透析患者	残存腎機能低下のリスクとなる可能性			36
リスクスコアは有用か	推奨するのは適当ではない			37

造影剤の種類と量

CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
造影剤投与量の減量	必要最小限にすることを推奨	A	Ⅱ	40
低浸透圧造影剤と 高浸透圧造影剤	低浸透圧造影剤を推奨*	該当 せず		41
等浸透圧造影剤と 低浸透圧造影剤	いずれが優れるか、明確な結論は得られて いない			42
低浸透圧造影剤間の種類	いずれが優れるか、明確な結論は得られて いない			
経動脈投与と経静脈投与	経動脈投与は、経静脈投与より CIN の発症 率が高い傾向		Ⅳa	45

*本邦では、高浸透圧造影剤は血管内投与の適応がなく、誤って使用しないように注意する。

侵襲的診断法（心臓カテーテル検査など）

CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
CKD	CIN のリスクファクターである。 eGFR<60 mL/min/1.73m ² の場合、予防 策を講ずることを推奨	A	Ⅰ	50
造影剤投与量	必要最小限にすることを推奨	A	Ⅱ	52
短時間での反復検査	推奨しない	C2	Ⅵ	54
CKD は PCI による CIN 発 症を増加するか	PCI 自体は CKD の予後を悪化しない	A	Ⅰ	54
CIN とコレステロール 塞栓症の鑑別	通常は鑑別可能	該当せず	Ⅳb	56

非侵襲的診断法（造影 CT など）

CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
CKD	CIN のリスクファクターである。 特に eGFR<45 mL/min/1.73m ² の場合、 予防策を講ずることを推奨	B	IVa	58
造影剤投与量	必要最小限にすることを推奨	C1	V	59
短時間での反復検査	推奨しない	C2	V	61
入院と外来のCINの頻度差	明らかではない	該当せず	V	63

造影剤腎症の予防法：輸液

CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
生理食塩水など等張性輸 液製剤の投与	造影検査前後の経静脈的投与を推奨 低張性 (0.45%) より等張性輸液を推奨	A	II	65
飲水	輸液と同等かはエビデンスが不十分 飲水のみより輸液を推奨	C1		67
重炭酸ナトリウム (重曹) 液	重曹輸液が生理食塩水より優れる可能性	C1	I	69
短時間の輸液	長時間の輸液より CIN 発症を増加する可能性	C2	II	72

造影剤腎症予防のための輸液法

1. 生理食塩水を、造影開始 6 時間前より 1mL/kg/hr で輸液し、
造影終了後は 1mL/kg/hr で 6～12 時間輸液する。
2. 重曹液 (1.26%, 152mEq/L) を、造影開始 1 時間前より 3mL/kg/hr で輸液し、
造影終了後は 1mL/kg/hr で 4～6 時間輸液する。

推奨グレード A

輸液により心不全を起こす可能性がある場合には、輸液量を減量することを考慮する。

造影剤腎症の予防法：薬物療法、透析

	CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
薬物療法	N-acetylcysteine	推奨しない	C2	I	75
	hANP	推奨しない		II	77
	アスコルビン酸	推奨しない		I	78
	スタチン	推奨しない		I	79
透析	血液透析療法	推奨しない	D	I	80
	血液濾過	推奨しない	C2	II	

造影剤腎症発症後の治療法

	CQ	回答	推奨 グレード	エビデンス レベル	頁
薬物療法	ループ利尿薬	推奨しない	D	I	82
	輸液	推奨しない	C2	IVa	83
	低用量ドーパミン	推奨しない	D	I	84
	hANP	推奨しない	D	I	85
透析	急性血液浄化療法	乏尿を伴う、全身状態不良な患者に は推奨する	B	I	86

推奨グレード

グレード A	強い科学的根拠があり、行うように強く奨められる
グレード B	科学的根拠があり、行うように奨められる
グレード C1	科学的根拠はないが、行うように奨められる
グレード C2	科学的根拠はないが、行うように奨められない
グレード D	無効性あるいは害を示す科学的根拠があり、行わないように奨められる

表紙写真提供：

右側：3DCT 正常例(動脈相，静脈相，排泄相の fusion 画像)

日本医科大学放射線医学 林 宏光 先生

中央：重複腎盂尿管 CT urography

日本医科大学放射線医学 林 宏光 先生

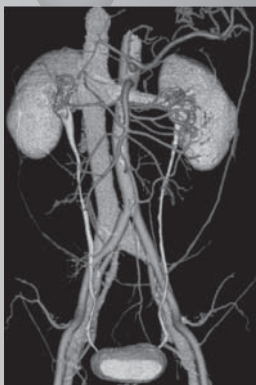
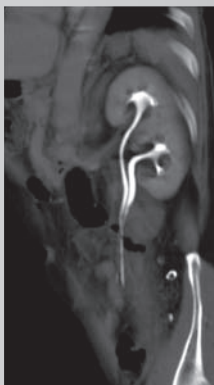
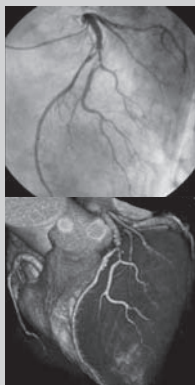
左側：冠動脈血管造影(上)，MDCT(下)

筑波大学循環器内科 佐藤 明 先生

腎障害患者における ヨード造影剤使用に関する ガイドライン2012 ダイジェスト版

共同編集

日本腎臓学会・日本医学放射線学会・日本循環器学会



東京医学社

「腎障害患者におけるヨード造影剤 使用に関するガイドライン」 発刊にあたって

日本腎臓学会理事長

槇野博史

現在の日常診療において、ヨード造影剤を用いた造影画像診断は、多くの診療科にとって最も重要な検査の1つになっています。特に狭心症、心筋梗塞をはじめとした循環器疾患領域や、血管外科領域においては、ヨード造影剤の使用は画像診断のみならず、各種のinterventionにも必須となっています。しかし、腎機能が低下している患者にヨード造影剤を使用する場合には造影剤腎症発症のリスクがあり、この発症をいかに回避するかの指針が求められていました。そこで造影画像診断にかかわることの多い日本循環器学会、日本医学放射線学会と、造影剤腎症にかかわることの多い日本腎臓学会が共同で「腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン」を作成しました。

今回のガイドラインのように、複数の学会が合同でガイドラインを作成することは、これまでにはない画期的なことであります。学問の細分化に伴い、多くの学会がそれぞれ独自のガイドラインを発行している現状において、実際に使用する臨床家が1つの事象に対して複数のガイドラインを参照することは不便なことであり、実際的ではありません。今回発行された「腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン」は、日本腎臓学会、日本循環器学会、日本医学放射線学会の3学会が合同して練り上げたガイドライ

ンです。日常臨床において本ガイドラインを有効に利用していただき、安全な造影画像診断が行われ、本ガイドラインが造影剤腎症の発症抑制に寄与することができれば幸いです。

日本医学放射線学会理事長

栗林 幸夫

近年における画像診断法の発達に伴って詳細な画像情報が得られるようになっており、CT や心血管造影などのヨード造影剤を用いた画像検査は、多くの疾患の診断プロセスにおいて有用な情報を提供しています。

しかしながら、腎機能が低下している患者に対してヨード造影剤を使用すると造影剤腎症を起こすリスクがあり、造影画像検査の診療現場でヨード造影剤の投与に関して悩むことも少なくありません。これまで、わが国ではこのような患者に対する造影剤の使用法に関する指針は示されていませんでした。

今般、ヨード造影剤を用いた診断、治療にかかわることが多い造影剤を使用する側の専門家である日本医学放射線学会と日本循環器学会、腎障害を診療する専門家である日本腎臓学会の3学会の共同で、「腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン」を作成することとなりました。このガイドラインの目標は、ヨード造影剤を使用することによって起こる腎機能障害の発症を予防することであり、造影剤を使用する患者に対する腎機能の評価法の標準化と、造影剤の使用の適正化を目的としたものです。

今回のガイドライン作成に際しては、関連する複数

の学会が合同で委員会を構成して作成にあたり、委員の先生方の献身的な努力により、本ガイドラインの完成に至りました。日常の診療現場において本ガイドラインを活用していただき、多くの患者にとって安全な造影画像検査が施行でき、造影剤腎症の発症予防に寄与することを祈念いたします。

日本循環器学会理事長

松崎 益徳

近年心血管病は増加の一途をたどっていますが、多くの循環器疾患においては、正確な診断に基づいた的確な治療により予後改善が得られることが明確となっています。このような背景から日本循環器学会では、実地医家の方々の実臨床に役立てていただくために循環器疾患における最新の知見に基づいた「診断と治療に関するガイドライン」を刊行しております。

正確な診断と的確な治療の重要性が高まる現在において、ヨード造影剤を用いた画像検査は避けては通れない必須のものであると考えられ、日本循環器学会ではヨード造影剤を用いた諸検査・諸治療の意義と問題点を十分に理解することの重要性を実感していました。

特に心腎連関の重要性がクローズアップされ、心血管疾患の予後に腎障害が強く関与するとの多くのエビデンスが報告されるにつれて、日本循環器学会としても、腎機能低下例におけるヨード造影剤による腎症発症のリスク評価と発症予防に対するガイドラインの必要性を考慮しているところでありました。

今回、ヨード造影剤使用による診断・治療手技にか

かわることの多い日本循環器学会，日本医学放射線学会と，造影剤腎症の診断と治療にかかわることの多い日本腎臓学会の3学会が共同で，「腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン」を作成するに至りました．各学会がそれぞれ独自のガイドラインを発行する現状において，分野の異なる複数の学会が合同ガイドラインを作成することは多くの困難を伴うことでもあり，世界的にもまれで画期的な出来事です．

今回その困難を乗り越え，合同ガイドラインが完成しました．この「腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン」が多くの実地医家にとって真に役立つものとなり，ひいては多くの腎障害患者にとって，より安全で的確な循環器疾患の診断と治療に結びつくことを祈念いたします．

目次

発刊にあたって 2

ガイドライン作成委員会委員 10

略語一覧 12

①腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン(ダイジェスト版)の概要…16

1. ガイドラインの目的 16
2. 本ガイドラインの使用上の注意 17
3. 使用した論文の選択とエビデンスレベルと推奨グレード 17
4. 外部評価 19
5. 今後の予定 19
6. 利益相反 20
7. ダイジェスト版 20

②造影剤腎症の定義 ……21

CQ ②-1 造影剤腎症 (contrast induced nephropathy : CIN) はどのように定義されるか? 21

③リスク・患者評価 ……24

CQ ③-1 CKD は CIN 発症のリスクを増加させるか? 24

CQ ③-2 加齢は CIN 発症のリスクを増加させるか? 24

CQ ③-3 糖尿病は CIN 発症のリスクを増加させるか? 24

- CQ ③-4** RAS 阻害薬使用は CIN 発症のリスクを増加させるか？ 27
- CQ ③-5** 利尿薬使用は CIN 発症のリスクを増加させるか？ 28
- CQ ③-6** NSAIDs 使用は CIN 発症のリスクを増加させるか？ 28
- CQ ③-7** ビグアナイド系糖尿病薬を服用している患者へのヨード造影剤投与は、乳酸アシドーシスのリスクを増加させるか？ 29
- CQ ③-8** CIN の発症は CKD 患者の生命予後を増悪させるか？ 34
- CQ ③-9** 腹膜透析患者への造影剤投与は残存腎機能低下のリスクを増加させるか？ 36
- CQ ③-10** CIN の発症に関するリスクスコアは有用か？ 37

④造影剤の種類と量 40

- CQ ④-1** 造影剤投与量の減量は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 40
- CQ ④-2** 低浸透圧造影剤は高浸透圧造影剤と比較して CIN 発症のリスクを減少させるか？ 41
- CQ ④-3** 等浸透圧造影剤と低浸透圧造影剤との間で CIN の発症リスクに違いがあるか？ 42
- CQ ④-4** 異なる種類の低浸透圧造影剤間で CIN 発症のリスクに違いがあるか？ 42
- CQ ④-5** 造影剤の侵襲的(経動脈)投与は、非侵襲的(経静脈)投与と比較して CIN 発症のリスクを増加させるか？ 45

⑤侵襲的診断法(心臓カテーテル検査など) 50

- CQ ⑤-1** CKD は CAG による CIN 発症のリスクを増加させるか？ 50
- CQ ⑤-2** CAG において造影剤使用量の減量は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 52
- CQ ⑤-3** CAG の短時間反復検査は CIN 発症のリスクを増加させるか？ 54
- CQ ⑤-4** CKD は PCI による CIN の発症を増加させるか？ 54
- CQ ⑤-5** CIN とコレステロール塞栓症による腎機能低下をどのように鑑別できるか？ 56

⑥非侵襲的診断法（造影 CT など）…………… 58

- CQ ⑥-1** CKD は造影 CT による CIN 発症のリスクを増加させるか？ 58
- CQ ⑥-2** 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？ 59
- CQ ⑥-3** 造影 CT の短時間反復検査は CIN 発症のリスクを増加させるか？ 61
- CQ ⑥-4** 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？ 63

⑦造影剤腎症の予防法：輸液…………… 65

- CQ ⑦-1** 生理食塩水投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 65
- CQ ⑦-2** 飲水は輸液と同等に CIN 発症のリスクを減少させるか？ 67
- CQ ⑦-3** 重炭酸ナトリウム（重曹）液投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 69
- CQ ⑦-4** 短時間の輸液は長時間の輸液と同等に CIN 発症を予防できるか？ 72

⑧造影剤腎症の予防法：薬物療法75

- CQ ⑧-1** N-acetylcysteine (NAC) 投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 75
- CQ ⑧-2** hANP 投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 77
- CQ ⑧-3** アスコルビン酸投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 78
- CQ ⑧-4** スタチン投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 79

⑨造影剤腎症の予防法：透析80

- CQ ⑨-1** CIN の発症予防を目的とした造影剤使用後の血液透析療法は、CIN 発症のリスクを減少させるか？ 80
- CQ ⑨-2** 血液透析に比べて、血液濾過は CIN 発症のリスクを減少させるか？ 80

⑩造影剤腎症の治療法82

- CQ ⑩-1** CIN 発症後のループ利尿薬投与は腎機能障害の進行を抑制するか？ 82
- CQ ⑩-2** CIN 発症後の輸液療法は腎機能障害の進行を抑制するか？ 83
- CQ ⑩-3** CIN 発症後の低用量ドーパミン投与は腎機能障害の進行を抑制するか？ 84
- CQ ⑩-4** CIN 発症後の hANP 投与は腎機能障害の進行を抑制するか？ 85
- CQ ⑩-5** CIN 発症後の急性血液浄化療法は腎機能予後を改善するか？ 86

索引89

腎障害患者におけるヨード造影剤 使用に関するガイドライン 作成委員会委員

委員長

- 大野 岩男 (東京慈恵会医科大学腎臓・高血圧内科—日本腎臓学会)
- 林 宏光 (日本医科大学放射線医学—日本医学放射線学会)
- 青沼 和隆 (筑波大学大学院人間総合科学研究科循環器内科学—日本循環器学会)

委員

- 堀尾 勝 (大阪大学大学院医学系研究科機能診断学—日本腎臓学会)
- 柏原 直樹 (川崎医科大学腎臓・高血圧内科—日本腎臓学会)
- 岡田 浩一 (埼玉医科大学医学部腎臓内科—日本腎臓学会)
- 小松 康宏 (聖路加国際病院腎臓内科—日本腎臓学会)
- 田村 正三 (宮崎大学医学部放射線科—日本医学放射線学会)
- 粟井 和夫 (広島大学大学院医歯薬保健学研究院放射線診断学—日本医学放射線学会)
- 山下 康行 (熊本大学大学院生命科学研究部放射線診断学分野—日本医学放射線学会)
- 桑鶴 良平 (順天堂大学医学部放射線医学—日本医学放射線学会)
- 平山 篤志 (日本大学医学部内科学系循環器内科学分野—日本循環器学会)
- 斎藤 能彦 (奈良県立医科大学第一内科—日本循環器学会)
- 室原 豊明 (名古屋大学大学院医学系研究科循環器内科学—日本循環器学会)
- 玉木 長良 (北海道大学大学院医学研究科病態情報学講座核医学分野—日本循環器学会)

協力者

佐藤 明 (筑波大学大学院人間総合科学研究科循環器内科学—日本循環器学会)

高山 忠輝 (日本大学医学部内科学系循環器内科学分野—日本循環器学会)

事務局

今井 圓裕 (名古屋大学大学院医学系研究科腎臓内科学—日本腎臓学会)

安田 宜成 (名古屋大学大学院医学系研究科 CKD 医療連携システム講座—日本腎臓学会)

外部評価委員

古家 大祐 (金沢医科大学内分泌代謝制御学—日本腎臓学会)

椿原 美治 (大阪府立急性期・総合医療センター腎臓・高血圧内科—日本腎臓学会)

堀江 重郎 (帝京大学医学部泌尿器科—日本腎臓学会)

興梠 征典 (産業医科大学放射線科—日本医学放射線学会)

鳴海 善文 (大阪医科大学放射線科—日本医学放射線学会)

早川 克己 (京都市民病院放射線科—日本医学放射線学会)

代田 浩之 (順天堂大学医学部循環器内科学—日本循環器学会)

野出 孝一 (佐賀大学医学部循環器・腎臓内科—日本循環器学会)

久保田 功 (山形大学医学部内科学第一 (循環・呼吸・腎臓内科学) 講座—日本循環器学会)

略語一覽

ACCF	American College of Cardiology Foundation
ACR	American College of Radiology …………… 米国放射線科医学会
ADQI	Acute Dialysis Quality Initiative
AKI	acute kidney injury…………… 急性腎障害
AKIN	Acute Kidney Injury Network
CAG	coronary angiography …… 冠動脈血管造影法
CAPD	continuous ambulatory peritoneal dialysis …………… 持続的携帯型腹膜透析 連続（持続）携行式腹膜透析
CCr	creatinine clearance …………… クレアチニークリアランス
CHD	continuous hemodialysis …… 持続的血液透析
CHF	continuous hemofiltration …… 持続的血液濾過
CHDF	continuous hemodiafiltration …………… 持続的血液濾過透析
CI	confidence interval…………… 信頼区間
CIAKI	contrast induced AKI …… 造影剤誘発急性腎障害
CIN	contrast induced nephropathy …… 造影剤腎症
CKD	chronic kidney disease …………… 慢性腎臓病
CTA	CT angiography …………… CT 血管造影
eGFR	estimated GFR …………… 推算糸球体ろ過 or 推定糸球体濾過量

ESUR	European Society of Urogenital Radiology …………… 欧州泌尿生殖器放射線学会
GFR	glomerular filtration rate ……糸球体濾過量 (値)
hANP	human atrial natriuretic peptide …………… ヒト心房性ナトリウム利尿ペプチド
HD	hemodialysis …………… 血液透析
HDF	hemodiafiltration …………… 血液濾過透析
HF	hemofiltration …………… 血液濾過
LVEF	left ventricular ejection fraction …………… 左室駆出分画 (率)
NAC	N-acetylcysteine
NO	nitric oxide…………… 一酸化窒素
NRD	nephropathy requiring dialysis ……透析の必要
NSAIDs	non-steroidal anti-inflammatory drugs …………… 非ステロイド系抗炎症薬
OR	odds ratio …………… オッズ比
PCI	percutaneous coronary intervention …………… 経皮的冠動脈インターベンション
PREPARED	Preparation for Angiography in Renal Dysfunction
PREVENT	Preventive strategies of renal insufficiency in patients with diabetes undergoing intervention or arteriography
PTA	percutaneous transluminal angioplasty …………… 経皮 (経管) 的血管形成 (術)
PTRA	percutaneous transluminal renal angioplasty …………… 経皮的腎血管形成 (術)

RAS	renin-angiotensin system レニン・アンジオテンシン系
RCT	randomized-controlled trial ランダム化比較試験
REMEDIAL	Renal Insufficiency Following Contrast Media Administration Trial
RIFLE	Risk, Injury, Failure, Loss of kidney function and End stage of kidney disease
RR	relative risk 相対リスク
SCAI	The Society for Cardiovascular Angiography and Intervention
SCr	serum creatinine 血清クレアチニン
STEMI	ST elevation myocardial infarction ST 上昇型心筋梗塞
UAP	unstable angina pectoris 不安定狭心症

腎障害患者における ヨード造影剤使用に関する ガイドライン〔ダイジェス ト版〕の概要

1. ガイドラインの目的

ヨード造影剤を使用した画像診断は、日常臨床において必須の検査項目であり、多くの有益な情報をもたらす。しかしながら、腎機能が低下した患者に対して造影剤を使用することは、造影剤腎症を起こすリスクがあり、その使用法についての指針が必要とされてきた。欧州泌尿生殖器放射線学会（European Society of Urogenital Radiology：ESUR）および米国放射線科医学会（American College of Radiology：ACR）からは、ガイドラインが出版されているが、わが国においてはまだガイドラインが作成されていない。そこで、造影剤を使用する側の専門家である日本医学放射線学会と日本循環器学会、腎障害を診療する専門家である日本腎臓学会の3学会共同で「腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン」を作成することとなった。

このガイドラインの目標は、造影剤を使用することによって起こる腎機能障害の発症を予防することである。そのため、造影剤を使用する患者に対する腎機能評価法の標準化と、造影剤使用の適正化を目的とする。本ガイドラインの対象は造影剤を使用する医師、造影検査を依頼する医師のみならず、造影検査に携わる診療放射線技師や看護師などの医療関係者である。

ガイドライン作成にあたっては、造影剤腎症を起こ

す可能性の高い腎機能が低下した患者を主な対象として記載した。

一般的に慢性腎臓病（chronic kidney disease : CKD）患者は、必ずしも腎機能が低下しているわけではなく、尿蛋白などの腎障害が認められるが、腎機能が $60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 以上ある CKD ステージ G1, G2 である患者も含んでいる。

しかし、本ガイドラインで CKD 患者に関する記載がある場合は、腎機能が低下した患者を CKD 患者として記載している点にご注意いただきたい。

2. 本ガイドラインの使用上の注意……………

本ガイドラインは基本的には現在の保険診療に基づいて記載されている。本ガイドラインは、医師が実地診療で造影剤を使用する場合の指針であり、最終的に造影剤の使用および造影剤腎症の予防的措置を講ずるかどうかは個別の症例で病態を把握し、患者への利益を考えたうえでの判断にゆだねられる。本ガイドラインの内容に従わない造影剤の使用が行われても、個々の症例での特別な事情を勘案した主治医の判断が優先されるものであり、追訴されるべき法的論拠を本ガイドラインが提供するものでは決していない。

3. 使用した論文の選択とエビデンスレベルと推奨グレード……………

診療ガイドラインの作成は Minds の推奨する手順によって行った。ガイドライン作成委員会で、造影剤腎症に関連するテーマ（9 章）を決定し、3 学会から少なくとも 1 人は参加したワーキンググループが、各章ごとにクリニカルクエスチョン（CQ）案を作成し、デルファイ法にて最終 CQ を決定した。

各ワーキンググループは担当する CQ に対して、1960～2011 年 8 月末までの期間の論文を、文献データベースとして PubMed, MEDLINE, The Cochrane Library, 医学中央雑誌を使用して検索・抽出し、批判的吟味を行った。エビデンスとして採用した文献に関してはエビデンスレベルをつけるとともに、アブストラクトテーブルを作成した（ダイジェスト版においては文献とアブストラクトテーブルを省略した.）。

CQ に対する回答に対して、エビデンスレベルと推奨グレードを記載した。

エビデンスレベルと推奨グレードを以下に記載する。

・エビデンスレベル

レベルⅠ：システマティックレビュー/RCT のメタ解析

レベルⅡ：1 つ以上のランダム化比較試験

レベルⅢ：非ランダム化比較試験

レベルⅣa：コホート研究

レベルⅣb：症例対照研究，横断研究

レベルⅤ：症例報告，ケースシリーズ

レベルⅥ：患者データに基づかない，専門委員会や専門家個人の意見

・推奨グレード

グレード A：強い科学的根拠があり，行うように強く勧められる

グレード B：科学的根拠があり，行うように勧められる

グレード C1：科学的根拠はないが，行うように勧め

られる

グレード C2：科学的根拠はないが、行うように勧められない。

グレード D：無効性あるいは害を示す科学的根拠があり、行わないように勧められる。

各 CQ に対する回答およびその推奨グレードの決定に際しても、デルファイ法を採用した。本書を使用する場合には、エビデンスレベルよりも CQ に対する回答の推奨グレードを重視していただきたい。推奨グレードにはエビデンスレベルだけでなく、エビデンスの質や臨床的重要性、害やコストに関する情報、保険適用があるか、国内で販売されているかなどに応じた判断も含まれている。

4. 外部評価

外部評価委員として、日本腎臓学会、日本医学放射線学会、日本循環器学会から3名ずつを選出していただき、評価を受けた。また、本ガイドライン最終案は3学会のホームページ上での閲覧を許可し、パブリックコメントをいただいた。これらのコメントをガイドライン作成委員会で協議して盛り込み、ガイドラインを確定した。

5. 今後の予定

本ガイドラインは書籍として刊行(東京医学社)後、和文にて日本腎臓学会誌、日本循環器学会公式ガイドラインに掲載し、また各学会のホームページに公開する予定である。英訳版も作成し、各学会の英文誌に掲載予定である。また、日本医療評価機構の Minds での公開も行う予定である。

このガイドラインは5年を目途に改訂を予定しており、各学会からの作成委員を新たに選定して、公明性を保つことを目指す。ダイジェスト版もあわせて改訂する予定である。

6. 利益相反

本ガイドラインの作成にあたっては、厚生労働科学研究費腎疾患対策事業CKDの早期発見・予防・治療標準化・進展阻止に関する調査研究（今井圓裕班長）と日本腎臓学会の資金でガイドライン作成委員会を開催した。交通費に関しては日本腎臓学会、日本医学放射線学会、日本循環器学会で負担した。

作成にかかわった委員および査読委員からは利益相反に関する申告書を提出していただき、各学会で管理することとした。

7. ダイジェスト版

本ダイジェスト版はガイドラインを携帯するに負担とならないポケット版として作成した。作成にあたり、ガイドライン本体の参考文献、アブストラクトテーブルは割愛した。また、簡略化のため背景をはじめ本文の一部削除・改変がなされている。また、図表は削除されておらず、一部新たにわかりやすくするために、本文を表に変えて追加した。ガイドラインの内容の十分な理解のためには、ガイドライン本体にあたっていただきたい。

造影剤腎症の定義

CQ
②-1

造影剤腎症（contrast induced nephropathy : CIN）はどのように定義されるか？

▶ 回答

ヨード造影剤投与後，72 時間以内に血清クレアチニン（SCr）値が前値より 0.5 mg/dL 以上または 25% 以上増加した場合を CIN と定義する。

▶ 解説 CQ②-1

CIN 発症のリスクは腎機能低下に応じて増加するので，造影前にできるだけ直近の SCr 値を用いて腎機能を評価することが重要である。慢性腎臓病（CKD）の腎機能による重症度分類（表 1）では， $\text{GFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ の G3a～G5 が CKD に該当する。腎機能が $\text{GFR} \geq 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 以上で蛋白尿がある症例も CKD と診断されるが，このガイドラインでは $\text{GFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ の腎機能低下例のみを CKD と表現する。

GFR 評価には，以下の推算式による推算 GFR（eGFR）を用いる。

日本人の GFR 推算式（18 歳以上を対象）

$\text{eGFR}_{\text{creat}} (\text{mL/min/1.73 m}^2) =$

$194 \times \text{Cr}^{-1.094} \text{ Age}^{-0.287}$ （女性は $\times 0.739$ ）

CIN とは，ヨード造影剤による腎障害のことで，造影後に腎機能低下がみられ，造影剤以外の原因（コレ

ステロール塞栓など)が除外される場合に診断される。一般的に腎機能低下は可逆的で、SCr 値は3~5日後にピークに達した後、7~14日後に前値に戻る。症例によっては、腎機能低下が進行し、人工透析が必要となる場合もある。

臨床研究では、CIN の診断基準として SCr 値の 0.5 mg/dL 以上の増加、1.0 mg/dL 以上の増加、25%以上の増加、50%以上の増加など、さまざまな基準が用いられ、腎機能低下を評価する時期も造影後 24 時間、48 時間、72 時間、4 日、7 日など一定していない。一般的には造影後、72 時間以内に SCr 値が前値より 0.5 mg/dL 以上または 25%以上増加した場合と定義され、

表 1 CKD の重症度分類 (2012)

原疾患			蛋白尿区分		A1	A2	A3
糖尿病			尿アルブミン定量 (mg/day)		正常	微量アルブミン尿	顕性アルブミン尿
			尿アルブミン/Cr 比 (mg/gCr)		30 未満	30～299	300 以上
腎炎 高血圧 多発性嚢胞腎 移植腎 不明 その他			尿蛋白定量 (g/day)		正常	軽度蛋白尿	高度蛋白尿
			尿蛋白/Cr 比 (g/gCr)		0.15 未満	0.15～0.49	0.50 以上
GFR区分 (mL/min/1.73m ²)	G1	正常または 高値	≥90				
	G2	正常または 軽度低下	60～89				
	G3a	軽度～ 中等度低下	45～59				
	G3b	中等度～ 高度低下	30～44				
	G4	高度低下	15～29				
	G5	末期 腎不全	<15				

KDIGO CKD guideline 2012 を日本人用に改変
透析や腎移植などが必要な末期腎不全や、脳卒中、心筋梗塞、心不全などの心血管系疾患
の発症リスクを低い方から、緑 →黄 →オレンジ →赤 と色分けしている。

多くの臨床研究で用いられている。実臨床では72時間にこだわらず、CIN 発症が疑われる場合は、より早期から、そして経時的な SCr 値評価を行うことが重要である。CIN の発症頻度は診断基準に大きく依存し、造影前の腎機能など CIN 発症群の臨床的な特質も診断基準に影響される。CIN の発症予防など、臨床研究を推進していくためにも診断基準の標準化が必要である。

AKI の定義と重症度分類

CIN は急性腎障害 (AKI) の1つである。AKI の国際診断基準として RIFLE 分類や AKIN 分類があり、ともに腎機能 (SCr や eGFR) 低下と尿量減少の程度で重症度を評価する。しかし CIN は一般に乏尿とならないため SCr の変化で定義した。

血清シスタチン C による GFR 推算式

eGFR_{cys} (mL/分/1.73m²)

男性 = $(104 \times \text{Scys}^{-1.019} \times 0.996^{\text{年齢(歳)}}) - 8$

女性 = $(104 \times \text{Scys}^{-1.019} \times 0.996^{\text{年齢(歳)}} \times 0.929) - 8$

血清シスタチン C 濃度(Scys)は国際的な標準物質に基づく値(mg/L)を用いる

- 血清シスタチン C 値は筋肉量や食事、運動の影響を受けにくいいため、SCr 値による GFR 推算式では評価が困難な場合に有用と思われる。

筋肉量が少ない症例(四肢切断、長期臥床例、
るいそうなど)

筋肉量が多い症例 (アスリート、運動習慣の
ある高齢者など)

- 血清シスタチン C 値に影響する因子として腎機能以外に妊娠、HIV 感染、甲状腺機能障害などが報告されている。薬剤による影響など十分に分かっていない点もある。

CQ
③-1

CKD は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

CKD (GFR<60 mL/min/1.73 m²) は CIN 発症のリスクファクターである。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：該当せず

CQ
③-2

加齢は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

加齢は CIN 発症のリスクファクターである。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：該当せず

CQ
③-3

糖尿病は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

CKD (GFR<60 mL/min/1.73 m²) を伴う糖尿病は CIN 発症のリスクファクターであるが、CKD を伴わない糖尿病が CIN 発症のリスクファクターであるかどうかは明らかではない。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：該当せず

▶ 解説 CQ③-1～CQ③-3

2006年のCIN consensus working panelによると、腎障害 ($\text{eGFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$) がCINの最も重要なリスクファクターであると報告されている。PCI後のCIN発症の検討では、CINはCKD患者 ($\text{eGFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$) では19.2% (381例/1,980例) に発症したが、CKDではない患者では13.1% (688例/5,250例) と有意に少なかったとしている。さらにPCI後の急性腎不全の発症は、SCr値が $< 2.0 \text{ mg/dL}$ では非糖尿病患者より糖尿病患者において高いが、SCr値が $\geq 2.0 \text{ mg/dL}$ では糖尿病の有無にかかわらず高リスクであったとされている。

Weisbordらは経静脈造影CT検査を受けた外来患者において、 eGFR が $45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 未満ではCINのリスクが有意に上昇したことを示しており、またKimらは造影CT検査後のCINの発症は eGFR $45 \sim 59 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ で0%、 eGFR $30 \sim 44 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ で2.9%、 $\text{eGFR} < 30 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ で12.1%であったと報告している。

2011年にESURから発表された造影剤安全委員会ガイドラインでは、CINのリスクは経動脈造影検査より経静脈造影検査のほうが低いこと、および eGFR $45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ が経静脈造影検査のCIN発症リスク閾値であると述べており、 eGFR $45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 未満ではCINの予防策（生理食塩水または等張性重炭酸Naの輸液）を講じることが望ましいとしている。

CKD、糖尿病とCIN発症に関しては、 $\text{eGFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ はCINのリスクファクターであるとされている。しかし、糖尿病は必ずしもCINのリスク

ではなく、リスク増強因子であるとしている。すなわち、糖尿病を合併した CKD 患者において CIN 発症リスクは高くなる。

CAGにおいて、CINの発症リスクを検討した成績では、検査前腎障害と腎障害のある糖尿病だけがCINのリスクであったとされている。糖尿病、CKD、糖尿病+CKDを対象に、CINの発症を検討した成績では、糖尿病+CKDはCINのリスクだが、糖尿病単独、CKD単独はCINのリスクではなかったと報告されている。また等浸透圧造影剤のiodixanolか低浸透圧造影剤を使った16のRCT（計2,727例）のメタ解析において、CINの発症予測因子はCKD、CKD+糖尿病、低浸透圧造影剤の使用であったとされている。

加齢と糖尿病がCIN発症のリスクファクターであることに関しては、種々の報告がある。PCIの施行中に予防策をとらなかったSCr値（ <1.5 mg/dL）患者3,036例を用いたコホート研究において、CINの発症率は7.3%であったが、このなかでCINのリスクファクターとしては、年齢（OR 6.4, 95%CI 1.01~13.3）、女性（OR 2.0, 95%CI 1.5~2.7）、左室駆出率 $<50\%$ （OR 1.02, 95%CI 1.01~1.04）、貧血（Hb <11 g/dL）（OR 1.5, 95%CI 1.01~2.4）、収縮期低血圧（ <100 mmHg）（OR 1.5, 95%CI 1.01~2.2）であり、さらにインスリン治療中の糖尿病は経口糖尿病薬や食事療法中の糖尿病に比して最も高いリスクであったと報告されている。

CIN発症の予防策を行ったCAGを受けた136例の観察研究において、15.44%がCINを起こしたが、高齢と心不全（左室駆出率 $<40\%$ ）がCINのリスクファクターであったとされている。さらに心不全と貧血、糖

尿病，心筋梗塞の既往，高齢（＞70歳）の複合はCINのリスクを3倍上昇させたと報告されている。

CQ
③-4

RAS 阻害薬使用は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

RAS 阻害薬が CIN のリスクを増加させるエビデンスはない。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：C2

3
リスク・患者評価

▶ 解説 CQ③-4

RAS 阻害薬が CIN のリスクを増加させるエビデンスはない。

過去の観察研究によると，RAS 阻害薬が造影剤腎症の発症を増加させるかに関する一定した見解はないが，腎臓内科専門医からは RAS 阻害薬を使用することにより，CIN の発症頻度を増加させる可能性があるとの意見もある。一方，RAS 阻害薬を心臓カテーテル検査前に予め中止する群と中止しない群に割り付けた RCT によると，両群間で CIN の発症率には差が認められなかった。このため，RAS 阻害薬を造影剤使用前に中止すべきとはいえない。しかし，CIN 発症のリスクがある期間中の RAS 阻害薬の開始，あるいは増量は推奨しない。

CQ
③-5

利尿薬使用は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

利尿薬, 特にループ利尿薬の使用は CIN のリスクであり, 使用は推奨しない。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ③-5

造影剤使用時にループ利尿薬を予防的に投与することにより, CIN の発症が増加することが認められている。したがって, 臨床的に許されれば利尿薬は中止すべきである。脱水がなくともループ利尿薬は CIN を起こしやすくなる。ループ利尿薬の使用に際して 0.45% 食塩水で体液量を維持していても, ループ利尿薬の投与では CIN の発症が有意に高かったことも報告されている。

なお, 最近, 尿量と等量の輸液を行う特殊な装置を用いて, 尿量を時間あたり 300 mL 確保するように生理食塩水による輸液とフロセミドの併用療法が CIN の発症を有意に抑えたとの RCT が 2 報報告された (7 章参照)。

CQ
③-6

NSAIDs 使用は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

NSAIDs は CIN 発症のリスクを増加させるため, 使用

は推奨しない。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ③-6

NSAIDsの使用によりCINのリスクが上昇することが示されているが、RCTによるエビデンスはない。造影剤を使用する前後24時間はNSAIDsの使用を中止するのがよい。



ビグアナイド系糖尿病薬を服用している患者へのヨード造影剤投与は、乳酸アシドーシスのリスクを増加させるか？

▶ 回答

ヨード造影剤の投与により一過性に腎機能が低下した場合、乳酸アシドーシスを発症するリスクとなる。ヨード造影剤を投与する場合には、緊急検査時を除きビグアナイド系糖尿病薬を一時的に休薬するなど、適切な処置を行うことを推奨する。

エビデンスレベル：Ⅰ

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ③-7

乳酸アシドーシスはビグアナイド系糖尿病薬による最も重篤な副作用であり、発症することはきわめてまれではあるものの、いったん発症すると予後は不良であり、致死率も高い。乳酸アシドーシスをきたしやすい病態に、腎機能障害（理由：未変化体のまま腎排泄されるため、腎機能が低下すると血中濃度も高くな

る可能性がある), 肝機能障害 (理由: 肝における乳酸の代謝能が低下する), そのほかに心不全や心筋梗塞, 呼吸不全 (理由: 低酸素血症を伴いやすく, 嫌氣的解糖が亢進し, 乳酸産生が増加する) などが知られている. その程度に応じ, わが国ではビグアナイド系糖尿病薬の投薬は禁忌とされており, 現在のところ, 適応を遵守すれば乳酸アシドーシスをきたす可能性はきわめて低い.

しかし, ビグアナイド系糖尿病薬服用患者において, ヨード造影剤の投与により一過性に腎機能が低下した場合, ビグアナイド系糖尿病薬の腎排泄が減少し, 乳酸アシドーシスを起こす危険性がある. 乳酸アシドーシスをきたしやすい病態を合併しているビグアナイド系糖尿病薬服用患者にヨード造影剤を投与した後, 急激な腎機能の悪化をきたし, 乳酸アシドーシスに至った症例や, 過去の症例をレビューしたケースシリーズが報告されている.

欧米のガイドラインでは, いずれにおいても腎機能などに応じた対応指針を示しており, 具体的な対応法は異なるものの, 腎機能が正常である場合, ヨード造影剤を用いた検査の前にビグアナイド系糖尿病薬の休薬を勧めるものはほとんどない (表 2).

ここでビグアナイド系糖尿病薬の添付文書の「重要な基本的注意」②に, 「ヨード造影剤を用いて検査を行う患者においては, 本剤の併用により乳酸アシドーシスを起こすことがあるので, 検査前は本剤の投与を一時的に中止する (ただし, 緊急に検査を行う必要がある場合を除く). ヨード造影剤投与後 48 時間は本剤の投与を再開しない. なお, 投与再開時には, 患者の状

態に注意する」と記載されている。また、「ビグアナイド薬の適正使用に関する委員会」の作成による「ビグアナイド薬の適正使用に関する Recommendation (2012 年 2 月 1 日)」〔日本糖尿病学会 (<http://www.jds.or.jp/>)；日本糖尿病協会 (<http://www.nittokyo.or.jp/>)〕において、乳酸アシドーシスの症例に認められた特徴の 1 つに腎機能障害患者があり，recommendation のなかでヨード造影剤の併用による腎機能障害の急性増悪がとりあげられ，注意喚起がなされている。これらを勘案し，本ガイドラインではヨード造影剤を投与する場合には，緊急検査時を除きビグアナイド系糖尿病薬を一時的に休薬するなど，適切な処置を行うことを推奨する。

表 2 ビグアナイド系糖尿病薬服用患者のヨード造影剤使用に関するガイドライン比較

腎機能評価法 腎機能異常値	JDS 言及せず 言及せず	ACR SCr 値 > 1.5 mg/dL	CAR eGFR < 45 mL/min/1.73m ²	ESUR eGFR (または SCr 値) < 60 mL/min/1.73m ²	RCR eGFR, SCr 値 eGFR < 60 mL/min/1.73m ² SCr 値言及せず	RANZCR eGFR (または SCr 値) 言及せず
腎機能正常患者におけるビグアナイド系糖尿病薬投与中止時期	造影剤使用前	腎機能正常であり、合併症がない場合：静注前に中止の必要はない。 腎機能正常であり、複数の合併症がある場合：静注時およびその後の48時間は中止する。	腎機能正常であり、通常用量 (100 mL 未満) の造影剤を使用する場合：中止の必要はなく、腎機能の再検査の必要もない。 重症、急性腎不全患者には注意を要する。	腎機能正常の場合：通常通りに続ける。	腎機能正常の場合：中止の必要はない。	腎機能正常で、造影剤 < 100 mL の場合：中止の必要はない。
腎機能障害患者におけるビグアナイド系糖尿病薬投与中止時期	腎機能障害患者はビグアナイド系糖尿病薬禁忌	腎機能異常の場合：注射時に中止する。	eGFR < 45 の場合：注射時に中止し、少なくとも48時間は再開すべきでない。 eGFR < 30 または急性腎不全で緊急でない検査の場合：検査48時間前からの中止	45 ≤ eGFR < 60 造影剤を静注する場合：通常通りに続ける。 30 < eGFR < 59 で造影剤を動注する場合：30 < eGFR < 44 で静注する場合、注射前48時間に中止する。 eGFR < 30 または、肝機能低下や低酸素症を合併している場合：メトホルミンは禁忌であり、造影剤の投与を避ける。 救急患者 造影剤投与時に中止し、検査後に乳酸アシドーシスの徴候をモニタする。	腎機能異常の場合：造影剤注射日から少なくとも48時間は中止を処方医にコンサルテーションする。	腎機能異常の場合：造影剤注射日から少なくとも48時間は中止する。

造影剤投与前 の腎機能検査 時期	言及せず	言及せず	言及せず	安定した外来患者： カ月 入院患者および不安定な 患者、急性腎不全患者：＜ 1 週間	造影剤投与が予定される前7 日以内	安定した患者：＜ 3 カ月 急性疾患や腎疾患 のある患者：＜7 日	安定した外来患者：＜3 カ月 安定した腎機能の入院 患者：＜7 日 SCr 値上昇している入 院患者 腎障害後の安定した 7～10 日間
造影剤投与後 の腎機能再検 査時期	言及せず	言及せず	腎機能正常で、合併症がない場合： 再検査の必要なし。 腎機能正常であり、複数の合併症がある場合：再評価の手順の構築は必要であるが、繰り返し SCr 値を測定する必要がある。	元の腎機能正常の場合： 全く必要なし。 腎機能異常のため、中止 した場合：48 時間または それ以降にときに再検査 する。	造影剤投与 48 時間後		腎機能正常：必要なし。 腎機能異常の場合：メ トホルミン再開前に測 定。
ビグアナイド 系糖尿病薬投 与再開時期	検査後 2 日間 は投与禁忌	検査後 2 日間 は投与禁忌	元の腎機能、乳酸アシドーシスにな りやすい合併症による。 i) 元の腎機能正常の場合：48 時間 後の再開前に再検査の必要なし。 ii) 腎機能正常、複数の合併症があ る場合：48 時間後の再開前に 再検査は必要ない（臨床的な判 断に応じて）。 iii) 元の腎機能異常の場合：メトホ ルミンが安全に再開できるまで 腎機能を慎重にフォローする。	少なくとも 48 時間は再 開すべきでなく、腎機能 が安定（元の Cr と比べ 25%未満の増加）した場 合：再開する。	30＜eGFR＜50 で造影剤を 動注する場合、30＜eGFR＜ 44 で静注する場合：腎機能 が悪化していなければ、48 時間後に再開する。 救急患者 SCr 値/eGFR が検査前と変 化なければ、48 時間後に再 開する。		

JDS : Japanese Diabetes Society (日本糖尿病学会編：科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン, 2010). ACR : American College of Radiology (Manual on Contrast Media version 7, 2010). CAR : Canadian Association of Radiologists (Consensus Guidelines for the Prevention of Contrast Induced Nephropathy, June 17, 2011). ESUR : European Society of Urogenital Radiology (updated ESUR Contrast Media Safety Committee guidelines, October 2010). RCR : The Royal College of Radiologists (Standards for intravascular contrast agent administration to adult patients Second edition, 2010). RANZCR : The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists (RANZCR Guidelines for Iodinated Contrast Administration March, 2009)

CQ
③-8

CIN の発症は CKD 患者の生命予後を増悪させるか？

▶ 回答

CIN の発症は CKD 患者の生命予後と関連し，CIN を発症した CKD 患者の予後は不良であるが，CIN が予後規定因子であるのか，予後予測因子であるのかは明らかでない。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：該当せず

▶ 解説 CQ③-8

CIN の多くは一過性であり，腎機能障害は通常回復することが知られているが，多くの報告において，CIN の発症とその後の生命予後に関連があるとされている。

CAG を施行した 78 例の CKD 患者において，可逆的な AKI をきたした 10 例における 5 年生存率が 90% であったのに対し，非可逆的な AKI をきたした 68 例の 5 年生存率は 32% であったとの報告がある。CT，CT 血管造影，血管造影，静脈造影，心臓カテーテル検査を対象とし，静脈内投与 53% を含めた検討において，CIN をきたした 809 例における 1 年後死亡率は 31.8% であるのに対し，CIN をきたさなかった 2,427 例の 1 年後死亡率は 22.6% と有意に少ないことが報告されている。Ioxaglete を使用した報告であるが，PCI を施行した 439 例の検討において，CIN をきたした 161 例における 1 年後の累積死亡率は 37.7% であるのに対し，CIN をきたさなかった 278 例の 1 年後の累積死亡

率は19.4%と、有意に少なかったと報告されている。また、緊急PCIを施行した338例において、CINをきたした94例における院内死亡率は9.4%だが、CINをきたさなかった244例の院内死亡率は3.3%と有意に少ないことが報告されている。

一般に、経静脈的造影剤投与によるCIN発症は経動脈的投与より少ないとされているが、経静脈的造影剤投与によるCINの発症と生命予後についての報告は少なく、コンセンサスは得られていない。

経静脈的造影剤投与によるCINの発症とその後の生命予後について、eGFR 60 mL/min/1.73 m²未満の造影CTを施行した421例において、CINと30日死亡に有意な関連は認められなかったとの報告がある。また、造影剤を経静脈的に投与した1,184例の外傷患者において、CINをきたした78例における院内死亡率は9.0%と、CINをきたさなかった群における院内死亡率3.2%より有意に高かったが、ロジスティック回帰解析では院内死亡とCINに有意な相関は認められなかったと報告されている。ICUにおいて造影CTを施行した139例において、CINをきたした16例におけるICU死亡率は31%、院内死亡率は50%であり、CINをきたさなかった123例におけるICU死亡率13%、および院内死亡率26%よりも高い傾向であったが、それぞれ $p=0.068$ 、 $p=0.074$ と統計学的な差は認められなかったとしている。いずれの報告も統計学的な解析に十分な症例数をもたないことが研究限界であると考察しており、今後のさらなる検討が期待される。

このように、CINと生命予後との関連については多数の報告が認められるものの、現在のところCINを合

併することで生命予後が悪くなる，すなわち予後規定因子であるか，あるいは生命予後の悪い患者がCINを合併する，すなわち予後予測因子なのかは，明らかになっていない。

CQ
③-9

腹膜透析患者への造影剤投与は残存腎機能低下のリスクを増加させるか？

▶ 回答

腹膜透析患者への造影剤投与は残存腎機能低下のリスクとなる可能性があるが，尿量が十分保たれていれば，造影剤 100 mL 程度では残存腎機能に影響を与えないという報告もある。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：該当せず

▶ 解説 CQ③-9

残存腎機能を保持している腹膜透析患者へのヨード造影剤の影響に関する報告は限られている。残腎機能 CCr 4.4~7.0 mL/min/1.73 m²の腹膜透析患者に造影剤 100 mL 程度投与しても，残存腎機能は対照群と比較しても低下しなかったという報告がある。本研究の対象となる腹膜透析患者群の特徴は，尿量が 1,300~1,800 mL/day と多かった点である。高度に腎機能が低下した CKD ステージ 5 であるにもかかわらず，造影剤を投与しても腎障害が進行しない理由は明らかではないが，尿量が維持されている点が重要であったのか，腹膜透析によって緩徐に透析液中へ造影剤が除去されることがよいのか，また腹膜透析患者で

は体液がアルカレミアの状態のことが多いのでこの影響があったのかなど、今後検討が必要である。また、尿量が 1,000 mL/day 未満の場合には十分なエビデンスがない。残腎機能 CCr 4.0 mL/min/1.73 m²未満になった際はどうか、さらに低下した患者ではどうか、造影剤の量は残存腎機能の程度によってどこまで許容できるかなどが今後の検討課題となる。



CINの発症に関するリスクスコアは有用か？

▶ 回答

CINの発症に関するリスクスコアの有用性が報告されている。しかし、リスクスコアの有用性は前向きには検討されていないため、その使用を推奨するのは適当ではない。

エビデンスレベル：Ⅳa 推奨グレード：該当せず

▶ 解説 CQ③-10

透析を受けていない PCI 施行患者において、リスクスコア（表 3）は、PCI 後の重度の腎障害のリスク予知に有用であるとされている。

しかし、リスクスコア自体は前向きには検討されていないこともあり、リスクスコアの使用を推奨するのは適当ではないとの意見もある。

PCI 後の CIN を予想するためのリスクスコアは CIN の発症リスク、透析のリスク評価に有用であるとされている。このリスクスコア値に基づく CIN のリスク、

表3 CIN リスクスコア

変数	スコア
年齢 ≥ 80	2.0
女性	1.5
糖尿病	3.0
準緊急	2.5
緊急	3.5
うっ血性心不全	4.5
クレアチニン 1.3~1.9	5.0
クレアチニン ≥ 2.0	10.0
経皮的冠動脈形成術前の 大動脈内バルーンパンピング	13.0
合計	16.5

(Brown JR : Am Heart J 2008 ; 155 : 260 より引用, 改変)

表4 CIN リスクスコア

リスクファクター	スコア (整数)
低血圧	5
大動脈内バルーンパンピング	5
うっ血性心不全	5
年齢 > 75 歳	4
貧血	3
糖尿病	3
造影剤量	100 mL 毎に 1
SCr 値 > 1.5 mg/dL	4
または	
eGFR (mL/min/1.73 m ²)	2 : eGFR 40~60 4 : eGFR 20~<40 6 : eGFR < 20

(Mehran R : J Am Coll Cardiol 2004 ; 44 : 1393 より引用, 改変)

透析のリスクはおのこの、5点以下では7.5%, 0.04%, 6~10点では14.0%, 0.12%, 11~16点では26.1%, 1.09%, 16点以上では57.3%, 12.6%と報告されている (表4).

合計して

リスクスコア	CIN のリスク	透析のリスク
0～5	7.5%	0.04%
6～10	14.0%	0.12%
11～16	26.1%	1.09%
>16	57.3%	12.60%

CQ
④-1

造影剤投与量の減量は CIN 発症のリスクを減少させるか？（CQ⑤-2 参照）

▶ 回答

造影剤投与量は、CIN 発症のリスクファクターの 1 つであり、投与量は必要最小限にすることを推奨する。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：A

▶ 解説 CQ④-1

冠動脈造影を施行した患者を対象として、体重と SCr 値を用いて最大造影剤投与量 = [造影剤 5 (mL/kg) × 体重 (kg)] / SCr (ただし、分子の造影剤量が 300 mL を超える場合は、上限を 300 mL とする) と定義して RCT が行われた。計算例：体重 50 kg で SCr 1.0 mg/dL の場合、最大造影剤投与量は $5 \text{ (mL/kg)} \times 50 \text{ kg} / 1 = 250 \text{ mL}$ となる。一方、体重 70 kg で SCr 1.0 mg/dL の場合、最大造影剤投与量は $5 \text{ (mL/kg)} \times 70 \text{ kg} / 1 = 350 \text{ mL}$ ではなく、 $300 \text{ (mL)} / 1 = 300 \text{ mL}$ となる。

結果として、最大造影剤投与量を超えて造影剤を使用した場合の CIN 発症率は 21% (6/29 例) で、最大造影剤投与量内の発症率 2% (2/86 例) より有意に高かった。

また、PCI を施行した 391 例を対象にした検討にて、CIN の独立した予測因子は「造影剤投与量」, 「eGFR」,

「LVEF」, 「心原性ショック」であり, 造影剤投与量 (gram-iodine) と腎機能 (eGFR) との比 (gram-iodine/eGFR) が 1 以上の CIN 発症率は 25% で, 1 未満における 3% より有意に高いと報告している.

PCI 患者の SCr 値の 0.3 mg/dL 上昇もしくは 50% 以上の上昇をきたした AKI 発症の検討でも, 前述した最大投与量を超えない投与量では統計学的に有意差がなかったのに対し, 最大投与量の 1.5 倍までの投与量で OR 1.60 (95%CI 1.2~1.97), 1.5~2 倍までの投与量で 2.02 (95%CI 1.45~2.81), 2 倍以上の投与量で 2.94 (95%CI 1.93~4.48) と, 造影剤投与量の増加によりその発症頻度が増加している.

造影剤の静脈内投与については, Weisbord らは, 421 例の造影 CT における検討の結果, 造影剤投与量が 100 mL を超えた場合には CIN 発症のリスクが高くなると報告している [OR 3.3 (95%CI 1.0~11.5)].

CQ
④-2

低浸透圧造影剤は高浸透圧造影剤と比較して
CIN 発症のリスクを減少させるか?

▶ 回答

CIN 発症のハイリスク症例では, 高浸透圧造影剤と比較して腎障害を惹起しにくい低浸透圧造影剤の使用を推奨する. なお, 本邦では高浸透圧造影剤に血管内投与の適応はない.

エビデンスレベル: II

推奨グレード: 該当せず

CQ
④-3

等浸透圧造影剤と低浸透圧造影剤との間で
CIN の発症リスクに違いがあるか？

▶ **回答**

等浸透圧造影剤と低浸透圧造影剤との間で CIN の発症リスクに違いがあるかについては、いまだ明確な結論は得られていない。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：該当せず

CQ
④-4

異なる種類の低浸透圧造影剤間で CIN 発症
のリスクに違いがあるか？

▶ **回答**

異なる種類の低浸透圧造影剤間での CIN 発症頻度の差については、いまだ明確な結論は得られていない。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：該当せず

▶ **解説** CQ④-2, 3, 4

31 試験のメタ解析の結果によると、イオン性高浸透圧造影剤に対して非イオン性低浸透圧造影剤による腎障害の OR は 0.61 (95%CI 0.48~0.77) であった。なお、わが国においては 2001 年 2 月に、イオン性高浸透圧造影剤の血管内投与の保険適応が削除されている。

低浸透圧造影剤と等浸透圧造影剤間の比較では、冠動脈または大動脈から大腿動脈血管造影を受けた SCr 1.5~3.5 mg/dL の糖尿病患者 129 例において等浸透圧造影剤群では 3% (2 例/64 例) が 0.5 mg/dL 以上の

SCr 上昇を示し、低浸透圧造影剤群 26% (17 例/65 例) と比較して有意に低く ($p=0.002$)、等浸透圧造影剤は低浸透圧造影剤に比べて CIN が発症する可能性が低いという報告がある。一方でランダム化比較前向き試験では、等浸透圧造影剤 (iodixanol) と低浸透圧造影剤 (iopamidol) では有意な差はなかった。また、25 試験でのメタ解析によると、等浸透圧造影剤は CIN 発症のリスクを低減しなかった (相対リスク 0.80, 95%CI 0.61~1.04)。しかし、経動脈的投与した腎機能が低下している患者群では、特定の低浸透圧造影剤 (iohexol) との比較において CIN 発症のリスクは等浸透圧造影剤 (iodixanol) で有意に低かったが (相対リスク 0.38, 95%CI 0.21~0.68)、ほかの低浸透圧造影剤と等浸透圧造影剤の間には有意差はなかった (相対リスク 0.95, 95%CI 0.50~1.78) と報告し、低浸透圧造影剤間のリスクに差がある可能性が示唆されている。一方で、CIN 発症のハイリスク症例では等浸透圧造影剤 (iodixanol) のほうが低浸透圧造影剤 (iohexol, ioxaglate) より CIN のリスクが高いという報告がある。CIN に関連する欧米ガイドラインを表 5 に示した。2011 年改訂の ESUR ガイドラインでは低浸透圧または等浸透圧造影剤の使用を推奨している。2009 年改訂の「ACC/AHA ST 上昇心筋梗塞患者管理ガイドライン」および「ACC/AHA/SCAI PCI ガイドライン」では、等浸透圧造影剤あるいは iohexol, ioxaglate 以外の低浸透圧造影剤の使用が推奨されていたが、2011 年改訂の「ACCF/AHA 不安定狭心症/非 ST 上昇型心筋梗塞患者管理ガイドライン」および「ACCF/AHA/SCAI PCI ガイドライン」では、低浸透圧造影剤もしくは等

表 5 CIN 関連ガイドラインにおける造影剤選択に関する記載

	ガイドライン	造影剤選択に関する記載
1	ESUR ガイドライン (2011 年改訂)	[1.3 検査時：CIN のリスクが高い患者] ・低浸透圧または等浸透圧造影剤を使用する
2	ACC/AHA ST 上昇型心筋梗塞患者管理ガイドライン (2009 年改訂)	・血管造影を施行する血液透析を受けていない CKD 患者においては、等浸透圧造影剤 (エビデンスレベル A) あるいは低浸透圧造影剤 (iohexol, ioxaglate 以外) を推奨 (エビデンスレベル B)
3	ACCF/AHA 不安定狭心症/非 ST 上昇型心筋梗塞患者の管理におけるガイドライン ACCF/AHA/SCAI PCI ガイドライン (2011 年改訂)	・低浸透圧造影剤もしくは等浸透圧造影剤のどちらを推奨するかに関する十分なエビデンスに乏しい

浸透圧造影剤のどちらかを推奨するかのエビデンスに乏しく、CIN 発症のリスクが高い場合には、適切な補液と必要最少量の低/等浸透圧造影剤を用いることが望ましいと記載されている。

X 線造影剤として高浸透圧造影剤が長期間使用されてきたが、高浸透圧による種々の副作用を引き起こした。1980 年代から市販された低浸透圧造影剤の登場と、その後の等浸透圧造影剤の開発により全体の副作用は減少し、わが国では 2001 年 2 月からイオン性高浸透圧造影剤の血管内投与は保険適用からはずれている。CIN は低浸透圧造影剤の普及により減少したが、現在も造影剤の主たる副作用の 1 つであり、現在使用されている低浸透圧造影剤、等浸透圧造影剤間での発症率の違いに関心がもたれている。なお、造影剤の浸透圧は、等ヨード含有量において高浸透圧造影剤＞低浸透圧造影剤＞等浸透圧造影剤の順であり、低浸透圧造影剤の生理食塩水に対する浸透圧比 (2～4 倍程度)

は、等浸透圧造影剤（浸透圧比1）より高いことに注意を要する。



造影剤の侵襲的（経動脈）投与は、非侵襲的（経静脈）投与と比較して CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

現時点で造影剤の経動脈投与を CIN 発症の独立したリスク因子とするエビデンスはないが、これまでの報告では、侵襲的（経動脈）投与は、非侵襲的（経静脈）投与と比較して CIN 発症率が高い傾向がある。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：該当せず

▶ 解説 CQ④-5

CIN の研究の多くは経動脈投与での検討であり、投与経路の違いによる CIN 発症のリスクを検討した報告は、ごく少数である。また、経動脈投与では、カテーテル治療などによる影響が加わっていることも多いが、経動脈投与と比較して経静脈投与のほうが CIN の発症率が低い傾向にある（表 6）。前向き観察 7 文献の結果から、腎機能障害のある患者における低浸透圧もしくは等浸透圧造影剤の経静脈投与において、CIN 発症率は 5.4% であると紹介しており、経静脈投与は経動脈投与に比べてリスクが低い可能性を示唆している。腎機能障害患者における造影剤投与による CIN 発症頻度を表 7 に示す。各種ヨード造影剤と浸透圧について表 8 にまとめる。

表 6 経静脈投与と経動脈投与による CIN の発症頻度

著者	経静脈投与群	経動脈投与群	対象患者	
Chou SH, et al	経静脈投与 67 例 等浸透圧造影剤	経動脈投与 99 例 等浸透圧造影剤	動注または静注の造影剤投与を 受け 7 日以内に非造影腹部骨盤 CT を受けた連続 166 例	
Lufft V, et al	経静脈投与 (CTA 群) 33 例 造影剤量平均： CTA： 163±13 mL 低浸透圧造影剤	経動脈投与 (DSA 群) 31 例 造影剤量平均： DSA： 104±56 mL 低浸透圧造影剤	腎動脈の CTA, DSA 施行患者 造影剤投与量に有意差あり (p <0.0001)	
Ahuja TS, et al	経静脈投与 12 例 高浸透圧造影剤	経動脈投与 23 例 高浸透圧造影剤	腎移植患者 44 例 (腎機能評価は 35 例)	

	評価時期	CIN 基準	経静脈投与後 CIN 発症率	経動脈投与後 CIN 発症率	統計学的な 有意差の有無
	5 日以内の CIN 発現率	SCr>0.5 mg /dL 上昇	4% (3/67)	9% (9/99) 透析 2 例	有意差なし $p=0.366$
	2 日後	SCr>0.5 mg /dL SCr $\geq$ 25% 上昇	9.1% (3/33)	6.5% (2/31)	経静脈投与で造影剤 量が多いにもかかわらず CIN の有意差 なし
	1~3 日後	SCr $\geq$ 25% 上昇	16.7% (2/12)	21.7% (5/23)	有意差なし

表 7 腎機能障害患者における経静脈投与による CIN の発症頻度

著者	造影剤	前向き 観察	CIN 基準	CIN 発症率
Teplel M, et al	LOCM	○	SCr $\geq$ 0.5 mg/dL	9/42 (21%)
Becker CR, et al	IOCM	○	SCr $\geq$ 0.5 mg/dL	9/100 (9%)
Barrett BJ, et al	LOCM, IOCM	○	SCr $\geq$ 0.5 mg/dL	2/153 (1.3%)
Thomsen HS, et al	LOCM, IOCM	○	SCr $\geq$ 0.5 mg/dL	5/148 (3.4%)
Kuhn MJ, et al	LOCM, IOCM	○	SCr $\geq$ 25%	13/248 (5.2%)
Nguyen SA, et al	LOCM, IOCM	○	SCr $\geq$ 0.5 mg/dL	13/117 (11.1%)
Weisbord SD, et al	LOCM, IOCM	○	SCr $\geq$ 0.5 mg/dL	13/367 (3.5%)
				合計 64/1,175 (5.4%)

表 8 ヨード造影剤浸透圧一覧表

浸透圧	一般名 (製品名)	ヨード含有量 (mgI/mL)	浸透圧比 (生理食塩水に 対する比)	
高浸透圧	アミドトリゾ酸 amidotrizoic acid (INN) diatrizoic acid (USP) (ウログラフィン)	292 ^{※※}	約 6	
		370 ^{※※}	約 9	
	イオタラム酸 iothalamic acid (コンレイ)	141 ^{※※}	約 3	
		282 ^{※※}	約 5	
		400 ^{※※}	約 8	
	イオトロクス酸 iotroxic acid (ピリスコピン)	50	約 1	
低浸透圧	イオパミドール iopamidol (イオパミロン)	150	約 1	
		300	約 3	
		370	約 4	
	イオヘキソール iohexol (オムニパーク)	140	約 1	
		180 ^{※※}	約 1	
		240	約 2	
		300	約 2	
		350	約 3	
	イオベルソール ioversol (オプチレイ)	160	約 1	
		240	約 2	
		320	約 2	
		350	約 3	
	イオメプロール iomeprol (イオメロン)	300	約 2	
		350	約 2	
		400	約 3	
	イオプロミド iopromide (プロスコープ)	150	約 1	
		240	約 2	
		300	約 2～3	
		370	約 3～4	
	イオキシラン ioxilan (イマジニール)	300	約 2	
		350	約 3	
	イオキサグル酸 ioxaglic acid (ヘキサブリックス)	320	約 2	
等浸透圧	イオトロラン iotrolan (イソビスト)	240 ^{※※}	約 1	
		300 ^{※※}	約 1	
	イोजキサノール iodixanol (ビジパーク)	270	約 1	
		320	約 1	

添付文書には、日本薬局方に従い氷点降下法により測定した造影剤の浸透圧比が記載されている。

※ 実測浸透圧

※※ 血管内投与不可

造影剤の浸透圧は高浸透圧造影剤＞低浸透圧造影剤＞等浸透圧造影剤の順であり、低浸透圧造影剤の生理食塩水に対する浸透圧比（2～4 程度）は等浸透圧造影剤（浸透圧比 1）より高いことに注意する。

	実測浸透圧※ (mOsm/kg H ₂ O)	適応
	—	直接胆道・膵管・逆行性尿路・関節
	—	唾液腺
	—	逆行性尿路
	—	直接胆道・膵管・逆行性尿路・関節
	—	精のう
	—	静脈性胆道
	340	CT・血管・尿路
	620	
	800	
	—	CT・血管
	—	脳室・脳槽・脊髓
	520	CT・血管・尿路・脳室・脳槽・脊髓
	680	CT・血管・尿路・脊髓
	830	CT・血管・尿路
	350	血管
	500	CT
	710	CT・血管・尿路
	790	血管
	520	CT・血管・尿路
	620	
	730	血管・尿路
	330	CT・血管・尿路
	480	
	610	
	800	
	570	CT・血管・尿路
	690	
	—	CT・血管・尿路
	—	脳室・脳槽・脊髓・関節
	—	子宮卵管・関節
	—	血管・直接胆道・膵管・逆行性尿路
	—	血管

侵襲的診断法 (心臓カテーテル検査など)

CQ
⑤-1

CKD は CAG による CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

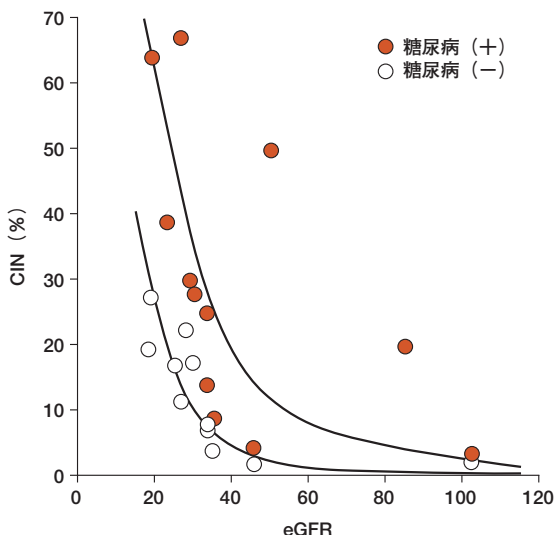
1. CKD ($\text{GFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$) は CAG による CIN 発症リスクを増加させる可能性が高く、また腎機能が低下するにつれ CIN の発症リスクは高くなる。
2. eGFR が $60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 未満の患者に CAG を行う際には、CIN に関する適切な説明を行い、造影前後に補液などの十分な予防策を講ずることを推奨する。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：A

▶ 解説 CQ⑤-1

近年、CAG やカテーテル治療の普及により、造影剤を使用する機会が増加している。CKD 患者では、腎機能 (GFR) が低下するに従って CIN の発症リスクが増加することが報告されている (図 1)。わが国における 2001 年の報告では、CAG を施行した 1,920 例中 61 例 (3.2%) に CIN を発症し ($\text{SCr} \geq 0.5 \text{ mg/dL}$ 上昇)、うち 1 例 (0.05%) が透析導入となった。また、CAG を施行した 267 例中 12 例 (4.5%) に CIN が発症し ($\text{SCr} \geq 0.5 \text{ mg/dL}$ 上昇)、うち 2 例 (0.7%) は透析導入となった。2002 年に発表された Mayo Clinic の報告で



(MacCullough PA et al : J Am Coll Cardiol 51 : 1419-28, 2008)

図1 腎機能による CIN 発症のリスク

CIN の発症率は eGFR が低下している患者ほど高くなる。また糖尿病を有するとより CIN 発症率が高くなる。

は、CAG を受けた 7,586 例中 254 例 (3.3%) に CIN が発症し (SCr $\geq$ 0.5 mg/dL 上昇), うち 20 例 (7.9%) が透析導入となった。また、1 年後と 5 年後の死亡率は CIN 発症群で 12.1%, 44.6% と、CIN 非発症群 3.7%, 14.5% に比較して有意に高値であった。2009 年の報告でも CAG を受けた 1,157 例において、検査後 5 日以内の CIN 発症率は 4.0% であった。また CIN 発症のリスクファクターは SCr 値が 1.2 mg/dL 以上、200 mL 以上の造影剤使用であった。CAG を施行した後の CIN 発症のリスクは 3.0~5.0% であり、そのほとんどが

CIN の高リスク患者（糖尿病，高齢，貧血，脱水，既存の腎障害，腎毒性物質の併用など）に発症している．検査後は腎機能を経時的にモニターする必要がある．

CQ
⑤-2

CAG において造影剤使用量の減量は CIN 発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

CAG において造影剤使用量の減量は CIN 発症のリスクを減少させるため，造影剤投与量は必要最小限とすることを推奨する．

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：A

▶ 解説 CQ⑤-2

造影剤投与量が増加すると CIN の発症リスクが高くなるため，造影検査ではすべての患者において不必要な造影剤の投与は避けるべきである．一般的に CAG では 50～100 mL の造影剤を使用するが，CKD 患者では造影剤投与量を必要最小限にすることを推奨する．Brown らは，PCI を施行した 10,065 例において，最大投与量を超えた群では超えない群と比較して AKI 発症率が有意に高いことを報告した．Nyman らは，腎機能（eGFR）と造影剤投与量（gram-iodine）の比（gram-iodine/eGFR）が 1 未満（CQ④-1 参照），Laskey らは，造影剤最大投与量を造影剤投与量/CCr が 3.7 未満とすることを提唱している．造影剤投与量/CCr はより低くすべきとの報告もある．PCI を施行された 58,957 例において造影剤量/CCr が，2 を超えると

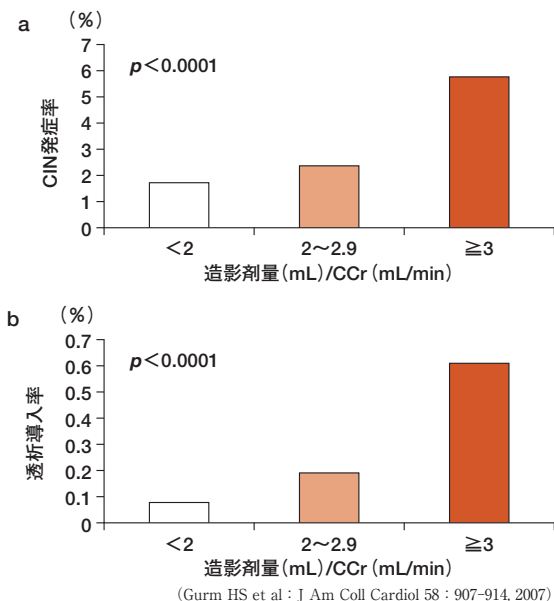


図2 CIN 発症率と透析導入率

CIN 発症率も透析導入率も、腎機能（Ccr）に対する造影剤投与量の比が多くなるほど高くなり、特に3以上になると顕著に高まる。

CIN の発症、透析の必要（NRD）が有意に増加し、3を超えると CIN と透析治療のリスクが急激に高まると報告した（図2）。このように、腎機能が低下した CKD 患者では、CAG や PCI 施行時には造影剤投与量（CQ④-1 参照）を必要最小限とすることを推奨する。

CQ
⑤-3

CAG の短時間反復検査は CIN 発症のリスクを増加させるか？

▶ 回答

CAG の反復検査により CIN 発症のリスクが高くなる可能性があるため、CKD (GFR<60 mL/min/1.73 m²) 患者に短期間 (24~48 時間) で反復検査を行うことは推奨しない。

エビデンスレベル：Ⅵ

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑤-3

短期間 (24~48 時間) に造影 CT 検査を反復すると CIN 発症のリスクが増加するとする報告もあり、CKD 患者では短期間 (24~48 時間) で CAG を反復することは推奨しない (CQ⑥-3 参照)。1 年以内に行われる CAG の反復検査と CIN 発症のリスクについて調べた研究はみられない。

CQ
⑤-4

CKD は PCI による CIN の発症を増加させるか？

▶ 回答

CKD (GFR<60 mL/min/1.73 m²) では冠動脈インターベンション (PCI) による造影剤使用が CIN の発症を増加させる。しかしながら、PCI の治療自体が CKD の予後を悪化させるというエビデンスはない。

エビデンスレベル：Ⅰ

推奨グレード：A

▶ 解説 CQ⑤-4

狭心症および急性心筋梗塞に対する血行再建として、PCIは近年、増加傾向にある。PCIにおける造影剤投与量は、おおむね100~200 mLとCAG単独の場合よりも増加する。慢性完全閉塞病変では造影剤投与量が300 mLを超える場合もある。

2000年の報告では、SCr値が1.8 mg/dL以上でPCIが施行された439例のうち161例(36.7%)にCINが発症し、31例(7.1%)では透析治療を要した。腎機能が悪化した患者の院内死亡率は14%であった。一方で、PCIを施行された208例中40例(19.2%)にCINが発症したが、CINは $\text{eGFR} \geq 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ では21例(13%)、 $\text{eGFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ では、19例(40%)であった。CINのリスクファクターは、75歳以上の高齢者、前壁梗塞、再疎通時間が6時間以上、造影剤300 mL以上、IABPの使用などがCINのリスクファクターであり、CKDは有意なリスクではなかった。2005年の報告では、PCIを施行された7,230例において、 $\text{GFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ の1,980例中381例(19.2%)、 $\text{GFR} \geq 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ の5,250例中688例(13.1%)にCINが発症した。また、2010年に発表された報告では、急性心筋梗塞や不安定狭心症に対する緊急PCIにおけるCINの発症頻度は安定した狭心症に対する待機的PCIに比較して有意に高かった(表9)。 $\text{eGFR} < 30 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ ではCIN発症はどの群においても高値であった。以上より、急性心筋梗塞に対する緊急PCIにおいては、安定した狭心症に対する待機的なPCIに比較して、心筋梗塞による心機能低下、血行動態の不安定、造影剤量の増加などによっ

表 9 腎機能別緊急 PCI と待機的 PCI における CIN の発症率の比較 (n=8798)

	STEMI	UAP/non-STEMI	stable AP	P
GFR 60 mL/min/1.73m ² 以上	8.2%	9.2%	4.3%	<0.0005
GFR 30-59 mL/min/1.73m ²	19.1%	4.5%	2.4%	<0.005
GFR 30 mL/min/1.73m ² 未満	34.4%	40.0%	25.9%	51.0%

STEMI: ST 上昇型心筋梗塞, UAP/non-STEMI: 不安定狭心症/非 ST 上昇型心筋梗塞, stable AP: 安定狭心症

(Chong E: J Interv Cardiol 2010: 23, 451-459 より引用)

て, CIN の発症頻度や院内死亡率が高くなる可能性があり, PCI の治療自体が CKD の予後を悪化させるというエビデンスはない. 冠動脈疾患で CAG および PCI の適応がある場合は, 腎機能悪化のリスクがあることに関し十分に説明し, 輸液療法などによる予防処置を行い, 造影剤使用量を極力少なくすることを推奨する.

CQ
⑤-5

CIN とコレステロール塞栓症による腎機能低下をどのように鑑別できるか?

▶ 回答

CIN とコレステロール塞栓症による腎機能低下は, 症状と検査所見により通常は鑑別可能であるが, 時に鑑別が困難な場合もある.

エビデンスレベル IVb

推奨グレード: 該当せず

▶ 解説 CQ⑤-5

コレステロール塞栓症は, 大動脈および大血管の動脈硬化性プラークの破綻によりコレステロール結晶が飛散し, その部位より末梢の直径 150~200 μm の小動脈を閉塞し, 多臓器障害をきたす疾患である. カテー

テル操作を伴う造影検査時に起こりやすい。コレステロール塞栓による腎障害は、コレステロール結晶が腎小動脈に微小塞栓を生じることで発生し、アレルギー反応が関与する。

CIN との鑑別のポイントを示す。コレステロール塞栓症では、

- ①カテーテル検査後、数日～数週間後と遷延性に、かつ進行性に腎機能が低下する。
- ②腎障害は一般的に不可逆的で、進行性の経過をたどる症例も存在する。
- ③腎機能障害だけではなく多臓器障害をきたす。
- ④全身の塞栓症状として、下肢の網状皮斑、チアノーゼあるいはblue toeなどの皮膚症状を認める。
- ⑤発熱、関節痛、全身倦怠感、好酸球増多、CRP 上昇、血清補体の低下や血沈亢進など、血管炎類似所見を認めることもある。
- ⑥確定診断には皮膚および腎生検などによる病理診断が必要である。

6 非侵襲的診断法 (造影 CT など)

CQ
⑥-1

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、 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 発症に関する適切な説明を行い、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

▶ 解説 CQ⑥-1

造影および非造影 CT を施行した患者における腎機能の変化をみたコホート研究では、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報告されている。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。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。

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、eGFR が 45 mL/min/1.73 m²未満の患者は CIN のリスクが高い可能性があり（CQ③-1 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）。

**CQ
⑥-2**

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

▶ 解説 CQ⑥-2

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。

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。

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く検討では，eGFR 30 mL/min/1.73 m²の患者にヨード含量 300 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% と推計されている。

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。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 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 mL/kg BW/SCr 値 (mg/dL) (ただし上限は 300 mL) という報告がある。

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，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では，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) となると報告されている。

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3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、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。

**CQ
⑥-3**

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

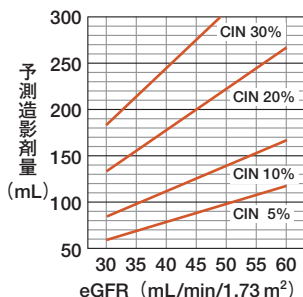
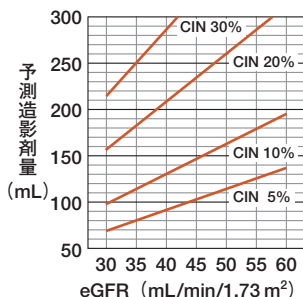
CIN発症のリスクが増加するため、短期間（24～48時間）の造影CTの反復は推奨しない。

エビデンスレベル：V

推奨グレード：C2

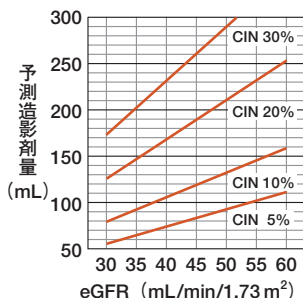
▶ 解説 CQ⑥-3

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。



ヨード濃度300mg/mL造影剤の場合

ヨード濃度350mg/mL造影剤の場合



ヨード濃度370mg/mL造影剤の場合

図3 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

1. 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 mmol/L (0.5 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。
2. 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。

24時間以内に2回造影CTを実施した患者の検討では、164例中21例(12.8%)でCINを発症したと報告されている。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、2回造影剤が投与された患者28例の検討では、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を発症したと報告されている。

一方で、造影CTを施行された脳卒中患者を対象と

する研究では、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を発症したものはいなかったと報告されている（造影剤投与量は180～260 mL）。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、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、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、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。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。

**CQ
⑥-4**

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

▶ 解説 CQ⑥-4

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。

入院および外来での造影 CT における CIN の頻度を比較した検討では、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されている。ところが入院患者のみを対象とした報告では、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。

造影剤腎症の予防法：輸液

CQ
⑦-1

生理食塩水投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

1. CIN のリスクが高い CKD 患者では CIN を予防するため、生理食塩水、重曹輸液などの等張性輸液製剤を造影検査の前後に経静脈的投与をすることを推奨する。

エビデンスレベル：Ⅱ**推奨グレード：A**

2. CIN の予防効果は、低張性輸液 0.45%食塩水よりは等張性輸液である 0.9%食塩水（生理食塩水）が優れるため、等張性輸液を使用することを推奨する。

エビデンスレベル：Ⅱ**推奨グレード：A**

▶ 解説 CQ⑦-1

造影剤による検査を受ける CKD 患者に対して、生理食塩水を造影中に経静脈的に投与することにより造影剤腎症を予防できることは、1980 年頃に Eisenberg らによって示された。

経静脈的な生理食塩水投与と飲水を RCT により、評価したのは Trivedi らであり、53 例の腎機能が正常な待機的 CAG を受けた患者の 24 時間後の SCr 値の上昇を比較した。生理食塩水の輸液を受けた患者 27 例のうち CIN を発症したのは 1 例（3.7%）であり、自由飲

水群 26 例では 9 例 (34.6%) に発症したため、生理食塩水による輸液は CIN を有意に抑制することを証明した ($p=0.005$)。また、154 mEq/L の重曹輸液を 5 mL/kg/h で PCI 前に 1 時間以上輸液した PCI 前輸液群と、PCI 後に生食輸液をした前輸液無群とを比較した RENO 研究が報告され、CIN 発症は PCI 前輸液群で 1.8%、前輸液無群で 21.8% と CIN 発症が有意に抑制されることが示されている。以上より、造影前に生理食塩水などの輸液を CIN の予防のために行うことを推奨する。

輸液の張度が重要かどうか、等張度と低張度の輸液製剤を比較した RCT が 1,620 例の患者で行われ、0.45% 食塩水よりも 0.9% 食塩水 (生理食塩水) が優れることが証明されている。0.45% 食塩水群 ($n=811$) では、48 時間後の SCr 値が 0.5 mg/dL 以上上昇した患者が 2.0% (95%CI 1.0~3.1%) であるのに比較して、生理食塩水群 ($n=809$) では発症が 0.7% (95%CI 0.1~1.4%) と有意に抑制された ($p=0.04$)。この研究では、多くの患者の腎機能は正常であり、低浸透圧性の非イオン性造影剤が使用されている。

これらの結果から、生理食塩水のような等張性の輸液を CIN の予防のために行うことは有益であると判断されるため、これを推奨する。心機能や全身状態により輸液量を調節することが必要である。また、CIN を予防するための輸液を検討すべき患者の目安は、造影 CT などの静脈からの非侵襲的造影では GFR 45 mL/min/1.73 m²未満、CAG などの動脈からの侵襲的造影では GFR 60 mL/min/1.73 m²未満である。

CQ
⑦-2

飲水は輸液と同等に CIN 発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

飲水のみで経静脈的な輸液と同等に CIN の発症を抑制できるかについてはエビデンスが不十分である。CIN を予防するために、飲水のみによる水分補給よりも輸液などの十分な対策を講じることを推奨する。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：C1

▶ 解説 CQ⑦-2

緊急の造影または外来患者の造影検査では、輸液による予防は困難である。そこで、脱水を防ぎ、利尿をつけるように飲水負荷を行うことが試みられている。これを比較したのが Trivedi らで、自由飲水と生理食塩水の経静脈的輸液を比較し、生理食塩水による輸液が自由飲水のみより優ることが示されている。

一方、糖尿病患者で待機的に CAG および経皮的冠動脈インターベンション（PCI）を受ける患者に対して、生理食塩水を 1 mL/kg/h で CAG あるいは PCI 前に 6 時間、検査終了後さらに 12 時間輸液した生理食塩水群（n=52, 平均 CCr 70.3 mL/min）と、水を 1 mL/kg/h で術前 6~12 時間、終了後 12 時間経口飲水した群（n=50, 平均 CCr 79 mL/min）を比較し、72 時間後の CCr が生理食塩水群 65.3 mL/min, 経口飲水群 73.5 mL/min と差がないことが報告されている。また CIN 発症率は、生理食塩水群 5.77%, 経口飲水群 4.00% で有意差がなかった。

また、SCr 値 1.4 mg/dL 以上の CKD 患者を対象とし、PCI/CAG 前に 1,000 mL の飲水を指示し、検査後は 0.45% 食塩水を 75 mL/h 12 時間投与した外来患者群 ($n=18$) と、PCI/CAG 前後に各 12 時間 0.45% 食塩水を輸液した入院患者群 ($n=18$) と比較した PREPARED 研究がある。飲水を指示した外来患者群では 48 時間後の Cr 変化量は 0.12 ± 0.23 mg/dL 上昇し、入院患者では 0.21 ± 0.38 mg/dL 上昇した。両群間には有意差はなく、術前の輸液は経口飲水で十分であると結論づけられている。以上の RCT の結果より、PCI/CAG 前の CIN 予防対策は経口飲水で一定の効果があるといえる。

造影検査の前に水だけでなく、食塩を同時に投与することで高張度の輸液と同じ効果があるかを、平均 CCr 37 mL/min/1.73 m² の患者で同じ効果があるか検討した報告がある。食塩を体重 10 kg 当たり 1 g/day 投与する群 ($n=76$) と、生理食塩水を 6 時間前より 15 mL/kg/h で輸液した群 ($n=77$) を比較して、経口食塩負荷群の CIN 発症は 6.6% であるのに比較して、生理食塩水群では 5.2% で差がなく、経口の食塩負荷が生理食塩水の（経静脈的）輸液と同等であると結論している。

以上のように経口飲水と生理食塩水輸液の CIN 予防効果に差がないとする報告もあるが、現時点で十分なエビデンスがあるとは言えず、飲水だけによる水分負荷は生理食塩水輸液と同等に推奨することはできない。また、造影前に輸液ができない場合には、飲水を指示し、造影検査後に輸液を行うことにより CIN を予防できるかどうかについても更に検証される必要がある。

る。経口塩分負荷と生理食塩水輸液との同等性についても、確定的なことを述べるにはエビデンスとしては十分ではない。

飲水は CIN 予防対策としては輸液に劣るが、脱水を改善することと、造影剤による不快感を減少できるため、造影前に飲水することを推奨する。

CQ
⑦-3

**重炭酸ナトリウム(重曹)液投与は CIN 発症
のリスクを減少させるか？**

▶ 回答

重炭酸ナトリウム(重曹)液投与は CIN 発症のリスクを抑制し、その効果は生理食塩水よりも優れる可能性があるが、現時点において重曹輸液の使用が必須との結論には至らない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：C1

▶ 解説 CQ⑦-3

重曹輸液に関する研究は等張性輸液と高張性輸液を使用した研究があり、メイロン[®] (1 Eq/L) を 20 mL 投与した研究と 154 mEq の重曹輸液を使用したものがある。わが国では 1.26% 炭酸水素ナトリウム (フソウ) (152 mEq/L) が市販されている。

重曹輸液と生理食塩水輸液を比較したメタ解析は 7 つ報告されており、1 つを除いていずれも重曹輸液が CIN の発症のリスクを低下させるとの結論である。2009 年の Zoungas らの解析は、1950~2008 年までを検索し、23 論文 (9 論文が査読のある論文で 14 の抄録

を含んでいる), 3,563 例を解析した結果, 重曹輸液を行うことによる CIN の相対リスクが 0.62 (95%CI 0.44~0.86) に低下することが報告されている. ほかのメタ解析でも, 重曹輸液による CIN の発症抑制に関しては, ほぼ同様の結果が得られている. しかし, 透析導入, 心不全の発症, 死亡に関しては, 重曹輸液と生理食塩水輸液の間には有意差がない. すなわち, CIN の発症は重曹輸液によって抑制されるが, より重要な生命予後, 腎予後に関しては重曹輸液を使用しても生理食塩水を使用しても差はないと結論されている. また, このメタ解析では, 各論文間の臨床試験の内容の違いも指摘されており, 論文化された臨床試験では重曹の有効性が報告されたものが多く, 論文化されていない抄録では重曹輸液の有効性を否定する結果が多いことも報告されている.

これに対して, 生食輸液と重曹輸液に有意な差はないとするメタ解析もある. この報告では, 質の低い RCT を組み合わせることにより, 誤った結論に導かれる可能性が指摘されている. しかし, このメタ解析では 100 例以上の症例登録があり, N-アセチルシステイン (NAC) の使用法に対照と差がない 8 つの研究のみを解析した結果も示されており, 重曹群 945 例と対照 945 例を解析した結果は, RR 0.71 (95%CI 0.41~1.03) と有意差はないものの, 重曹輸液の有効性を示唆する結果となっている.

これらのメタ解析の結果をみるうえで考慮すべき点は, 重曹輸液のプロトコルは約 150 mEq/L の重曹を 3 mL/kg/h で造影前 1 時間, 1 mL/kg/h で造影後 6 時間行うことが一般的であり, 生食輸液のプロトコル 1

mL/kg/h で前後 6~12 時間行うのとは輸液時間が異なる点である。メタ解析において輸液時間についての補正はなされていない。さらに、血液濾過を術前に行うことが CIN 予防に有効であることも示されており、体液のアルカリ化は CIN の予防に有効であると考えられる (CQ⑨-2)。しかしながら、生食輸液と重曹輸液のいずれの群も造影前 1 時間前から 3 mL/kg/h、造影後 1.5 mL/kg/h で 4 時間輸液すると、両群間で CIN 発症に差がなかったという報告もある。

2009 年以降に報告された論文は 7 つあり、それぞれの臨床試験の内容は異なり、また、結果も 3 つが有効で、4 つが無効である。無効のうち同じ施設からの同じ時期に行った結果が報告されており、内容が重複している可能性もある。日本からの報告は 3 つあり、Ueda らの報告は、緊急の PCI を受けた患者に直前にボラスで生理食塩水か重曹輸液を行った結果を比較しており、重曹が CIN の発症を 88% (RR 0.128, 95% CI 0.016~0.91, $p=0.01$) 有意に抑制したと報告している。Tamura らは、12 時間前から生理食塩水による点滴を行いながら、直前に 20 mEq の重曹輸液 (メイロン[®] 20 mL) をボラスで投与を行い、CAG を受けた患者に CIN の発症が抑制されたことを報告している ($p=0.017$)。また、Motohiro らは、6 時間前からの生理食塩水輸液を、3 時間前から重曹に切り替え 1 mL/kg/h で追加投与し、生理食塩水のみを投与した群と比較し、CAG を受けた患者に CIN の発症が有意に抑制されたことを報告している ($p=0.012$)。一方、韓国から報告された PREVENT 試験では、382 名の CAG または PCI を受けた糖尿病患者に NAC 2,400 mg を投

与し、造影の前後 12 時間生理食塩水による輸液を 1 mL/kg/h を行った生理食塩水群 ($n=189$) と、造影の 1 時間前から 3 mL/kg/h で輸液し、開始後から終了 6 時間後まで 1 mL/kg/h で重曹輸液を行った重曹群 ($n=193$) で、CIN の発症を比較している。生理食塩水群で 5.3%，重曹群で 9.0% に CIN が発症したが、有意差はなかった ($p=0.17$)。

以上の結果からは、輸液時間が限られた場合（緊急症例）には生理食塩水よりは重曹を使用したほうが造影剤腎症の発症を抑制できる可能性があることが示唆される。しかしながら、重曹輸液で透析や死亡のリスクが有意に減少することはなく、重曹輸液の使用が必須であるとの結論には至らない。

CQ
⑦-4

短時間の輸液は長時間の輸液と同等に CIN 発症を予防できるか？

▶ 回答

明らかなエビデンスはないが、短時間の輸液は長時間の輸液より CIN の発症を増加する可能性があるため、推奨しない。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑦-4

短時間の輸液を行わざるを得ないのは緊急の PCI の場合であり、ランダム化比較試験を行うことは難しい。通常、短時間の輸液は、造影前 1 時間の輸液を意味することが多い。

待機的血管造影を行う 63 名の CKD 患者を、ランダムに 12 時間持続静注を行った群と、直前に 250 mL を 1 時間で点滴した群とで比較すると、12 時間 1 mL/kg/h で輸液した群では CIN の発症は 0%であったが、1 時間輸液した群では 10.8%に CIN が発症した。一方、生理食塩水を 2,000 mL/日で静注した群と、造影の直前に 300 mL をボラスで静注した群とで、CIN 発症に差がなかったとする報告もある。

重曹輸液を造影前 1 時間投与 (3 mL/kg/h) して、従来の生理食塩水による 6~12 時間の持続輸液 (1 mL/kg/h) と比較した試験が 4 つ行われている。3 つのランダム化比較試験では両群に CIN の発症に差がなく、これらの結果は、重曹を使用した短時間の輸液が、CIN 発症を長時間の生理食塩水輸液と同等に抑制できる可能性を示す。

生理食塩水輸液にフロセミドを追加することで、時間尿 300 mL/分以上の利尿状態に至ってから造影し、造影後 300 mL/h 以上の尿量を 4 時間維持することにより造影剤腎症を防ぐことができるかを試す 2 つの臨床試験が行われた。GFR 30 mL/min/1.73 m² 未満の CKD 患者に対して行われた REMEDIAL-II 研究 (n = 292) では、生食輸液とフロセミドで 300 mL/h 以上に尿量を維持した群 (n = 146) で、重曹輸液を行った対照群 (n = 146) に比較して CIN の発症は 53%抑制された [オッズ比 0.47 (95%CI 0.24~0.92)]。また、心不全を起こす可能性がある患者には初期投与量は生食 150 mL 以下に制限されて行われた。フロセミドによる副作用はみられなかったが、大量の輸液のため 3 名は急性肺水腫になったことが報告されている。GFR 30

mL/min/1.73 m² 未満の患者に造影剤を使用するときにフロセミドを使用した大量の生食輸液を試みることは CIN の予防効果がある可能性はあるが、肺水腫に至らないように十分な観察が必要である。

いずれにしても、造影前 1 時間以内の輸液の有効性を、12 時間持続静注と比較した臨床試験は少なく、エビデンスとしては不十分であり、今後の検証を待ちたい。

造影剤腎症の予防法： 薬物療法

造影剤による腎障害の発症機序として、腎血管収縮、腎虚血、活性酸素による腎障害などが想定されている。そのため、血管拡張作用のある薬剤や抗酸化作用のある薬剤が造影剤による腎障害を予防、軽減するのではないかと期待され、多くの臨床研究が行われている。しかし、現時点でCINの予防効果が確立しているものはない。また、これまでの研究の大部分はCAGを対象としたものであり、造影剤を経静脈投与する造影CTを対象にした研究はほとんどない。

CQ
⑧-1

N-acetylcysteine (NAC) 投与は CIN 発症
のリスクを減少させるか？

▶ 回答

CINの発症予防としてのNAC投与は推奨しない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑧-1

CINの発症機序として、血管収縮による腎血流量の低下と腎髄質の低酸素状態、さらに活性酸素による傷害が想定されている。そのため、抗酸化作用のあるNAC、アスコルビン酸、炭酸水素ナトリウム、スタチンや、血管拡張作用や腎血流増加作用のあるhANP、dopamine, fenoldopam, prostaglandin, theophyllineなどによるCIN発症予防効果が期待され、多くの臨床

研究が行われてきた。残念ながら、現時点で高いエビデンスで有効性が証明されたものはない。

NACは抗酸化薬であり、アセトアミノフェンによる肝障害に対する有効性が示され、日米ともに保険適用となっている。NACは、抗酸化作用に加えて血管拡張作用も有する。さらに動物実験では心筋保護、腎保護作用があることも示されており、ヒトに対してもNACのCIN予防効果が期待された。Tepelらが、NAC(600 mgのNAC 1日2回経口服用)のCIN予防効果を報告して以降、多くのRCTならびにメタ解析が実施された。

経口NACの効果に関して、26件のRCTを対象にしたメタ解析では相対リスク0.62で、NACの予防効果を支持する結論が示された。しかしメタ解析の対象となった論文間で異質性があり、結論の妥当性に疑問も呈されている。このメタ解析では、生理食塩水輸液単独よりもNAC併用のほうがよいと結論づけているが、メタ解析の対象となった対象者数、サンプル計算などで研究の質が問われている。22件のRCTを対象にした別のメタ解析では、18件のRCTで無効であり、4件のRCTが有効であったが、有効とした4件は古い研究であり、うち3件のJadadスコアは3未満と研究の質が低いと指摘されている。現時点では、経口NACがCINの発症予防に十分な効果があるとはいえない。NACの静注投与のCIN予防効果に関する6研究を対象にしたメタ解析は、NACのCIN発症予防の安全性、有効性に関して結論をひきだせないとしている。その後、約2,300例を対象にした多施設共同のRCTが実施され、NAC 1,200 mg投与群と対照群を比較し、CIN

の発症率，30日後の生存率，透析実施率に差がないことが示された。

なお，NAC投与後にSCr値が上昇しないからといって，CIN予防効果が示されたとは限らない。NACは筋肉のcreatinine kinase活性を上昇させるとともに，腎尿細管からのcreatinineの分泌を増加させることが知られている。そのためNAC投与後にSCr値が上昇しなかったとしても，腎保護効果を反映しているとは限らず，単にみかけ上SCr値が変わらないだけの可能性がある。

CINの予防法としてのNAC投与は一般には推奨されないが，NACは廉価で，副作用も少ないため，ハイリスク患者に対しての使用を推奨する専門家もいる。

CQ
⑧-2

hANP投与はCIN発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

CINの発症予防としてのhANP投与は推奨しない。

エビデンスレベル：Ⅱ**推奨グレード：C2****▶ 解説 CQ⑧-2**

hANPはNa利尿作用，糸球体輸入動脈拡張作用，抗レニン，抗アルドステロン作用などを有する内因性のペプチドで，心臓外科術後の急性腎障害に対する有用性が報告されている。CINに対する予防効果に関しては否定的な報告が多いが，これらの報告ではhANP投与により血圧が低下したことが悪影響した可能性も

ある。血圧低下をきたさない低用量の hANP は CIN 予防効果があるという日本の報告がある。しかし、hANP の CIN 予防効果は明確ではないため、現時点では CIN に対する標準的予防法としては推奨されない。今後、高リスク群に対する適応などに関する研究が期待される。B-type natriuretic peptide (BNP) の CIN 予防効果も期待されるが、有効性については今後の研究が待たれる。

CQ
⑧-3

アスコルビン酸投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

CIN の発症予防としてのアスコルビン酸投与は推奨しない。

エビデンスレベル：Ⅱ

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑧-3

アスコルビン酸は、種々の活性酸素に対し抗酸化作用を有するとともに、ほかの抗酸化剤の増強効果もある。CIN の予防効果に関しては、Spargias らが有効性を報告している。REMEDIAL 研究は CKD 患者で造影剤を投与される 326 例を、生食+NAC、生食+NAC+アスコルビン酸、炭酸水素 Na+NAC の 3 群に割付けた RCT であるが、アスコルビン酸の有効性は示されなかった。現時点ではアスコルビン酸投与は、標準的予防法としては推奨しない。

CQ
⑧-4

スタチン投与は CIN 発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

CIN の発症予防としてのスタチン投与は推奨しない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑧-4

スタチンは抗酸化作用，抗炎症作用など多面的な作用があるため，CIN に対しても予防効果が期待されている．スタチンの腎保護効果を報告した観察研究はあるものの，6～7 件の RCT に対する 2 件のメタ解析では，有用とする報告と，スタチンの CIN 予防効果については結論づけられないとする報告があり，結論が一致しない．現時点ではスタチン投与は，CIN に対する予防法としては推奨されない．

造影剤腎症の予防法：透析

CQ
⑨-1

CINの発症予防を目的とした造影剤投与後の血液透析療法は、CIN発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

血液透析療法はCIN発症リスクを軽減するエビデンスがないため、造影剤投与後の血液透析療法は推奨しない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：D

CQ
⑨-2

血液透析に比べて、血液濾過はCIN発症のリスクを減少させるか？

▶ 回答

CINの発症予防を目的とした血液濾過は推奨しない。

エビデンスレベル：II

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑨-1～CQ⑨-2

造影剤は、血液透析によって血中から除去できる。1回の透析により60～90%の造影剤が除去され得ることが報告されている。これらの知見に基づき、血液透析（HD）・濾過透析（HDF）、血液濾過（HF）によるCIN予防効果を検証する臨床研究が実施されてきた。しかしながら、大半の研究においてCIN発症の予防効

果を認めることができなかった。少数ながら CIN 発症リスクを減少しえたとする報告もあるが、むしろ増悪させたとする報告もある。CIN 発症リスクは不変であったとする研究が大半である。したがって、科学的根拠に基づくと CIN 発症予防を目的とした HD の施行は推奨されない。

HF の有効性についても検討されているが、HF により血中から造影剤が除去され CIN 発症が予防されるという十分な証明は得られていない。

しかしながら、臨床現場においては、造影検査後の心不全発症予防などの、CIN 発症予防以外の目的で造影検査後に HD 療法が施行される場合がある。

CQ
⑩-1

CIN発症後のループ利尿薬投与は腎機能障害の進行を抑制するか？

▶ 回答

CIN発症後のAKIそのものの治療を目的としたループ利尿薬投与は、腎機能障害の進行を抑制しないため推奨しない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：D

▶ 解説 CQ⑩-1

ループ利尿薬の急性腎不全に対する治療効果については、CIN患者を含む臨床研究のほとんどにおいて無効であった。透析導入となった急性腎不全患者338例を対象に行われたフロセミド投与群とプラセボ投与群を比較したRCTでは、すべてのエンドポイントにおいて、ループ利尿薬投与による有意な効果は認められなかった。また2006年および2007年に報告されたメタ解析では、腎機能障害の改善、透析導入、死亡率のすべての項目でループ利尿薬投与は有意な影響を与えなかった。さらに、利尿薬投与は急性腎不全を伴う重症患者の死亡率を増加させたとするコホート研究の結果も報告されている。以上より、CIN発症後のAKIに対する治療としてのループ利尿薬投与は推奨しない。ループ利尿薬は、利尿による体液バランスの是正には一部有効であるが、AKIの最終的な転帰に悪影響を与

える危険性もあり，まずは輸液量を減らし，必要に応じて透析治療を考慮すべきと考えられる。

CQ
⑩-2

CIN発症後の輸液療法は腎機能障害の進行を抑制するか？

▶ 回答

CIN発症後の過剰な体液量の増加は腎機能障害の進行を抑制せず，死亡率を上昇させる危険性があるため，輸液量は体液量を慎重に評価したうえで決定する。

エビデンスレベル：Ⅳa

推奨グレード：C2

▶ 解説 CQ⑩-2

敗血症やショック患者の循環動態改善・維持のために輸液療法は必須であるが，敗血症患者およびCIN症例を含むAKIを合併した重症患者を対象とした多施設共同研究では，過剰な体液量の増加は院内死亡の独立したリスクファクターであることが示され，早期に透析導入して体液量過剰を是正することで死亡率が減少した。一方，体液量と腎機能の改善には，有意な関連性が認められなかった。以上より，CIN発症後のAKI患者に対する輸液療法には注意が必要であり，過剰な体液量の増加は死亡率を上昇させる危険性があることから，輸液量は体液量を慎重に評価したうえで決定すべきである。

10

造影剤腎症の治療法

CQ
10-3

CIN発症後の低用量ドーパミン投与は腎機能障害の進行を抑制するか？

▶ 回答

CIN 発症後の治療としての低用量ドーパミン投与は、腎機能障害の進行を抑制しないため推奨しない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：D

▶ 解説 CQ10-3

PCI 後の急性腎不全患者（CIN 患者を多数含むと推定される）を対象とした RCT では、低用量ドーパミンによる治療介入群において、SCr 値のピーク値および透析導入が有意に増加した。その後に報告された CIN 患者を含む AKI 患者を対象とした RCT でも、低用量ドーパミンは SCr 値上昇ならびに透析導入に関して無効であった。AKI 発症予防目的での投与を含むメタ解析とシステマティックレビューでも、低用量ドーパミンは AKI の発症ならびに増悪、透析導入に関して無効であった。CIN 患者に関するサブ解析でも、結果は同様であった。

非乏尿性 AKI 患者を対象としたクロスオーバー試験では、低用量ドーパミンの薬理効果（GFR 増加，ナトリウム排泄促進）は、短時間で耐性を生じることが示された。また、低用量ドーパミン投与は健常者において腎血管抵抗（resistance index）を減少させるが、AKI 患者では逆に腎血管抵抗を増加させ、腎血流を減少させる危険性が指摘されている。

CIN 患者を含むと考えられる小規模の RCT では、

低用量ドーパミン投与は腎機能障害を増悪させるという結果であった。以上より，CIN 発症後の低用量ドーパミン投与は腎機能障害の進行を抑制しないため推奨しない。

CQ
⑩-4

CIN 発症後の hANP 投与は腎機能障害の進行を抑制するか？

▶ 回答

CIN 発症後の治療としての hANP 投与は，腎機能障害の進行を抑制しないため推奨しない。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：D

▶ 解説 CQ⑩-4

CIN 患者を含む AKI を合併した重症患者を対象とした RCT では，高用量 hANP ($0.2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) を 24 時間投与したところ，透析導入のない 21 日目までの生存率，12 日目までの透析導入および 21 日目までの死亡率に有意差は認められなかった。乏尿性 AKI を合併した重症患者を対象とした RCT でも，透析導入のない 21 日目までの生存率，12 日目までの透析導入および 21 日目までの死亡率に有意差は認められなかった。一方，開心術後の AKI 患者を対象とし，低用量 hANP ($50 \text{ ng}/\text{kg}/\text{min}$) を早期に，かつ長期間投与する小規模な RCT が行われ，低用量 hANP 投与では低血圧エピソードに有意差なく，透析導入が有意に減少していた。2009 年に発表されたメタ解析では，hANP 投与による透析導入および死亡率に有意差は認められず，低

10

造影剤腎症の治療法

血圧エピソードが有意に増加していた。一方、低用量 hANP では低血圧の頻度は増加せず、透析導入を減少させた。以上より、CIN 発症後の hANP 投与は腎機能障害の進行を抑制しないため推奨しない。ただし、低用量 hANP が有効である可能性はあり、今後の検討が期待される。

CQ
⑩-5

CIN 発症後の急性血液浄化療法は腎機能予後を改善するか？

▶ 回答

1. CIN 発症後に急性血液浄化療法を施行することで、腎機能予後を改善するというエビデンスはない。
2. 種々の原因によって生じる AKI 患者と同様に、乏尿を伴う全身状態不良な CIN 患者では早期の急性血液浄化療法導入が死亡率もしくは腎機能障害を含む主要合併症を減少させる可能性があり、推奨する。

エビデンスレベル：I

推奨グレード：B

▶ 解説 CQ⑩-5

CIN 患者を含む乏尿性 AKI 患者に対し、乏尿発症もしくは CCr 低下後早期（7 時間）もしくは待機的（42 時間）に持続血液濾過を導入した小規模な RCT では、導入時期は生存率および腎機能予後に有意な影響を与えなかった。一方、BUN レベルを導入基準としたコホート研究では、BUN 76 mg/dL を超えてから導入し

た群では有意に死亡率が高かった。これらの研究結果を含むメタ解析が2008年に報告され、導入基準は明確にはされなかったが、特に解析に含まれた複数のコホート研究の検討から、急性血液浄化の早期導入は死亡率を減少させる可能性が示された。しかし、腎機能予後の改善については、有意差が認められなかった。近年報告されたコホート研究でも、同様の結果であった。さらに、BUN および SCr 値レベルを導入基準とした大規模なコホート研究では、BUN 67.76 mg/dL を基準とした場合に死亡率には有意差を認めなかったが、待機導入群で腎機能障害が遷延した。また、SCr 値 3.49 mg/dL を超えてから導入した待機導入群では有意に死亡率が低かったが、やはり腎機能障害が遷延した。また、開腹術後の AKI 症例で、RIFLE 分類の R (risk) もしくはそれ以前の段階で導入した早期導入群と、I (injury) もしくは F (failure) で導入した待機導入群を比較したコホート研究では、待機導入群で有意に死亡率が高い、もしくは早期導入群で主要合併症の発症が有意に少ない、という結果であった。

以上より、乏尿を伴わない一般の CIN 患者に対する血液浄化療法の導入については、エビデンスはなかった。しかし、乏尿を伴う全身状態不良な CIN による AKI 患者においては、急性血液浄化療法の早期導入が死亡率もしくは腎機能障害を含む主要合併症を減少させる可能性があると考えられる。

索引

欧 文

A

AKI 発症	41
AKI 発症率	52
amidotrizoic acid	48

B

B-type natriuretic peptide	78
blue toe	57
BNP	78

C

CAG	26, 50, 52, 60
CAG の短時間反復検査	54
chronic kidney disease	17
CIN	21
CIN 関連ガイドライン	44
CIN の高リスク患者	52
CIN の発症	34
CIN の発症頻度	46
CIN 発症のリスク	24, 50, 65, 69, 75
CIN 発症リスク閾値	25
CIN リスクスコア	38
CKD	17, 21, 24, 50, 58
CKD 患者の生命予後	34

CKD の重症度分類	22
contrast induced nephropathy	21
CRP 上昇	57
CT	34
CT 血管造影	34

D

diatrizoic acid	48
dopamine	75

E

eGFR	40
------	----

F

fenoldopam	75
------------	----

G

gram-iodine	41
-------------	----

H

hANP	75
hANP 投与	77, 85
HD	80
HDF	80
HD 療法	81
HF	80

I

IABP	55
iodixanol	43, 48
iohexol	43, 48
iomeprol	48
iopamidol	43, 48
iopromide	48
iothalamic acid	48
iotrolan	48

iotroxic acid	48
ioversol	48
ioxaglate	43
ioxaglic acid	48
ioxilan	48

L

LVEF	41
------	----

N

NAC	75
Na 利尿作用	77
NSAIDs	28

P

PCI	26, 54
prostaglandin	75

R

RAS 阻害薬	27
resistance index	84
RIFLE 分類	87

T

theophylline	75
--------------	----

和 文

あ

アスコルビン酸	75
アスコルビン酸投与	78
アミドトリゾ酸	48

い

イオキサグル酸	48
イオキシラン	48
イोजキサノール	48

イオタラム酸	48
イオトロクス酸	48
イオトロラン	48
イオパミドール	48
イオプロミド	48
イオヘキソール	48
イオベルソール	48
イオメプロール	48
イオン性高浸透圧造影剤	42
飲水	67
インターベンション	61

う

うっ血性心不全	38
---------	----

か

外来の造影 CT	63
活性酸素による腎障害	75
加齢	24
肝機能障害	30
関節痛	57
冠動脈インターベンシ ン	54
冠動脈造影	40

き

既存の腎障害	52
救急患者	61
急性血液浄化療法	86
急性心筋梗塞	55, 61
急性腎不全	82
緊急 PCI	55

け

経口飲水	68
経口塩分負荷	69
経静脈造影 CT 検査	25
経静脈造影検査	25
経静脈的造影剤投与	35
経静脈的輸液	67
経静脈投与	45
経動脈造影検査	25
経動脈的投与	35
経動脈投与	45, 46
軽度蛋白尿	22
血液透析	80
血液透析療法	80
血液濾過	80
血管拡張作用	75
血管造影	34
血清補体の低下	57
血沈亢進	57
嫌氣的解糖	30
顕性アルブミン尿	22

こ

抗アルドステロン作用	77
抗炎症作用	79
抗酸化作用	79
抗酸化薬	76
好酸球增多	57
高浸透圧	48
高浸透圧造影剤	41
高度蛋白尿	22

高用量 hANP	85
高齢	26, 52
高齢者	55
抗レニン	77
呼吸不全	30
コレステロール結晶	57
コレステロール塞栓	21, 57
コレステロール塞栓症	57

さ

再疎通時間	55
最大造影剤投与量	40
残存腎機能低下のリスク	36

し

糸球体輸入動脈拡張作用	77
自由飲水	67
重曹輸液	65, 69
重炭酸ナトリウム (重曹) 液投与	69
静脈造影	34
腎機能	50
腎機能障害	29
腎虚血	75
心筋梗塞	30
心筋梗塞の既往	27
腎血管収縮	75
腎血管抵抗	84
腎血流増加作用	75
心原性ショック	41

侵襲的(経動脈)投与	45
侵襲的診断法	50
腎障害	25
心臓カテーテル検査	27, 34, 50, 60
腎毒性物質	52
心不全	26, 30

す

スタチン	75
スタチン投与	79

せ

生理食塩水	25
生理食塩水投与	65
生理食塩水輸液	69, 73
全身倦怠感	57
前壁梗塞	55

そ

造影 CT	58, 59
造影剤最大投与量	52
造影剤使用量の減量	52
造影剤腎症	21
造影剤腎症の治療法	82
造影剤腎症の予防法	65, 75, 80
造影剤投与量	40, 52, 62
造影剤投与量の減量	59
造影剤量	38

た

体液のアルカリ化	71
大動脈内バルーン パンピング	38

ダイナミック CT	59
脱水	52
炭酸水素ナトリウム	75
短時間の輸液	72

ち

チアノーゼ	57
長時間の輸液	72
治療後評価	61
治療前評価	61

て

低血圧	38
低酸素血症	30
低浸透圧	48
低浸透圧造影剤	41, 42
低用量 hANP	85
低用量ドーパミン投与	84

と

等浸透圧	48
等浸透圧造影剤	42
透析	80
等張性重炭酸 Na の輸液	25
糖尿病	24, 26, 38, 52
動脈硬化性プラークの 破綻	56

に

日本人の GFR 推算式	21
入院の造影 CT	63
乳酸アシドーシス	29
乳酸産生	30

尿アルブミン/Cr 比	22	ふ	
尿アルブミン定量	22	不安定狭心症	55
尿蛋白/Cr 比	22	腹膜透析患者	36
尿蛋白定量	22	フロセミド	28
の		ま	
脳動脈瘤破裂	61	慢性腎臓病	17, 21
は		や	
発熱	57	薬物療法	75
ひ		ゆ	
非イオン性造影剤	66	輸液	65, 67
非イオン性低浸透圧 造影剤	42	輸液療法	83
ビグアナイド系糖尿病薬		よ	
29, 30, 32		ヨード造影剤浸透圧	48
微小塞栓	57	り	
非侵襲的（経静脈）投与	45	リスクスコア	37
		利尿薬	28
非侵襲的診断法	58	る	
非乏尿性 AKI 患者	84	ループ利尿薬	28
微量アルブミン尿	22	ループ利尿薬投与	82
貧血	26, 38, 52	る	
		濾過透析	80

腎障害患者におけるヨード造影剤 使用に関するガイドライン2012 ダイジェスト版

定価（本体700円+税5%）

消費税変更の場合、上記定価は税率の差額分変更になります。

2013年1月10日 第1版発行

編著者 社団法人 日本腎臓学会・
公益社団法人 日本医学放射線学会・
一般社団法人 日本循環器学会

発行者 小黒正榮

発行所 株式会社 東京医学社
〒113-0033 東京都文京区本郷3-35-4

編集部 TEL 03-3811-4119 FAX 03-3811-6135

販売部 TEL 03-3265-3551 FAX 03-3265-2750

振替口座 00150-7-105704

URL: <http://www.tokyo-igakusha.co.jp>

E-mail: hanbai@tokyo-igakusha.co.jp

正誤表を作成した場合はホームページに掲載します。

© 社団法人 日本腎臓学会，公益社団法人 日本医学放射線学会，
一般社団法人 日本循環器学会，2012

印刷・製本/三報社印刷

乱丁、落丁などがございましたら、お取り替えいたします。

・本書の転載許諾については一括して日本腎臓学会が行います。

・本書に掲載する著作物の複製権・翻訳権・上映権・譲渡権・公衆送信権
（送信可能化権を含む）は（株）東京医学社が保有します。

・**JCOPY** 〈（社）出版者著作権管理機構 委託出版物〉

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。

複写される場合は、そのつど事前に、（社）出版者著作権管理機構

（TEL 03-3513-6969，FAX 03-3513-6979，e-mail: info@jcopy.or.jp）の許
諾を得てください。

ISBN978-4-88563-217-4 C3047 ¥700E