

Single-Detector CTを用いた腹部骨盤CTにおける造影剤低容量化の試み：イオヘキソール300(オムニパーク300, 100mlシリンジ製剤)とイオベルソール320(オプチレイ320, 75mlシリンジ製剤)を用いて

朔, 円香
九州大学大学院医学研究院臨床放射線科学分野

村上, 純滋
麻生飯塚病院画像診療科

中村, 雄介
麻生飯塚病院画像診療科

山口, 俊博
松山赤十字病院放射線科

他

<https://doi.org/10.15017/19218>

出版情報：福岡医学雑誌. 95 (5), pp.118-123, 2004-05-25. 福岡医学会
バージョン：
権利関係：



 原 著

Single-Detector CT を用いた腹部骨盤 CT における造影剤低容量化の 試み：イオヘキソール 300（オムニパーク 300, 100 ml シリンジ製剤）と イオベルソール 320（オプチレイ 320, 75 ml シリンジ製剤）を用いて

¹⁾ 九州大学大学院医学研究院 臨床放射線科学分野

²⁾ 麻生飯塚病院 画像診療科

³⁾ 松山赤十字病院 放射線科

⁴⁾ 国立大分病院 放射線科

⁵⁾ 国立国際医療センター 放射線科

朔 円 香¹⁾, 村上 純 滋²⁾, 中村 雄 介²⁾, 山口 俊 博³⁾,
小 森 哲 士⁴⁾, 木 村 正 彦²⁾, 小 栗 修 一²⁾, 野 口 智 幸²⁾,
飯 田 崇²⁾, 神 谷 武 志⁵⁾

A Prospective Study about an Imaging Quality of Low Dosage of Contrast Media with Single-Detector CT

Madoka SAKU¹⁾, Junji MURAKAMI²⁾, Yuusuke NAKAMURA²⁾, Toshihiro YAMAGUCHI³⁾
Tetsushi KOMORI⁴⁾, Masahiko KIMURA²⁾, Shuuichi OGURI²⁾, Tomoyuki NOGUCHI²⁾,
Takashi IIDA²⁾ and Takeshi KAMITANI⁵⁾

¹⁾ Department of Clinical Radiology, Graduate School of Medicine, Kyushu University

²⁾ Department of Radiology, Aso Iizuka Hospital

³⁾ Department of Radiology, Matsuyama Red-Cross Hospital

⁴⁾ Department of Radiology, National Ooita Hospital

⁵⁾ Department of Radiology, International Medical center

Abstract Purpose: The steadily elevating cost of the contrast-enhanced CT has been a problem in last decade. One approach to curtail the cost is to reduce the amount of contrast media (CM). The purpose of this study was to examine the possibility of reducing the volume of CM in single-detector CT (SDCT) without compromising diagnostic ability.

Materials and Methods: One hundred ml of Iohexol 300 and 75 ml of Ioversol 320 were compared in a prospective CT study about their imaging quality. One hundred patients were randomly divided into two parallel groups (A and B). The former agent was used for group A and the latter for B. CT attenuations of the aorta, central vein, spleen and kidney were measured and each imaging quality was reviewed by three radiologists.

Results: CT attenuations and the imaging quality were significantly superior ($p < 0.05$) in A group, however, comparing in the condition under 50 kg patients, they showed no significant differences and the quality was tolerable for diagnosis in both group.

Conclusion: This demonstrates the difficulty to perform the high-quality CT with a reduced CM in SDCT. However, this does not negate the diagnostic ability of low dose of CM, but reflects the importance of determining the acceptable lowest dose of CM for diagnosis.

は じ め に

CT 装置は、螺旋走査型 CT (以下single- detec-

tor CT: SDCT) が過去 10 年間で本邦全土にめ
ざましい勢いで広く普及した。また造影剤に関し
ても 1970 年代より非イオン性低浸透圧造影剤が

開発され、造影能・副作用の両面で基準を満たす造影剤は 90 年代後半にはほぼ出揃った¹⁾。それらに伴い造影 CT 検査は、現在、最も一般的な画像診断検査としてその地位が確立され、検査件数は毎年増加の一途を辿り、現代医療において大きな役割を占めている。その一方で、検査増加に伴うコストの増大が問題視されているのも現状で、保険制度改正に伴い検査コストを下げる事は急務と考えられる。造影剤の低容量化は、造影 CT 検査のコスト削減には必須と考えられ、ここ数年では多列螺旋走査型 CT (以下 multi-detector CT: MDCT) の開発普及に伴い、その使用造影剤の低容量化が試みられている²⁾³⁾。しかし、まだ本邦では MDCT が設置出来ていない施設も多く、SDCT での造影剤低容量化の指標も必要と考えられる。今回我々は、SDCT において診断能を低下させずに造影剤を低容量化する試みとして、腹部骨盤 CT において二つの市販造影剤—オムニパーク 300, 100 ml シリンジ (イオヘキソール 300) とオプチレイ 320, 75 ml シリンジ (イオベルソール 320)—を比較使用し、その造影能を検討した。

対 象 と 方 法

2001 年 9 月から 12 月までの約 3 ケ月間の間に当院で施行された腹部骨盤 CT 症例にて、市販造影剤オムニパーク 300, 100 ml シリンジ (イオヘキソール 300, 総ヨード量 30 g) とオプチレイ 320, 75 ml シリンジ (イオベルソール 320, 総ヨード量 24 g) の造影能の違いについて前向き検討を行った。対象は、急性腹症や術後フォローアップなど、一相性の造影腹部骨盤 CT ルーチン撮影をする症例で、無作為に A 群・B 群と振り分けてそれぞれ 50 例ずつ検査した。A 群には高容量造影剤としてイオヘキソール 300 を、B 群には低容量造影剤としてイオベルソール 320 をそれぞれ使用した。なお、造影能を変化させるおそれのある、75 歳以上の高齢者、体重 40 kg 未満の低体重者、血清クレアチニン 1.5 mg / dl 以上の腎機能不全者、重度の心不全や担癌悪液質の患者は対象から除外した。

撮像器機は GE 横河メディカル社の proseed SA を使用し、管電圧 120 kVp, 管電流 160 mA, X 線ビーム幅 10 mm, 0.8 秒スキャンで横隔膜か

ら恥骨レベルまで撮影した。造影剤注入条件は、全例において 21 ゲージ翼状針を用いて 1.5 ml / 秒注入にて手背から注入し、撮影は造影剤ボラス注入開始後 90 秒からスキャンを開始した。

造影能の評価法は、客観的評価として CT 値を測定し比較した。上腸間膜動脈分岐レベルの大動脈および下大静脈、脾臓、左腎に関心領域 (ROI) を設定して CT 値を計測した。また、視覚的評価として、放射線科医 3 人による合議制での盲検下読影を行い、肝や脾臓・腎臓などの実質臓器を主体に、その造影能を以下の様に、1—劣る (poor: 臓器吸収値上昇が不十分で、造影 CT としては診断に不足あるもの)、2—普通 (fair: 臓器吸収値上昇は必要十分で診断に不足無いもの)、3—良い (good: 臓器吸収値上昇が良好で、診断に非常に有効なもの) と分類比較した。CT 値比較に関しての統計処理は、Bonferroni's correction for multiple comparison 検定を施行した。P < 0.05 にて有意差ありと判定した。造影能の視覚的評価に関しては、Mann-Whitney's U test を施行した。また、各群の背景因子と CT 値および造影能の相関について、Spearman's correlation coefficient by rank test を行った。

結 果

A・B 群について、背景因子である年齢・性別・体重・腎機能 (クレアチニン値) は Table 1 に示されるごとくで、それぞれ群間に有意差はみられなかった。

上腸間膜動脈分岐レベルの大動脈および下大静

Table 1 Back ground

	Group A	Group B
Age (years)		
range	40-74	46-74
median	63	62
Sex		
Male	26	22
Female	24	28
Weight (kg)		
range	41-84	42-80
median	57.5	57.1
Creatinine (mg/dl)		
range	0.5-1.2	0.5-1.4
median	0.72	0.78

Table 2 Evaluation of CT attenuation

	*CT attenuation		P-value
	Group A	Group B	
Aorta	167.4±7.5	144.5±6.6	<0.0001 (P<0.05)
IVC	129.9±8.3	113.2±7.2	0.0003 (P<0.05)
Spleen	125.1±8.1	111.5±6.9	0.0005 (P<0.05)
Left kidney	179.7±9.9	162.0±8.2	0.0057 (P<0.05)

*The data of CT attenuation is mean ± SD.

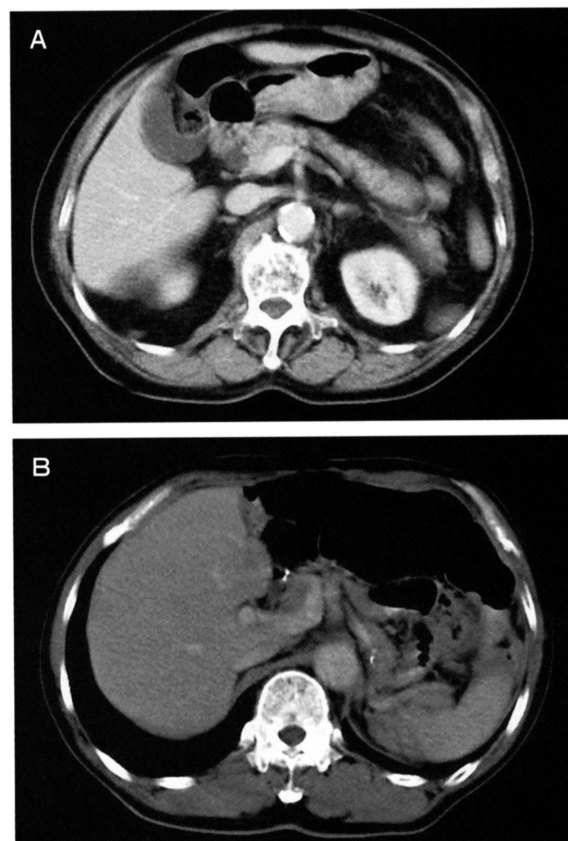
脈、脾臓、左腎の関心領域 (ROI) の CT 値について、その平均を Table 2 に提示する。いずれの CT 値も A 群において約 10～20 程 CT 値が高く、全ての ROI について、表の様に群間の有意差が認められた。また、造影能に関しては Table 3 のような結果を示した。イオヘキソール 300 を用いた A 群では、造影能が劣り診断に影響が出ると判断された症例は 1 例のみであった。これに対して、イオベルソール 320 を用いた B 群では、12 例 (24%) と比較的多く造影不良例 (Grade I) がみられ、群間の有意差も認められた (Figure 1)。

各背景因子と CT 値・造影能の相関については、Table 4 の様に、いずれの群でも体重のみが明らかな負の相関 (体重が増えると造影効果が落ちる) を示したが、その他の条件に関しては明らかな相関は認められなかった。

負の相関を有する体重に関して、体重別に各群の CT 値や造影能を比較検討してみた所、50 kg 未満の症例 (A 群; 11 例, B 群; 12 例) では、Table 5-A / B の様に、CT 値にも視覚的な造影能に関しても群間の有意差が認められないという結果が得られた。また、臓器吸収値が不十分で診断に不足があると判断された Grade I にあたる症例は、いずれの群でも一例も認められなかった (Figure 2)。これに対して、50 kg 以上の症例 (A 群; 39 例, B 群; 38 例) では、Table 6-A / B の様に CT 値では明かな有意差が見られ、視覚的造影能でもイオベルソール 320 を投与した B 群にて造影不良例が多い傾向にあった。

Table 3 Visual evaluation

Group	Grade			P-value
	I: poor	II: fair	III: good	
A	1	18	31	0.00009 (P<0.05)
B	12	26	12	

**Fig. 1** Examples of each group

A) 73M: Weight 59.5 kg

The case which Iohexol 300 was used shows moderately good elevation of organ attenuation, and visual evaluation is Grade III.

B) 64M: Weight 58 kg

The case which Ioversol 320 was used only shows slight elevation of organ attenuation, and visual evaluation is Grade I.

考 察

造影剤開発は 1890 年代の X 線の発見とほぼ同時に始められたが、診断に満足に使用出来る域に達したのは、イオン性トリヨード造影剤が開発された 1950 年代である。その後 1980 年代まではこのイオン性造影剤が主流を占めたが、造影剤の使用量増加に伴いその副作用が問題となり、80 年代後半からは、副作用の原因の一つと考えられる高浸透圧性を克服した非イオン性低浸透圧造影剤がこれに台頭した。副作用発現率は、わが国で行われた大規模調査にて、イオン性で 12.66% に対して非イオン性で 3.13% と明らかに有意差があるデータが示されている¹⁾。現在日本で使用されて

Table 4 Correlation between back grounds and CT attenuation / Visual evaluation

	CT attenuation p-value	Visual evaluation p-value
Age		
A	0.088	0.075
B	0.39	0.68
Sex		
A	0.3	0.053
B	0.39	0.31
Weight		
A	0.000084 (p<0.05)	0.0065 (p<0.05)
B	0.000024 (p<0.05)	0.00033 (p<0.05)
Creatinine		
A	0.76	0.9
B	0.31	0.27

いる造影剤のほとんどが、この非イオン性低浸透圧であるが、安全性が高い一方で薬価はイオン性に比較して明らかに高く、造影 CT 検査の普及に伴う非イオン性造影剤の大量使用がコスト上昇につながり、医療経済を圧迫している現状も問題視されている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。コストを抑えるためには、①使用造影剤量の低容量化、②造影検査件数の削減、③薬価の削減、という方法が考えられるが、現実的に可能と考えられるのは、①使用造影剤量の低容量化であろう。また造影剤の低容量化は、腎毒性や神経症状、不整脈や血液凝固障害といった用量依存性の副作用の発現を抑える意味でも大変重要と考えられる。現に、我々を含め多くの施設で、腎機能低下症例や低体重、高齢者症例には造影剤の使用量を減量している⁷⁾。

造影 CT の撮影法に関しては、現在までに部位別や疾患別に様々な方法が検討・模索されてきたが、必ずしも標準化された方法は無く、至適造影剤量を含めた撮像プロトコールは多岐に及んでいるのが現状である。一般的には、検査の簡便化を計り

Table 5-A CT attenuation in patients under 50 kg

	*CT attenuation		P-value
	A	B	
Aorta	180.6± 6.6	163.7±10.2	0.293
IVC	139.2±12.2	129.2±10.0	0.292
Spleen	137.0± 4.5	122.9± 7.8	0.158
Lt. kidney	195.2±10.5	187.6±13.0	0.45

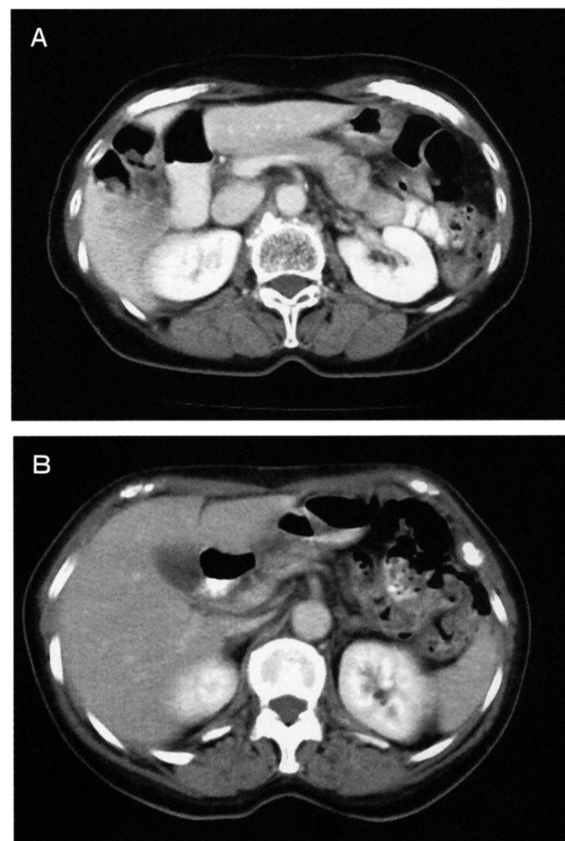
*The data of CT attenuation is mean ± SD.

Table 5-B Visual evaluation in patients under 50 kg

Group	Grade			P-value
	I: poor	II: fair	III: good	
A (n=11)	0	1	10	0.084
B (n=12)	0	4	8	

75 ml ～ 150 ml のシリンジ製剤（総ヨード量 24 ～ 45 g）が自動注入器にて注入される事が多い。

今回我々は、実用に即した造影剤低容量化へ向けて、2つの市販シリンジ製剤、オムニパーク 300, 100 ml（イオヘキソール 300, 総ヨード量 30 g, 薬価 14,416 円）と オプチレイ 320, 75 ml（イ

**Fig. 2** Examples of each group under 50 kg

A) 74F: Weight 48 kg

The case which Iohexol 300 was used shows moderately good organ contrast, and visual evaluation is Grade III.

B) 74F: Weight 48 kg

The case which Ioversol 320 was used shows reasonable elevation of organ attenuation, and visual evaluation is Grade II.

Table 6-A CT attenuation in patients over 50 kg

	*CT attenuation		P-value
	A	B	
Aorta	163.7±23.3	138.5±21.4	<0.0001 (P<0.05)
IVC	127.3±25.3	108.1±16.5	0.0002 (P<0.05)
Spleen	121.7±17.8	107.9±20.0	0.0019 (P<0.05)
Lt. kidney	175.3±34.5	153.9±26.3	<0.0001 (P<0.05)

*The data of CT attenuation is mean ± SD.

イオベルソール 320, 総ヨード量 24 g, 薬価 12,507 円) を比較検討した。客観的評価として測定した CT 値は, 今回いずれの部位でも前者の方が有意に高く, 過去の文献でも我々の結果を支持する報告が散見される。本多らは, 両造影剤にて肝・脾・大動脈の CT 値を比較し, 明らかな有意差は無いもののイオヘキソール 300 群の方が CT 値が高い傾向にあると報告している⁸⁾。また中院らは, 両造影剤において, 頭部造影 CT での基底核の CT 値を定量し, 有意差がみられた (イオヘキソール 300 群の方が CT 値が高い) と報告している⁹⁾。また, 造影能の視覚的評価に関しても A 群の方が有意に良好で B 群では Grade I が 12 例と比較的多かった事より, 実際に臨床の場でイオベルソール 320 をルーチン使用した場合に, 一定の割合で診断能を下げる検査画像になってしまう可能性がある事が危惧された。これは, 中院らの頭部造影 CT 検査でも同様の結果が得られている⁹⁾。

造影能に影響を与える背景因子としては体重が周知の事実だが, 今回の我々の調査でも, 体重のみが CT 値や造影能の視覚評価と明らかな相関を見せた。

関連のみられた体重に関して, イオベルソール 320 がその診断能を下げずに使用できる境界領域を模索してみたところ, 一相性の腹部骨盤 CT では体重 50 kg 未満と判明した。その際 1 件につき約 2,000 円のコスト削減となり, 用量依存性の副作用発現頻度も抑えられると考えられる。過去の

報告でも, 阿部らは頸胸部領域の造影 CT において体重 50 kg 未満の症例で両造影剤の造影能に有意差無しという結果を¹⁰⁾, また中院らは頭部造影 CT において, 体重 70 kg 未満の症例でイオベルソール 320 群の造影能がイオヘキソール 300 群に比較して遜色が無いという結果を, それぞれ提示している⁹⁾。

今回の調査は, 一相性の腹部骨盤 CT に限定されており, また造影剤の濃度や注入速度, 投与時間, 撮像タイミングも検討しておらず, ヨード量のみが検討項目となっている。それらの因子の影響は大変大きいと考えられ, 今後更なる検討が必要と考えられるが, 実際の臨床の場において頻用されている二種のシリンジ製剤を用いた簡便なコスト削減法を考えた場合は, 今回の検討結果は参照に値するのではないと思われる。

今後 MDCT の開発に伴い, その使用下での造影剤の低容量化が更に検討されと考えられるが, まだ SDCT を使用している施設も多く, SDCT においても使用造影剤量について一定の基準が導かれる事が望まれる。

結 論

今回の検討より, SDCT を用いた一相性腹部骨盤造影 CT では, 全体としては, イオベルソール 320 はイオヘキソール 300 と比較して造影能低下し診断に影響を与え得るが, 体重 50 kg 未満の患者群では, イオベルソール 320 をルーチン使用しても診断に大きな影響を与える程の造影能低下はみられず, 検査の質を保ちながらコスト削減する事に寄与し得ると考えられた。

文 献

- 1) 住幸治, 桑鶴良平: 専門医認定試験にも役立つ画像検査の基本. 臨床画像 vol. 18 No. 6, 2002.
- 2) 南学: MDCT 時代における造影 CT 検査: 造影剤の薬物動態とそれに基づくプロトコール. 第 10 回造影剤と放射線シンポジウム講演集, 12-14, 2001, 第一製薬株式会社, 東京.
- 3) 入江裕之: 肝, 脾のマルチスライス CT: 造影剤濃度と投与速度に関する検討. 第 10 回造影剤と放射線シンポジウム講演集, 18-20, 2001, 第一製薬株式会社, 東京.
- 4) 大山行雄, 中島康雄, 佐伯光明, 清野泰之, 土師一史, 宮崎治, 三橋寛, 江原範重: 造影 CT にお

Table 6-B Visual evaluation in patients over 50 kg

Group	Grade			P-value
	I: poor	II: fair	III: good	
A (n=39)	1	17	21	0.183
B (n=38)	12	22	4	

- ける Omnipaque 240 の使用経験—低濃度・低価格造影剤使用の妥当性について. — 画像医学 12: 170-178, 1993.
- 5) Mathew JK, Scott DL and Marc AD: Low-Osmolality Contrast Media: Dosage comparison of Ioversol and Iohexol for cranial computed tomography. Comp. Med. Imaging and Graphics, Vol. 15, No.6, 403-406, 1991.
 - 6) Mathew JK and Michael RB: Optimization of Low-Osmolality Contrast Media for Cranial CT: A Dose Comparison of Two Contrast Agents. AJNR 11: 847-849, 1990.
 - 7) 興梠征典, 高橋睦正: これだけは知っておきたい造影剤使用上の注意. 画像診断 vol. 18 No. 6, 1998.
 - 8) 本多正徳, 高階経幸, 兵頭秀樹, 柴山千秋, 松本一宏: 非イオン性造影剤 (イオベルソール 320) による 75 ml Dynamic CT の検討. 映像情報 vol. 29 No. 16.
 - 9) 中院達也, 清水雅史, 宇野さをり, 吉川秀司, 漢那憲聖, 三崎敏正, 土肥美和子, 山本和宏, 田中康敬, 雑賀良典, 宇都宮啓太, 末吉公三, 檜林勇: 頭部造影CTにおける Ioversol 320 / 75 ml syringe の造影効果の検討. 映像情報 vol. 30 No. 16.
 - 10) 阿部知博, 廣瀬敦男, 角原紀義: 造影CTにおける非イオン性造影剤イオベルソール注射液 (オブチレイ 320 シリンジ 75 ml) の使用経験. 盛岡赤十字病院紀要 vol. 7, No. 1, 20-26, 1998.
(受付 2004-3-1)