

腹部 CT 検査における内服させる 造影剤濃度の研究

岡山大学医学部附属病院中央放射線部（部長：青野 要）

松島紀志夫・三村 誠一・田原 誠司

北山卓一・稲村圭司・三上泰隆

岡山大学医学部放射線医学教室（主任教授：青野 要）

橋本敬二・平木祥夫・青野 要

（昭和59年12月11日受稿）

Key words : Pancreas CT,
希釈造影剤濃度,
視覚評価の統計処理

緒 言

CTが1972年 Hounsfield と Ambrose によって報告されて以来、装置の開発、発展には目を見張るものがある。その臨床使用においても、頭部疾患診断の迅速さ、正確さは言うに及ばず、胸部、腹部に関しても診断上重要な役割を果たし、現在では総合画像診断の一役を担い、多くの研究や臨床に関する報告がなされている。とりわけ膵^{1,6,8)} CT 検査においては、従来の検査法と比較して患者に対し非侵襲的で正確に、かつ客観的にその形態把握が可能で膵疾患^{3,7,8)}、特に pancreatitis から cancer, cyst 等の診断上での臨床的意義は大きい。膵 CT 画像において臨床上、当面の問題となるのは、膵頭部、膵体部、膵尾部と腸管、胃等隣接する消化管との識別であり、これらを明確に識別出来る方法は見当たらないが、一般的な方法として造影剤を服用する方法がとられている。しかしこの方法も造影剤濃度^{5,8)}が低すぎれば造影効果は期待されず、高くすると画像に、artifact^{1,5,8)}が生ずる結果となり、濃度には限界がある。実用上臨床に使用される造影剤濃度は、各施設で経験的なものから決定されており、現状では必ずしも満足のいく結果となっていない。そこで今回膵疾患診断

のため臨床に使用される内服用造影剤の最適濃度範囲を求めることを目的として、造影剤希釈度とその CT 値の関係に関する実験を行い結果について統計的手法^{9,10)}によって検討を行ったので考察を加えて報告する。

対象，方法

対象は、S 59年 9 月 6 日～S 59年10月18日まで岡大病院で CT 検査を実施した症例で、年齢分布は、28才～78才、男性34名、女性16名で静注法による CE-CT なし（以下 Plain-CT と略す）27例、静注法による CE-CT あり（以下 CE-CT と略す）23例、合計50例で precedence は、以下に示す。

1) 造影剤は、無臭性のガストログラフィンとし、濃度は、0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%の5種類とする。

2) phantom でそれぞれの希釈液の CT-No を得る。

3) 患者に300ml 内服。5分間右側臥位をとらせた後にスキャン開始。得られた CT 像から胃内の CT-No と各臓器の CT-No を得る。

4) 得られた CT 像（希釈液内服前と内服後）を CT 診断の経験豊富な放射線科医・ならびに放射線技師で視覚判定を行ない評価基準を得る。

5) 評価基準を、統計的手法(t検定)により判定を行う。

6) 総合判定を行う。

CT装置は、東芝 TCT 60A-20型、撮像条件は、120KV, 200mA, 9 sec, スキャン幅10mm, 画像収集サイズ320×320マトリックスで行い原則として体軸に垂直にスキャンした。

結 果

図1は、phantomにおけるガストログラフィン希釈液とCT-Noの関係を示したものであるが、希釈液とCT-Noは非常に良好な直線性を

示している。临床上患者をスキャンする時には、胃液等により造影剤は幾分希釈され、図1の様な値とはならない。

図2及び表1に内服5分後のスキャンにおける胃内のガストログラフィン希釈液とCT-Noの関係を示した。胃内のCT-Noは、plain-CT, CE-CTにおいて変化は見られない。

図3及び表2は、各臓器^{2,4,8)}のCT-Noを示している。plain-CTにおいては、脾のCT-Noは30~60の範囲に分布し、CE-CTでは、50~90の範囲に分布している。脾のCT-Noの分布と胃内のガストログラフィン希釈液(図2)のCT-

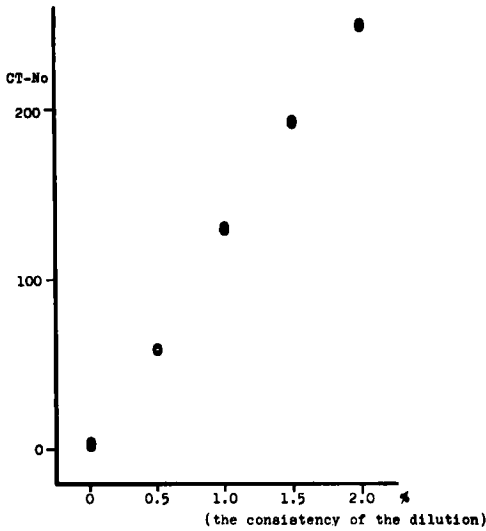


図1. ガストログラフィン希釈液のCT-No(phantom)

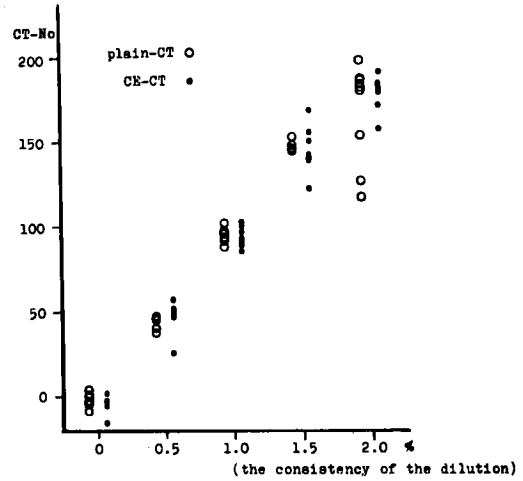


図2. ガストログラフィン希釈液のCT-No(胃)

表1. ガストログラフィン希釈液のCT-No(胃)

0%	plain-CT	-4.3 4.3 0.6 -8.5 -2.4 -2.6 4.5 1.8 0.3 -2.3 -2.4 -4.7 -1.9 -0.5 0.4
	CE-CT	-14.7 2.1 -3.0 -2.0 -5.0 -4.6 2.4
0.5%	plain-CT	47.5 45.0 45.4 45.1 37.5 45.9 45.2 40.0
	CE-CT	47.5 49.9 47.1 51.9 25.9 56.7 48.0 57.1
1.0%	plain-CT	94.8 97.2 87.8 91.2 93.2 96.6 101.7 96.1
	CE-CT	96.5 84.2 100.0 92.3 89.5 102.6 90.8 92.5 92.6 101.7 88.2
1.5%	plain-CT	144.8 143.6 147.1 152.0
	CE-CT	138.9 139.9 141.3 138.0 121.0 166.9 154.8 139.6 149.1 138.0 139.4
2.0%	plain-CT	178.6 184.4 185.1 180.1 182.0 116.1 125.5 152.0 182.5 196.0
	CE-CT	156.3 181.8 179.2 189.4 176.6 189.1 177.1 175.3 169.3 156.0 182.6

No の分布の重なりが大きい程、脾と腸管、胃等隣接臓器との識別は困難になる。これらの結果から CT-No から判定すれば、

plain-CT においては

0%と1.0%以上の希釈液ならば造影剤内服の効果が期待できるが、0.5%では効果は期待

できない。

CE-CT においては

0%, 0.5%と1.5%以上の希釈液ならば、造影剤内服の効果が期待されるが、1.0%では効果は期待できないことになる。

それぞれの CT-No の分布の重なり合いから考えれば、以上の様な結果を得たが、造影剤内服前と造影剤内服後の臨床 CT 画像を次の様な評価基準で判定すると、表3-a, b, c, d, e のようになる。

比較部位は

- 脾体部、脾尾部と胃 — A
- 脾頭部と十二指腸 — B
- 脾体部、脾尾部と小腸 — C

の3ヶ所で行なった。

評価基準は

- 画像が悪くてわからない(artifact 他) — 1点
- 判別不能 — 2点
- なんとか判別可能 — 3点
- 良く識別できる — 4点

とした。

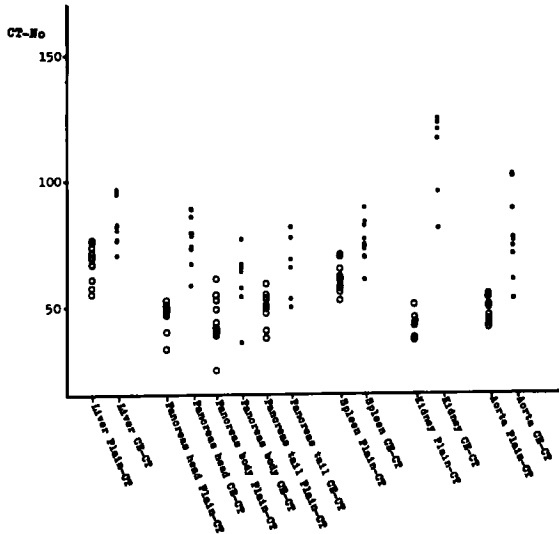


図3. 各臓器の CT-No

表2. 各臓器の CT-No

Liver	plain-CT	71.0 69.1 76.2 75.5 66.8 60.5 57.3 54.8 69.8 76.3 69.6 73.4 66.5
	CE-CT	95.5 94.5 76.0 81.4 76.7 82.7 75.8 70.1 96.3 81.1
Pancreas head	plain-CT	39.9 33.9 50.3 46.5 52.2 47.6 46.1 48.5 49.1 49.5
	CE-CT	88.7 79.1 88.1 77.8 66.8 73.7 72.6 58.0 85.3
Pancreas body	plain-CT	39.1 43.6 24.8 38.4 40.5 48.6 39.6 61.8 52.5 54.4 41.3 41.0
	CE-CT	76.5 53.9 35.6 57.1 65.1 63.7 66.6
Pancreas tail	plain-CT	53.2 58.8 40.1 49.1 47.1 52.8 37.2 50.3 54.4
	CE-CT	77.1 49.4 65.1 68.5 52.9 81.3
Spleen	plain-CT	60.0 57.2 57.9 69.7 52.2 55.3 61.6 57.0 57.1 60.9 70.5 64.5 59.6
	CE-CT	83.5 69.7 69.6 60.3 81.8 72.5 69.2 74.5 89.0 73.6 76.4
Kidney	plain-CT	42.1 45.3 37.3 43.4 43.8 50.3 37.6 36.5
	CE-CT	123.2 80.9 95.3 120.2 116.7 124.6
Aorta	plain-CT	50.4 42.8 42.9 55.0 49.6 43.6 41.2 44.9 50.5 53.1 46.1 43.8
	CE-CT	88.5 101.3 73.7 60.4 70.4 77.1 75.9 52.8 102.3

表3-a, b, c, d, e
希釈液内服前と内服後の臨床CT像識別評価点

a

0 %						
N	A		B		C	
	negative	positive	negative	positive	negative	positive
1	3	4	2	2	3	3
2	3	4	2	2	3	3
3	4	4	3	3	2	2
4	3	3	4	3	2	2
5	3	2	4	3	2	1
6	4	4	3	2	3	2
7	3	4	2	2	2	2
8	3	4	3	2	3	2
9	3	3	3	1	2	2
10	4	4	2	3	3	2

d

1.0 %						
N	A		B		C	
	negative	positive	negative	positive	negative	positive
1	3	4	3	3	2	4
2	3	4	2	4	3	4
3	3	4	2	3	2	4
4	3	4	2	4	3	4
5	4	4	3	4	2	3
6	2	4	2	3	2	3
7	3	3	2	4	2	4
8	3	4	2	3	2	2
9	2	3	3	3	2	4

b

0.5 %						
N	A		B		C	
	negative	positive	negative	positive	negative	positive
1	4	4	4	2	4	4
2	3	3	2	3	2	2
3	3	2	3	2	4	4
4	4	3	4	1	2	2
5	4	4	3	1	2	1
6	4	4	2	2	2	2
7	4	4	3	2	2	2
8	4	2	4	2	3	3
9	4	2	2	2	2	2
10	3	3	2	2	2	2

e

2.0 %						
N	A		B		C	
	negative	positive	negative	positive	negative	positive
1	3	4	3	4	2	4
2	3	4	3	4	2	3
3	3	4	3	4	2	4
4	4	4	2	4	2	4
5	2	3	2	3	2	3
6	3	4	1	3	3	4
7	2	3	2	2	2	2
8	2	4	2	3	2	4
9	3	4	3	1	2	3
10	4	4	2	3	2	4

c

1.0 %						
N	A		B		C	
	negative	positive	negative	positive	negative	positive
1	2	4	2	4	2	4
2	4	4	3	2	4	3
3	2	2	4	4	3	3
4	3	3	2	3	3	3
5	3	4	3	4	2	2
6	3	2	2	1	3	1
7	2	3	3	2	2	2
8	4	4	3	2	3	3
9	4	3	2	3	2	4
10	2	2	4	2	3	2
11	2	4	2	3	2	3

表3の結果をもとに希釈液内服前と内服後の評価点の平均 (\bar{X}_1), (\bar{X}_2) と標準偏差 (σ_1), (σ_2) を表4に示す。

内服前の平均 (\bar{X}_1), 標準偏差 (σ_1)

内服後の平均 (\bar{X}_2), 標準偏差 (σ_2)

内服前の対象数 (n_1), 内服後の対象数 (n_2)

とすると, 統計量 $t^{(9)}$ は次式で求められる。

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{n_1 + n_2}}}$$

検定は, t 分布表¹⁰⁾を用い|t|が

0.1以上 — 差が認められない。

0.1~0.05 — 差が有るかもしれない。

表 4. 識別評価点の平均と標準偏差

	0%			0.5%			1.0%			1.5%			2.0%		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
\bar{X}_1	3.30	2.80	2.50	3.70	2.90	2.50	2.82	2.73	2.64	2.89	2.33	2.22	2.90	2.30	2.10
\bar{X}_2	3.60	2.30	2.10	3.10	1.90	2.40	3.18	2.73	2.73	3.78	3.44	3.56	3.80	3.10	3.50
σ_1	0.48	0.79	0.53	0.48	0.88	0.85	0.87	0.79	0.67	0.60	0.50	0.44	0.74	0.67	0.32
σ_2	0.70	0.67	0.57	0.88	0.77	0.97	0.87	1.01	0.90	0.44	0.53	0.73	0.42	0.99	0.71

表 5. 統計量 t

	A	B	C
0%	1.266	1.523	1.663
0.5%	1.898	3.031	0.246
1.0%	0.976	0.001	0.267
1.5%	3.590	4.588	4.708
2.0%	3.349	2.105	5.716

- 0.05~0.01 —— 差を認める.
- 0.01~0.001 —— 確かに差がある.
- 0.001以下 —— 確かに明らかな差がある.

とした。
 表 5 にそれぞれの統計量 t を示す。
 表 5 より t 検定の結果は、次の様になる。
 0% A, B, C—差が認められない。
 0.5% A—差が有るかも知れない。
 B, C—差を認める。
 1.0% A, B—差は認められない。
 C—差を認める。
 1.5% A, B, C—確かに差が有る。
 2.0% A—確かに差が有る。
 B—差が有るかもしれない。
 C—確かに明らかな差がある。
 以上の様な結果を得た。

考 察

CT 検査に使用可能な造影剤²⁾としては、ガストログラフィンの他にバリウム、オリーブ油、air 等が報告されているが、バリウムは希釈しても沈殿と artifact を生じ、オリーブ油は、膀胱、腸等への使用報告はあるが、非常に飲みにくく、経口法は使用されていない。又 air は胃と膵体

の識別は容易であるが、air が確実に小腸までいかない時が多く、膵体尾部と小腸の識別が困難である。又 artifact の原因となるので使用は、好ましくない。

文献より造影剤の内服量^{5,7,8)}に関しては、今回 300ml としたが、スキャンタイミングによっては、膵と隣接する腸管に造影剤が存在しない場合もあり、内服量と内服方法等の検討も必要である。

今回得られたデータで CT-No については、文献とほぼ同じ値で、その分布^{2,4,8)}及び t 検定から考えれば、1.5%、2.0% 希釈液ならば、plain-CT、CE-CT に関係なく造影剤の内服効果は期待される。しかし 2.0% 以上の希釈液では濃度が高すぎて artifact が liver へ強く影響を与えるので、腹部 CT においての使用は好ましくない。0% では、膵と小腸との識別が臨床 CT 画像で困難になる。0.5% 希釈液は、CE-CT で、ガストログラフィンは諸臓器より相対的に low density になり、造影効果が期待されるが、plain-CT では、諸臓器と同様の CT-No となり、識別困難となる。又 1.0% 希釈液は plain-CT で造影効果が期待されるが、CE-CT では造影剤点滴により density が上昇した諸臓器との識別が困難となる。以上のことより、腹部 CT で pancreas をマークするには、plain-CT では、1.0% 以上の濃度のガストログラフィン希釈液を内服させれば、臨床的に有意義であり、CE-CT では、1.5% 以上又は 0.5% の濃度のガストログラフィン希釈液を使用すれば、臨床的に使用可能である。従って、画一的に内服させるには、1.5% 値が最適と思われる。

今回、膵スキャン時における希釈造影剤の最

適濃度範囲を求めることを主として検討したが、今後は、撮影時の Gantry 角度⁸⁾、撮影体位^{6,8)}あるいは鎮痙剤の使用等、総合的な組み合わせを考慮して、より良い脾 CT 画像を得るべく工夫する必要があると思われる。

結 論

上腹部 CT 検査を実施するにあたり、脾を正

確に描出させるため、造影剤を内服させて脾に隣接する胃、十二指腸、小腸をマークすることについて検討した。内服させる造影剤はガストログラフィンの水希釈液が良く、その至適濃度は、約1.5%であった。これにより脾は、頭部、体部、尾部が正確に識別され、脾疾患診断の向上に貢献するものと考えられる。

参 考 文 献

1. 板井悠二：X線 CT。日本放射線技術学会誌，京都，特集号，pp. 20—32，1983。
2. 永井輝夫・松本満臣：放射線診断における CT の役割，全身 CT 診断学，朝倉書店，東京，pp. 57—66，1983。
3. 永井輝夫・松本満臣：脾，全身 CT 診断学，朝倉書店，東京，pp. 401—416，1983。
4. 高橋信次：CT 画像とその評価，図解コンピュータ断層法—基礎原理から診断図譜まで—，秀潤社，東京，pp. 27—30，1984。
5. 福岡淳一・工藤資次・宇野康隆：CT ホールボディスキャン500例の検討(3)。CT ホールボディスキャンにおけるコントラストエンハンスメントについて。第34回日本放射線技術学会総会予稿集，京都，pp. 102—103，1978。
6. 山本友行・田村鋒男・山崎義則：脾臓 CT スキャンの体位について。第36回日本放射線技術学会総会予稿集，京都，p. 599，1980。
7. 稲本一夫：脾疾患の総合画像診断による鑑別診断成績。サクラXレイ写真研究，東京，No 145，pp. 8—13，1981。
8. 市川秀男・金森勇雄・木村得次・安田鋭介・中野 哲：脾 CT scan について。富士X—レイ研究，東京，No 124，pp. 8—13，1979。
9. 近藤良夫・舟阪 渡：統計量の分布，技術者のための統計的方法，共立出版株式会社，東京，pp. 44—70，1980。
10. 近藤良夫・舟阪 渡：t 分布表，技術者のための統計的方法，共立出版株式会社，東京，p. 632，1980。

**Studies on the consistency of internally taken
contrast medium for Pancreas CT**

Kishio MATSUSHIMA, Seiichi MIMURA, Seiji TAHARA,

Takuichi KITAYAMA, Keiji INAMURA and Yasutaka MIKAMI

***Keiji HASHIMOTO, Yoshio HIRAKI and Kaname AONO**

Department of Radiology, Okayama University Hospital

(Director: Prof. K.Aono)

*** Department of Radiology, Okayama University Medical School**

(Director: Prof. K. Aono)

A problem of Pancreatic CT scanning is the discrimination between the pancreas and the adjacent gastrointestinal tract. Generally we administer a dilution of gastrografen internally to make the discrimination. The degree of dilution has been decided by experience at each hospital.

When the consistency of the contrast medium is low in density, an enhancement effect cannot be expected, but when the consistency is high, artifacts appear. We have experimented on the degree of the dilution and CT-No to decide the optimum consistency of gastrografen for the diagnosis of pancreatic disease.

Statistical analysis of the results show the optimum dilution of gastrografen to be 1.5%.