

Title	造影CTにおける用手陽圧点滴静注法と350mg I/ml高濃度造影剤の有用性について
Author(s)	奥畑, 好孝; 安河内, 浩; 李, 敬一 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(1), p. 35-41
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17097
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

造影 CT における用手陽圧点滴静注法と350mg I/ml 高濃度造影剤の有用性について

帝京大学医学部放射線科学教室

奥畑 好孝 安河内 浩 李 敬一
村上 康二 谷部 正浩 古賀 雅久
白土 誠 永井 純 国安 芳夫

（昭和63年7月27日受付）

Improved Contrast Enhancement with Positive Pressure Drip Infusion Method and 350 mg I/ml High Concentration Contrast Media on Routine Contrast Enhanced CT

Yoshitaka Okuhata, Hiroshi Yasukochi, Keiichi Lee, Kohji Murakami,
Masahiro Tanibe, Masahisa Koga, Makoto Shirato,
Jun Nagai and Yoshio Kuniyasu
Department of Radiology, Teikyo University, School of Medicine

Research Code No. : 514.1

Key Words : CT, Contrast enhancement, Liver, Positive
pressure drip infusion method

Sixty cases of routine contrast enhanced CT were analyzed about the utilities of positive pressure drip infusion method using high concentration contrast media 350 mgI/ml, 100 ml. They were divided into three groups and each twenty cases were received positive pressure drip infusion method using Iohexol 350 mg/ml, 100 ml (350PP), positive pressure drip infusion method using Iohexol 300 mgI/ml, 100 ml (300PP) or conventional drip infusion method using Iohexol 300 mgI/ml, 100 ml (300DI). Enhancement effects of the liver parenchyma, the aorta and the spleen at upper, middle and lower levels of the liver were evaluated with increased attenuation on pre- and postcontrast CT. And intrahepatic contrast was evaluated with attenuation difference between liver parenchyma and intrahepatic vessels on postcontrast CT.

In result, 300PP kept better enhancement effects and obtained better intrahepatic contrast than 300DI at the each level of the liver, and 350PP was still better than 300PP. The analysis of relationship between intrahepatic contrast and body weight suggested that 300PP was the optimal choice for the cases with 40~50 kg body weight and 350PP was for the ones with 50~60 kg as the infusion method of routine contrast enhanced CT. And the dose of contrast media seemed to be more needed for the cases over 60 kg body weight.

350PP and 300PP were concluded as useful, safe and simple methods for routine contrast enhanced CT of the liver.

はじめに

本邦における CT のルーチン検査の造影法としては、300mgI/ml 造影剤の100ml の点滴静注或いは急速静注+点滴静注を用いることが多い。しかし、症例によっては造影効果が不十分である場合を時々経験するのも事実である。撮像開始時に50ml 前後の造影剤を急速静注する方法は、造影効果を高める上で有用であるが、静注の手技が医師以外では抵抗がある場合も少なくなく、ルーチン検査における実施の難しいことがある。そこで、我々は比較的手技的に簡便で、造影効果を高める方法として造影剤ボトル内に空気を注入して、その陽圧によって注入速度を早める、用手陽圧点滴静注法¹⁾について、300mgI/ml 造影剤と350mgI/ml 造影剤を用いて肝 CT において検討し、有用であったので報告する。

また同時に、門脈・肝静脈と肝実質のコントラスト造影能と体重の相関について検討し、体重別の至適な造影剤量についても検討したので報告する。

対象及び方法

対象は、肝疾患を有する或いは疑われかつ正常な腎機能を有する60症例で、内別は男性42例、女性18例、年齢30~85歳(平均年齢61.7歳)、体重40~70kg(平均体重53.6kg)であった。60症例を無作為に20例ずつに3等分し、下記の3つの注入方法により造影 CT を施行し比較した。20例ずつの平均体重は、各注入方法の順に53.4kg, 53.7kg, 53.8kg とほぼ等しかった。

1. 300点滴静注法(300DI)-Iohexol 300mgI/ml(オムニパーク300)100mlを点滴静注し、残量30mlにて撮像を開始する。

2. 300用手陽圧法(300PP)-Iohexol 300mgI/ml(オムニパーク300)100mlを注入開始時に造影剤ボトル内に空気70mlを1~2分かけて注入し、残量30mlにて撮像を開始する。

3. 350用手陽圧法(350PP)-Iohexo 1350mgI/ml(オムニパーク350)100mlを注入開始時に造影剤ボトル内に空気80~90mlを1~2分かけて注入し、残量30mlにて撮像を開始する。

用手陽圧法の場合、点滴溜めの液量は十分にと



Fig. 1 Photograph of charging air into the bottle of contrast media. The air intake needle attached to the drip infusion apparatus has a valve to prevent the leakage of contrast media.

り、空気注入時に血管ラインに空気が混入しないよう注意する。輸液セットは、JMS500型 BMFタイプで通気孔に逆流防止弁を備えており、検査中に造影剤が通気孔より逆流して外部にもれることはなかった。19ゲージ翼状針により、前腕或いは下腿静脈より注入した。用手陽圧点滴静注法の空気注入時の写真を Fig. 1 に示す。

使用 CT は日立 W-600で、1スライスのスキャン時間は4.5秒である。造影剤残量30mlより撮像を開始し肝を1cm間隔で連続して撮像した。

各注入法による造影剤の注入量の経過と CT 撮像時間の平均的關係を Fig. 2 に示す。300DI の平均注入時間は約17分で図のようにほぼ一定の点滴速度を示す。300PP では、平均注入時間は約9分で残量30mlまでは比較的急速に注入される。350PP では、平均注入時間は約8分で残量20~10mlまでは比較的急速に注入されるが、それ以後は300PP, 300DI と比較し注入が緩徐である。撮像開始時間は造影剤残量30ml であるが、平均撮像時間は

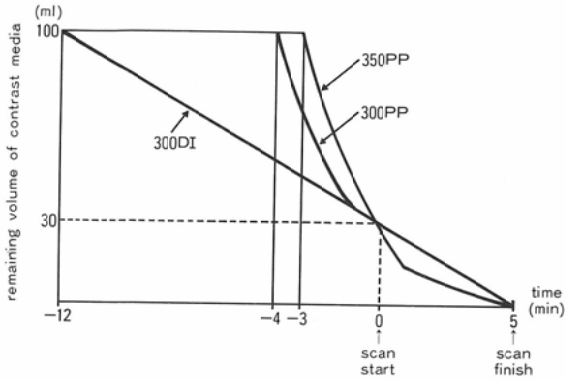


Fig. 2 Average courses of infusing contrast media on each infusion method. Scanning was started at the time of 70ml administration of contrast media. Infusion time of 300DI was much longer than 300PP and 350PP. 300DI: 300mg I/ml. 100ml drip infusion method. 300PP: 300mg I/ml. 100ml positive pressure drip infusion method. 350PP: 350mg/ml, 100ml positive pressure drip infusion method.

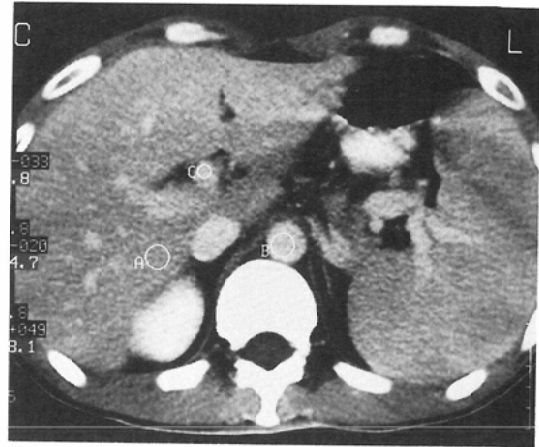


Fig. 3 An example of CT number measurement of each organ. This case was well enhanced one, approved as visual score 2*. (* see Fig. 5)

よく、2次分枝まで同定できる例である。

(ハ) 副作用の検討として、注入時の熱感、疼痛及び、その他の症状の有無を問診した。

結 果

Fig. 4に各注入法による肝実質及び大動脈の上肝部、中肝部、下肝部の造影効果の平均の推移を示す。300DIで造影効果の若干の漸増及び350PPで大動脈の造影効果に若干の漸減を認めるが、各注入法ともに上肝部より下肝部まで変動の少ない比較的一定した造影効果を示した。

この結果をふまえて造影効果を上肝部・中肝部・下肝部の平均値で、評価することにした。Table 1は各注入方法による肝実質・大動脈・脾の造影前・造影後CT値の差の平均値である。肝実質のCT値の差で見ると、300DIが18.5、300PPが22.2、350PPが29.3であり、この順に造影効果が高かった。この傾向は大動脈、脾についても同様であった。

Table 2に各注入方法による造影CTにおける肝実質と門脈及び肝静脈のCT値差の平均値及び視覚的コントラストの平均スコアを示す。門脈と肝静脈の肝内コントラストは、ほぼ同様の結果であり、前述の各臓器の造影効果と同様に、300DI、300PP、350PPの順にコントラストが良好であった。視覚スコアの平均では、300DIと300PPが、1次分枝まで同定されるとしたスコア1以下で

約5分で、撮像終了時刻は各注入法の造影剤注入終了時刻とほぼ一致した。

検討方法

(イ) 造影効果として、肝の上・中・下部スライスについて、造影前後の肝実質、大動脈、脾についてCT値を測定し、その差を算出した。肝の中部は肝門部レベルとし、肝の上・下部は、それぞれ肝の中部の3～4スライス上下とした。

(ロ) 造影CTの肝内コントラストとして肝実質と肝内門脈及び肝静脈のCT値の差を算出した。CT値測定の際に造影不良で肝実質と肝内門脈、肝静脈が等濃度で同定できない場合は、肝実質と同じCT値とした。

また、視覚的判定項目として2次分枝(区域支)以上同定可能なものをスコア2、1次分枝まで同定可能なものをスコア1、同定できないものをスコア0としてスコア化した。

CT値測定及び視覚的判定の際のCTウィンドウは200HUとした。

Fig. 3に各臓器のCT値測定の実例を示す。図のごとく各臓器に円形の関心領域を設定し、その平均CT値を測定した。この症例は造影効果が

あったのに対し、350PPが平均1.35とスコア1以上であった。

次に、Fig. 5に門脈・肝静脈-肝実質の肝内コントラストについて、実測CT値差と視覚的コントラストのスコアの相関を示す。CT値差は、各症

例ずつの門脈、肝静脈の平均値とし、視覚的コントラストも各症例ずつの平均スコアとしてプロッ

Table 1 Comparison of the three infusion methods for average enhancement effects (increased density) of the liver parenchyma, the aorta and the spleen. 300PP obtained better enhancement effects than 300 DI. and 350PP was best.

	Liver	Aorta	Spleen
300mgI/ml Drip Infusion	18.5	49.2	26.0
300mgI/ml Positive Pressure	22.2	53.6	30.6
350mgI/ml Positive Pressure	29.3	65.5	39.6

Table 2 Comparison of the three infusion methods for average intrahepatic contrast (difference of density). Results were the same as those of the enhancement effects.

	Portal vein-Liver		Hepatic vein-Liver	
	difference of density	visual score	difference of density	visual score
300mgI/ml Drip Infusion	3.7	0.23	3.6	0.21
300mgI/ml Positive Pressure	8.8	0.58	8.7	0.58
350mgI/ml Positive Pressure	15.9	1.35	15.5	1.35

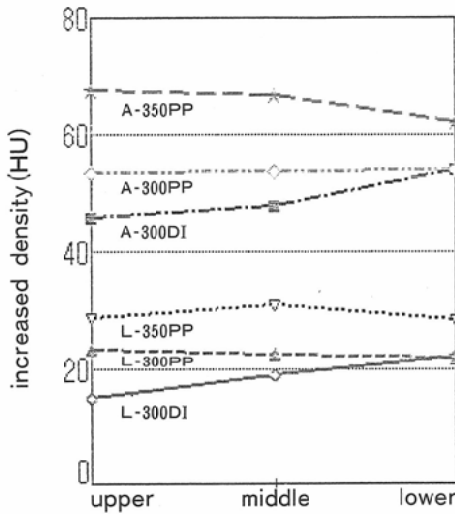


Fig. 4 Comparison of the infusion methods for the average enhancement effects of the liver parenchyma and the aorta at the planes of upper, middle and lower portions of the liver. Each method provided mostly regular enhancement effects over the all planes.

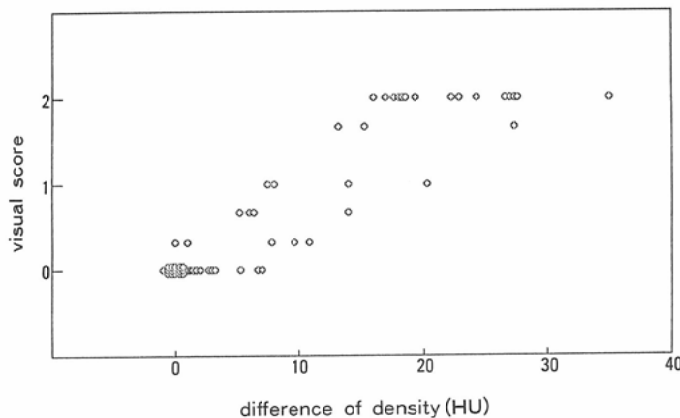


Fig. 5 Relationship between intrahepatic contrast densitometry and visual contrast score. Cases over 15HU difference usually obtained visual score 2 and cases under 10HU difference distributed under visual score 1. visual score 2: visualized second branches of intrahepatic vessels, 1: visualized up to first branches of intrahepatic vessels, 0: not identified intrahepatic vessels.

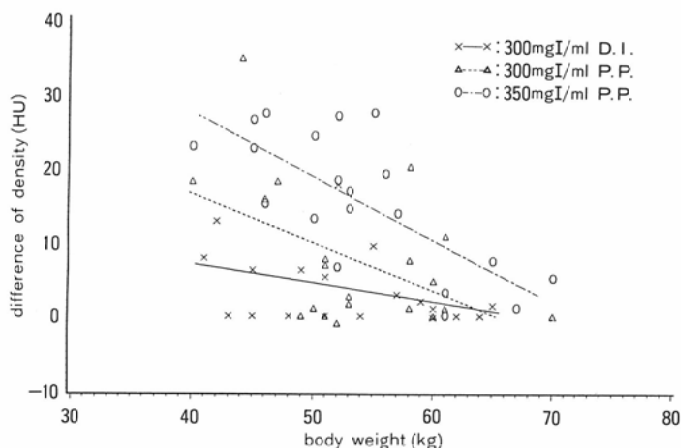


Fig. 6 Correlation between intrahepatic contrast (difference of density) and body weight. Superimposed lines are calculated correlation ones with the each infusion method. Judging by these, 350PP and 300PP obtained over 10HU with cases up to 60kg and 50kg body weight respectively and 300DI did not obtained it with the all cases 40~70kg.

トした。CT 値差10HU 以下ではスコアに比較的集中し、15HU 以上ではスコア2に集中している。したがってスコア1以上のコントラストを得るには、10HU 以上の差が必要であることがわかる。

次に各注入法における体重による門脈・肝静脈-肝実質コントラストについて検討した。Fig. 6は、各注入法において、個々の症例について、横軸に体重、縦軸に肝内コントラストとしてCT 値差をプロットしたものである。三本の直線は、各注入法による症例の1次相関直線である。この図より、300DIでは体重40kg 台でもCT 値差10HU 以下に対し、300PPでは体重40kg 台では10HU 以上に位置し、体重50kg 以上では10HU 以下となっている。350PPでは体重60kg 前後まで10HU 以上の高いコントラストを維持している。前述のFig. 5より、スコア1以上のコントラストを得るためには、CT 値差10HU 以上必要であり、300DIでは体重40~70kg では、スコア1のコントラストは得られず、300PPでは体重50kg 前後まで有効であり、350PPでは体重60kg 前後まで、有効であることが示された。

副作用については、各注入方法において軽度の熱感以外には疼痛及びその他の副作用の発現は特に認めなかった。また、用手陽圧点滴静法による、

点滴径路の損傷、変形等の異常も認めなかった。

考 察

用手陽圧点滴静注法は、すでにZelenik ら¹⁾によって紹介されている。造影剤の注入過程としては静注・点滴併用法に近似するものであるが、手技的にはボトル内に空気を注入するのみであり簡便性は優っている。特に逆流防止弁付通気孔を有する輸液セットを利用するとエア-針刺入のタイミングをとる必要がなく便利である。また、点滴静注法と比較して注入時間が短縮され、スループットの向上がはかれる。我々の施設では、1カ月平均約350例の造影CT 検査を施行しているが、ルーチンとして用手陽圧点滴静注法を過去6カ月間採用して特に問題を認めず、定着してきつつある。

今回の造影能の検討方法として、関心領域のCT 値をもとに行ったが、CT 値の測定についてはpartial volume effectをはじめとする種々のartifacts が常に問題となる。また、肝内血管のCT 値測定に際して、比較的等濃度で同定できない場合は、肝実質と同じCT 値としたが、これは肝内コントラストの低い症例の肝実質-門脈・肝静脈CT 値差の測定値 (Table 2) を真の値より低く見積もることとなる。また門脈・肝静脈のCT 値の

測定については対象が比較的小さいために partial volume effect が無視できないこともあり、肝内コントラストの CT 値差については、基本的に視覚的評価に属するものである。しかし、造影効果の良否は視覚的診断である画像診断における評価であるので、造影効果を CT 値を用いた視覚的評価で判断することは妥当と考えられる。

造影 CT の目的は、一般に病変の検出能を高める、解剖学的関係をより明らかにする、病変の性状を明らかにする等によって総合的診断能を高めることにある。このために至適な造影剤の投与方法が検討され、特に肝については、その腫瘤性病変の診断能とともに詳細に検討されている^{2)~4)}。Burgener ら⁵⁾⁶⁾は、腹部 CT についてポーラス法と点滴静注法を対比させ、時間-濃度曲線を用いて検討している。その結果、造影剤の血中濃度と組織内濃度にあまり差のない状態を造影剤投与過程における平衡相とし、肝腫瘤性病変の検出等には、平衡相になる前に撮像すべきであると述べている。板井⁷⁾は造影剤の肝内動態を簡潔にまとめているが、これによると急速静注された造影剤は血管相(肝動脈相、門脈相)、移行相、平衡相、分泌相の順に CT 画像上分けられるとしている。ルーチンの造影 CT では、ポーラス注入時のように明確に各相に区別して撮像することはできないので、撮像開始より終了時まで比較的一定して移行相に近い状態で撮像を行うことが至適と考えられる。移行相では、造影剤が血管腔より組織内へ移行する状態であり、CT 画像上肝について、肝実質と肝内血管のコントラストが良好な状態とすることができる。この点、今回の点滴静注法と用手陽圧法の比較において、用手陽圧法が肝内コントラストが優っていたことは、用手陽圧法が移行相に近く、点滴静注法が平衡相に近いことを示すものである。この原因は、造影剤投与量は 300mg/ml、100ml と同じであるが、点滴静注法の平均注入時間が約 17 分であるのに対して、300mg/ml 用手陽圧法が約 9 分と短いことに起因するものと考えられる。

造影剤の投与量については文献的には 150mgI/ml、300ml 或いは 300mgI/ml、150ml 等、45gI 前

後使用している場合³⁾⁵⁾⁸⁾が多い。しかし、被験者の体重等による至適投与量については言及されていない。今回、我々は、300mgI/ml、100ml (30gI) より投与ヨード量を増加させる目的で 350mgI/ml、100ml (35gI) を検討した。高濃度造影剤は、一般に粘調度が高く、通常の点滴静注法では投与時間が著しく長くなり不適であるが、用手陽圧法を使用することにより投与時間の調整が簡単にでき、製剤的にも 1 ボルトなのでルーチン造影 CT に適していると考えたからである。この結果、体重 60kg 前後までは 350mgI/ml、100ml 用手陽圧法で、比較的良好な肝内コントラストを得る事ができた。また 300mgI/ml、100ml 用手陽圧法では 50kg 前後までは比較的良好であった事より、体重 40kg より 50kg 前後までは 300mgI/ml、100ml (30gI) 用手陽圧、体重 50kg より 60kg 前後までは 350mgI/ml、100ml (35gI) 用手陽圧法が、ルーチンの造影 CT に際しての至適造影剤投与方法と考えられる。体重 60kg 以上の場合には、ヨード投与量 35gI では造影結果が不十分であり、45gI 前後が必要と推測される。

症例毎による造影効果のばらつきをなくし、比較的一定した造影レベルで撮像する事は、安定した診断能を得る事につながり、造影剤使用量の過不足をなくし経済的でもある。今回は、正常組織の造影効果及び肝内血管のコントラストについて評価したが、病変の描出能についても同様の検討を行い、CT 機器の性能の向上による撮像時間の短縮とともに変化すると思われるルーチン造影 CT における至適投与方法及び造影剤投与量の検討を継続することが必要であると思われる。

まとめ

- (1) 用手陽圧点滴静注法を紹介し、ルーチンの肝の造影 CT において造影効果、簡便性等より有用であることを示した。
- (2) 用手陽圧点滴静注法を用いて、ルーチンの造影 CT における体重別至適造影剤量を検討したところ、体重 40~50kg で 300mgI/ml (Iohexol 300)、100ml が、体重 50~60kg では 350mgI/ml (Iohexol 350)、100ml が至適造影剤量であると思われた。体重 60kg 以上では、350mgI/ml、100ml でも造影効

果は不十分であり、それ以上の造影剤量が必要と思われた。

本論文の要旨は第47回日本医学放射線学会総会（東京）にて発表した。

稿を終えるに当たり原稿作成に助力をいただいた関口美貴子さん、和久美佐子さんに深謝致します。

文 献

- 1) Zelenik ME, Mathis JM, McDaniel EdC: An infusion system for improved vascular opacification during CT. *Radiology* 152: 816, 1984
- 2) Korman M, Dean PB: Extravascular contrast material: The major component of contrast enhancement. *Radiology* 121: 379—382, 1976
- 3) Stephens DH, Sheedy PF, Hattery RR, et al: Computed tomography of the liver. *AJR* 128: 579—590, 1977
- 4) Young SW, Turner RJ, Castellino RA: A strategy for the contrast enhancement of malignant tumors using dynamic computed tomography and intravascular pharmacokinetics. *Radiology* 137: 137—147, 1980
- 5) Burgener FA, Hamlin DJ: Contrast enhancement in abdominal CT: Bolus vs. infusion. *AJR* 137: 351—358, 1981
- 6) Burgener FA, Halmlin DJ: Contrast enhancement of hepatic tumors in CT: Comparison between bolus and infusion techniques. *AJR* 140: 291—295, 1983
- 7) 坂井悠二: 肝 CT の造影法, その理論と現在・未来. *医学のあゆみ* 135(8): 599—605, 1985
- 8) Kirkpatrick RH, Wittenberg J, Schaffer J, et al: Scanning techniques in computed body tomography. *AJR* 130: 1069—1075, 1978