

高体重患者(メタボリック体型)の腹部CTにおける 造影効果の検討

高橋 政史 末本 博康 虎尾 政美

竹沢 博人 大西 正 岩崎 俊子

要旨：当院の腹部造影CTでは、体重65kg以上の患者の場合、高濃度造影剤(370mgI/ml)を100ml一定で使用している。しかし、造影効果が弱い症例を経験することがあるため、体格との関係を検討した。対象は腹部造影CTを受けた体重65kg以上の40症例とした。方法は、腹部大動脈の動脈相のCT値(以下腹部大動脈CT値)、及び肝実質の造影前(以下単純)から造影後(以下平衡相)の上昇CT値(以下肝実質上昇CT値)を計測し、身長、体重、腹囲、内臓脂肪面積、循環血液量との相関を調べた。腹部大動脈CT値と身長、肝実質上昇CT値と体重、循環血液量、腹囲にそれぞれ負の相関が認められた。腹部大動脈CT値と身長が多群間検定(Games-Howell)では、175cm以上で有意差が認められた($p<0.05$)。高身長になると、造影剤注入部位から心臓の間の静脈内(以下dead space)に停滞する残存造影剤が多くなるため、動脈相における腹部大動脈の造影効果が弱くなると考えられる。また、肝実質上昇CT値と体重の多群間検定では、80kg以上で有意差が認められた($p<0.01$)。体重と循環血液量は比例するので、循環血液量の増加により造影剤が希釈されるため、肝実質における造影効果が弱くなるのではないかと考えられる。

【Key words】高濃度造影剤、腹部造影CT、造影効果

緒 言

現在市販されているCT用造影剤には、ヨード濃度が低濃度(240mgI/ml)から高濃度、造影剤量も50mlから150mlまで多数の種類がある。通常、施設によって製剤の使用基準が独自に決められているのが現状と思われるが、高体重患者の腹部CTでは、高濃度造影剤100mlもしくは中濃度造影剤(300mgI/ml)150mlが使用されていることが多い¹⁾。

一般的に、腹部造影CTでは体重1kgあたりに投与されるヨード量が設定され、体重から総ヨード量が決められる。しかし、CT用造影剤は定量のシリンジ製剤であるため、1シリンジ当りの造影剤量は決まっている。そのため、高体重患者では体重から投与する総ヨード量を設定することは難しい。また、肥満患者は造影効果に影響の

少ない脂肪組織が多いため、高体重でも造影剤を直線的に増やす必要がないとも言われている。

今回、一定量の高濃度造影剤を投与するという条件下で、高体重患者の腹部造影CTを撮像し、腹部大動脈CT値、及び肝実質上昇CT値を計測し、身長、体重、腹囲、内臓脂肪面積、循環血液量との相関を調べ、患者の体型が腹部造影CTの造影効果にどのように影響を及ぼすのかを検討した。

使用機器

MDCT：GE社製 LightSpeed Ultra 16, ワークステーション：GE社製 Advantage Workstation 4.2, インジェクター：根本杏林堂 Dual Shot Type D, 造影剤：バイエル薬品 イオパミロン370 100mlシリンジ

対 象

平成20年4月～8月の腹部造影CTを受けた65kg以上の男性40症例。平均年齢 55 ± 13 歳 (33～78歳)。

方 法

表1に示す当院の腹部CTプロトコルで撮像した腹部CTにおいて、動脈相での腹部大動脈CT値(腹部大動脈の横隔膜レベル、腹腔動脈レベル、腎動脈レベルの平均CT値)を計測した。また、単純から平衡相の肝実質上昇CT値(肝門部レベル3点の肝実質の平均上昇CT値)を計測した。内臓脂肪面積、腹囲は臍レベルの断面で計測した。循環血液量(BV)は、以下の小川等の計算式を用いて、身長

及び体重から算出した。

$$(\text{成人男子}) \text{BV} = 0.168 \times (\text{身長})^3 + 0.050 \times (\text{体重}) + 0.444 \quad \text{BV (L), 身長 (m), 体重 (kg)}$$

次に、計測した腹部大動脈CT値、肝実質上昇CT値と身長、体重、内臓脂肪面積、腹囲、循環血液量との相関について調べた。また、腹部大動脈CT値、肝実質上昇CT値それぞれについて相関の高かった項目での多群間検定を行った。

結 果

患者の背景因子を表2に示す。対象項目の相関関係を表3に示す。

腹部大動脈CT値は、身長と負の相関($r = -0.535$)が

腹部CT 撮像条件

撮像方法	16列MDCTによるヘリカルスキャン
X線条件	
管球容量	6.3MHU
管電圧	120kv
管電流	Auto mA (10～440mA)
X線ビーム幅	20mm (1.25mm×16列)
寝台移動速度	ヘリカルピッチ 1.375 : 1 (13.75mm/rot)
スキャン時間	0.6秒
スキャン方向	頭側 → 尾側
造影方法	
造影剤濃度	イオパミロン370 100mlシリンジ (370mgI/ml)
使用量	100ml
注入ルート	20G留置針
注入血管	右肘静脈
注入速度	3.0～3.3ml/s (注入時間は30秒一定)
スキャン開始時間	動脈相: Smart Prepにて、腹腔動脈レベルの腹部大動脈のCT値が100HUを超えてから20秒後に撮像開始。 平衡相: 造影剤注入開始から120秒後に撮像開始。

表1: 腹部CTプロトコル

年齢 (歳)	55 ± 13	(33～78)
性別	男性 (40名)	
身長 (cm)	170.1 ± 5.5	(157～183)
体重 (kg)	77.5 ± 7.9	(65.5～100)
内臓脂肪面積 (cm ²)	150.2 ± 56.7	(29.1～314)
腹囲 (cm)	92.5 ± 7.9	(75.5～112.4)
循環血液量 (L)	5.15 ± 0.44	(4.56～6.36)

腹部大動脈CT値 (HU)	281.5 ± 48.6	(191～371)
肝実質上昇CT値 (HU)	36.3 ± 5.5	(24～48)

(mean±SD)

表2: 患者の背景因子

認められた（図1）。肝実質上昇CT値は体重と負の相関（ $r=-0.543$ ）、循環血液量と負の相関（ $r=-0.535$ ）、腹囲と負の相関（ $r=-0.466$ ）が認められた（図2、3、4）。

次に身長を165cm未満、165cm以上175cm未満、175cm以上の3群に分類し、腹部大動脈CT値との多群間検定を行ったところ、175cm以上で造影効果が有意に低下しているこ

とが示された（ $p<0.05$ ）。（図5）また、体重を70kg未満、70kg以上80kg未満、80kg以上の3群に分類し、肝実質上昇CT値との多群間検定を行ったところ、80kg以上で造影効果が有意に低下していることが示された（ $p<0.01$ ）。（図6）

	腹部大動脈CT値	肝実質上昇CT値	身長	体重	腹囲	内臓脂肪面積	循環血液量
腹部大動脈CT値	1	0.533	-0.535	-0.28	-0.094	0.166	-0.355
肝実質上昇CT値	0.533	1	-0.229	-0.543	-0.466	-0.309	-0.535
身長	-0.535	-0.229	1	0.281	-0.092	-0.321	0.435
体重	-0.28	-0.543	0.281	1	0.734	0.538	0.986
腹囲	-0.094	-0.466	-0.092	0.734	1	0.764	0.673
内臓脂肪面積	0.166	-0.309	-0.321	0.538	0.764	1	0.449
循環血液量	-0.355	-0.535	0.435	0.986	0.673	0.449	1

相関係数 : r

表3：対象項目の相関関係

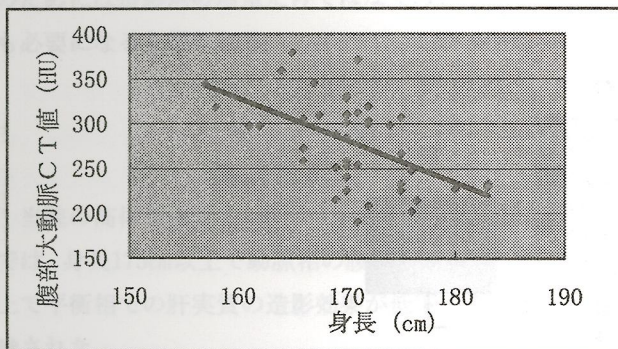


図1：腹部大動脈CT値と身長の相関関係

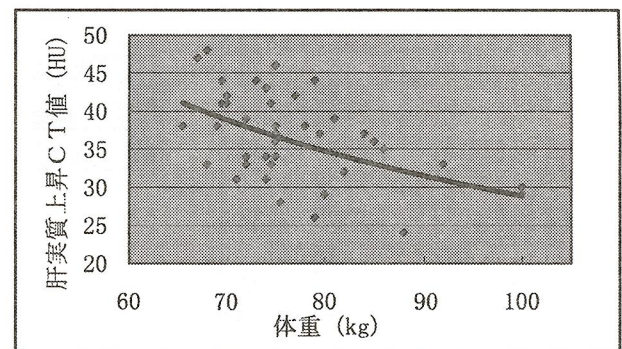


図2：肝実質上昇CT値と体重の相関関係

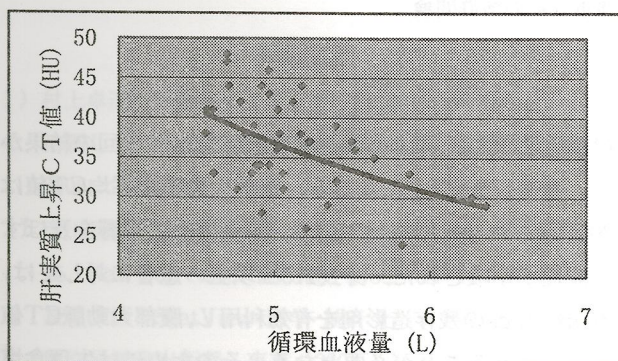


図3：肝実質上昇CT値と循環血液量の相関関係

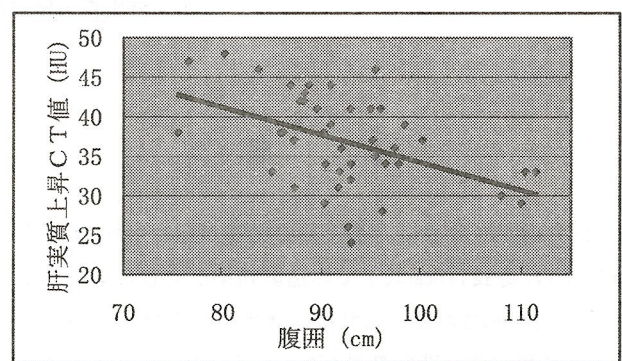


図4：肝実質上昇CT値と腹囲の相関関係

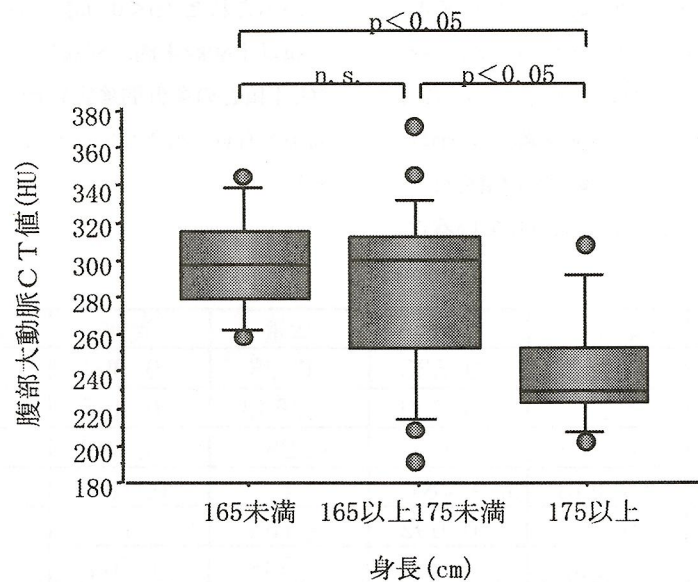


図5：腹部大動脈CT値と身長3群の多群間検定

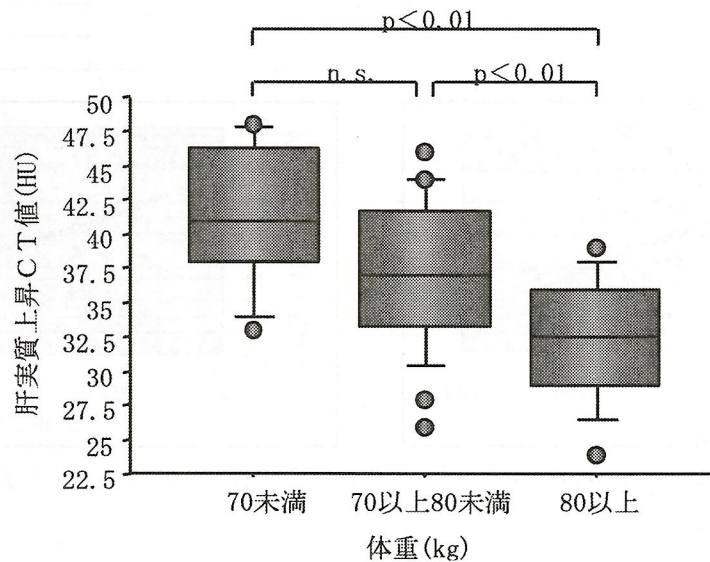


図6：肝実質上昇CT値と体重3群の多群間検定

考 察

腹部大動脈CT値は身長と負の相関が認められ、多群間検定では、身長175cm以上での造影効果が有意に低下していることが示された。これは、身長が高くなると、dead spaceに残存する造影剤が多くなり、動脈相で有効に使われる造影剤量が少なくなっていると考えられる。また、動脈相での病変描出のためには、腹部大動脈ピーク濃度

は300HUまで上昇することが目標となる²⁾。今回の結果から、身長175cm以上になると、腹部大動脈の平均CT値は300HUを大きく下回っており、病変描出に影響を及ぼす可能性が示唆された。身長175cm以上の患者に対しては、dead spaceの残存造影剤を有効利用し、腹部大動脈CT値を上昇させることが必要となる。そのためには生理食塩水の追加注入か、中濃度造影剤の使用により造影剤の体積を増加させ、dead spaceに残存するヨード量を減らす

ことが有用だと思われる。

次に、肝実質上昇CT値は体重と負の相関が認められ、多群間検定では体重80kg以上での造影効果が有意に低下していることが示された。これは、体重が増加すると循環血液量も増加し、造影剤が希釈されることが原因の一つではないかと考えられる。よって、体重80kg以上の患者においては、造影剤（総ヨード量）を増量する必要性が示唆された。

当院の腹部造影CTで使用している高濃度造影剤100mlの総ヨード量は37000mgIであるのに対し、一般に市販されている中濃度造影剤（300mgI）125ml、150mlシリンジ製剤の総ヨード量はそれぞれ37500mgI、45000mgIである。これらのシリンジ製剤を使用することによって、身長175cm以上の患者の腹部大動脈CT値及び体重80kg以上の患者の肝実質上昇CT値の造影効果が改善されるのではないかとと思われる。

また、肝実質上昇CT値は腹囲と負の相関が認められた。腹囲の増加は、画像ノイズの増加や、ビームハードニング効果によるコントラストの低下もあるため、病変描出のためには造影剤の増量だけではなく、X線の線量増加も必要になると思われる。

ま と め

当院の高体重患者（メタボリック体型）の腹部造影CTでは、身長175cm以上で動脈相の腹部大動脈、体重80kg以上で平衡相での肝実質の造影効果が低下する可能性が示唆された。

また、メタボリックシンドロームの診断基準となっている内臓脂肪面積は造影効果に影響は少ないが、腹囲の増加は肝実質の造影効果が低下する可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 村上卓道：肝臓ダイナミックCTにおける最適なヨード量に関して。MDCT至適造影法を語る会 第2回学術集会 2006；24-29
- 2) 市川智章：造影理論から考える理想的肝多時相造影CT検査。Rad Fan 2007；Vol.5 No.2：15-19
長田 理：StatView-医学統計マニュアル 第5刷，真興交易医書出版部，東京，2004