

腸骨静脈の 3D-CT 画像を作成するための至適造影タイミング

一般財団法人厚生会仙台厚生病院 放射線部 ○伊藤 拓未(Ito Takumi)
 芳賀 喜裕 荒井 剛 鈴木 新一 齋藤 和久
 笠原 梓司 加賀 勇治 阿部 美津也

【はじめに】

当院では2017年に下肢静脈瘤外来が開始されてから、腸骨静脈圧迫症候群(May-Turner症候群)に対する術前の腸骨静脈3D-CTを依頼される件数が増えてきた。腸骨静脈の造影は、造影剤注入開始後180秒の平衡相に撮影しているが、静脈のCT値は低く、平衡相では動静脈がほとんど同じCT値になるため、3D作成が難しい。そこで、本研究では、容易に腸骨静脈の3D作成が可能な至適造影タイミングの検討を行った。

【使用機器】

- ・CT装置 Aquilion 64 (東芝メディカルシステムズ)
 Aquilion ONE ViSION Edition (東芝メディカルシステムズ)
 Aquilion ONE Global Standard Edition (東芝メディカルシステムズ)
- ・インジェクター DUAL SHOT (根本杏林堂)

【方法】

造影剤(600mgI/kg)を30秒間で注入した撮影プロトコル100症例を対象とし、大動脈・IVCと腸骨動静脈、計8点のCT値と撮影時間を測定した。各測定点のCT値と撮影時間より動静脈それぞれのCT値の近似曲線を作成し、至適造影タイミングの検討を行った。測定点を以下に示す(Fig.1)。

- A点: 総腸骨動脈分岐部より5cm頭側の大動脈・IVC
- B点: 分岐部レベルの大動脈・IVC
- CR点: 分岐部より5cm尾側右腸骨動静脈
- CL点: 分岐部より5cm尾側右腸骨動静脈

対象をTable 1に、撮影条件をTable 2に示す。

また、LINOYOUらの文献では、DVTの診断に最適な静脈のCT値は約115HUとの報告がある¹⁾²⁾。これらを参考に、今回の検討では静脈3D-CT画像作成のための至適CT値を110HUとして検討を行った。

【結果】

A点における撮影時間とCT値の散布図、および動静脈の近似曲線をFig.2に示す(近似式は3次式)。静脈の近似曲線は約80秒でほぼプラトーに達したが、動脈の近似曲線は80秒以降も減少し、100秒から120秒付近でプラトーに達した。他の測定点でも同様の結果が得られたため、各測定点における動静脈それぞれの近似曲線から、静脈が至適CT値110HUに達するまでの時間(T_v)を算出すると、4点平均は74.5秒(男性は90秒、女性は59.8秒)となった(Table 3)。

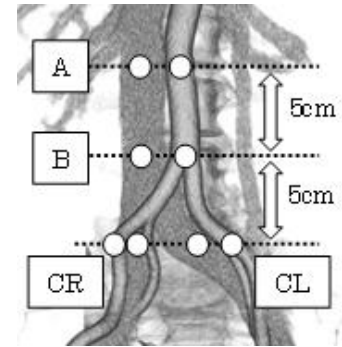


Fig.1 測定点の配置図

Table 1 対象

	男性	女性
人数	58	42
身長(cm)	160.5±8.0	160.3±7.9
体重(kg)	55.4±6.7	55.3±6.7

Table 2 プロトコルの撮影条件

条件	プロトコル
管電圧	120kV
管電流	AEC (スライス厚 10mm/SD7.5)
回転速度	0.5sec/rot
撮影スライス厚	1.0mm
画像スライス厚	2.0mm
再構成間隔	2.0mm
D-FOV	350.0(L)
再構成間隔	FC03

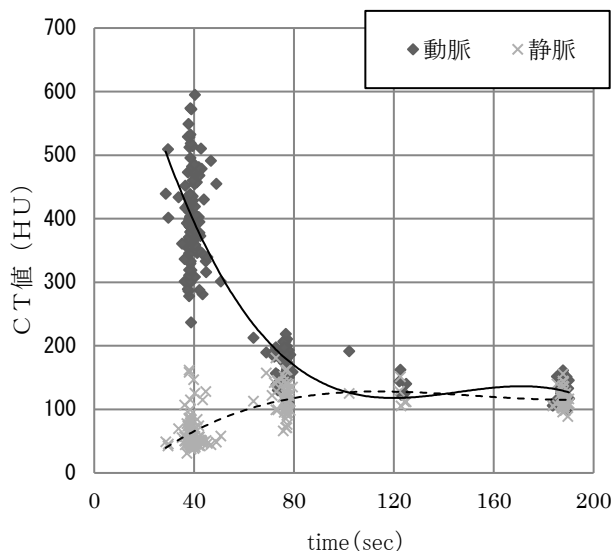


Fig.2 A 点の散布図と近似曲線

Table 3 動静脈の近似曲線と T_i 時間

測定点	動静脈それぞれの近似曲線(全体) (A: 動脈 V: 静脈)	静脈が110HU に達する時間 T_i (sec)	T_i 時の動脈の CT値(HU)
A	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1207 \cdot T^2 - 17 \cdot T + 900$ V: $HU = 6 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.028 \cdot T^2 + 4.0 \cdot T - 52$	70	201
B	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1318 \cdot T^2 - 18 \cdot T + 947$ V: $HU = 7 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0304 \cdot T^2 + 4.0 \cdot T - 66$	69.5	214
CR	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1363 \cdot T^2 - 18 \cdot T + 942$ V: $HU = 6 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0259 \cdot T^2 + 3.8 \cdot T - 53$	76.4	181
CL	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1341 \cdot T^2 - 18 \cdot T + 934$ V: $HU = 2 \cdot 10^{-7} \cdot T^3 - 0.0074 \cdot T^2 + 2.0 \cdot T - 8.2$	82	165
測定点	動静脈それぞれの近似曲線(男性) (A: 動脈 V: 静脈)	静脈が110HU に達する時間 T_i (sec)	T_i 時の動脈の CT値(HU)
A	A: $HU = -2 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1068 \cdot T^2 - 16 \cdot T + 869$ V: $HU = 3 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0184 \cdot T^2 + 3.1 \cdot T - 37$	84	160
B	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1224 \cdot T^2 - 17 \cdot T + 925$ V: $HU = 7 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0295 \cdot T^2 + 4.2 \cdot T - 70$	84	167.5
CR	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1129 \cdot T^2 - 16 \cdot T + 882$ V: $HU = 5 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0225 \cdot T^2 + 3.4 \cdot T - 50$	98	137
CL	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1111 \cdot T^2 - 16 \cdot T + 875$ V: $HU = -3 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0034 \cdot T^2 + 1.0 \cdot T - 9.1$	94	142.5
測定点	動静脈それぞれの近似曲線(女性) (A: 動脈 V: 静脈)	静脈が110HU に達する時間 T_i (sec)	T_i 時の動脈の CT値(HU)
A	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1327 \cdot T^2 - 18 \cdot T + 928$ V: $HU = 1 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 - 0.0497 \cdot T^2 + 5.9 \cdot T - 89$	57	267.5
B	A: $HU = -3 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.1401 \cdot T^2 - 19 \cdot T + 967$ V: $HU = 1 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 - 0.0452 \cdot T^2 + 5.7 \cdot T - 87$	58	270
CR	A: $HU = -4 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.162 \cdot T^2 - 21 \cdot T + 1010$ V: $HU = 1 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 - 0.0411 \cdot T^2 + 5.2 \cdot T - 76$	60	247
CL	A: $HU = -4 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 + 0.158 \cdot T^2 - 21 \cdot T + 998$ V: $HU = 7 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 0.0299 \cdot T^2 + 4.0 \cdot T - 44$	64	226

【考察】

結果から、至適造影タイミングは平均74.5秒だった。また、男性よりも女性のタイミングが30秒程早いという結果になった。静脈還流は、膀胱や直腸、生殖器などが影響していると考えられ、女性は子宮等からの還流が加わるため、男性よりも T_i 時間が短縮されたと考えられる。

【おわりに】

今回、腸骨静脈3D-CT画像の作成にあたって、至適造影タイミングの検討を行った。本研究では、そのタイミングはおよそ75秒(男性:90秒、女性:60秒)が妥当であることが示唆された。

【参考文献】

- 1) LINOYOU W, et al. EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC MEDICINE 7: 401-404, 2014
- 2) Dan C, et al. Scientific reports(2018) 8:11174 DOI:10.1038/s41598-018-29519-y
- 3) 華岡慶一：治療戦略に活かす！心臓CT活用マニュアル メジカルビュー社

