

肝造影 MDCT における 造影剤用量・濃度選択における考え方

～ イオメロン350 135mL シリンジ製剤の使用経験～

山梨大学大学院医学工学研究部 放射線科

市川智章

Clinical Experience with Highest Iodine Dose (630mgI/kg) of 135mL Syringe (Iomeprol 350mgI/mL) in Multiphasic MDCT of Liver

Backgrounds

A. multiphasic study for detecting hypervascular HCC

- **600mgI/kg of CM** may be reliable in the detection of HCC.
- Even if 500mgI/kg is allowed as standard iodine dose, **dose reduction** with high concentration of CM might be problematic.
- However, considering **excessively-high injection rate**, an use of medium concentration of CM might be also problematic.
- **135ml syringe of Iomeron 350 includes the highest iodine dose enough to reduce injection rate and to cover patients with heavy BW.**

B. Usefulness of 3D-imaging information of the liver

- Total iodine dose of CM directly affects visualization of vessels, especially **portal vein and hepatic vein on 3D images.**

～ 八町先生との見解の統一 (2007. 1. 21.東京) ～

背景：一般病院 (例：造影CT専属の放射線技師または放射線科医がいない) で、最低限施行しなくてはならないと考えられる事項

- ・ 注入法 : 注入時間一定法
- ・ 注入時間 : 30秒
- ・ 使用造影剤濃度 : 規定せず (軽体重は中濃度、高体重は高濃度?)
- ・ 補助技術 : (ボーラストラッキング法、生食後押し法など)

・ 最小造影剤用量 (東芝製MDCT装置使用) :

いずれの相 (肝動脈優位相、肝実質相) でも 500mgI/kgとする

フィリップス社製装置使用時 = 550mgI/kg (10%増し)

GE、シーメンス社製装置使用時 = 525mgI/kg (5%増し)

多時相造影CTプロトコールにおける至適造影剤用量

肝動脈優位相撮像における
多血性肝細胞癌診断能から見た至適造影剤用量
= (500-600mgI/kg)

- ・500mgI/kg の利点および問題点
- ・それぞれの造影剤用量に対する造影剤濃度選択

異なる濃度造影剤を用いたプロトコルの考え方

TDCの再現性 (同一プロトコル)

TDCの横軸: 注入時間一定

TDCの縦軸: ヨード量 (時間比・総投与ヨード量)一定

・造影剤濃度

300 mgI/mL

350 mgI/mL

370 mgI/mL

60kgの被験者の場合

・注入時間

・30 秒

・30 秒

・30 秒

・造影剤用量

・120 mL ↑

・103 mL

・97 mL ↓ ↓

・注入速度

・4 mL/sec ↑

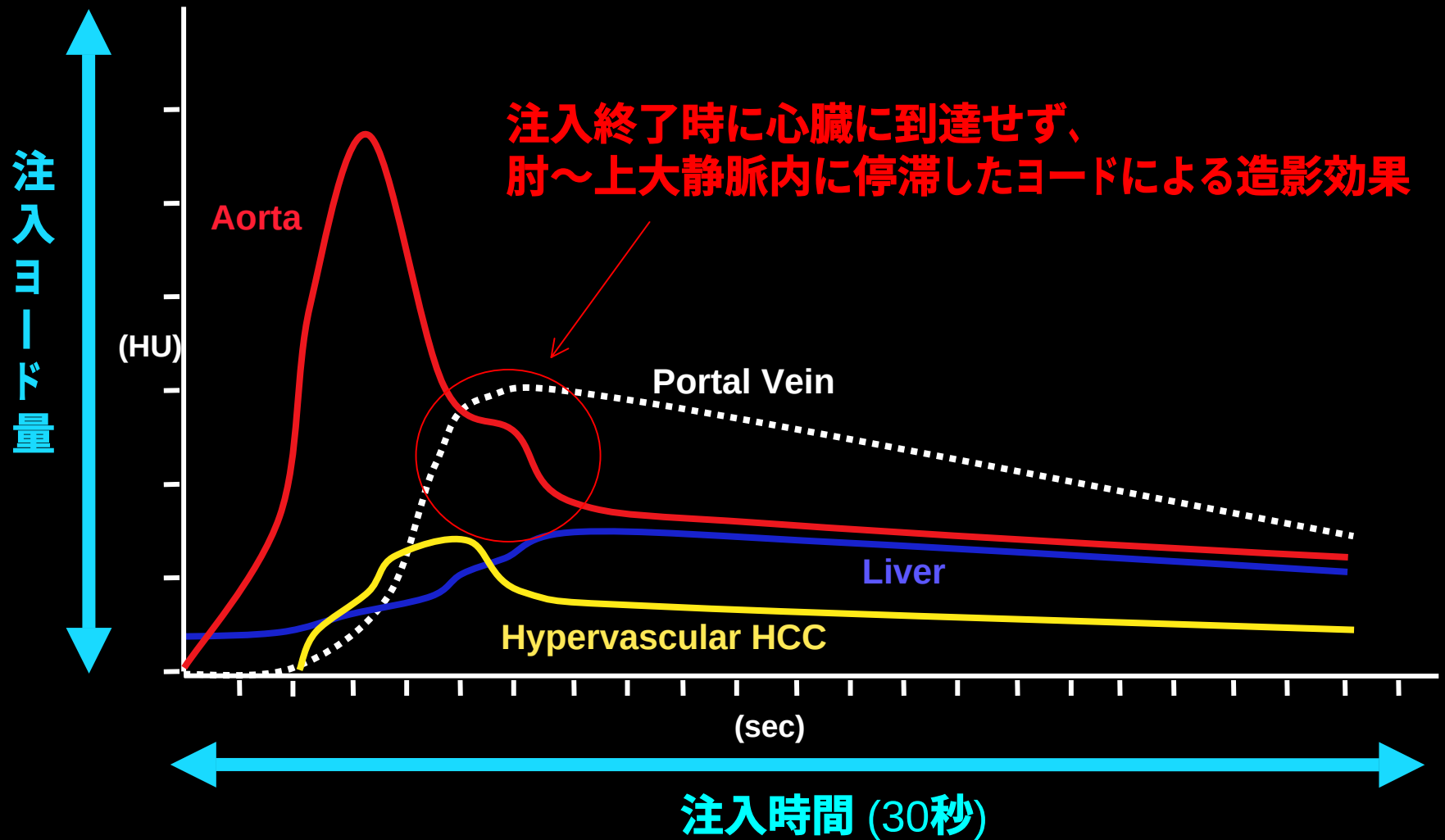
・3.5 mL/sec

・3.2 mL/sec ↓ ↓

(時間比ヨード量(1.2g/sec)、総投与ヨード量(600mgI/kg))

同一プロトコルにおいて、中濃度造影剤を使用すると、
造影用量は増え、注入速度が速くなる。

大動脈造影に有効に使われないヨード量



同一プロトコールにおける造影剤濃度による影響 ～無効ヨード量～

- useless volume of CM left in “Dead Space” at the end of injection

“Dead Space”:

= intravenous space
from the needle-insertion point to just front of heart
= approximately 30mL

i.e.) useless iodine dose:

with 300mgI/mL; 30mL x 300mgI/mL= 9 g

with 350mgI/mL; 30mL x 370mgI/mL= 10.5 g

with 370mgI/mL; 30mL x 370mgI/mL= 11 g

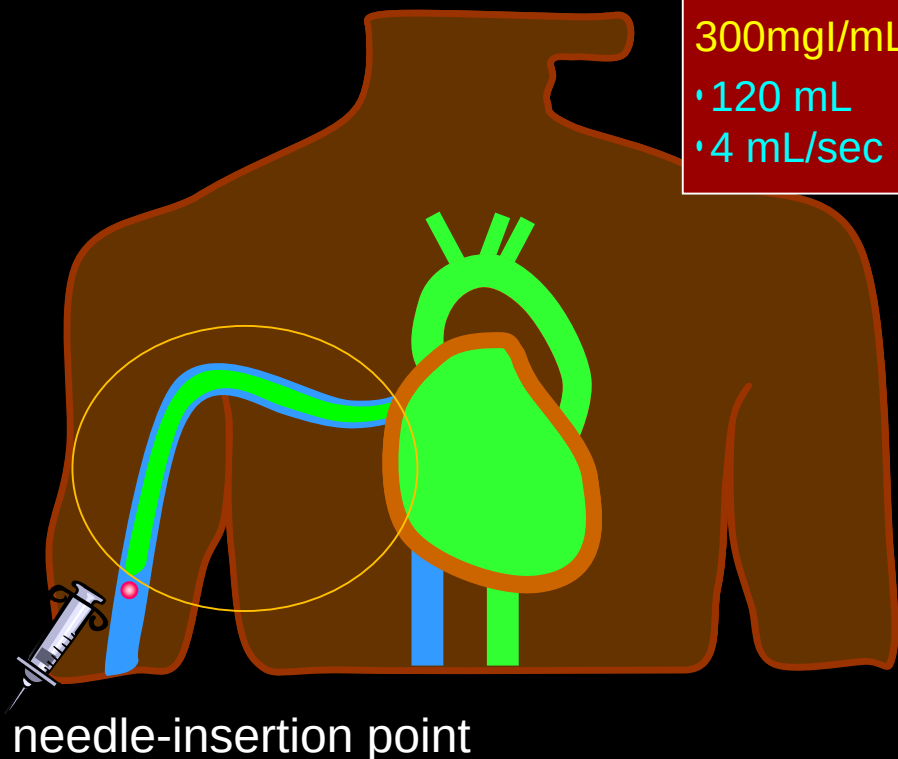
- Medium concentration of CM can advantageously work.

同一プロトコールにおける造影剤濃度による影響 ～注入速度～

medium concentration of CM
(high injection rate)

300mgI/mL

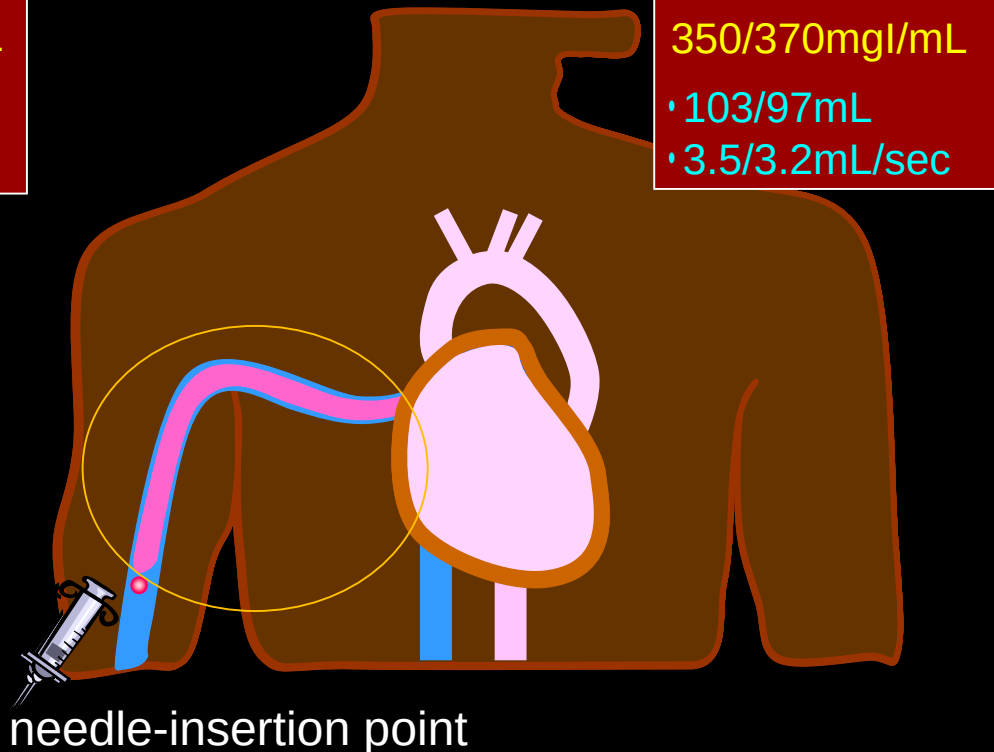
• 120 mL
• 4 mL/sec



high concentration of CM
(low injection rate)

350/370mgI/mL

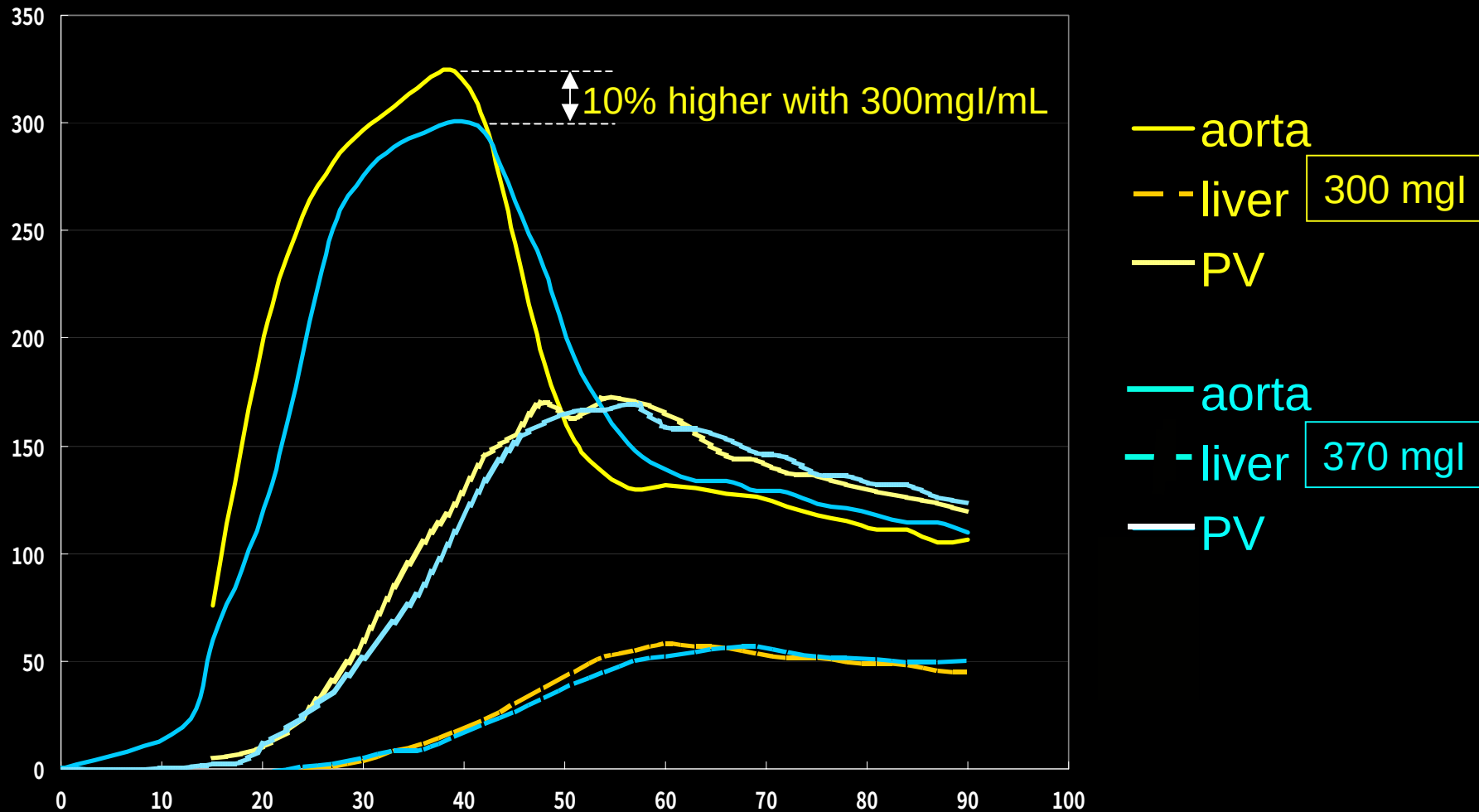
• 103/97mL
• 3.5/3.2mL/sec



○ = volume of contrast material left in “dead space”

iodine dose left in “dead space” : medium concentration of CM << high concentration of CM

Effects of Concentration of CM in Peak enhancement Value in Each Organ with Same Total Iodine Dose and Injection Duration (Same Injection Protocol)



Note.- *= Total iodine dose (600mgI/kg) and delivery rate of injected iodine (20mgI/kg/sec), and duration time(30sec) of contrast material were identical in the both groups.

固定用量による肝動脈優位相での大動脈濃度：造影剤濃度(注入速度)の影響

注入時間＝30秒、撮像開始＝40秒

ヨード量はほぼ同じ

A 群

600mgI/kg

オムニパーク300
125mLシリンジ

イオパミロン370
100mLシリンジ

50kg ～ 55kg

276 ± 73
(n=148)

600mgI/kg

56kg ～ 62kg

278 ± 79
(n=139)

63kg ～ 70kg

298 ± 84
(n=81)

600-535mgI/kg 相当

71kg ～ 75kg

303 ± 52
(n=12)

535-500mgI/kg 相当

Note.- *= The mean values are significantly lower than those in group A for each range of body-weight by Mann-Whitney's U test ($p < 0.01$).

固定用量による肝動脈優位相での大動脈濃度：造影剤濃度(注入速度)の影響

注入時間＝30秒、撮像開始＝40秒

ヨード量はほぼ同じ

オムニパーク300
125mLシリンジ

イオパミロン370
100mLシリンジ

A 群

600mgI/kg

50kg ～ 55kg

276 ± 73
(n=148)

注入速度：

速い

遅い

56kg ～ 62kg

278 ± 79
(n=139)

注入終了後、
dead spaceに
停滞するヨード量：

少ない

多い

63kg ～ 70kg

298 ± 84
(n=81)

600-535mgI/kg 相当

281 ± 67
(n=39)

241 ± 72*
(n=47)

71kg ～ 75kg

303 ± 52
(n=12)

535-500mgI/kg 相当

269 ± 61
(n=18)

230 ± 46*
(n=15)

Note.- *= The mean values are significantly lower than those in group A for each range of body-weight by Mann-Whitney's U test ($p < 0.01$).

固定用量による肝動脈優位相での大動脈濃度：造影剤濃度(注入速度)の影響

注入時間＝30秒、撮像開始＝40秒

ヨード量はほぼ同じ

A 群

600mgI/kg

オムニパーク300
125mLシリンジ

イオパミロン370
100mLシリンジ

最小用量(500mgI/kg)使用下では、

造影剤濃度 (dead spaceヨード残留量・注入速度) の違い

による影響が極めて大きい。

63kg ～ 70kg

298 ± 84
(n=81)

600-535mgI/kg 相当

281 ± 67
(n=39)

241 ± 72*
(n=47)

71kg ～ 75kg

303 ± 52
(n=12)

535-500mgI/kg 相当

269 ± 61
(n=18)

230 ± 46*
(n=15)

Note.- *= The mean values are significantly lower than those in group A for each range of body-weight by Mann-Whitney's U test ($p < 0.01$).

異なる造影剤濃度・用量・診断医による肝動脈優位相での多血性肝細胞癌検出率 (1)

1. 造影剤濃度: 300, 350, 370 mgI/mL
2. 造影剤用量: 500, 600 mgI/kg
3. 診断医: 専門医、非専門医

		Mean Sensitivity			Mean Specificity		
		300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml	300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml
非専門医							
500mgI/kg(%)	79 (31/40)	*]	78 (40/52)	*]	83 (80/96)	81 (71/88)	73 (57/78)
600mgI/kg(%)	90 (48/54)		89 (48/54)		88 (44/50)	93 (56/60)	83 (42/50)
						**	**
専門医							
500mgI/kg(%)	90 (36/40)	*]	88 (46/52)	*]	89 (85/96)	84 (74/88)	79 (62/78)
600mgI/kg(%)	92 (50/54)		90 (49/54)		93 (46/50)	92 (55/60)	94 (47/50)
						**	**

異なる造影剤濃度・用量・診断医による肝動脈優位相での多血性肝細胞癌検出率 (2)

1. 造影剤濃度: 300, 350, 370 mgI/mL
2. 造影剤用量: 500, 600 mgI/kg
3. 診断医: 専門医、非専門医

		Mean Sensitivity			Mean Specificity		
		300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml	300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml
500mgI/kg							
非専門医(%)		79 (31/40)	78 (40/52)	85 (47/55)	83 (80/96)	81 (71/88)	73 (57/78)
専門医(%)		90 (36/40)	88 (46/52)	89 (49/55)	89 (85/96)	84 (74/88)	79 (62/78)
600mgI/ml							
非専門医(%)		90 (48/54)	89 (48/54)	87 (45/52)	88 (44/50)	93 (56/60)	83 (42/50)
専門医(%)		92 (50/54)	90 (49/54)	90 (47/52)	93 (46/50)	92 (55/60)	94 (47/50)

employed statistics= McNemar : * p<.05, **: p<.01

【 結語 】

	300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml
熟練していない読影医			
500mgI/kg	○	△	△
^ 600mgI/kg	◎	○	○
熟練した読影医			
500mgI/kg	◎	○	○
・ ・ 600mgI/kg	◎	◎	◎

熟練していない読影医

600mgI/ml 使用が基本。

500mgI/kg の場合は、生食後押し法、bolus trucking 法など補助的手技が必要。

熟練した読影医

いずれの造影剤用量でもよいが、600mgI/kgのほうが好ましい。

【 結語 】

	300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml
熟練していない読影医			
500mgI/kg	○	△	△
600mgI/kg	◎	○	○

熟練した読影医

500mgI/kg

●●

600mgI/kg

実は、一般病院ほど、600mg/kg が必要
(用量を落とせない) !

熟練していない読影医

600mgI/ml 使用が基本。

500mgI/kg の場合は、生食後押し法、bolus trucking 法など補助的手技が必要。

熟練した読影医

いずれの造影剤用量でもよいが、600mgI/kgのほうが好ましい。

全国標準法に対する造影剤濃度決定のポイント

・600mgI/kg, 30sec **注入**

1. 有効注入速度 (平均体重の被験者での注入速度)

平均体重	50kg	55kg	60kg
300mgI/kg	3.3mL/sec	3.7mL/sec	4.0mL/sec
350mgI/kg	2.9mL/sec	3.1mL/sec	3.4mL/sec
370mgI/kg	2.7mL/sec	3.0mL/sec	3.2mL/sec

2. 体重比造影剤用量

造影剤規格	100mL	125mL	150mL
300mgI/kg	~ 50kg	~62.5kg	~ 75kg
350mgI/kg	~ 58kg		
370mgI/kg	~ 62kg		

全国標準法に対する造影剤濃度決定のポイント

・600mgI/kg, 30sec 注入

1. 有効注入速度 (平均体重の被験者での注入速度)

注入速度抑制効果を考えると、高濃度製剤が使いやすい。

単一シリンジ製剤1本で全体重群をカバーできるのは、
注入速度が高くなる過ぎる中濃度製剤のみ。

300mgI/kg	2.5mL/sec	2.8mL/sec	3.1mL/sec
350mgI/kg	2.6mL/sec	2.9mL/sec	3.2mL/sec
370mgI/kg	2.7mL/sec	3.0mL/sec	3.2mL/sec

2. 体重比造影剤用量

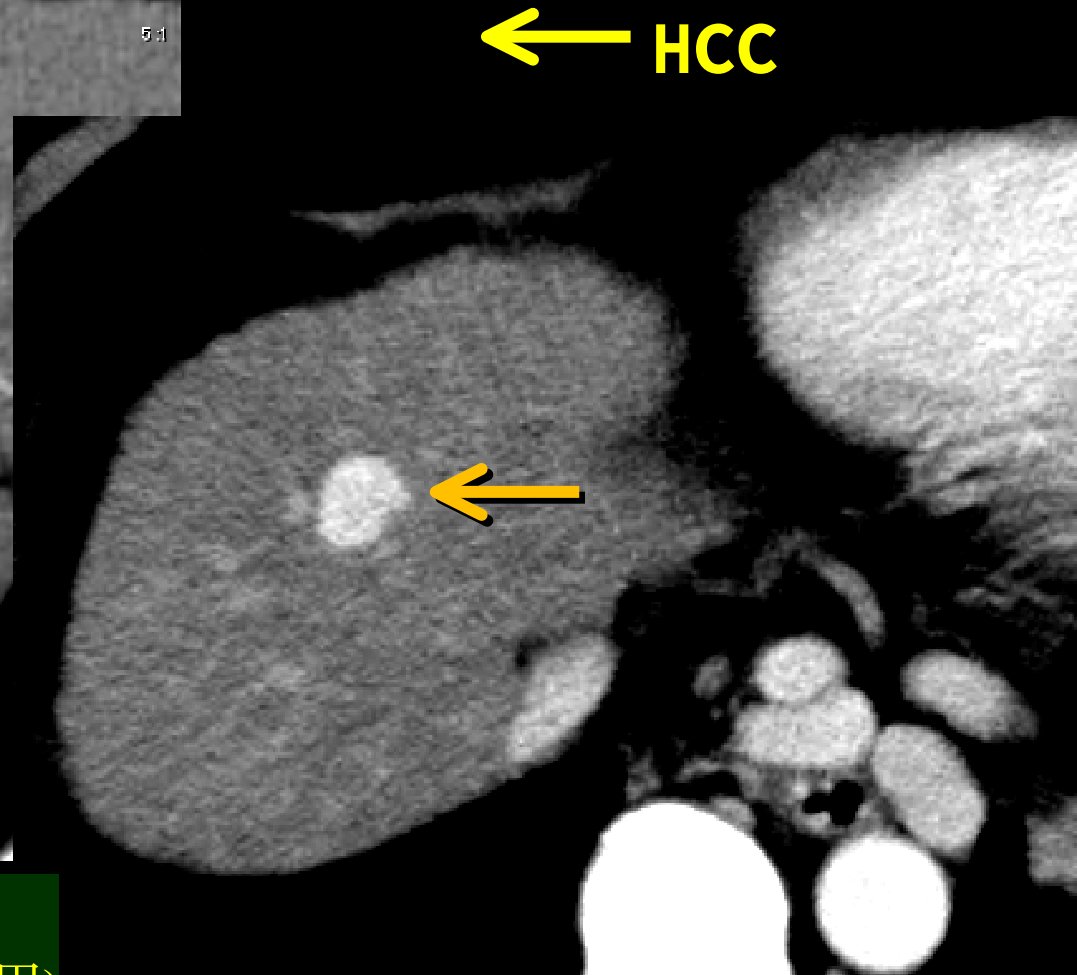
高濃度でかつ高用量の製剤が必要。

造影剤規格	100mL	125mL	135mL	150mL
300mgI/kg	~ 50kg	~62.5kg		~ 75kg
350mgI/kg	~ 58kg		~78.75kg	
370mgI/kg	~ 62kg		(イオメロン350,135mLシリンジ)	

多血性肝細胞癌の造影効果に対する造影剤用量の影響



500mgI/kg
(Iomeron 350, 100mL シリンジ使用)



600mgI/kg
(Iomeron 350, 135mL シリンジ使用)

Mean Sensitivity with Different Dose and Concentration of Contrast Materials for Detecting HCC.

	300mgI/mL	350mgI/mL	370mgI/mL
500mgI/kg	36/40 (90)	46/52 (88)*	49/55 (89)*
600mgI/kg	50/54 (92)	49/54 (90)	47/52 (90)
630mgI/kg		51/54 (94)	

Note.- Numbers in parentheses are percentages (%).

*= The mean sensitivity with 630mgI/kg with 350mgI/mL was significantly higher than those with 500mgI/kg using 350 and 370mgI/kg.

employed statistics= Pearson Chi-square test

Mean Specificity with Different Dose and Concentration of Contrast Materials for Detecting HCC.

	300mgI/mL	350mgI/mL	370mgI/mL
500mgI/kg	85/96 (89)	74/88 (84)	62/78 (79)
600mgI/kg	46/50 (93)	55/60 (92)	47/50 (94)
630mgI/kg		51/55 (93)	

Note.- Numbers in parentheses are percentages (%).

*= The mean specificity with 600 and 630mgI/kg with 350mgI/mL and 600mgI/kg with 370mgI/mL were significantly higher than those with 500mgI/kg using 350 and 370mgI/kg, respectively.

employed statistics= Pearson Chi-square test

Mean Az Values of ROC Analysis with Different Dose and Concentration of Contrast Materials for Detecting HCC.

	300mgI/mL	350mgI/mL	370mgI/mL
500mgI/kg	.95	.94	.93
600mgI/kg	.97	.97	.97
630mgI/kg		.97	

Note.- *= There was significant difference between 500 and 600mgI/kg with 350mgI/mL ($p < .05$).
 **= There was significant difference between 500 and 630mgI/kg with 350mgI/mL ($p < .01$).
 ***= There was significant difference between 500 and 600mgI/kg with 370mgI/mL ($p < .01$).

employed statistics= univariate z-score test

Tumor-liver Contrast with Different Dose and Concentration of Contrast Materials for Detecting HCC.

	300mgI/mL	350mgI/mL	370mgI/mL
500mgI/kg	44 ± 18	30 ± 16	32 ± 18
600mgI/kg	49 ± 21	50 ± 24	48 ± 17
630mgI/kg		55 ± 21**	

Note.- * = Values of 500mgI/kg with 350 and 370mgI/mL were lower than that with 300mgI/mL. Values of 500mgI/kg were significantly lower than those of 600 or 630mgI/kg.

** = Value of 630mgI/kg was significantly higher than all of 500mgI/kg.

employed statistics = Mann-Whitney's U test : * p < .01

Clinical Experience with Highest Iodine Dose (630mgI/kg) of 135mL Syringe (Iomeprol 350mgI/mL) in Multiphasic MDCT of Liver

Backgrounds

A. multiphasic study for detecting hypervascular HCC

- **600mgI/kg of CM** may be reliable in the detection of HCC.
- Even if 500mgI/kg is allowed as standard iodine dose, **dose reduction** with high concentration of CM might be problematic.
- However, considering **excessively-high injection rate**, an use of medium concentration of CM might be also problematic.
- **135ml syringe of Iomeron 350 includes the highest iodine dose enough to reduce injection rate and to cover patients with heavy BW.**

B. Usefulness of 3D-imaging information of the liver

- Total iodine dose of CM directly affects visualization of vessels, especially **portal vein and hepatic vein on 3D images.**

Visualization of portal and hepatic vein

Portal vein		Hepatic vein	
5	Apparent 5th branch	5	Apparent 4th branch
4	Slightly apparent 5th branch	4	Slightly apparent 4th branch
3	Apparent 4th branch	3	Apparent 3rd branch
2	Slightly apparent 4th branch	2	Slightly apparent 3rd branch
1	Less than 3rd branch	1	Less than 2nd branch

	500mgI/kg	600mgI/kg	630mgI/kg
Portal vein	3.6 ± 1.2 *	4.2 ± 0.8	4.4 ± 0.9
Hepatic vein	3.6 ± 1.5 *	4.0 ± 1.1	4.5 ± 0.7 **

Note. _ * = The Values of 500mgI/kg were significantly lower than those of the other groups.

** = The Values of 630mgI/kg were significantly higher than those of the other groups.

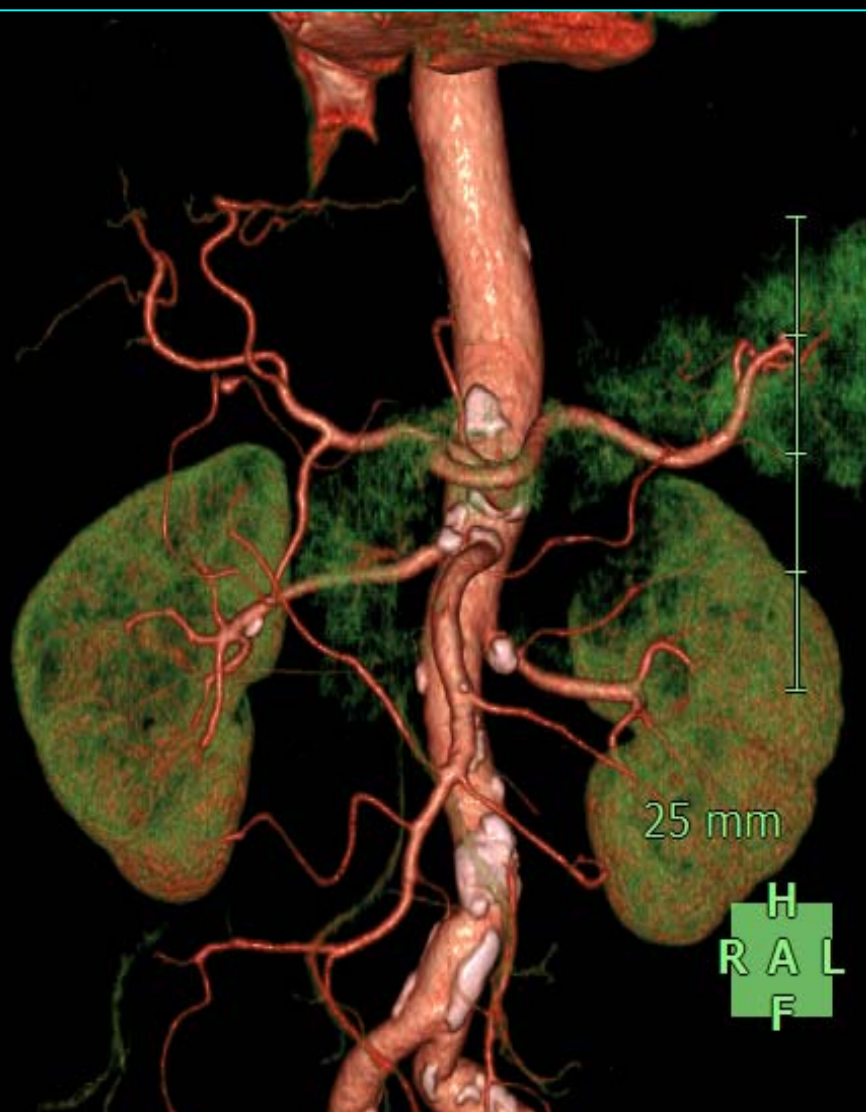
Employed statistics = Mann-Whitney's U test : * p < .01

Contrast Enhancement Values of Aorta, Portal Vein, Hepatic Vein and Hepatic Parenchyma with Different Dose of Contrast Material.

		500mgI/kg	600mgI/kg	630mgI/kg
aorta	(25sec)	231 $\pm$ 44*	281 $\pm$ 67	287 $\pm$ 51
	(40sec)	265 $\pm$ 76*	316 $\pm$ 74	341 $\pm$ 93
portal vein	(40sec)	117 $\pm$ 26*	147 $\pm$ 47	177 $\pm$ 30
hepatic vein	(70sec)	111 $\pm$ 27*	159 $\pm$ 32	169 $\pm$ 22
hepatic parenchyma	(40sec)	26 $\pm$ 10	30 $\pm$ 16	27 $\pm$ 10
	(70sec)	48 $\pm$ 9	62 $\pm$ 11	59 $\pm$ 12

Note.- *= The Values of aorta, portal vein, and hepatic vein with 500mgI/kg were significantly lower ($p < .01$) than those with 600mgI/kg and 630mgI/kg.
employed statistics= Mann-Whitney's U test

造影剤用量と動脈相 (早期動脈相) における肝動脈描出能の関係



500mgI/kg (Iomeron)

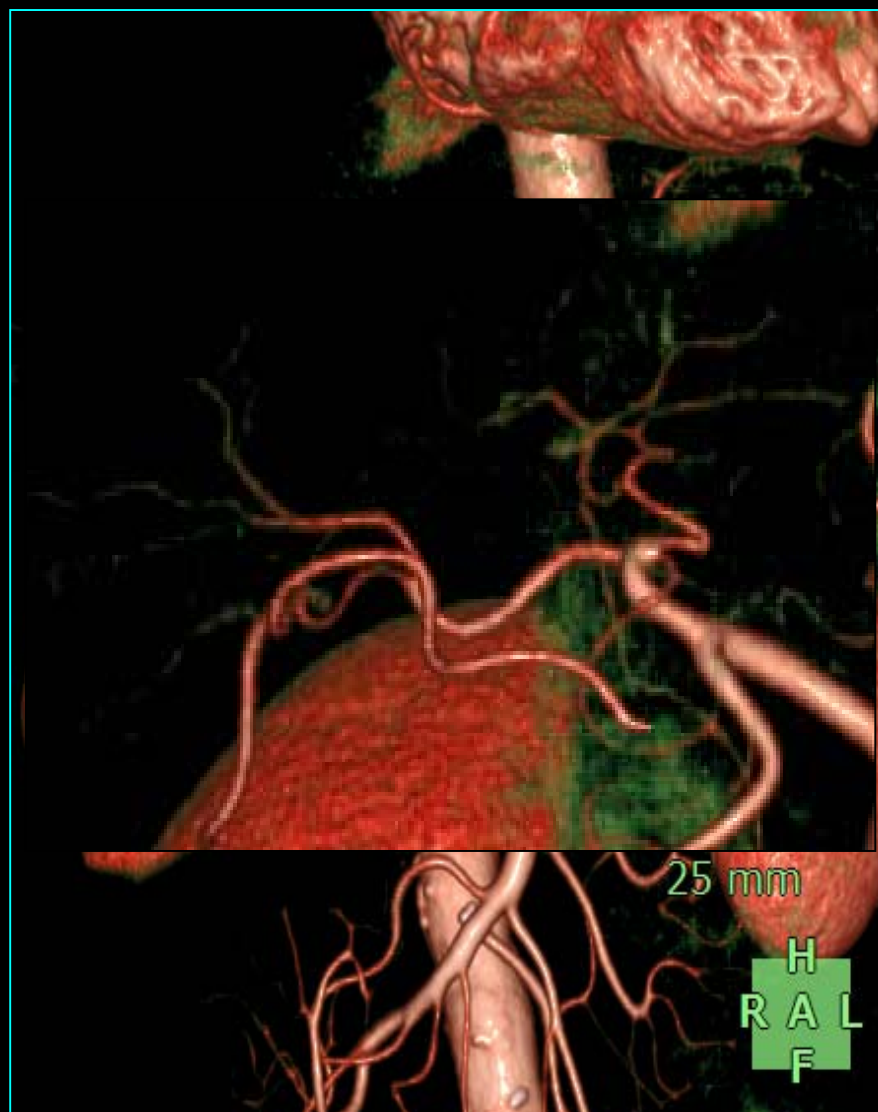


630mgI/kg (Iomeron)

造影剤用量と動脈相 (早期動脈相) における肝動脈描出能の関係



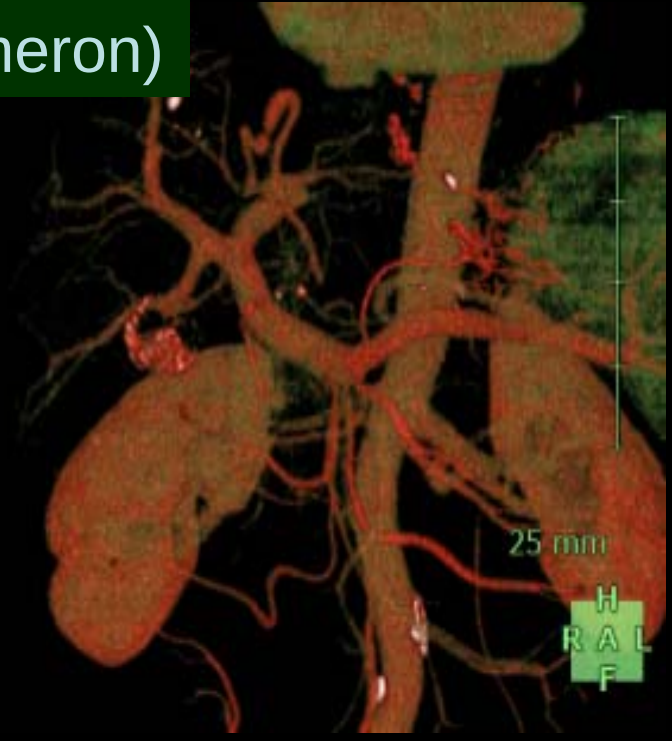
500mgI/kg (Iomeron)



630mgI/kg (Iomeron)

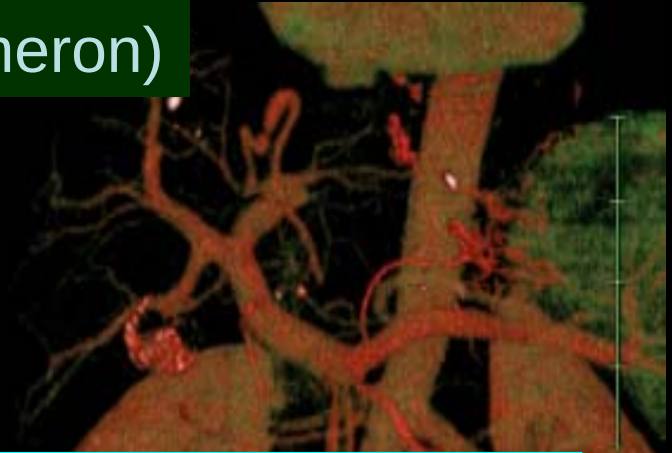
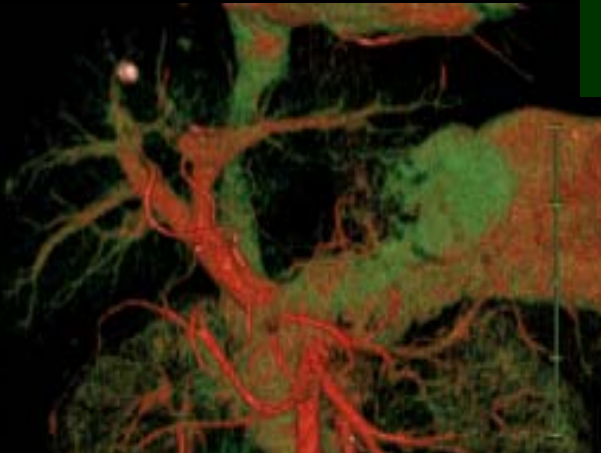
造影剤用量と門脈相 (後期動脈相) における門脈描出能の関係

500mgI/kg (Iomeron)



造影剤用量と門脈相 (後期動脈相) における門脈描出能の関係

500mgI/kg (Iomeron)

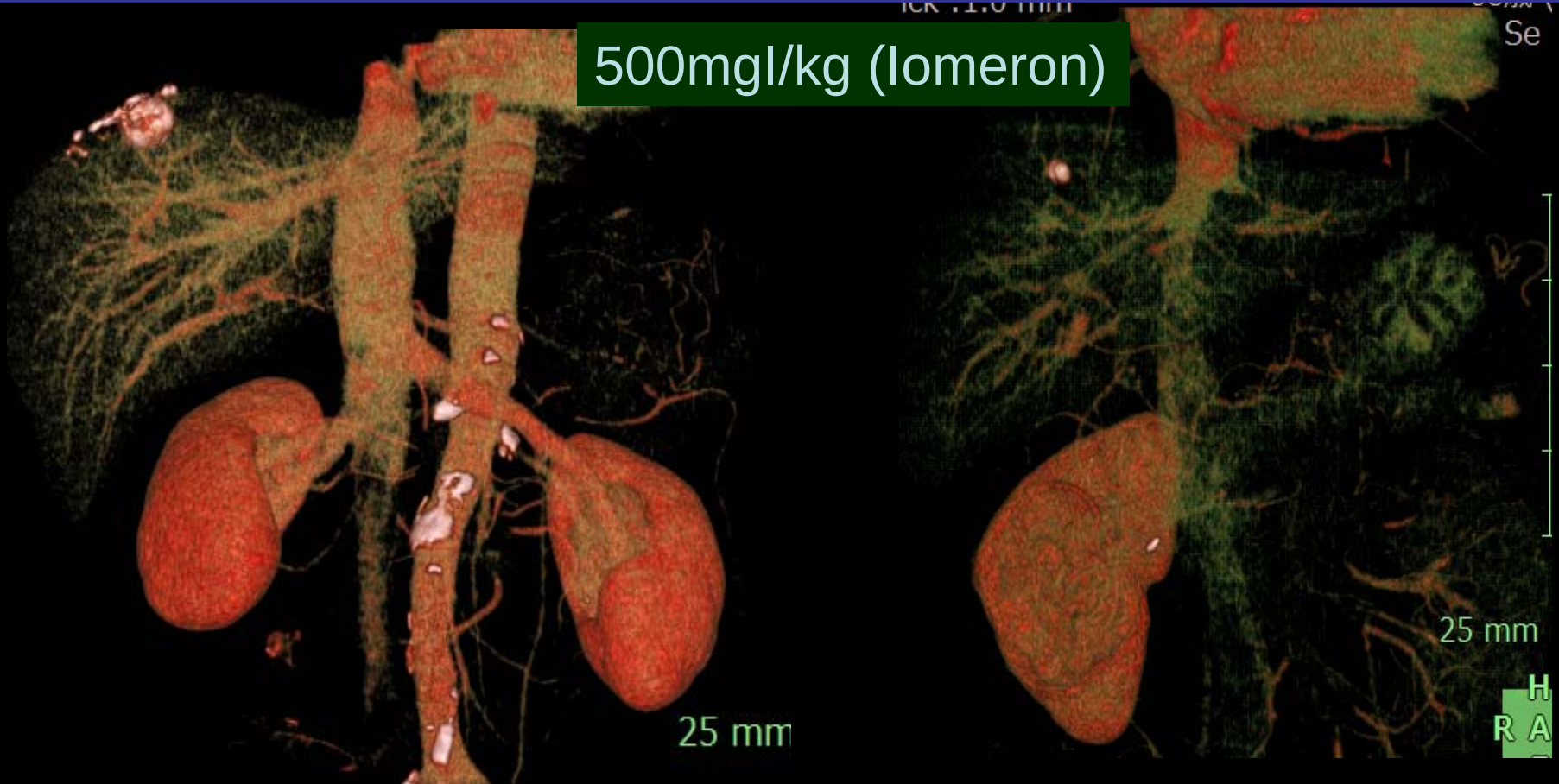


630mgI/kg (Iomeron)



造影剤用量と肝実質相における肝静脈描出能の関係

500mgI/kg (Iomeron)



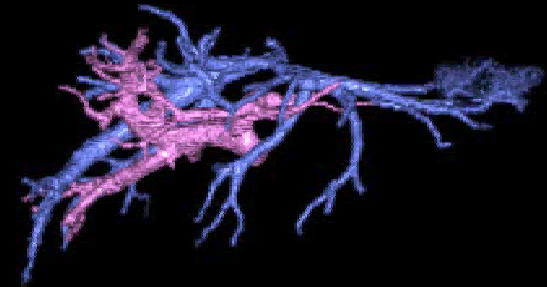
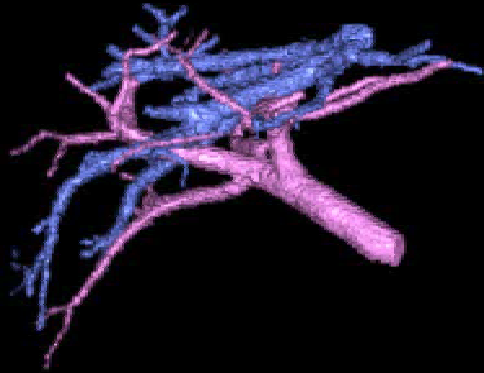
造影剤用量と肝実質相における肝静脈描出能の関係

500mgI/kg (Iomeron)

630mgI/kg (Iomeron)

25 mm

門脈・肝静脈の3D画像作成における造影剤用量の影響



■ : 門脈 ■ : 肝静脈

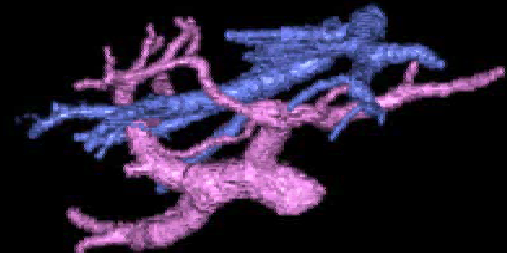
造影剤用量: 500mgI/kg

造影剤濃度: 350mgI/mL (イオメロン350)

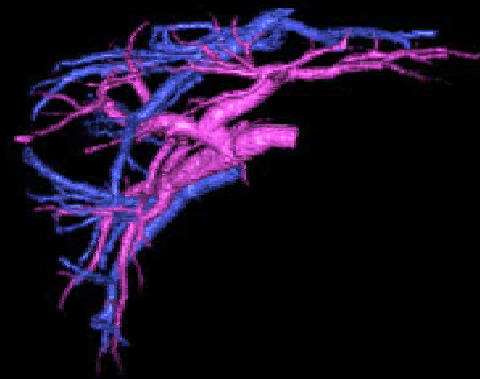
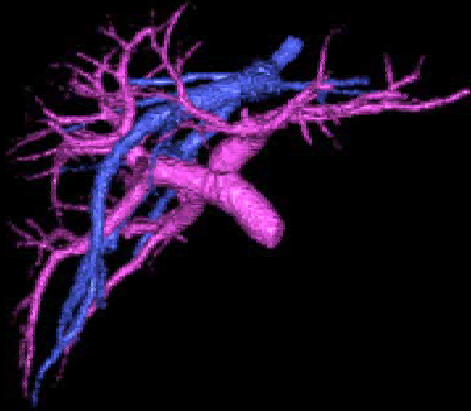
左上: BW=67.5kg, 101mL @3.4mL/sec

右上: BW= 43kg, 65mL @2.2mL/sec

右下: BW= 53kg, 80mL @2.7mL/sec



門脈・肝静脈の3D画像作成における造影剤用量の影響



■ : 門脈 ■ : 肝静脈

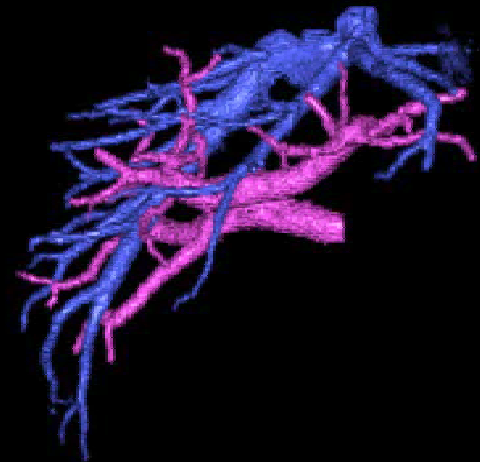
造影剤用量: 600mgI/kg

造影剤濃度: 350mgI/mL (イオメロン350)

左上: BW= 53kg, 90mL @3.0mL/sec

右上: BW= 48kg, 82mL @2.7mL/sec

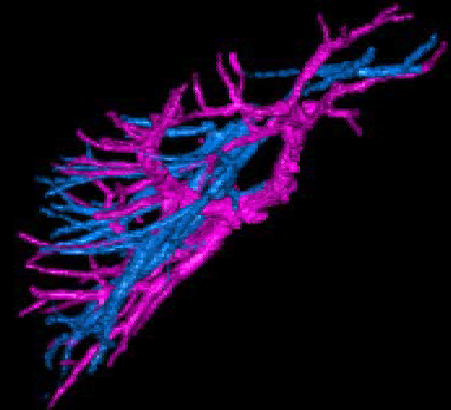
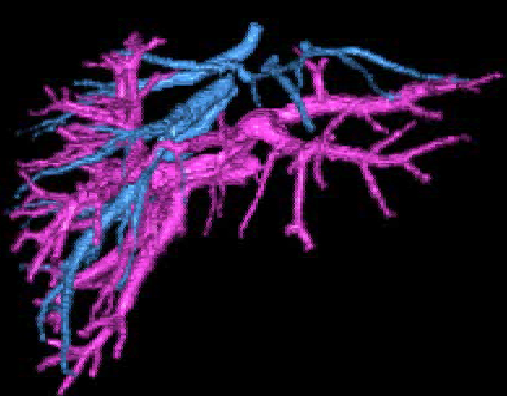
右下: BW= 42kg, 71mL @2.4mL/sec



7.5 mm

■ 門脈
■ 肝静脈

門脈・肝静脈の3D画像作成における造影剤用量の影響



■ : 門脈 ■ : 肝静脈

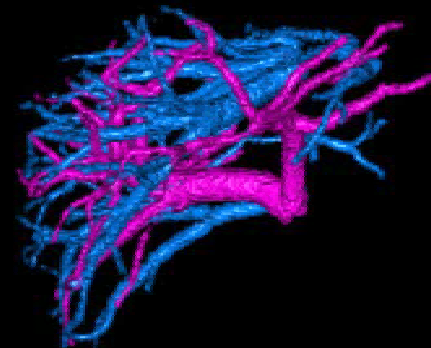
造影剤用量: 630mgI/kg

造影剤濃度: 350mgI/mL (イオメロン350)

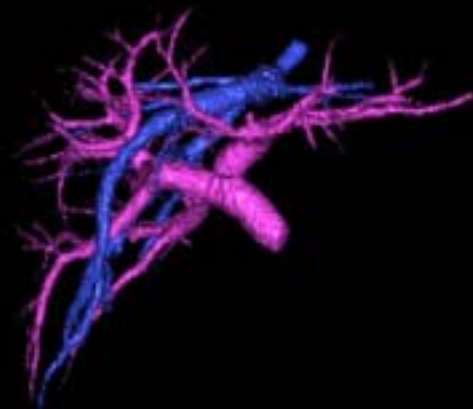
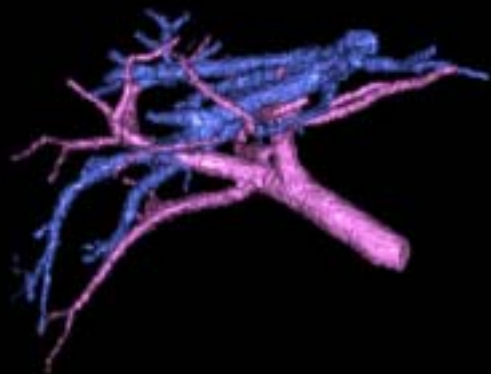
左上: BW= 64kg, 115mL @3.8mL/sec

右上: BW= 67kg, 120mL @4.0mL/sec

右下: BW= 64kg, 115mL @3.8mL/sec



門脈・肝静脈の描出に対する造影剤用量 (イオメロン350) の影響



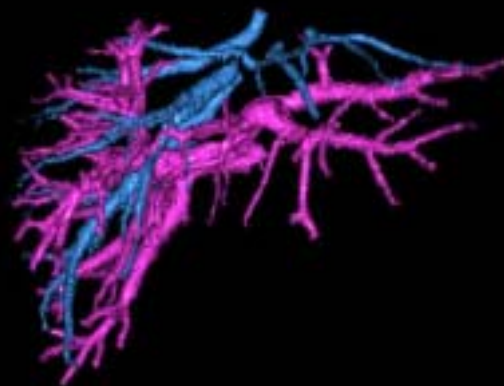
■ : 門脈 ■ : 肝静脈

造影剤濃度: 350mgI/mL (イオメロン350)

左上: 500mgI/kg, BW=67.5kg, 101mL @3.4mL/sec

右上: 600mgI/kg, BW= 53kg, 90mL @3.0mL/sec

右下: 630mgI/kg, BW= 64kg, 115mL @3.8mL/sec



ボリュームアナライザー
SYNAPSE VINCENT



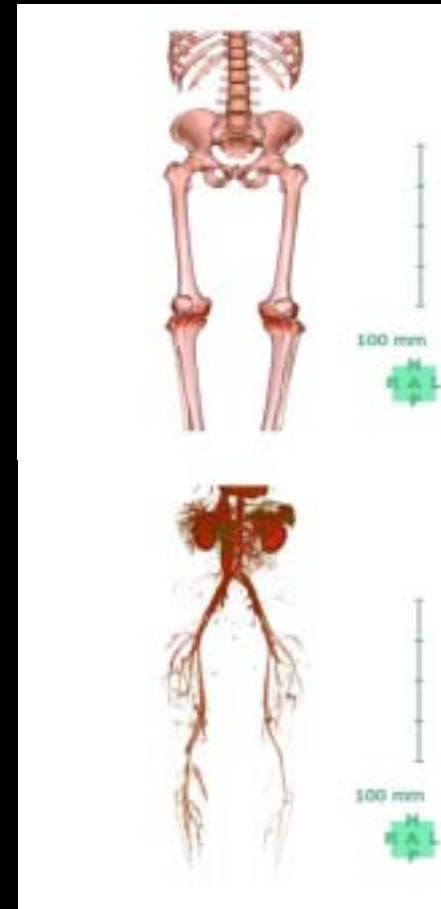
人体の構造認識技術

富士フイルム独自「イメージインテリジェンス」技術

デジタルカメラの顔認識技術の応用



肝臓抽出
骨除去



肝臓解析における手順

抽出作業

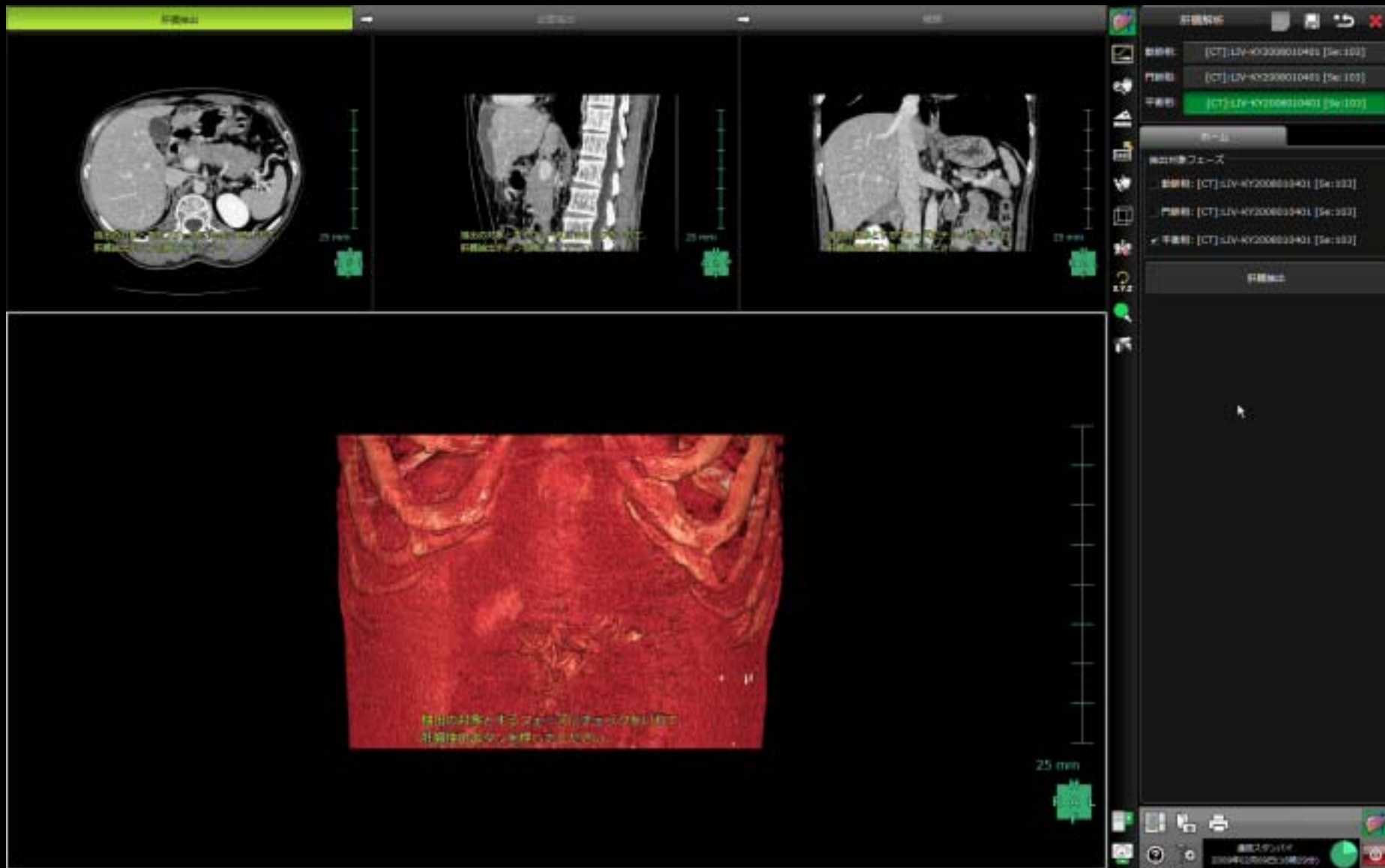
- 肝臓の抽出
- 下大静脈の抽出
- 門脈の抽出
- 肝静脈の抽出
- 肝動脈の抽出
- 胆管の抽出



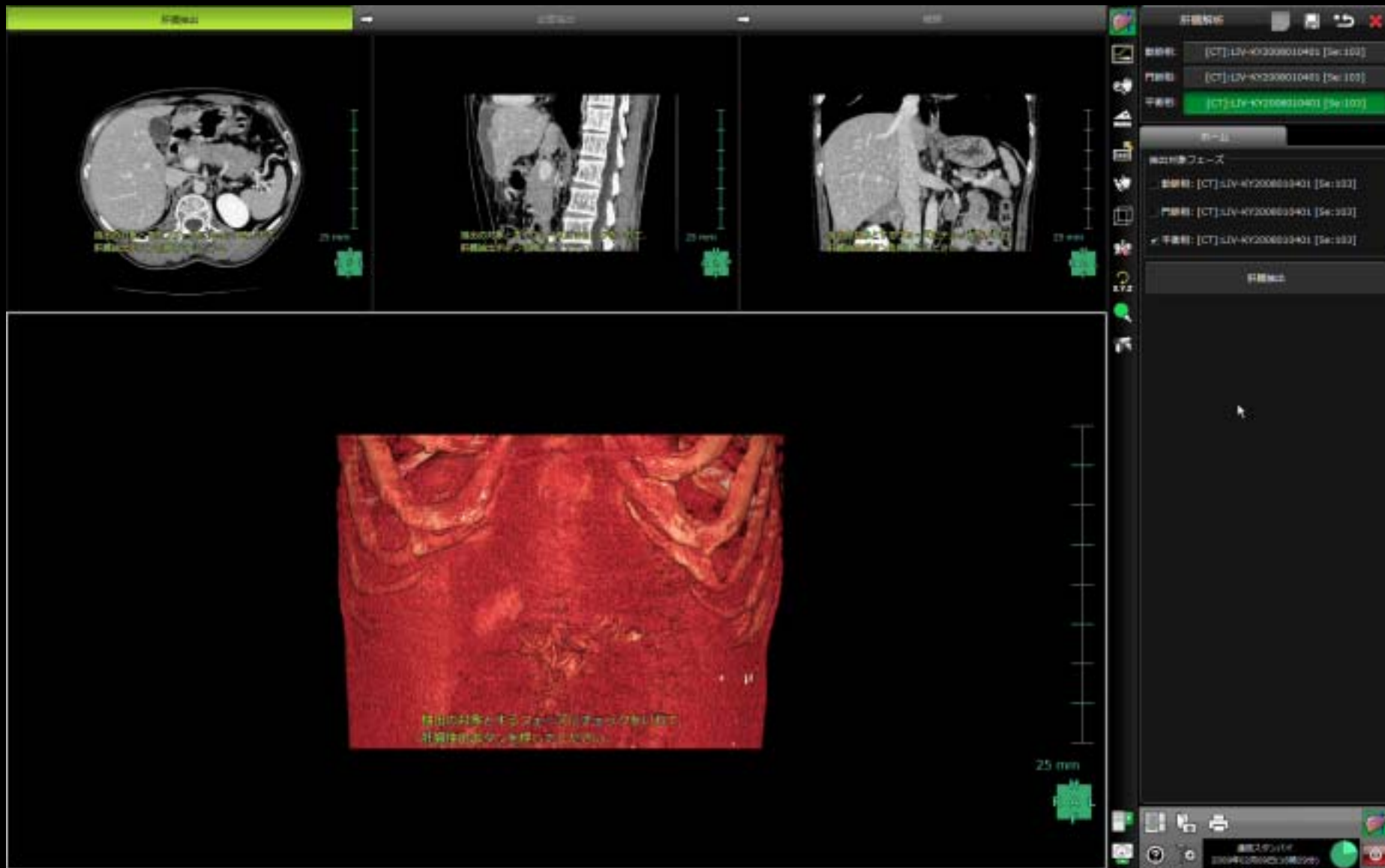
解析作業

- 肝内、肝門部脈管の把握
- 脈管の支配領域計測
virtual hepatectomy
鬱血領域の予測

肝臟抽出



肝臟抽出



肝臓抽出

呼吸ずれ関係なく
精度良く抽出が可能



正しくvolumetryが行える

抽出の利便性を高めるため、呼吸ずれの影響を軽減するための機能です。

25 mm

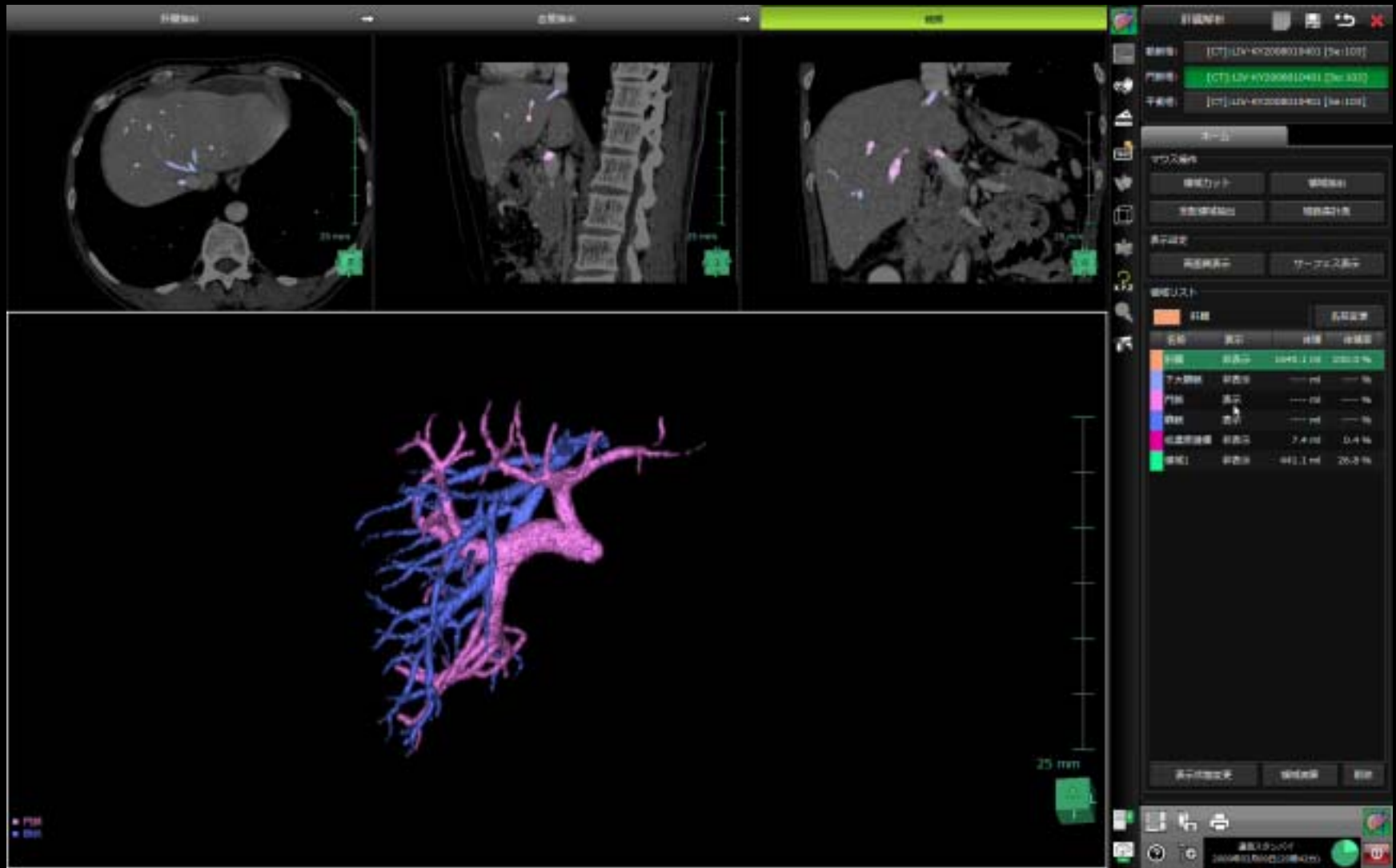
門脈の抽出 ～線分認識による自動抽出～



肝静脈の抽出 ～線分認識による自動抽出～

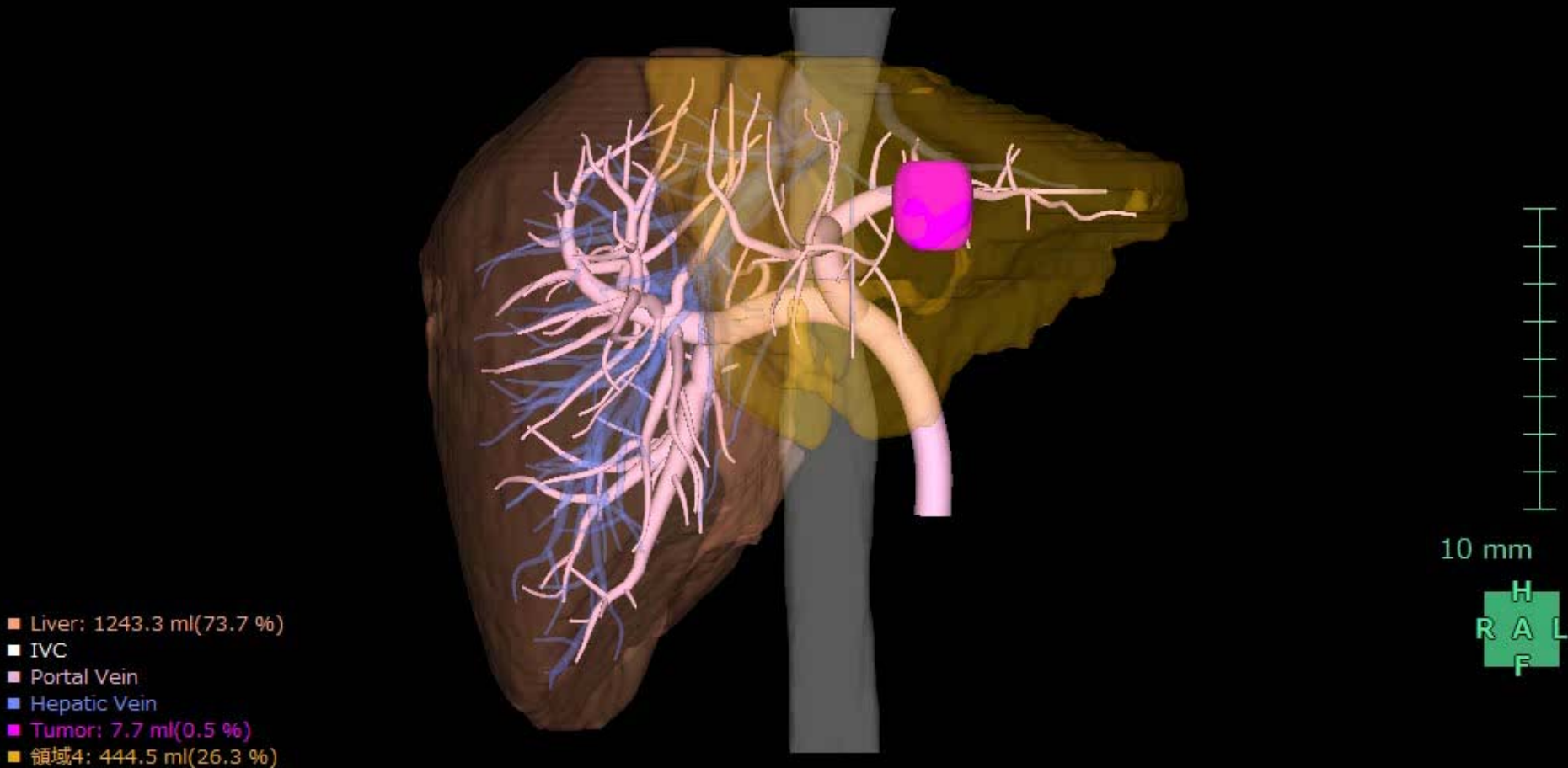


Surface Rendering への変換



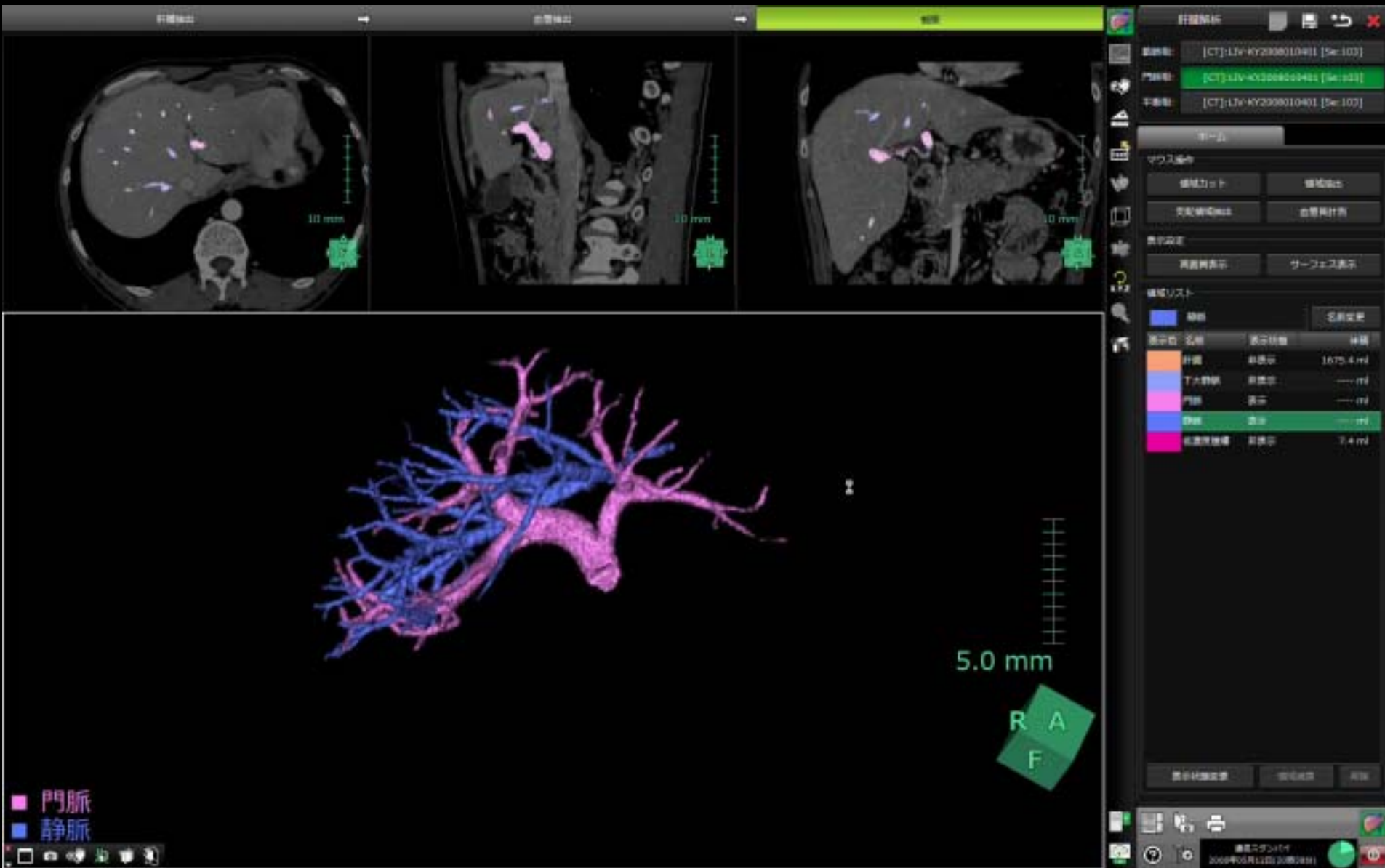
サーフェイス表示によるシェーマライクな画像。カンファレンスなどで有用なモード

観察



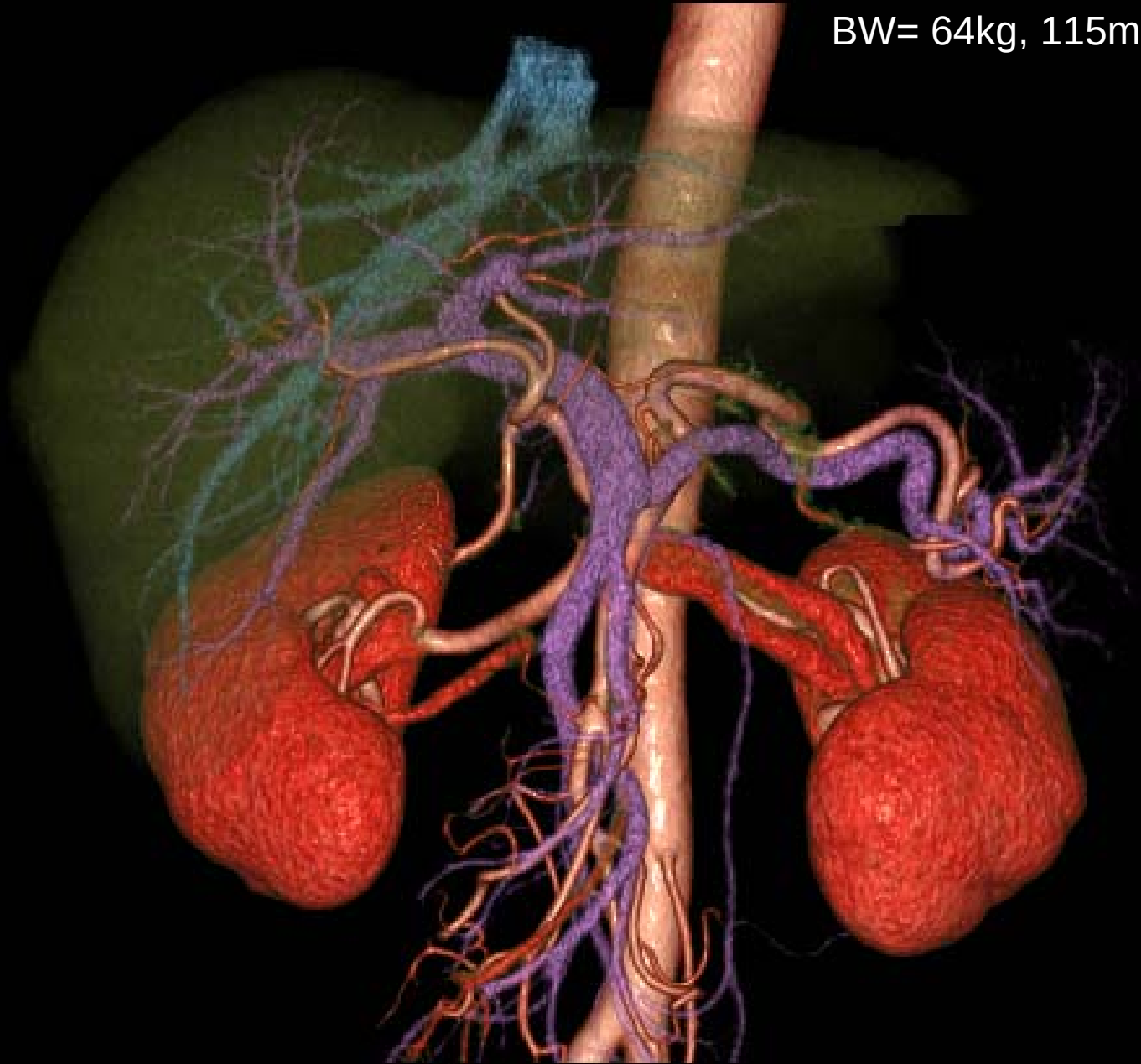
局所だけでなく、肝切除できる範囲の確認ができ、臨床意義が高い
成人生体肝移植のvolumetryにおいても十分適用可能な画像を得られる

門脈支配領域の解析

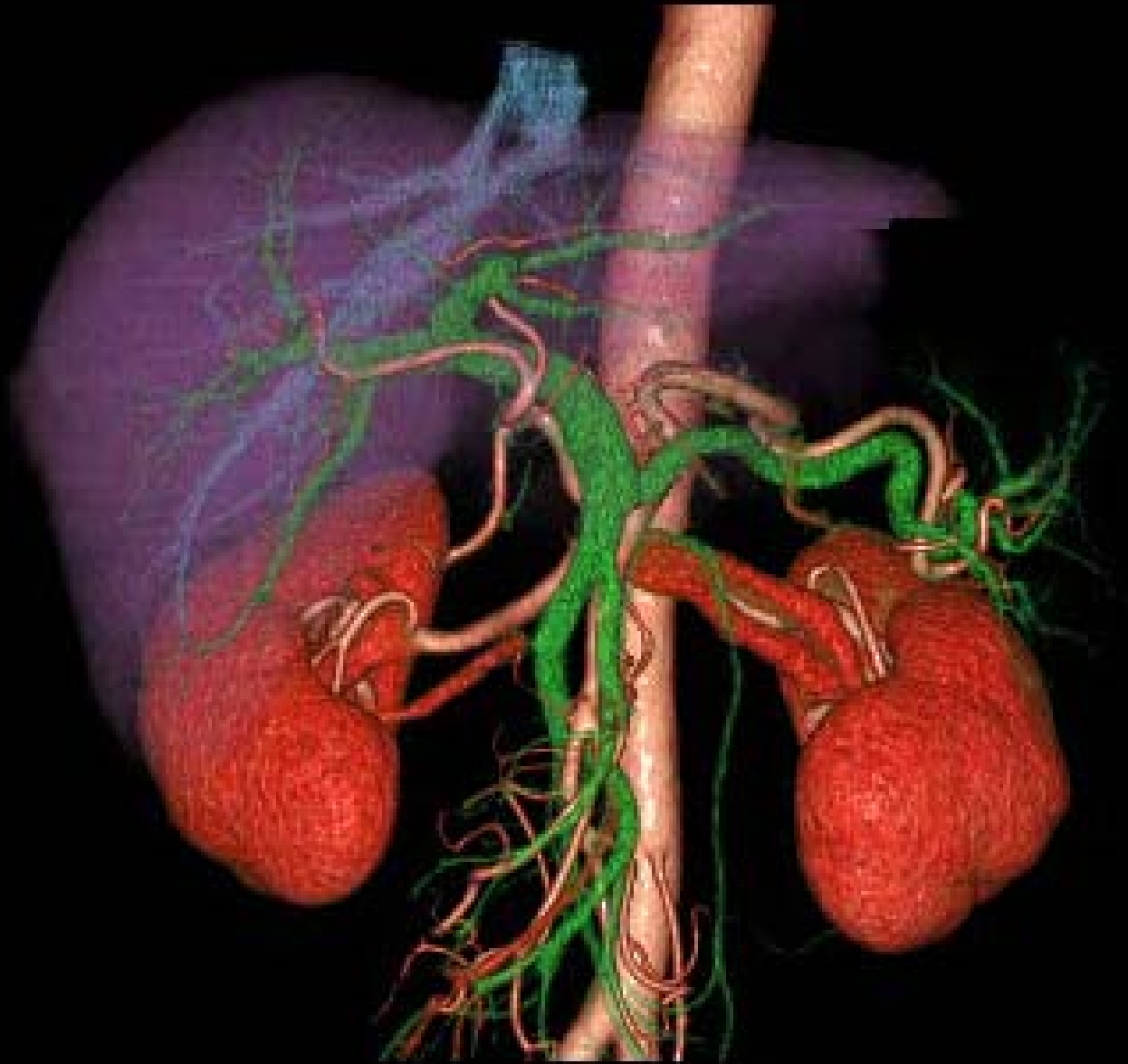


630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像

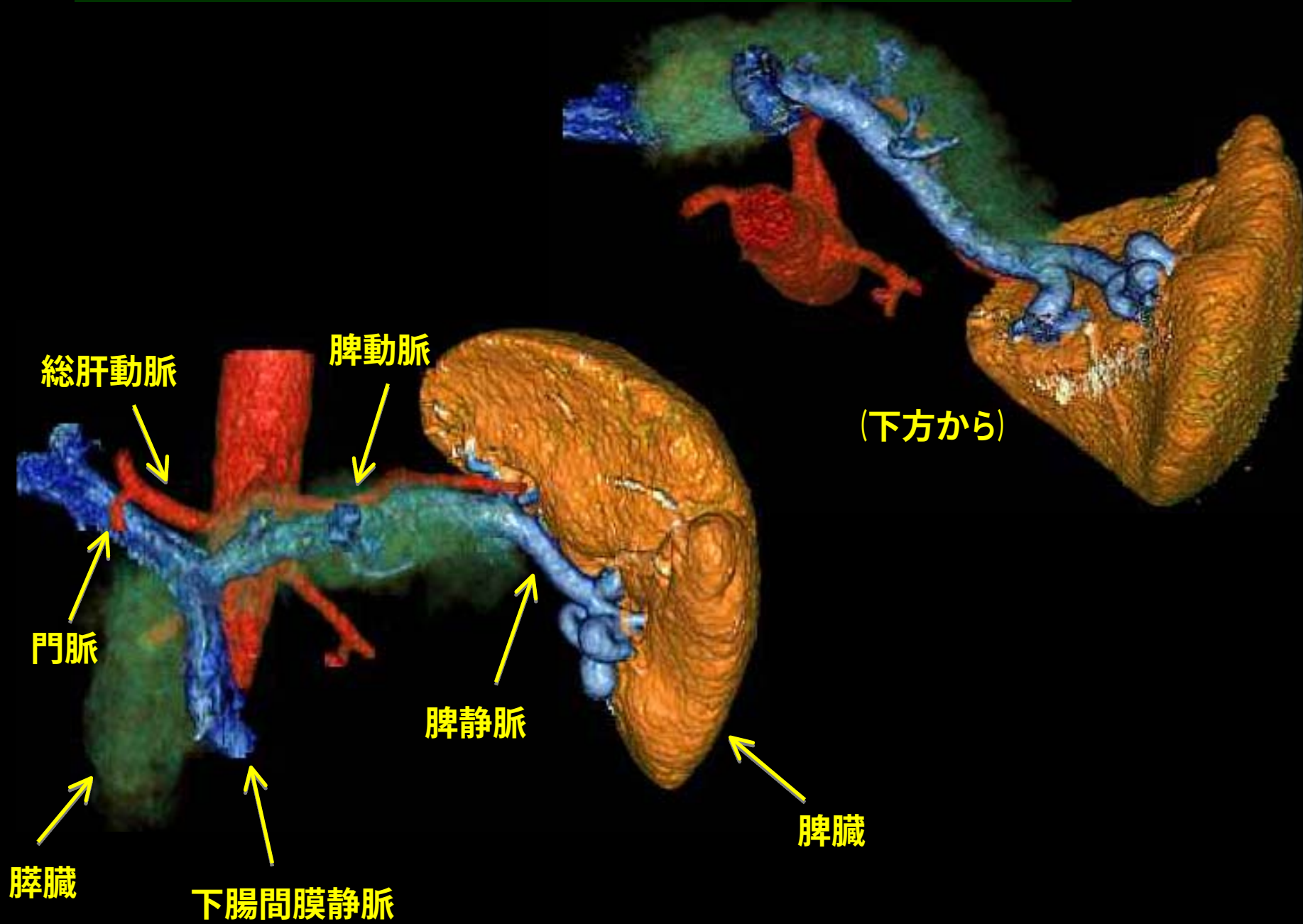
BW= 64kg, 115mL @3.8mL/sec



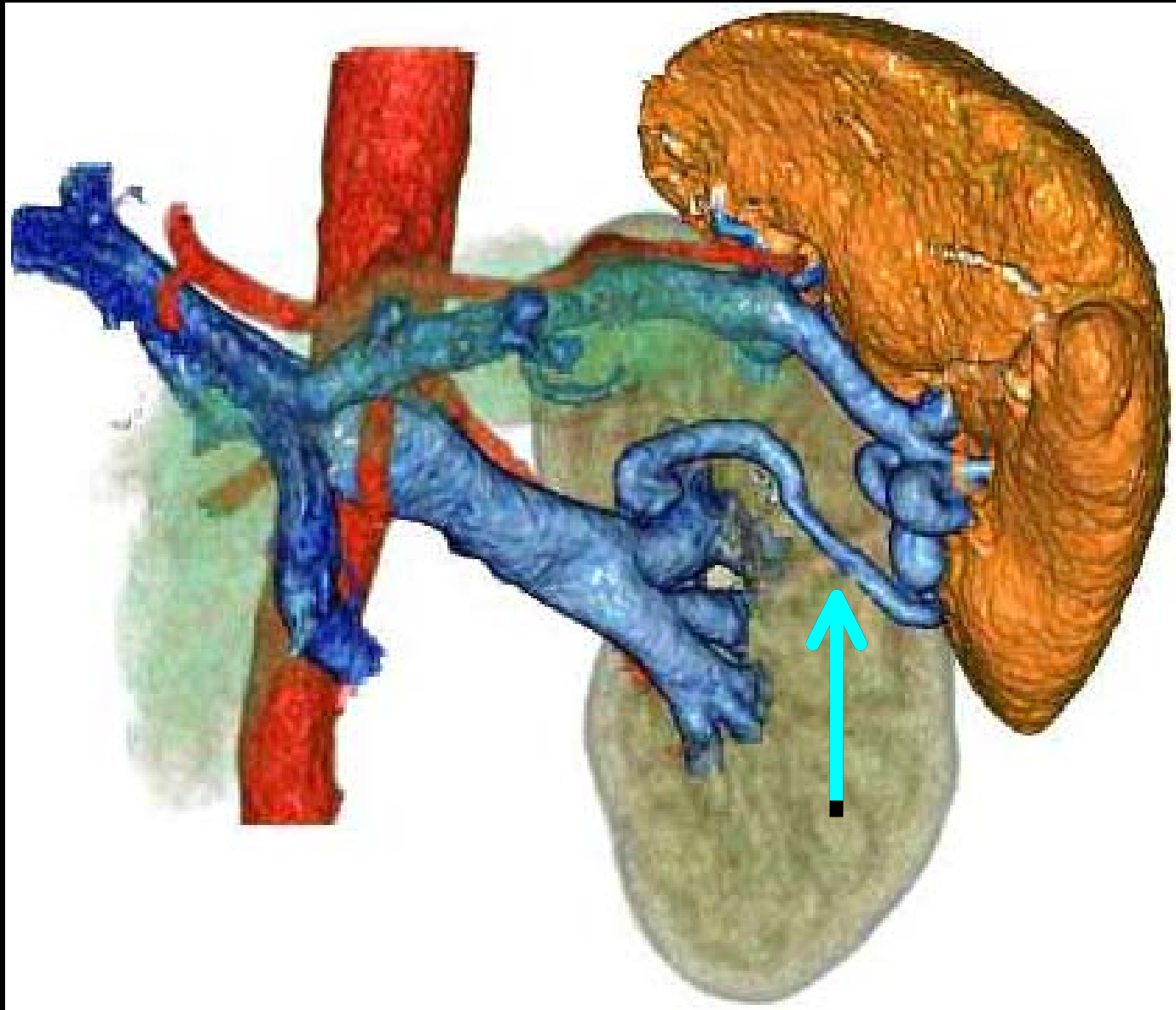
T. Y. 67M. HCC. 630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像



630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像



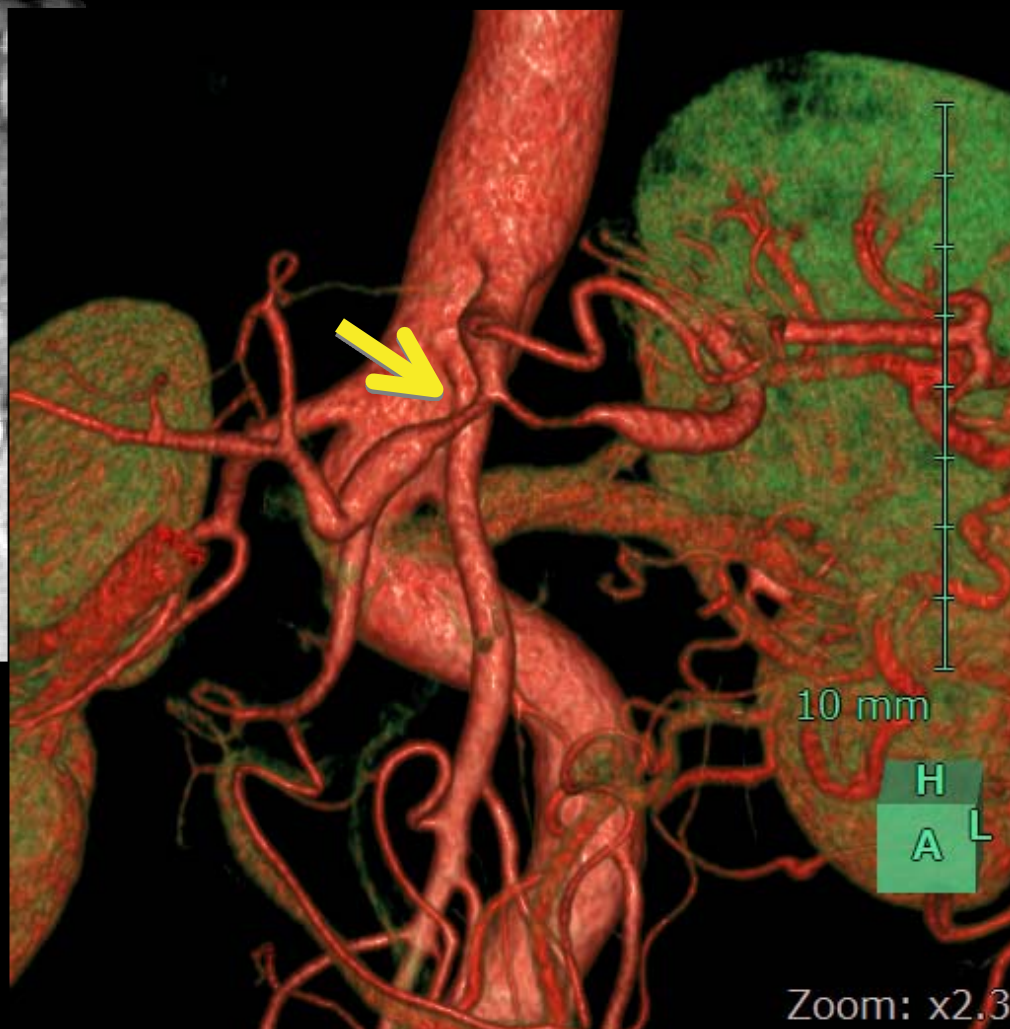
630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像
(門脈圧亢進症に伴う脾腎シャント)



Pancreatic Cancer.

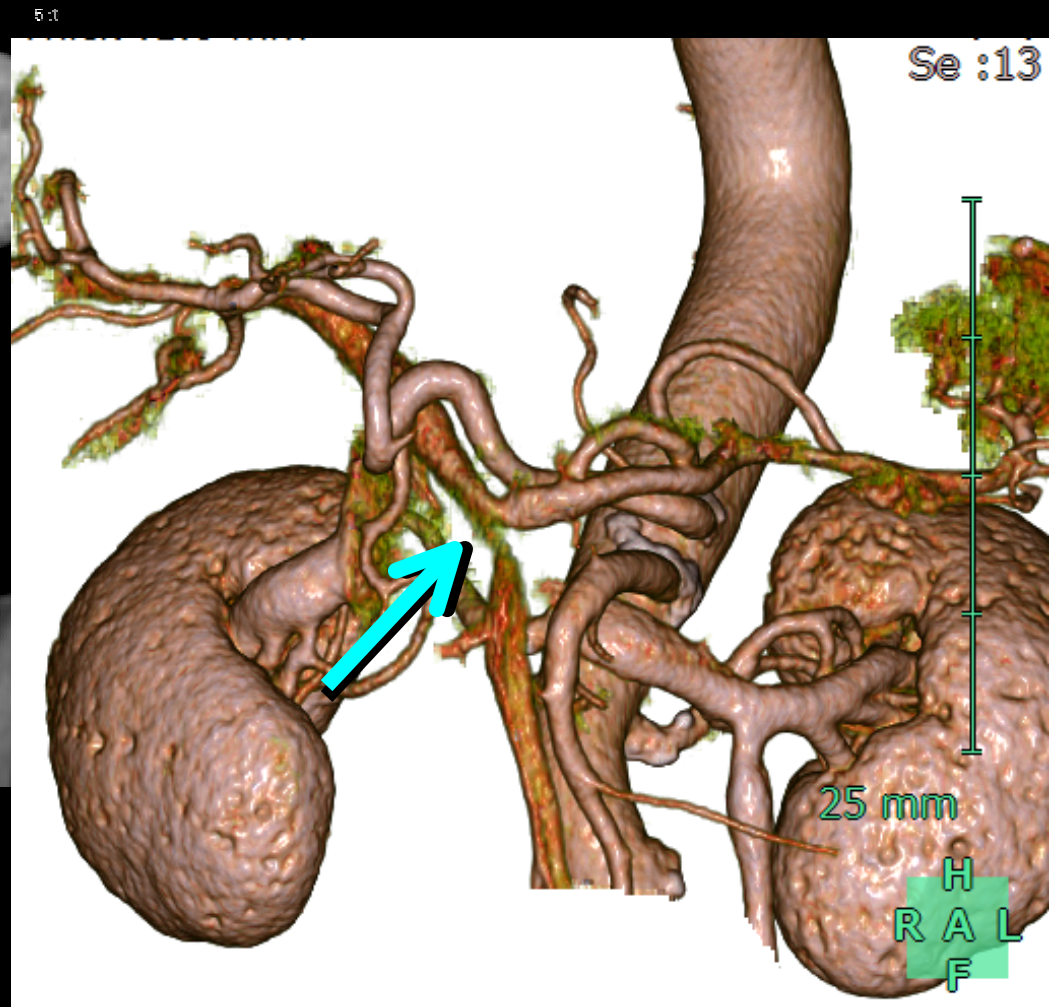
630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像 (腹腔動脈浸潤)

5:1

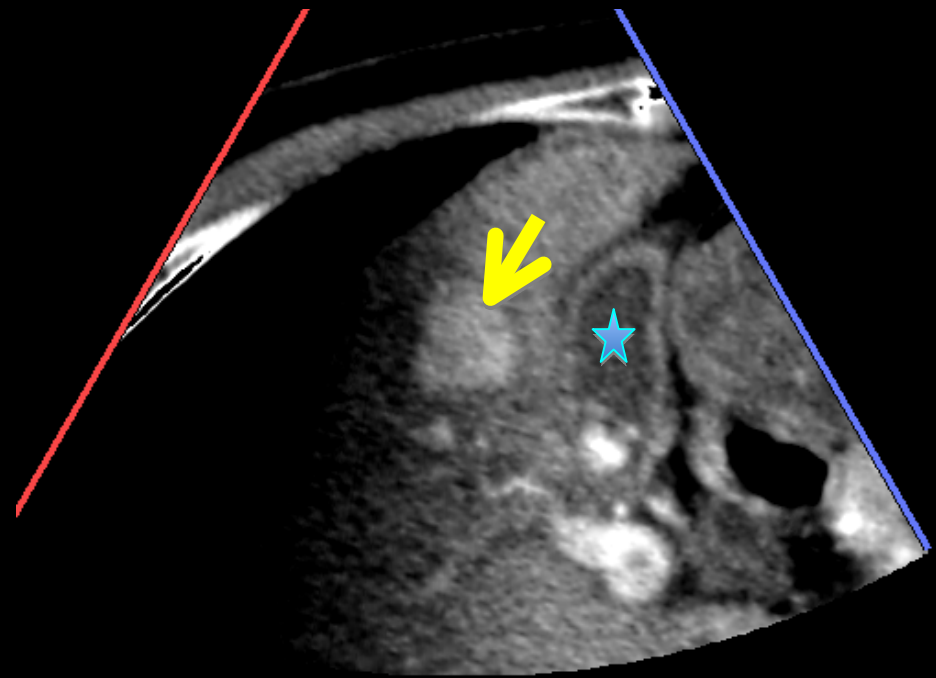
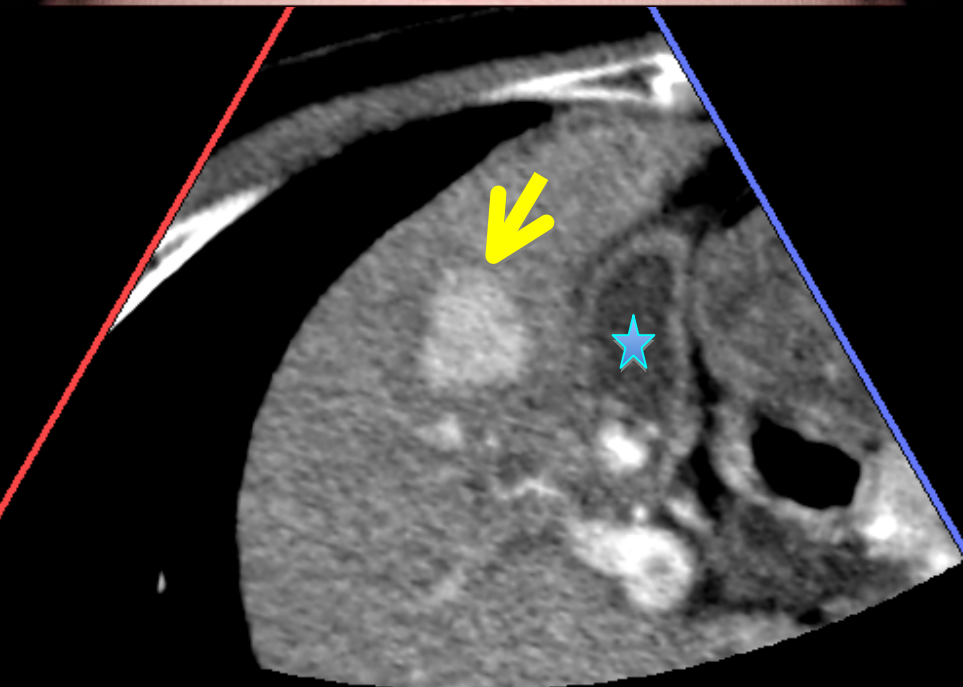
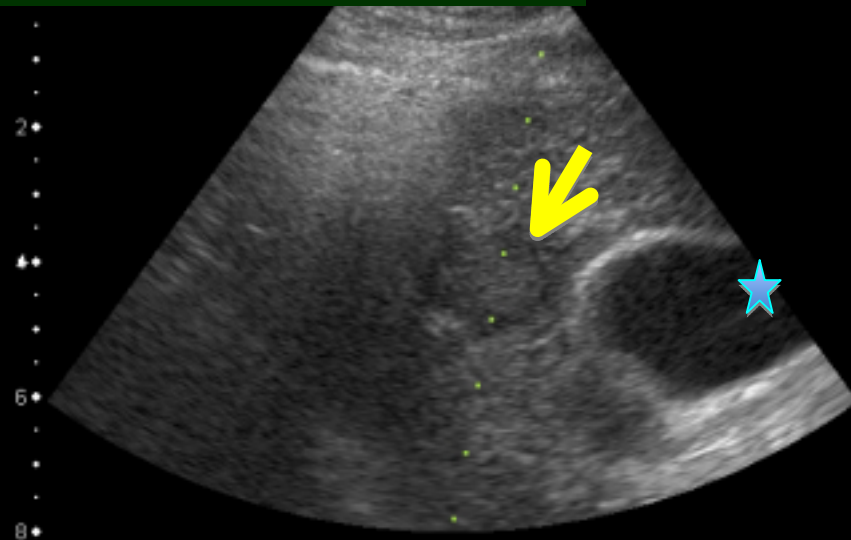
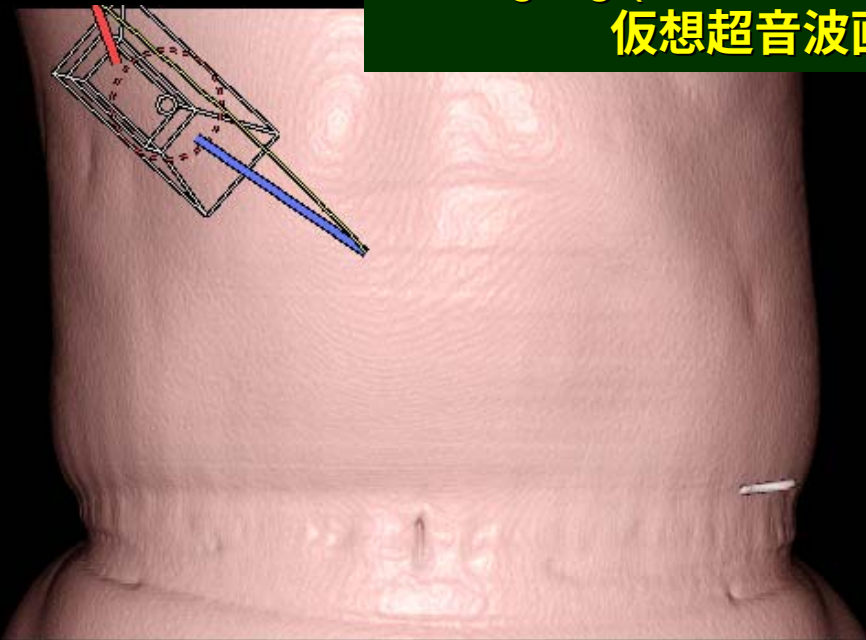


Pancreatic Cancer.

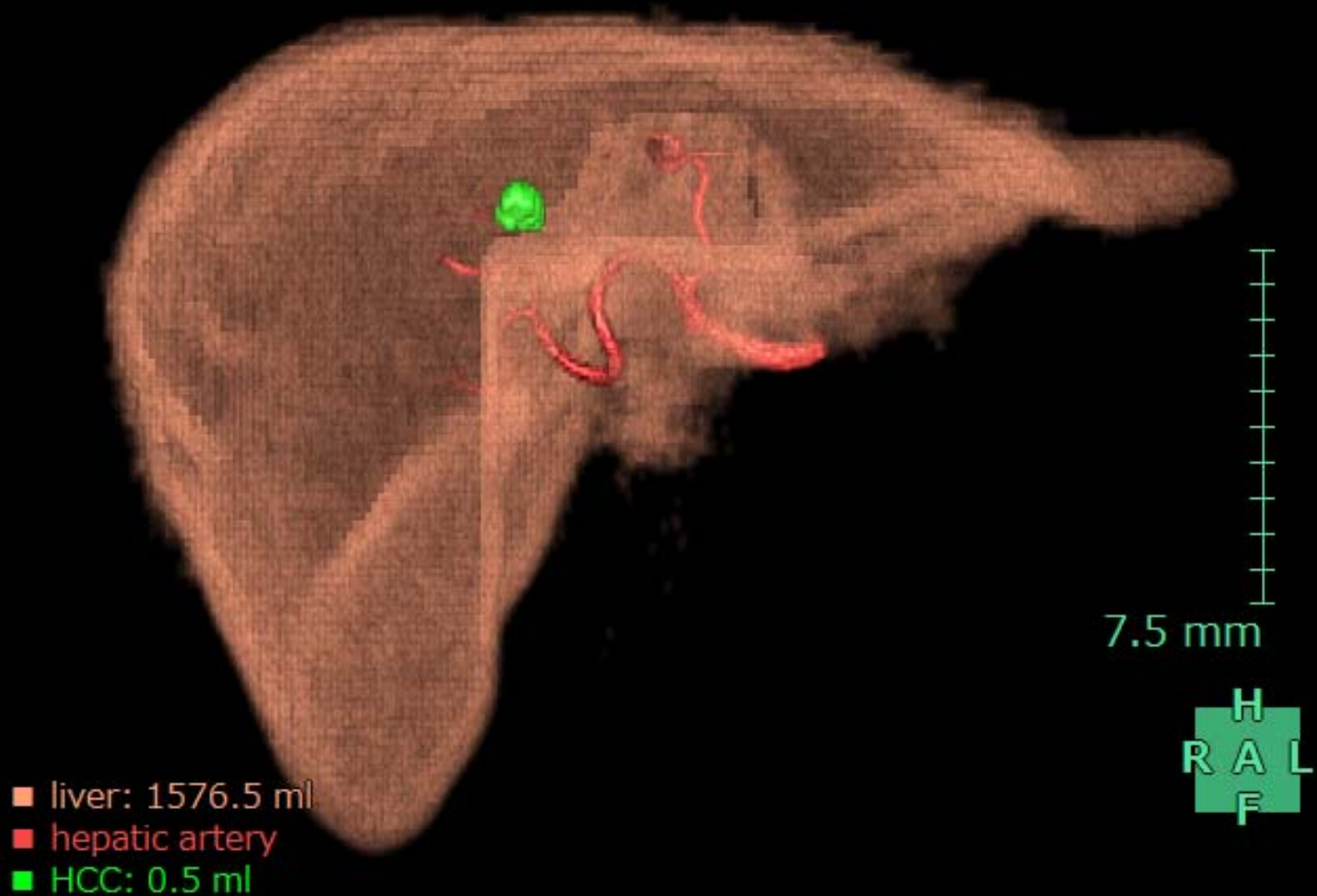
630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像 (上腸間膜静脈浸潤)



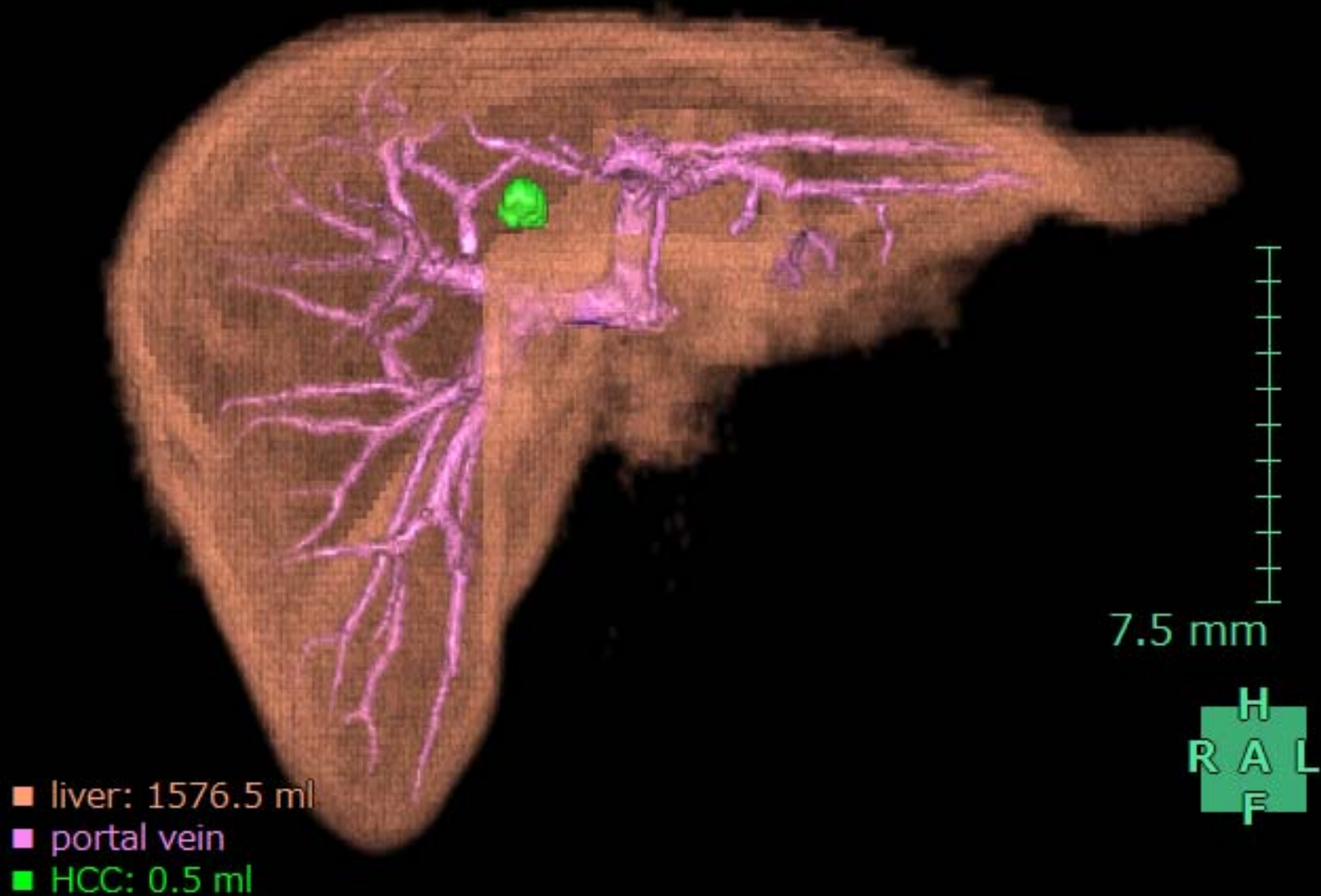
630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた
仮想超音波画像 (HCC生検前)



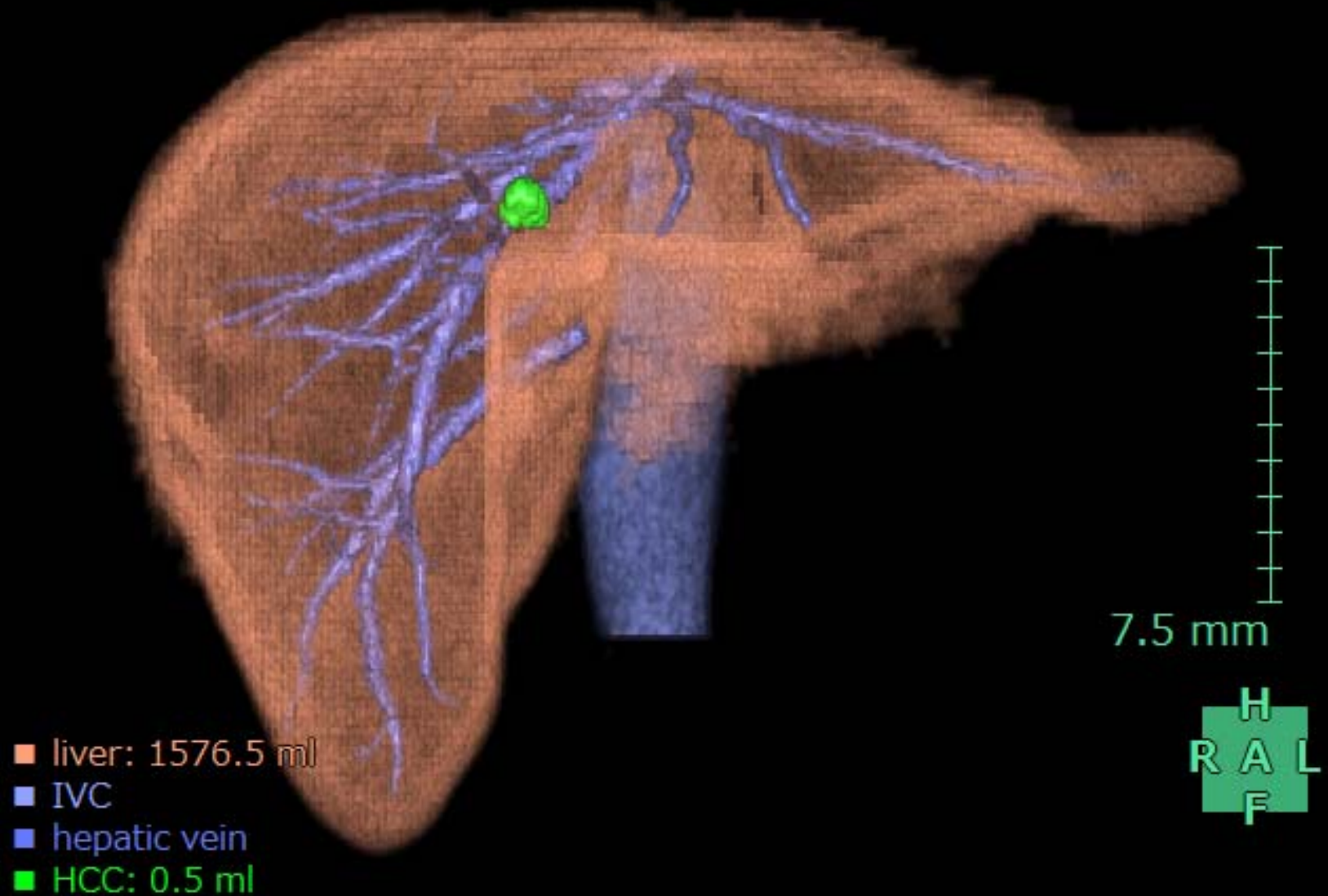
630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



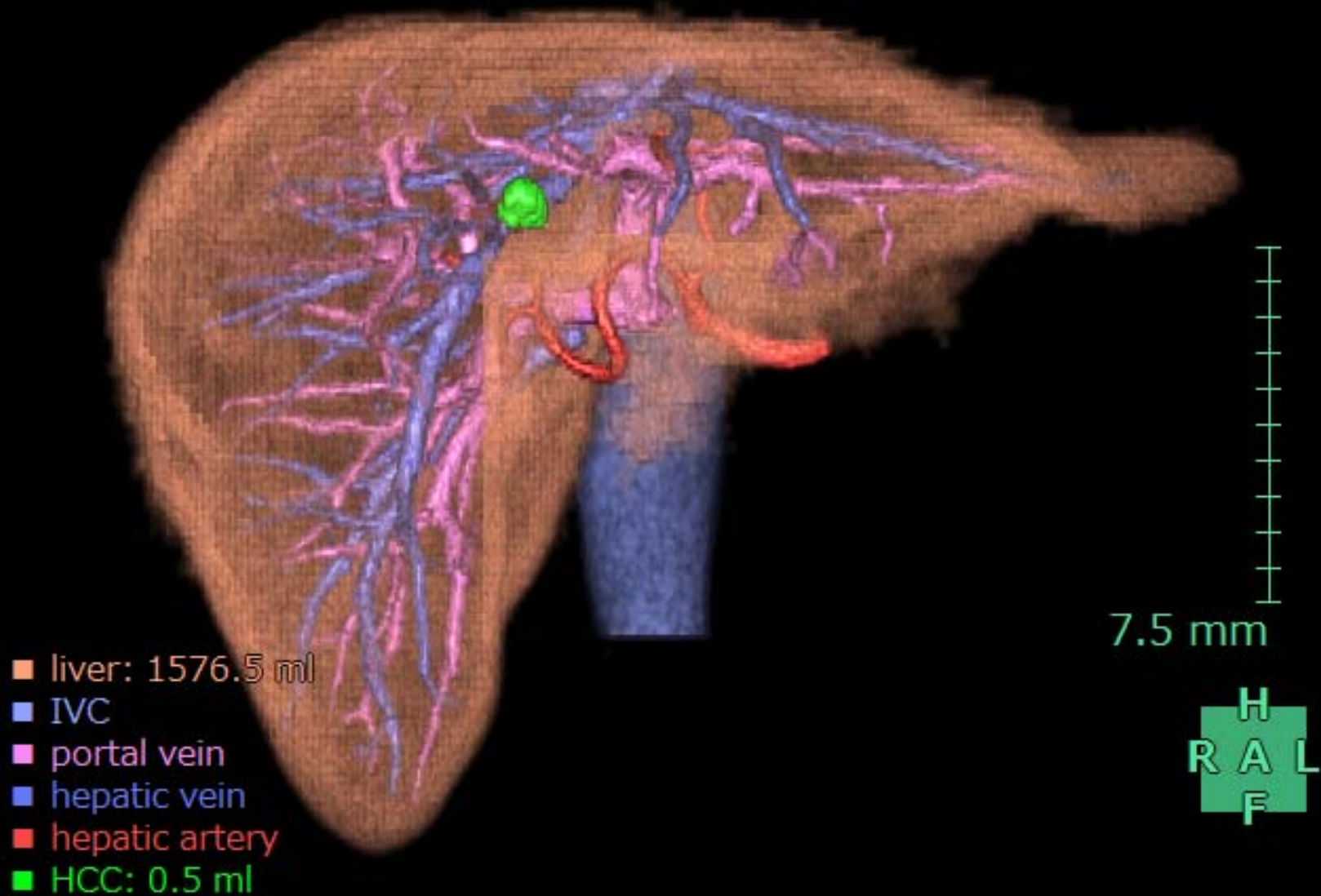
630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



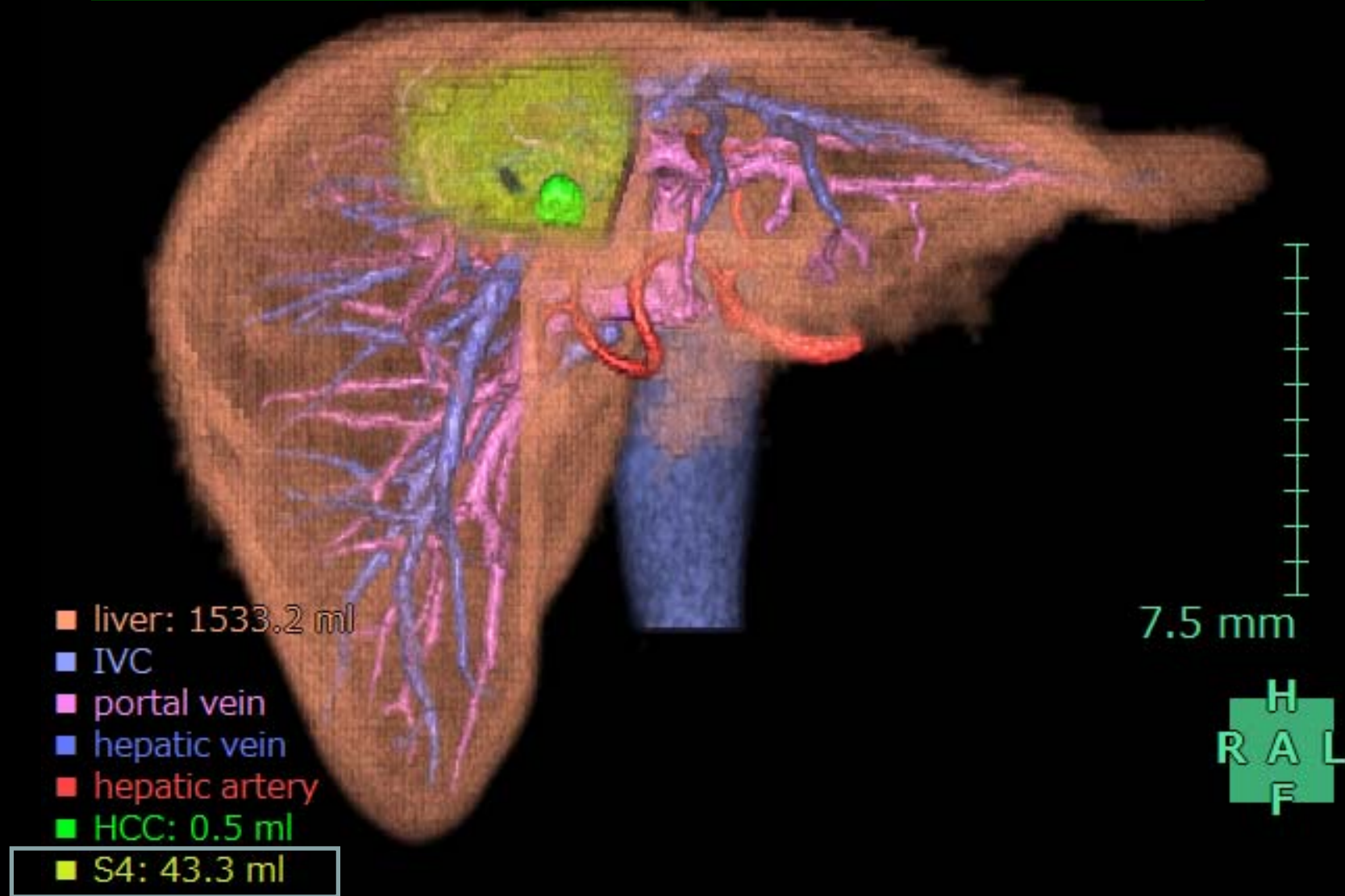
630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



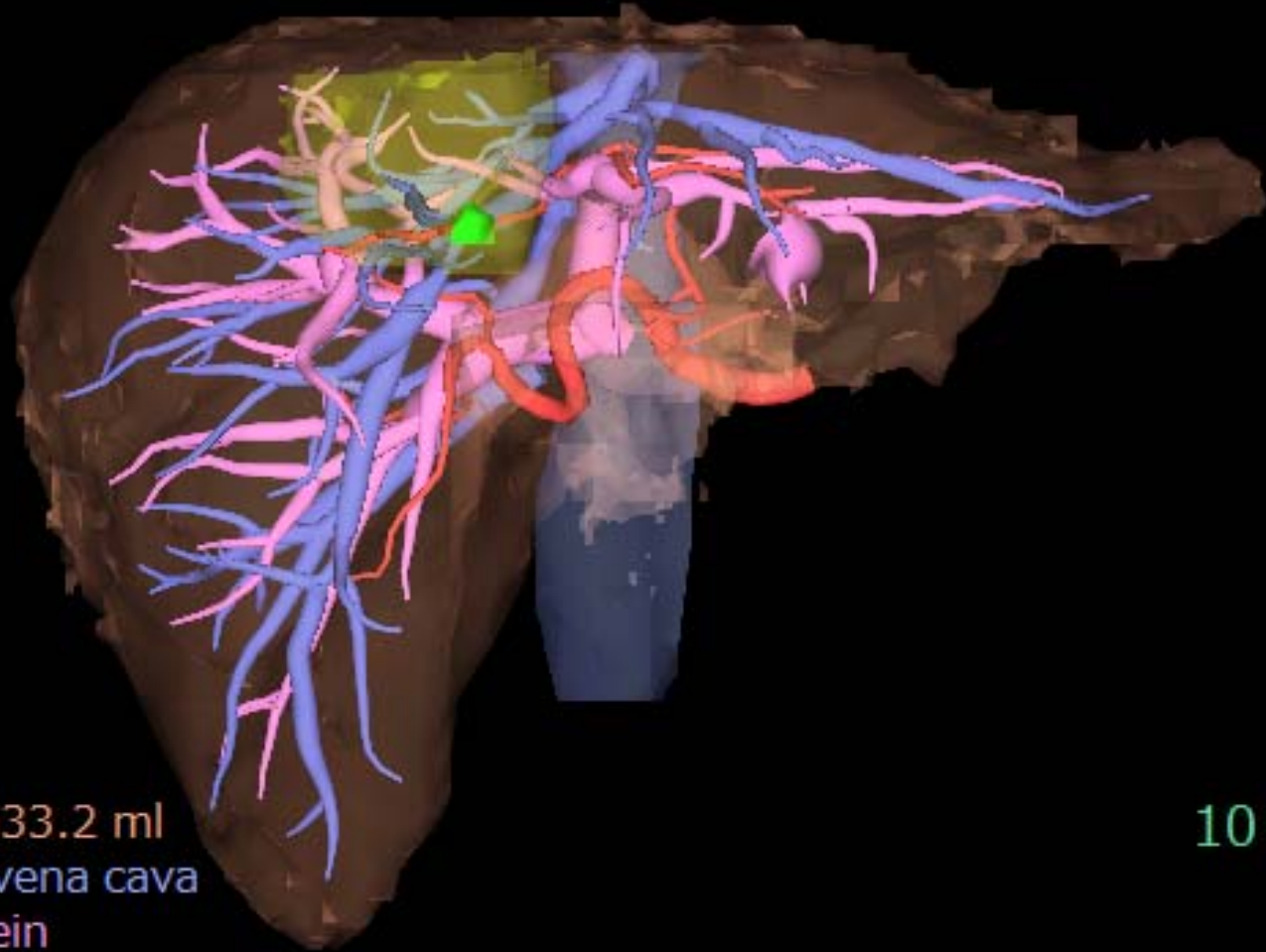
630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



- liver: 1533.2 ml
- inferior vena cava
- portal vein
- hepatic vein
- hepatic artery
- HCC: 0.5 ml
- S4: 43.3 ml

10 r

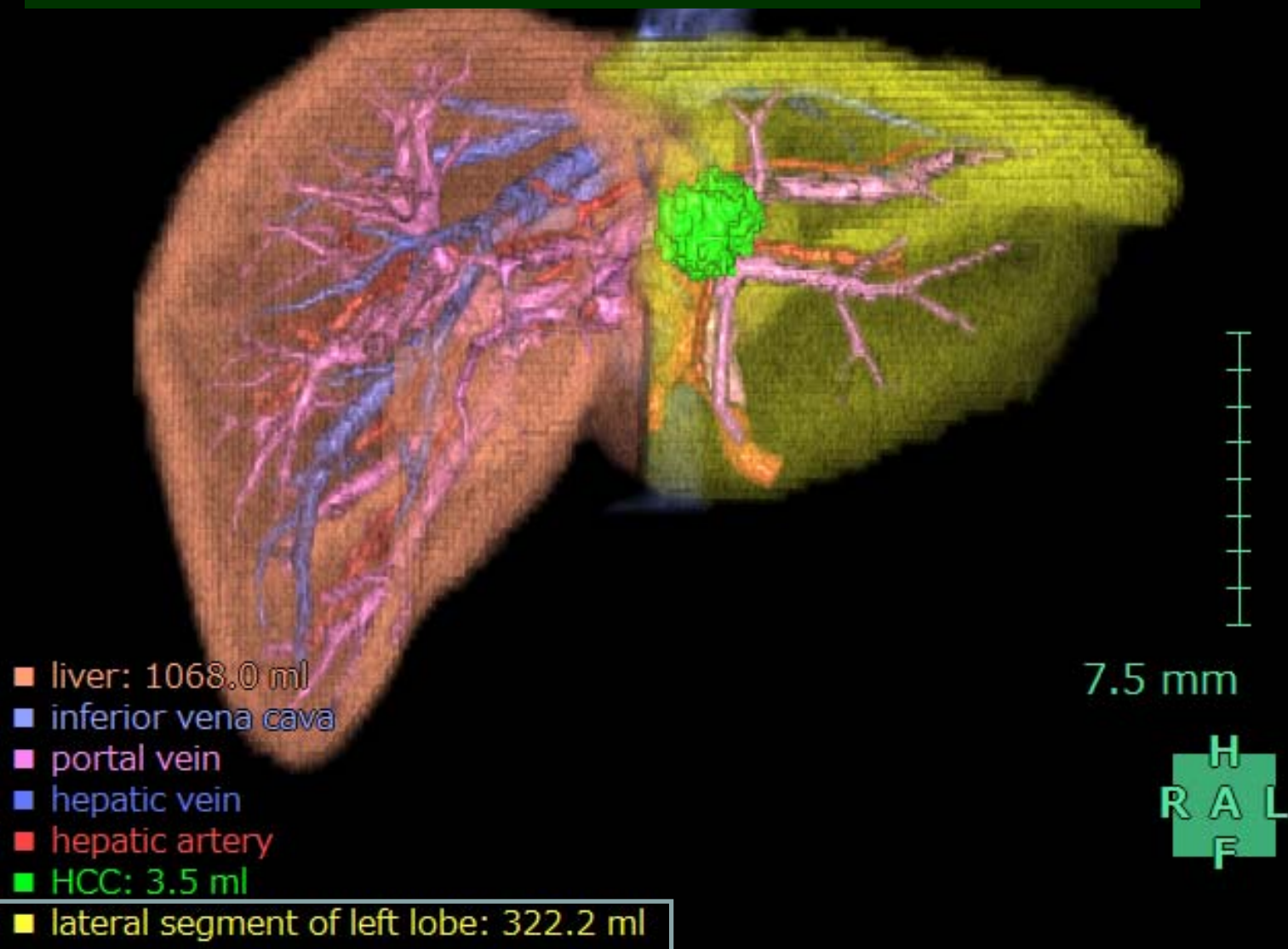
T. Y. 67M. HCC.

630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



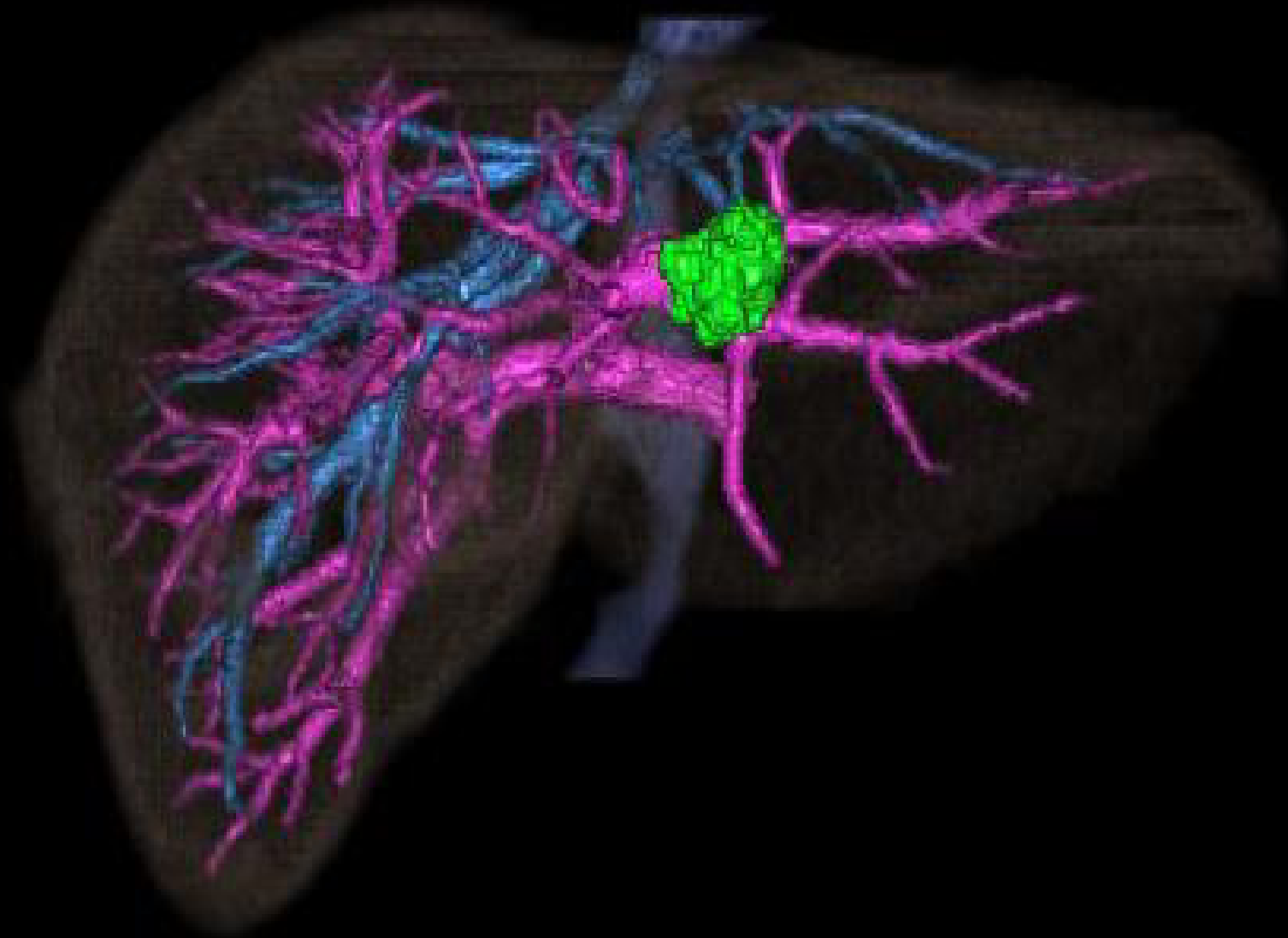
T. Y. 67M. HCC.

630mgI/kg (イオメロン350,135mLシリンジ) を用いた
肝切除術前シミュレーション画像



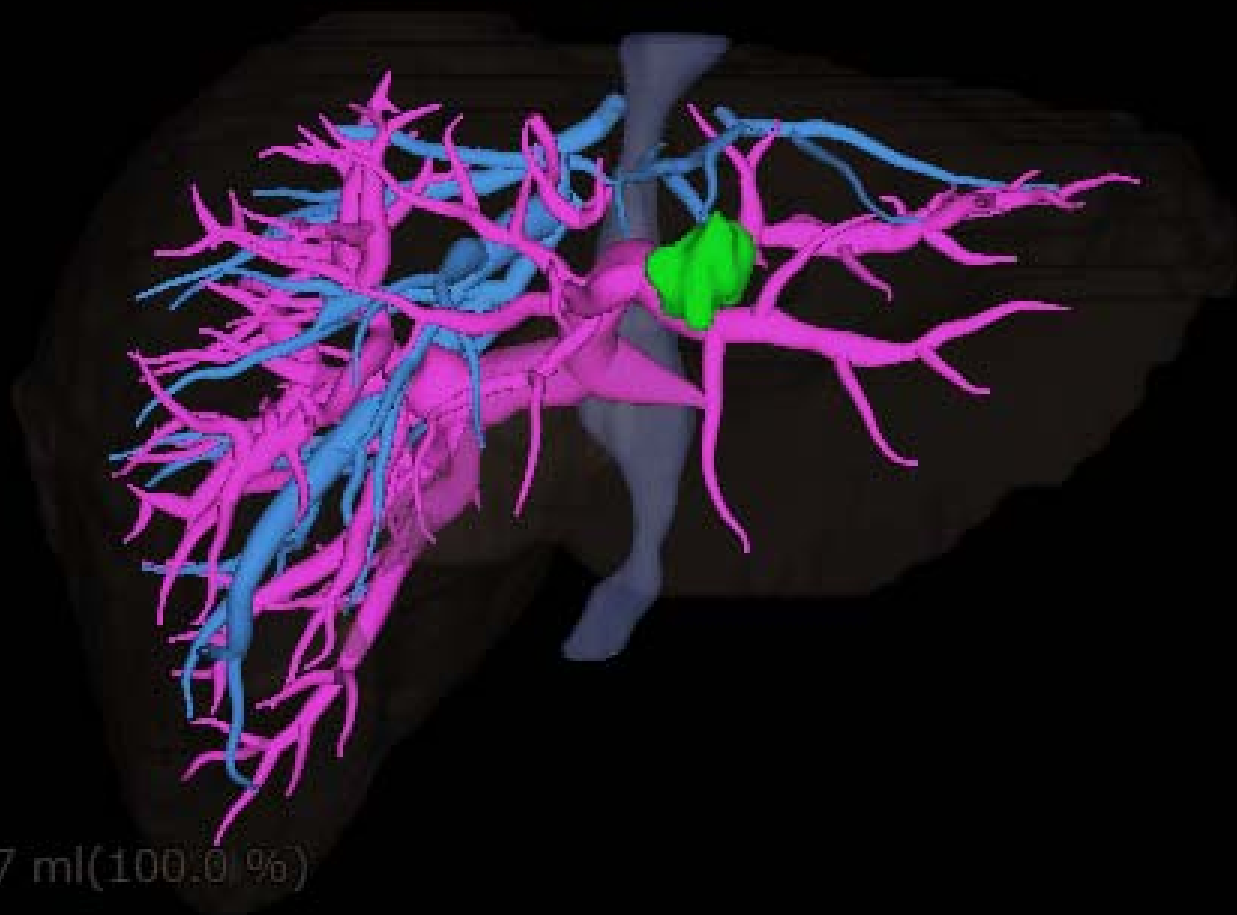
T. Y. 67M. HCC.

肝切除術前シミュレーション画像 (VR): QTVR



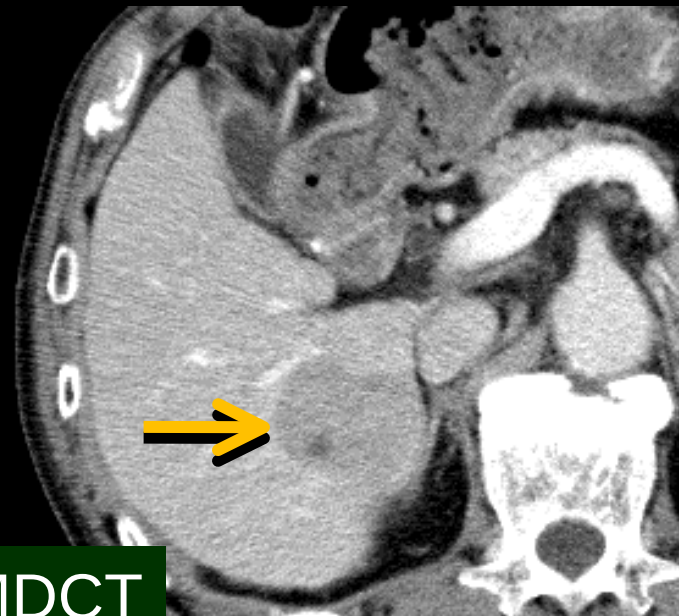
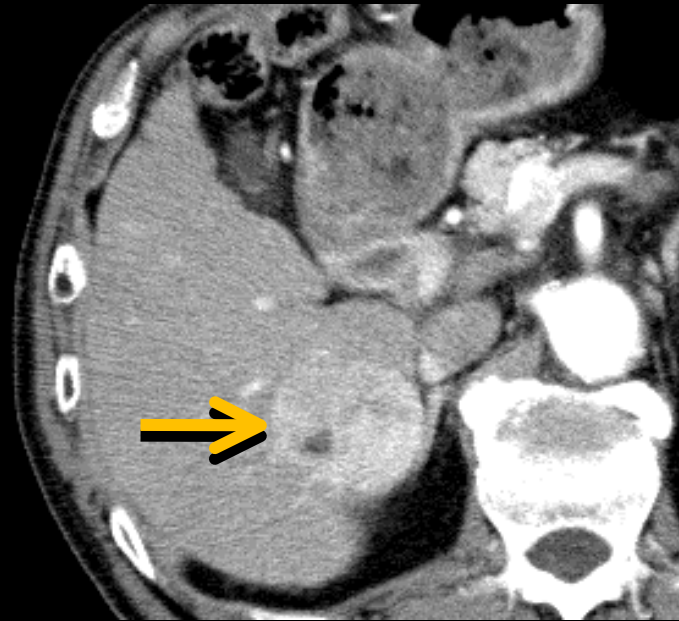
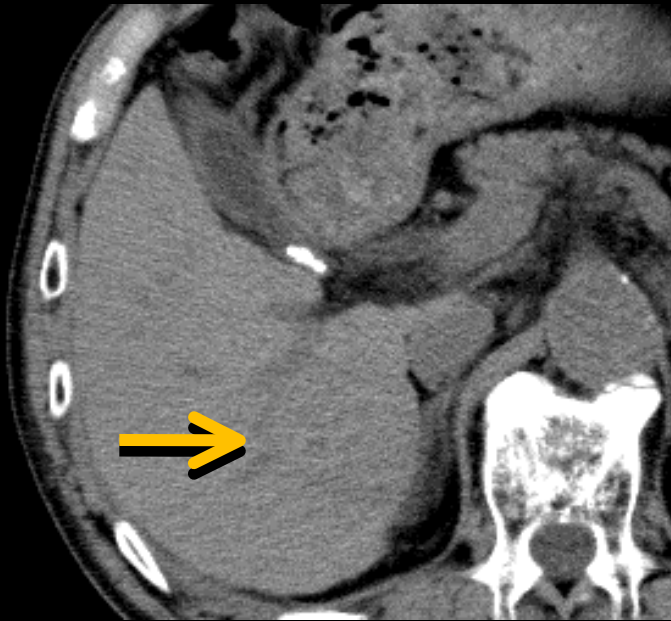
T. Y. 67M. HCC.

肝切除術前シミュレーション画像 (surface): QTVR



- 肝臓: 1505.7 ml(100.0 %)
- 下大静脈
- 門脈
- 静脈
- 高濃度腫瘍: 3.3 ml(0.2 %)

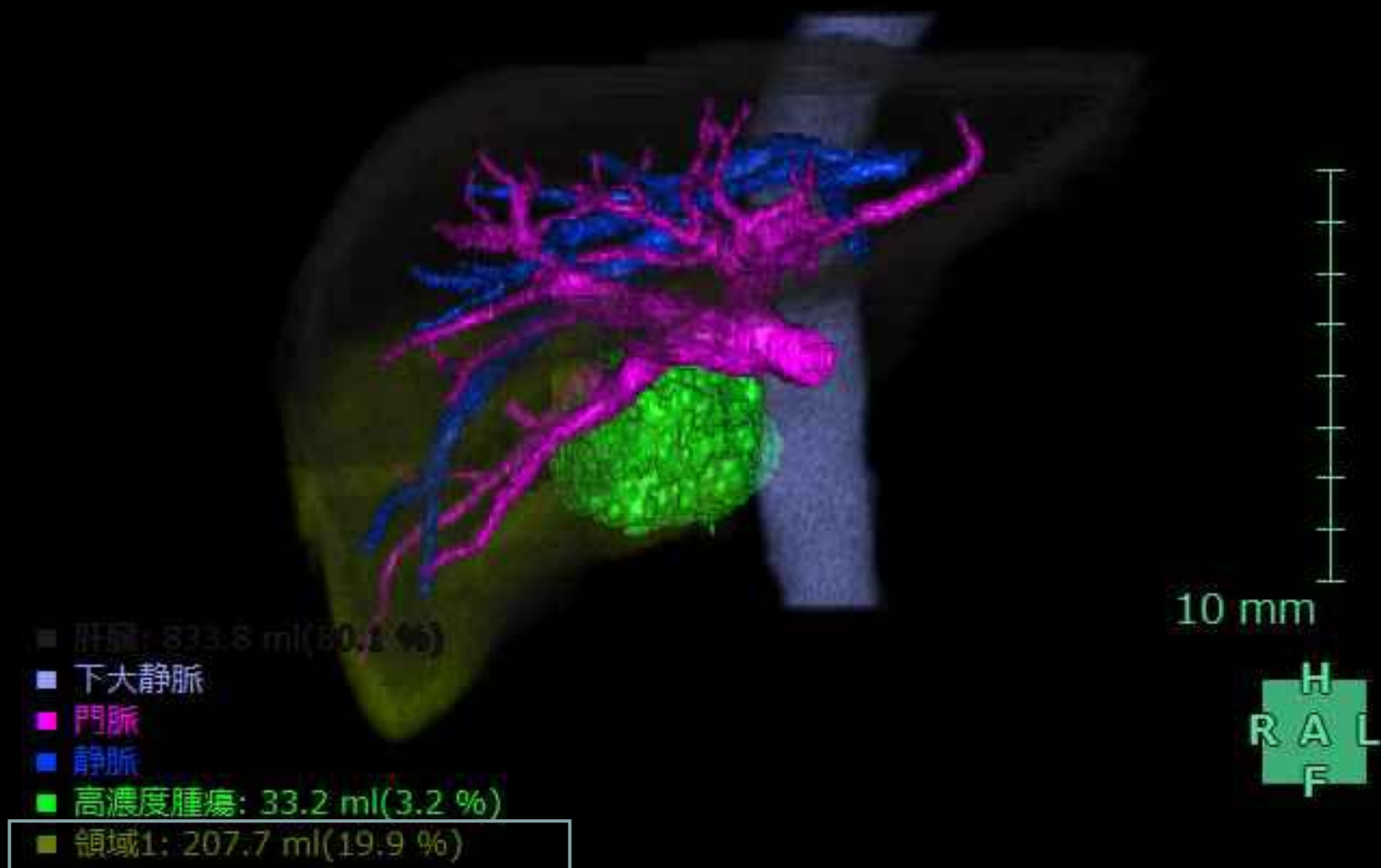
Y. M. 82M. HCC.



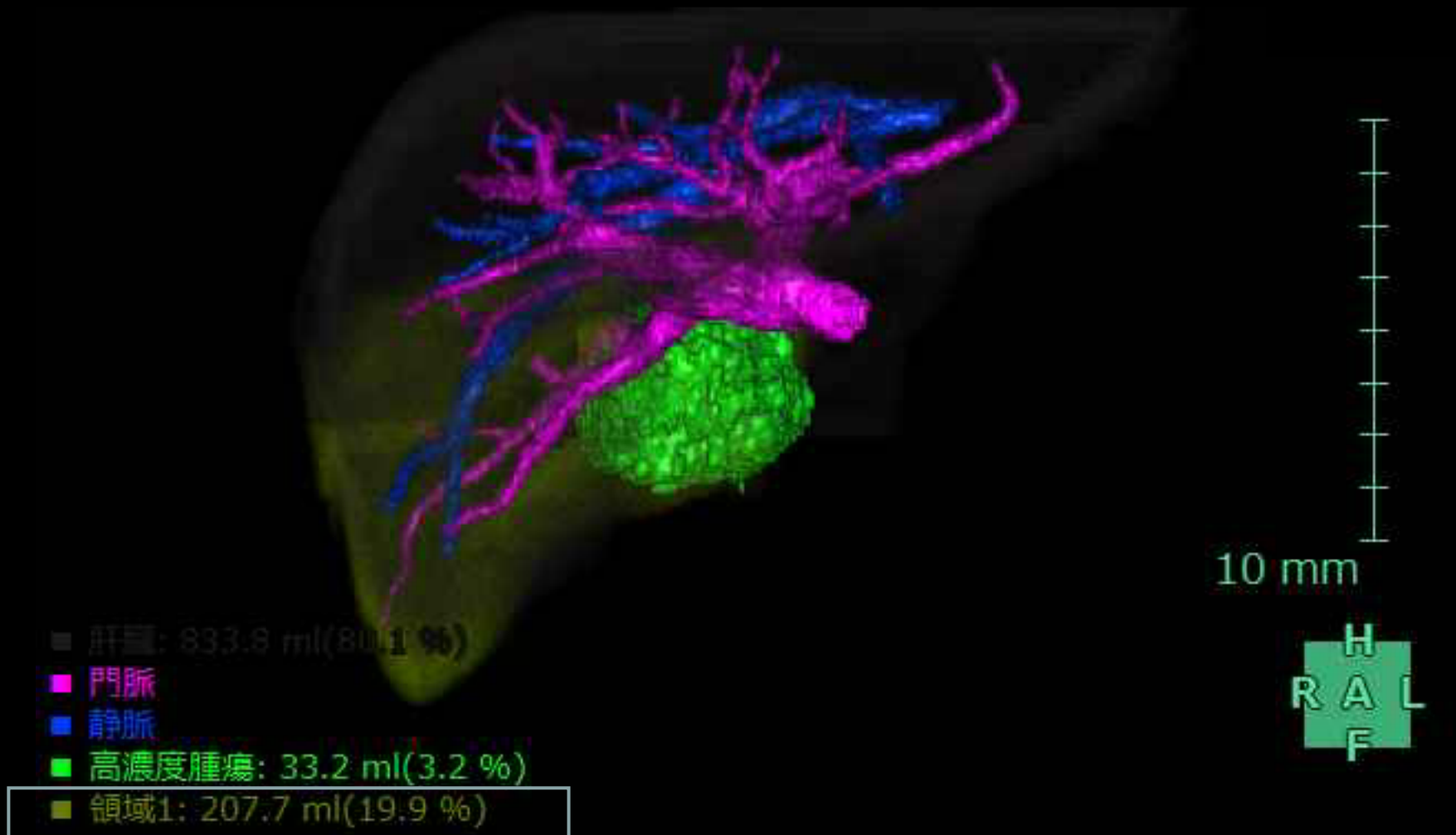
CE-MDCT

Y. M. 82M. HCC.

肝切除術前シミュレーション画像 (肝静脈領域)

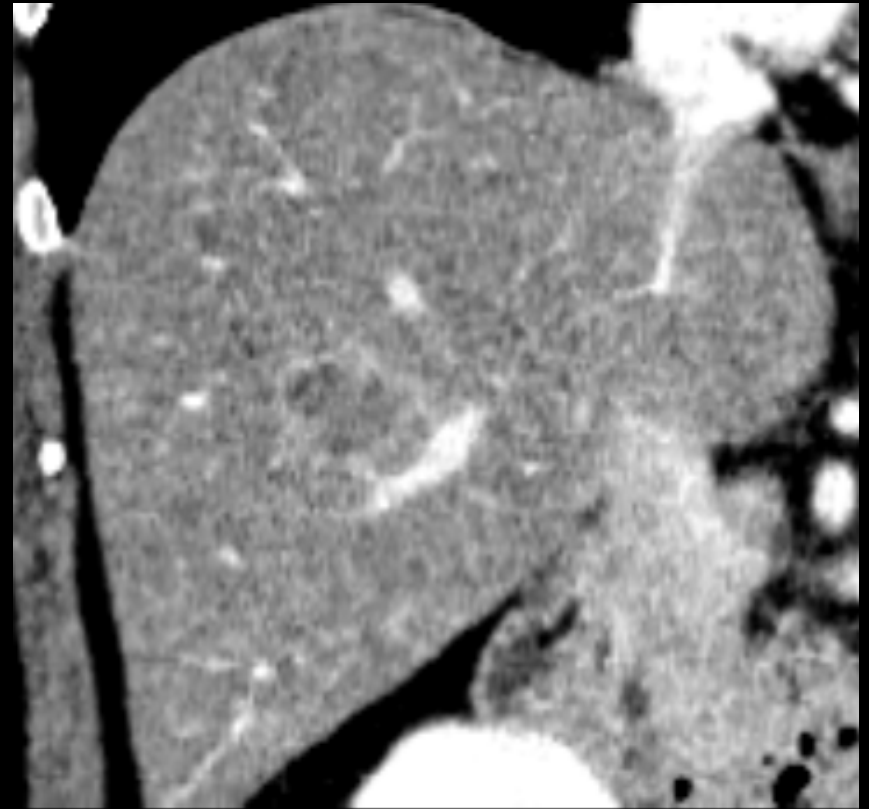


肝切除術前シミュレーション画像 (肝静脈領域) : QTVR

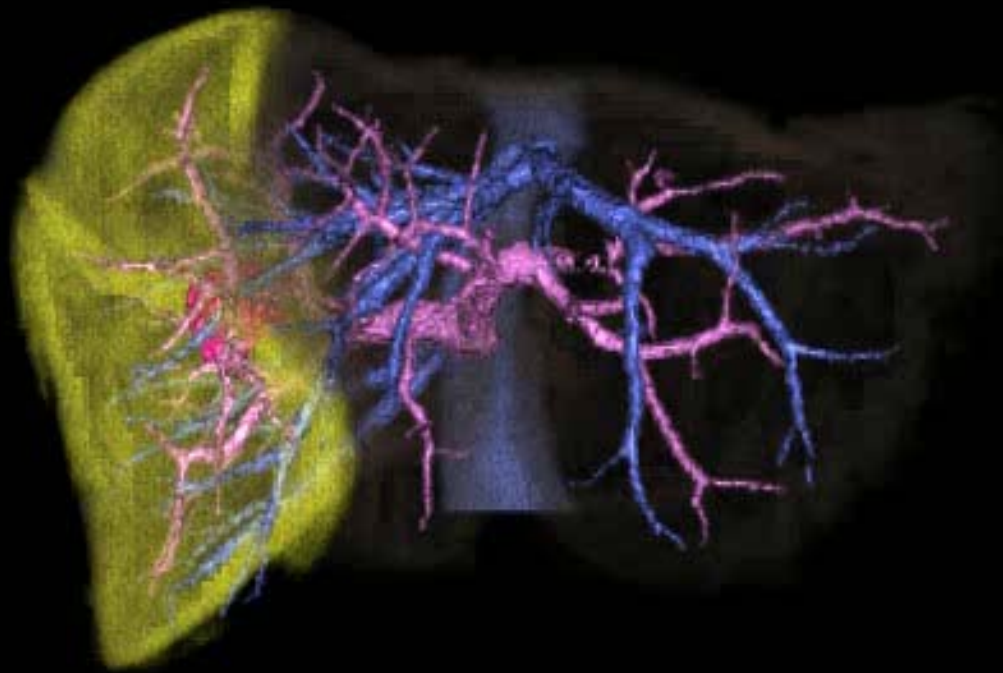


術後測定結果; 切除肝体積 = 189mL (190g) 100m: x1.6

C. S. 60F. HCC with RPV (anterior branch) invasion.



C. S. 60F. HCC with RPV (anterior branch) invasion.

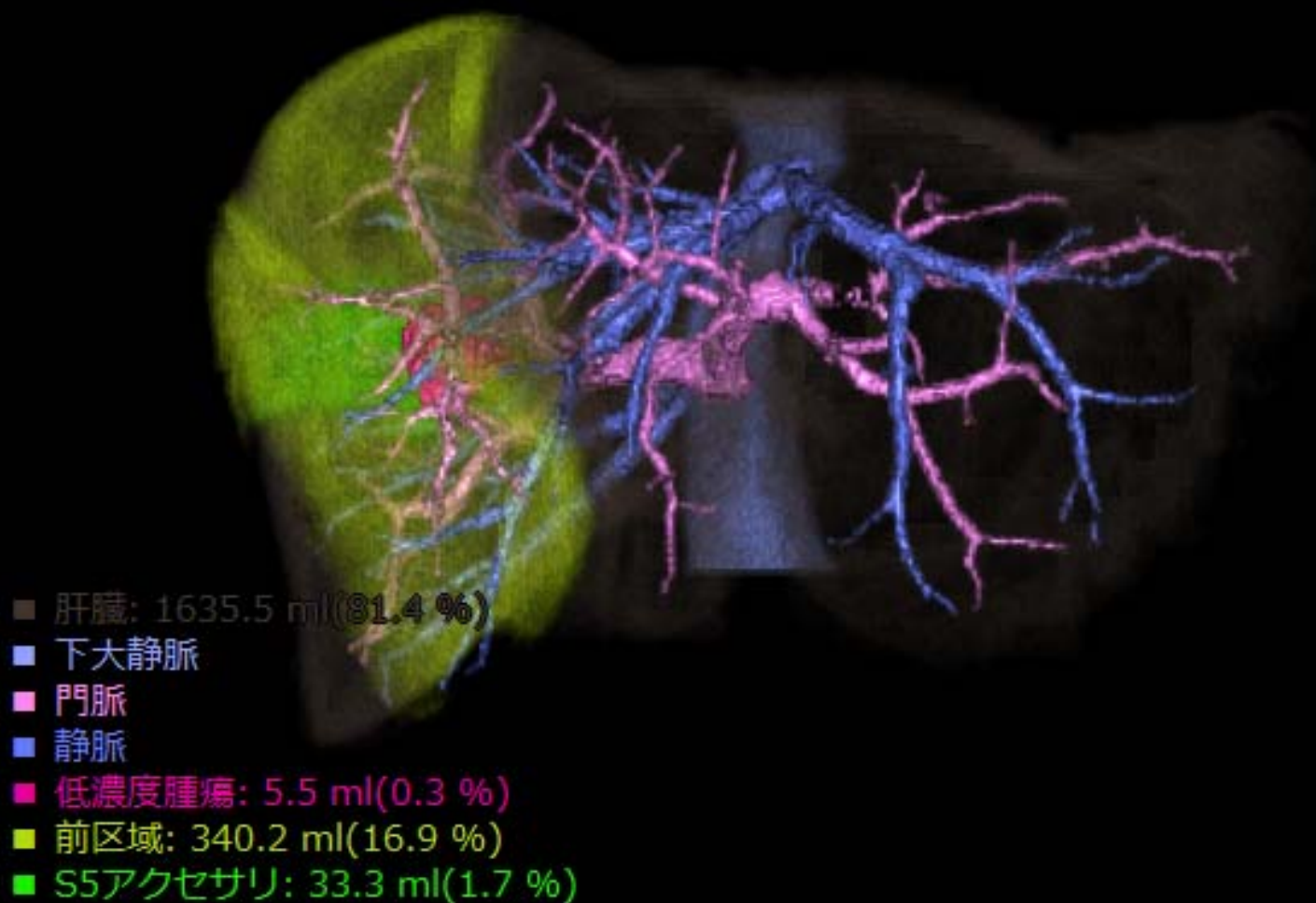


25 mm

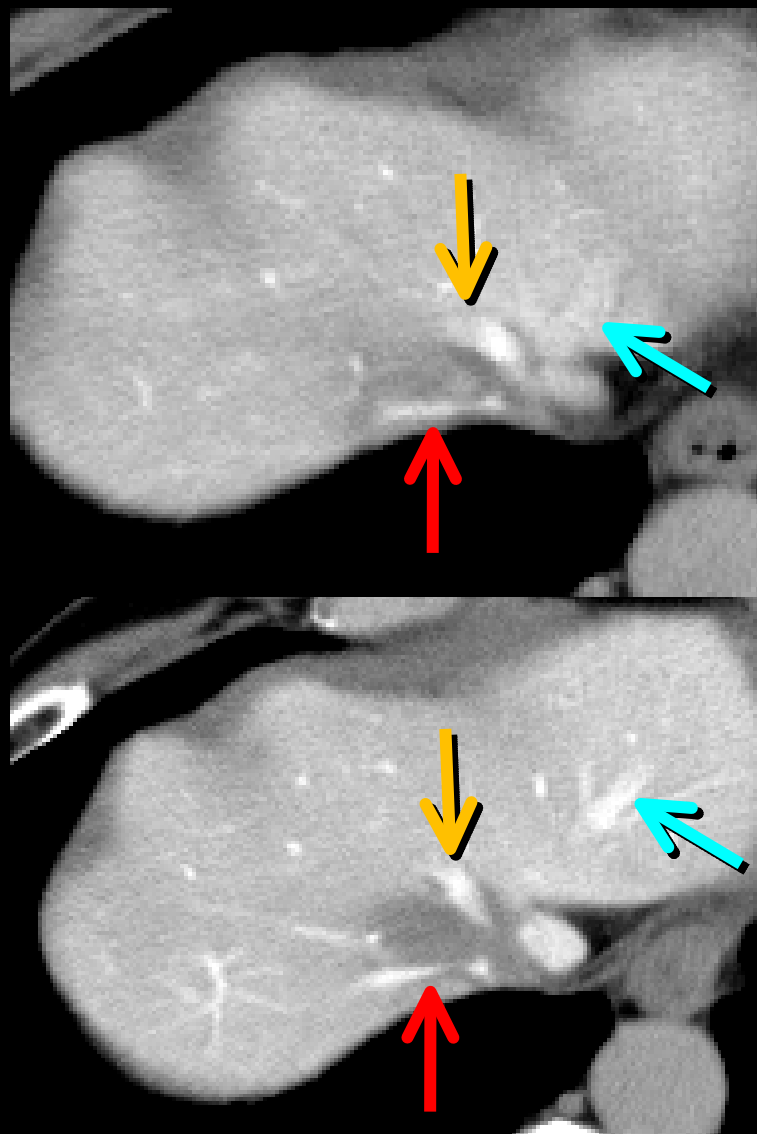
- 肝臓: 1538.6 ml(76.6 %)
- 下大静脈
- 門脈
- 静脈
- 低濃度腫瘍: 5.5 ml(0.3 %)
- 切除部位: 470.3 ml(23.4 %)

C. S. 60F. HCC with RPV (anterior branch) invasion.

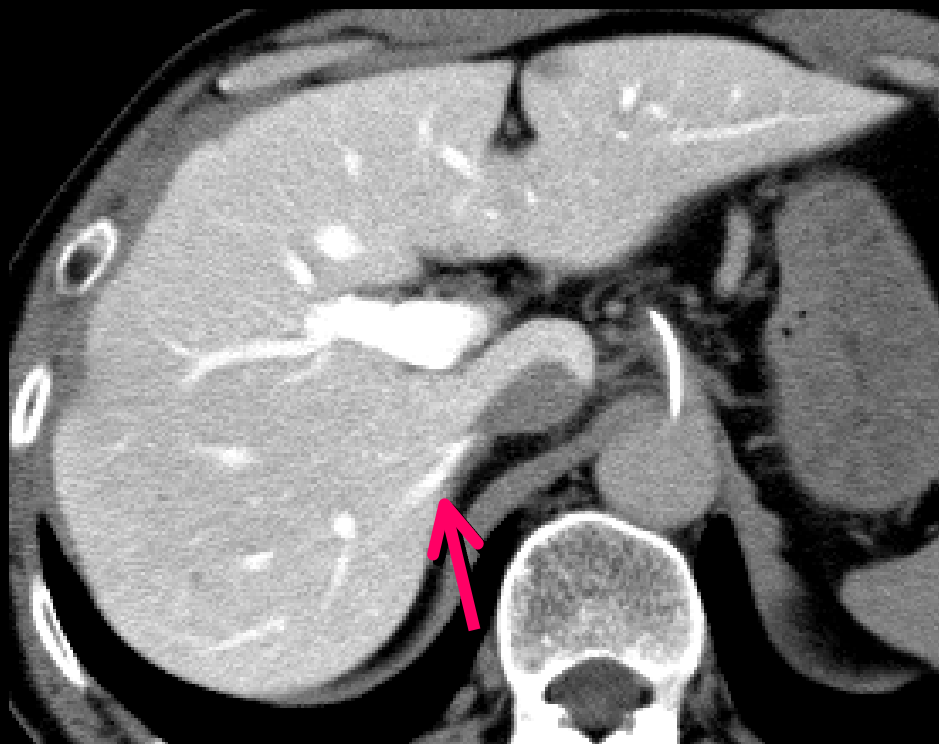
肝切除術前シミュレーション画像 (門脈領域) : QTVR



K. U. 61M. CCC with MHV/ RHV invasion.

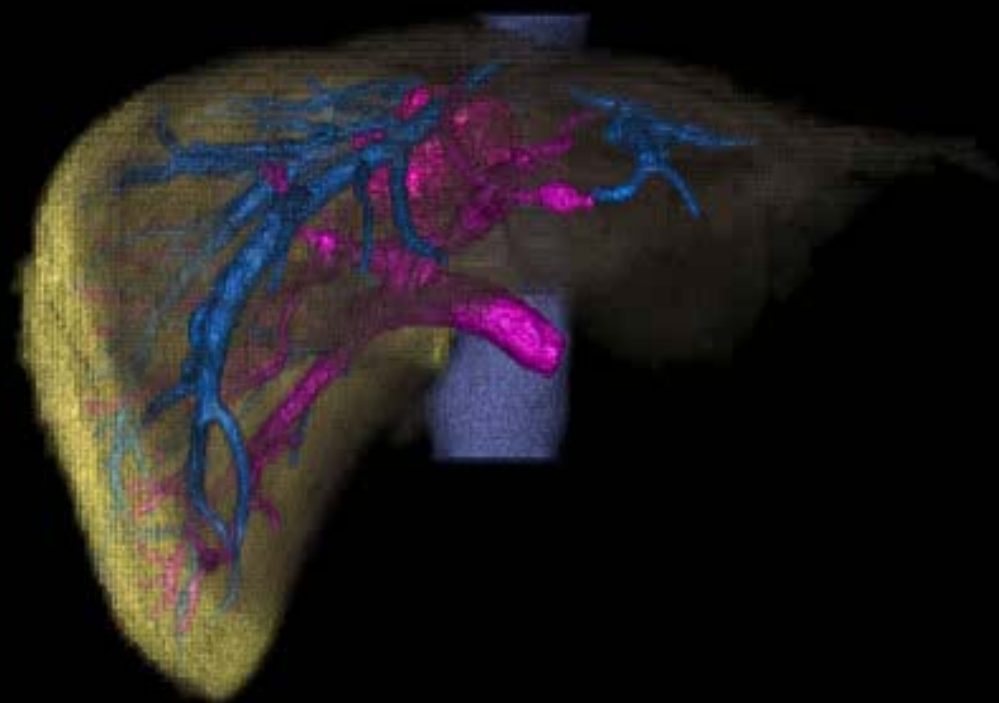


- ← RHV
- ← MHV
- ← LHV
- ← accessory HV



CTAP

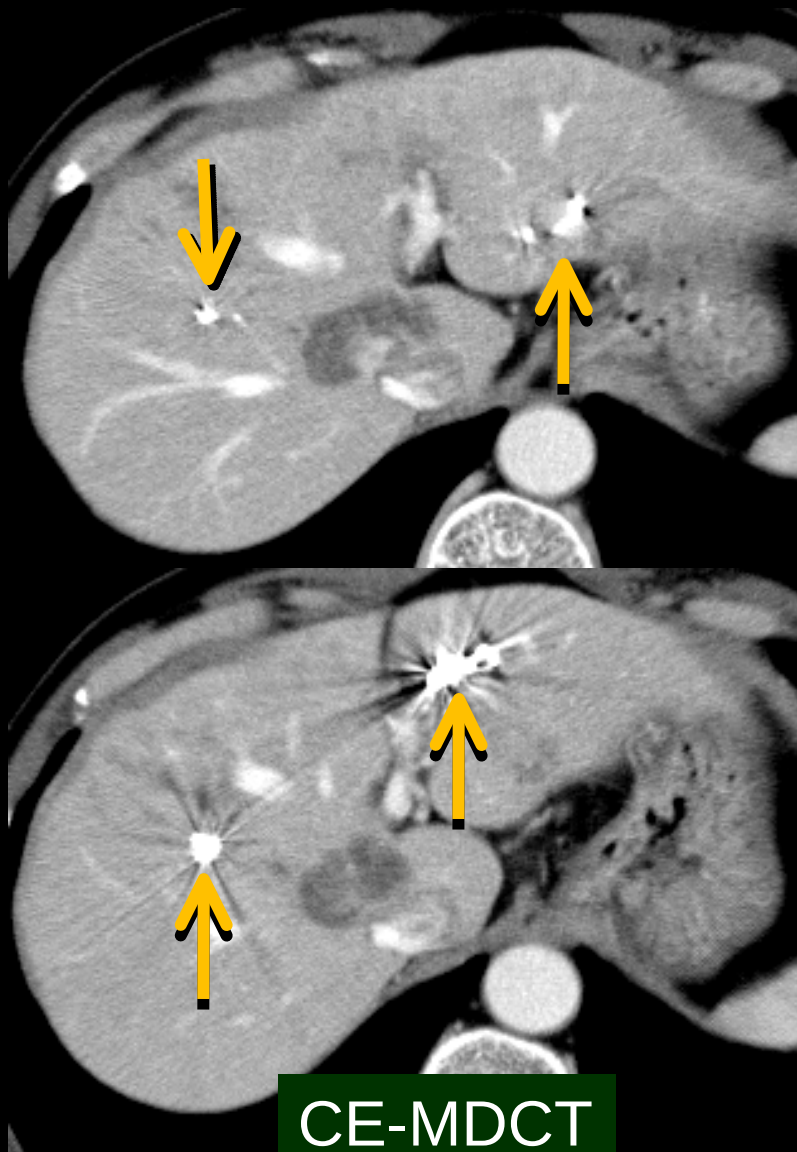
K. U. 61M. CCC with MHV/ RHV invasion.



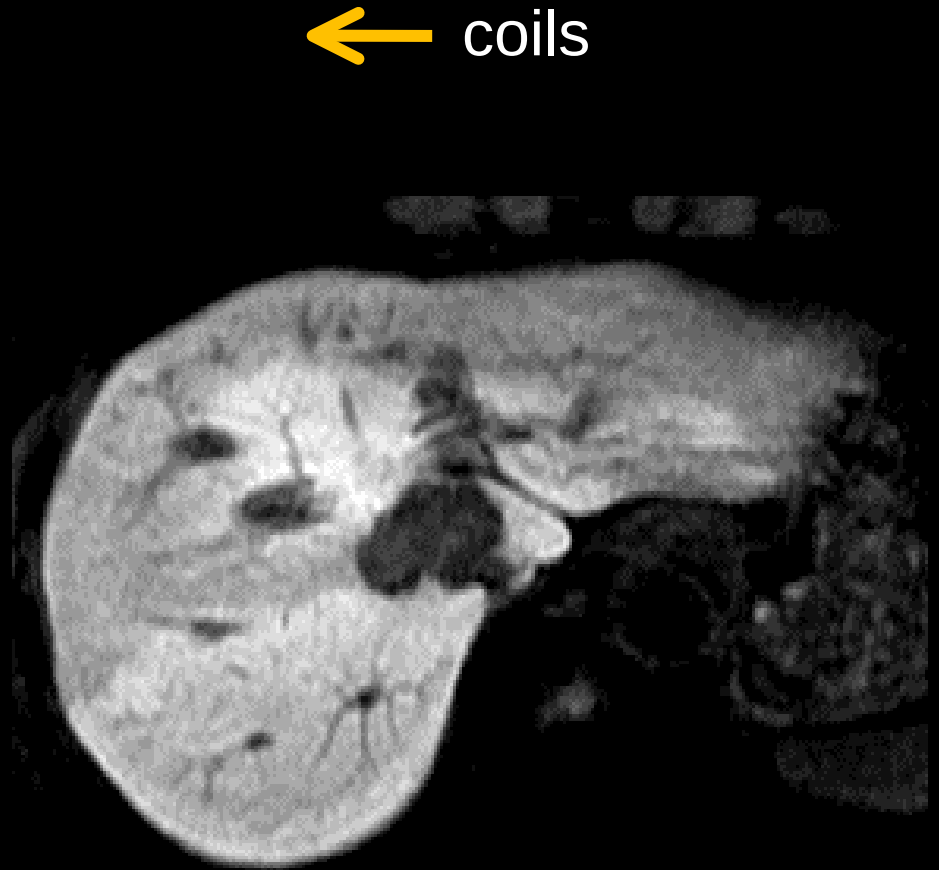
25 mm

- 肝臓: 623.3 ml(53.6 %)
- 下大静脈
- 門脈
- 静脈
- 低濃度腫瘍: 13.1 ml(1.1 %)
- 残存肝: 540.0 ml(46.4 %)

K. U. 61M. CCC with MHV/ RHV invasion.



CE-MDCT

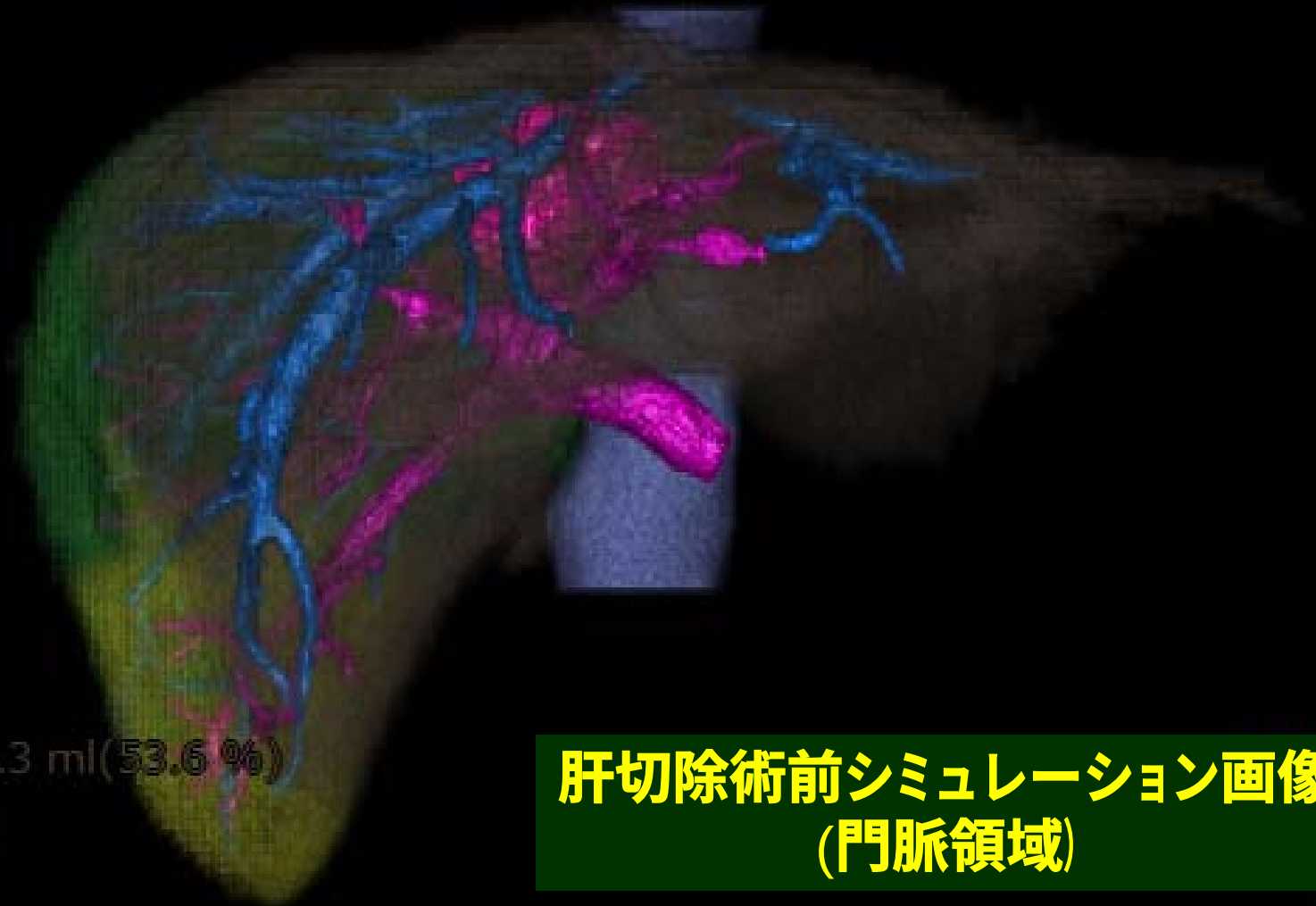


← coils

EOB-Primovist-CE MRI

after intraoperative portal embolization

K. U. 61M. CCC with MHV/ RHV invasion.

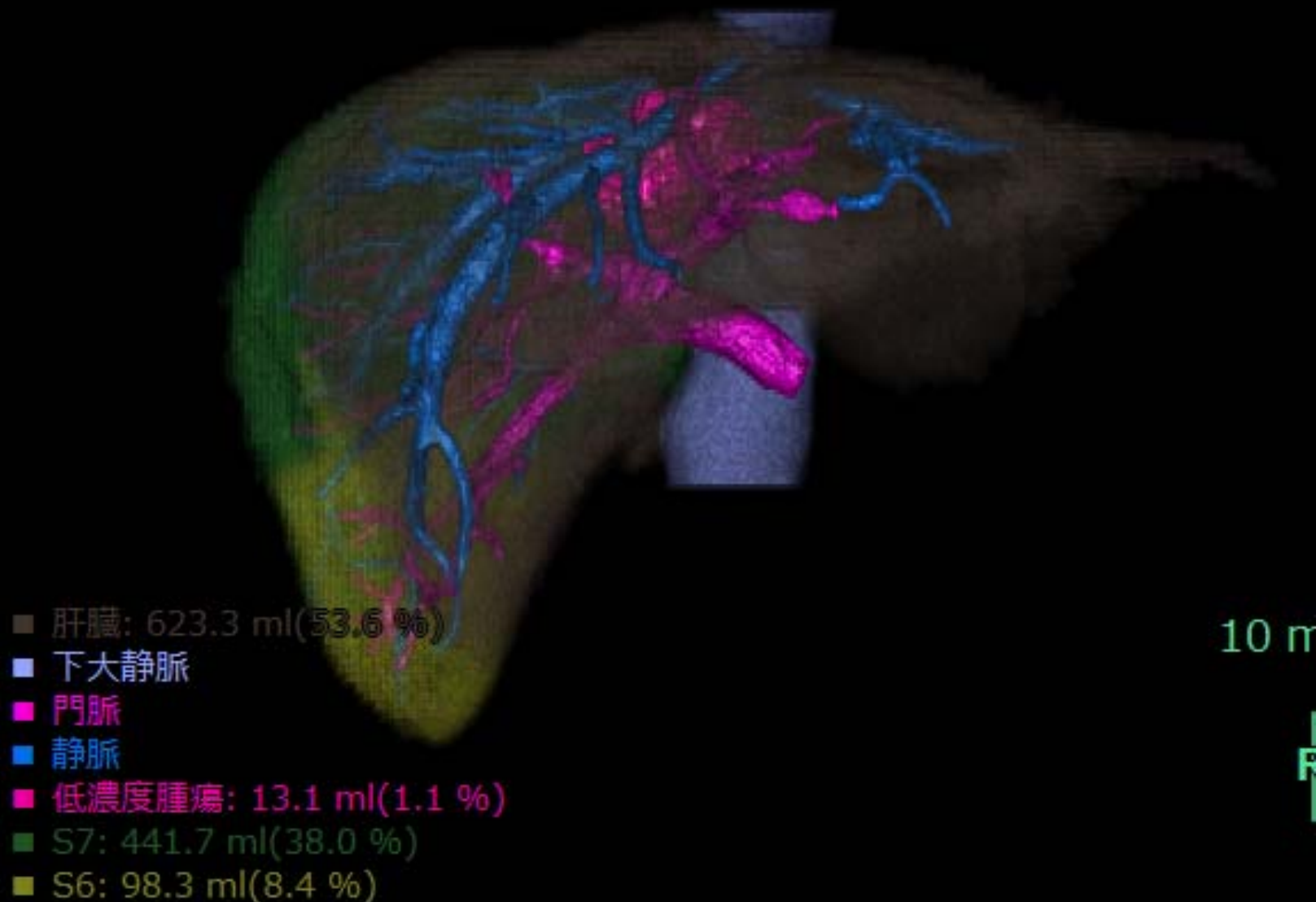


- 肝臓: 623.3 ml(53.6 %)
- 下大静脈
- 門脈
- 静脈
- 低濃度腫瘍: 13.1 ml(1.1 %)
- S7: 441.7 ml(38.0 %)
- S6: 98.3 ml(8.4 %)

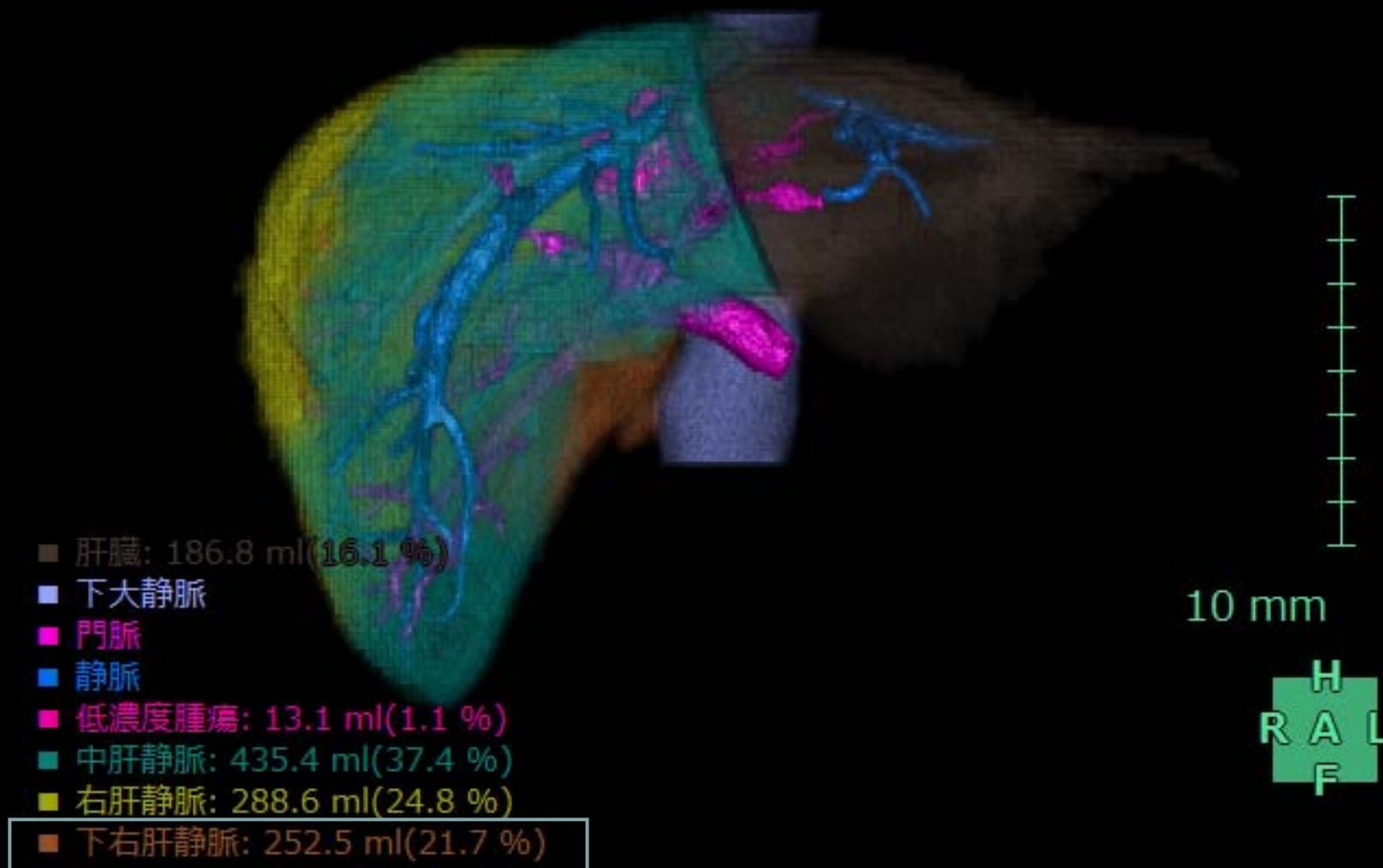
肝切除術前シミュレーション画像
(門脈領域)

K. U. 61M. CCC with MHV/ RHV invasion.

肝切除術前シミュレーション画像 (門脈領域) : QTVR



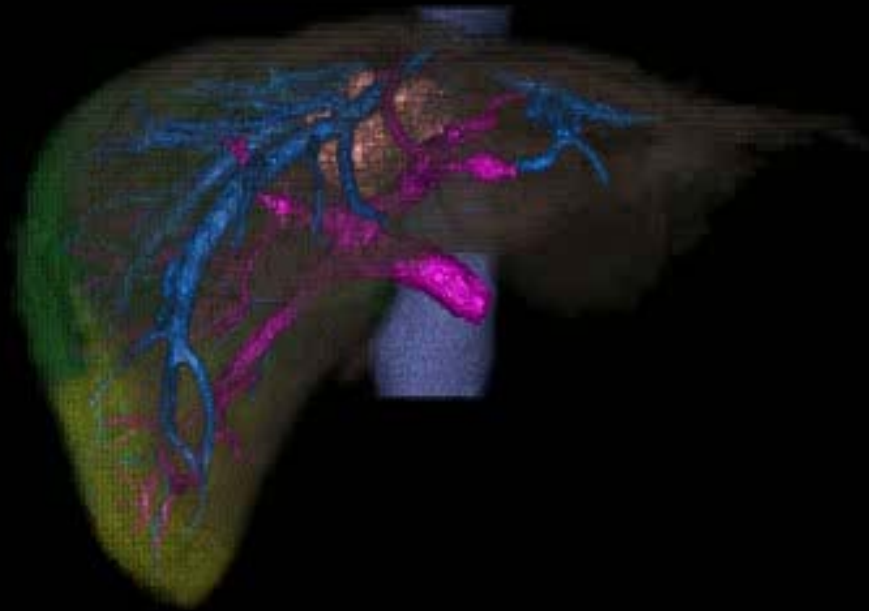
肝切除術前シミュレーション画像 (肝静脈領域) : QTVR



結語

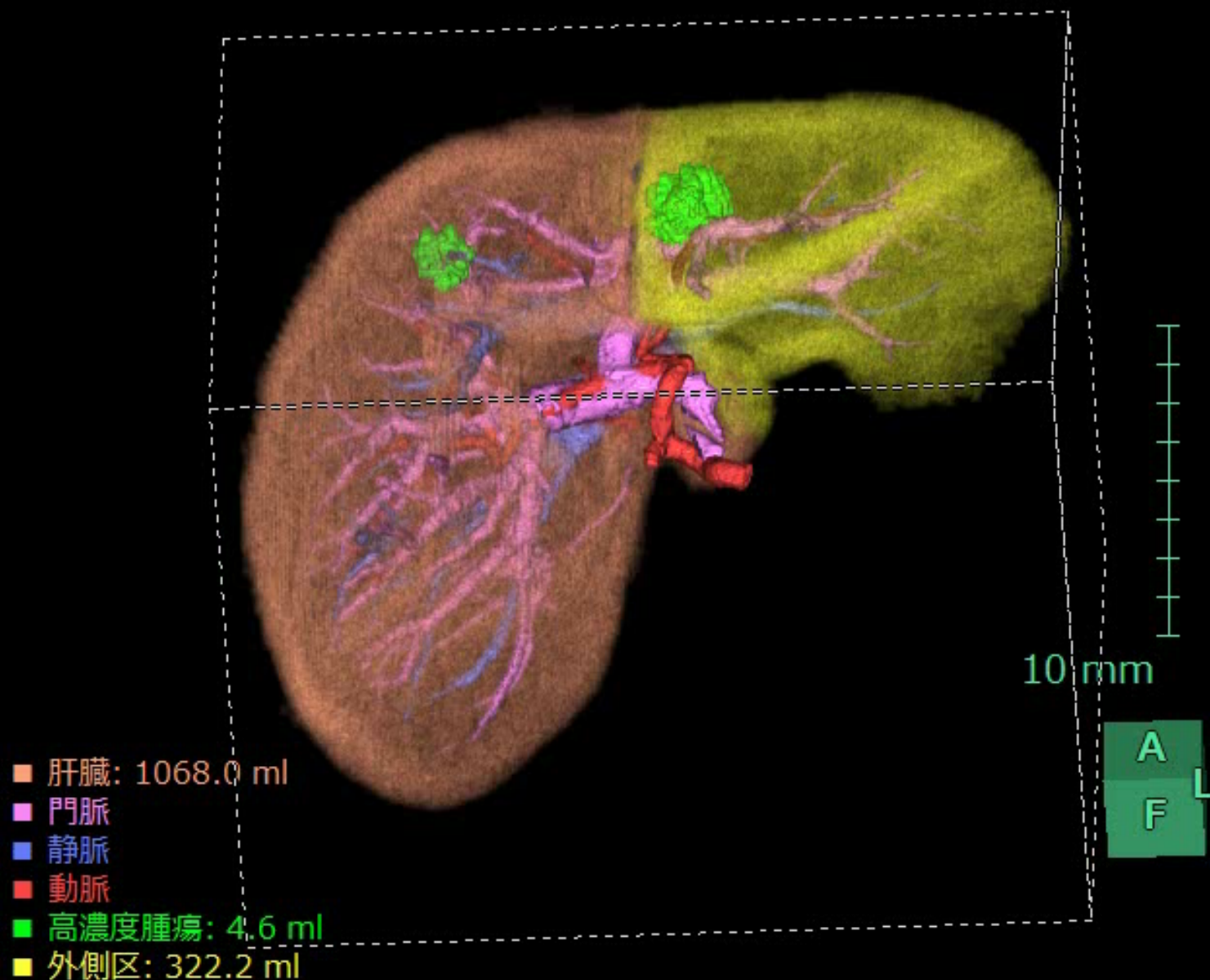
1. 多血性肝細胞癌の検出目的における造影剤用量は、
600mgI/kg が理想的である。特に、高濃度製剤使用においては、
600mgI/kg が基本量となる。高濃度かつ最大ヨード含有製剤である
イオメロン350・135mLシリンジ使用により、
中濃度製剤使用で問題となる過度の注入速度上昇を抑制し、
全体重群をカバーすることが可能である。
2. 血管内濃度は、総投与ヨード量に比例するため、静脈系血管である
門脈・肝静脈の三次元画像作成においては、630mgI/kg 投与は
極めて有効である。

K. U. 61M. CCC with MHV/ RHV invasion.



T. Y. 67M. HCC.

630mgI/kg (イオメロン350, 135mLシリンジ) を用いた腹部3D画像



【 考察 1 】

【体重あたりのヨード量の比較 500mgI/kg v.s 600mgI/kg】

非専門医では 500mgI/kg のほうが600mgI/mlよりHCCの診断能が有意に低かった。

専門医では 500mgI/kg と 600mgI/kg では診断能に有意差はなかった(中濃度使用時)。

- 500mgI/kg では 600mgI/kg より体重あたりのヨード量 (mgI/kg) が減少、すなわち総投与ヨード量が減少する。
- 多血性HCCの視覚的造影効果が弱くなる。
- 専門医では、読影に熟練しているため、わずかな造影効果も見落とさず、HCCを診断することが可能である。
- しかし、非専門医のように読影に熟練していない場合、造影効果がある程度強くないと視覚的にHCCとして認識できない。
研修医では 500mgI/kg では診断に支障がでるおそれがある。

【 考察 2 】

〔造影剤濃度の比較 300mgI/ml v.s 350mgI/ml v.s. 370mgI/ml 〕

非専門医では **造影剤濃度 (mgI/ml) が上昇するとHCCの検出能が低くなる傾向**にあり、(300mgI/ml >> 350mgI/ml > 370mgI/ml)、特に 500mgI/kg でその傾向が強かった。

- 造影剤濃度が上昇すると総投与造影剂量 (ml) が減少するため、動脈優位相の造影効果に関与しない **dead space (30mL前後と考えられている) に貯留する造影剤**の割合が大きくなることや注入速度 (ml/sec)の低下による影響が強くなることが原因と考えられる。
- **特に500mgI/kg では造影剤用量 (ml)が減少し、上記原因の影響が強くなる。**
- 非専門医のように読影に熟練していない場合、その影響が強くなる。
- **dead space に貯留している造影剤を有効に利用するために生食後押し法や、至適撮像タイミングをよりの確にとらえるために bolus trucking 法など補助的手技が必要と考える。**

異なる造影剤濃度・用量・診断医による肝動脈優位相での多血性肝細胞癌診断能 (1)

1. 造影剤濃度: 300, 350, 370 mgI/mL
2. 造影剤用量: 500, 600 mgI/kg
3. 診断医: 専門医、非専門医

	300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml
500mgI/kg			
非専門医	.89	.87	.86
専門医	.95	.94	.93
	p < .01		p < .01
600mgI/kg			
非専門医	.95	.92	.89
専門医	.97	.97	.97
		p < .05	p < .01

employed statistics= univariate z-score test

肝実質相での肝濃度(A群 (体重比造影剤用量) とその他の群で比較)

	A 群 600mgI/kg	B 群 300mgI/ml-100ml	オムニパーク300 125mLシリンジ	イオパミロン370 100mLシリンジ
50kg ~ 55kg	56 ± 15 (n=148)	54 ± 14 (n=67)		
56kg ~ 62kg	58 ± 12 (n=139)	45 ± 12* (n=51)		
63kg ~ 70kg	56 ± 13 (n=81)	40 ± 10* (n=54)	53 ± 16 (n=39)	52 ± 10* (n=47)
71kg ~ 75kg	59 ± 9 (n=12)	37 ± 11* (n=14)	49 ± 7* (n=18)	46 ± 10* (n=15)

Note.- *= The mean values are significantly lower than those in group A for each range of body-weight by Mann-Whitney's U test (p < 0.01).

50-55kg

65-70kg

volume of
plasma/organ

height

BW



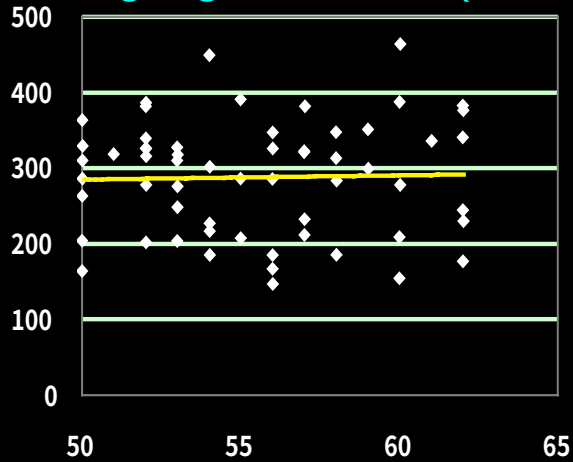
fat volume
fixed dose of CM

BW-tailored dose of CM

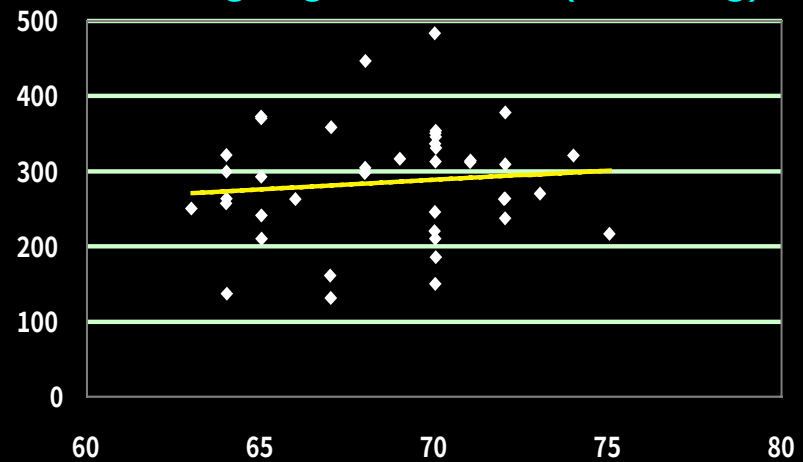
fat volume ↑
fixed dose of CM

重体重群における中濃度造影剤での用量設定

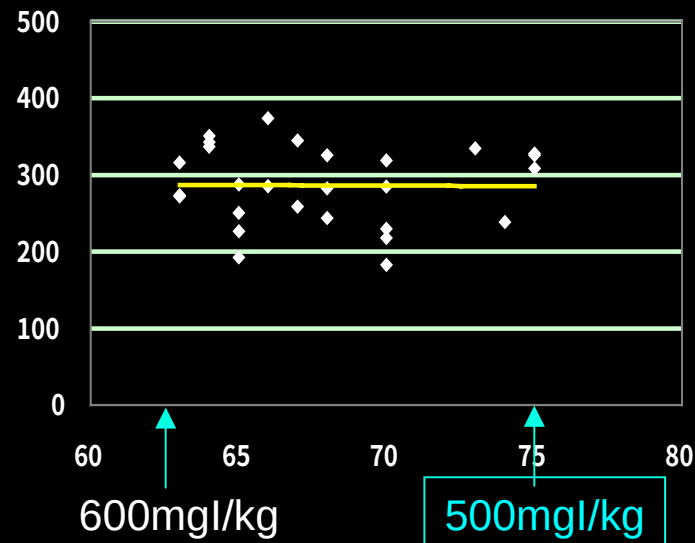
600mgI/kg, 軽体重群 (50-62kg)



600mgI/kg, 重体重群 (63-75kg)

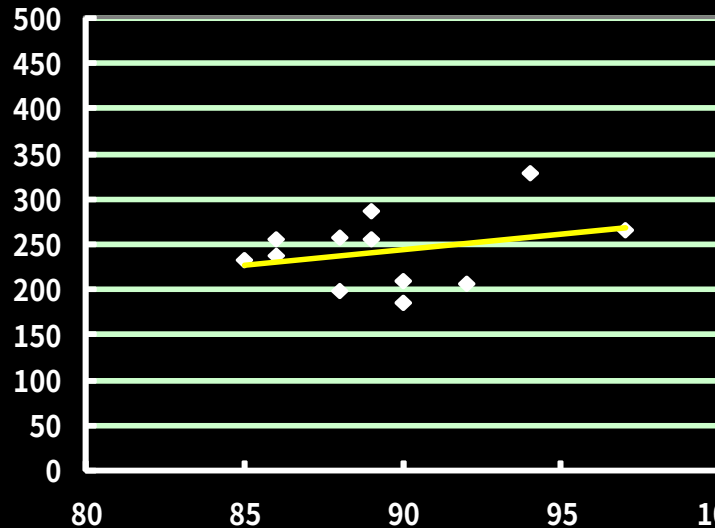


62.5kg, 600mgI/kg 量で固定, 重体重群 (62.5kg以上)

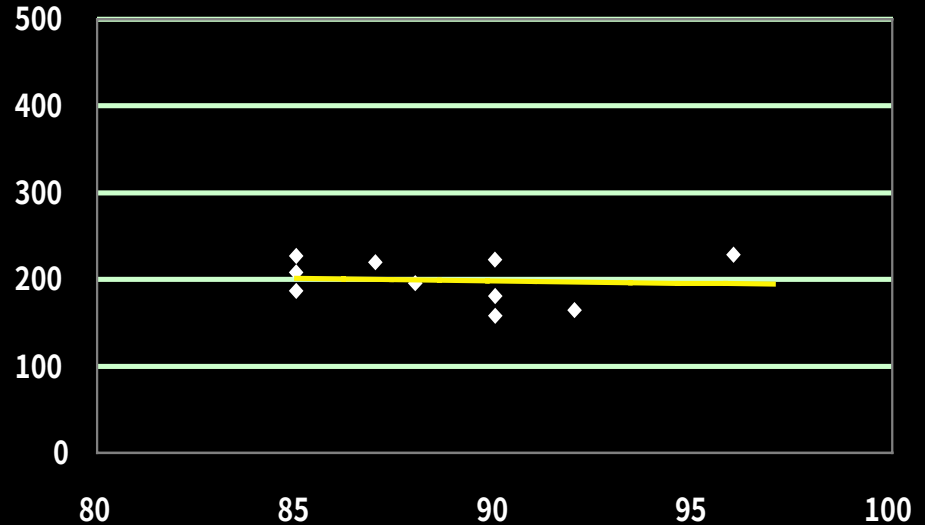


超重体重群における中濃度造影剤での用量設定

600mgI/kg, 超重体重群 (85-100kg)



75kg, 600mgI/kg 量で固定,
超重体重群 (75kg以上)



まとめ

- ・軽体重群= 体重比造影剤 600mgI/kg の時、
重体重群= 500mgI/kg前後で等価 (容量抑制が可能)
65-75kg = 125mLシリンジ固定
> 75kg = 150mLシリンジ固定

時間比ヨード量、総投与ヨード量、注入時間が一定の場合、

中濃度製剤 > 高濃度製剤

(高用量・高注入速度) (低用量、低注入速度)

例 (600mgI/kg, 30秒注入):

体重	50kg		70kg	
造影剤用量	100mL	(86mL, 81mL)	140mL ↑	(120mL, 113mL)
造影剤速度	3.3mL/sec	(2.9mL/sec, 2.7mL/kg ↓)	4.7mL/sec ↑	(4mL/sec, 3.7mL/sec)

中濃度と高濃度造影剤製剤を使い分ける場合

中濃度造影剤使用時、

- ・軽体重群では造影剤用量・注入速度 ↑ が問題とならないので、絶対的に中濃度造影剤が有利！
- ・重体重群では、造影剤用量・注入速度抑制が求められるので、高濃度造影剤の使用を考慮

Injection Protocol with Different Dose/ Concentration of Contrast Materials (in Case of 60kg of Patient)

	500mgI/kg			600mgI/kg			630mgI/kg
Concentration (mgI/mL)	300	350	370	300	350	370	350
total Iodine (mgI)	30000			36000			37800
injection time (sec)	30 (fixed)			30 (fixed)			30 (fixed)
iodine dose/sec (mgI/sec)	1000			1200			1260
total volume of CM (mL) *	100	90	84	120	102	96	108
injection rate (mL/sec) *	3.3	3.0	2.8	4.0	3.4	3.2	3.6

Note.- *= Total volume of CM (mL) and injection rate (mL/sec) were variable.
HAP imaging was started at 40 seconds after the initiation of the injection

全国標準法に対する造影剤濃度決定のポイント

・500mgI/kg, 30sec 注入

1. 体重比造影剤用量

造影剤規格	100mL	125mL	135mL	150mL
300mgI/kg	~ 60kg	~75kg		~ 90kg
350mgI/kg	~ 70kg		~94.5kg	
370mgI/kg	~ 74kg			

2. 有効注入速度 (平均体重の被験者での注入速度)

平均体重	50kg	60kg	65kg	70kg
300mgI/kg	2.8mL/sec	3.3mL/sec	3.6mL/sec	3.9mL/sec
350mgI/kg	2.4mL/sec	2.9mL/sec	3.1mL/sec	3.3mL/sec
370mgI/kg	2.3mL/sec	2.7mL/sec	2.9mL/sec	3.2mL/sec

Method

【 16MDCT parameter】

Slice thickness: 1 mm

Slice interval: 1 mm

Beam pitch: 1.4~1.6

Acquisition time: 6~7 sec

3D-imaging work station : Synapse Vincent (Fuji Film Medicals)

Scan delay

early arterial phase : 25 sec

late arterial phase : 40 sec

hepatic parenchymal phase : 70 sec

3D-imaging

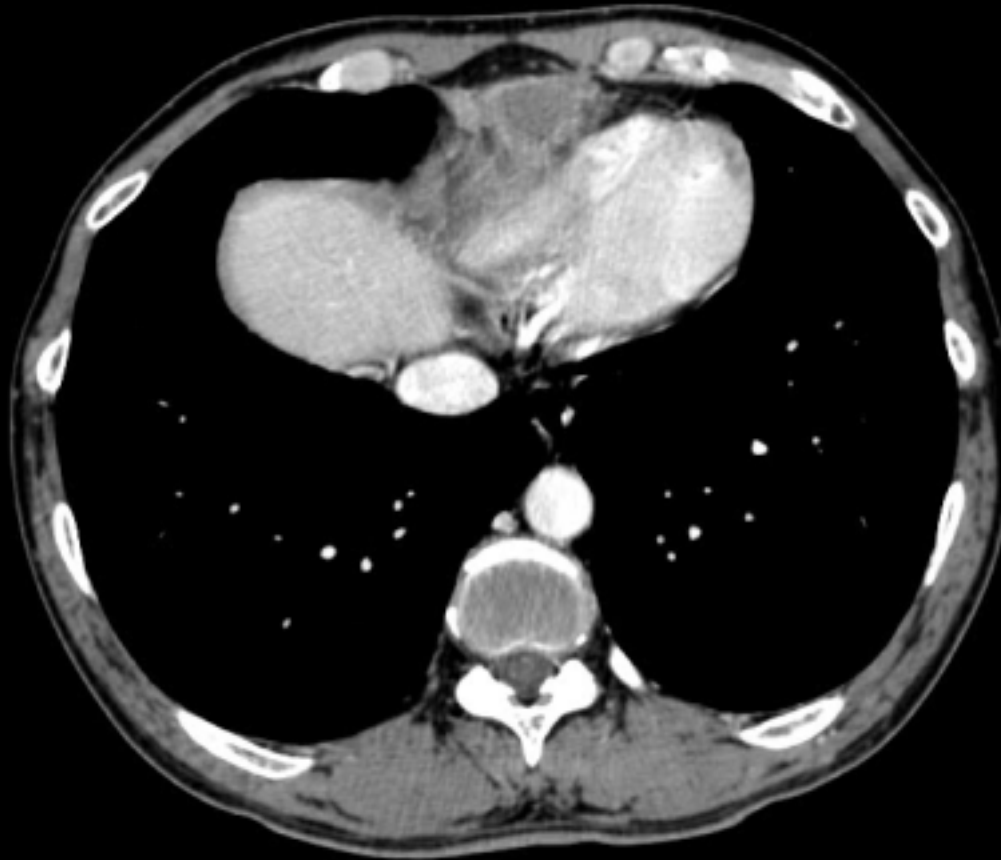
→ hepatic artery

→ portal vein

→ hepatic vein

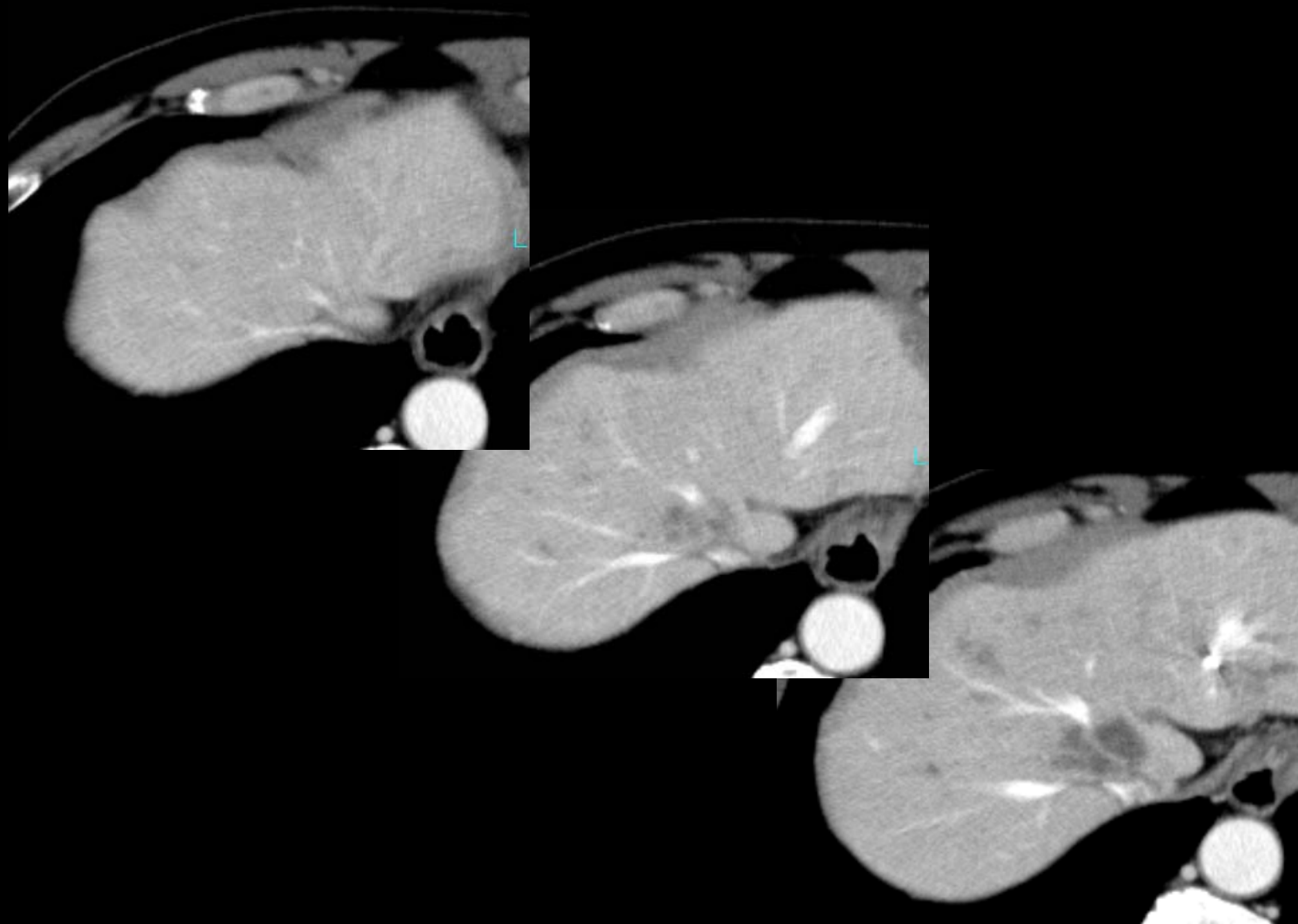
Blood vessel volume rendering imaging
Calculation of hepatic volume and resection volume

MDCT門脈相

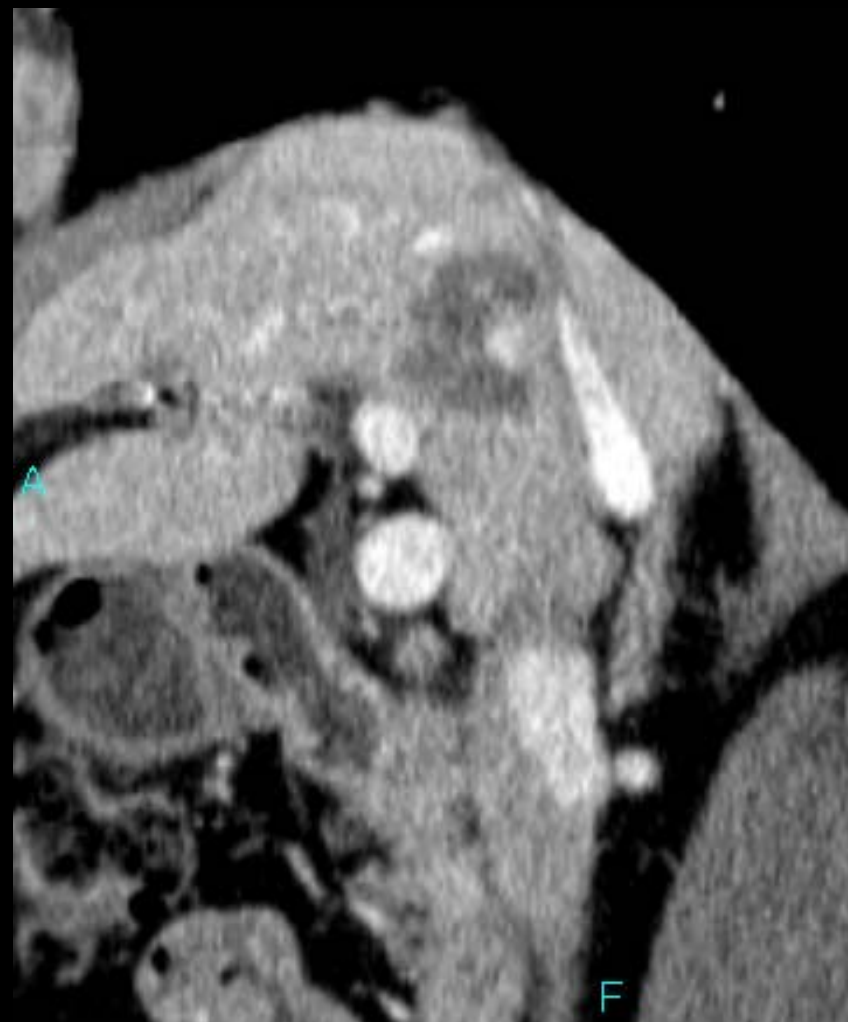
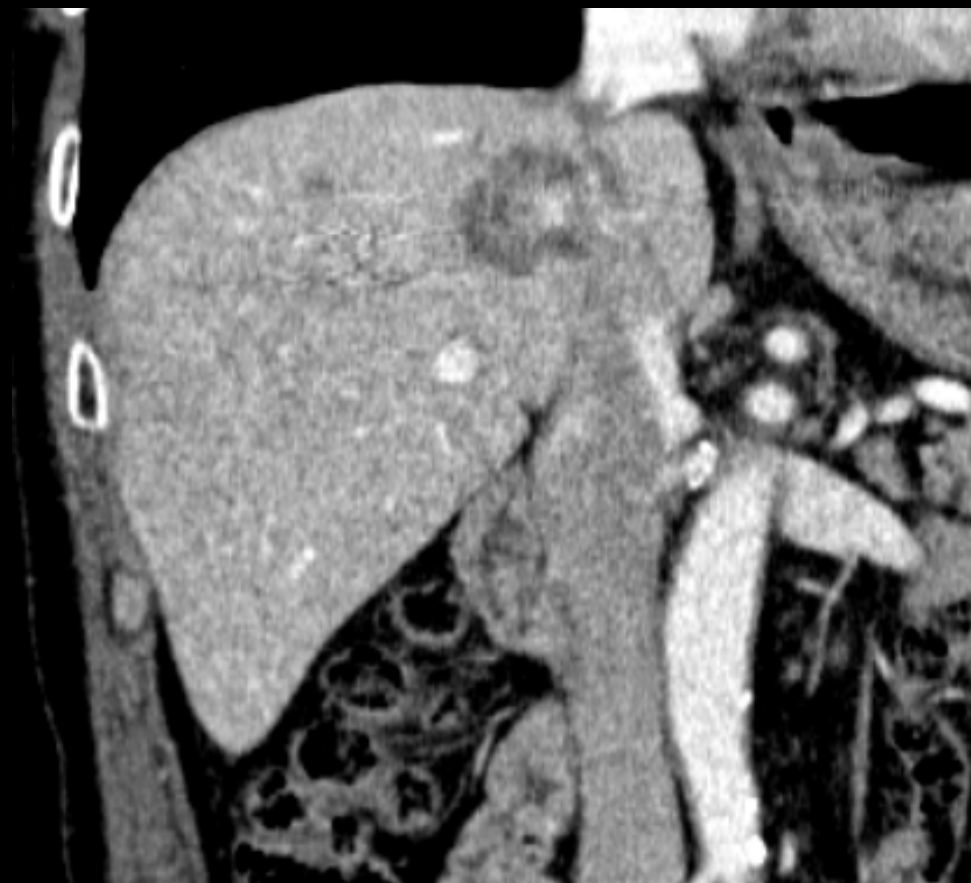


ターゲットとなる時相 (主として肝実質相)で
肝臓抽出を行う。

K. U. 61M. HCC with MHV/ RHV invasion.



K. U. 61M. HCC with MHV/ RHV invasion.



Application of CT Arterio, Porto, and Venography of Liver

【CT Arteriography】

- ・術前 mapping
- ・TAEの治療計画

【CT portography】

- ・門脈圧亢進症の側副血行路評価（食道・胃静脈瘤、脾腎シャントなど）
- ・術前 mapping (特に移植前治療計画)

【CT venography】

- ・術前 mapping (特に移植前治療計画)
- ・TIPS術前計画

異なる造影剤濃度・用量・診断医による肝動脈優位相での多血性肝細胞癌診断能 (2)

1. 造影剤濃度: 300, 350, 370 mgI/mL
2. 造影剤用量: 500, 600 mgI/kg
3. 診断医: 専門医、非専門医

	300mgI/ml	350mgI/ml	370mgI/ml
非専門医			
500mgI/kg	.89	.87	.86
600mgI/kg	.95	.92	.89
	p < .001		p < .05
	p < .01		
専門医			
500mgI/kg	.95	.94	.93
600mgI/kg	.97	.97	.97
		p < .05	p < .01

employed statistics= univariate z-score test

【 要約 】

【非専門医】

600mg/kg >> 500mg/kg (いずれの濃度でも)

【専門医】

600mg/kg $\equiv$ 500mg/kg (中濃度)

600mg/kg > 500mg/kg (高濃度)

【非専門医と専門医】

専門医 > 非専門医(中濃度500mg/kg、高濃度(いずれの用量でも))

専門医 = 非専門医(中濃度600mg/kgのみ)