

CT検査における造影剤自動注入器の必要性と安全対策について

九州大学病院医療技術部
放射線部門
中村 泰彦

2012.03.06 第23回AMDDメディアレクチャー



Out Line

- 九州大学病院の概要
- 造影剤自動注入器の必要性
- 造影剤自動注入器を用いたCT画像の紹介
- 造影剤血管外漏出の事例
- 造影剤血管外漏出検出について
- CT検査の診療報酬について
- まとめ

九大病院の概要

- 医科部門 26診療科、18中央診療部門
小児医療センター、ハートセンター
ブレインセンター、
- 歯科部門 12診療科
- その他 先進予防医療センター
臨床教育研修センター
高度先端医療センター

九大病院の概要

平成21年度

	外 来		入 院	
	延べ患者数(人)	1日平均(人)	延べ患者数(人)	1日平均(人)
医科部門	471,732	1,965.6	400,535	1,097.4
歯科部門	147,641	615.2	13,095	35.9

病床数

医科部門 1,235床 歯科部門 40床

九大病院の概要

画像検査・治療件数

平成21年度

X線撮影	140,987件
X線CT	31,162件
MRI	12,809件
核医学	6,734件
超音波	6,474件
放射線治療	28,779件

九州大学病院概要より

放射線部における機器

医科部門

X線CT装置	8台 (治療用、IVR用、手術用を含む)
MRI装置	5台 (3T装置3台を含む)
超音波装置	3台
血管造影装置	2台
心カテ装置	2台
PET-CT	2台
SPECT-CT	4台
一般X線撮影装置	11台
乳房撮影装置	2台
骨塩定量装置	1台
造影透視撮影装置	6台
小児撮影装置	1台
移動型撮影装置	7台
放射線治療装置	4台
合計 59台	

7

放射線部 職員構成

- 医学部・歯学部統合 (平成15年10月1日)
 - 放射線科医師 4名
 - 放射線技師 63名 (別府病院4名)
 - X線助手 2名
 - 事務補佐員 9名

8

九州大学病院における造影CTの件数

(2011年1月～12月)

造影CT件数 / 全CT件数

18,097 件 / 31,489 件
(57%)

全例 自動造影剤注入器を使用

9

造影CT検査とは



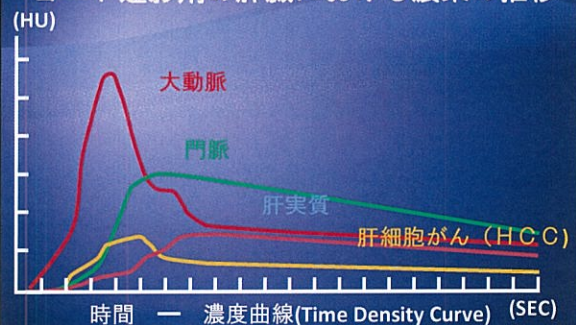
10

造影CT検査とは

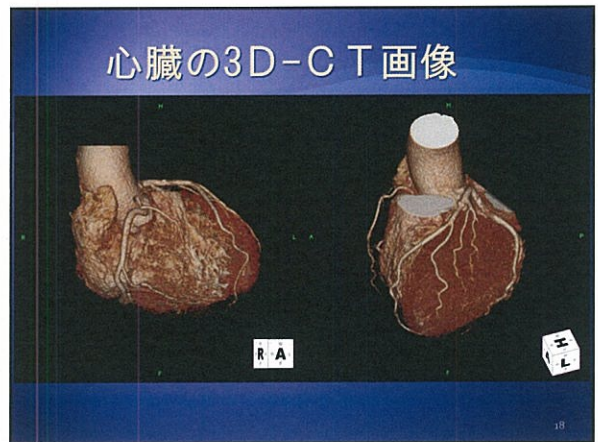
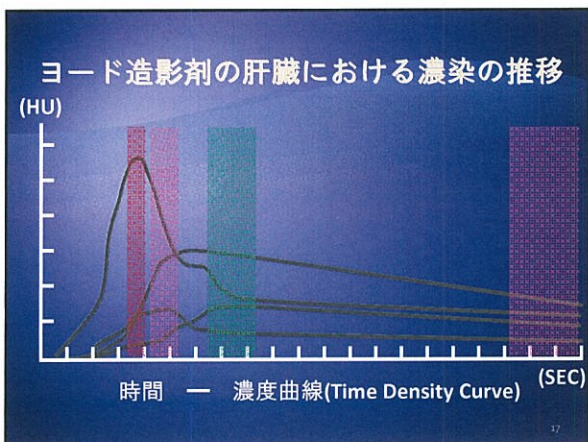
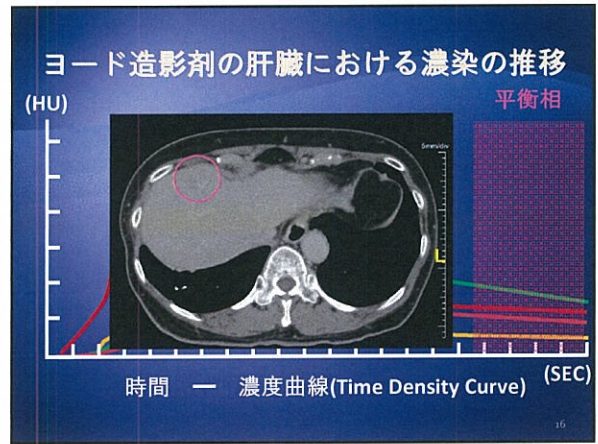
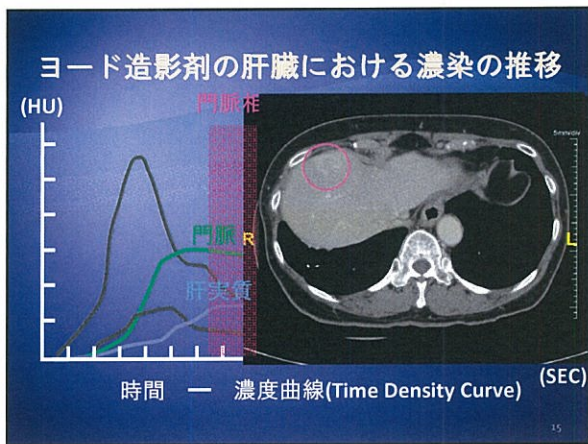
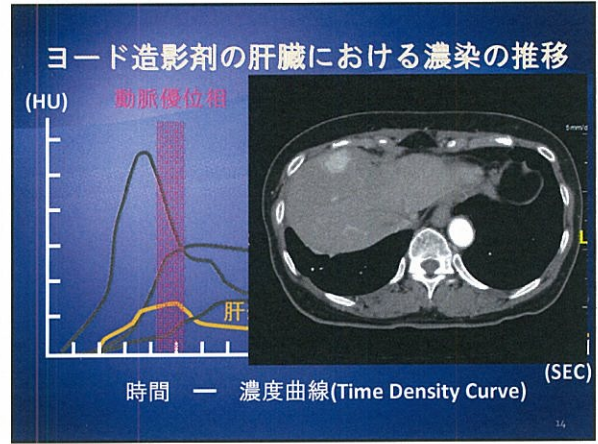
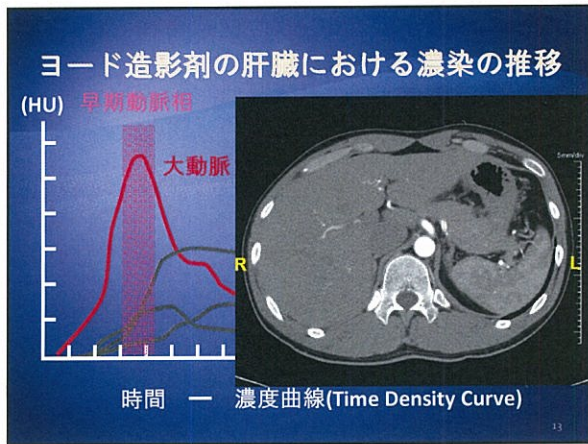
肘や前腕の静脈からヨード造影剤を急速注入し、一定時間の後に撮影することで横断画像を得る。造影剤投与後の経過時間によって各臓器の濃染の程度が異なるため、得たい情報にあわせて撮影のタイミングを計ることが重要である。

11

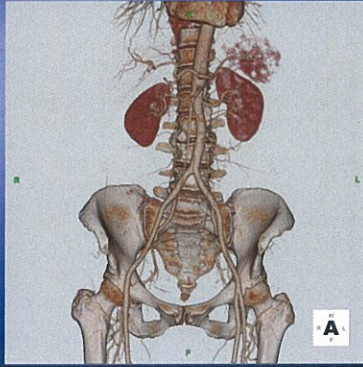
ヨード造影剤の肝臓における濃染の推移



12

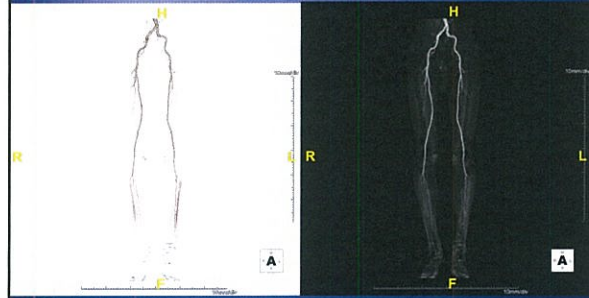


腹部大動脈の3D-CT画像



19

下肢動脈の3D-CT画像

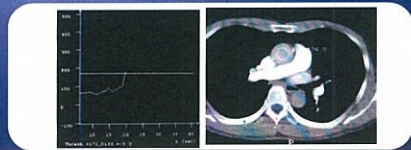


VR (Volume Rendering) MIP (Maximum Intensity Projection)

20

良好な造影効果を安定して得る

- ✓ CTの撮影速度の高速化から、CT angiographyの撮影タイミングに精度が求められる。
- ✓ 造影剤の流入をCT装置が随時確認し、適切なタイミングで撮影を行うボラストラッキング法、又はテストインジェクション法が用いられる。この場合、造影剤注入中にX線を照射するため、刺入部を検査室内で確認できない。



21

CT検査での自動造影剤注入器の必要性

造影CT検査

- 50mL~150mLの造影剤を一気に注入
- 一定の注入速度を保持
- 撮影する臓器に造影剤が到達するタイミングで撮影



- 体内での挙動を反映し、高いコントラストで正常組織の中の異常組織を描出したり、作成した3D画像により解剖学的形態を把握
- 検査ごとのばらつきを減らし、一貫した質を担保



自動造影剤注入器を使って、安定したスピードで高速に注入する必要がある。

22

自動造影剤注入器の課題

自動造影剤注入器

- ・ およそ平均3mL/秒の造影剤が体内に注入される
- ⇒ 造影剤の注入時間は1分未満



- 高速で注入するため、造影剤血管外漏出が起こった際の即時の対応が重要
- 被ばくを避けるため、医療従事者は注入開始後すぐに部屋を退去

23

CT検査での造影剤血管外漏出

CT検査において、血管外漏出は1%以下の確率で起こるとされている^[1, 2]

- ✓ CT検査：年間500万件以上
- ✓ 血管外漏出の発生率：0.3~0.4% (推定される国内での血管外漏出の件数：18,000~24,000件)

- ✓ 注入時に血管外漏出が生じると、患者は痛みを訴える。被検者が高齢で刺入部が肘の場合、血管外漏出が生じていても痛みを訴えないことがあった。
- ✓ 血管外漏出が生じ、コンパートメント症候群を発生、外科的処置を行った報告もある^[3]

[1] 日本放射線技術学会放射線診断システム部ワーキンググループ. *RadFan* 2009; 7 (2): 2-4
 [2] Federle MP, Chang PJ, Conler S, Ozcan B. Frequency and effects of extravasation of ionic and nonionic CT contrast media during rapid bolus injection. *Radiology* 1998; 206(3): 637-640
 [3] Sakimura T, Louie CA, Torredes L. Orta et al. Extravasation of radiographic contrast material and compartment syndrome in the hand: a case report. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2011; Feb 4:19-9

24

血管外漏出がおきた症例



血管外漏出が起こった際の不利益

- ✓ 患者の痛み
- ✓ 検査の中止
- ✓ 後日、再検査が必要
- ✓ 造影剤血管外漏出箇所の外科的手術が必要
- ✓ 年配の患者の場合、入院に至る場合も

26

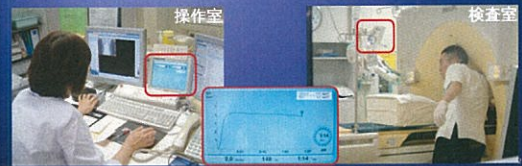
造影剤注入圧力表示プログラム



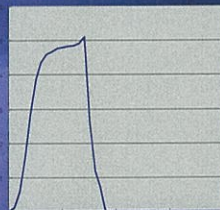
(平成10年試作、商品化)

造影剤の注入圧監視モニタ

注入器のセンサーよりリアルタイムに計測した圧力（以後、注入圧）を操作室や検査室で表示する。注入圧の急激な上昇は、造影剤の血管外漏出が原因と推測されるが、造影剤漏れが発生していない場合であっても注入圧が急激に変動することがあるため、圧力波形だけでは血管外漏出を正確に判定することはできない。



血管外漏出がおきた際の圧波形



造影剤の血管外漏出予防策と問題点

【操作室側（診療放射線技師）】

予防策

表示された注入圧波形を観察、同時に患者にマイクで体が熱くなってきたか（＝造影剤が体内へ流入）の確認。注入圧が変動した場合は独自の判断で造影剤の注入を停止する。

問題点

- ✓ 注入圧の変動に対する判断基準がない。
- ✓ 注入速度が速く、素早い判断が必要。
- ✓ 一度注入を停止すると、再度注入を開始するには時間がかかるため、造影効果の低下を恐れて注入を停止することに躊躇してしまう。

30

造影剤の血管外漏出予防策と問題点

【検査室内（医師）】

予防策

- ✓ 造影剤のテスト注入を行う。
- ✓ 造影剤注入中、刺入部の腫脹がないかを目視や触診で判断する。
- ✓ 注入圧波形を観察する。

問題点

- ✓ 刺入部の腫脹なしの血管外漏出がある。
- ✓ 注入圧の変動に対する判断基準がない。
- ✓ 注入速度が速いため、素早い判断が必要。

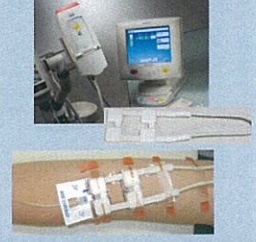
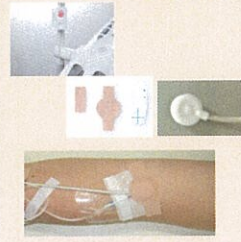
31

造影剤の血管外漏出検出器

赤外線反射波、又はRFの周波数変調で血管外に漏出した造影剤を検出する装置

株式会社 根本杏林堂

日本メドラッド株式会社



造影CT検査とは



33

造影剤の血管外漏出検出器

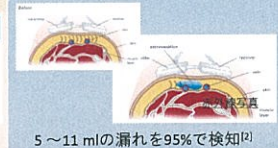
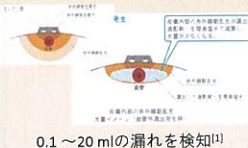
赤外線反射波またはRFの周波数変調で血管外に漏出した造影剤を検出する装置

株式会社 根本杏林堂

日本メドラッド株式会社

近赤外線分光方式^[1]

高周波ラジオフリークエンシー技術^[2]



0.1 ~ 20 mlの漏れを検知^[1]

5 ~ 11 mlの漏れを95%で検知^[2]

[1] 造影剤モレ検知サポートシステム LD 取扱説明書 株式会社根本杏林堂

[2] 日本メドラッド者の血管外漏出検知システムXDSのテクノロジーにせまる *RadFan* 2009; 7 (2) 2-4

34

当院の血管外漏出検出器使用経験

血管外漏出を検出した例

注入速度 (ml/sec)	注入量 (ml)
2.5	15
3.1	25

期間：2010/11/08 ~ 2012/01/13
対象：東芝64列でポーラストラッキング
法で検出器を使用した検査
総検査数：883件
(検出器を使用していない造影検査は除く)

血管外漏出が検出できなかった例（入射に停止した例）

注入速度 (ml/sec)	停止時注入量 (ml)	推定した原因	注入停止理由
2.5	22	10ml程度じわじわ	痛みを訴えた
3.2	92	注入終了20ml程度じわじわ	痛みを訴えた
3.0	80	注入当初から濡れた	画像で造影剤が確認できない

35

血管外漏出検出器の普及における課題

血管外漏出検出器は特定包括で評価されている
・CT撮影における点数は血管外漏出検出器を使っても使わなくても同じ



たとえ患者さんにとって良い技術であっても、
病院側のコストが増えるため、導入に至らない
ケースも多い

36

CT検査における診療報酬改定案 (平成24年度)

- 64列以上のマルチスライス型 950点
- 16列以上64列未満 900点
- 4列以上16列未満 780点
- 4列未満 600点

検査持ち出し費用について

CT装置の年間保守費	1000万円
造影剤自動注入器の年間保守費	42万円
造影剤自動注入器の消耗品代 (造影用チューブ、センサー固定テープなど)	1000円/件

すべて検出器を用いて検査を行うと年間検査件数を6,300件とすると2,600円/件が持ち出しになる

血管外漏出検出器のまとめ

- CT検査において、血管外漏出は1%以下の確率で起こり、重症化する場合がある。
- 造影剤注入中の圧力波形だけでは、造影剤血管外漏出の検出は十分でない。
- 検出方式には、赤外線分光式と高周波ラジオフリークエンシー技術の2つがあり、それぞれ特長と課題が存在する(今後更なる検出効率の向上に期待)。
- 造影剤注入の安全性を高め、患者さんを苦痛や再検査の危険から守る最新のテクノロジーが存在しているものの、普及には課題もある。
- 安全対策に対する診療報酬が十分に設定されていない。