

第29回長野MR技術研究会Ⅱ

「3T装置の最新動向と 非造影アプリケーション」

GE Healthcare JAPAN
MR Sales & Marketing Dept.
KAZUHIRO, Umehara

Agenda

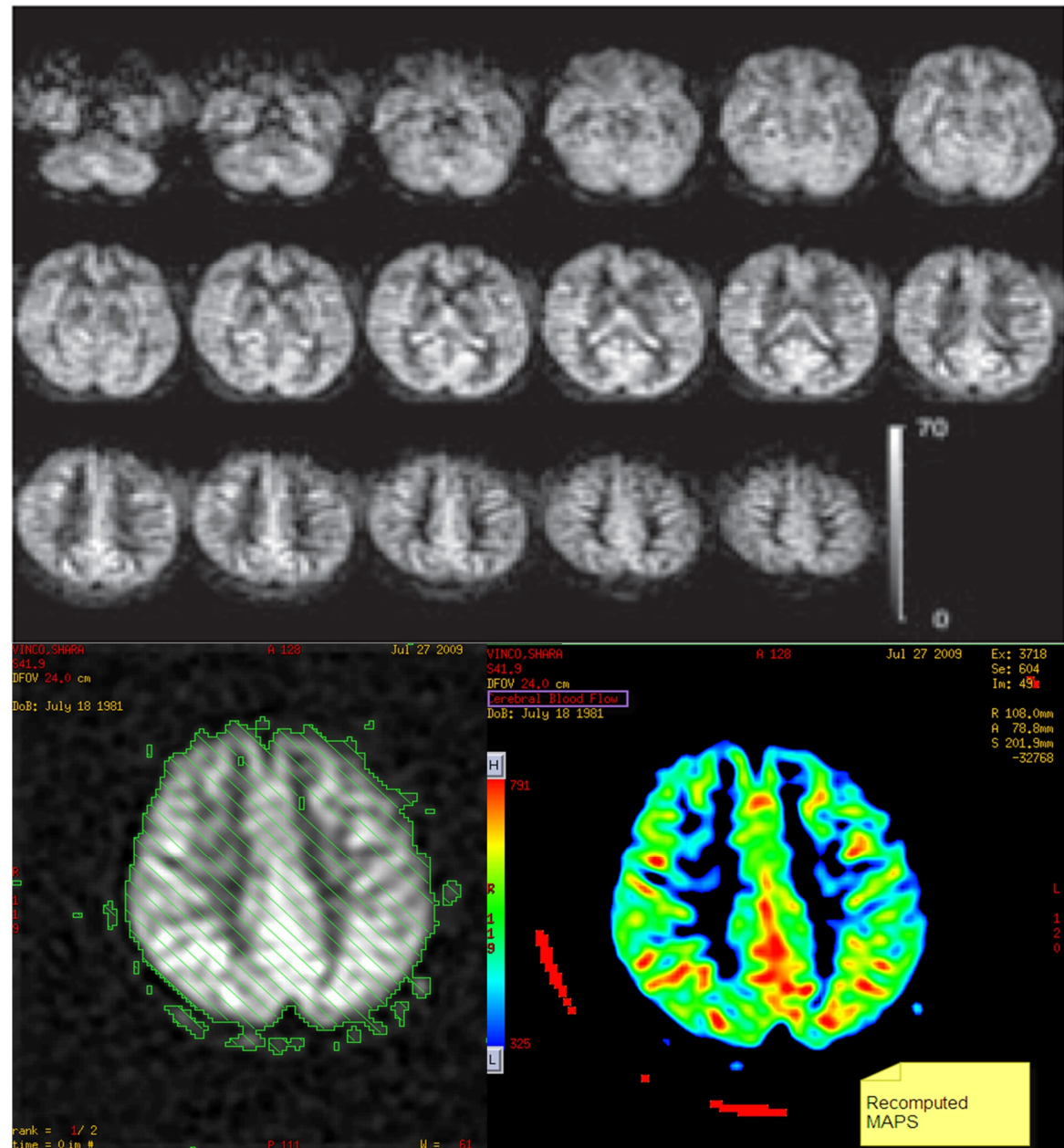
- ◆ **Arterial Spin Labeling (3D ASL)**
- ◆ 3T Non Contrast MR Angiography
- ◆ Discovery MR750w 3.0Tのご紹介

GE 3DASL Overview

- * 非造影のMR灌流画像撮像法
-> 繰り返し検査可能
- * 3Dボリウムイメージング
- * 全脳をカバー可能
- * CBFマップの生成
-> カラーマップ表示
(Functool)
- * Continuous Type
-> Pulsed Type よりもSNRが高い
- * FSE (-SPIRAL) base
-> EPI のような歪みなし

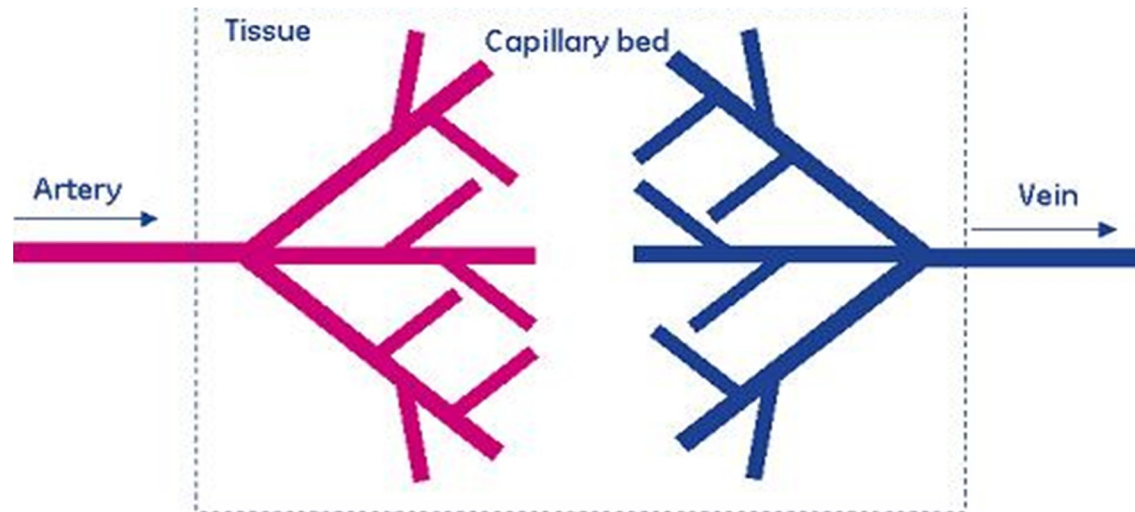


GE imagination at work



Perfusion (灌流)

「器官や組織領域の毛細血管を通る血流」



GE 3DASL

① CBF ... Cerebral Blood Flow

(単位組織量あたりの血流量)

[mL/(min•100g)]

50~60 in GM

② CBV ... Cerebral Blood Volume

(単位組織量あたりの血液量)

[mL/100g]

③ MTT ... Mean Transit Time

(血液の平均通過時間)

[min]

$$CBV = CBF * MTT$$

Perfusion Imaging

Perfusion
Imaging

核医学 (PET/SPECT)

CT Perfusion Imaging

MR Perfusion Imaging

※定量的でゴールドスタンダードだが、
定量の為に採血が必要など、侵襲的。
被曝があり、撮像時間も長い。
※高速だが造影剤が必要、被曝もある。

DSC

(Dynamic Susceptibility Contrast)
(**造影** MR Perfusion Imaging)

DSCの短所

※造影の際の手間

※ガドリニウム造影剤の副作用

NSF (Nephrogenic Systemic Fibrosis)

-> ASLへの期待は益々高まってきている

ASL

(Arterial Spin Labeling)
(**非造影** MR Perfusion Imaging)

Arterial Spin Labeling (ASL) は、被曝もなく、造影剤も使わない、

現在最も **非侵襲** な Perfusion Imaging 方法 !!

Arterial Spin Labeling (ASL)

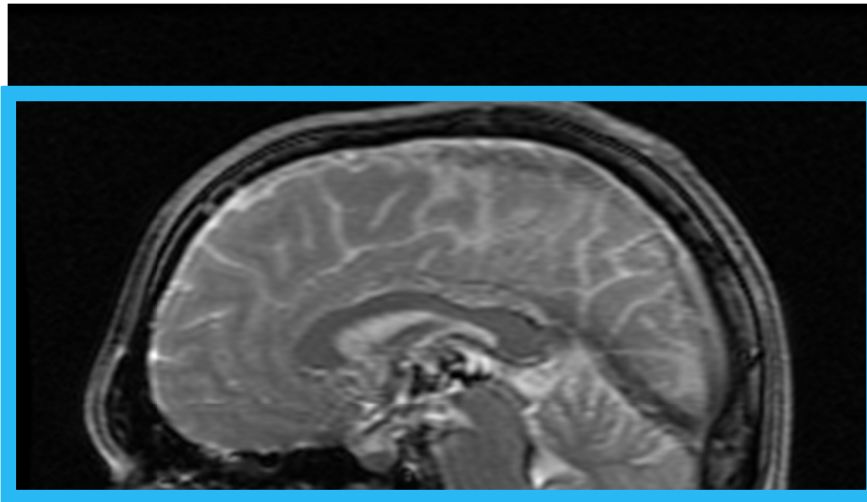
Arterial Spin Labeling (ASL) では、どうして造影剤注射が不要なのか??

-> 外から人工的な造影剤を注射する代わりに、

患者さんの血液自体をラベリングし、「造影剤」の代わりとして用いる

(ラベリングとは具体的には、流れてきた動脈血に含まれるプロトンのスピンをRFで反転させる)

イメージング領域



ラベリング面

ラベリング～撮像の
待ち時間:

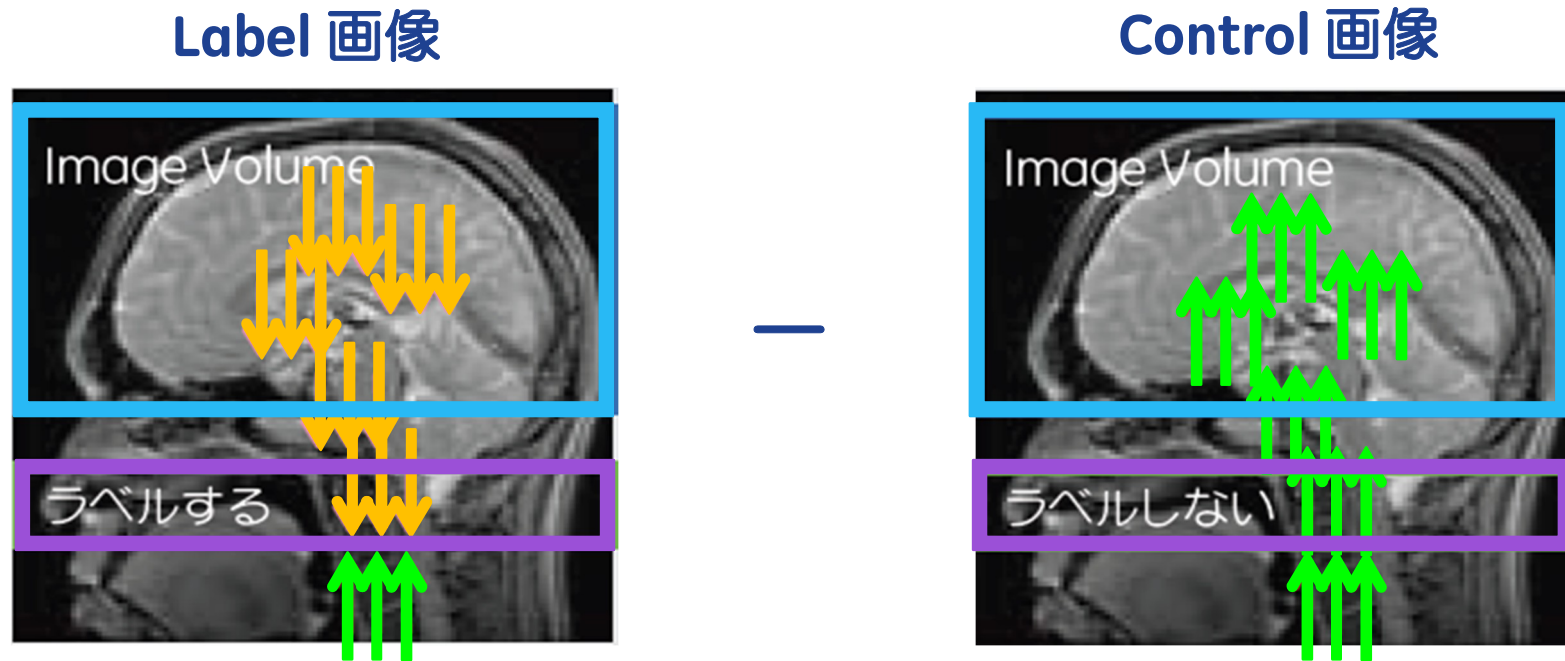
PLD (Post Label Delay)

(User Interfaceで可変な量)

Arterial Spin Labeling (ASL)

ASLで、Perfusion 信号のみを見る為にされている工夫

-> **Label 画像** (Labelingあり) と **Control 画像** (Labelingなし) の差分をとる



-> ラベリングを受けた、Perfusion 信号のみが残る

-> この差分画像から、CBFマップが生成される

Arterial Spin Labeling (ASL) の分類

Arterial Spin Labeling (ASL)

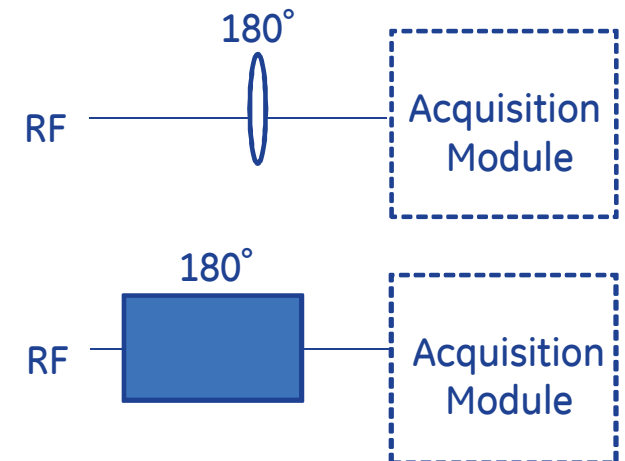
ASLはラベリングの方法により、大きく二種類に分けることができる

Pulsed-ASL (PASL)

単発のRFパルスで、大きな領域をラベリングする

Continuous-ASL (CASL)

連続的RFで、ある面においてラベリングする



“CASL のほうがPASLよりも原理的に高SNR”

“CASL のほうがPASLよりも高SNR”

まとめ: “CASL のほうがPASLよりも高SNR”

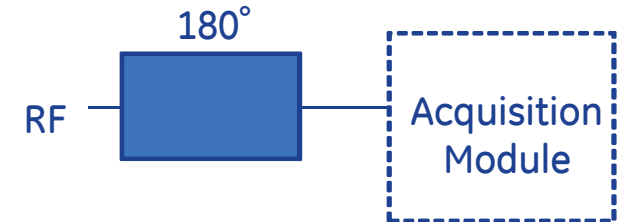
それなのに、CASLタイプの製品 はなかなか製品化しなかったのか

-> なぜ?

「連続的なラベリング」が技術的に難しいため

-> 具体的に何が難しいのか?

1. RFを連続的に打ち続けると、RFアンプが発熱してしまう
2. SARの制限を超えてしまう可能性がある



これらの問題を解決するため、GE 3DASL では pulsed-Continuous Labeling を採用



pulsed-Continuous ASL (pCASL)

GE 3DASL の (pulsed)Continuous Labeling (pCASL)



*連続的なRF照射(ラベリング)を、**たくさんの細かいRF照射に分割**

-> こうすればRFアンプも従来のものを使える上、SARも少なくてすむ
(勾配も合わせて適切に設計すれば、ラベリング効率はほぼ変わらない!)

-> **CASL特有のSNRの良さ**を保ちながら、

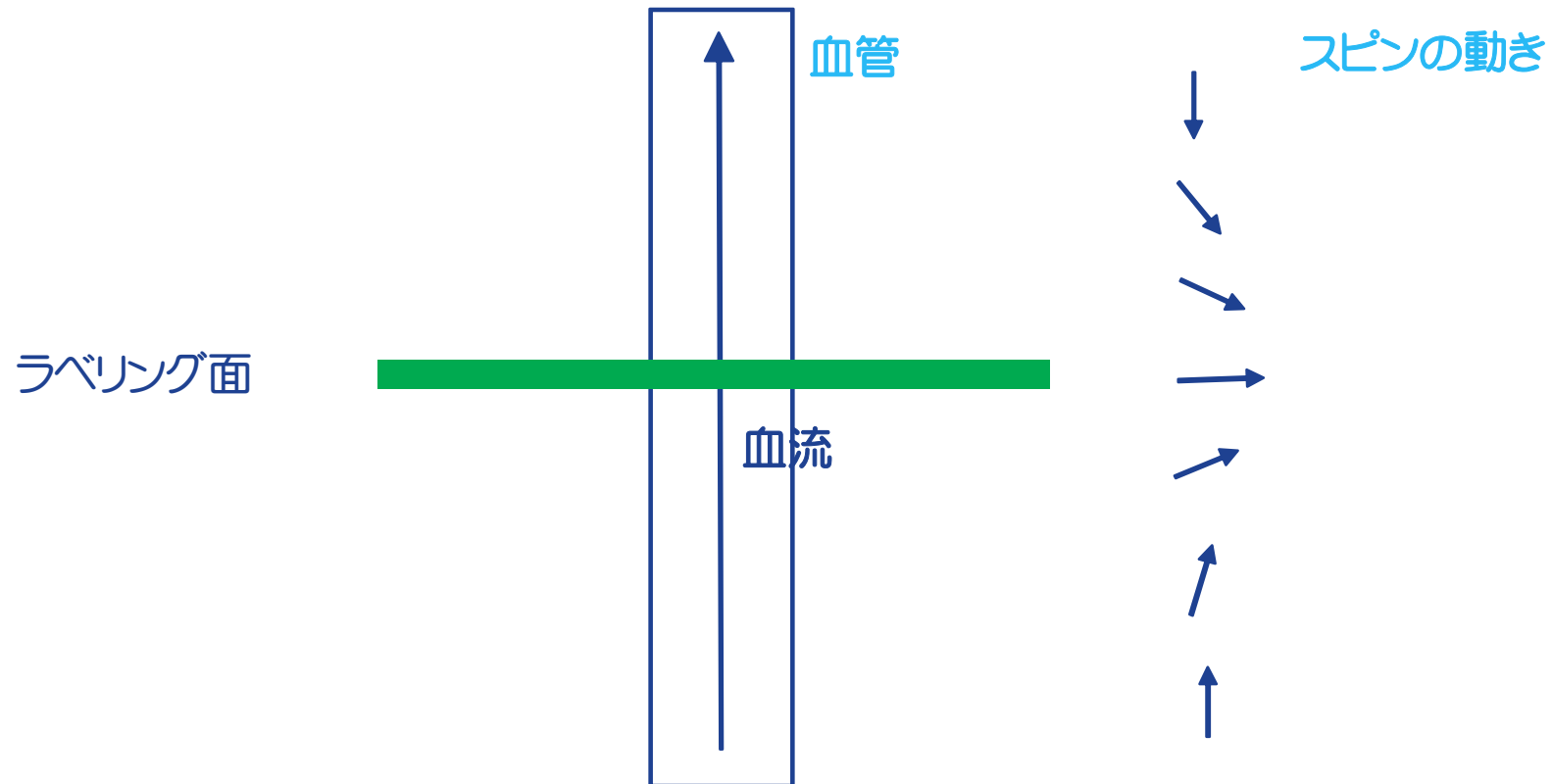
技術的な困難も克服した手法がGE 3DASL (pCASL)

What' good in GE 3DASL: Flow-Induced Adiabatic RF !!

Flow-Induced Adiabatic Inversion Pulse

下から流れてきた血液が、ラベリング位置に近づいて遠ざかっていく過程で 180° 倒す方法

- > 流れている血液のみ選択的にスピン反転できる
- > 大きなボースでなく、ある位置で連続的にラベリングできる
- > 断熱的/パルスなので、正確に 180° 反転できる



GE 3DASL 取得画像

3DASL では 3 種類 の画像を取得する。それらを合わせて、一枚のCBFマップをつくる。



1. Label 画像 - 2. Control 画像

||

Perfusion Weighted (PW) 画像

3. Proton Density (PD) 画像



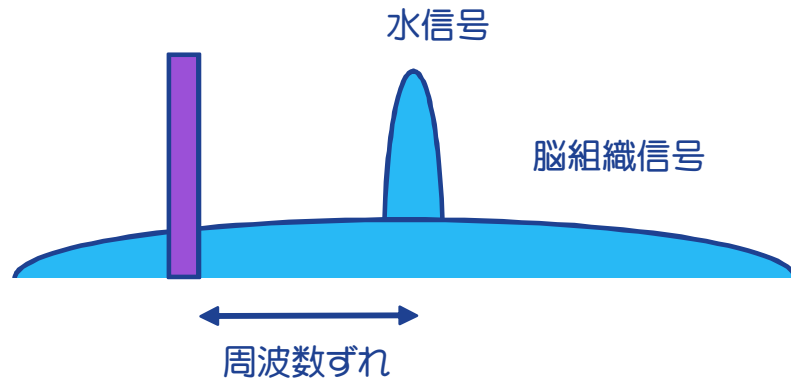
同seriesに保存される

*PW map, PD map から CBF map が計算される
(この計算のためにPD map が必要)
(係数の中には動脈血のT1値等が含まれる)

$$CBF \propto \frac{PW}{PD}$$

What' good in GE 3DASL: MT Effect Compensation !!

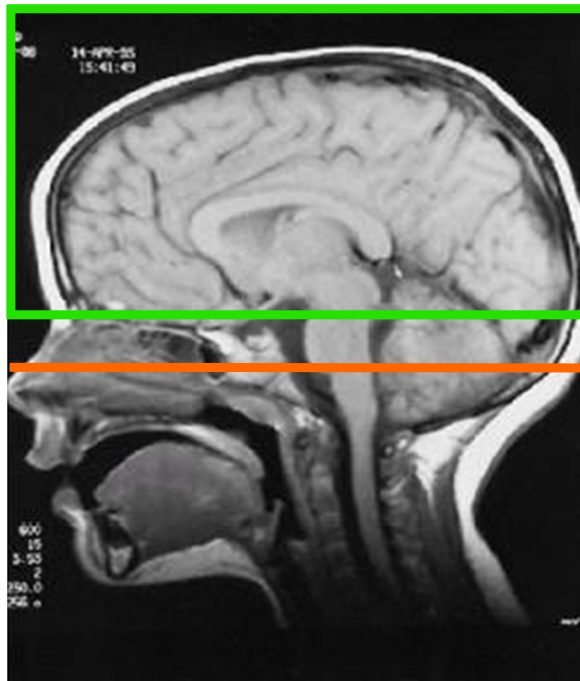
3DASLでは、MT効果を相殺するために、ラベリングに工夫がされている。



水から見てずれた周波数でRFを打つ
-> 組織の信号を抑制することができる。

Imaging Slab

Labeling Loc



---- (isocenter)

ラベリング位置にパルスを打つ
-> Imaging Slab から見ると周波数ずれと認識
-> Imaging Slab 内の組織信号が影響を受ける

ラベリングするとMT効果により、
イメージ領域が励起されてしまう

What' good in GE 3DASL: Background Suppression !!

3DASLでは背景抑制のために、ラベリングの前後に多くのパルスを打っている。

(背景抑制: Perfusion 情報のみを見るために、背景の脳実質信号を予め抑えること。)

(イメージ)

背景抑制なし

Label

1

Perfusion 信号

Control

100

100

背景信号

$$101 - 100 = 1$$

背景抑制あり

Label

1

Control

$$1 - 0 = 1$$

同じ「1」でも、右の方が感度が良い(ダイナミックレンジの問題)

Agenda

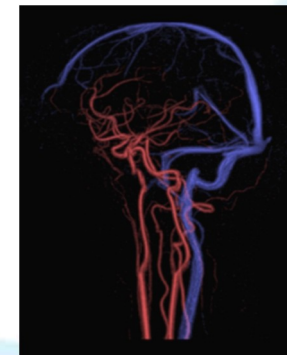
- ◆ Arterial Spin Labeling (3D ASL)
- ◆ **3T Non Contrast MR Angiography**
- ◆ Discovery MR750w 3.0Tのご紹介

Inhance

■ Inhance 3D Velocity

3D-PC法の機能を向上させたアプリケーション。

ASSET併用、Partial Kr、RF最適化により**撮像時間が大幅短縮** されました。また**背景信号の抑制、T1コントラストの向上**を達成するためシーケンスの改良を行っています。

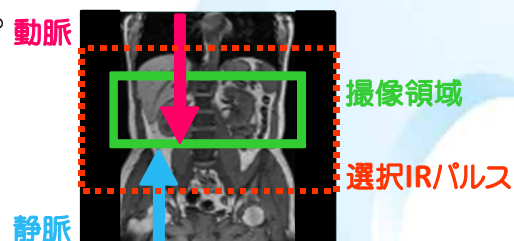


Inhance 3D Velocityでの広範囲撮像
(動静脈同時撮像)

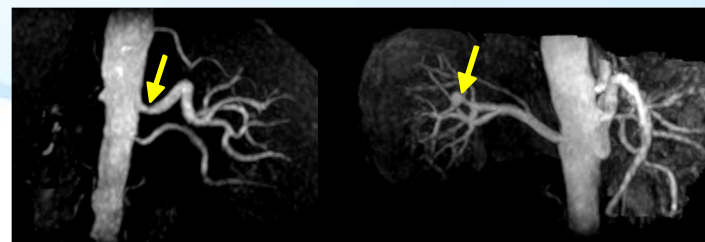
■ Inhance Inflow IR

3D-FIESTA法を応用したアプリケーション。

撮像領域を設定するだけで**IR/パルス印加の位置が自動的に設定**されるため、**患者さん毎の設定が不要な** 非造影MRアンギオグラフィ撮像法です。



赤い領域に選択的なIR/パルスを印加し背景信号がNullになるタイミングで緑の領域を撮像する事で、動脈のみが描出されます。

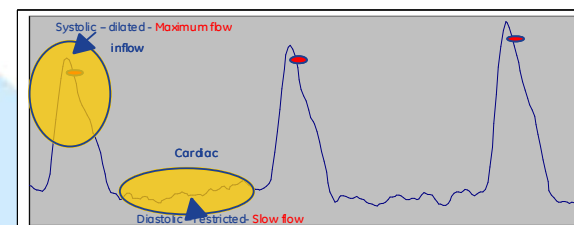


Inhance Inflow IRでの腎動脈MRA
(左: 腎動脈狭窄) (右: 腎動脈瘤)
(※右は共同研究時のデータ)

■ Inhance 2D Inflow

2D Gated-TOF法を改良したアプリケーション

ASSETの併用の他、SAT/パルスが最適化され**血管/背景信号のコントラストが向上**します。



(左) 心周期と血流の関係
(右) Inhance 2D Inflowでの下肢MRA



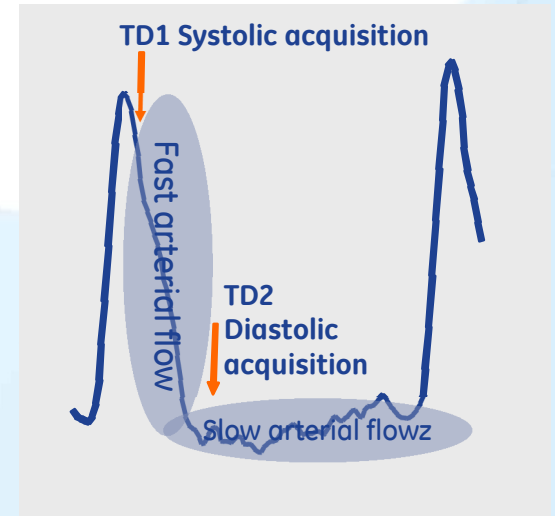
Inhance suite

Signa HDxt Optima Edition 3.0T

■ Inhance 3D Deltaflow --- 3D FSE



Inhance 3D Velocity --- 3D PC



1min Multi phase 2D SSFSE
(最適なトリガー遅延の設定)

拡張期(動脈+静脈)から収縮期
(静脈)を差分することで動脈像
を得ることができる。
(自動サブトラによる簡便操作)



Inhance Inflow IR --- 3D FIESTA