

第24回東葛放射線画像セミナー

当院における足部・足関節領域のMRI

医療法人社団 紺整会 船橋整形外科病院

診療放射線部 阿戸 章悟

2015/02/21

船橋整形外科病院概要

- 病床数 72床
- 専門外来
 - スポーツ医学センター（下肢）
 - 肩関節・肘関節センター(上肢)
 - 脊椎・脊髄センター
 - 人工関節センター
- 手術件数：約5000件（2014年）
- 放射線技師 22名
 - 船橋整形本院
 - 西船クリニック
 - 市川クリニック
 - OPE室



使用装置

船橋整形 本院

- 2001年：日立メディコ製 AIRIS II 0.3T
- 2007年：PHILIPS社製 Intera 1.5T

西船クリニック

- 2010年：PHILIPS社製 ACHIVA 1.5T

市川クリニック

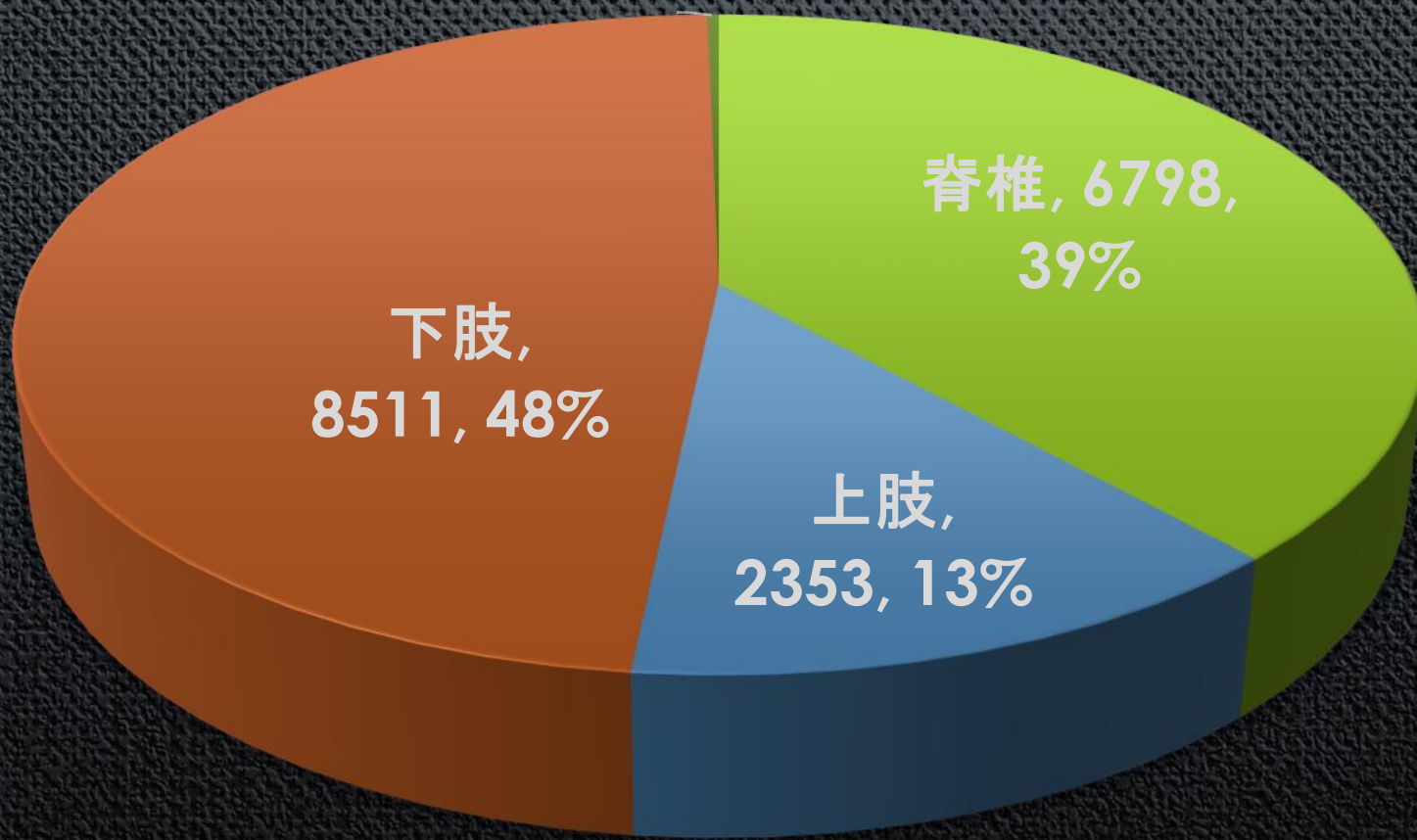
- 2010年：PHILIPS社製 ACHIVA 1.5T



船橋整形外科グループMRI件数

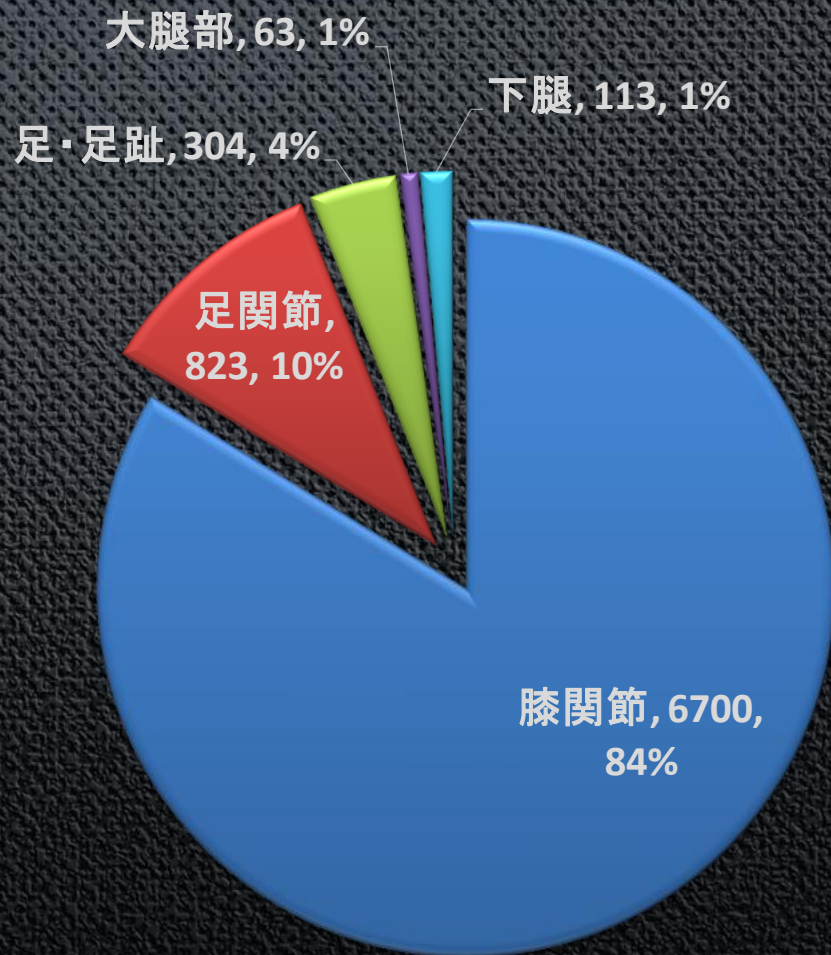
その他, 55, 0%

2013年 3施設 17717件



■ 脊椎 ■ 上肢 ■ 下肢 ■ その他

下肢MRI検査件数



足関節	823件	10%
足・足趾	304件	4%

■ 膝関節 ■ 足関節 ■ 足・足趾 ■ 大腿部 ■ 下腿

足・足関節部の主な検査目的

足関節

- 距骨滑車骨軟骨損傷
- 靭帯損傷
- 三角骨障害
- 変形性足関節症
- 脛骨遠位端疲労骨折
- 腓骨筋腱脱臼
- 軟部腫瘍
- アキレス腱断裂・付着部炎

足部

- 足底腱膜炎
- 疲労骨折（足根骨・中足骨）
- リスフラン靭帯損傷
- 軟部腫瘍
- モートン病
- 外脛骨障害
- 種子骨障害
- MP関節軟骨損傷

足構造



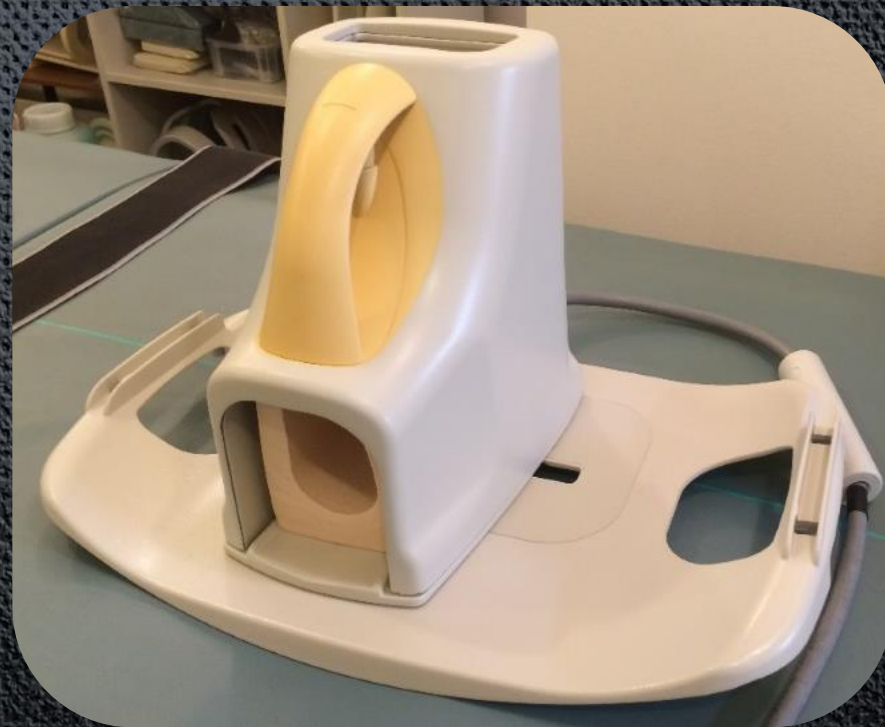
MRI検査のポジショニング

使用コイル



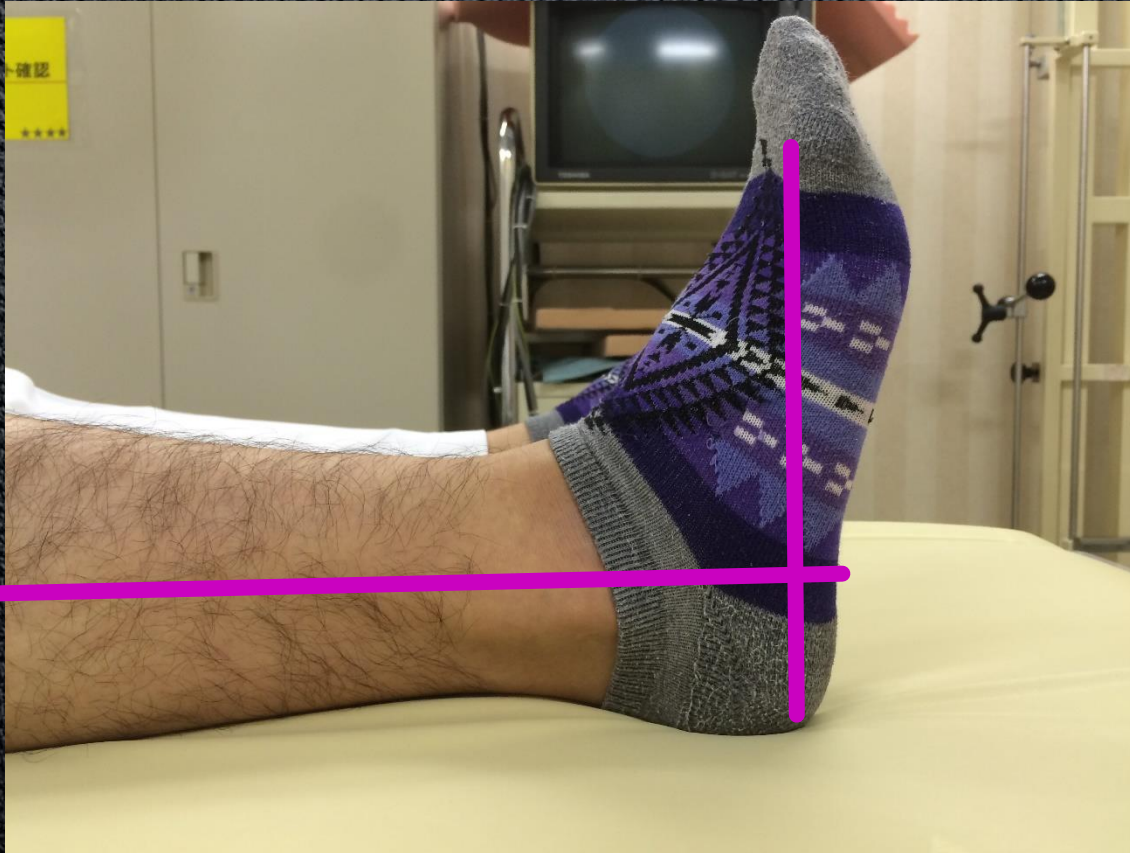
Flex-M

Flex-S



8 CH SENSE foot-COIL

基本肢位



- 足関節中間位(0° 位)

FOOT-8CH COIL



足関節が 0° の中間位となるような設計

SURFACE-COILでの検査

- FOOT-8CHのポジショニングに準ずるため自作の補助具を使用



SURFACE COILでの検査

- FLEX-MコイルもしくはFLEX-MとFLEX-SのDUALコイルにてセット
- 8CHコイルに比べて感度が弱い
- 構造上DUALコイルにして検査をするのも困難なことが多い



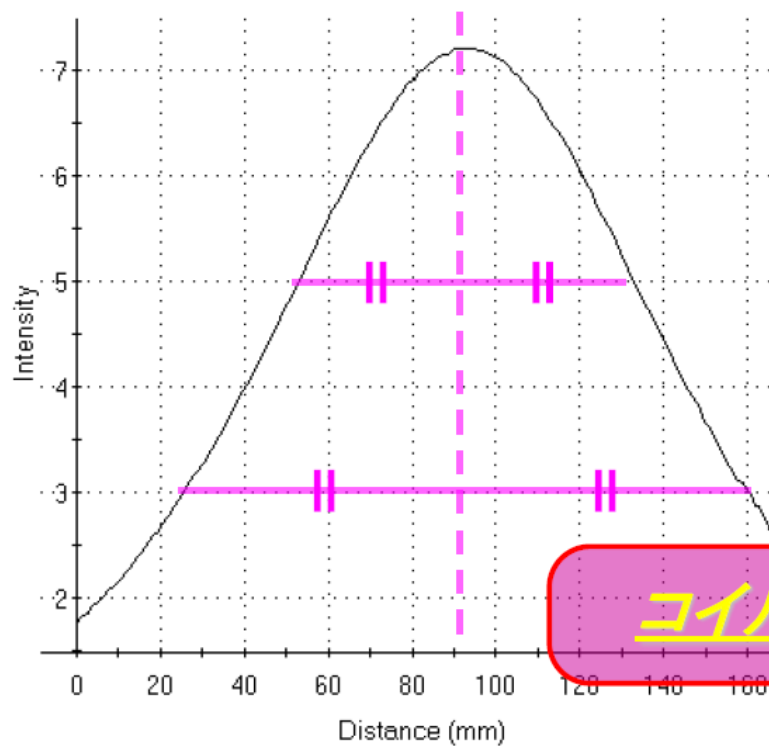
Flex-Mのみ



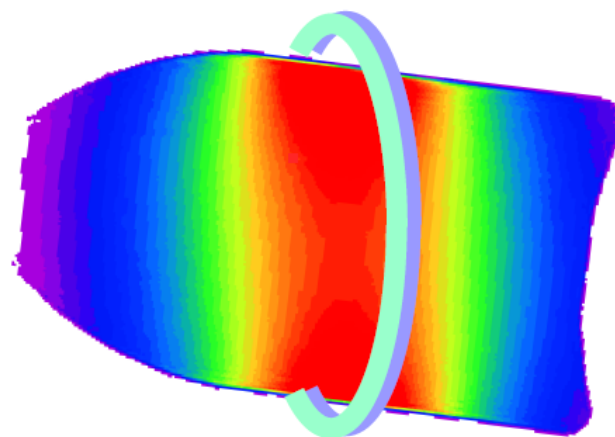
DUALコイル

コイルの感度

Surface Coilの感度分布



C1 coil ($\phi 16\text{cm}$)



コイルの感度領域は両側に均等

SURFACE-COILのポジショニングの工夫



静磁場方向に対してループは垂直となるため
電磁ループによる火傷の心配はない

DUALコイル



- Sコイルを内果・外果部にあてMコイルで全体をカバー
- より感度が高く検査ができる

アーチファクト

アーチファクト

- モーションアーチファクト
- 磁場不均一
- マジックアングルエフェクト

モーションアーチファクト対策

	T2WI	T1WI	PDWI
ScanTime	2:28	2:40	3 : 00
FOV	160mm	160mm	160mm
TR	3000msec~	400msec~	1500msec~
TE	100msec	9msec	13msec~30msec
TSE-factor	14	4	3~8
K-space	linear	Low-high	Low-high or asymmetric
Echospace	11.8	9~12	13.3
NSA	2	2	2
Thickness	3mm	3mm	3mm
Slices	20slice	20slice	20slice
Matrix	400*70%	400*70%	400*70%
Recon	720	720	720

モーションアーチファクト対策

	T2WI	T1WI	PDWI
ScanTime	2:28	2:40	3 : 00
FOV	160mm	160mm	160mm
TR	3000msec~	400msec~	1500msec~
TE	100msec	9msec	13msec~30msec
TSE-factor	14	4	3~8
K-space	linear	Low-high	Low-high or asymmetric
Echospace	11.8	9~12	13.3
NSA	2	2	2
Thickness	3mm	3mm	3mm
Slices	20slice	20slice	20slice
Matrix	400*70%	400*70%	400*70%
Recon	720	720	720

磁場不均一对策

- SATパットの使用

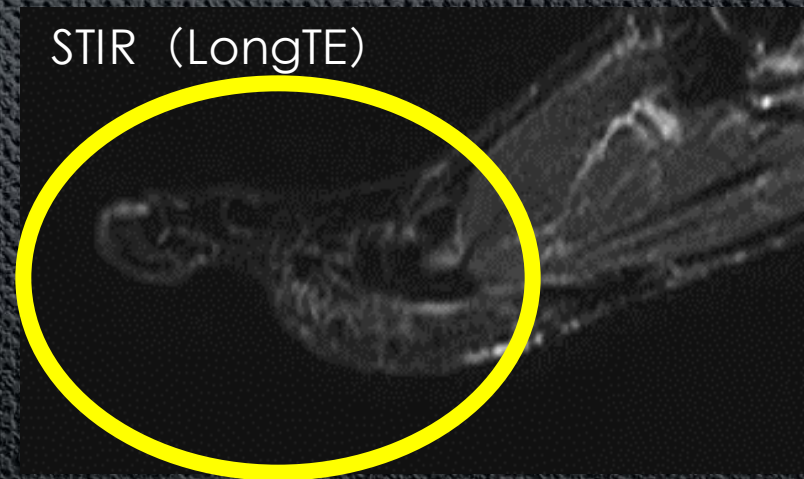
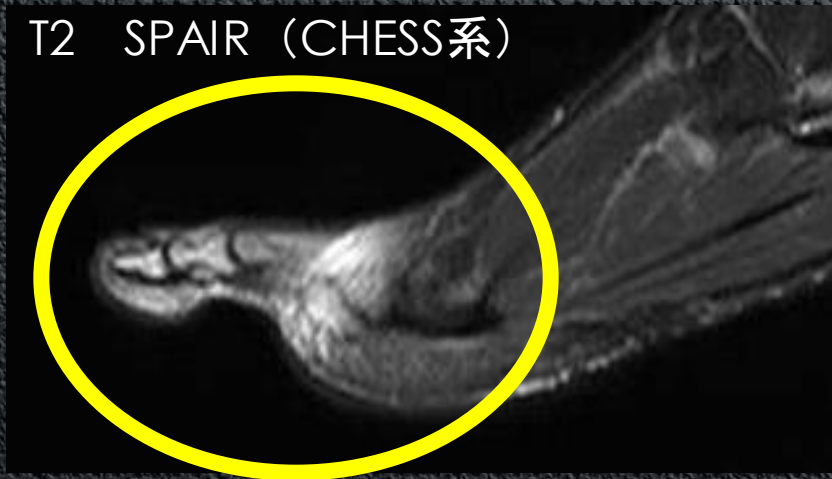
(ストッキングに無洗米を詰めたもの)



足関節のカーブやコイルとの隙間などにおいて磁場の均一性を向上させる

磁場不均一対策

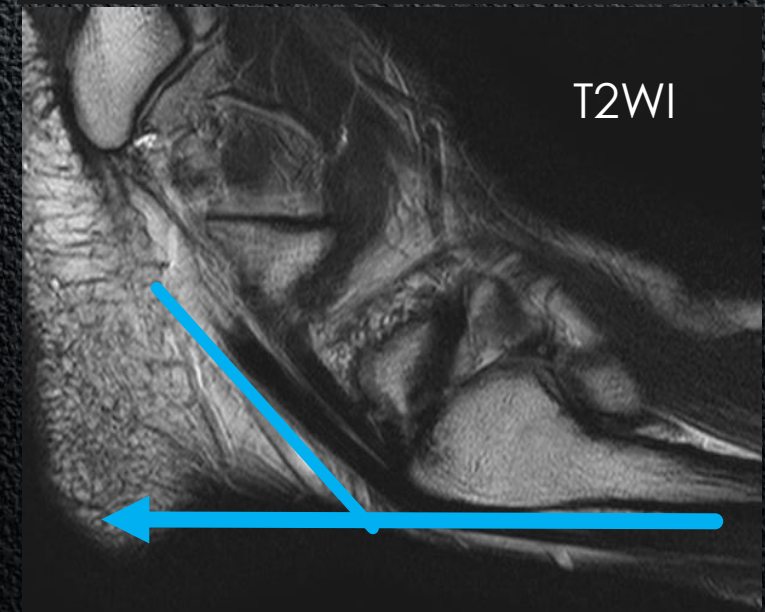
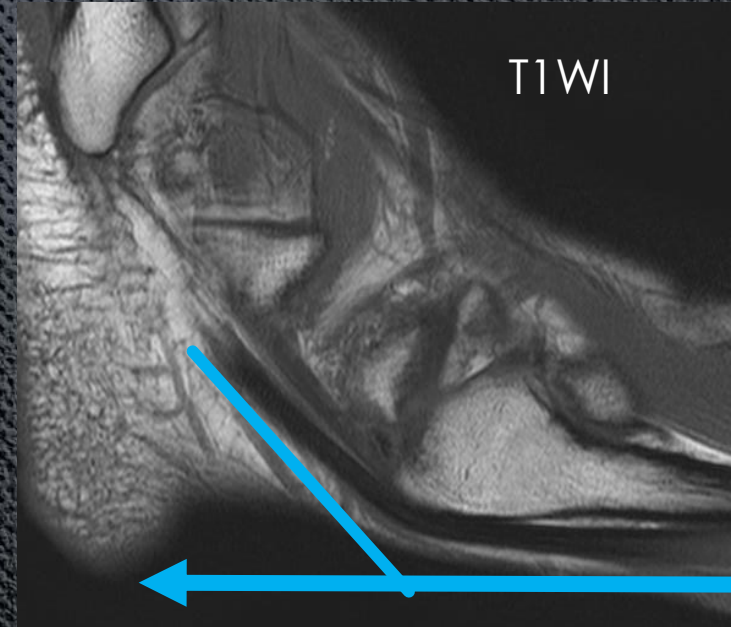
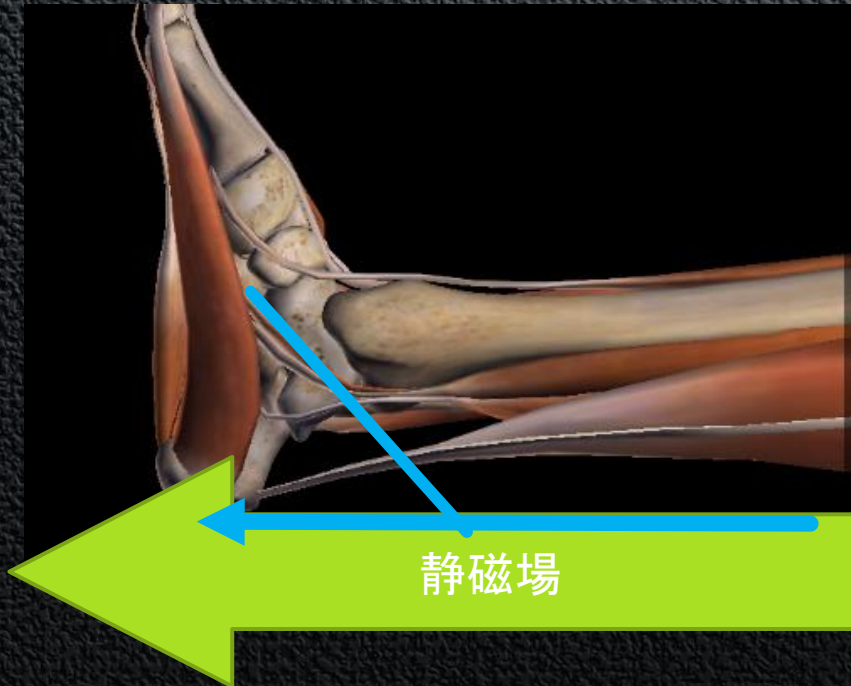
- シーケンス選択



足先など脂肪抑制不良に対してsat padで対応できない場合、STIRを選択することが多い

マジックアングルエフェクト

静磁場方向に対して 55° の角度に走行した腱や靭帯に偽信号として発生する。TEの短いT1WI・PDWIで発生するため、T2WIで否定する必要がある。



当院の足関節MRI検査

足関節MRI

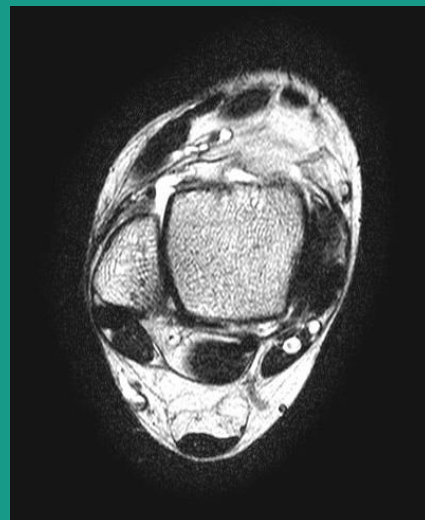
基本ルーチン



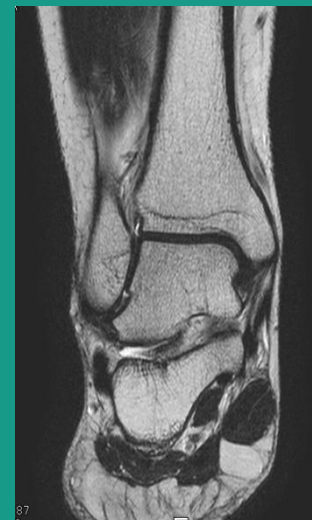
T2WI SAG



T1WI SAG

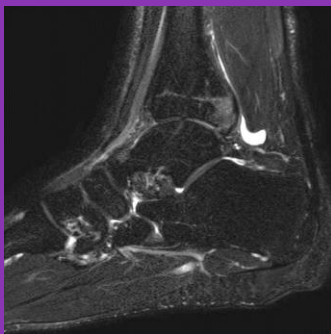


T2WI TRS

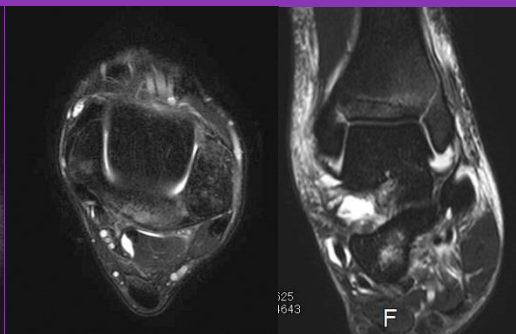


T2WI COR

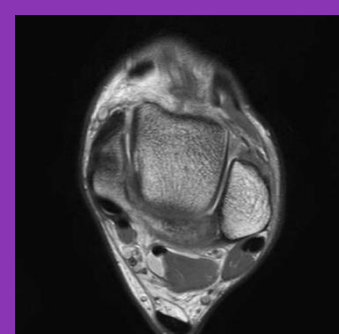
+α



脂肪抑制



WATS



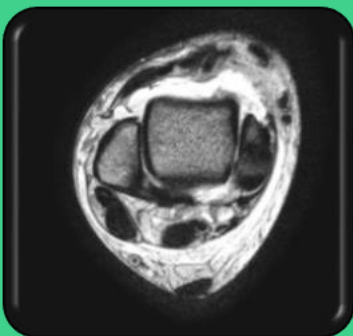
PDWI TRS

等



SAG

- T2WI・T1WI 20スライス 3mm
- 骨・骨髄病変を認めた場合脂肪抑制追加



TRA

- T2WI 20スライス 3mm
- 靭帯損傷や腓骨筋腱脱臼の場合PDWI追加



COR

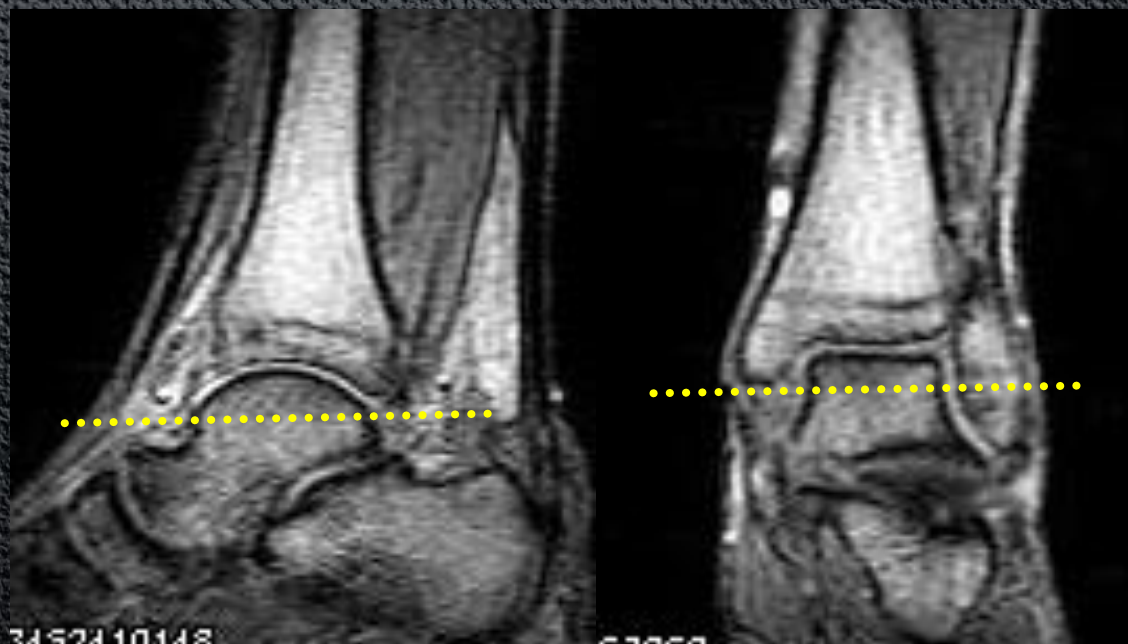
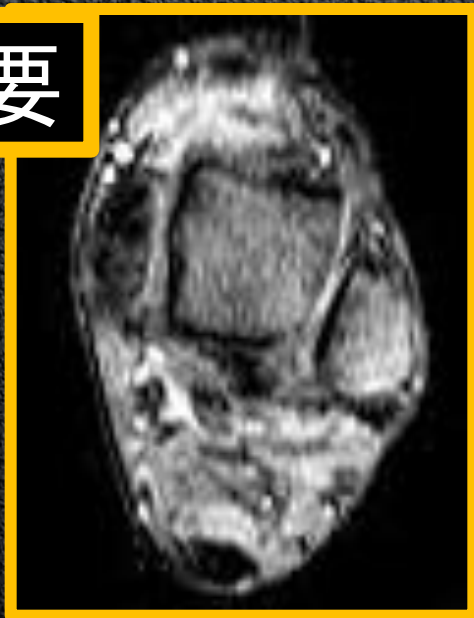
- T2WI 20スライス 3mm
- 骨・骨髄・軟骨病変に対し脂肪抑制追加

SCAN計画

SURVEY SCAN

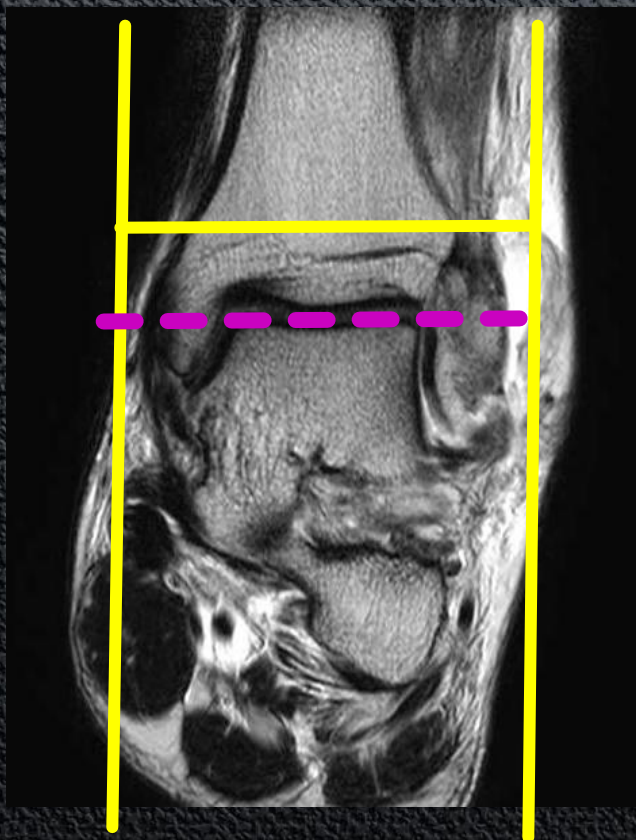
- 距骨・脛骨・腓骨が一枚に出るTRSのサーベイ画像を必ず撮る。

要

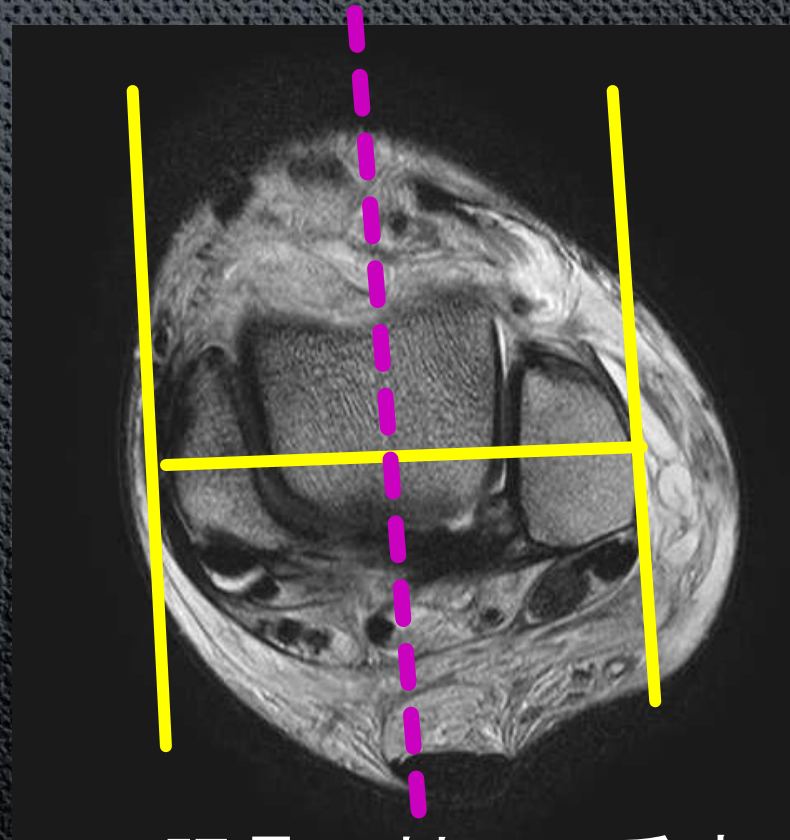


距骨の向きが把握できていないと、
足関節のMRIで迷子になります。

SAG計画



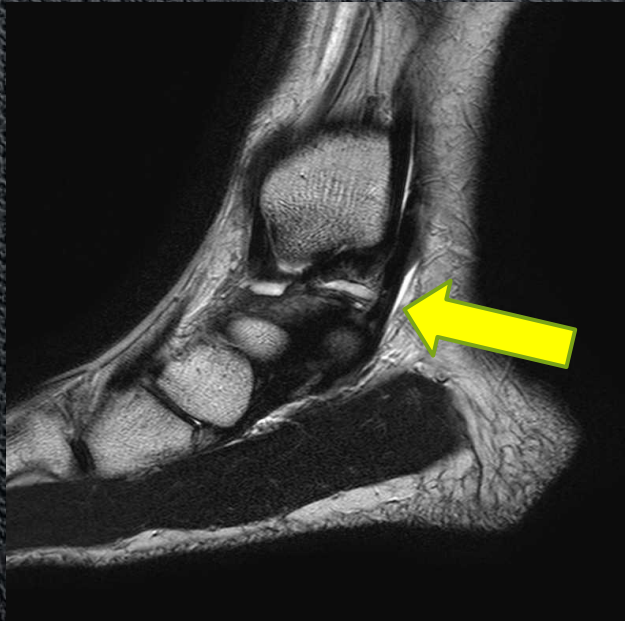
距骨滑車面に平行



距骨に対して垂直

内果から外果まで含むように計画

骨の観察：脛骨・腓骨・距骨・踵骨・足根骨

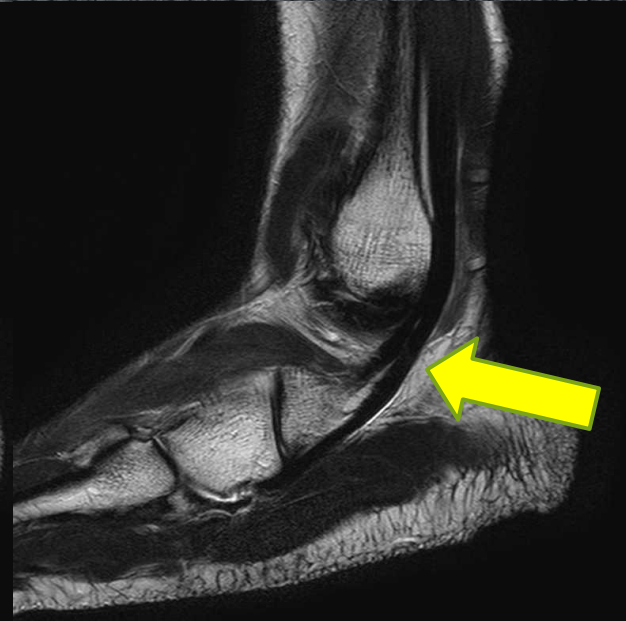


腱の観察

後脛骨筋

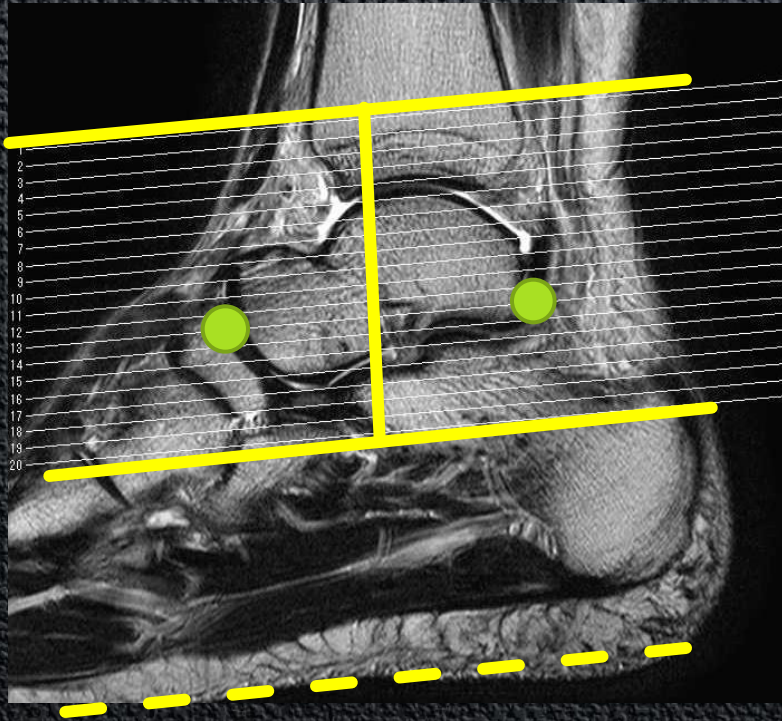


長拇趾屈筋腱

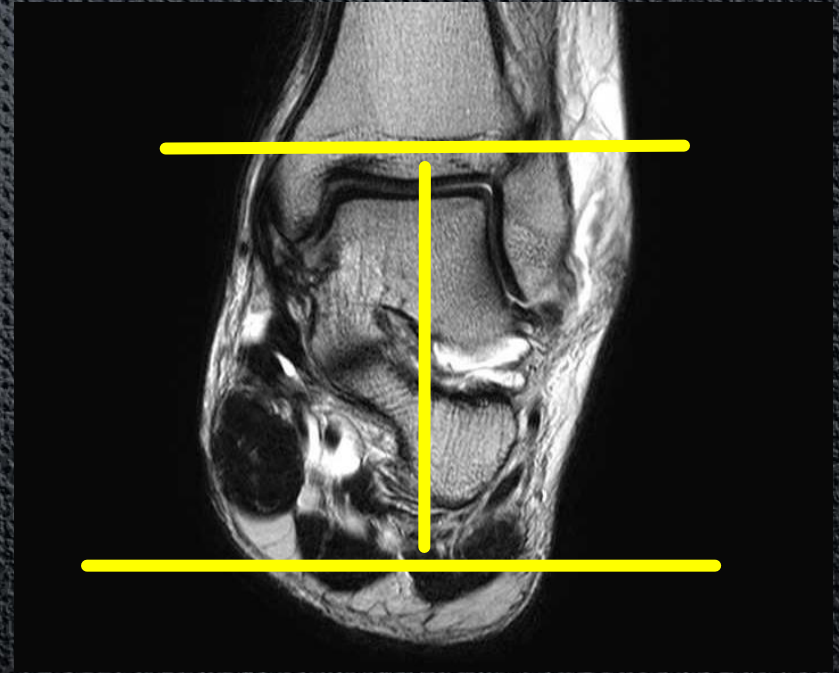


腓骨筋腱

TRA計画

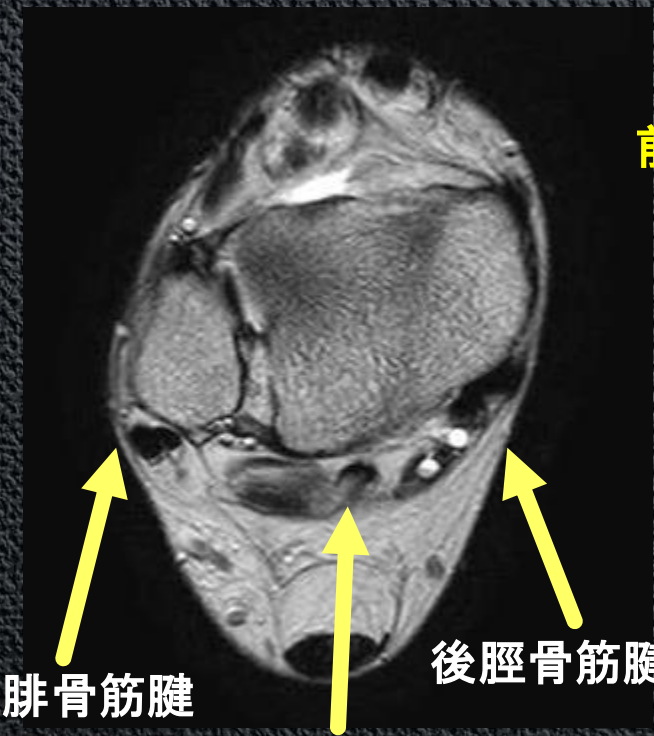


- 距骨前縁中央部と距踵関節に平行
- 足底の角度に近似させることにより前距腓靭帯の描出向上

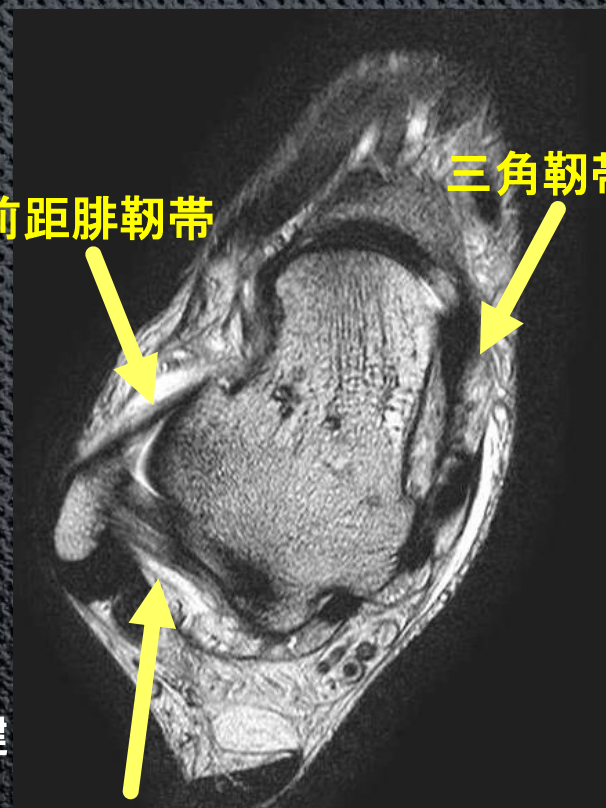


- 距骨滑車面に平行

脛骨遠位より踵骨中央部付近まで撮像



腓骨筋腱
後脛骨筋腱
長拇趾屈筋腱



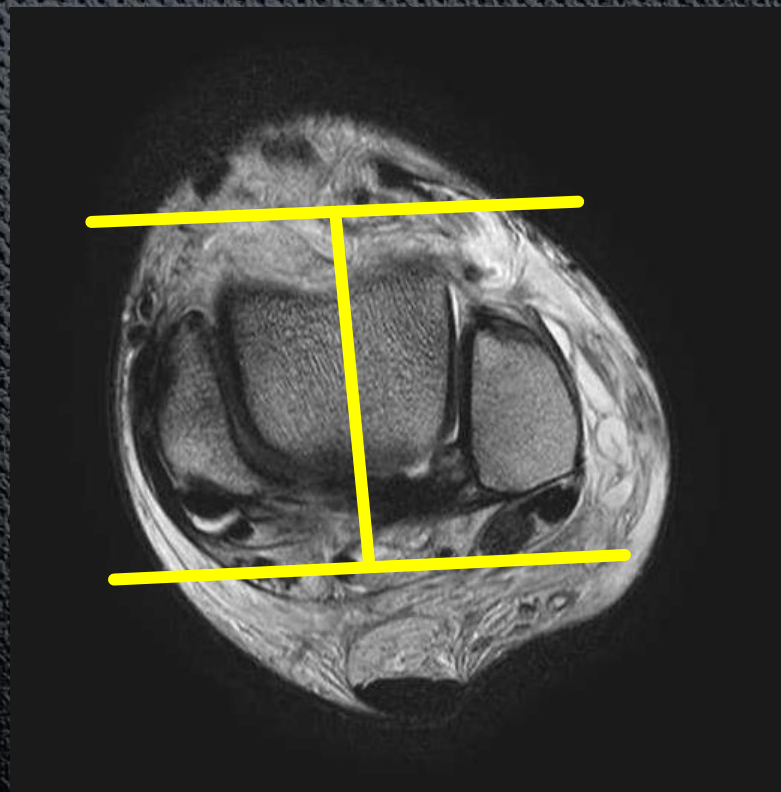
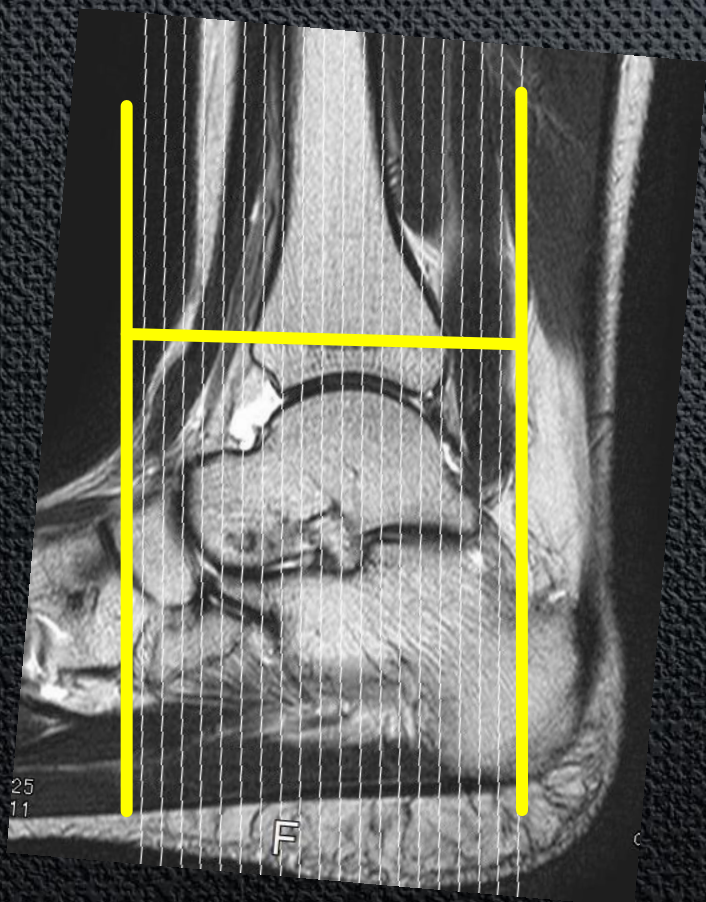
前距腓靭帯
三角靭帯
後距腓靭帯



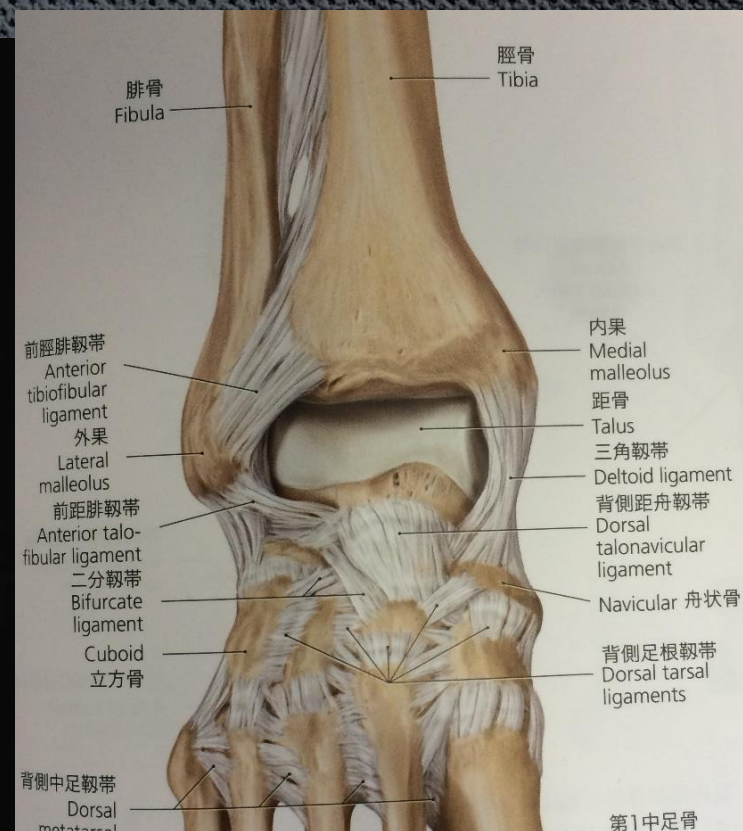
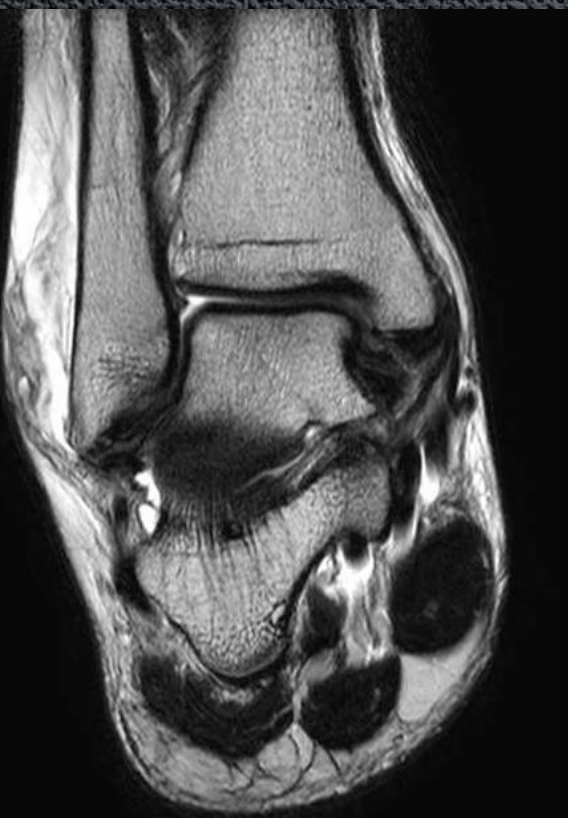
踵腓靭帯

骨の観察：脛骨・腓骨・距骨・踵骨・足根骨
筋・腱の観察：腓骨筋腱・後脛骨筋・長拇趾屈筋
靭帯の観察：前距腓靭帯・後距腓靭帯・踵腓靭帯・三角靭帯

COR計画



- 距骨を必ず全て含むように計画



骨の観察：脛骨・腓骨・**距骨**・踵骨・足根骨
 筋・腱の観察：腓骨筋腱・後脛骨筋・長拇趾屈筋
 靭帯の観察：前距腓靭帯・後距腓靭帯・踵腓靭帯・**三角靭帯**

検査目的別 シーケンス選択

骨・骨髄

T2WI

T1WI

脂肪抑制T2WI

靱帯・腱

T2WI

PDWI

脂肪抑制PDWI・T2WI



検査目的別
シーケンス選択

軟骨

T2WI・PDWI・T1WI

WATS

脂肪抑制PDWI・T2WI

軟部腫瘍・筋肉

T2WI

T1WI

脂肪抑制T2WI

骨・骨髄・筋肉・腫瘍

- T2WI・T1WI・脂肪抑制でアプローチ



- 原則観察しやすい方向で3シーケンス揃える。
- 骨髄浮腫の広がり炎症の程度などを評価
- 対象疾患
 - 距骨OCD・疲労骨折・変形性足関節症・三角骨障害
 - ガングリオン・その他腫瘍

靱帯・腱

- ルーチン+**PDWI** OR **脂肪抑制**で対応
 - 靱帯：TRSとCORで追加撮影
 - TRS：PD
 - COR：脂肪抑制
 - 腱：SAGとTRSで追加撮影
 - TRS：PD・脂肪抑制
 - SAG：脂肪抑制
- 靱帯・腱のMRI信号
 - すべてのシーケンスで低信号
 - 当院では靱帯損傷や腱内変性はPDWIを使用



軟骨

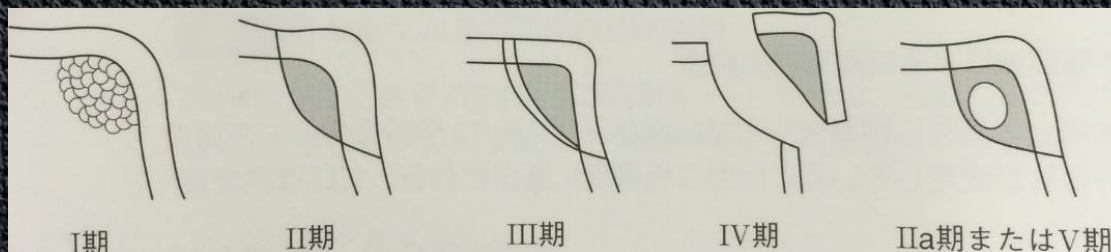
- 距骨滑車軟骨に対してアプローチ
- 基本的には骨・骨髄とアプローチ方法は同様
- T2WI・T1WI SAGにて距骨病変を認めた場合
 - **脂肪抑制SAG・COR追加**
 - WATSを追加することもある
- 距骨の軟骨損傷・損傷部の不安定性などの評価を目的とする



症例画像と実際の検査

距骨離断性骨軟骨炎（骨・骨髄＋軟骨）

- 発生機序
 - 捻挫による距骨と脛骨天蓋部との衝突
 - 非外傷性
 - 微細な外傷による距骨滑車の虚血 など
- Andersonの骨軟骨損傷（OCD）のMRI分類



- Stage I 軟骨下骨の骨挫傷（骨髄浮腫のみ）
- Stage II A（V） 軟骨下嚢胞
- Stage II B 骨軟骨片の不完全分離
- Stage III 骨軟骨片の転位の無い完全分離、分離部に液体あり
- Stage IV 骨軟骨片の転位のある完全分離

軟骨に対するアプローチ

- MRI
 - 軟骨の評価
 - 軟骨下骨の骨髄評価
 - 骨軟骨片の評価
- SAG T2WI T1WI 脂肪抑制
- COR T2WI 脂肪抑制



Stage II a

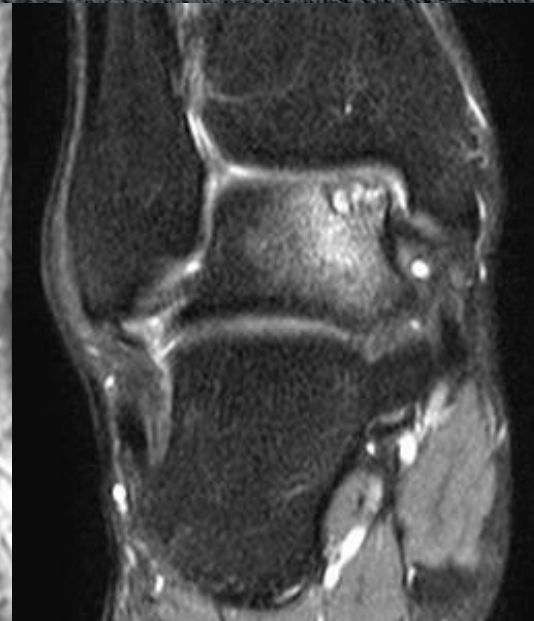
T2WI



T1WI

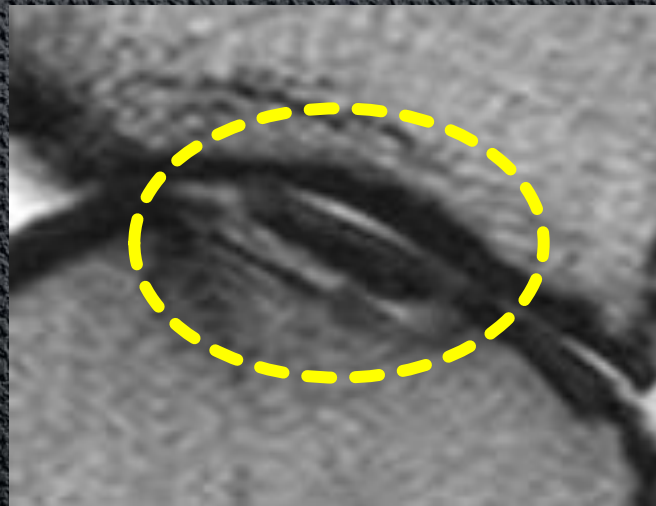


脂肪抑制



軟骨下骨の嚢胞および骨髄浮腫を認める

Stage III

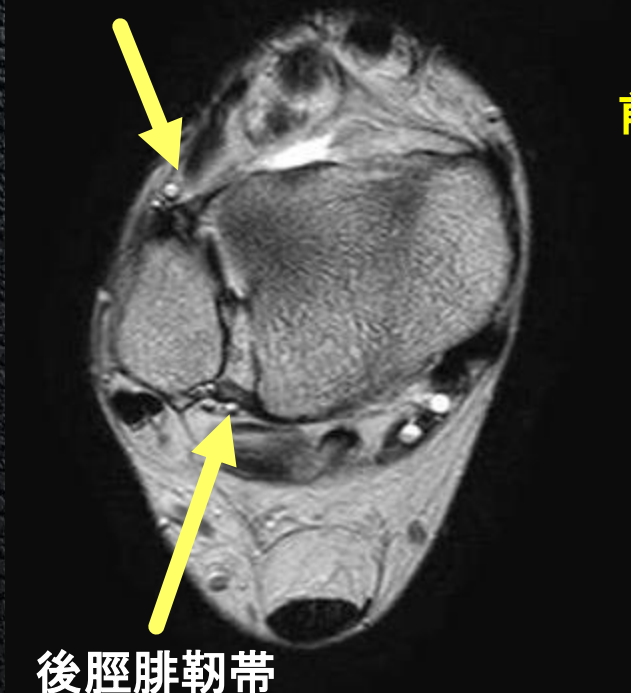


骨軟骨片の転位の無い完全分離、分離部に液体あり

靱帯損傷 (TRS)

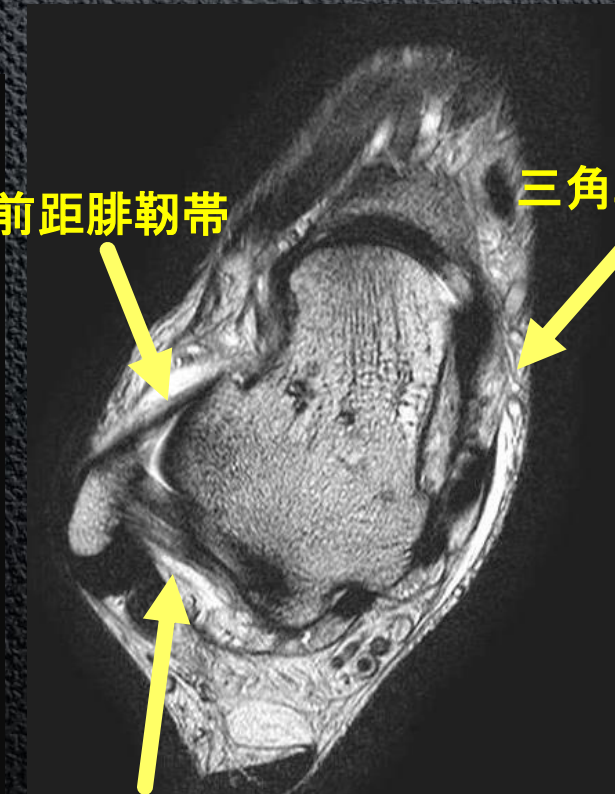
- 外側靱帯損傷 前距腓靱帯・後距腓靱帯・踵腓靱帯・前脛腓靱帯・後脛腓靱帯
- 内側側副靱帯 三角靱帯 (前脛距部・後脛距部・脛舟部・脛踵部)
- その他靱帯 骨間距踵靱帯

前脛腓靱帯



後脛腓靱帯

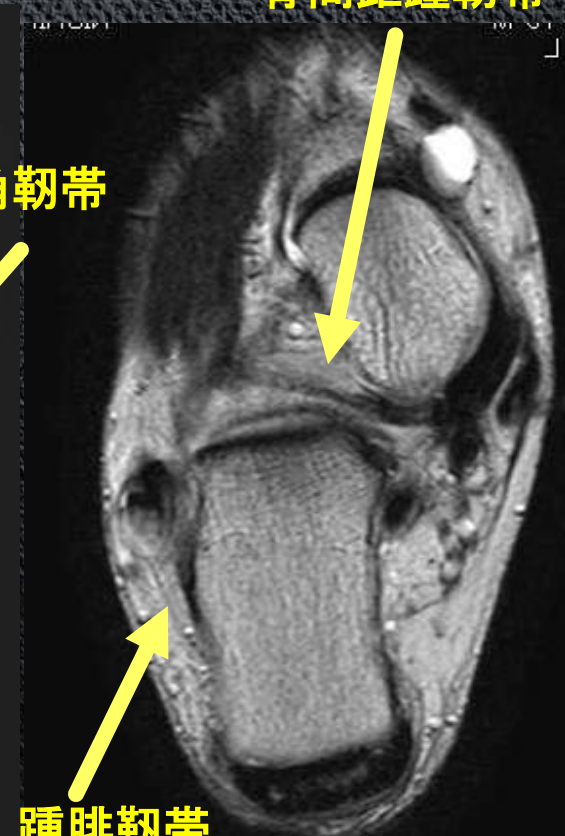
前距腓靱帯



後距腓靱帯

三角靱帯

骨間距踵靱帯



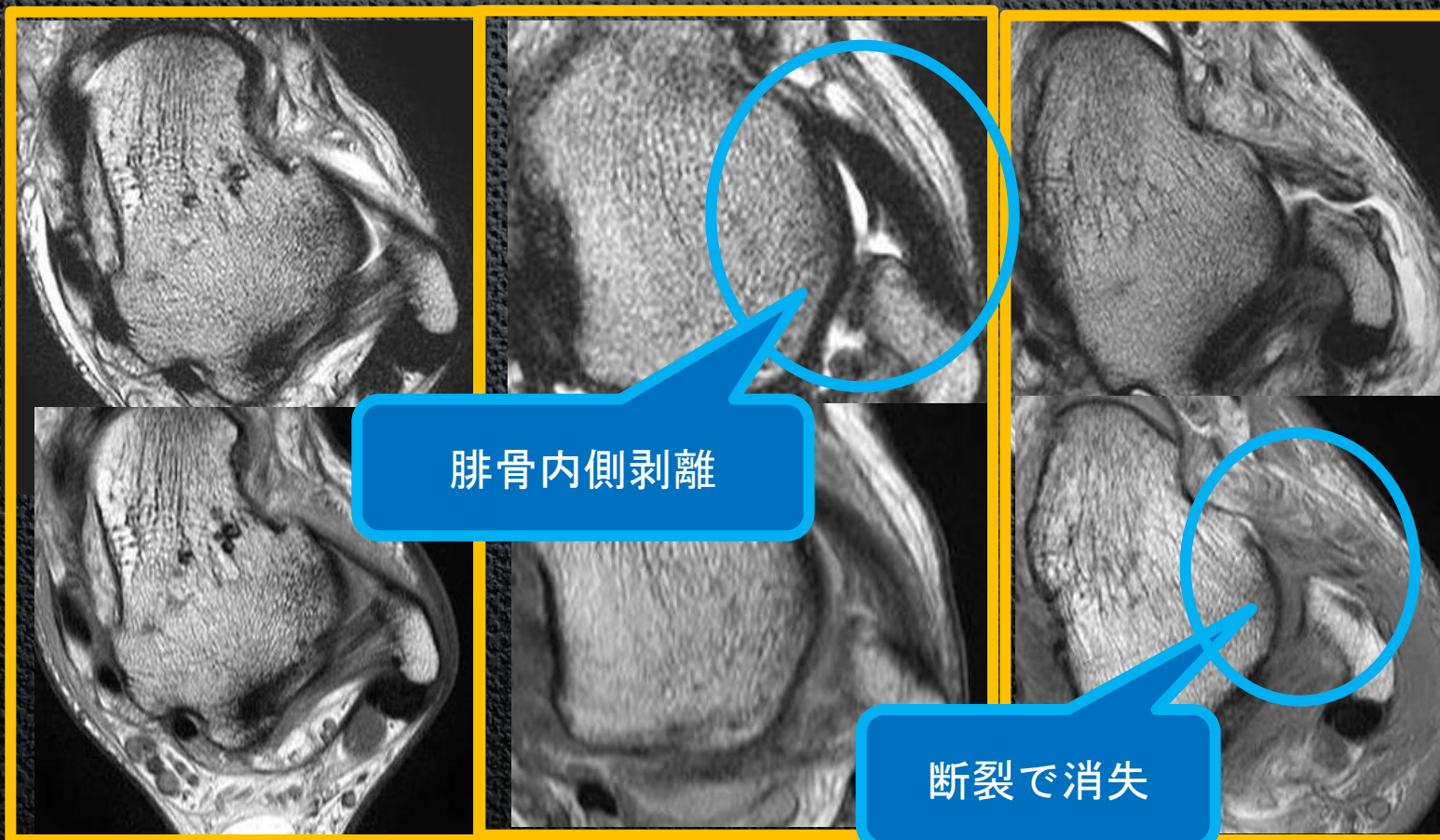
踵腓靱帯

前距腓靭帯損傷（靭帯）

- TRS:T2WI・PDWI（時間があれば脂肪抑制追加）

T2WI

PDWI



腓骨内側剥離

断裂で消失

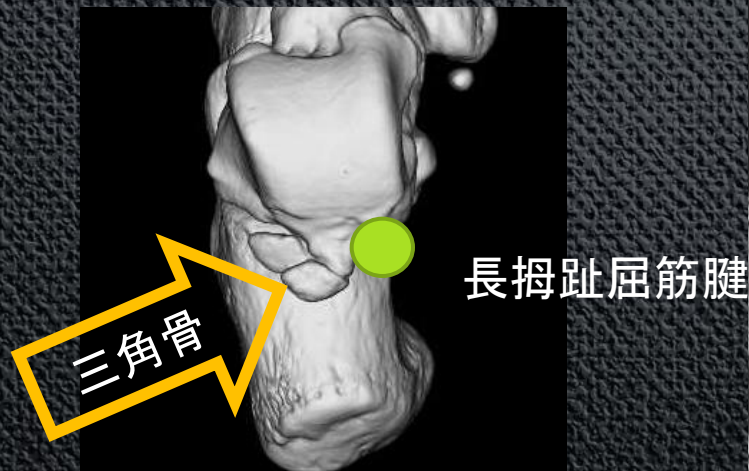
非断裂

部分断裂

断裂

三角骨障害（骨・骨髄＋腱）

- 副骨障害の一つであり、距骨外側後方に発生
- アキレス腱近傍の痛みを主訴とすることが多い



- 三角骨の障害と長拇趾屈筋腱の障害の診断を目的
 - 三角骨の骨髄浮腫・癒合不全
 - 脛骨と踵骨によるインピンジメント
 - 長拇趾屈筋腱と三角骨のインピンジメント
 - 長拇趾屈筋腱腱鞘の液体貯留

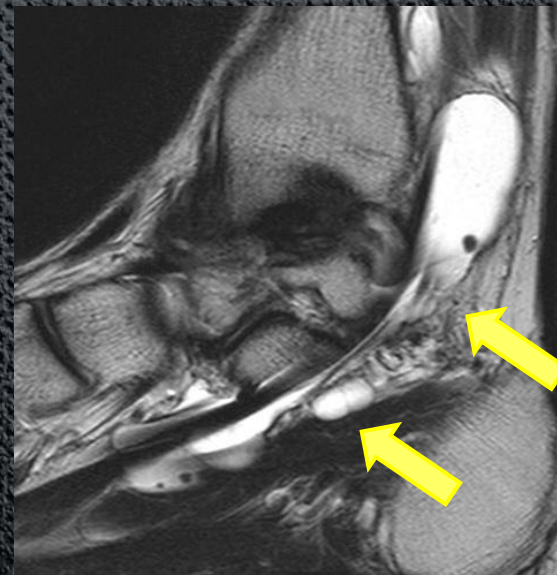
三角骨障害（骨・骨髄＋腱）



三角骨の骨髄浮腫



三角骨下及び周囲の液体貯留
脛骨インピンジメント

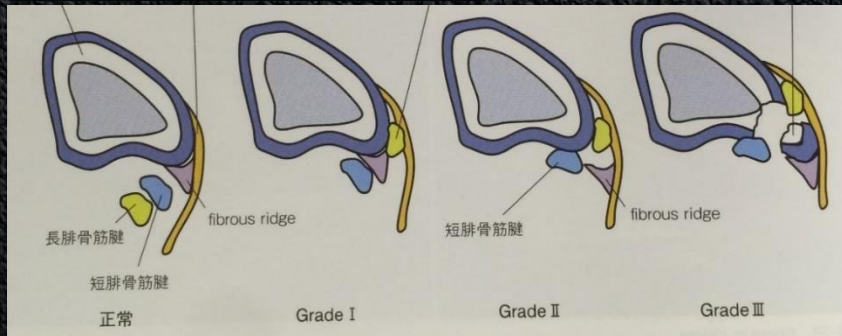
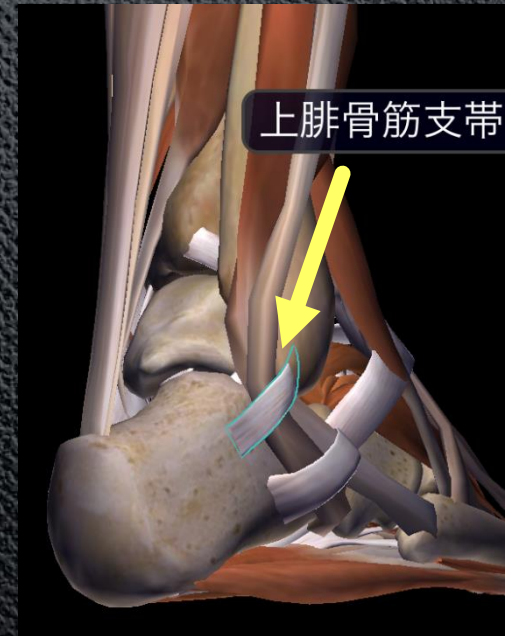
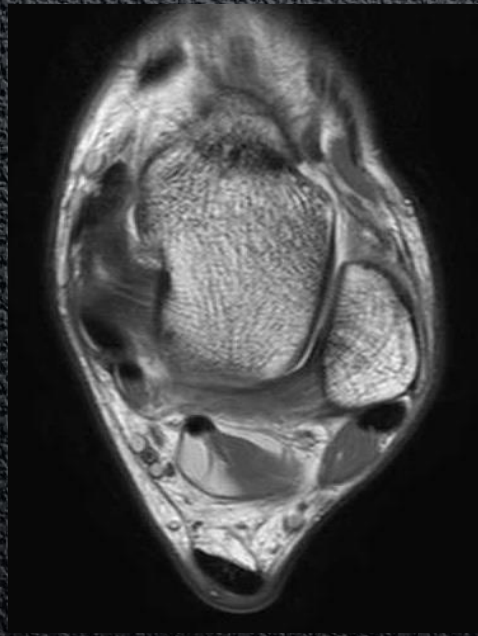


長拇趾屈筋腱腱鞘の
液体貯留

SAG **T2WI・脂肪抑制**が必要

腓骨筋腱脱臼 (骨・骨髄+腱)

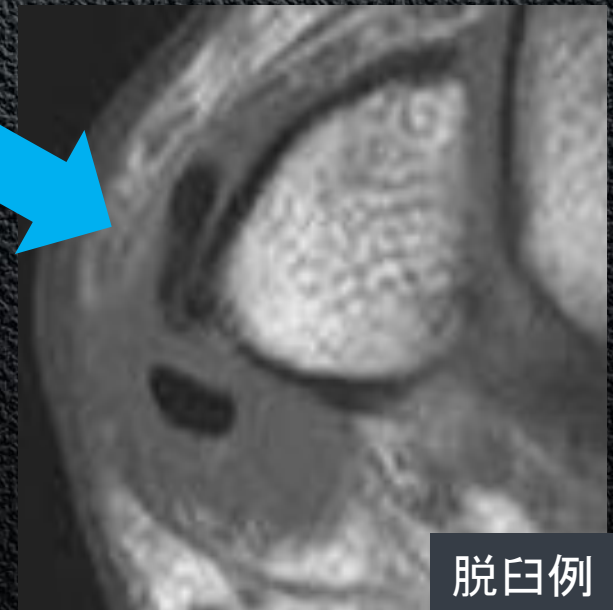
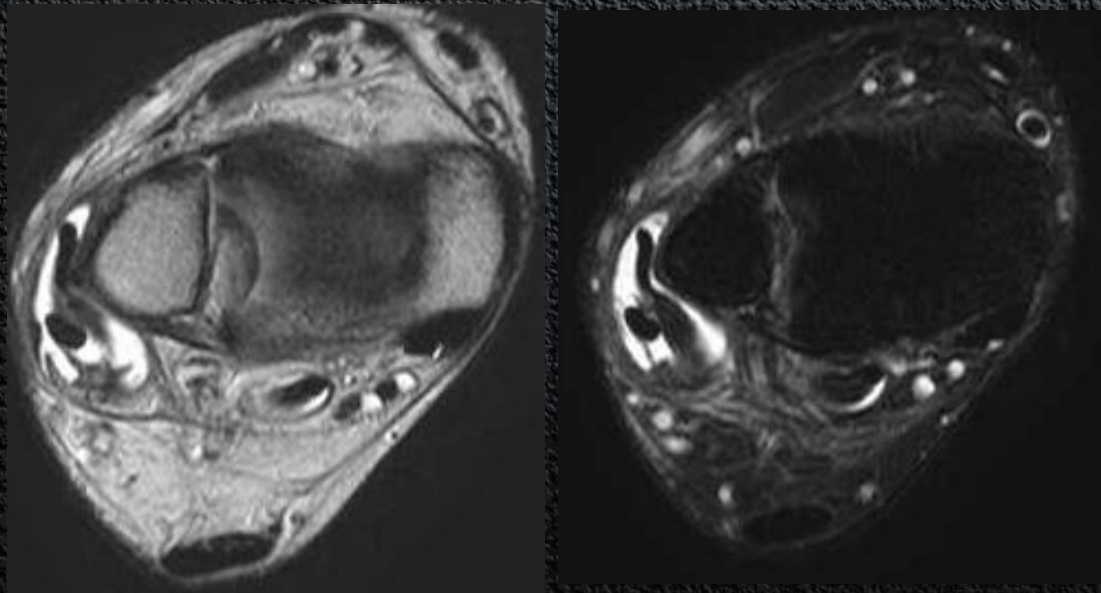
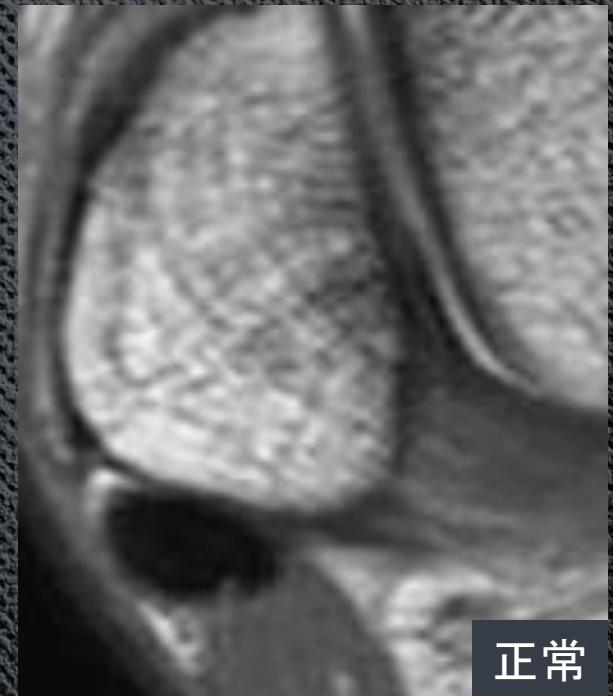
- 腓骨筋腱が外果背側に存在する腓骨筋腱溝から腓骨外側へ外れる症状
- 長腓骨筋腱の脱臼がほとんどで、大部分が腓骨筋支帯損傷が原因とされる。




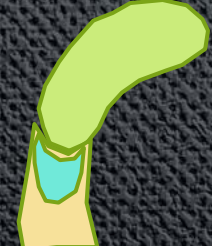

腓骨筋腱脱臼の分類(EckertとDavis)

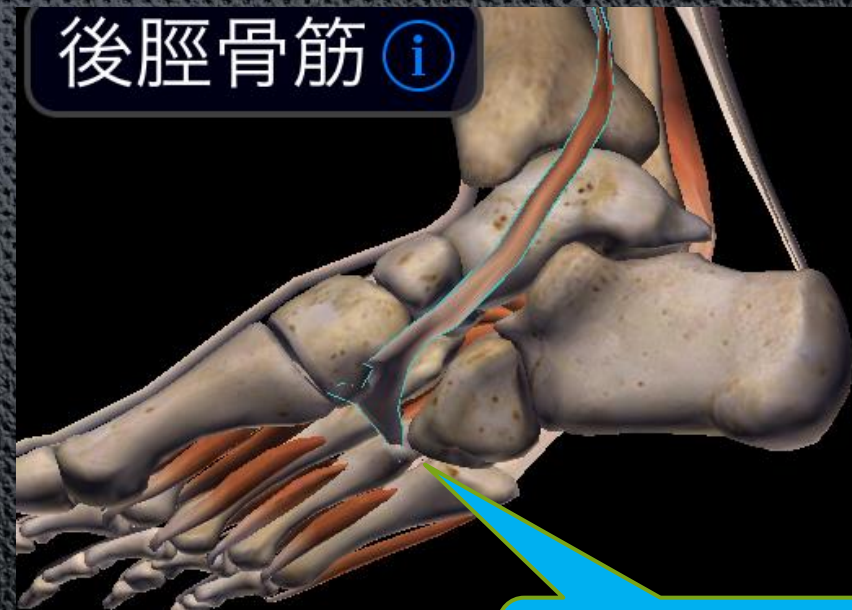
腓骨筋腱脱臼

- PDWI・脂肪抑制のTRSを追加
- 腓骨筋腱の位置・液体貯留・損傷の評価



外脛骨障害（骨・骨髄＋腱）

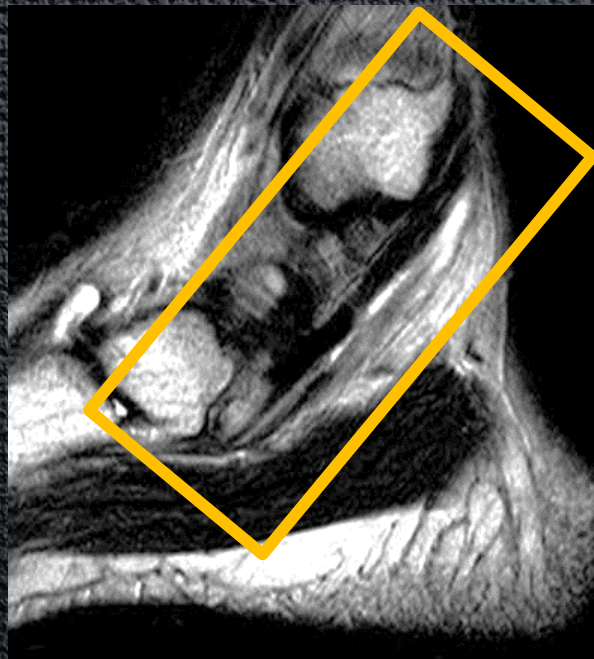
<p>Type1</p>	<p>外脛骨が小さく舟状骨から分離して後脛骨筋腱の中に含まれる。</p>	
<p>Type2</p>	<p>大きくて舟状骨粗面と繊維製または繊維軟骨性に結合して付着部の一部となる。</p>	
<p>Type3</p>	<p>舟状骨と癒合して外脛骨は突起状になる。</p>	



Veitch分類

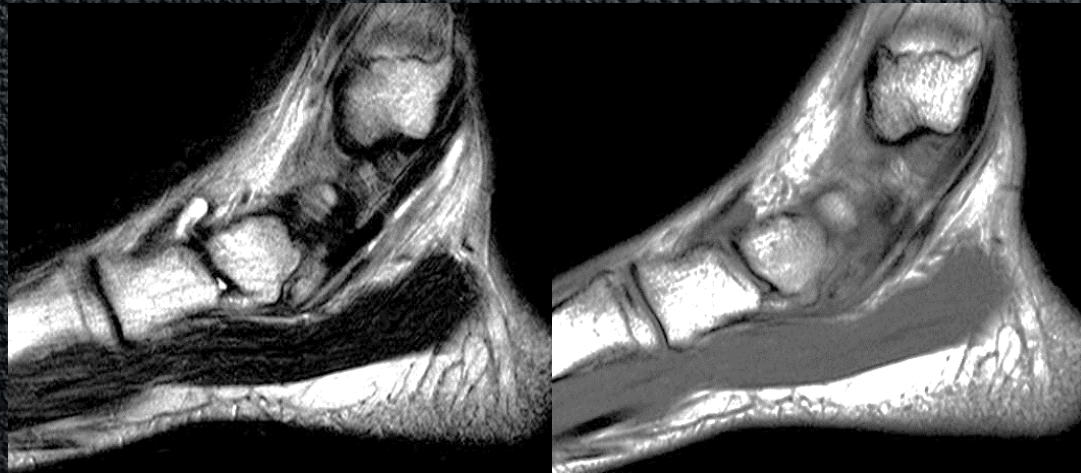
- 後脛骨筋の一部が舟状骨に停止するためにその牽引力や骨自体の膨隆の為に有痛性外脛骨という病態になる
- VEITCH分類TYPE I・II・III型に分類され頻度はTYPE IIが多い
- MRI像で後脛骨筋腱の腱鞘炎・舟状骨の骨髄浮腫などを観察する。

外脛骨障害



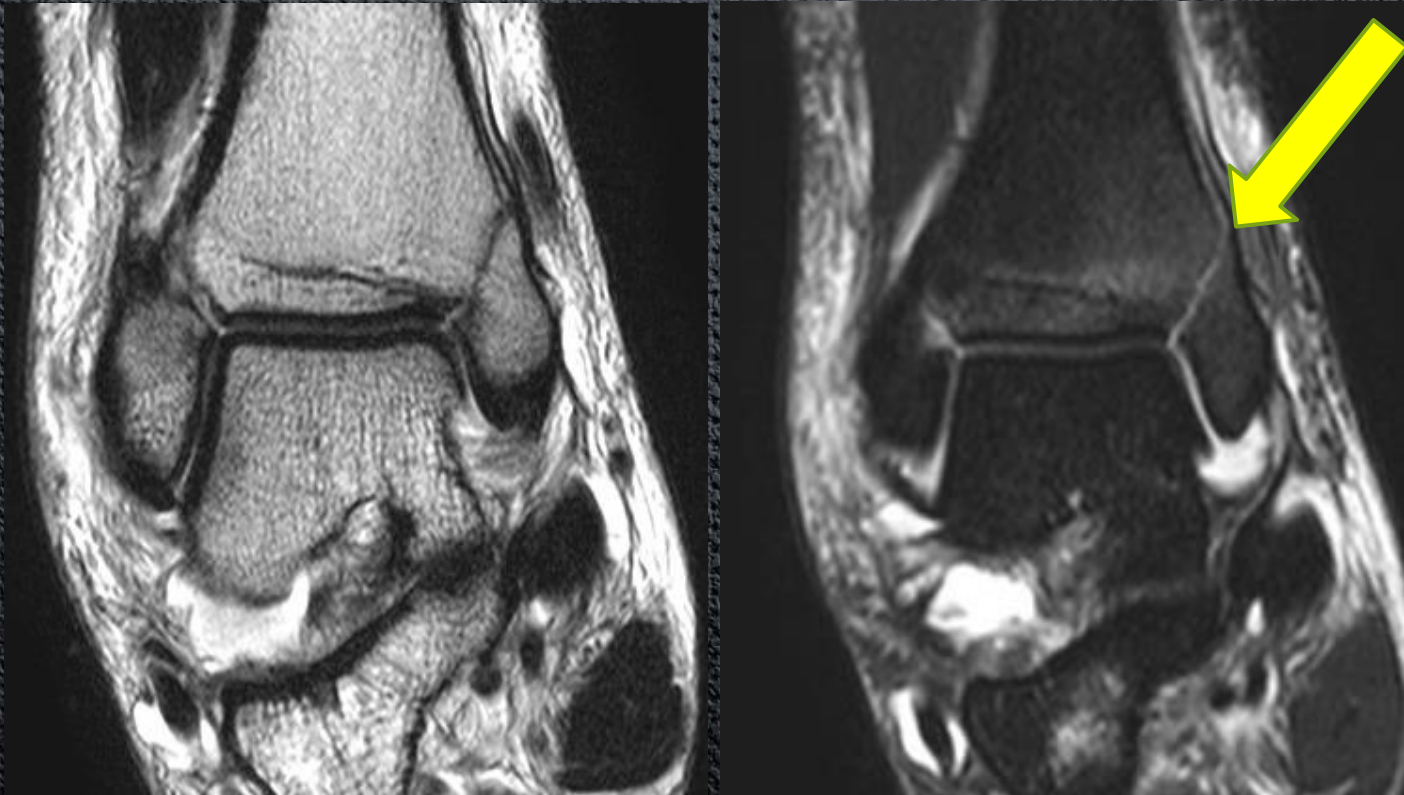
- SAGを最優先として撮像し、後脛骨筋と舟状骨を描出
 - T2WI・T1WI・脂肪抑制・（PDWI）
- その他の方向では舟状骨を十分に含むように計画

外脛骨障害 (TYPE II)



- 外脛骨と舟状骨に骨髄浮腫及び液体貯留を認める

脛骨疲労骨折（骨・骨髓）

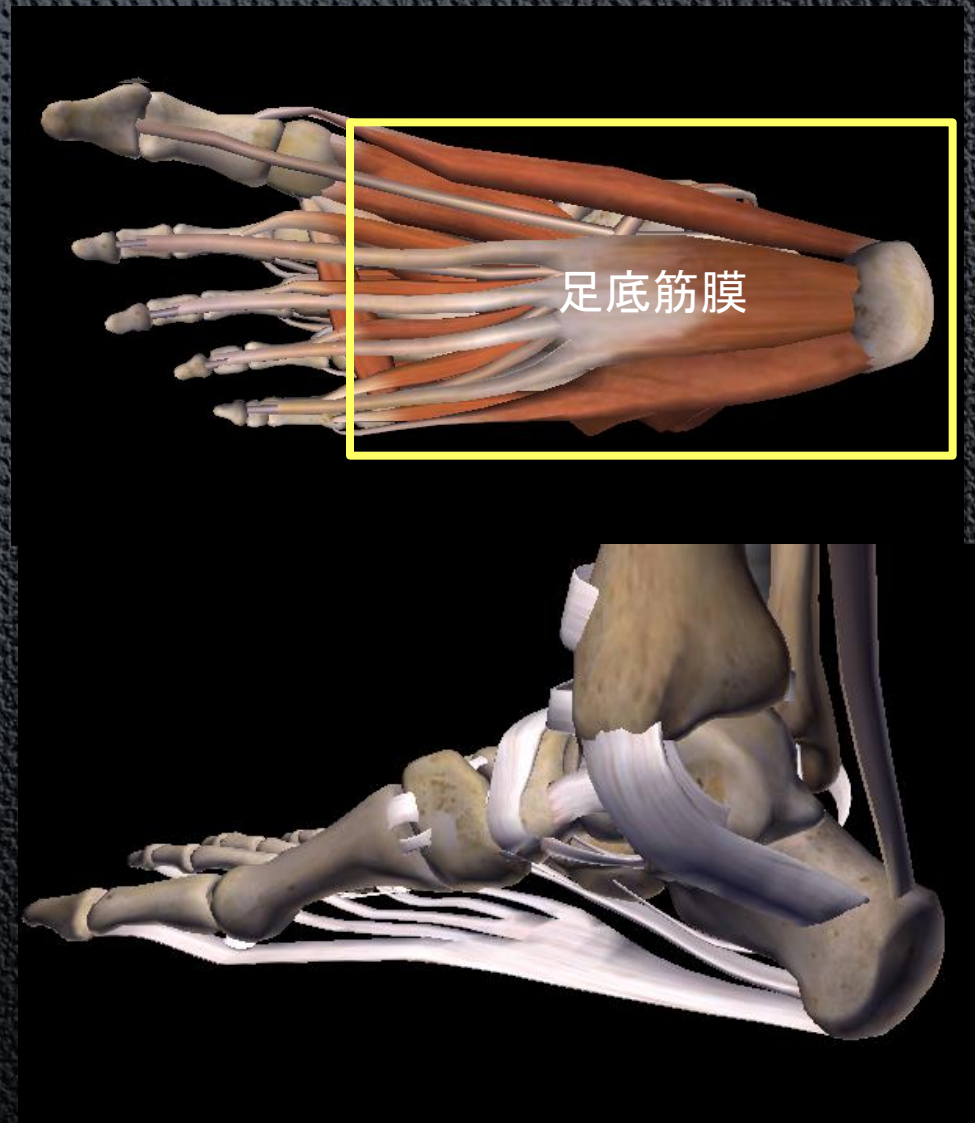


- COR T2WI・(T1WI)・脂肪抑制で評価
- 脛骨内果部に骨折線が観察できる (→)
- 周囲の骨髓浮腫や炎症も評価する

足関節以外のルーチン検査

足底筋膜(腱膜)炎ルーチン

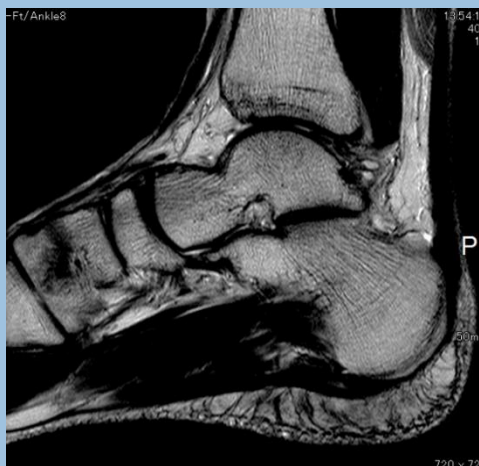
- 足底筋膜炎
 - 踵骨の骨棘生成
 - 足底腱膜の炎症
 - 足底部の蜂窩織の炎症
- 発生機序
 - スポーツなどによる使い過ぎ
 - 歩き過ぎや新しい靴に変更
- 原因
 - 足部アーチの形成の阻害
 - 足底腱膜の障害
- 治療方法
 - 当院では衝撃波による治療



足底筋(腱)膜炎ルーチン

足底筋膜：腱組織の為、T2WIとPDWIで構成する

SAG



T2WI

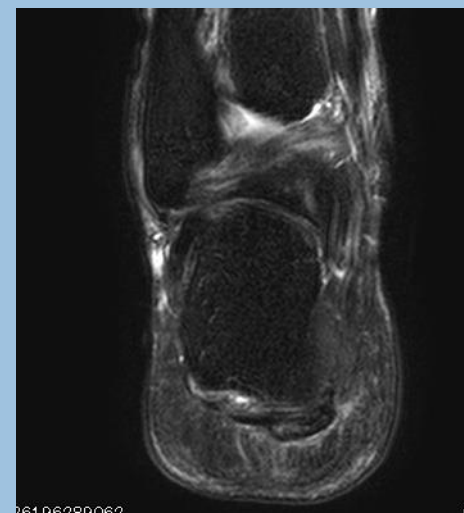


PDWI



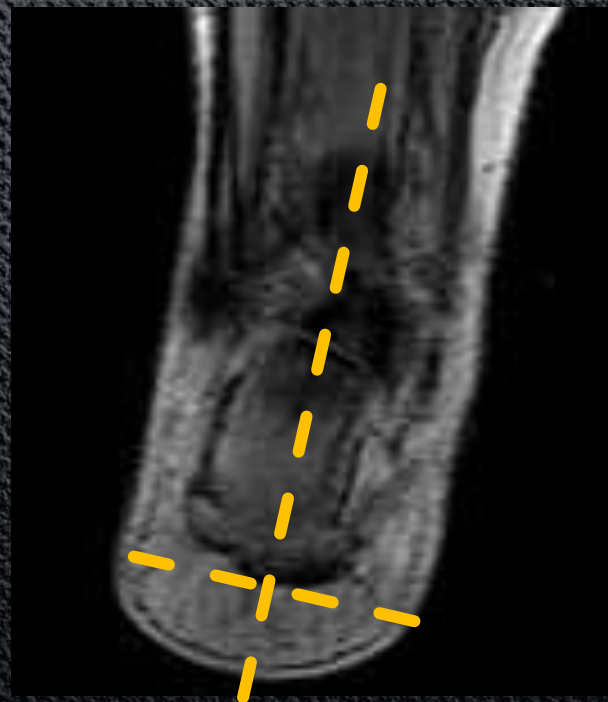
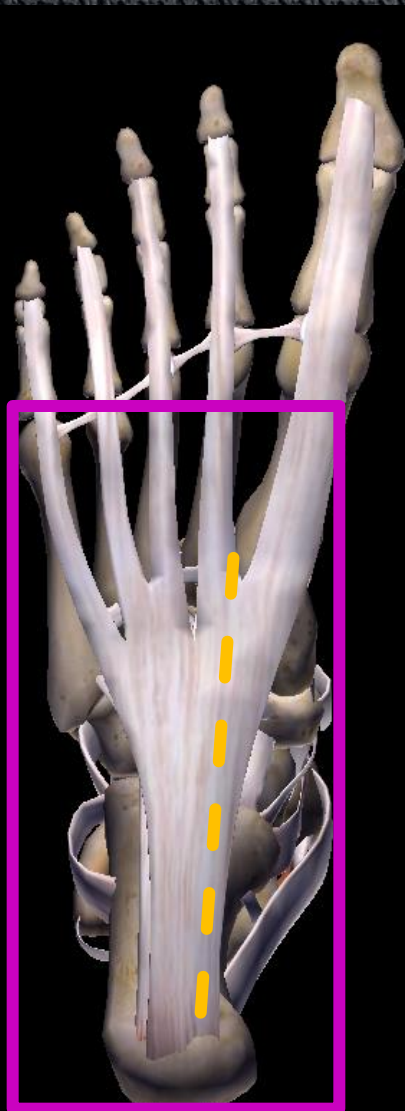
脂肪抑制PDWI

TRA



SAG計画

- FOV : 160mm Slice : 20 Thickness : 3mm

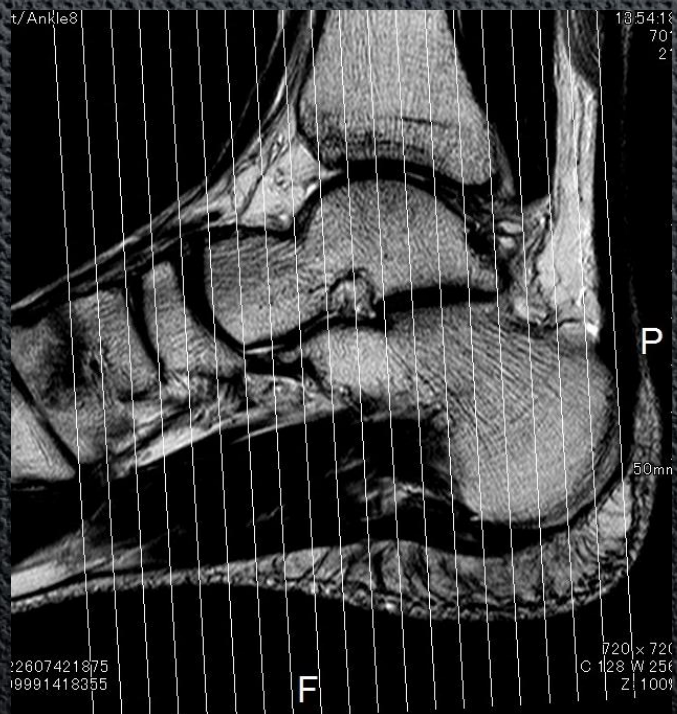


- 足底内側縁にほぼ平行に角度を調整
- 足底筋膜の走行に対して計画をする

TRA計画



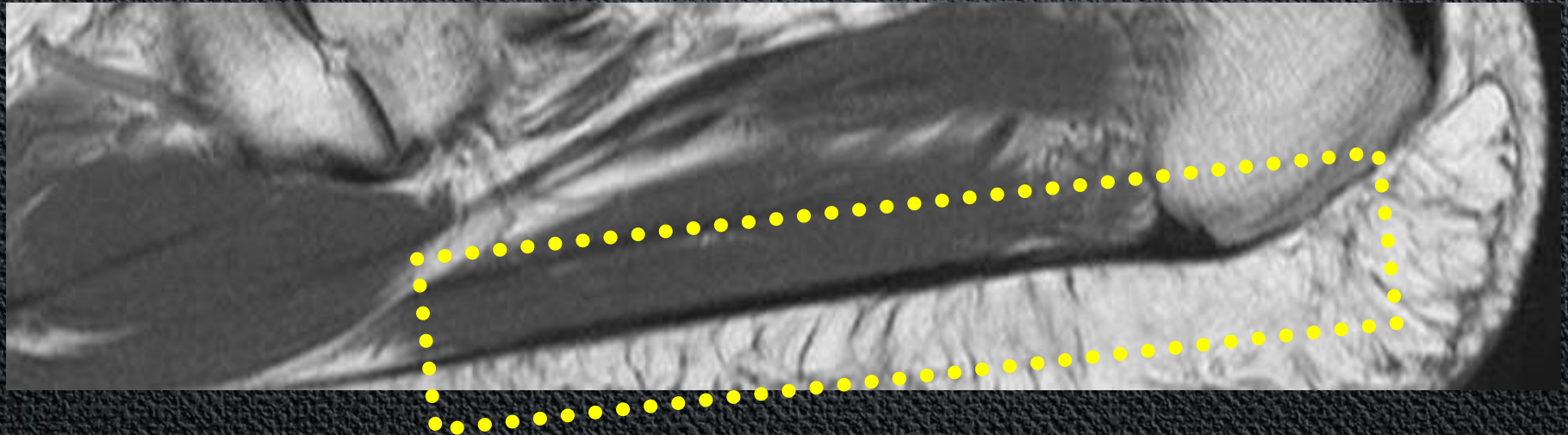
- FOV : 160mm Slice : 22 Thickness : 5.5mm
- 足部に対してのTRS像



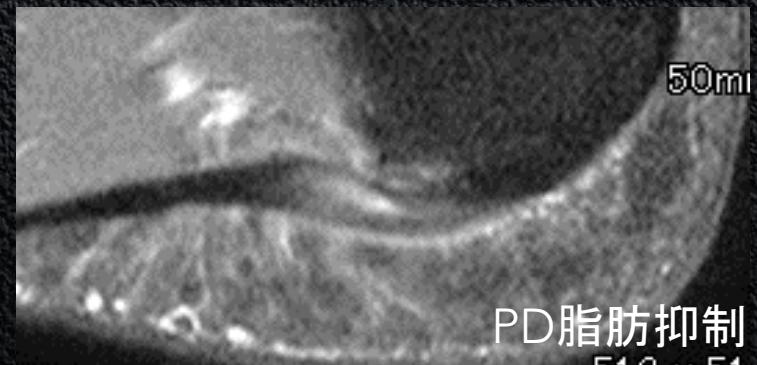
- 得られたSAGに直行するように計画
- 踵骨後縁から拇趾中足骨基部付近まで

足底腱膜のMRI信号

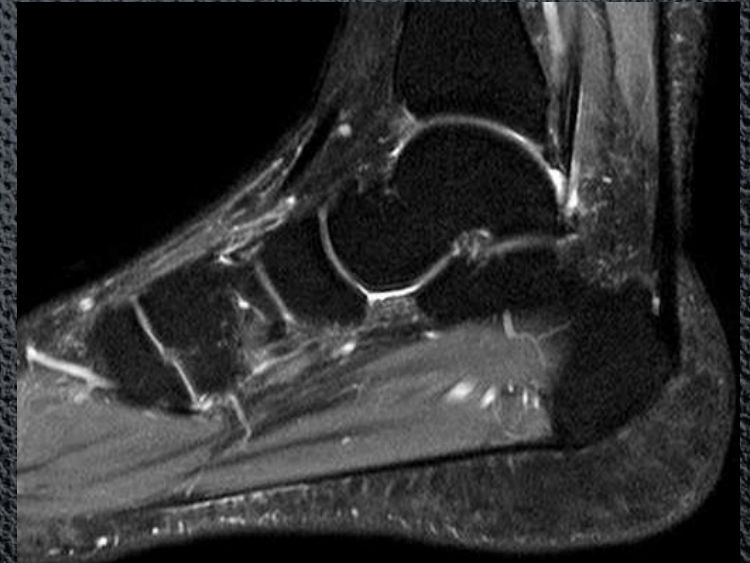
- 正常例ではすべてのシーケンスで低信号で描出される。



- 脂肪抑制は微細な足底腱膜内の輝度変化を描出するためにPD脂肪抑制



画像診断



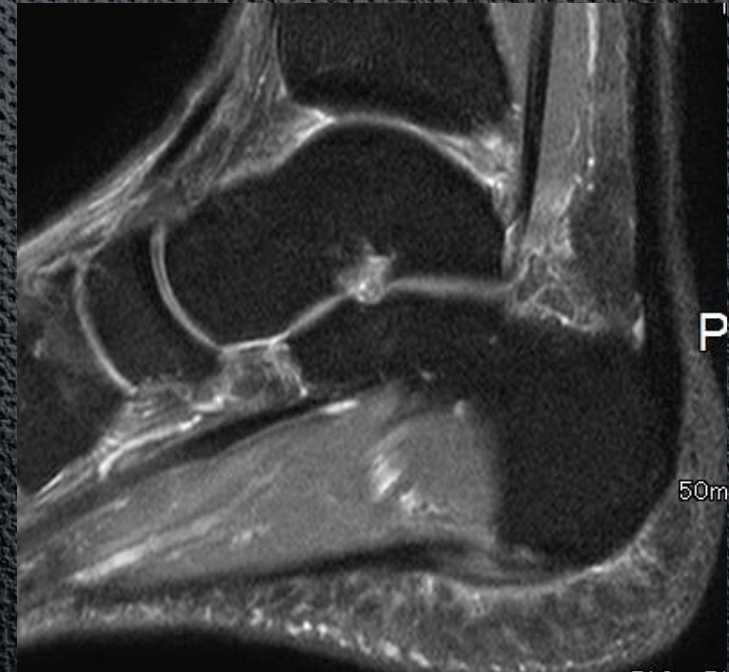
- 踵骨XP

- 立位荷重位撮影
- 足底アーチの観察
- 踵骨部の骨棘などの診断

- MRI検査

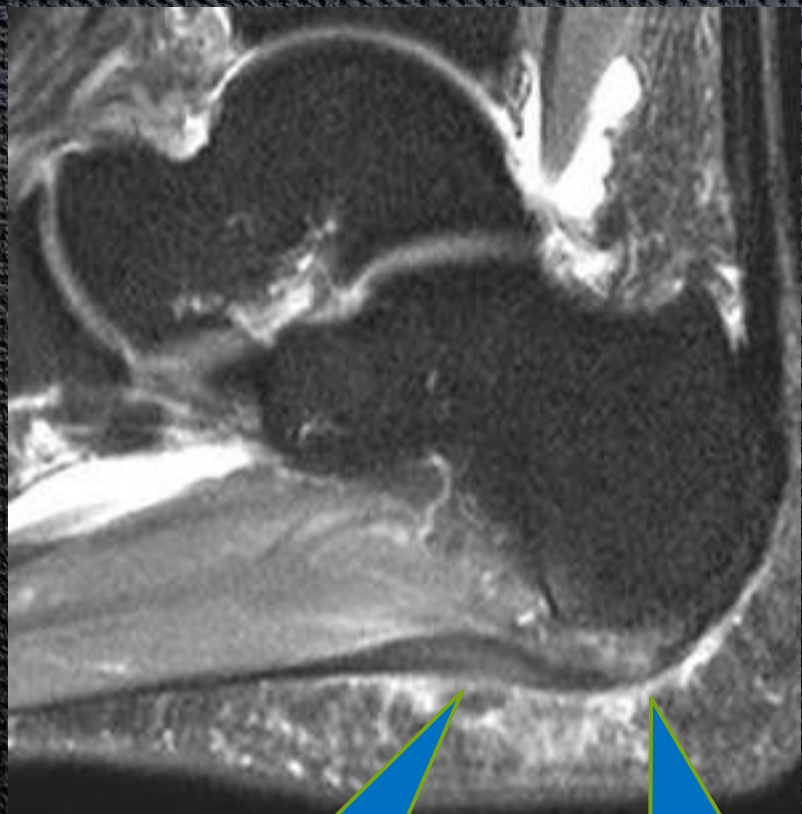
- 足底筋膜及び周辺組織の診断

MRI診断

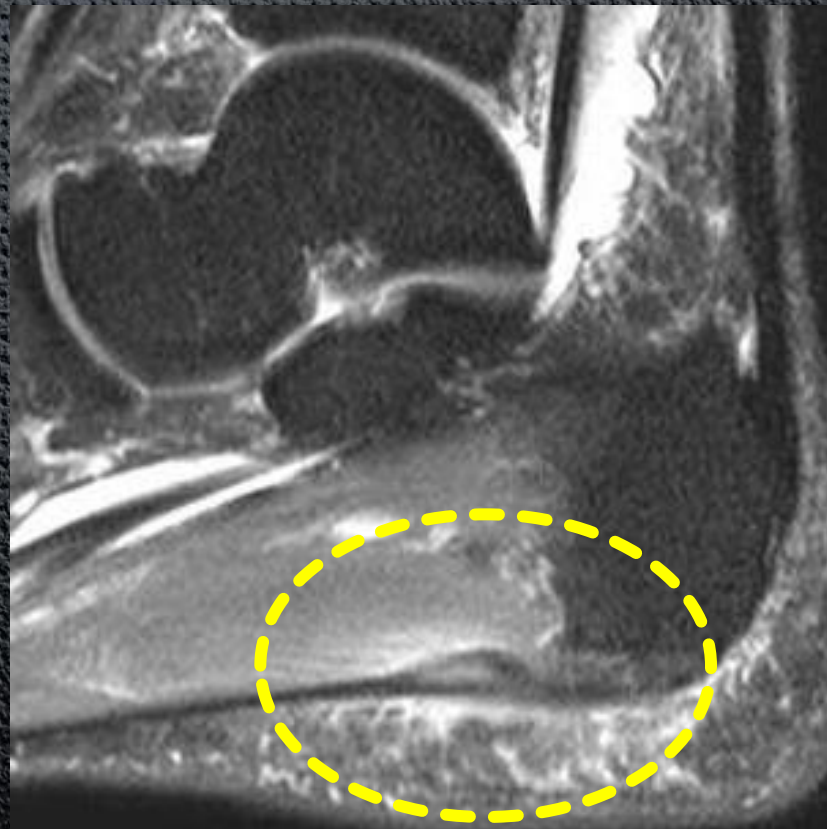


- 靭付着部の肥厚
- 踵骨付着部の髄内輝度変化
- 靭の肥厚・結節形成
- 靭周囲の炎症
- 靭内の炎症

腱内変性・骨髄浮腫



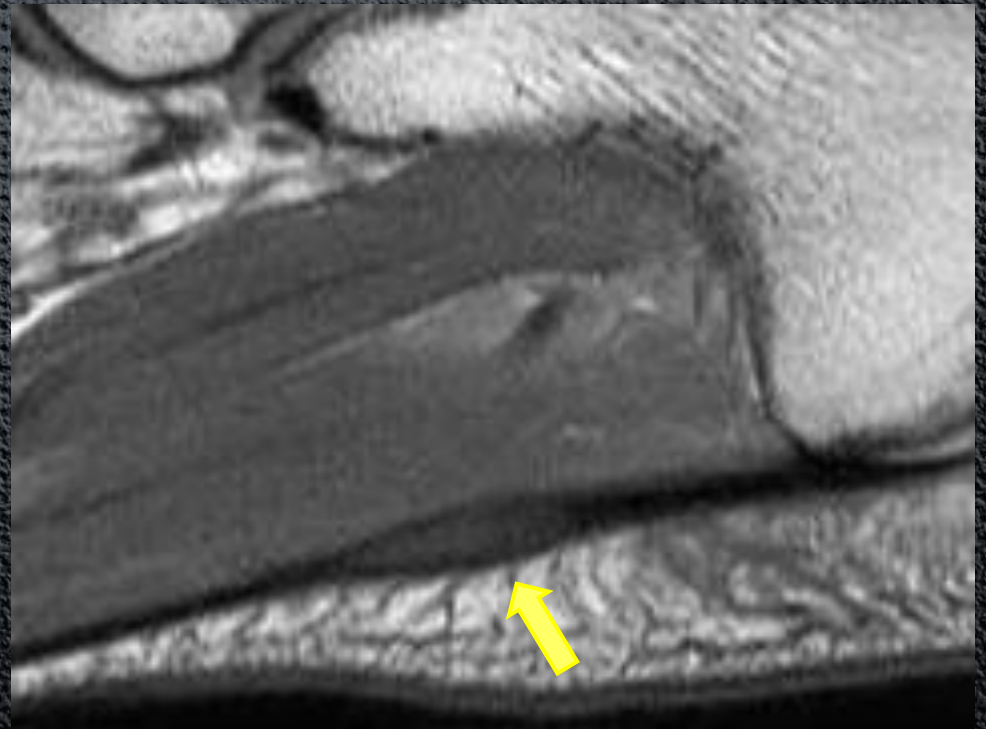
足底腱膜の肥厚



踵骨付着部の
骨髄浮腫

足底筋膜周辺組織の炎症

結節形成



- 踵骨よりやや遠位に形成された結節 (➡)
- 腱膜内の輝度変化を認める

アキレス腱炎・付着部炎ルーチン

SAG



T2WI

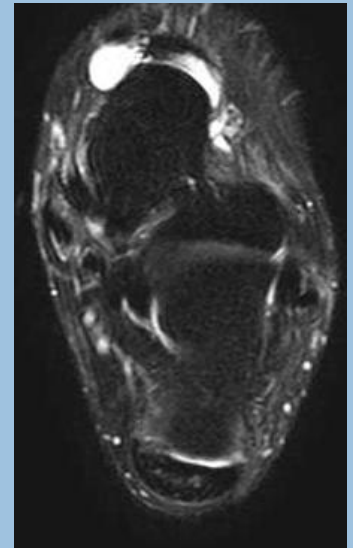
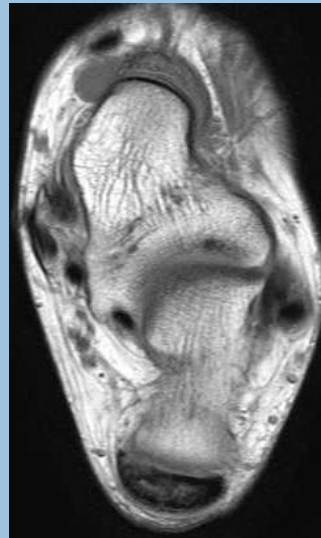
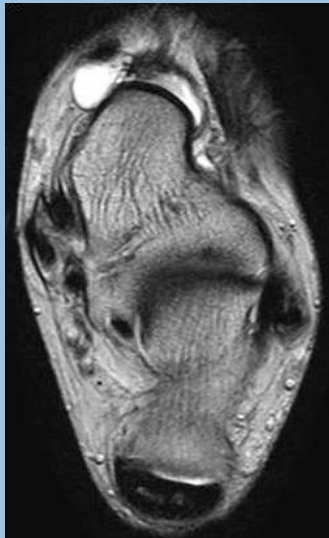


PDWI



脂肪抑制

TRA

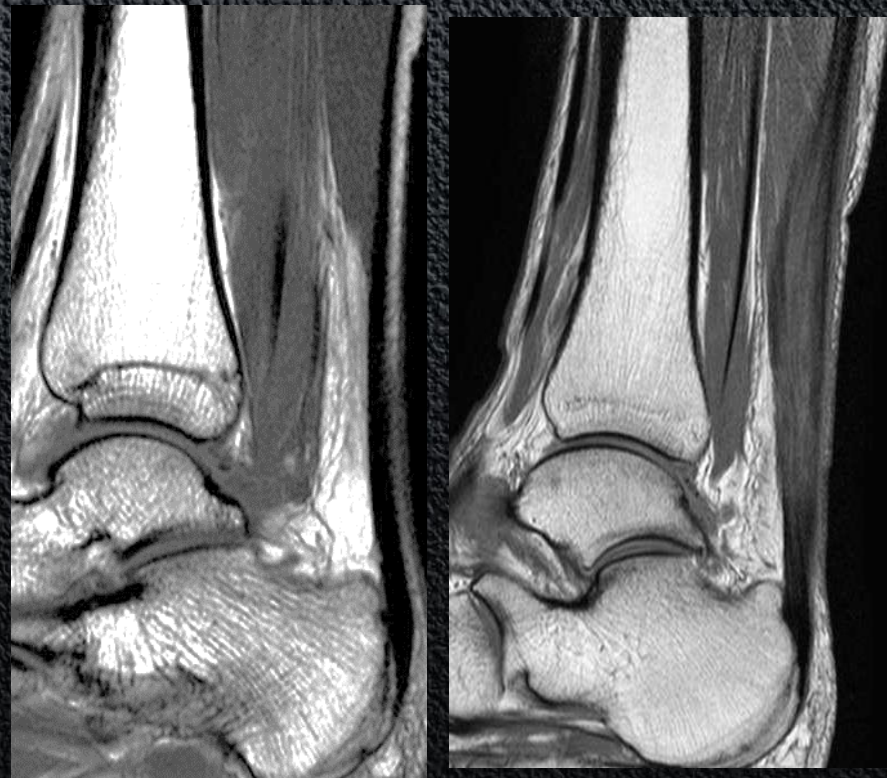


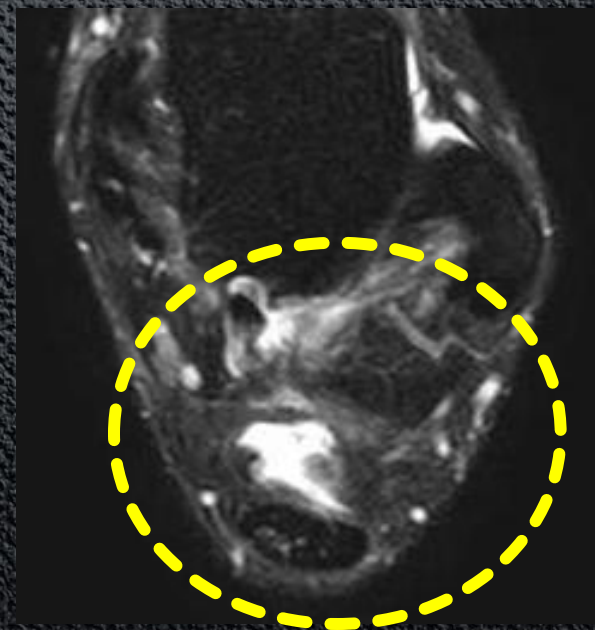
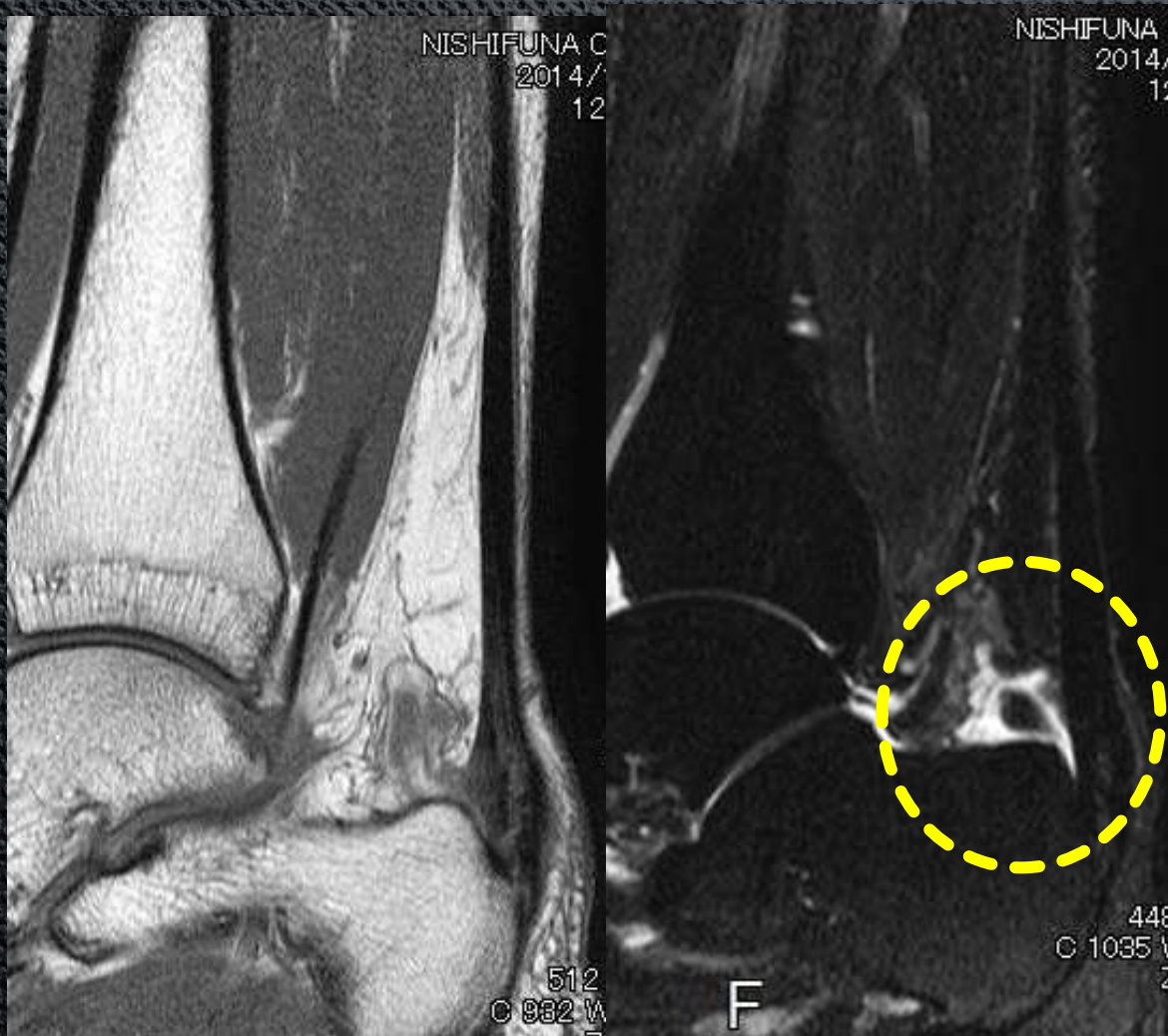
アキレス腱症・周囲炎・付着部炎

- アキレス腱に繰り返し加わる外力で小さな損傷を繰り返すことで発生
- 炎症や負荷により、肥厚や周囲の炎症を起こす。

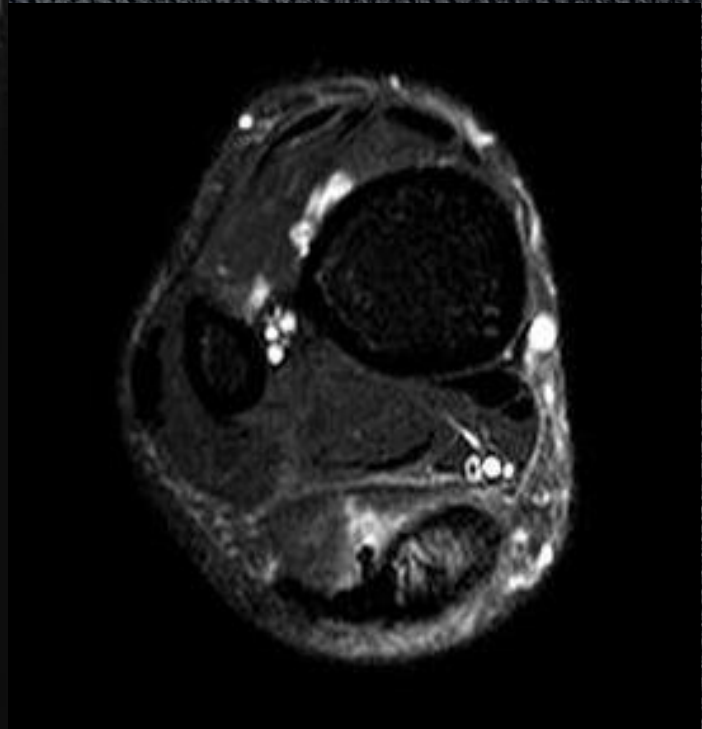
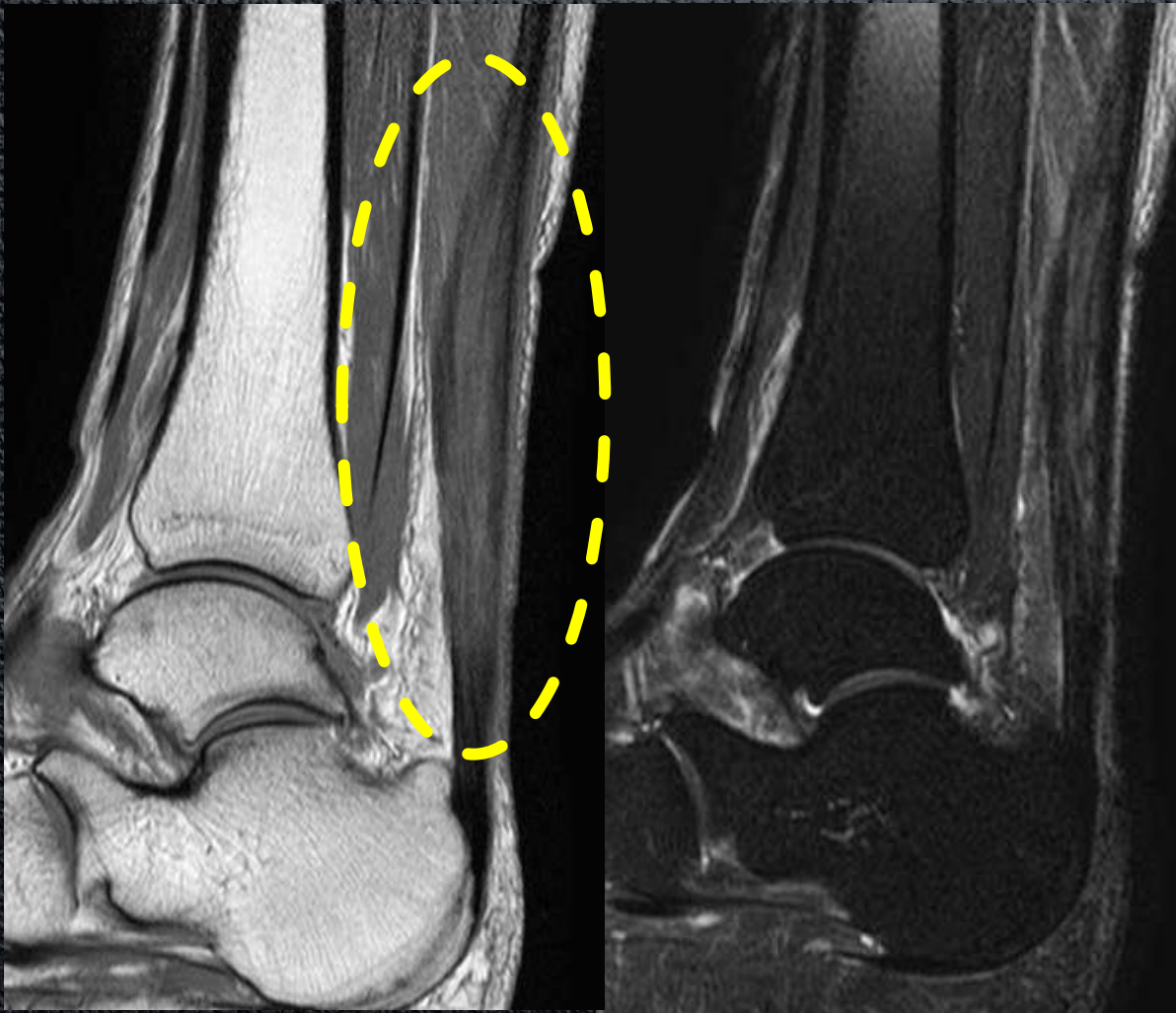
- MRI検査目的

- アキレス腱付着部の炎症
- アキレス腱周囲の炎症
- アキレス腱部の膨隆





付着部の肥厚・炎症・液体貯留



アキレス腱 腱実質の膨隆

足部・足趾のMRI

足部・足趾MRI

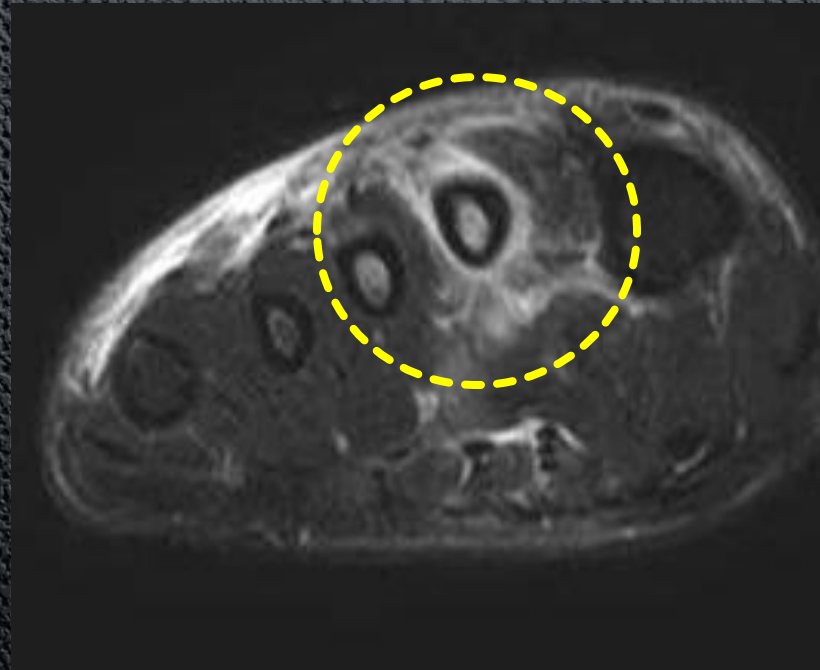
- 当院では基本的に決まったルーチンなし
- T2WI・T1WI・脂肪抑制で3R
 - 疲労骨折・種子骨障害・炎症性疾患
 - フライバーグ病・モートン病など

足部疲労骨折

- 病態は微細な外力が同じ部位に繰り返しかかることで骨の損傷が起こり損傷する。
- 頻度の高い部位
 - 足根骨（舟状骨疲労骨折）
 - 中足骨（第2～第5中足骨）



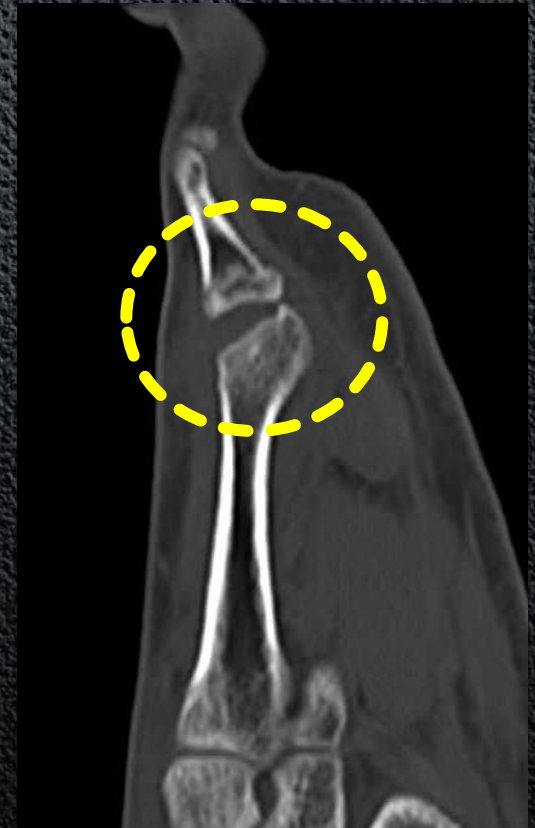
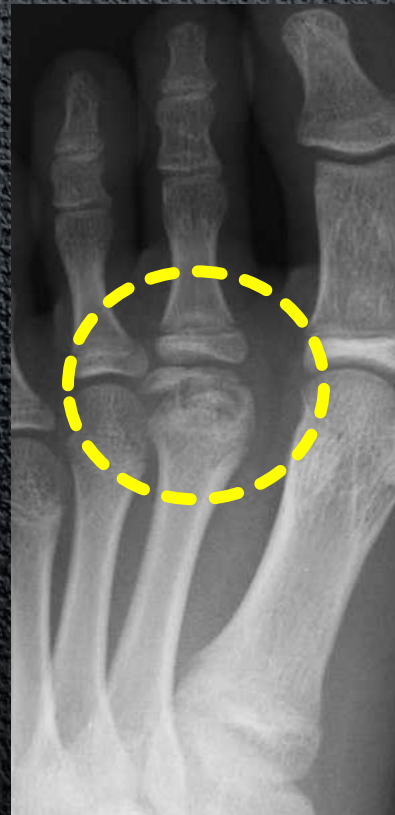
中足骨疲労骨折

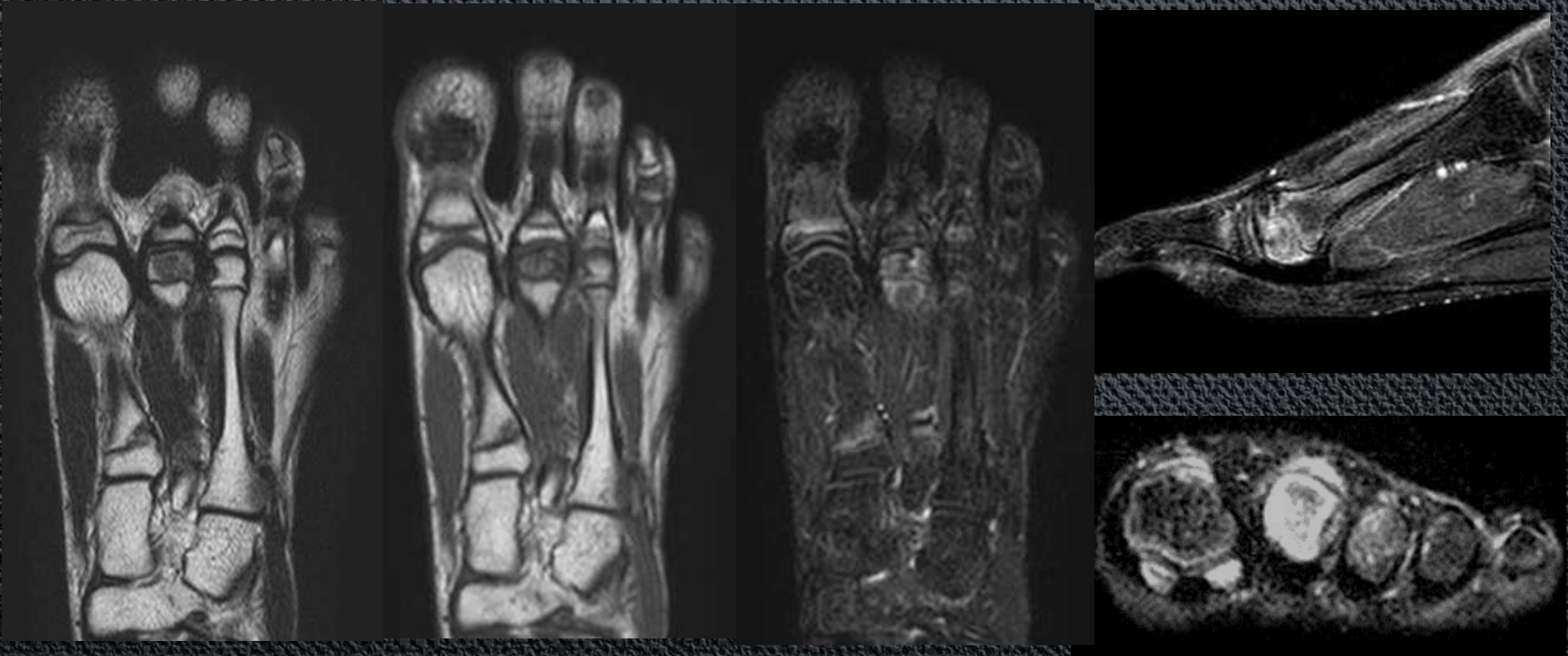


- 疲労骨折のみではなく周辺組織の炎症も見するため
 - MRIでは骨折部に対し3方向を撮像する。
 - 脂肪抑制はTRSを含む2方向撮像

フライバーグ病

- 第2・3中足骨骨頭に発症しやすい病変
- 骨頭の扁平化・軟骨下嚢胞・遊離体などが特徴



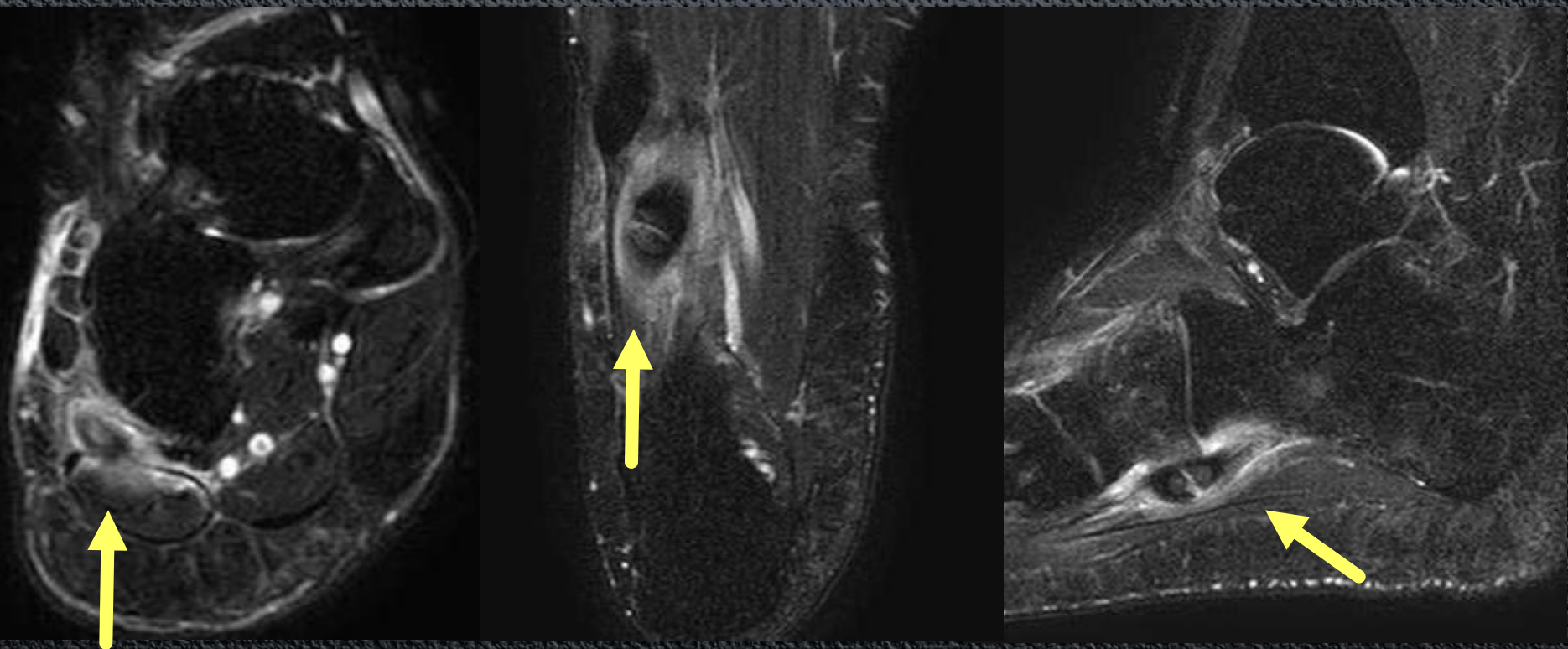


- 第2中足骨骨頭部に発症した症例
- 関節面の軟骨評価
- 骨髄浮腫・周囲組織の炎症
- 3方向9シーケンスでの対応

Os peroneum障害

- 立方骨下に存在する種子骨の一種である
- 長腓骨筋腱に発生する
- 種子骨の骨折や障害により有痛性となる場合がある





- 種子骨の骨折・骨髄浮腫と周囲の炎症を認める。
- 本症例では3R9シーケンス撮像した

まとめ

- 当院のMRI検査について紹介させていただきました。
- 骨・骨髄性疾患ではT2WI・T1WI・脂肪抑制
- 靭帯・腱ではPDWI・脂肪抑制
- 軟骨ではSAG・CORに脂肪抑制
- 足部の疾患では3方向を撮像
- 疾患・パターンに合わせて適宜追加シーケンスを検討しておくことが必要

足の画像診断

Imaging of the
Foot and Ankle

小橋 由綾子



メルク・ヘルマン・エンターテインメント

参考文献

足の画像診断：著 小橋由綾子

ご静聴ありがとうございました。