

「自動断面設定を用いた膝関節MRIにおける再現性の検討」

埼玉医科大学病院 若林 将希

1. 背景・目的

膝関節MRI撮影の経過観察において高い再現性で撮影を行うことは重要である。しかし、撮像断面の設定は経験や知識などに影響され、診療放射線技師によってバラツキが生じる。

膝関節MRIの自動断面設定を行うソフトウェアを用いた検討は少ない。そこで本研究ではPHILIPS社製MRI装置3.0 T Elitionに搭載されているSmart Examを用いて、膝関節MRI撮像断面における再現性について検討を行った。

2. 方法

本研究方法の流れを臨床現場の流れとともに下記のフローチャートに示す（図1）。

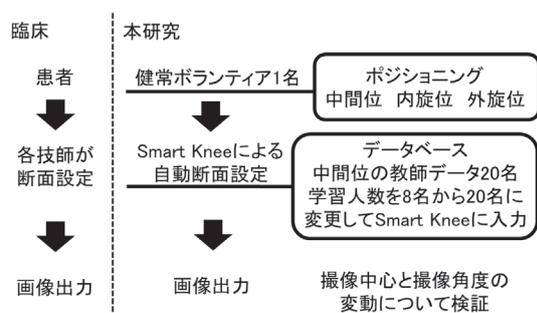


図1. フローチャート

2-1. Smart Exam

Smart Examとは人工知能を搭載したアプリケーションで、3D Smart Scout Scan(位置決め画像) (図2) と解剖学的ランドマーク (図3) を基に撮影断面情報を学習させると自動で撮影断面設定を行うソフトウェアである。最大20個の教師データを学習させることが可能である。種類は頭部撮影で用いるSmart Brainをはじめ、椎体や肩関節に適用したものなどがある。本研究ではSmart Examを膝関節に適用したSmart Kneeを用いて研究を行った。

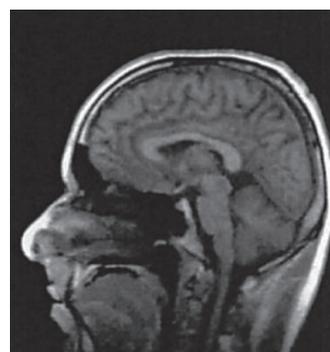


図2. Smart Scout Scan (頭部)



図3. 解剖学的ランドマーク (頭部)

2-2. データベースの作成

本研究では、医師・技師（22歳から56歳）20人の中間位両膝関節MRI3断面を同一の技師が断面設定したものを撮影してそれを教師データとし、左右それぞれの膝関節のデータベースを作成した。撮像断面の設定に関しては、当院のマニュアルと当院の教授である新津教授の助言を基に行った。¹⁾

2-3. 検証方法

図1のように、臨床の現場では患者に対して撮影を担当する各技師が断面設定をして画像を出力する流れになる。本研究では、データベースに含まれない健常ボランティア1人を対象にSmart Kneeを使用し、自動的に断面設定をして画像出力する流れとなる。学習人数を8人から20人に変化したSmart Kneeにて自動で断面設定させ、

撮像中心と撮像角度の変動を検証した。さらにポジショニングする際の膝の向きを約20°内旋位外旋位した場合の撮像中心と撮像角度の変動についても検証した。撮像中心の指標となる値Stack Off center AP、Stack Off center RL、Stack Off center FHについて図4に示す。Stack Off center APは数値が高いほど撮像中心は背側へ変化する。Stack Off center RLは数値が高いほど撮像中心は左側へ変化する。Stack Off center FHは数値が高いほど撮像中心は頭側へ変化する。次に撮像角度の指標となる値Angle AP、Angle RL、Angle FHについて図5に示す。Angle APは数値が高いほど撮像角度は冠状断にて時計回りに変化する。Angle RLは数値が高いほど撮像角度は矢状断にて反時計回りに変化する。Angle FHは数値が高いほど水平断にて時計回りに変化する。

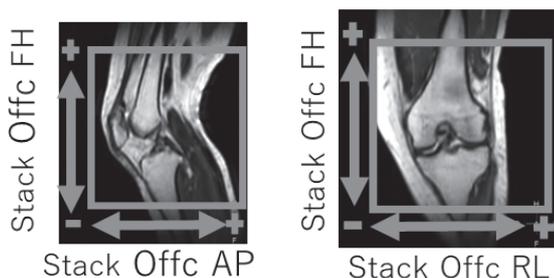


図4. Stack Off centerの概要

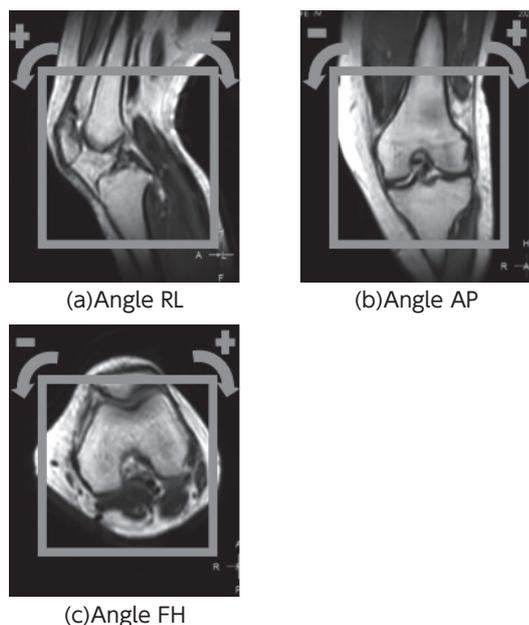


図5. Angleの概要

3. 結果

本研究では両膝関節に対して検証を行った。右膝関節と左膝関節の結果に大きな差はみられなかったため左膝関節のみグラフを下記に示す。

さらに矢状断・冠状断・水平断それぞれにおいて変動の大きかったもののみを下記に示す。

はじめに、左膝関節中間位の撮像中心と撮像角度の変動を示したものを図6、図7に示す。

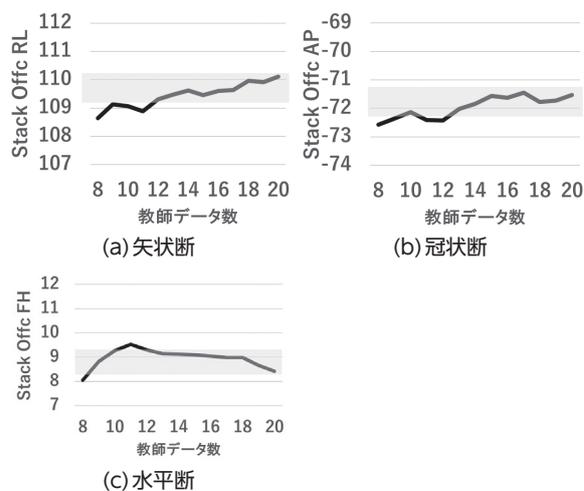


図6. 左膝関節中間位撮像中心

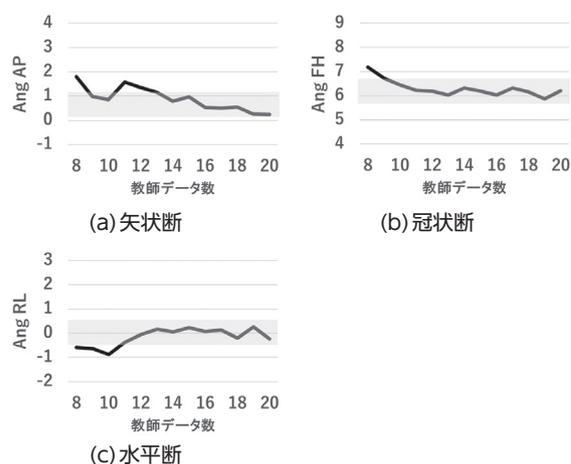


図7. 左膝関節中間位撮像角度

右膝関節の中間位の結果も含めて、中間位では14人以上の学習人数で撮像中心1mm、撮像角度1°以内であった。次に左膝関節内旋位の撮像中心と撮像角度の変動を示したものを図8、図9に示す。

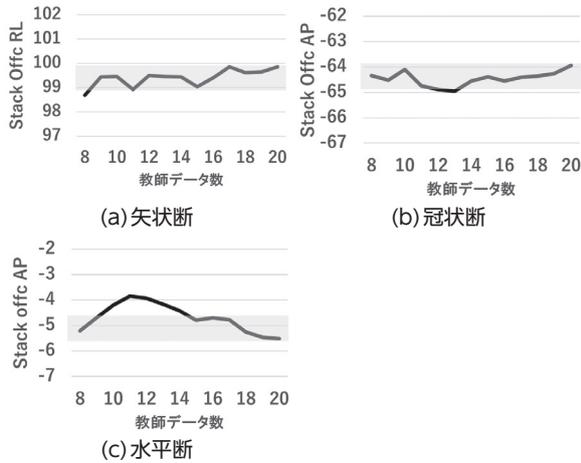


図8. 左膝関節内旋位撮像中心

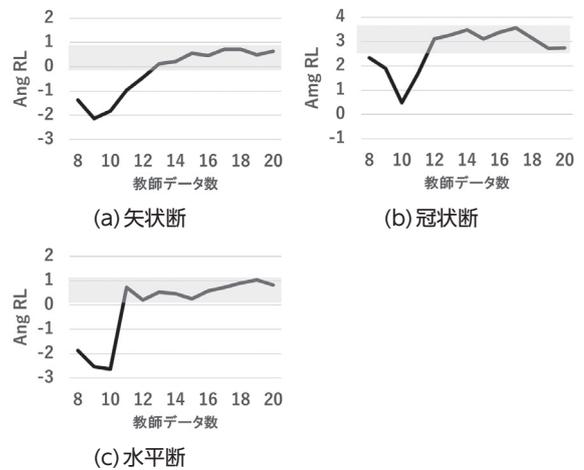


図11. 左膝関節外旋位撮像角度

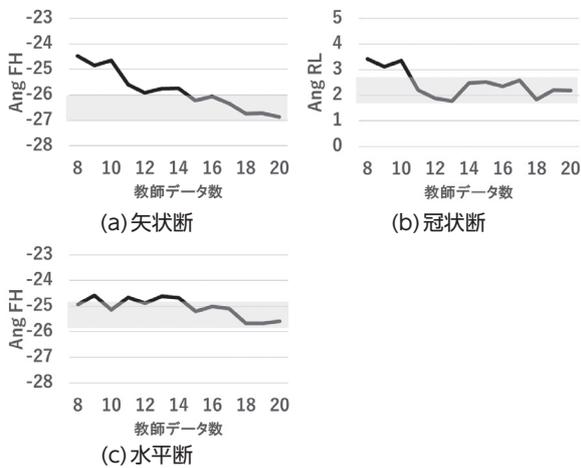


図9. 左膝関節内旋位撮像角度

右膝関節の内旋位の結果も含めて、内旋位では15人以上の学習人数で撮像中心1mm、撮像角度1°以内であった。最後に左膝関節外旋位の撮像中心と撮像角度の変動を示したものを図10、図11に示す。

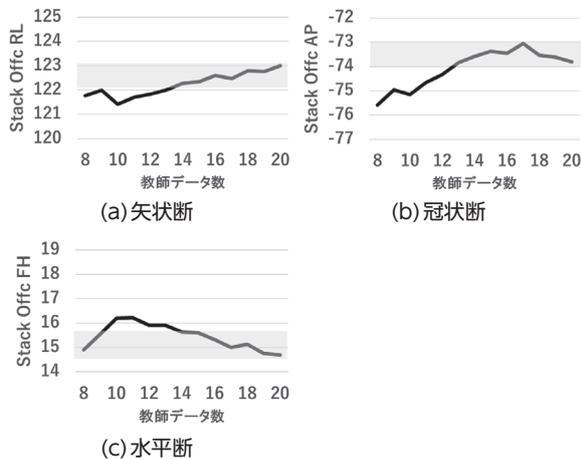


図10. 左膝関節外旋位撮像中心

右膝関節の外旋位の結果も含めて外旋位では14人以上の学習人数で撮像中心1mm、撮像角度1°以内であった。

4. 考察

ポジショニングを中間位・内旋・外旋位した場合の結果を比較して、変動が少なくなる最低限必要となる学習人数に大きな差はみられなかった。このことからポジショニングを内旋位・外旋位約20°以内で一定にすると再現性が高くなると考えられる。

撮像中心の変動についてはスライス方向の撮像中心の変動が大きくなりやすい傾向があった。つまり、観察領域が変化してしまうため目的の撮影部位が欠けていないか確認する必要がある。さらにSmart Kneeの撮影枚数は自動で増えずデフォルトの設定のままであるため膝関節が大きい場合は注意が必要である。

撮像角度の変動については、矢状断面における角度の変動 (Ang RL) は大きくなる傾向があった。特に、学習人数が少ないときに変動が大きかった。これはポジショニングを行う際や大腿下腿の太さや筋肉などによる屈曲の程度が影響していると考えられ、学習人数が少ない場合は値が安定しないと考える。

5. 今後の検討課題

本研究で作成したデータベースは健常者の教師データのみを学習させたものであり、健常ボランティアの膝関節をSmart Kneeを用いた場合の撮像中心と撮像角度の変動を検討している。このため、膝関節に疾患や変形がある人に対して本研究で作成したデータベースを用いて再現性の高い撮影となるか検証する必要がある。さらに、膝関節に疾患や変形がある人のデータを加えたデータベースを作成し、本研究で用いたデータベースと比較しより臨床の場で利用していけるように検討していきたいと考える。

6. まとめ

15人以上学習させたSmart Kneeを併用することにより、再現性の高い撮影が示唆された。

7. 参考文献

- 1) 新津守、新藤雅司、植野映子：関節MRI撮像のコツとアトラス、メジカルビュー社