

6. 骨軟部領域の最新動向

高尾正一郎 徳島大学大学院医歯薬学研究部医用画像解析学分野

MRIは組織分解能に優れており、脊椎領域では椎間板や脊髄、関節領域では関節軟骨、骨格筋、腱、靭帯および半月板などを評価する場合、必須の画像検査となる。日常診療では、fast spin echo (FSE) 法やgradient echo (GRE) 法を用いた形態診断や内部信号評価が画像診断の中心となるが、顕微鏡レベルの組織評価やわずかな緩和時間変化をとらえる場合は、特殊な撮像シーケンスが必要となる。また、従来、MRIでは描出が困難であった皮質骨に関しては、CTなどのX線検査が主体となっていたが、近年、CT類似の骨形態画像をMRIで描出するCT-like imageが登場し、骨関節領域診療のゲームチェンジャーと期待されている。本稿では、これらの撮像法や臨床応用について解説する。

拡散テンソルによる骨格筋評価

拡散テンソル画像 (diffusion tensor imaging: DTI) は、水分子の拡散における異方性を画像化するMR撮像法であり、中枢神経領域では、脳における神経線維走行を画像化するトラクトグラフィがすでに臨床応用され、脳腫瘍の術前評価などに用いられている。DTIは、6軸以上のmotion probing gradient (MPG) を印加することで画像を取得しトラクトグラフィを作成する以外に、 λ_1 (水の拡散を楕円球モデルとした場合の長軸方向の拡散係数)、 λ_2 、 λ_3 (λ_1 と直交する断面内で直交する2方向の拡散係数) で表現されるeigenvalue (図1 a)

が算出され、eigenvalueを基に拡散の大きさの指標となるmean diffusivity (MD)、異方性の強さの指標となるfractional anisotropy (FA) などのDTIパラメータが算出されるが、DTIパラメータの算出にはワークステーションなどの特殊なソフトウェアが必要となる。骨格筋における筋線維を円筒形モデルと想定した場合、 λ_1 は筋線維の長軸に平行な方向の拡散を、 λ_2 は筋線維間での筋線維の長軸方向と垂直な方向の拡散を、 λ_3 は筋線維内での筋線維短軸方向での拡散に相当すると考えられている¹⁾ (図1 b)。DTIパラメータを算出することで虚血や脱神経などの筋疾患の診断およびその経過観察の指標になるとの報告があるが、DTIパラメータは性別、年齢、BMI、温度、筋収縮状態などの生理的変化でも変化するとされており²⁾、DTIを用いて骨格筋を評価する場合には、なるべく撮像肢位などの生理的状態を統一する必要がある。筆者は、健康ボランティアを対象に種々の筋収縮状態で下腿骨格筋のDTIパラメータを算出し、ダイナモメータで算出した筋力指標 (最大筋力および最大仕事量) との相関を検討した (図2)。DTIパラメータは、筋収縮状態により有意に変化し、安静状態 (筋収縮がない状態)、等尺性収縮、足関節底屈状態のうち、安静状態でのDTIパラメータが筋力指標と最も相関が高いと報告している³⁾。DTIは、骨格筋の微細構造 (microstructure) を非侵襲的にかつ半定量的に評価することが可能であり、骨格筋疾患の診断やトラクト

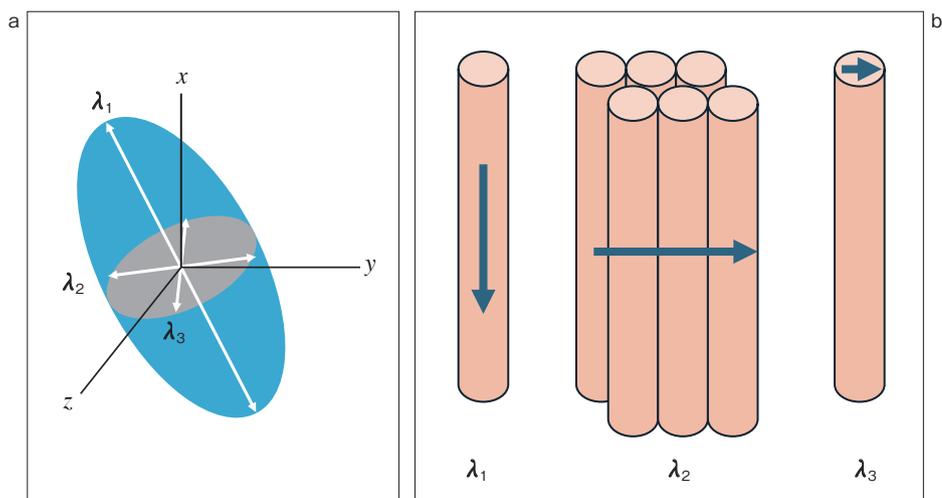


図1 DTIにおける eigenvalue

a: 楕円球モデル
b: 円筒形骨格筋モデル¹⁾