

神経筋疾患と骨格筋 MRI

- 骨格筋 MRI についてやるべきこと -

神経筋疾患の診断は、基本的に神経診察、血液検査、神経伝導検査、針筋電図などに基づく。確定診断のために病理検査や遺伝子検査を要する場合も多い。近年は補助診断として、骨格筋の CT, MRI, エコーなどの画像検査も利用される様になった。著者は、ここで自身が関心をもって取り組んでいるとの理由により、骨格筋 MRI (筋 MRI) にフォーカスして記載する。筋 MRI は最近では炎症性筋疾患の場合にほぼルーチンで実施される。筋炎、筋ジストロフィーなどの筋疾患における筋 MRI は直観的にその有用性が理解しやすい。一方、末梢神経疾患でも筋 MRI は有用であるが、これはあまり認識されていない。筆者は末梢神経疾患の筋 MRI において、実際は「あーなるほど!」という所見を呈しているのも関わらず、スルーされている場合が多く、勿体ないと感じている。

□ はじめに

筋 MRI の特筆点は、骨格筋の障害を信号変化として視覚化することである。頭部 MRI が脳梗塞を描出するように、筋 MRI は障害筋を明瞭に視覚化し得る。ただし、どの程度の障害を視覚化できるかの感度に関する十分な検討はない。また、筋 MRI のみによって神経原生変化と筋原生変化を区別することは不可能である。したがって、神経伝導検査や針筋電図などが神経筋疾患の診断における本流であり、筋 MRI はあくまで補助診断法である。ただし、上記の前提を勘案した上でも筋 MRI は活用すべき十分な利点を有する。針筋電図と比較した場合、明らかに非侵襲的であり、子供や出血傾向のある患者に適している。また、アプローチの容易でない深部筋の障害、筋力検査では評価が難しい共同筋間の差異についても検討できる。また、検者の技術に依存することもない (読影・解釈は評価者に依存するが、再評価が可能である)。

□ 筋 MRI と信号変化

筋 MRI は骨格筋の脂肪変性 (脂肪浸潤) に加えて、浮腫、炎症そして急性脱神経変化を検出する。T1 強調画像は脂肪変性のある筋を高信号変化、STIR (short tau inversion recovery) 画像と T2 強調画像は浮腫、炎症そして急性脱神経変化を高信号変化として描出する。神経筋疾患における病態と各撮像の信号変化パターンとの関係については表の通りである。

	STIR画像	T2強調画像	T1協調画像
浮腫・炎症 急性脱神経	高信号	高信号	等信号
脂肪変性	等信号	高信号	高信号

神経筋疾患の急性期、慢性期におけるMRI信号変化のパターン

臨床での筋 MRI の撮像法としては T1 強調画像、STIR 画像の軸位断が基本である。分解能にすぐれる T1 強調画像よって各筋を同定し、脂肪変性の有無を評価する。そして STIR 画像によって浮腫、炎症、急性脱神経変化の有無を検討する。軸位断が基本となる理由は、解剖学アトラスに基づき、信号変化のある筋を確実に同定できるからである。冠状断は必要に応じて追加する。まとめると、筋 MRI から得られる情報は以下の点である。(1)障害された筋の分布、(2)障害された筋の萎縮あるいは肥大、(3)脂肪変性(MRI T1 高信号変化)、(4)浮腫・炎症・急性脱神経変化(MRI T2, STIR 高信号変化)。これらの情報を総合して、神経筋疾患における障害範囲や病態解釈などの補助診断が可能である。また、筋挫傷、筋内出血・血腫、筋膿瘍の評価にも利用される。強調したいことは、筋 MRI の評価と解釈には一定の知識と努力を要することである。障害された筋を同定せずに漠然と読影し、脂肪変性や浮腫の有無の確認レベルに留まるのであれば、それは不十分である。そのためには骨格筋軸位断の正常解剖の理解が画像評価の前提になる。ただし、一般にこの訓練を受ける機会はない。幸いなことに、全身の健康人における MRI 断層解剖学の優れたアトラスがあり、参照することにより、それぞれの筋の詳細な同定が可能である。特に末梢神経では、障害筋をパズルのように同定することにより、見えてくる事実がある。末梢神経疾患における筋 MRI の歴史的背景、信号変化の機序については、他所に記載しているので時間があれば参照いただきたい¹⁾。

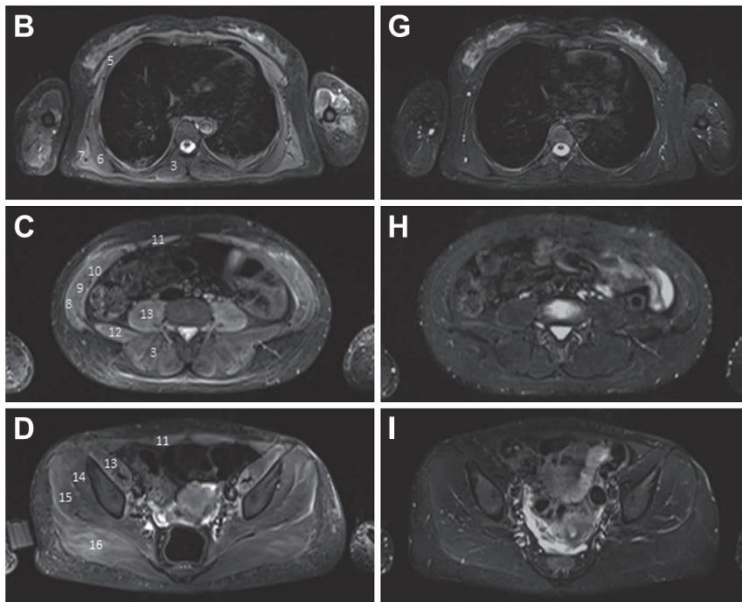
□ 症例

■ 炎症性筋疾患(多発筋炎, 皮膚筋炎, 抗 ARS 抗体症候群, 免疫介在性壊死性ミオパチー, 封入体筋炎, 筋サルコイドーシスなど)

炎症性筋疾患では浮腫, 炎症のある筋は, 組織内の水分含有量増加を反映し MRI の STIR 画像で高信号変化する. 筋力低下のない筋に浮腫をみとめ, サブクリニカルな変化を捉えることもしばしばである. 慢性筋炎の病態になると, 筋萎縮, 脂肪変性に陥る場合がある. 脂肪変性のある筋は T1 高信号変化を生じる. 炎症性筋疾患における筋 MRI の有用性をまとめると, (1) 筋生検部位決定のガイド, (2) 炎症範囲の同定, サブリニカルな変化の検出, (3) 筋萎縮と脂肪変性部位の同定, (4) 治療効果, 疾患進行のモニタリングなどである. 著者らは抗 ARS 抗体症候群 (抗 PL-7 抗体陽性筋炎) の 1 例で whole-body MRI を用いて網羅的に骨格筋変化を評価し, これまで指摘されてこなかった腹筋群を含む体幹筋の障害を明らかにした. 筋 MRI の詳細な評価の結果である.

◆ 抗 PL-7 抗体陽性筋炎

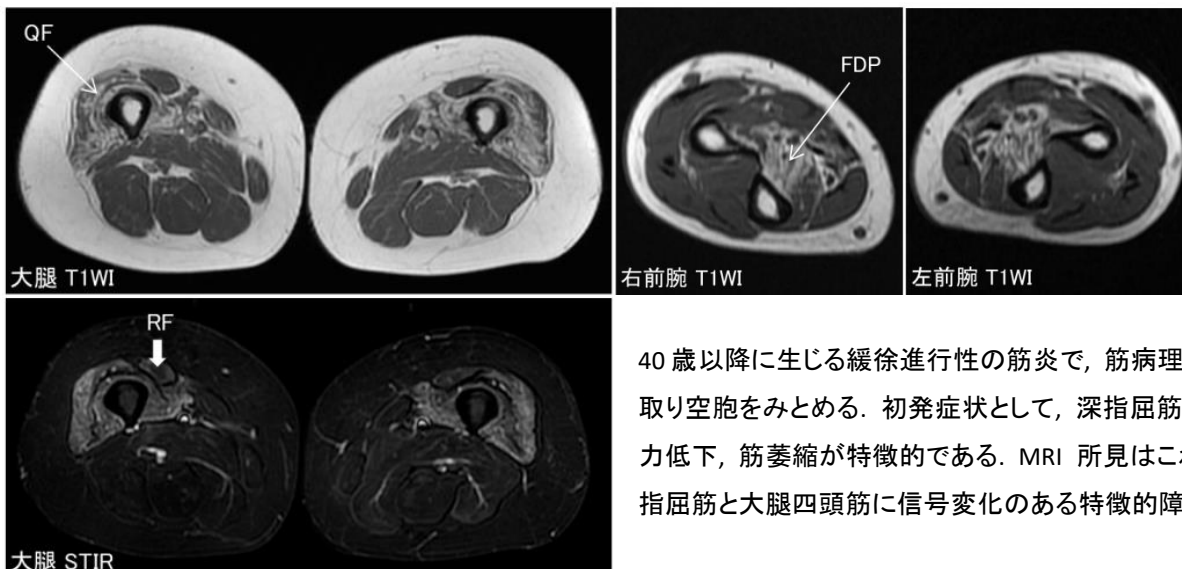
治療前 (B-D), 治療後 (G-I) の STIR 画像. 治療前に認めた STIR 高信号変化が治療後に消失している. 体幹筋にも信号変化があることが従来注目されていなかった点である²⁾.



Abbreviations,

- (1) subscapularis; (2) supraspinatus; (3) erector spinae; (4) trapezius; (5) pectoralis major; (6) serratus anterior; (7) latissimus dorsi; (8) external oblique abdominal; (9) internal oblique abdominal; (10) transverse abdominal; (11) rectus abdominal; (12) quadratus lumborum; (13) iliopsoas; (14) gluteus minimus; (15) gluteus medius; (16) gluteus maximus; (17) vastus lateralis; (18) vastus intermedius; (19) vastus medialis; (20) rectus femoris; (21) sartorius; (22) gracilis; (23) adductor magnus; (24) biceps femoris; (25) smitendinosus and (26) smimembranosus muscles.

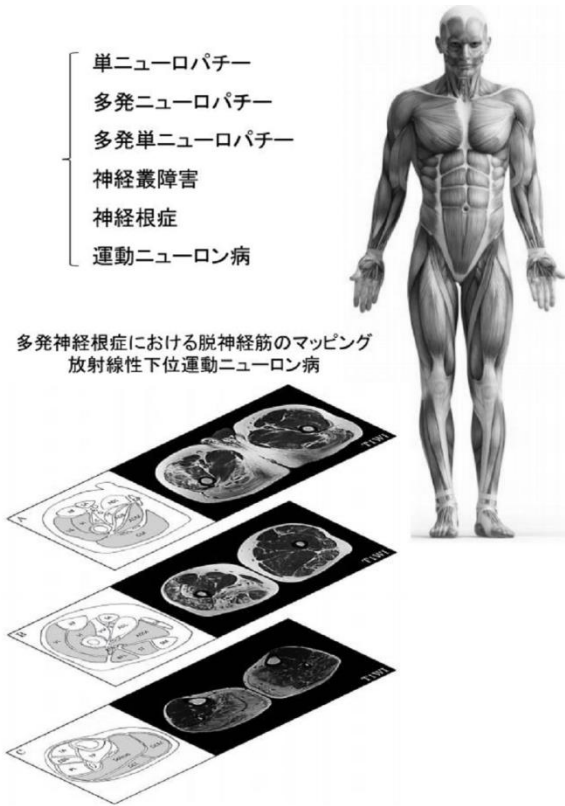
◆ 孤発性封入体筋炎



40 歳以降に生じる緩徐進行性の筋炎で, 筋病理では筋線維内に縁取り空胞をみとめる. 初発症状として, 深指屈筋と大腿四頭筋の筋力低下, 筋萎縮が特徴的である. MRI 所見はこれに良く対応し, 深指屈筋と大腿四頭筋に信号変化のある特徴的障害パターンを示す.

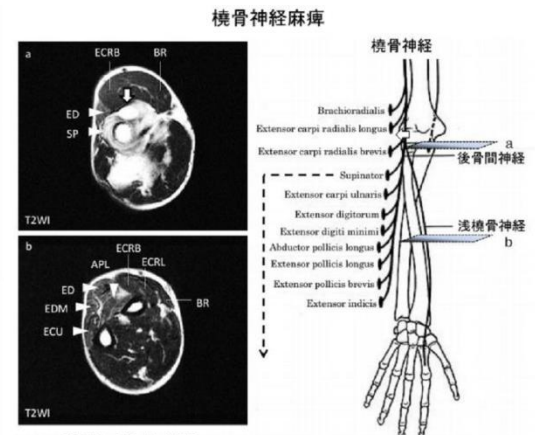
■ 末梢神経障害

末梢神経疾患でも骨格筋の画像検査，特に筋 MRI は有用である。MRI による評価の醍醐味は，末梢神経支配，神経髄節支配に従った骨格筋の脱神経変化の視覚化である。脱神経筋の分布から帰納的に末梢神経の局在診断を補助することができる。末梢神経疾患においては，神経診察，針筋電図検査と同様に末梢神経支配の解剖学的知識が重要であり，脱神経筋の分布を正確にマッピングすることは局在診断の上で大変重要である³⁾⁴⁾。

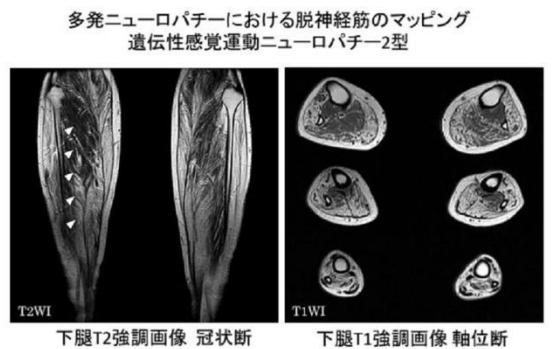


多発神経根症における脱神経筋のマッピング
放射線性下位運動ニューロン病

MRI T1強調画像 軸位断
A, B, Cは臀部、大腿、下腿の像。
脱神経筋の分布は末梢神経支配、神経髄性支配では説明できない。放射線性下位運動ニューロン病の病態、馬尾神経根における不均一な虚血に合致した所見である。
Matsuda N, Intern Med 2015



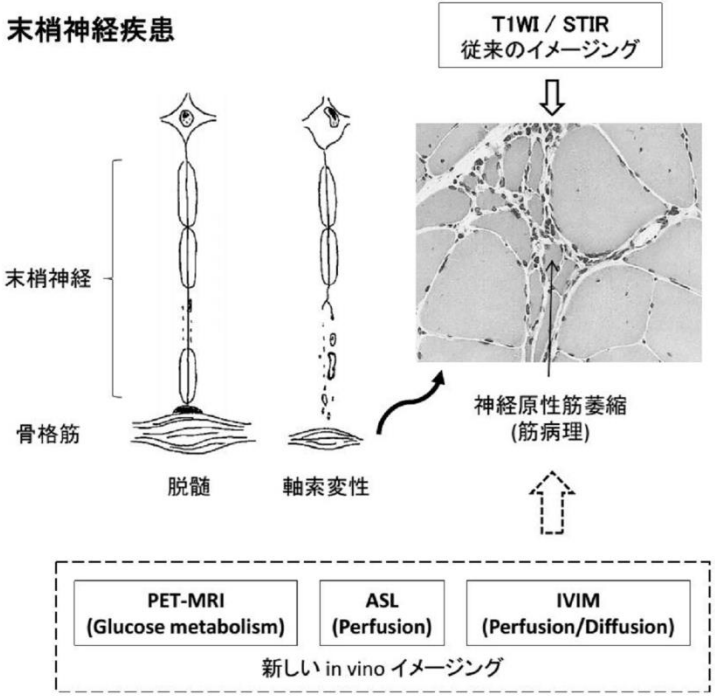
MRIT2強調画像 軸位断
肘の嚢胞病変(矢印)により絞扼性橈骨神経麻痺を生じ、回外筋(supinator)を含む遠位の橈骨神経支配筋にT2高信号変化を認める。
松田 希ら, 末梢神経 2011



多発ニューロパチーにおける脱神経筋のマッピング
遺伝性感覚運動ニューロパチー2型
冠状断、軸位断において長さ依存性の脱神経変化を認める。
T1強調画像で高信号であり脂肪変性を来している。

□ 末梢神経疾患における骨格筋マルチパラメトリックイメージングの開発

鋭敏に骨格筋の急性脱神経変化を検知し，変化を定量可能にする方法（イメージングバイオマーカー）の創出をめざしている。急性期脳梗塞における拡散協調画像のようなインパクトのある撮像法の開発が理想である。動物実験では，急性脱神経筋における拡散協調画像の結果は脳梗塞急性期とは異なり，組織のADC 値の低下を生じず有用な方法ではないことを示唆している。一方で MRI 技術の進歩は目覚ましく，既存方法を上回る撮像法の開発のために試みるべき方法が多数ある。脱神経筋は病理学的な神経原性変化（小角化筋線維，グループ萎縮）に先行し，糖新生、タンパク合成減少，筋鞘膜透過性亢進などの代謝変化を生じる。この代謝，血流に関する in vivo イメージングとしては組織の血流をみる arterial spin labeling imaging (ASL), 水分子の拡散と毛細血管の灌流を同



新しい in vivo イメージング

時に観察可能な intravoxel incoherent motion (IVIM) などの方法がある。加えて、我々の施設は国内初導入の同時収集型 PET/MR 装置を有し、同時収集型の PET/MR 装置は撮影ごとに姿勢が一定しない四肢において構造画像と代謝画像を正確に一致させるために大変有用である。FDG (フルデオキシグルコース) を用いることにより骨格筋ごとの糖代謝を正確に評価可能である。これらの画像は定量化も可能である。ASL, IVIM, FDG-PET-MRI 等による骨格筋マルチパラメトリックイメージング法 (拡散, 灌流, 代謝等についての様々な定量的画像を作成し, 総合的に評価する方法) による解析の検討し, 脱神経筋を最も高感度に検出する撮像法の開発をめざしている。

□ 結語

骨格筋の画像検査あくまで補助診断であるが, 本邦における CT と MRI の普及を考えると, 活用すべき選択肢である。ただし, 神経診察, 神経生理検査における電気診断と同様の精緻さを持って, 筋 MRI 所見を評価することによりその有用性が発揮されることを強察調したい。

参考文献

- 1) 松田 希. 骨格筋CTと骨格筋MRI. 臨床神経生理入門. 中山書店; 2017.
- 2) 松田 希ら. Whole-body MRI により胸腹部の体幹筋障害を確認した抗 PL-7 抗体陽性筋炎の 1 例. 臨床神経 2018; 58: 692-5
- 3) 松田 希ら. 肘関節近傍軟部組織嚢胞病変による再発性橈骨神経麻痺の 1 例. 末梢神経 2010; 21: 100-5.
- 4) Matsuda N, et al. Cauda equina involvement in post-radiation lower motor neuron syndrome. Intern Med 2015; 54:1415-9.