

原 著

整形外科疾患に対する立位撮像 MRI の使用経験

整形外科尾形クリニック

尾 形 直 則

Usage Experience of Upright MRI System for Diagnosis of
Orthopedic Diseases

by

Tadanori OGATA

*Orthopedic Surgery Ogata Clinic
Matsuyama, Japan*

はじめに

MRI による軟部組織の評価は整形外科疾患の診断において、今や欠かせない技術である。しかし多くの整形外科疾患は仰臥位安静時には症状に乏しく、立位や歩行などの運動時に症状が出ることが多い。実際に腰や下肢関節の X 線撮影では臥位でなく立位で撮像することが多い。従来の MRI は仰臥位で撮像するため、患者が症状を訴える状態とは多少異なる画像となる場合がある。我々整形外科医は立位 X 線像のアライメントを考慮し、臥位 MRI 画像が立位ではおそらくこうなっているであろうと想像して神経根ブロックや神経根造影で診断を行ってきた。腰椎疾患などでは脊髓造影を行うと姿勢変化による脊柱管の状態はある程度観察されるが、3D 情報としては捉えることができず、脊髓造影後 CT で 3D 情報を得るが、この CT も臥位撮影である。

当院ではこの問題をできるだけ非侵襲的に解決したいと考え、立位撮像機能付き MRI である G-scan brio[®] (Isaote co. Italy) を導入し、様々

な整形外科疾患の診断に用いてきた。本稿ではその一部を紹介し、立位撮像 MRI の有用性について考察する。

対象および方法

立位撮像は当院では水平面から 81 度撮影台を起こした状態で行っている (図 1 a, b)。90 度起こしてしまうと背中が撮影台に固定されず、不安定感や前に倒れる恐怖感が懸念されるためである。本稿ではこの水平面から 81 度撮影台を起こした状態を「立位」とする。立位撮影を加える場合には、まず最初に立位で撮像し、その後撮影台を水平にして臥位撮像を行い、両者を比較する。上半身 (特に頸椎) の比較撮像を行う場合には臥位と座位での撮影が行われる。立位でも撮像できるが撮像中の患者苦痛がより少ない座位で体重は殿部 (坐骨) で受けての撮像を行う。痛みが強い症例では 3D steady-state hybrid contrast-enhanced sequence (HYCE) という撮像が有用である¹⁾。これは T1 画像と T2 star 画像の信号を合成したもので、水や神経の周囲組織とのコントラストを強調できる。

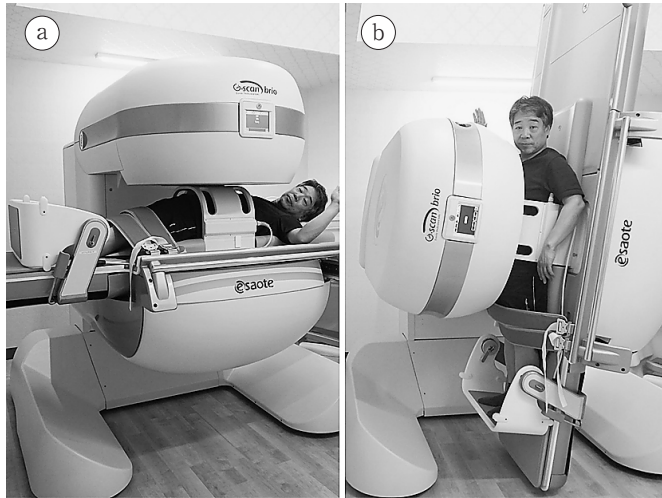


図1 立位撮像方法

a : 仰臥位, b : 立位, 立位では水平より81度撮影台を傾斜させて撮像する (人物は著者本人)。

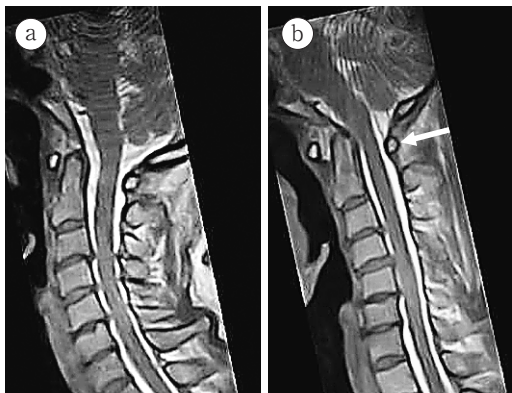


図2 環軸関節亜脱臼患者の矢状断 HYCE 画像

a : 仰臥位
b : 座位, C1 後弓が前方にシフトしている (矢印)。

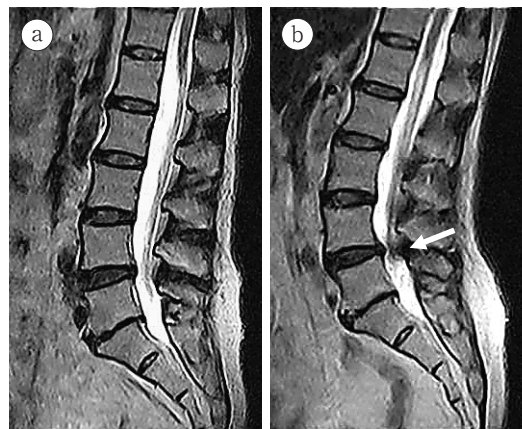


図3 腰部脊柱管狭窄症患者の矢状断T2強調画像

a : 仰臥位
b : 立位, 仰臥位に比較し立位では脊柱管狭窄の画像的な増悪が見られる (矢印)。

短時間で3D画像を得ることができ、撮像後に任意の断面を作成できるなどのメリットがあり、腰椎撮像後に前額断等の断面を神経根の走行に合わせて作成したり、痛みの強い症例に比較的短時間でこの撮像を行い、後でそれぞれの断面を作成することができるなどのメリットがあるが、画像解像度は通常の撮像にやや劣る。

症 例 提 示

症例 1

40代女性、頸部痛と四肢のしびれを主訴に来院、X線撮影で環軸関節の亜脱臼が認められた。環軸関節の亜脱臼に伴う脊髓圧迫の状態を観察するため仰臥位撮像(図2 a)と座位でやや頸部を屈曲させた撮像(図2 b)を行った。頸部の痛みが強く、長時間の撮影が困難であった。

めHYCE画像を撮像した。座位を取ることでより軸椎に対し環椎が前方にシフトし、この部でC1後弓が前方に移動し、この部位で脊柱管の狭小化が起こるが、さらにC5後方で脊髄後方の脊柱管スペースが広がり、脊髄は後弯している椎間板などの前方要素に押し付けられるようになり、この現象も四肢の症状に関与している可能性が考えられた。

症例 2

60代女性、両下肢のしびれを主訴とした腰部脊柱管狭窄症の症例である。臥位（図3 a）で

はL4/5での軽度の狭窄症に見えるが、立位撮像（図3 b）では腰椎の前弯が増強し、黄色靱帯が後方から脊柱管内に突出し、L4/5での明らかな腰部脊柱管狭窄症の画像となった。

症例 3

70代女性、腰痛、両下肢痛を主訴として来院、X線では第4腰椎のすべり症があった。MRIでは臥位（図4 a）に比べ立位（図4 b）では第4腰椎のすべりが増悪し、ここで脊柱管の狭小化が発生していた。

症例 4

70代女性、PF関節外側の痛みを主訴に来院。立位・歩行時に膝関節痛が出現するが、複数の医療機関で「異常なし」と判定されていた。理学所見としてはPF関節へのストレスで痛みが誘発された。仰臥位MRIでは明らかな異常はPF関節含めて見られない（図5 a）が、立位では膝蓋骨が外側にシフトし、PF関節の関節裂隙が外側部のみ狭小化し、この部で膝蓋—大腿骨関節が接触していた（図5 b）。この部の外側部に過去の外傷による癒痕があり、皮下組織の可動性が悪く、立位で大腿四頭筋が緊張すると膝蓋骨が外側に引かれると考えた。この部の皮下組織をリハビリでリリースすることにより患者の痛みは消失した。



図4 腰椎すべり症患者の矢状断T2強調画像
a：仰臥位
b：立位、仰臥位に比較し立位では第4腰椎すべりが増悪し、この部位で神経圧迫が観察される（矢印）。

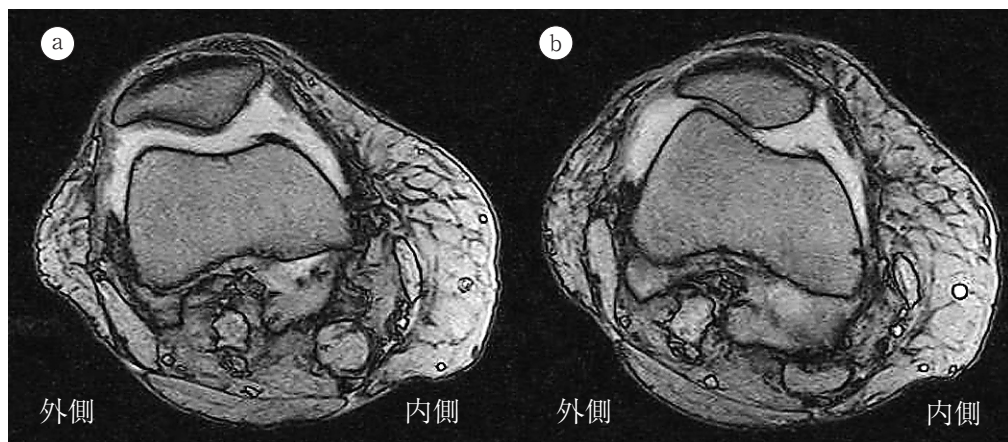


図5 右膝PF関節レベルの水平断T2強調画像
a：仰臥位、b：立位

考 察

立位 MRI 撮像の診断的意義は荷重により変化する軟部組織の形態や関節や脊椎のアライメントを観察し、診断の補助にすることである。症例 1 の頸部撮像では座位で頸部を軽度屈曲させることにより C1/2 レベルで脊柱管の狭小化が観察された。さらに脊髄は脳脊髄液に比較して重く、仰臥位では脊髄はそれ自体の重みで後方にシフトし、座位ではむしろ自体の重みで尾側へ引っ張られ、ここに頸椎の後弯やヘルニアなどの前方からの圧迫が加わると脊髄はそれ自体の重みで前方圧迫要素に押し付けられる。比較的軽度な前方からの圧迫であっても脊髄にとっては座位や立位では後方からの圧迫より高度な侵襲となる可能性がある。通常の MRI では前方要素による脊髄圧迫の状態が軽視されている可能性がある。

症例 3 の腰椎すべり症では臥位に比較し、立位ではすべりが増悪した。すべりの増悪自体は X 線検査で十分にわかるが、すべりが増悪した状態での神経圧迫の様子を観察するには立位撮像 MRI は有用である。

立位で撮像することのもう一つの重要な意義は、立位を取ることでより体幹や下肢の筋肉が緊張し、それ自体が骨格のアライメントを大きく変化させるということである。症例 2 では立位により腰椎の前弯が増強している。これは重力以外に脊柱起立筋の緊張が関与している可能性がある。黄色靭帯の肥厚が見られる患者で腰椎前弯が増強すると黄色靭帯が前方へ突出し、さらに脊柱管の狭窄が強くなる。加えて上下方向の荷重により椎間孔も狭小化し、結果として臥位 MRI と比較して立位では高度な狭窄症として描出される。臥位の MRI で腰椎を屈曲伸展させて「立位」をシミュレートした撮像を行うことは可能であるが、自然な立位と同じ条件を再現することは困難である。今回提示したような症例 2 のように腰椎前弯が増強する患者や症例 3 のようにすべりが増悪する患者はみられるが、その程度は患者により差がある。実際に個々の患者で立位条件での神経の状態を判断するた

めにはこのようなシステムが有用であると思われる。G-scan brio を用いた先行する研究結果では、Mauch らは仰臥位に比べ立位撮影では腰椎前弯は増強し、脊柱管前後径や神経孔は狭小化することを明らかにした²⁾。Splendiani らは立位撮影時に腰部神経孔が狭くなる現象を occult neural foraminal stenosis という呼称で紹介した¹⁾。腰椎のすべり症や狭窄症があっても体位による変化が少ない症例や、もともと十分に脊柱管が広い症例もある。脊柱の不安定性と神経圧迫のリスクを同時に観察できることにより薬物治療のみで良いのか、装具、リハビリ、手術等の積極的介入が必要かなどの治療方針を決定する上で有益な情報がもたらされる。

膝関節については、立位と臥位でアライメントや関節裂隙の幅が大きく変化することは周知されており、通常膝関節の X 線を撮る場合には立位撮像を優先する。膝より末梢に関しては荷重負荷で撮像する CT 装置を用いた研究があり、人工関節の緩みやアライメント、足関節や足部の荷重時の異常を把握できる³⁾⁴⁾。荷重撮影できる MRI は CT に比較し半月板や靭帯、骨内の炎症反応などの描出に優れている。我々も必要に応じて立位での膝関節の MRI 撮像を行っているが、臥位と立位を比較することにより関節裂隙の狭小化や損傷された半月板の位置変異（損傷された内側半月板は立位で内側方面にシフトするなど）などが描出され、診断の一助となる。さらに立位では膝を安定化させるため大腿四頭筋が緊張し、PF 関節の形状が変化する。症例 4 では過去の軟部組織損傷により大腿四頭筋緊張時に現れる PF 関節部での障害を画像的にとらえることができ、その後のリハビリの治療に大きく役立った。

立位撮像 MRI の欠点としては、まずは痛みが強い患者に関しては「立位」である程度の時間我慢することの苦痛が大きく、急性期疼痛の画像検査には適さないこと、撮像コイルのサイズがあるので、X 線で機能撮影するように大きく患部を動かして撮像することはできないということがあげられる。

ま と め

1. 整形外科疾患に対して立位撮像機能付き MRI を使用した経験より, その診断的意義を考察した.
2. 立位 MRI では荷重のみならず体幹を維持する筋の緊張による影響も反映され, 治療方針決定に役立つと考えられた.

文 献

- 1) Splendiani A, Ferrari F, Barile A, et al. Occult neural foraminal stenosis caused by association between disc degeneration and facet joint osteoarthritis: demonstration with dedicated upright MRI system. Radiol Med 2014 ; 119 (3) : 164-74.
- 2) Mauch F, Jung C, Huth J, et al. Changes in the lumbar spine of athletes from supine to the true-standing position in magnetic resonance imaging. Spine (Phila Pa 1976) 2010 ; 35(9) : 1002-7.
- 3) Hirschmann A, Pfirrmann CW, Klammer G, et al. Upright cone CT of the hindfoot: comparison of the non-weight-bearing with the upright weight-bearing position. Eur Radiol 2014 ; 24 (3) : 553-8.
- 4) Thawait GK, Demehri S, AlMuhit A, et al. Extremity cone-beam CT for evaluation of medial tibiofemoral osteoarthritis: Initial experience in imaging of the weight-bearing and non-weight-bearing knee. Eur J Radiol 2015 ; 84(12) : 2564-70.