

上肢におけるAPERTO Inspireの 短期使用経験

A Clinical Experience Report of APERTO Inspire in the Area of Arms and Hands

早川 克彦 Katsuhiko Hayakawa
住田 国大 Kunihiro Sumida
山村 和也 Kazuya Yamamura

中根 高志 Takashi Nakane
松島 一倫 Kazumichi Matsushima

医療法人愛恵会 愛光整形外科

近年、これまでの一般臨床撮影において不可能であった高磁場装置に相当する画像を提供できる、オープン型MRI APERTO*(0.4T)が開発された¹⁾。その最大の特徴は、シングルピラーの永久磁石方式のため、320度の開放性を備え、患者の恐怖感をやわらげた安心感のあるMRIである。また一般臨床撮影像では、高磁場装置特有の機能であったCHESS法脂肪抑制や脳造影Perfusionの撮像を0.4Tという磁場で可能にした。

Open model MRI device APERTO*(0.4T) was developed, and the utility is reported. The greatest characteristic is a permanent magnet method of single pillar with accessibility of 320 degrees, which softens for patient's feeling of fear, and it is MRI with feeling of relief. In addition, it offers images equivalent to a high magnetic field device in routine clinical imaging and enables this time, the CHESS method fat restraint that was a function of high magnetic field device, and imaging of brain contrast enhanced Perfusion in 0.4T.

Key Words: Open MRI, CHESS, Peripheral Nerve, Blood-nerve Barrier, Hand

1. はじめに

われわれの施設では、これまで約12年間日立メディコ製永久磁石MRP-7000(0.3T)を使用しており、平成17年4月からAPERTO* Inspireに機種を変更した。以前の機種と比較して、オープン型MRIであるため、特に上肢における撮影肢位が容易に得られるようになった。またBASG(Balanced SARGE)法やCHESS法による脂肪抑制などの新しいシーケンスが増えたことで、検査の幅がさらにひろがり、高画質が得られるようになった。本機種を設置してわずか1ヶ月半ではあるが、上肢を中心にAPERTO Inspireによる代表的症例を報告する。

2. APERTO Inspireの使用経験

APERTO Inspireを使用した代表的症例を呈示する。

2.1 手指骨折

症例1：31歳、男性、右母指関節内骨折後拘縮(図1)

主訴：右母指痛

現病歴：空手の試合中に右母指を捻挫し前医にて治療を行った。その後疼痛と可動域制限が残存し、受傷後約6ヶ月にて当院を初診した。

他覚的所見：右母指MP関節の可動域制限と可動時痛が認められた。

X線所見：明らかな骨折は認められなかった。

MRI所見：中手骨骨頭掌橈側に骨折が認められた。

治療および所見：観血的に関節を切開しMRI画像にて認められた所見を確認した。中手骨骨頭掌橈側に骨折が認められたが、すでに骨癒合が得られており、内側側副靭帯および掌側板の癒着を剥離し手術を終了した。

症例2：13歳、男児、左母指基節骨近位骨端線損傷(Salter-Harris III型)(図2)

主訴：左母指痛

現病歴：野球試合中、ボールを捕球する際に左母指にボールが当たり受傷した。翌日当院を初診した。

他覚的所見：左母指のMP関節を中心に腫脹および可動域制限が認められた。

X線所見：左母指基節骨の近位骨端線に骨折が疑われた。

MRI所見：母指基節骨近位の骨端線に離開が認められた。

治療：患指を2週間固定した後、ROM訓練を行い、骨癒合を得た。

症例3：35歳、男性、プロ野球選手、右小指末節骨骨挫傷(図3)

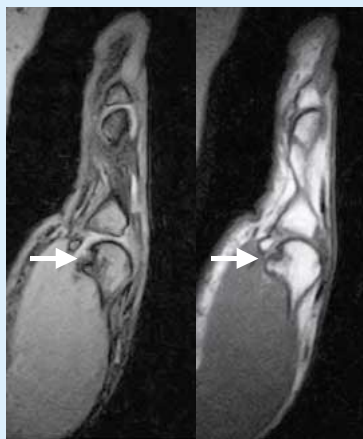
主訴：右小指痛

現病歴：試合中に右小指にデッドボールを受け受傷した。当日近医にてX線撮影を行うも明らかな骨折は認められなかったため、野球に復帰した。その後も右小指の腫脹、疼痛と可動域制限が残存したため、受傷後10日目に当院を初診した。他覚的所見：右小指末節からMP関節に腫脹が残存し、可動域制限が認められた。DIP, PIP, MP関節の明らかな動揺性は認められなかった。

X線所見：X像において明らかな骨折は認められなかった。

MRI所見：末節骨に骨挫傷が認められた。

治療：すでに受傷後10日が経過していたため、小指の安静を目的に固定を行った。



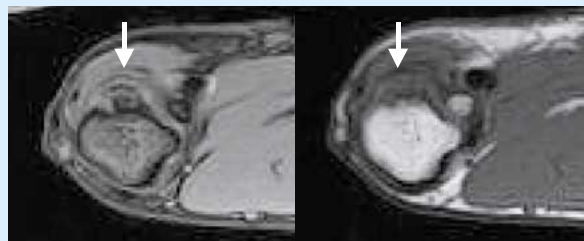
T2*・T1矢状断像



T2*・T1冠状断像



術中所見
骨軟骨損傷部を示す(矢印)。



T2*・T1横断像

図1：31歳 男性 右母指関節内骨折後拘縮例
MRI画像と術中所見が一致する(矢印)。



T2*冠状断像

図2：13歳 男児 左母指基節骨近位骨端線損傷
(Salter-Harris III型)(矢印)



T1冠状断像



T2*冠状断像

図3：35歳 男性 プロ野球選手 右小指末節骨骨挫傷(矢印)

2.2 手指靱帯損傷

症例4：23歳、男性、右母指尺側側副靱帯断裂(MP関節)(図4)

主訴：右母指痛

現病歴：野球練習中に転倒し、その際右母指を捻挫し受傷した。その後右母指痛が増強し当院を初診した。

他覚的所見：右母指MP関節の尺側部に圧痛、可動域制限と動揺性が認められた。

X線所見：明らかな骨折は認められなかったが、ストレスX線像にてMP関節の尺側に関節裂隙の拡大が認められた。

MRI所見：尺側側副靱帯は中枢側にて断裂、一部が関節内に介存した。骨挫傷は認められなかった。

治療および所見：観血的に関節部を切開すると、MRI画像のごとく靱帯はMP関節の中枢側にて断裂していたため、断裂靱帯を修復した。

2.3 手指軟部腫瘍

症例5：60歳、女性、右母指軟部腫瘍(図5)

主訴：右母指腫瘍

現病歴：数年前より右母指の腫瘍に気づくも放置した。その後数ヶ月前より同部の痛みと腫瘍の増大傾向があり当院を初診した。

他覚的所見：右母指末節部掌側に軟部腫瘍を触知した。

X線所見：骨変化は認められなかった。

MRI所見：T1強調画像にて腫瘍は低輝度、T2強調画像にて等輝度、造影MRI画像にて腫瘍周囲に造影効果が認められた。

治療および所見：腫瘍摘出術を行い、病理組織診断はepidermoid cystであった。



ストレスX線像



背側部



頸部中央部

T2*冠状断像



術中所見

尺側側副靱帯は中枢側にて断裂する。

図4：23歳 男性 右母指尺側側副靱帯断裂(MP関節)例
MRI所見と術中所見が一致する(矢印)。



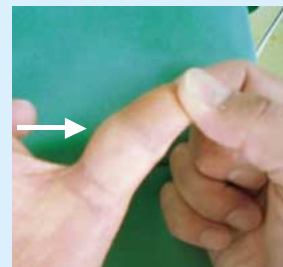
T2矢状断像



T1矢状断像



造影T1矢状断像



臨床所見

母指の腫瘍を示す。



腫瘍剖面像

図5：60歳 女性 右母指軟部腫瘍例
造影MRIにて腫瘍の周囲に造影効果がみられる。

2.4 末梢神経障害

症例6：61歳、女性、右手根管症候群(図6)

主訴：右手のしびれ

現病歴：数年前より右母指、示指、中指、環指のしびれが出現したが放置した。しかし約1年前より右母指球筋の萎縮が気になり当院を初診した。

他覚的所見：右手の母指から環指までの知覚障害と右短母指外転筋の萎縮が認められた。手根管でのTinel徴候、Phalen

testの陽性と電気生理学的異常も認められた。

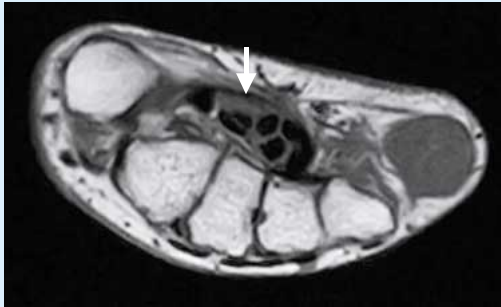
X線所見：異常は認められなかった。

MRI所見：造影MRI画像にて手根管内の正中神経に造影効果が認められた。

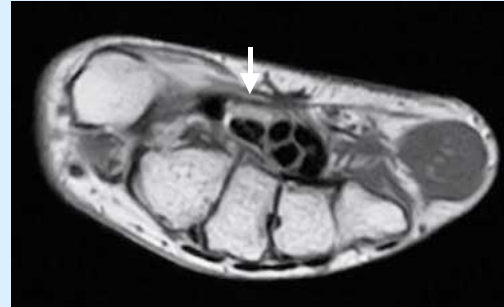
治療および所見：小切開による手根管開放術を行い、しびれは軽快した。

症例7：60歳、男性、右肘部管症候群(図7)

主訴：右環指、小指のしびれ



T1横断像



造影T1横断像

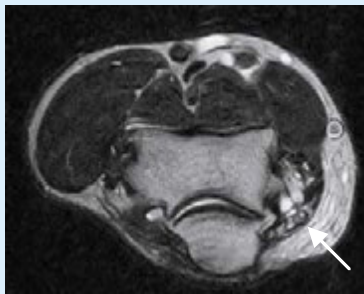


臨床所見
母指球筋の萎縮を示す。



手術所見
反回枝を示す。

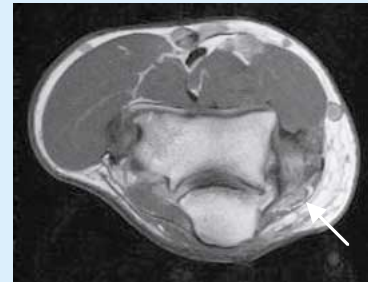
図6：61歳 女性 右手根管症候群症例
正中神経の絞扼部である手根管末梢部で、造影効果が認められる。



T2横断像



T1横断像



造影T1横断像



T2矢状断像



T1矢状断像



造影T1矢状断像



臨床所見
骨間筋の萎縮を示す。

図7：60歳 男性 右肘部管症候群例

尺骨神経の圧迫部において血液神経関門が破綻し、造影MRIにて造影効果が認められる。

現病歴：1年前より右環指、小指のしびれに気づき、半年前より第一背側骨間筋の萎縮と巧緻性の低下のため当院を初診した。

他覚的所見：右手の右環指、小指の知覚障害、骨間筋の萎縮、Claw fingerが認められた。

肘部管のTinel徴候、Froment徴候およびElbow flexion testの陽性と電気生理学的異常が認められた。

X線所見：関節症変化が認められた。

MRI所見：造影MRI画像において肘部管内の尺骨神経に造影効果が認められた。

治療：観血的治療を予定している。

2.5 肘靭帯損傷

症例8：28歳、男性、プロ野球投手、右肘内側側副靭帯損傷(図8)

主訴：右肘関節痛

現病歴：2ヶ月前より投球時の肘内側部痛が続き当院を初診した。

他覚的所見：右肘内側側副靭帯の圧痛が認められたが、明らかな動揺性はなかった。可動域制限は認められたが、痛みは伴わなかった。

X線所見：骨棘形成は認められたが、骨折およびストレスX線像における明らかな異常は認められなかった。

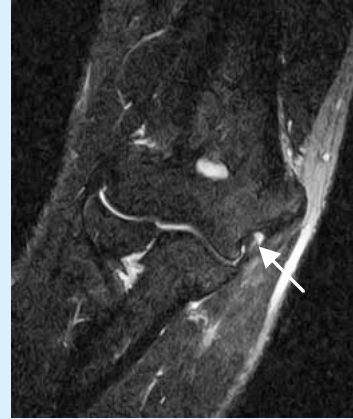
MRI所見：内側側副靭帯の中枢に高輝度変化が認められた。



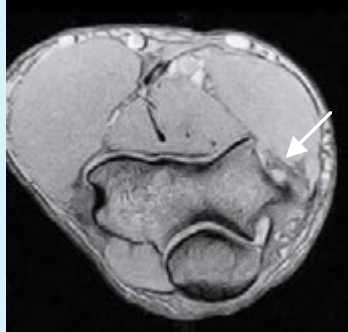
T2*冠状断像



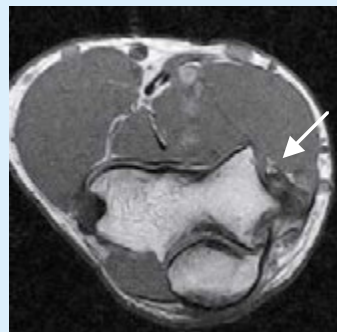
T1冠状断像



脂肪抑制T2*冠状断像



T2*横断像



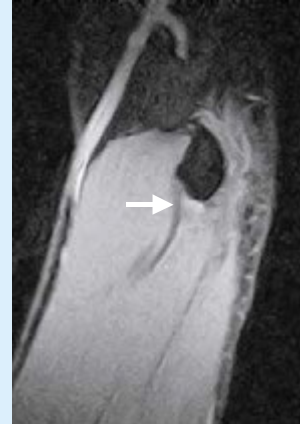
T1横断像



T2*矢状断像



T1矢状断像



脂肪抑制T2*矢状断像

図8：28歳 男性 プロ野球投手 右肘内側側副靭帯損傷例
前斜靭帯の内上顆付着部にて靭帯損傷が認められる。

治療：一定期間の投球を中止し、その後十分な注意と投球制限のもと、現在は一軍に復帰している。

3. 考察

これまで上肢における補助診断装置としては、単純X線、X線CT、超音波、そしてMRIなどが用いられてきたが、その組織分解能は十分とは言えず、特に上肢の靭帯、腱、神経、関節軟骨などの描出には、より組織分解能の優れたMRIが求められてきた²⁾。組織分解能を改善させたAPERTO Inspireは、従来のMRIの機種と異なり、これまで診断に必要で十分な画像を得ることが困難であった手指の末節骨から中手骨までの骨、側副靭帯、掌側板、そして骨軟骨病変などの画像を明瞭に描出することを可能にした。また上肢の絞扼性神経障害では、正中神経や尺骨神経の描出がより明瞭となり、造影MRIを使用した神経内の浮腫の描出・証明がより簡便に行うことが可能となった。この事実、これまで手根管症候群や肘部管症候群などの絞扼性神経障害の高位診断に一般に用いられてきた電気生理学検査に代わり、神経内浮腫を描出することが可能な造影MRI画像が、絞扼性神経障害の確定診断を行う上で最も有用な検査法となり得る可能性があると言える³⁾⁴⁾。そして、このMRI画像の組織分解能の向上は、強力な傾斜磁場と高いスリューレートにより2~3mm程度の薄いスライス画像が小さな視野で十分なS/Nを保ちながら、高精細撮影ができるようになったことであると考えられた。

従来のMRIで可能であった靭帯組織の描出が、より鮮明になっていることに加えて、BASG(Balanced SARGE)法やCHESS法による脂肪抑制などの新しいシーケンスが増えたため、検査の幅が広がった。

BASG法は完全な定常状態を保って信号を計測する撮影法である。この方法は縦緩和を待つ必要がないのでTRを短くすることができ、短時間撮影画像となり、また3D計測にも応用ができ、より薄いスライスで撮像することも可能となった。そのうえ、完全な定常状態で信号を計測するため、高いS/Nの画像が得られ肘関節、手関節などの軟骨と関節液との分離描出が可能となり、軟骨病変が明瞭に判別できるようになった。

CHESS法による脂肪抑制は、従来高磁場装置で行われている手法で、中・低磁場の装置では困難とされてきた方法である。今回APERTO InspireはSuper Shimコイルを搭載したことにより、CHESS法による脂肪抑制が可能となった。CHESS法は、従来の脂肪抑制法(STIR法、FatSep法など)と比較してさまざまなシーケンスで使用可能であり、また普通のスキャンと同等の時間で再構成が可能のため、さらに便利に使用することができた。通常のシーケンスにCHESS法併用で撮影することで、骨挫傷や骨の微小出血などもより明瞭に描出することができるようになった。

そしてこの機種の最大の特徴は、シングルピラーの永久磁石方式のため、320度の開放性を備え、患者の恐怖感をやわらげた安心感のあるMRIである。APERTO Inspireは、ガントリー一部がシングルピラーであり、またベッドが左右に150mmずつスライドすることで体格の大きいスポーツ選手らにも十

分な開放感が得られ、迅速に撮影することが可能であった。特に手、肘の上肢においては、他の機種では撮影が困難であった症例も、フローティングテーブルによりガントリーの中心に疼痛を伴う患肢を容易にセットでき、患者の苦痛を増強することなく撮影が行えた。

現在、APERTO Inspire が稼動して約1ヶ月半と短期間であり、撮影側の経験が十分に活かされてはいないが、上肢における骨、靭帯、掌側板、関節軟骨などの細部の病変を描出するについては、従来のMRIに比べ、より組織分解能の優れた画像を得ることが可能となった。今後、整形外科領域においては、この装置を使用することにより、上肢だけでなく脊椎や関節疾患に関しても、より十分な情報を収集することが可能であると考えられ、これらの疾患に対してもAPERTO Inspireを使用して更なる正確な診断の向上につなげたいものである。

4. 結語

- (1) APERTO Inspireを使用した上肢の代表的8症例を報告した。
- (2) オープン型MRIは体格を問わず、ガントリーの中心に患肢を容易にセットできるため、患者の苦痛を伴わなかった。
- (3) 高磁場装置特有の機能であったCHESS法脂肪抑制や脳造影Perfusionの撮像を0.4Tという磁場で可能にしたことで、高い解像度が得られるようになった。
- (4) 特に手、指などにおいても診断に有用な画像を得ることが可能であった。

※ APERTOは株式会社日立メディコの登録商標です。

参考文献

- 1) 吉野仁志, ほか: 永久磁石型オープンMRI Apertoの開発. Medix, 37: 29-34, 2002.
- 2) 上谷雅孝: 骨軟部領域の最近の話題. 日獨医報, 50: 225-236, 2005.
- 3) Kobayashi S, et al: Imaging of intraneural edema by using gadolinium-enhanced MRI imaging: Experimental Compression Injury. Am J Neuroradiol, 26: 973-980, 2005.
- 4) 早川克彦, ほか: 手根管症候群の補助診断. 整形災害外科, 45: 1059-1068, 2002.