MRI (核磁気共鳴画像法) による

耳管, 上咽頭, 中耳の観察

— preliminary report —

内藤 泰・本庄 巖*

西村 一雅・鳥塚 莞爾**

Magnetic Resonance Imaging of the Eustachian Tube,

Epipharynx and Middle Ear

— A Preliminary Report —

Yasushi Naito, Iwao Honjo,

Kazumasa Nishimura and Kanji Torizuka

(Kyoto University)

We found magnetic resonance imaging is capable of displaying the normal anatomy around the eustachian tube such as the eustachian tube cartilage, tensor veli palatini muscle, and levator veli palatini muscle. In addition, MR images of tonsillar malignant lymphoma with secretory otitis media disclosed a relationship between the morphological changes of the eustachian tube and middle ear disease.

Key words: MRI, eustachian tube, middle ear

緒 言

中耳, 耳管, 上咽頭は発生学的, 解剖学的に密接な関連を持っており, 中耳疾患を考える上で, 中耳のみでなく上咽頭及び耳管の病態を把握する事が重要である。しかし, 特に形態面からの検査では, 従来のX線を用いた診断法には限界があり, 例えばX線CTでも耳管軟骨, 耳管筋など耳管周辺の詳細な構造を見る事はできず (図1), 新たな方法が必要となっている。

この様な観点から, 我々は耳管及び中耳病態の診断に核磁気共鳴画像法 (Magnetic reso-

nance imaging : MRI) の応用を試みているが, 今回は, MRI で同定できる上咽頭, 耳管周辺の正常の構造の概略を述べると共に, 悪性リンパ腫により滲出性中耳炎をきたした症例を呈示し, MRI を用いて上咽頭, 耳管病変と中耳疾患との関連を検討し報告する。

原理及び方法

核磁気共鳴 (Nuclear Magnetic Resonance : NMR) とは, 静磁場の中で原子核のスピンが変化するのに伴って観測される現象で, その原理は1946年に Bloch¹⁾, Purcell²⁾

*京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室

**京都大学医学部放射線, 核医学教室

等によって発見された。1970年代から、NMRを用いた生体の断層撮影の試みがなされ、1980年代になって臨床応用が開始されるに至った。さらに超伝導磁石が導入され、均一な強度の磁場によりMR像の画質は向上してきている。

現在、我々が使用しているのはGE社の、1.5-Tesla 超伝導磁石を用いたシステムで、30cm径のヘッドコイルを使用している。撮影条件は、データ収集マトリックス数 256×256 、画像表示マトリックス数 512×512 、FOV（視野の広さ） 24×24 cm、加算平均回数2回、スライス厚は3mm、各スライス間の間隔1.5mmで、パルス系列は Partial saturation (PS) と Spin echo (SE) である。MR像における信号の強さは、水素原子密度、T1（吸収されたエネルギーが周囲の格子系へ熱力学的に放散する過程の時定数）、T2（核スピン間相互作用による磁化の減衰過程の時定数）といったパラメーターによって左右され、撮影条件における繰り返し時間：TR、エコータイム：TEを変化させる事により上記のパラメーターが種々に強調された画像となる。MR像では、一般に水素原

子密度の希薄な空気及び骨組織はほぼ無信号となり、黒く描出される。T1強調画像ではT1の短い組織、例えば脂肪が、またT2強調画像ではT2の長い組織、例えば脳脊髄液、内耳液が各々高信号となり、画像では白く描出される。今回用いたPSの設定はTR=400msec、TE=25msecで、これはT1強調画像となる。同じくSEの設定はTR=2000msec、TE=40、80msecという条件で、第1エコー像（TR=2000msec、TE=40msec）では水素原子密度、T1、T2各々の影響が混在した形で画像化され、第2エコー像（TR=2000msec、TE=80msec）ではT2強調画像となる。

撮影方向は、神崎³⁾等の high resolution CT による方法と同じく、水平面（Reid's base line）より前方へ約 30° 傾斜した、外耳道と上口唇を結ぶ線に平行な面とし、耳管にはほぼ平行な断層像を得た。これに加えて、この方向に直交する冠状断像も撮影した。この様にして撮影した6例のMR像に基づいて、上咽頭、及び耳管周辺の正常構造がどの様に捉えられるかを検討した。

耳管及びその周辺の正常解剖

以下のMR像を理解するために耳管の形態を今一度述べる。耳管は上咽頭側壁の咽頭口から後外方約 45° 、上方へ約 30° の角度で走行し、中耳の耳管鼓室口に至る。咽頭側3分の2の軟骨部、鼓室側3分の1の骨部の境界部は狭部と呼ばれ、全長約35mmの耳管のうち、咽頭口より約1cmの部分から狭部の手前0.5cmまでは常時閉鎖している⁴⁾。耳管後壁は耳管軟骨内側板によって構成され、この軟骨の上部は鉤状に外側前方へ屈曲して外側板となり、逆Jの字型の断面を呈する。口蓋帆張筋は外側翼突板基部の舟状窩、蝶形骨の一部、そして耳管軟骨外側板より始まり、耳管に対して垂直下方に走行し、翼突鉤を経て軟口蓋正中、一部硬口蓋後端に停止する。耳管腔外側と口蓋帆張筋の間にはOstmann 脂肪体と呼ばれる脂肪層がある。口蓋帆挙筋は頭蓋底、一部耳管狭部周辺に始ま

図1 耳管軸に平行な面でのX線CT像。

り、耳管の底部を耳管軸と平行に走行し、軟口蓋背面に放射状に停止する。この筋は耳管の開閉には直接関与しないが、口蓋裂例では、その走行異常が、耳管機能障害に関与する可能性が指摘されている。口蓋帆張筋の外方には内側及び外側翼突筋があり、上咽頭後壁には頭長筋が存在する。

耳管及び上咽頭の正常MR像

耳管の長軸に沿う断面像を図2に示す。耳管咽頭口の輪郭・ローゼンミュラー窩は明瞭である。耳管軟骨はSE像の第1エコー像、第2エコー像いずれにおいても低信号部分としてやや暗く描出されているが、骨の様に無信号にはならない。耳管は通常閉鎖しているため、耳管腔は正常では含気腔の像を呈さないが、粘膜がSE像で高信号となるため、軟骨部耳管粘膜を、耳管軟骨直前外方に高信号像として認める。この4.5mm下方の像が図3である。筋組織は第1エコー像、第2エコー像ともに比較的低

信号の像となる。外側内側翼突筋、頭長筋など大きな筋はX線CTでも同定可能であるが、両者の間にある口蓋帆張筋、口蓋帆挙筋はMR像で初めて明瞭に確認される。口蓋帆挙筋は耳管軟骨下方に認められ、下方へ追跡すると軟口蓋背面に至る(図4)。口蓋帆張筋は口蓋帆挙筋に平行して一層の脂肪層(SE第1エコー像で高信号、第2エコー像でやや低信号像)を介した前外方の低信号像として同定される。この脂肪層は、いわゆる Ostmann 脂肪体と考えられる(図3)。内頸動脈の無信号部分が、耳管狭部すなわち骨部と軟骨部の境界の指標となる。図3のさらに9mm下方の断面像が図4である。前述の様に口蓋帆挙筋が軟口蓋背面に至っている像、翼突鉤(ハムルス)の無信号部分等が認められる。

異常例のMR像

次に異常例を呈示し、耳管及び中耳病変診断に対するMRIの有用性を示す。

図2 耳管の長軸に沿うMR像。
(SE, TR=2000msec, TE=80msec)

図3 耳管下端あるいは直下のMR像。
図2の4.5mm下方にあたる。
(SE, TR=2000msec, TE=80msec)

症例: 64歳, 男性.

右扁桃悪性リンパ腫の局所及び頸部再発例で, 約3ヶ月前から右耳閉感を訴えている. 右側鼓膜は内陥し, 滲出液貯留が透見される. ティンパノグラムはB型. 平均聴力レベル 38dBの伝音性難聴があり, MR撮影後中耳換気チューブ留置術を施行し inflation-deflation testを行ったところ耳管の受動的開大圧 $540\text{mmH}_2\text{O}$, 閉鎖圧 $280\text{mmH}_2\text{O}$ で, やや耳管の狭窄が認められた. また嚥下による耳管の能動的圧平衡能は陽圧, 陰圧ともに圧平衡能を認めなかった. 上咽頭ファイバースコープでは右ローゼンミュラー窩がやや浅くなっているのみの所見であった.

この症例のSE第1エコー像(図5)では, 上咽頭後側壁から耳管周辺に高信号域を認め, 瘍腫の直接侵潤, あるいはそれに伴う浮腫が推定される. 第2エコー像(図6)において, 右

耳管軟骨の陰影は左側に比べて不整で, 一部高信号域の部分もあり, 病変が耳管軟骨自体にも及んでいるものと思われる. さらに耳管内腔側の信号も健側に比べて明らかに高く, 粘膜の浮腫が示唆される. この様な耳管及びその周囲組織の病変に対応する中耳の病態を図7に示す. 側頭骨蜂巣内は鱗部蜂巣の上端から乳様突起先端蜂巣, 錐体先端部に至るまでSE第2エコー像(T2強調像)で高信号の滲出液で満たされている. 図7では, 鼓室, 乳突洞, 乳突蜂巣の液貯留像に加えて, 内耳道, 前庭, 外側半規管, 蝸牛, S状静脈洞を同定でき, 解剖学的位置関係の指標となる. X線CTでは, 滲出液, 肉芽, 真珠腫等はいずれも軟部組織陰影として差異を認め得ないが, MR像では, 滲出液の様な液体はT2の著明な延長によりその性状を確認する事ができる.

図4 図3のさらに9mm下方のMR像.
(SE, TR=2000msec, TE=80msec)

図5 扁桃悪性リンパ腫再発例のMR像.
(SE, TR=2000msec, TE=40msec,
第1エコー像)

考 按

MRI の有用性は中枢神経系をはじめとして様々な方面で急速に明らかになりつつある。我々は、中耳疾患の病因を究明して行く上で耳管及び上咽頭の病態を知る事が重要であると考え、耳管を中心にMR像を撮影し、中耳病態との関連を検討している。従来この領域の検査法としては、1) 上咽頭、耳管咽頭口のファイバースコープ、鼓膜視診などの肉眼的観察。2) ティンパノメトリー、inflation-deflation test、耳管排泄機能検査等の中耳、耳管の機能的検査。3) 側頭骨、上咽頭のX線単純撮影、耳管造影法、high resolution CT等の画像診断、などがある。なかでも耳管は解剖学的に観察が難しい位置にあり、上咽頭ファイバースコープでも耳管咽頭口付近の一部しか見る事ができず、上述の耳管、中耳の機能的検査結果を裏付ける形態面からの画像診断が重要となってくる。しかし、例えば耳管造影法は耳管内腔の

形態、疎通性、運動性等につき多くの情報をもたらすが⁵⁾、内腔以外の耳管の構造やその周辺の状況を観察する事はできない。X線CT、特に high resolution CT では骨部耳管を含む中耳病変の観察には有用で、耳小骨連鎖、内耳骨迷路、乳突蜂巣などの骨性構造と、軟部組織病変との関係については、詳細な診断が可能である。しかし、軟部組織陰影、例えば液貯留、肉芽、真珠腫塊等の判別は通常困難である。また、耳管の咽頭側、つまり耳管軟骨部は、周囲組織と同濃度となるため、耳管咽頭口の輪郭以外には情報が得られないのが現状である(図1)。以上の如く、X線を用いた画像では耳管、上咽頭の病態について知り得る事項は限られており、この領域の形態面からの観察には一つの限界があった。

しかし、MRIによる断層撮影は、原理的にも全く異なるためX線CTでは得られない高コントラストの画像がえられ、画像診断能力の飛

図6 扁桃悪性リンパ腫再発例のMR像。
(SE, TR=2000msec, TE=80msec)

図7 側頭骨蜂巣内の滲出液貯留像。
(SE, TR=2000msec, TE=80msec)

躍的向上をもたらしている。特に、X線透過度においては大きな差を認めない軟部組織間でも、その性状の差によって明確なコントラストを得る場合があり、上述の耳管、上咽頭の画像診断に新たな前進をもたらす事が期待される。

今回の preliminary report で、正常像において、X線CTでは判別できない耳管軟骨、耳管筋をはじめ種々の解剖学的構造が観察可能である事が分った。また、異常例として呈示した滲出性中耳炎の症例では、MR像で上咽頭、特に耳管周辺の病変とこれに対応する中耳の滲出液貯留の状態が明確に観察され、本法が中耳疾患と、その原因の一つとしての耳管、上咽頭の病態を形態的側面から診断するのに優れた方法である事がわかった。

なお、撮影条件としてPSとSEを比較すると、この領域の構造の把握にはSEの方が、より明解な像が得られる場合が多く、特に粘膜、液貯留、浮腫の状態の観察にはSE像が優っていた。Dillon⁵⁾の上咽頭のMRIに関する報告でもT2強調画像で粘膜と筋組織の信号強度差が明らかとなり、細部の観察に有用であるとしており、SE像のみでも十分な情報が得られるものと思われる。

今回の結果をふまえ、今後、滲出性中耳炎、慢性中耳炎、中耳真珠腫、口蓋裂の中耳疾患などにMRIの応用を進め逐次報告して行く予定である。

ま と め

1) 正常例の耳管及び上咽頭のMR像を検討しX線CTでは判別できない耳管軟骨、耳管周辺の筋などの構造が観察できる事を示した。

2) 扁桃悪性リンパ腫再発時に滲出性中耳炎をきたした症例を呈示し、耳管及び上咽頭の病態と中耳疾患の関連をMR像を用いて形態面から観察した。

参考文献

- 1) Bloch F, Hansen WW and Packard M: Nuclear induction. Phys Rev 69: 127, 1946.
- 2) Purcell EM, Torrey HC and Pound RV: Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. Phys Rev 69: 37~38, 1946.
- 3) 神崎 仁, 他: 高分解能CTによる滲出性中耳炎症例の耳管所見. 耳喉 56: 825~831, 1984.
- 4) 熊沢忠躬: 耳管の基礎と臨床. 日耳鼻 83: 1416~1424, 1980.
- 5) 牛呂公一: 造影レ線法による耳管機能の研究. 実験的, 臨床的観察. 耳鼻臨床 74: 511~529, 1981.
- 6) Dillon WP, et al: Magnetic resonance imaging of the nasopharynx. Radiology 152: 731~738, 1984.

原稿到着: 昭和61年1月17日 急載
別刷請求先: 内藤 泰
〒606 京都市左京区聖護院川原町54
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室