

日本人の解剖研究用献体を用いた眼瞼の magnetic resonance imaging とその組織像の対比所見

井出 醇¹⁾, 脇舂 耕一¹⁾, 柴 智子¹⁾, 児玉 潤一²⁾, 白澤 信行³⁾

¹⁾井出眼科病院, ²⁾山形大学医学部放射線科, ³⁾山形大学医学部第一解剖学教室

要 約

目 的：日本人上眼瞼の MRI 読影にあって、未だ不明な部位を解析するため、同じ献体の組織検査を施行して比較検討を行った。

対象と方法：2 体 (87 歳女, 49 歳男) の日本人解剖研究用献体の片側上下眼瞼を付けた眼窩部を用いて, MRI 撮像後同じ献体の組織検査を施行して比較検討を行った。

結 果：2 症例とも、眼輪筋と眼窩隔膜の間に眼窩脂肪と異なる hazy な高信号域を認めた。その組織は結合織に富む線維脂肪組織であった。眼窩脂肪の最下降部を包むようにみられる同じ高信号域も、同様な線維脂肪組

織であった。この線維脂肪組織が介在するため眼輪筋後面と眼窩隔膜は末端まで接触できなかった。

結 論：2 症例のみであるが、線維脂肪組織が眼窩脂肪の浅層に存在するのみならず、眼窩脂肪最下降部を取り囲むようにさらに下降している。従来いわれていたように眼瞼内を下降しているのは眼窩脂肪ではなく、主に線維脂肪組織である。(日眼会誌 113 : 1125—1131, 2009)

キーワード：眼瞼, magnetic resonance imaging, 解剖, 組織, 線維脂肪組織, 眼窩脂肪

Magnetic Resonance Imaging Findings of the Eyelids of Japanese Cadavers for Anatomical Studies and a Comparative Examination of Their Histological Pictures

Atsushi Ide¹⁾, Koichi Wakimasu¹⁾, Tomoko Shiba¹⁾
Junichi Kodama²⁾ and Nobuyuki Shirasawa³⁾

¹⁾Ide eye Hospital

²⁾Department of Radiology, Faculty of Medicine, Yamagata University

³⁾First Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Yamagata University

Abstract

Objective : To clarify ambiguous areas in interpreting MR images of Japanese eyelids, a histological examination was conducted on cadavers after the MRI for a comparative evaluation.

Subjects and methods : Orbital sections including the unilateral upper and lower palpebrae of two Japanese cadavers (an 87-year-old woman and a 49-year-old man) were examined. Following MRI, the specimens of the same cadavers were examined histologically for a comparative evaluation.

Results : In both cadavers, a high signal intensity area with a hazy appearance unlike the orbital fat—fibroadipose tissue rich with connective tissue—was recognized between the orbicularis muscle and orbital septum. The same high signal intensity area that appeared to encase the posterior section of the descending orbital fat was also composed of fibroadi-

pose tissue. Because of the presence of this intervening fibroadipose tissue, the posterior surface of the orbicularis muscle and the orbital septum could not come into contact with each other.

Conclusion : Although limited to only two subjects, the current observation proved that fibroadipose tissue exists not only in the superficial layer of the orbital fat but that it further descends to surround the lowest portion of the orbital fat. As already reported, it was mainly the fibroadipose tissue, but not the orbital fat, that descends into the palpebral space. Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 113 : 1125—1131, 2009)

Key words : Eyelid, Magnetic resonance imaging, Anatomy, Histology, Fibroadipose tissue, Orbital fat

別刷請求先 : 990-0039 山形市香澄町 3-6-13 井出眼科病院 井出 醇 E-mail : a-ide@ideganka.or.jp

(平成 20 年 12 月 1 日受付, 平成 21 年 7 月 10 日改訂受理)

Reprint requests to : Atsushi Ide, M. D., Ph. D. Ide Eye Hospital. 3-6-13 Kasumi-cho, Yamagata-shi 990-0039, Japan

(Received December 1, 2008 and accepted in revised form July 10, 2009)

I 緒 言

Magnetic resonance imaging(以下 MRI)は、眼窩領域^{1)~4)}としては勿論、眼瞼においても実験的または日常臨床的検査の一つとして^{5)~7)}有効に用いられるようになって久しい。それにもかかわらず顔面に垂直な矢状断撮像(以下、顔面像)と視神経の走向に平行な矢状断撮像(以下、視神経像)とでは、どちらがより正確に眼瞼の内部構造を表し得るかという基礎的な問題について、特に検討されることなく習慣的に視神経像が用いられてきた。

この論文の目的は、まず予備実験としてこの2つの撮像条件によって眼瞼の内部構造に違いがないかどうか献体を用いて確認すること、また本実験では同じ試料で組織検査を行い、眼瞼のMRIとその組織像がどのように対比するかをみて、眼瞼のMRIの読影上意見の定まらない2, 3の点、すなわち日本人では眼窩脂肪が瞼縁近くまで下降しているのか、もし下降していないとすれば瞼板上縁付近に認められる組織は何であろうかといったことを明らかにすることにある。過去の論文を渉猟したところ今までこのような試みはなされていない。

II 対象および方法

第1例は心不全で死亡した87歳の日本人女性で、右側の上下眼瞼を付けた全眼窩内組織を用いた。第2例は肝障害で死亡した49歳の日本人男性で、こちらも同様に処理した右側の組織を用いた(図1)。実際的には鼻梁正中線、眉毛上方横線、外眼角部2横指外側、眼窩骨下縁1横指下方のそれぞれの部位で皮膚より骨膜まで切開を加え、眼窩内組織を付けたまま骨切りを行い、そのあと眼窩骨を完全にはずした。MRI撮像時には眼窩骨は既にはずしてあった。試料はいずれも山形大学医学部解剖学教室に保存されていた解剖研究用献体であり、この研究は山形大学医学部の倫理委員会の承認を経てヘルシンキ宣言の趣旨を遵守して慎重に行われた。

1. 予備および本実験の撮像条件と組織染色法

予備実験のMRI撮像には、症例1, 2とも摘出した眼窩部組織が正面視するように設置し、水平断撮像で眼瞼の最も凸なる部分すなわち眼瞼の最高点を通過するMRIの顔面像と視神経像を比較した(図2, 3)。

MRI撮像にはGE社製Signa Advantage(1.5 tesla)に3インチ表面コイルを装着し、撮像条件は、2DSE法で

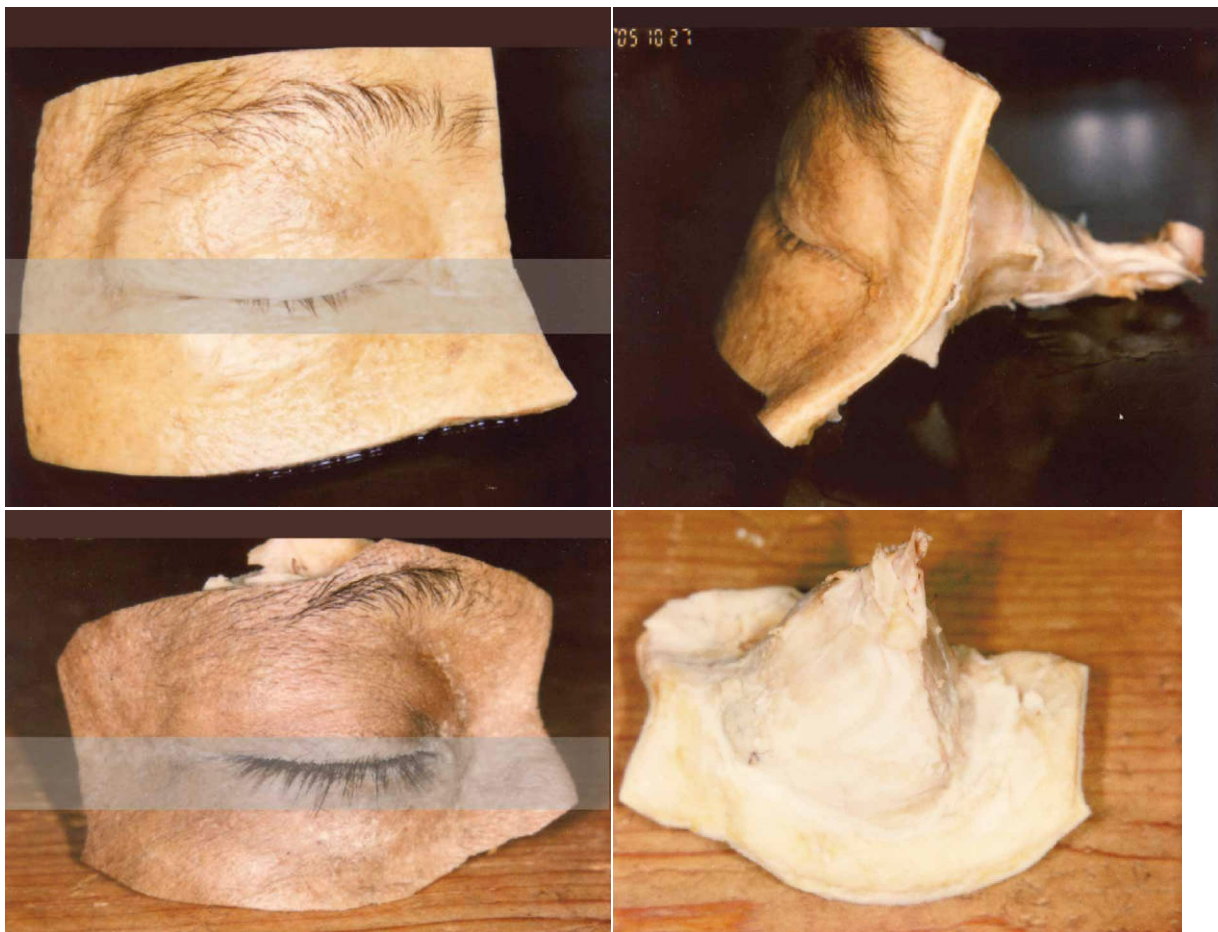


図1 上下眼瞼を付けた眼窩部。

既にはずしてある。上段は症例1, 87歳女性。下段は症例2, 49歳男性。

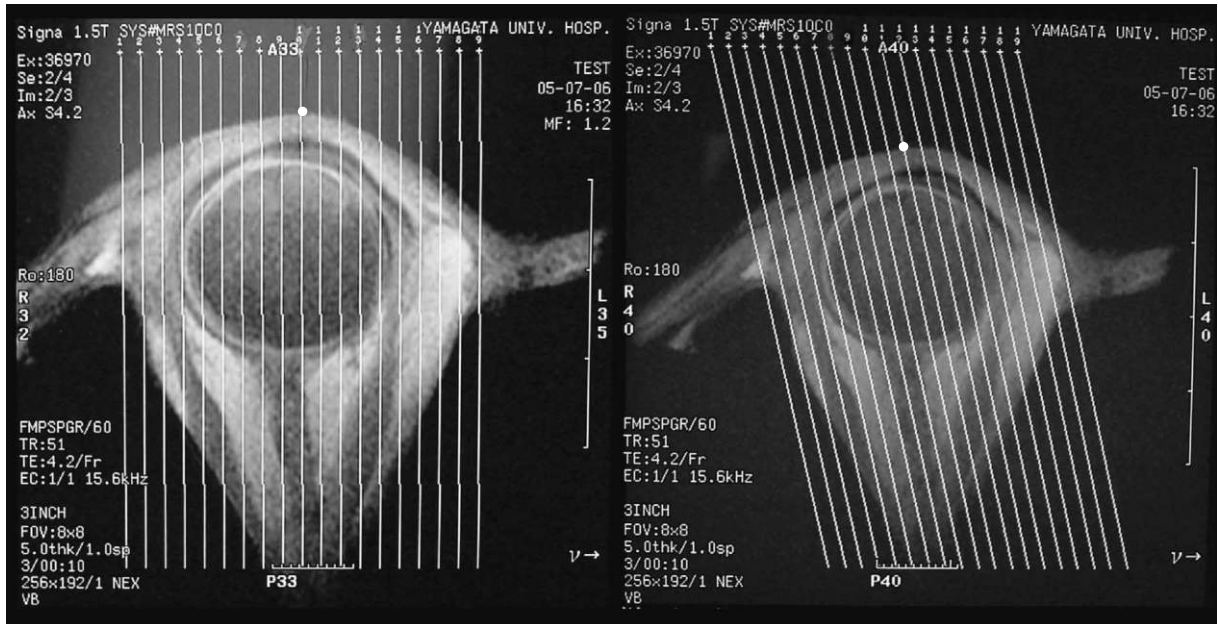


図 2 眼瞼の水平断撮像で最も凸なる部分を基点と定めた。

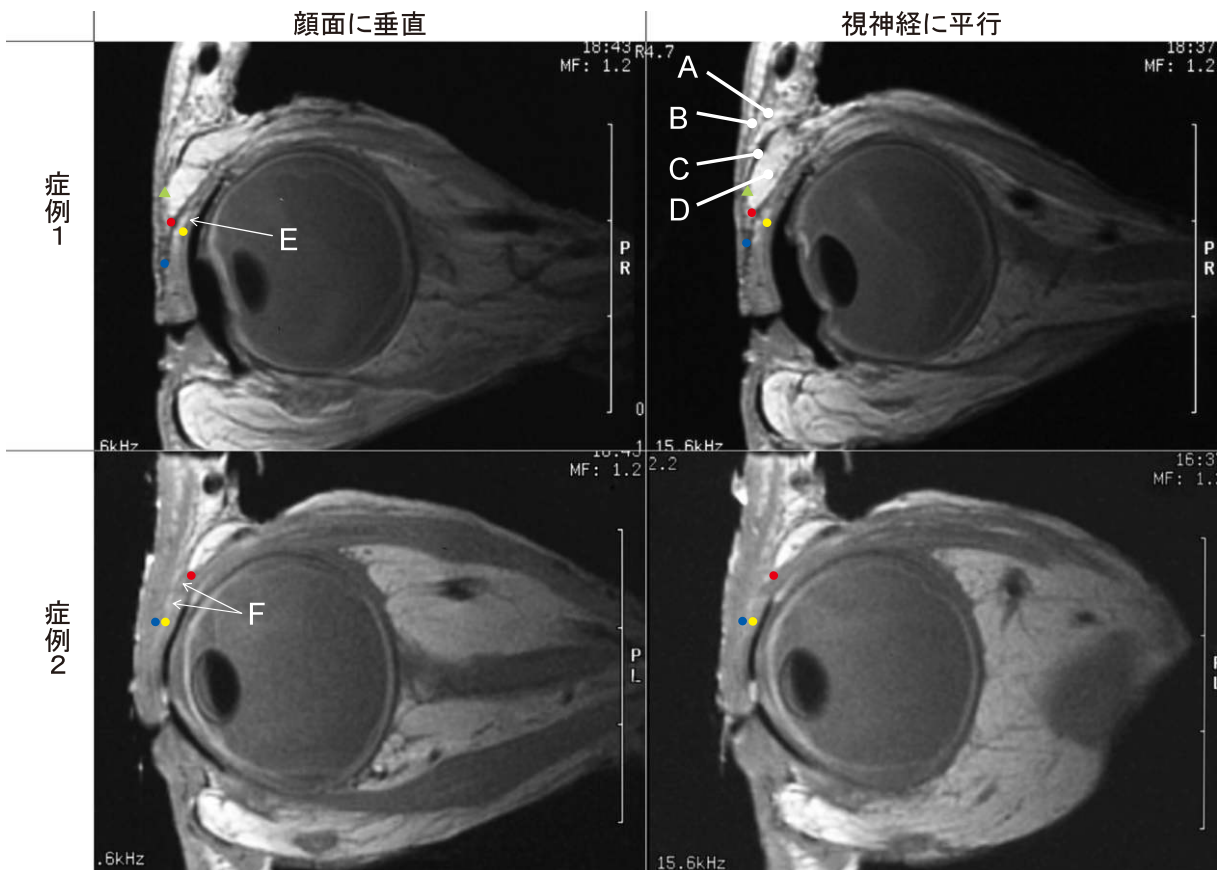


図 3 症例 1, 2 の magnetic resonance imaging(MRI).

A は線維脂肪組織, B は眼輪筋, C は眼窩隔膜, D は眼窩脂肪, E および F は眼窩隔膜外の脂肪組織, 赤丸は眼窩脂肪最下降部, 黄丸は瞼板上縁, 青丸は線維脂肪組織下縁, 緑三角は眼輪筋眼窩隔膜接触部. 左図は顔面に垂直. 右図は視神経に平行.

いずれも T1 強調画像, TR = 440 msec, TE = 13 msec, Slice 幅 = 2.0 mm, Slice Gap = 0.2 mm, Matrix 256 × 256 撮像所要時間 5 分 45 秒, で顔面像および視神経像を撮像した。

眼瞼の最高点を決めた撮像条件は 3 DFE 法のため異なっている (撮像条件は図 2 に記載)。

組織検査はホルマリン固定後, パラフィン包埋, 10 μm に薄切, hematoxylin-eosin (HE) 染色を行って検鏡した。

2. 予備および本実験の比較検討項目

以下の項目について検討した。予備実験は, 同一症例の眼瞼の最高点において MRI による顔面像と視神経像の比較, 本実験は, 顔面像による同一症例および 2 症例間での内部所見の対比。

III 結 果

1. 予備実験の結果

1) 症例 1 および 2 の MRI による顔面像と視神経像 (図 3)

第 1 に同じ症例では, 両撮像とも眼輪筋層を示す眼瞼中央部を縦走する低信号像に形態的差異はほとんど認められない。

第 2 に眼窩脂肪を示す高信号域は両撮像ともほぼ同形同大である (眼窩脂肪の先端を赤色点で示す)。

第 3 に両撮像法とも, 眼窩脂肪の前壁として隔膜状の低信号曲線を上眼窩骨縁と赤色点の間に認めるが, それは眼窩隔膜である。両撮像とも大差はない。

第 4 に両撮像法とも, 眼輪筋と眼窩隔膜との間には高信号ではあるが hazy な構造物を内包し眼窩脂肪よりは暗くみえる組織がある。これを「著者らのいう線維脂肪組織」と呼ぶことにする。両撮像とも大差はない。

第 5 に, 症例 1 では眼窩脂肪の先端近くの腱膜の後下方 (E) に, 症例 2 では先端の前下方 (F) に小さなやや高信号の領域を認める。両撮像とも大差はない。

予備実験の結果をまとめると, MRI を用いて眼瞼部の内部構造を調べるには顔面像であっても視神経像であっても大差はない。MRI に撮像差がでるのは選択した方向よりも, 個体差によるものの方が大きい。

2. 本実験の結果

1) 顔面像による 2 症例間の比較 (図 3 の左側上下)

症例 1 では眼窩脂肪の先端の少し手前で眼窩隔膜が眼輪筋に接しているように見え (緑三角), その位置は瞼板上縁 (黄色点) より上方である。症例 2 では, 眼窩脂肪は眼輪筋に接することなく, 眼窩脂肪の先端 (赤色点) は瞼板上縁 (黄色点) とははるかに離れて高い。この際症例 1, 2 とも瞼板は明瞭に描出されないで, スケールにより瞼縁から 10 mm 上方を瞼板上縁とみなした。また, 赤色点と黄色点間距離は症例 1 と症例 2 とでそれぞれ約 1 mm, 6 mm と, 著しい差がある。

2) 2 症例の MRI 顔面像と組織所見の比較検討 (図 4)

まず第 1 に症例 1, 2 とも MRI と組織像を対比させることにより眼窩脂肪の存在が明確に認識されるばかりでなく, その前方に眼窩脂肪と異なる「著者らのいう線維脂肪組織」とでも呼ばれるべき組織が存在すること, さらに症例 1 の方が 2 よりも線維脂肪組織内の脂肪含有量が多いことも確かである。

第 2 に症例 2 では MRI でも組織所見からも, 眼輪筋後面は眼窩隔膜と接触していないことは確かである。すなわち眼輪筋と眼窩隔膜との間を眼窩脂肪と異なる「著者らのいう線維脂肪組織」がすり抜けて眼窩脂肪の先端下方まで及んでいることが分かる。ところがこの所見は症例 1 の MRI をみると異なり, 眼窩隔膜はいったん眼輪筋後面に接触して再び別れるように見える。しかし, 組織所見 (図 4 上段右側) では両者は接触することなく線維脂肪組織がすり抜けて眼窩脂肪の先端下方まで及んでいることも分かる。

第 3 に症例 1 または 2 の MRI でみられる眼窩脂肪先端のやや後下方や前下方にみられる淡い領域は, 組織像の拡大写真から線維脂肪組織か, あるいは線維脂肪組織と挙筋腱膜の浅層の一部が絡み合ったものであることが分かる。

IV 考 按

まず撮像方向についてであるが, 眼窩骨をはずせばその時点で眼窩内軟部組織は相互の位置関係を変え, 組織学的に正しい位置にある切片は作れない。同様に, MRI を撮像する場合も眼窩骨をはずした時点で, MRI の正確な眼窩内撮像とはならない。症例 2 では顔面に垂直な MRI 撮像で視神経の全長が描出されてしまったが, これは眼窩内軟部組織から眼窩骨をはずした時点で視神経が変位したためと思われる。

また上眼瞼矢状断撮像の読影の基点として, 設定が容易な理由で眼瞼の最高点を選んだ。

以上のような条件下のわずか 2 症例であるが, 眼窩脂肪, 線維脂肪組織, 眼窩隔膜などの眼瞼部内部組織を検討するには MRI の顔面像と視神経像とで目立った差異を認めなかった。皮膚表面からの距離が浅いので入射角が違っても撮像に差が出なかったと思われる。

次に, これまでも眉毛下に眼窩脂肪と異なる結合織に富む脂肪組織があることは多くの著者により指摘されてきた。Lemke ら⁸⁾をはじめとする論者^{9)~13)}の主張がそれであるが, 1991 年に発表された Meyer ら¹⁴⁾の研究が独創的なのは, その組織を一つの clinical entity として独立させたことにある。彼らは MRI, 組織学, 発生学, 実際の手術所見のすべてを駆使して, 前頭筋と眼輪筋の直下に筋肉下線維脂肪層 (submuscular fibroadipose layer) とでも呼ばれるべき結合織に富む脂肪層が, 眼窩脂肪とは別に存在することを証明した。それ以前の論者は

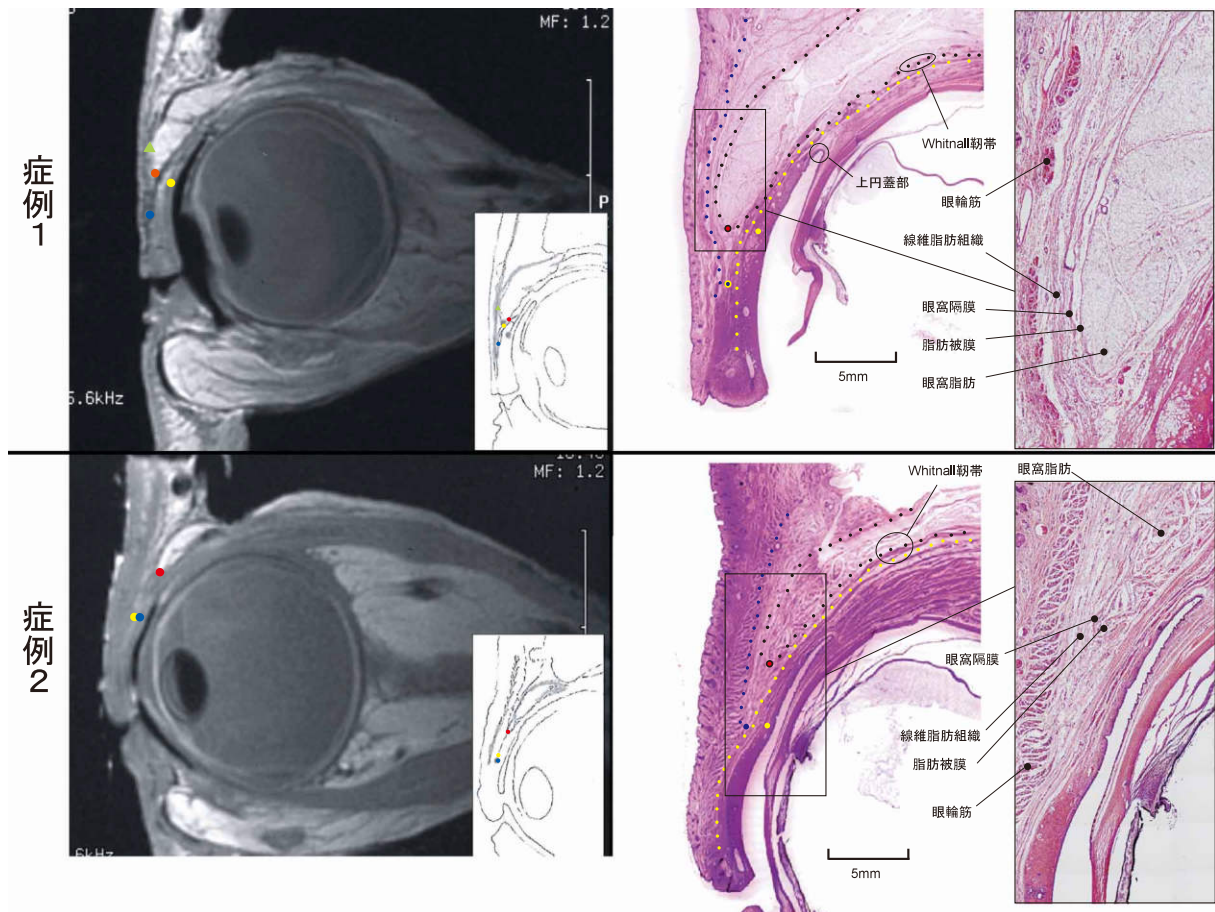


図 4 症例 1, 2 の MRI (顔面像) とそれらの組織所見 (hematoxylin-eosin 染色).
丸印, 三角印は図 3 に同じ. Whitnall 靭帯は上睑蓋部よりはるか眼窩部後方にある.

眉毛に関係のあるちょっとした脂肪沈着くらいにしか考えていなかったのである。

Meyer らのさらに偉大なところは、早晚眼輪筋と眼窩隔膜は接触するので、この線維脂肪組織は眼窩内をどこまでも下降するわけではないこと、そしてその接触する位置は眼窩脂肪最下降部(それは眼窩隔膜最下降部に同じである)の 1~5 mm 上であると明確に指摘したことである。

Meyer らの研究を追試しながら彼らの組織図(図 5)にある fibroadipose layer と「著者らの線維脂肪組織」(図 4)を検討してみたが両者は同じものであるとみなしても問題なさそうである。

かつて著者ら⁷⁾は、眼窩隔膜と挙筋腱膜の合流部は、日本人においても欧米人と同じで瞼板上縁より上方であると指摘したが、今回第 1 に新しく指摘したいことは、日本人では眼輪筋と眼窩隔膜との間に線維脂肪組織が下降し続けるため、線維脂肪組織の下縁と挙筋腱膜との合流部は瞼板上縁付近かそれより下方になるということである。

症例 1 のように MRI 上、眼輪筋と接触しているように見える眼窩隔膜も組織所見では接触していないのである。

このことは日本人の眼瞼下垂の手術にあたって経皮的に行う場合は、線維脂肪組織が邪魔をして欧米人のようには容易に眼窩隔膜には到達できないことを意味している。そしてこのことから日本人に向けた下垂手術—線維脂肪組織回避法(現在投稿中)—が推奨されたと考えた。ただし加齢による下垂で、線維脂肪組織が萎縮している場合はこの限りではない。

第 2 に著者らが今回提示した図 4 の症例 1 と 2 の MRI および組織所見では、瞼板上縁(黄色点)と眼窩脂肪最下降部(赤色点)との距離はそれぞれ約 1 mm, 6 mm とかなりの相違があり、また瞼板上縁(黄色点)と線維脂肪組織下縁(青色点)との距離もそれぞれ約 -4 mm, 0 mm であったことも重要な所見である。すなわち瞼板上縁-眼窩脂肪最下降部間距離や瞼板上縁-線維脂肪組織下縁間距離を MRI でチェックしただけでは個体差が大きいので腱膜性眼瞼下垂は診断できないと推定されるからである。

第 3 に著者らは、欧米人の重瞼は、開瞼時に眼輪筋に癒着した眼窩隔膜が挙筋腱膜とともに巻き上げられるために生ずるが、日本人では挙筋腱膜の前隔膜部眼輪筋の穿通枝が引き上げられるに従って瞼縁に近い皮膚を挙上することによると推定した(図 5, 図 6)。

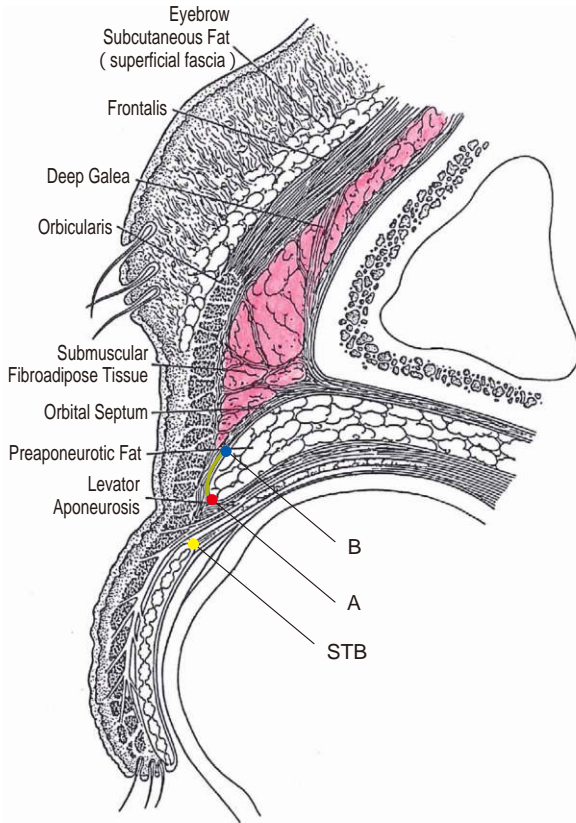


図 5 欧米人の上眼瞼模式図。

眼窩脂肪最下降部(A)と線維脂肪組織下縁(B)の間は眼輪筋と眼窩隔膜が完全に接触している。STB：瞼板上縁(Meyer らの論文¹⁴⁾より許可を得て転載)

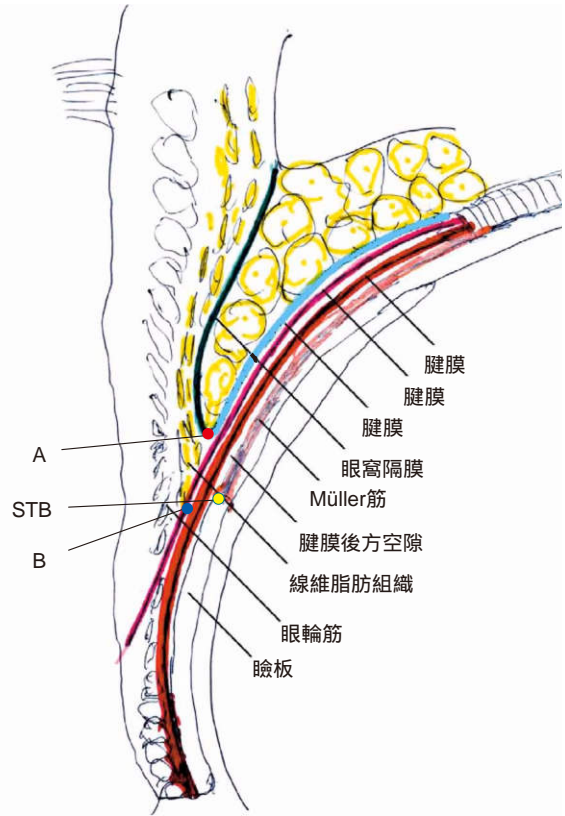


図 6 日本人の眼窩脂肪最下降部(A)，瞼板上縁(STB)，線維脂肪組織下縁(B)の三者関係の模式図。

図 6 は日本人の眼窩隔膜下端と挙筋腱膜との合流部 (A・赤色点)，線維脂肪組織下縁と挙筋腱膜との合流部 (B・青色点)と瞼板上縁(黄色点)との三者関係を模式図で示したものである。線維脂肪組織が眼瞼内を下降してきていることが特徴である。

また挙筋腱膜は一般的には、まず前後 2 層に分かれ、前層は前隔膜部眼輪筋の筋束へ一部は穿通枝となって皮下へ向かい、後層はそのまま下降して瞼板の下 3 分の 1 の前面に付くといわれる。しかし挙筋腱膜は組織所見をみると本来多層性をなしており、図 4 の右段上下の組織図のように Whitnall 靭帯は一般に信じられているよりは眼窩の奥の方に存在し、そこから下降してきた挙筋腱膜の最内層は眼窩隔膜に連続しているように見えるのでそれを腱膜Ⅲとして以下腱膜Ⅱ，Ⅰの 3 層に分けて考えると理解しやすいと思う。

最後に眼窩脂肪先端を包んでいる小さな比較的高信号の部分(図 3 の E, F)は、組織所見を対比するとこちらでも線維脂肪組織である可能性が高い。しかし、文献を参照すると挙筋腱膜とその下の Müller 筋との間にある、Jones のいうところの腱膜後方空隙¹²⁾の脂肪沈着¹⁴⁾とか、Müller 筋そのものへの脂肪浸潤¹⁵⁾とか、内眼角部で眼窩隔膜外に認められる脂肪¹⁶⁾の瞼板中央部への浸潤も考

えられる。いずれにしても眼窩隔膜外に脂肪が認められることがあるのは確かである。

結論として今回の結果からは、MRI で眼瞼の内部構造を調べるには顔面像でも視神経像でも大差なかった。

また MRI で認められた「著者らのみだ線維脂肪組織」は Meyer らのいう線維脂肪組織と同じであった。

しかし彼らが述べているように眼輪筋と眼窩隔膜とは接触することではなく、また MRI 像では接触するようにみえても組織学的にみるとそうではなかった。したがって、眼瞼内を下降しているのは眼窩脂肪ではなく線維脂肪組織であった。

また眼窩脂肪先端部の下方にみられる比較的高信号の領域も、線維脂肪組織である可能性が高い。

ご高聞いただいた山形大学医学部第一解剖学教室内藤 輝教授、放射線科細矢貴亮教授に深謝申し上げます。

文 献

- 1) Moseley I, Brant-Zawadski M, Mills C : Nuclear magnetic resonance imaging of the orbit. Br J Ophthalmol 67 : 333—342, 1983.
- 2) Sassani JW, Osbakken MD : Anatomic features of

- the eye disclosed with nuclear magnetic resonance imaging. *Arch Ophthalmol* 102 : 541—546, 1984.
- 3) 柿栖米次, 渡部美博, 豊永直人, 麻薙 薫, 黒田紀子, 安達恵美子, 他 : NMR-CT の眼科領域の応用. *眼臨* 79 : 701—705, 1985.
 - 4) 宮倉幹夫, 水流忠彦, 田中 修 : 磁気共鳴画像診断法 (MRI) の眼科領域疾患への応用. *眼臨* 81 : 10—17, 1987.
 - 5) **Goldberg RA, Wu JC, Jesmanowicz A** : Eyelid anatomy revisited. *Arch Ophthalmol* 110 : 1598—1600, 1992.
 - 6) 根元裕次, 坂上達志, 久保田伸枝 : 磁気共鳴画像 (MRI) による開瞼時・閉瞼時における眼瞼の観察. *日眼会誌* 98 : 846—851, 1994.
 - 7) 井出 醇, 山口哲男, 久保木紀子, 眞野俊治, 眞田知彰, 細矢貴亮 : 日本人上眼瞼の眼窩隔膜と脂肪組織の MRI 所見. *臨眼* 51 : 173—177, 1997.
 - 8) **Lemke BN, Stasior OG, Rosenberg PN** : The surgical relations of the levator palpebrae superioris muscle. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 4 : 25—30, 1988.
 - 9) **Charpy A** : Le coussinet adipeux du sourcil. *Bibl Anatom* 19 : 47—52, 1909.
 - 10) **Whitnall SE** : Anatomy of the human orbit and accessory organs of vision. 2nd ed. Oxford University Press, London, 109—115, 1932.
 - 11) **Wolff E** : Anatomy of the eye and orbit. Blakiston, New York, 153—209, 1954.
 - 12) **Jones LT** : The anatomy of the upper eyelid and its relationship to ptosis surgery. *Am J Ophthalmol* 57 : 943—959, 1964.
 - 13) **Putterman AM, Urist MJ** : Surgical anatomy of the orbital septum. *Ann Ophthalmol* 6 : 290—294, 1974.
 - 14) **Meyer DR, Linberg JV, Wobig JL, McCormick SA** : Anatomy of the orbital septum and associated eyelid connective tissues. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 7 : 104—113, 1991.
 - 15) **Cahill KV, Buerger GF, Johnson BL** : Ptosis associated with fatty infiltration of Muller's muscle and levator muscle. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2 : 213—217, 1986.
 - 16) **Shen S, Kanagasuntheram R, Fong KS, Choo CT** : Medial pretarsal adipose tissue in the asian upper eyelid. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 24 : 40—42, 2008.
-