

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

根本 裕次, 坂上 達志, 久保田伸枝

帝京大学医学部眼科学教室

要 約

眼瞼の開閉運動による形態変化を知るために, 正常上眼瞼の開瞼, 閉瞼の状態を磁気共鳴画像 (MRI) で観察し, 以下の所見を得た. ① 眼瞼前葉下部は, 上部より動きが大きい. ② 瞼板は, 開瞼時には後上方に滑動する. ③ 眼窩隔膜および眼窩脂肪は, 開瞼時には後方に移動するとともに厚く変化する. ④ Whitnall 靭帯は, 眼瞼挙筋の作用方向を大きくは変化させないが, 開瞼に伴い後方

に移動する. ⑤ 開瞼時には, 眼瞼挙筋腱膜と Müller 筋とは明瞭に別れる. ⑥ 眼瞼挙筋の上方の眼窩脂肪内に膜状ないし網状に広がる構造があり, Whitnall 靭帯の支持組織と思われる. (日眼会誌 98: 846—851, 1994)

キーワード: 眼瞼, 開瞼, 閉瞼, MRI, Whitnall 靭帯

Observation of the Eyelid Structure with Opening and Closing of the Eye in Magnetic Resonance Imaging

Yuji Nemoto, Tatsushi Sakaue and Nobue Kubota

Department of Ophthalmology, Teikyo University School of Medicine

Abstract

To confirm the changes in the upper eyelid structure during normal movements such as opening and closing we observed the changes with magnetic resonance imaging and obtained the following results. ① In the anterior lobe of the upper eyelid, the lower part moves more than the upper part. ② The tarsus slides toward posterior and upper direction when the eye opens. ③ The orbital septum and the orbital fat move posteriorly and thicken when the eye opens. ④ When the eye opens Whitnall's ligament moves posteriorly with a little change of the acting vector direction of the levator

muscle. ⑤ Aponeurosis of the levator muscle clearly separates from Müller's muscle when the eye opens. ⑥ We suspected that there is some suspending tissue of Whitnall's ligament that consists of a membranous or mesh-like structure in the orbital fat above the levator muscle. (J Jpn Ophthalmol Soc 98: 846—851, 1994)

Key words: Eyelid, Eyelid opening, Eyelid closing, Magnetic resonance imaging, Whitnall's ligament

I 緒 言

眼瞼を手術する際は, 開瞼時と閉瞼時の眼瞼の形態の変化を考慮に入れて, この機能を損なわないように行わなければならない. しかし, 従来の解剖図では, 開閉瞼時の眼瞼形態を示した記載¹⁾は少ない.

近年, 磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging, MRI) の発達により, 眼瞼や眼窩の微細構造を撮像することが可能になった. 開閉瞼による眼瞼の形態変化については, 眼瞼挙筋前の眼窩脂肪が移動すること²⁾, 上直筋と眼瞼挙筋とが分離すること³⁾, Whitnall 靭帯は眼瞼挙

筋をテント状に張っており, 上下方視時で, これが前後に運動することや眼窩隔膜の形態が変化すること⁴⁾などが明らかになってきている. しかし, 眼瞼下垂などの眼瞼の機能整容手術に利用できるような, 眼瞼, 眼窩脂肪および眼瞼挙筋の開閉瞼時における形態変化についての詳細な報告はない.

そこで, MRI 下で同一の眼瞼を開閉瞼させ形態の変化を観察したところ, 若干の新知見を得たので報告する.

II 方 法

被検者は著者の一人 34 歳男性 (被検者 1) と, 医局員

別刷請求先: 173 東京都板橋区加賀 2-11-1 帝京大学医学部眼科学教室 根本 裕次

(平成 6 年 1 月 25 日受付, 平成 6 年 5 月 9 日改訂受理)

Reprint requests to: Yuji Nemoto, M.D. Department of Ophthalmology, Teikyo University School of Medicine.

2-11-1 Kaga, Itabashi-ku, Tokyo 173, Japan

(Received January 25, 1994 and accepted in revised form May 9, 1994)

ボランティア2名40歳男性(被検者2), 29歳女性(被検者3)の計3名で, 正常左眼瞼を中心に撮像した。

MRIはMRVectra(横河メディカルシステム社製, 磁場強度0.5 Tesla)を使用。左眼窩水平断面(図1)から, 視神経に平行な斜像断面(図2~4, 6)を選択した。T1強調画像スピンエコー法(spin echo, SE)を用い, 繰り返し時間(repitation time, TR)440 msec, エコー時間(echo time, TE)25 msec, 加算回数4回, 収録データ数160×256, スライス厚4mm・スライスギャップ1mmの条件下で, 被検者に塩酸オキシブプロカイン点眼麻酔, オフロキサシン眼軟膏点入後, 8cmの表面コイルを装着し, 開瞼時と閉瞼時の2画面を撮像した。1回撮像所用時間は4分41秒であった。

III 結 果

1. 視神経上の斜像断面

開瞼時の斜像断面図2a, 3a, 4aでは, 皮膚(中信号)と眼輪筋(中信号)は, 眼窩上縁より上方ではそれらの間に介在する皮下脂肪(高信号)によって明瞭に区別される。しかし, 瞼板に近づくにつれ皮下脂肪が存在しなくなるため, 皮膚と眼輪筋は区別不能となる。眼窩隔膜

は, 眼窩骨縁から瞼板(比較的低信号)に延びる中信号の薄い膜として, その後方の眼窩脂肪は高信号の薄い板状構造として観察される。

眼瞼挙筋は, 中信号で, 眼球後方では上直筋と区別不能であるが, 眼球上方で上直筋と離れ, 前頭骨の眼窩縁直下でWhitnall靱帯に付着し, 前下方に屈曲する。その屈曲点(図2a, 3a, 4a矢印)では, 眼瞼挙筋の他の部位より比較的低信号である。眼瞼挙筋とMüller筋とは区別不能である。

開瞼時の斜像断面図2b, 3b, 4bでは, 以下のように変化する。皮膚と眼輪筋は重瞼線で折れ曲がり, 眼窩隔膜は短縮しその厚みが増加する。その後方の眼窩脂肪は眼窩内に後退し, 薄い板状構造から厚い塊状構造に変化し, 眼瞼挙筋を下方に圧排する。眼瞼挙筋の屈曲点(図2b, 3b, 4b矢印)は閉瞼時の位置より後方に移動するが, Müller筋の動きは少なく, 眼瞼挙筋とMüller筋および上直筋は明瞭に区別できるようになる。瞼板は眼球上面に沿って滑動し, 後上方に移動する。

眼窩脂肪内に, 眼窩上壁骨膜から眼瞼挙筋の屈曲点に向かい, 細い中~低信号領域が認められる。

以上の所見から得た模式図が図5である。

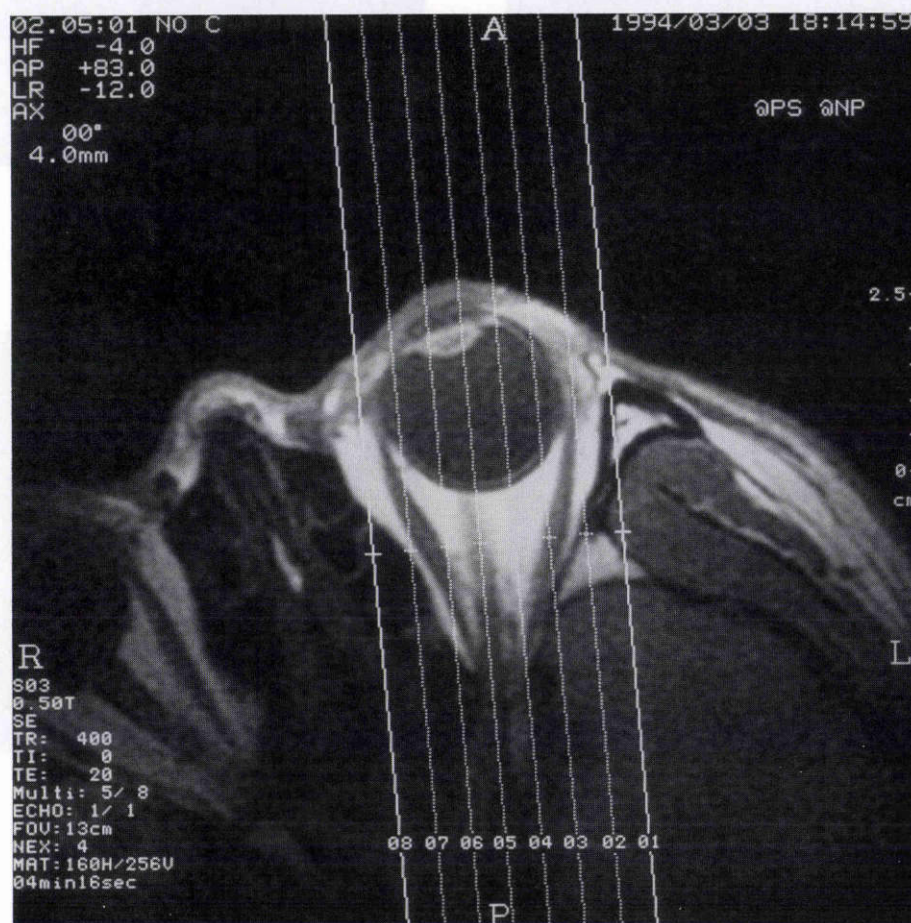
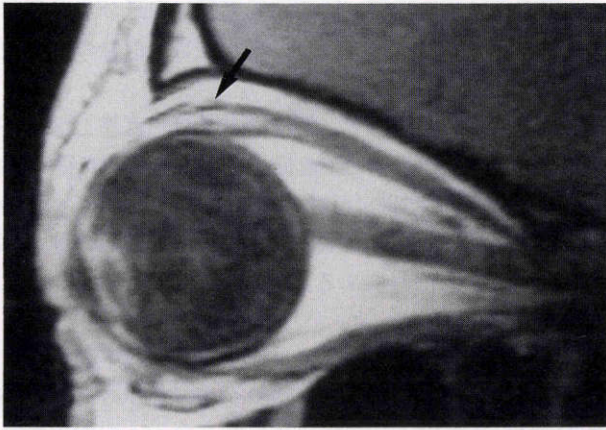
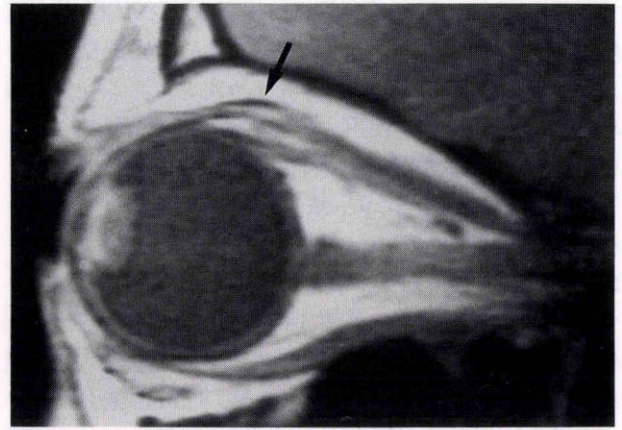


図1 左眼窩水平断面(被検者1)。

図から視神経に平行な斜像断面を選択。斜線上の数字01~08は図2, 6の数字と対応し, その位置での断面であることを示す。



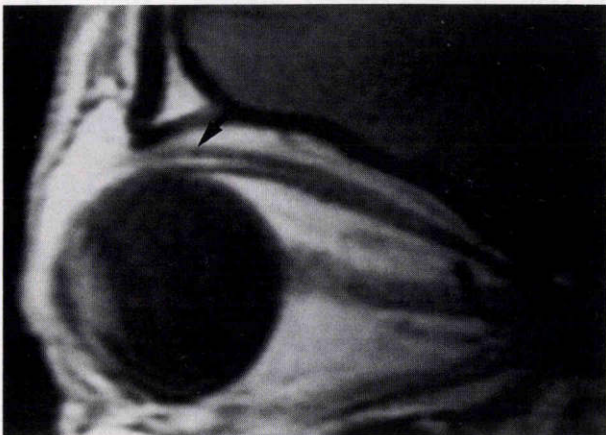
a



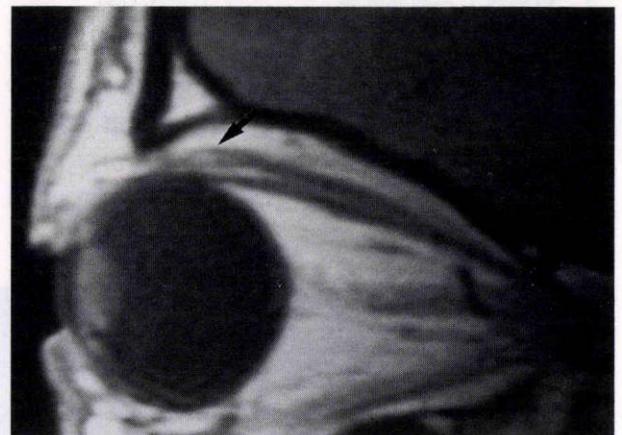
b

図2 視神経上の斜像断面(被検者1).

図1の05の断面. a:閉瞼時, b:開瞼時. 矢印:眼瞼挙筋のWhitnall靱帯付着部



a



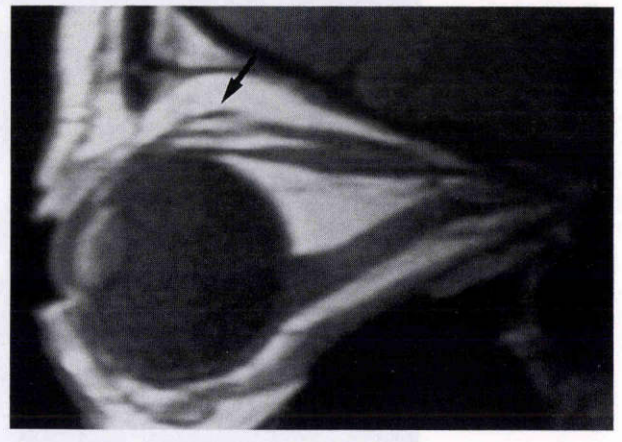
b

図3 視神経上の斜像断面(被検者2)

a:閉瞼時, b:開瞼時. 矢印:眼瞼挙筋のWhitnall靱帯付着部



a



b

図4 視神経上の斜像断面(被検者3).

a:閉瞼時, b:開瞼時. 矢印:眼瞼挙筋のWhitnall靱帯付着部

2. 開瞼時連続斜像断面

被検者1の断面を連続して観察すると, 前述した眼窩脂肪内の細い中〜低信号領域は複数の断面(図6 a~d)

に連続して認められる. Whitnall靱帯および眼瞼挙筋の上方に広がり, 一部では複数箇所で見られるため(図6 d)しているため, この中〜低信号領域は膜状ないし網

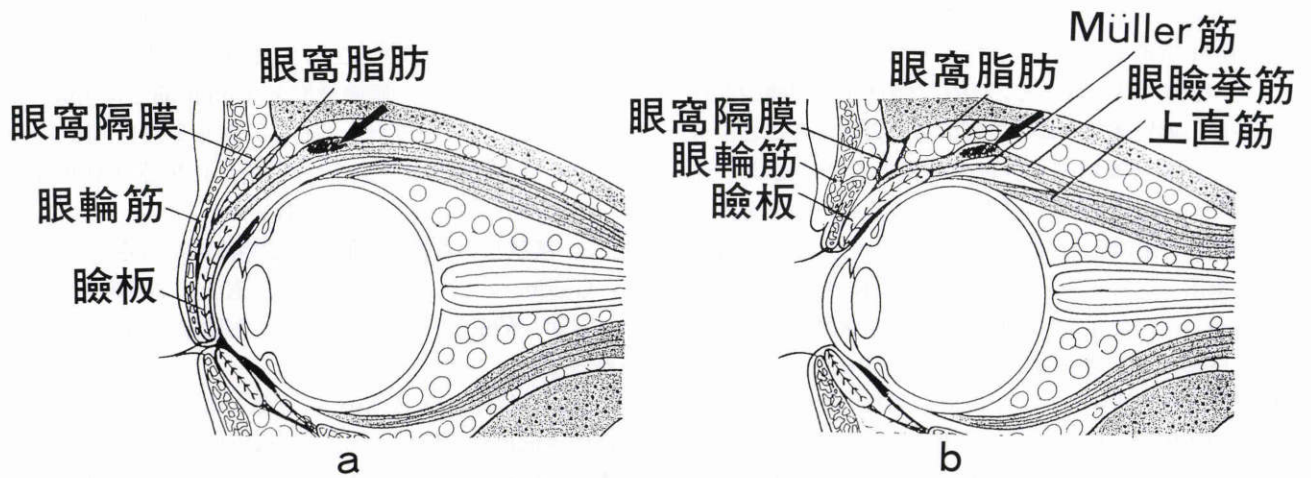


図5 視神経上の斜像断面図。
a: 閉瞼時, b: 開瞼時. 矢印: 眼瞼挙筋のWhitnall 靱帯附着部

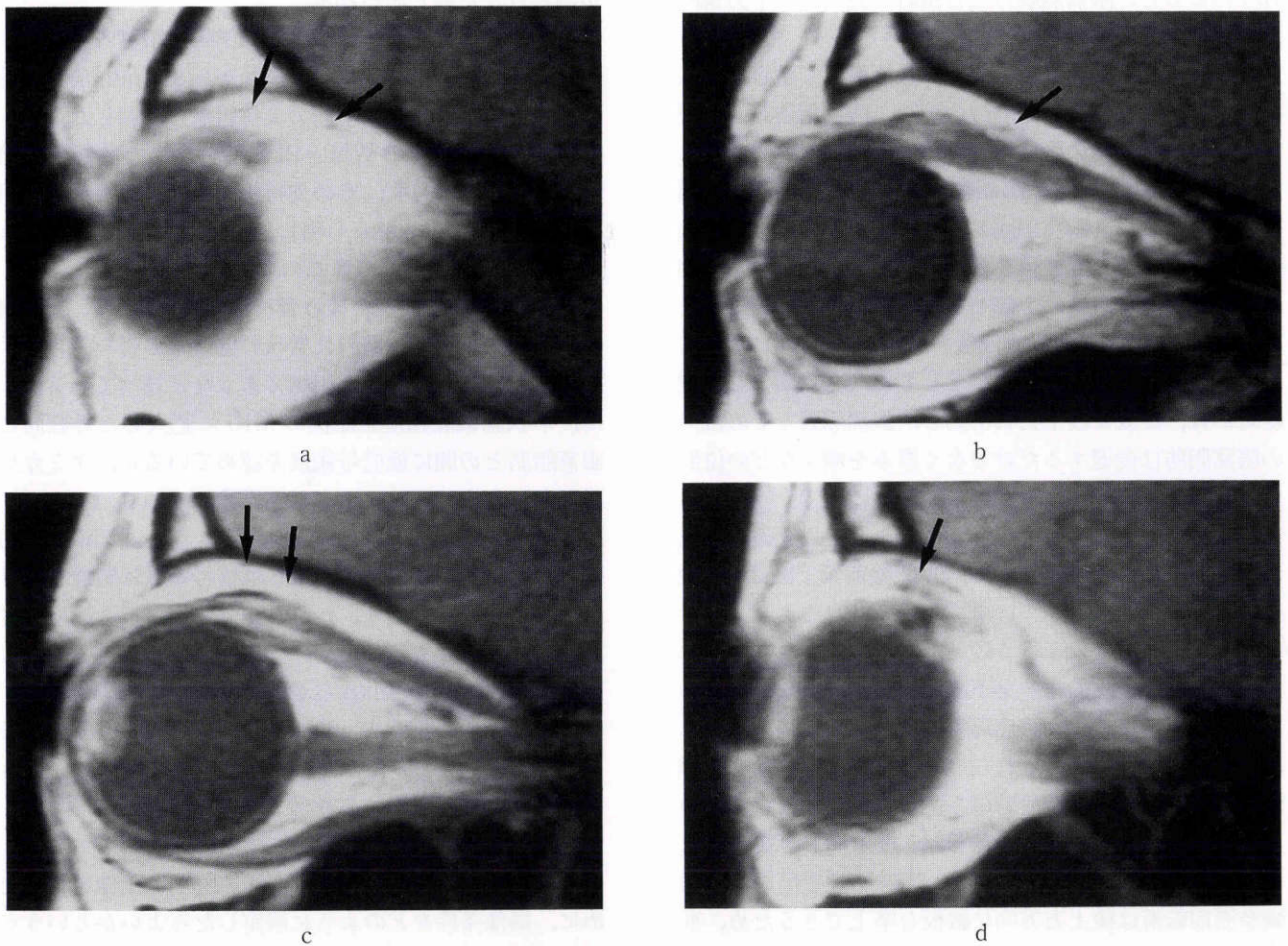


図6 開瞼時連続斜像断面 (被検者1).
a~dは図1の斜線上の数字と以下のように対応する. a: 03, b: 04, c: 05, d: 06. 矢印: 支持組織を示す

状の形態である。被検者2, 3も同様の結果であった。

IV 考 按

1. 開閉瞼による眼瞼の形態変化

従来の眼瞼の解剖図では、閉瞼時の形態の記載は詳し

いものの、開瞼時との形態の相違についての記載は少ない。Andersonら¹⁾は、Whitnall 靱帯は眼瞼挙筋の後方牽引の方向を変化させる支点であり、閉瞼時には前下方に、開瞼時には後上方に湾曲すると述べているが、眼窩隔膜および眼窩脂肪の形態の変化についてはふれてはいな

い、これは、剖検標本や手術標本など固定された眼瞼が解剖図のモデルとなっていたためと思われる。

一方、1980年代になって、MRIの臨床応用が開始されてからは、無侵襲で生体の微細構造を撮像することが可能になり、眼科領域でも多数の報告がなされるようになってきた。MRIを用いた開閉瞼による眼瞼の形態変化については、東出ら²⁾、稲富ら³⁾、Goldbergら⁴⁾の報告がある。東出ら²⁾は、バセドウ病眼10症例について検討しているが、そのなかで、眼瞼挙筋前眼窩脂肪は開閉瞼に伴って移動すると述べた。稲富ら³⁾は、*cine mode*により垂直眼球運動を観察し、上下方視により上眼瞼は上下に運動し、上直筋と眼瞼挙筋とは分離することを確認した。Goldbergら⁴⁾は、東洋人正常眼瞼の眼瞼挙筋とWhitnall靱帯の上下方視による変化について報告している。そのなかで、Whitnall靱帯により眼瞼挙筋がテント状に張られていること、眼窩隔膜は上方視時で屈曲し、下方視時で伸長するのを観察した。

しかし、眼瞼下垂などの眼瞼の機能および整容手術に利用できるような、開閉瞼時の眼瞼、眼窩脂肪および眼瞼挙筋の形態変化についての詳細な報告はない。こうした問題を踏まえて、今回の報告では眼瞼挙筋とWhitnall靱帯のみならず、眼窩隔膜および脂肪の形態変化、眼瞼挙筋の支持組織にも注目してみた。開閉瞼で、眼瞼前葉は重瞼線を境にして、上部と下部とでは異なった動きを示した。重瞼線から上部では動きが少なかったのに比べ、重瞼線から下部では眼瞼後葉とともに大きく動いた。開瞼時には、瞼板は後上方に滑動し、眼窩隔膜とその後方の眼窩脂肪は後退するだけでなく厚みを増すなどの位置および形態変化が認められた。

これらのことは、手術を行うにあたって以下の注意が必要であることを示唆する。①眼瞼前葉下部は、眼瞼後葉とは動的には一つの単位と考えられること。ここに侵襲を加える手術を行うにあたっては、これらがずれないように、予防的に前葉下部と後葉を縫合しておくのも一法と思われる。②眼窩隔膜とその後方の眼窩脂肪への過度の手術侵襲は、これらの癒着による移動や形態変化の障害、例えば閉瞼時のみ生じるひきつれなどをつくる可能性があること。③瞼板は、開瞼時には後上方に滑動するのが生理的であること、眼瞼下垂手術の際、眼瞼挙筋前転術は後上方方向に瞼板を挙上できるため、前頭筋吊り上げ術よりもより生理的であると思われる。

2. Whitnall 靱帯の役割

Andersonら¹⁾は、剖検結果から、Whitnall靱帯の役割は眼瞼挙筋の作用方向を変化させる支点であると推論した。Goldbergら⁴⁾は、MRI下でWhitnall靱帯は眼瞼挙筋の作用方向を極端には変化させず、支点というよりはむしろテント状に張るのみであること、上方視時でWhitnall靱帯の位置が後方に変化することなどを明らかにした。

今回の撮像でも、これらの点ではGoldbergらとほぼ同様の結果が得られた。さらに、開瞼時のWhitnall靱帯の後方移動の状態と眼瞼挙筋とMüller筋とは明瞭に区別できるようになったことから、眼瞼挙筋はMüller筋よりも意識的開瞼に関与し、Whitnall靱帯のMüller筋への支持効果は少ないものと推定される。

3. 膜状ないし網状の眼窩内支持組織の存在

Goldbergら⁴⁾は、Whitnall靱帯直上の細線維を示しているが、Whitnall靱帯より後方の眼瞼挙筋の上方にはなかった。

今回の撮像では、Whitnall靱帯および眼瞼挙筋の上方に中～低信号領域を認め、その範囲はGoldbergらの報告より広がった。これは、用いた表面コイルの大きさが8cmであったために、2.5cmの紙クリップ様の表面コイルを用いたGoldbergら⁴⁾よりも、より深部までの画像が得られたためと思われる。

Koornneef⁵⁾は、剖検および組織学的に眼窩内の結合組織について調べており、眼球後面から9.4mm前方の前額断の標本まで、眼瞼挙筋の支持組織を証明した。しかし、これより前方のWhitnall靱帯を含めた前額断の標本は明示しておらず、その支持組織の存在の有無は不明である。一方、Lemkeら⁶⁾は、剖検例で、眼窩骨膜からWhitnall靱帯にのびる多数の細線維を証明している。

松永ら⁷⁾は、眼窩吹き抜け骨折症例のMRIで、上顎洞内に突出する軟部組織内に索状の低信号の帯を認め、手術所見から眼窩内の結合組織であったと述べている。また、甲状腺機能亢進症症例のMRIに肥大した外直筋と眼窩脂肪との間に低信号領域を認めているが、ケミカルシフトによるアーチファクトと推論している。

今回の撮像では、図6にみられるように、Whitnall靱帯および眼瞼挙筋の上方の中～低信号領域は断面を連続しても撮像可能であり、かつ、眼窩骨膜に複数箇所付着している部分もあるため、「アーチファクト」とは考えにくい。これは、Lemkeらが示したような、Whitnall靱帯の膜状ないし網状のcheck ligament様支持組織であり、その範囲はより深部まで広がっている可能性があると思われるが、さらに多数例で検討したい。

4. 撮像条件について

今回の研究での問題点は、眼瞼の鮮明な画像を得るために、撮像条件をどのように設定したらよいかという点にあった。眼瞼では、前述した撮像条件の1回撮像所用時間は、スライス厚4mm、スライスギャップ1mmでは5分弱、スライス厚1mm、スライスギャップ0mmでは10分弱要する。鮮明な画像を得ようとスライス厚を細かくすると、撮像時間が長くなり、かえって瞬目や眼球運動による画像の劣化を生じた。また、画像の劣化を生じずに1回撮像所用時間を短縮できるかも試みた。しかし、加算回数、収録データ数を前述した条件より少なくすると、眼瞼挙筋とMüller筋とは区別できるものの、眼

窩隔膜，眼窩脂肪および瞼板の境界が不鮮明になり，今回の目的には合わなかった。

被検者としての感想を述べると，開眼時撮像では，瞬目や眼球運動を約5分間自制するのは容易なことではなく，点眼麻酔と軟膏点入の前処置にもかかわらず，検査中に流涙に悩まされ，検査時間の限界を感じた。今回の研究での撮像条件は解剖には良いが，実際の患者検査に用いるには再考の余地があると思われる。X線コンピュータ断層撮影(CT)と同様に，MRI撮像の高速化が望まれる。

稿を終えるにあたり，ご指導ご校閲いただきました丸尾敏夫主任教授に深謝いたします。また，多くの貴重なご助言を頂きました常盤台外科病院放射線科古川伸一郎技師，高瀬博技師，明野昇技師，ならびに研究に協力して下さいった当科長嶋正美技師，栗田千絵子医師に感謝いたします。

文 献

- 1) **Anderson RL, Dixon RS**: The role of Whitnall's ligament in ptosis surgery. *Arch Ophthalmol* 97: 705—707, 1979.
- 2) **東出登志, 中瀬佳子, 井上洋一, 志賀逸夫**: 矢状断によるパセドウ眼の解析. *眼臨* 85: 289—296, 1991.
- 3) **稲富昭太, 可児一孝, 佐々本研二, 山出新一, 高橋総子, 永田 啓, 他**: 磁気共鳴画像(MRI)による眼球運動の研究とその応用. *日眼会誌* 96: 1532—1557, 1992.
- 4) **Goldberg RA, Wu JC, Hyde JS**: Eyelid anatomy revisited. *Arch Ophthalmol* 110: 1598—1600, 1992.
- 5) **Koornneef L**: Orbital connective tissue. In: Jakobiec FA (Ed): *Ocular anatomy, embryology, and teratology*. Harper & Row, Philadelphia, 835—867, 1982.
- 6) **Lemke BN, Della-Rocca RC**: Surgery of the eyelids and orbit, Practice—Hall International Inc, Conneticut, USA, 180—182, 1990.
- 7) **松永伸彦, 田代順子, 雨宮次生, 武田宏之**: 眼瞼, 眼窩疾患におけるMRIとCT所見の比較. *眼紀* 40: 2811—2817, 1989.