

学位論文

「Comparative Kitasato-type optical coherence tomography
study of differences in scleral shape between the
superonasal and superotemporal quadrants」

(北里式 OCT による上鼻側と上耳側における強膜勾配の比較検討)

DM10013 笠原 正行

北里大学大学院医療系研究科博士課程

臨床医科学群 眼科学

指導教授 清水 公也

著者の宣言

本学位論文は、著者の責任において実験を遂行し、得られた事実の結果に基づいて正確に作成されたものに相違ないことをここに宣言する。

要旨

序論： トラベクレクトミーにおける強膜弁作成部位にあたる上鼻側と上耳側の強膜の形状の違いについては、これまで報告がない。筆者らは上鼻側と上耳側強膜の形状の相違について前眼部 OCT を用いて比較検討したので報告する。

対象と方法：

対象は白内障、屈折異常以外に眼科的疾患を有さない 22 例 38 眼とした。対象の平均年齢は 63.8 ± 15.7 歳 (28~80 歳) であった。北里式前眼部 OCT を用い、瞳孔中心を通る水平な線から、それぞれ 60 度の上鼻側と上耳側の強膜を同一検者が 3 回ずつ撮像し、平均値を採用した。画像解析ソフト Image J (National Institute of Health; Bethesda, MD, USA) を用いて強膜表面の曲率半径と強膜凸部分の面積を算出し、上鼻側群 (N 群) と上耳側群 (T 群) とで比較検討した。統計学的検討には Mann-Whitney の U 検定を用いて行い、危険率 5%未満を統計学的有意とした。

結果： 強膜曲率半径は、N 群、T 群でそれぞれ、 $39.6 \pm 10.9\text{mm}$ 、 $19.2 \pm 3.8\text{mm}$ であった。T 群に比べ N 群において有意に長い結果となった ($P < .001$)。強膜凸部分面積は、N 群、T 群でそれぞれ、 $0.32 \pm 0.1\text{mm}^2$ 、 $0.61 \pm 0.1\text{mm}^2$ であった。T 群に比べ N 群において有意に小さい結果となった ($P < .001$)。

結論： 前眼部 OCT を用いて強膜の形状を解析した。強膜の勾配は上耳側に比べ上鼻側の方がなだらかであることが分かった。

目次

1. 緒言	1
2. 方法	
2-1. 対象	2
2-2. 撮像方法	3
2-3. 解析方法	4
2-4. 検討項目	4
3. 結果	5
4. 考按	5
5. 結論	7
6. 謝辞	8
7. 引用文献	9
8. 業績目録	12
9. 図表	13

1. 緒言

トラベクレクトミーにおける濾過胞の作成部位については、下方では感染症の発症率が高いため¹⁾、上方が選択されるが、上鼻側にするか、上耳側にするかに関しては、操作性や術野の広さ、濾過胞の広がりやすさに対する考え方の違いがあり、一定の見解を得ていない^{2~5)}。利き手によって術野を決めている術者もいるが、右利きの術者にとって、右眼の上耳側は操作しやすいものの、左眼の上鼻側は術野が狭く、鼻梁が妨げとなって操作が煩雑になりやすい。そのため、初回の手術では上耳側に濾過胞を作成することが多いように思われる。その結果、濾過胞の作成部位を上鼻側と上耳側とで比較検討した報告はあまりみられないが、眼圧下降効果に差はなかったとする報告^{2~3)}がある一方、操作性の難しさに反して、上鼻側に作成した方が眼圧下降効果が有意に高かったとする報告^{4~5)}もある。これらの報告では、上鼻側が有利な理由は明記されておらず、眼圧に有意差が生じる原因は構造の違いによる可能性も考えられているが、詳細は不明である。

筆者らは、トラベクレクトミーを施行する際、上鼻側、上耳側のどちらにも濾過胞を作成することがあるが、術中の印象として、上耳側に比べて上鼻側強膜が内陥して見える症例が多いことに着目した。強膜面が隆起している場合、これを被う結

膜は、収縮すると強膜面に強く接着し、癒着が生じやすいが、強膜面が平面であったり陥凹している場合には、表面を被う結膜が強膜に接着する力はより弱くなることが予想される。そのため、濾過胞作成部位の強膜面の形状は、術後の濾過胞形成に影響している可能性が考えられるが、これまでに上鼻側と上耳側の強膜の形状の相違について検討した報告はない。そこで筆者らは、強膜の形状の違いが Trabeculectomy の手術成績に影響する可能性を考え、今回は preliminary study として、正常眼における上鼻側と上耳側強膜の形状を、前眼部 OCT を用いて比較検討したので報告する。

2. 方法

2-1. 対象

対象は白内障、屈折異常以外に眼科的疾患を有さない 22 例 38 眼で、男性 13 例 22 眼、女性 9 例 16 眼であった。患者の平均年齢は 63.8 ± 15.7 歳（28～80 歳）であった。平均眼軸長は $23.3 \pm 1.8\text{mm}$ （21.5～27.8mm）であった（IOL Master、Carl Zeiss

Meditec, inc,)。尚、本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、北里大学病院倫理委員会の承認を得て行った。

2-2. 撮像方法

北里式前眼部 OCT を用いて撮像を行った。この OCT は 1310nm の波長のスウェプトソースレーザー光源を使用した装置である。スウェプトソース前眼部 OCT は特定の波長で発振させたままその発振波長を連続的に変化させる、いわゆる波長掃引を行う。そのため、高速で高解像度の撮像が可能である。^{6~9)}撮像は同一検者が無散瞳、遠方視下で行った。瞳孔中心を通る水平な線から、それぞれ 60 度の上鼻側と上耳側の強膜を 3 回ずつ撮像し、平均値を採用した。撮像部位は、強膜岬から円蓋部より 5mm までの強膜をカバーできる範囲とした。撮像時はモニターで Aiming Beam が輪部に垂直に入射していることを確認しながら行った (Figure1)。

2-3. 解析方法

はじめに、獲得した画像から同一検者が強膜岬を同定し、画像解析ソフト Image J (National Institute of Health; Bethesda, MD, USA) を用いて強膜表面に対し垂直に線を引き、交点 A を定めた (Figure 2-a)。次に、A 点から円蓋部よりひいた 5mm の直線と強膜面上の交点を B 点とした (Figure 2-b)。次に、A 点から B 点まで強膜面上に沿って手動で曲線を引き、同様の解析ソフトを用いて強膜表面の曲率半径を算出した (Figure 2-c)。さらに、解析ソフトで強膜凸部分の面積も算出した (Figure 2-d)。統計学的検討には Stat View software (Version 5.0; SAS Institute, Cary, NC, USA) を使用し、Mann-Whitney の U 検定を用いて危険率 5% 未満を統計学的有意とした。

2-4. 検討項目

上鼻側群 (N 群) と上耳側群 (T 群) における、強膜曲率半径と、強膜凸部分面積の比較とした。

3. 結果

強膜曲率半径は、N 群、T 群でそれぞれ、 $39.6 \pm 10.9\text{mm}$ 、 $19.2 \pm 3.8\text{mm}$ であった。

T 群に比べ N 群において有意に長い結果となった ($P < .001$)。 (Figure3)

強膜凸部分面積は、N 群、T 群でそれぞれ、 $0.32 \pm 0.1\text{mm}^2$ 、 $0.61 \pm 0.1\text{mm}^2$ であった。

T 群に比べ N 群において有意に小さい結果となった ($P < .001$)。 (Figure4)

4. 考按

筆者らは、トラベクレクトミーを施行する際に、術中の印象として、上耳側に比べて上鼻側強膜が少し凹んで見える症例が多いことに着目し本研究を行った。これまでに、強膜の厚みに関して検討した報告^{10~11)}や、後部強膜の形状を検討した報告¹²⁾は存在するが、前部強膜の表面の形状を詳細に検討した報告はない。Asejczyk ら¹⁰⁾によると強膜の厚みは角膜輪部付近では 0.53mm 、赤道部付近（輪部から 13mm 地点）では最も薄く 0.39mm であったとしている。Ohno ら¹²⁾によると、強度近視眼を対象とした後部強膜の形状において、強膜の湾曲が視神経に向かって傾斜している全ての眼においては、3D MRI 画像で鼻側の歪んだ形状が確認されたとして

いるが、強膜曲率半径などの詳細な記載はない。また、Rauber-Kopsch らによる解剖学書¹³⁾によると、強膜の曲率半径は 12.7mm であり、強膜は鉛直方向に少し圧平された楕円体に相当するとしている。しかし、耳側や鼻側、前部強膜、後部強膜などで曲率半径に差を認めるかなどの詳細な記載はない。また、Hogan らによる組織学書¹⁴⁾によると、強膜に分布する 1 型コラーゲンの分布は強膜の場所によって異なり、鼻側と耳側においても異なるとしている。しかし、それが強膜の形状に影響を及ぼすかどうかについては言及がなく、不明である。本研究で撮像した代表例を 2 例供覧すると (Figure5-a, b)、上鼻側強膜が上耳側強膜に比べて表面が平坦であることがわかる。全症例で検討した結果においても、上鼻側強膜が上耳側強膜に比べて表面が平坦であることがわかった。濾過胞作成部位による眼圧下降効果の検討に関しては、濾過胞を上鼻側、上側、上耳側に作成した場合の 3 群間を比較し眼圧下降効果に差はないとする報告がある一方、上鼻側で有意に高い眼圧下降を認めるとした報告も散見されるが、^{2~3)}これらの報告では、上鼻側で高い眼圧下降効果を示した理由には述べられていない。本研究で得られた結果より考えると、上耳側に比べ、上鼻側強膜の形状がより平坦であり、上鼻側に濾過胞を作成した方が結膜と強膜の密着度が低く、濾過胞が維持されやすい可能性が

示唆された。さらに、解剖学的にも上耳側に比べて上鼻側の方が輪部から円蓋部までの距離が短く、結膜テノン囊の伸展に余剰がある可能性も推測されるが、これは今後、前眼部 OCT を用いて結膜テノンの厚みなどを検討していく必要があると考える。

本研究の限界としては、正常眼における断面像での検討であるため、トラベキュlectミー後の強膜の形状がどのように変化し、果たして房水が貯留するほど容積が確保され、それが実際に眼圧下降に有利に作用するかどうかは検討できていない。

しかし、これまで強膜の形状を上鼻側と上耳側で比較した研究はなく、形状が異なることは全く新しい知見であると考えられる。今後、トラベキュlectミーを予定する緑内障患者の術前に強膜の勾配を測定し、強膜の勾配と術後の眼圧下降効果が関連しているかどうか検討して行く必要があると考える。

5. 結論

前眼部 OCT を用いて強膜の形状を解析した。強膜の勾配は上耳側に比べ上鼻側の方がなだらかであることが分かった。

6. 謝辞

稿を終えるにあたり本研究にて終始ご指導、ご校閲頂きました清水公也北里
大学眼科学教室主任教授、庄司信行北里大学医療衛生学部視覚機能療法学教授
に深く感謝いたします。

7. 引用文献

1. Soltau JB, Rothman RF, Budenz DL, Greenfield DS, Feuer W, Liebmann JM, et al :

Risk factors for glaucoma filtering bleb infections. Arch Ophthalmol.

2000;118:338-42.

2. Duzanec Z and Krieglstein GK. The relationship between pressure regulation and

anatomic localization as well as trephine sites in goniotrepanation. prospective study.

[Article in German.] Klin Monbl Augenheilkd. 1981;178:431-5.

3. Starita RJ, Fellman RL, Spaeth GL and Poryzees EM. Effect of varying size of

scleral flap and corneal block on trabeculectomy. Ophthalmic Surg. 1984;15:484-7.

4. Negi AK, Kiel AW and Vemon SA. Does the site of filtration influence the medium

to long term intraocular pressure control following microtrabeculectomy in low risk

eyes? Br J Ophthalmol. 2004;88:1008-11.

5. Sanders R, MacEwen CJ and Haining WM. Trabeculectomy: effect of varying

surgical site. Eye (Lond). 1993;7:440-3.

6. Choi D, Yoshimura R, Hiro-oka H, Furukawa H, Goto A, Satoh N, Igarashi A,

Nakanishi M, Shimizu K, Ohbayashi K. Discretely swept optical coherence

tomography system using superstructure grating distributed Bragg reflector lasers at

1561-1639nm. Proc. Of SPIE 2012 ; 8213:82132F-1-6

7. Shimizu K, Satou N, Igarashi A, Nakanishi M, Goto A, Choi D, Yoshimura R,

Hiro-Oka H, Furukawa H, Ohbayashi K. Image diversity, shape modification with

accommodation, dynamical change with accommodation, and age dependence of the

ciliary body imaged by optical coherence tomography. Proc. Of SPIE 2012 ;

8209:820909-1-9

8. Yun S, Tearney G, de Boer J, Iftimia N and Bouma B. High-speed optical

frequency-domain imaging. Opt Express. 2003;11:2953-63.

9. Yasuno Y, Madjarova VD, Makita S, Akiba M, Morosawa A, Chong C, et al.

Three-dimensional and high-speed swept-source optical coherence tomography for in

vivo investigation of human anterior eye segments. Opt Express. 2005;13:10652-64.

10. Asejczyk-Widlicka M, Schachar RA and Pierscioneck BK. Optical coherence

tomography measurements of the fresh porcine eye and response of the outer coats of

the eye to volume increase. J Biomed Opt. 2008;13:024002-1-6.

11. Michaels RG, Wilkinson CP, Rice TA and Hengst TC, editors. Retinal Detachment.

St. Louis: CV Mosby Company; 1990.

12. Ohno-Matsui K, Akiba M, Modegi T, Tomita M, Ishibashi T, Tokoro T, et al.

Association between shape of sclera and myopic retinochoroidal lesions in patients with pathologic myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012;53:6046-61.

13. Rauber A and Kopsch FR, editors. Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen.

[In German.] Leipzig, Germany: Thieme; 1947.

14. Hogan MJ. The sclera. In: Hogan ML, Alvarado JA and Weddell JE, editors.

Histology of the Human Eye: An Atlas and Textbook. Philadelphia, PA: W.B.

Saunders; 1971. pp. 183-201.

8. 業績目録

主学術論文

1. Kasahara M, Shoji N, Morita T, Shimizu K : Comparative Kitasato-type optical coherence tomography study of differences in scleral shape between the superonasal and superotemporal quadrants. The Kitasato Medical Journal Vol.44 No2, 2014 (inpress)

原 著

1. 笠原正行、庄司信行、森田哲也、平澤一法、清水公也 : 緑内障治療薬配合剤の単回点眼による健常者視神経乳頭血流に及ぼす影響. あたらしい眼科、Vol.29, No.8 : 1136-1140, 2012
2. 江黒 友春、庄司 信行、笠原 正行、小笠原 純恵、森田 哲也、清水 公也 : 2群並行比較によるラタノプロストとタフルプロストの眼圧下降効果の検討. 臨床眼科、Vol.66, No.6 : 913-916, 2012
3. Kamiya K, Kasahara M, Shimizu K : A case of intractable infectious keratitis and subsequent flap necrosis after laser in situ keratomileusis. Clinical Ophthalmology, Sep 24 : 523-5, 2009

9. 図表

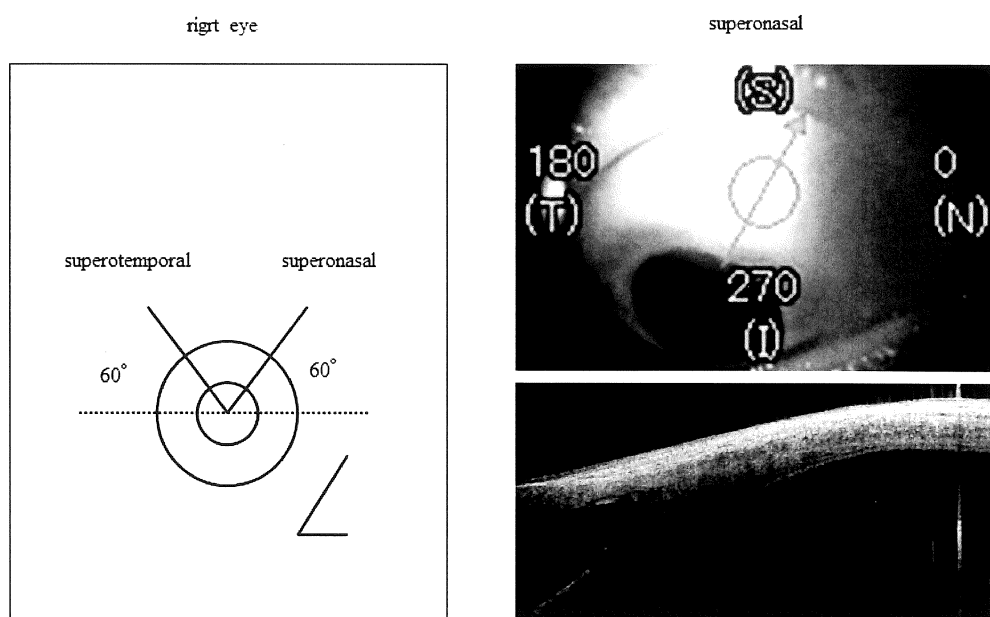


Figure 1

Figure1. 右眼撮像時。瞳孔中心を通る水平な線から、それぞれ 60 度の上鼻側と上耳側の強膜を撮像した。撮像部位は、強膜岬から円蓋部より 5mm までの強膜をカバーできる範囲とした。撮像時はモニターで Aiming Beam が輪部に垂直に入射していることを確認しながら行った。

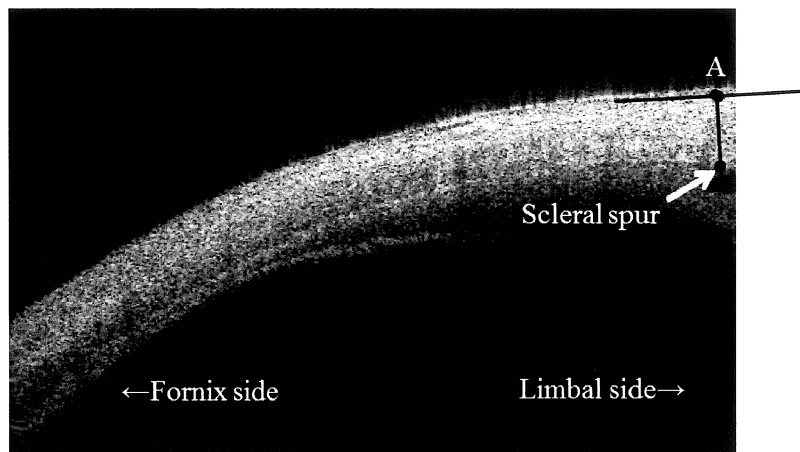


Figure 2-a

Figure2-a. 同一検者が強膜岬を同定し、画像解析ソフト Image J を用いて、強膜岬から強膜表面に対し垂直に線を引き、交点 A を定めた。

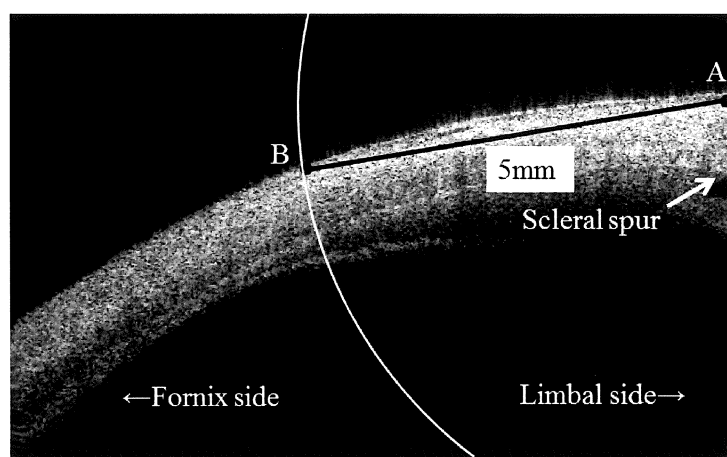


Figure 2-b

Figure2-b.A 点から円蓋部よりに引いた 5mm の直線と強膜面上の交点を B 点とした。

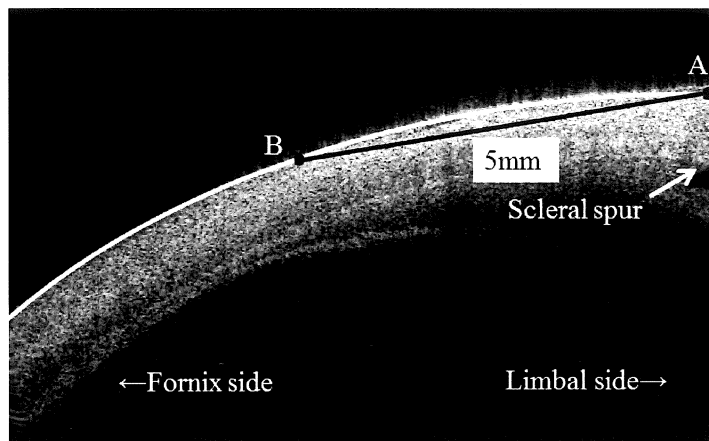


Figure 2-c

Figure2-c. A 点から B 点まで強膜面上に沿って手動で曲線を引き、解析ソフト image J を用いて強膜表面の曲率半径を算出した。

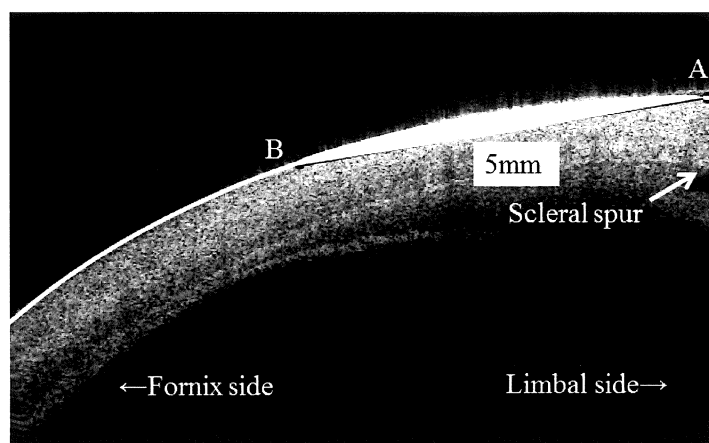


Figure 2-d

Figure2-d. 同様に解析ソフト Image J を用いて強膜凸部分面積（A 点から B 点まで

引いた直線と、A 点から B 点まで強膜面状に沿って引いた線とに囲まれた部分の面積) も算出した。

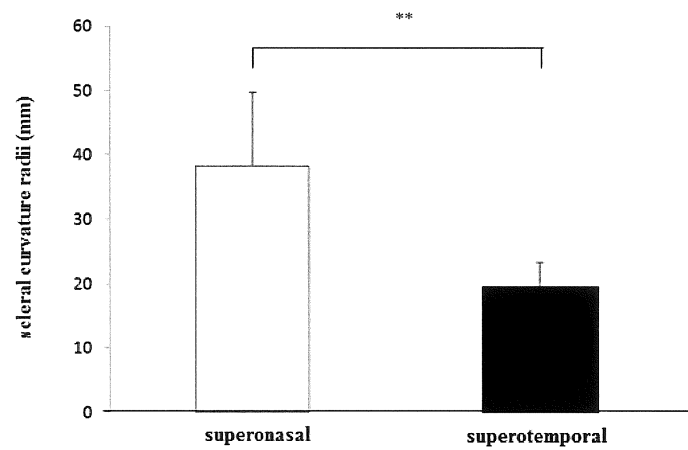


Figure3. 強膜曲率半径の比較。N 群、T 群でそれぞれ、 $38.3 \pm 11.4\text{mm}$ 、 $19.6 \pm 3.7\text{mm}$ であった。T 群に比べ N 群において有意に長い結果となった(Mann-Whitney U test $P < .001$)。

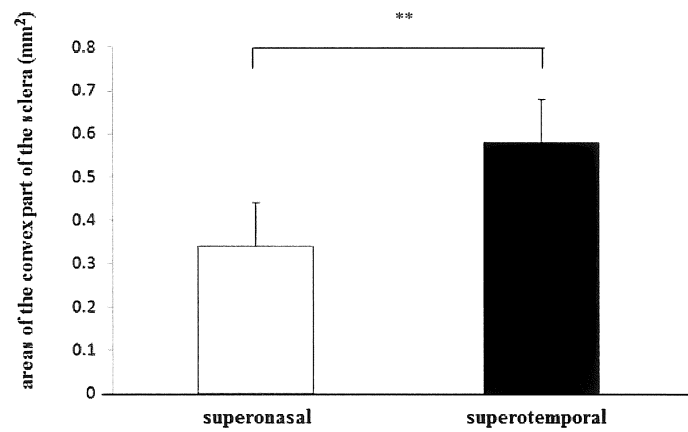
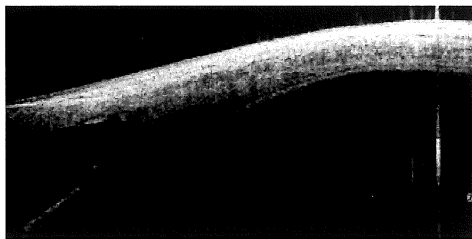


Figure4. 強膜凸部分面積の比較。N 群、T 群でそれぞれ、 $0.34 \pm 0.1 \text{ mm}^2$ 、 $0.58 \pm 0.1 \text{ mm}^2$ であった。T 群に比べ N 群において有意に小さい結果となった(Mann-Whitney U test $P < .001$)。

superonasal



superotemporal



Figure 5-a

Figure5-a. 28 歳女性、右眼。眼軸長 24.6mm。上鼻側強膜が上耳側強膜に比べて表面が平坦である。

superonasal



superotemporal



Figure 5-b

Figure5-b. 65 歳男性、左眼。眼軸長 23.5mm。上鼻側強膜が上耳側強膜に比べて表面が平坦である。