第60回 日本視能矯正学会

一般講演

遠視矯正眼鏡装用幼児の中心窩下脈絡膜厚と眼軸長の変化

佐藤 千尋¹⁾・新田 美和¹⁾・笠井 彩香¹⁾・森 隆史¹⁾・
橋本 禎子²⁾・齋藤 章子¹⁾・石龍 鉄樹¹⁾

¹⁾ 福島県立医科大学

²⁾ 桜水さかい眼科

Changes in Subfoveal Choroidal Thickness and Axial Length
in Children Wearing Hyperopic Glasses

Chihiro Sato¹⁾, Miwa Nitta¹⁾, Ayaka Kasai¹⁾, Takafumi Mori¹⁾,
Teiko Hashimoto²⁾, Akiko Saito¹⁾, Tetsuju Sekiryu¹⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology, Fukushima Medical University

²⁾ Sakuramizu-Sakai Eye Clinic

要 約

【目的】遠視矯正眼鏡を装用している幼児の中心窩下脈絡膜厚と眼軸長の変化について調査したので報告する。

【対象および方法】対象は弱視または内斜視に対する治療目的で、遠視または遠視性乱視の屈折矯正眼鏡を装用している幼児8名16眼。3歳時と6歳時に行った1%アトロピン点眼1日2回7日間の調節麻痺下屈折検査にあわせて、光干渉断層計により中心窩下脈絡膜厚を測定した。同時に光学的生体測定装置で眼軸長を測定した。

【結果】等価球面屈折値は3歳時 $+3.76 \pm 2.05\text{D}$ （平均値 $\pm$ 標準偏差）、6歳時 $+3.85 \pm 2.26\text{D}$ 、中心窩下脈絡膜厚は3歳時 $435 \pm 43 \mu\text{m}$ 、6歳時 $442 \pm 55 \mu\text{m}$ 、眼軸長は3歳時 $21.05 \pm 0.58\text{mm}$ 、6歳時 $21.61 \pm 0.65\text{mm}$ であった。10眼（63%）で脈絡膜厚が増加しており、そのうち9眼（57%）で眼軸の伸長を認めた。中心窩下脈絡膜厚の変化量と眼軸長の変化量に有意な負の相関が見られた。

【考按】遠視の屈折矯正を行っている幼児の眼球では、約半数の眼球で脈絡膜厚の増加とともに眼軸の伸長がみられ、脈絡膜厚増加量が大きいほど眼軸伸長量は小さかった。完全屈折矯正眼鏡の装用により、遠視性デフォーカスを排除することで眼軸伸長が抑制され、脈絡膜厚は増加したと考えられる。

別冊請求先（〒960-1295）福島県福島市光ヶ丘一番地

Tel. 024 (547) 1303 Fax. 024 (548) 2640

E-mail : c-3218@fmu.ac.jp

Key words : 眼軸長、脈絡膜厚、等価球面屈折値、遠視、屈折矯正

axial length, choroidal thickness, spherical equivalent, hyperopia, refractive correction

Abstract

【Purpose】 We reported on the changes in subfoveal choroidal thickness (SFCT) and axial length (AL) in children wearing hyperopic glasses.

【Subjects and Methods】 Subjects were 16 eyes of 8 children wearing refractive glasses for hyperopia or hyperopic astigmatism to treat amblyopia or esotropia. All the subjects had received cycloplegic refraction with 1% atropine instillation twice a day for 7 days at the age of 3 and 6 years. At the same time, their SFCT was measured by optical coherence tomography and AL was measured with an optical biometer.

【Results】 Spherical equivalents (mean $\pm$ standard deviation) were $+3.76 \pm 2.05$ D at age 3 and $+3.85 \pm 2.26$ D at age 6. The respective SFCT and AL measurements were 435 ± 43 μ m (age 3) and 442 ± 55 μ m (age 6), and 21.05 ± 0.58 mm (age 3) and 21.61 ± 0.65 mm (age 6). SFCT increased in 10 (63%) eyes and 9 (57%) of them also showed an increase in AL. However, a significant negative correlation was found between the change amounts in SFCT and AL.

【Conclusion】 In the eyes of children undergoing hyperopia refractive correction, about half of the eyes showed an increase in SFCT and AL; and the greater the increase in SFCT, the smaller the increase in AL was. It is considered that refractive glasses for full correction of hyperopia might have removed hyperopic defocus and thus, the increase in AL was suppressed and SFCT increased.

I. 緒言

小児の屈折度数の経年変化については数多くの報告があり、眼軸の伸長にともなって、次第に遠視が減少し近視に移行することが知られている^{1)~4)}。小児の遠視眼について、完全屈折矯正眼鏡装用下における屈折と眼球形態の変化についての報告はあるが、完全屈折矯正眼鏡装用下における脈絡膜厚の変化についての報告は少なく、長期的な脈絡膜厚の変化については明らかにされていない^{5)~9)}。ヒトを対象とした光干渉断層計 (OCT : Optical Coherence Tomography) での観察により、日本人の健常成人において、眼軸長と脈絡膜厚は負の相関をもつことが報告されており、脈絡膜厚は眼軸の短い遠視眼で厚く、眼軸の長い近視眼で薄い¹⁰⁾。この眼軸長と脈絡膜厚の関係は、小児の弱視症例でも同様である^{11)~14)}。一方で、成長にともない脈絡膜厚は11歳まで増加し、その後次第に減少するとの報告がある¹⁵⁾。つまり、小児期の脈絡膜厚には、眼軸の伸長に伴う減少と、体格の成長に伴う増加との、相反する変化が同時に起きている。

我々は、遠視の屈折矯正を行った弱視と内斜視の症例について、眼軸長と脈絡膜厚の3歳か

ら4歳時の1年間の変化を報告した⁸⁾。この1年の経過をみた報告では、眼軸伸長にともなって中心窩下脈絡膜厚が減少する傾向がみられたが、遠視の矯正にともなう脈絡膜厚の変化は症例により一定ではなく、両眼弱視と片眼弱視の弱視眼と健眼、内斜視で異なる変化をきたす可能性が示唆された。特記すべきは、不同視弱視の健眼では半数で中心窩下脈絡膜厚が増加し眼軸が短くなっていた点であった。このことから、眼鏡装用での遠視の屈折矯正を開始することにより、順調に進んでいた正視化現象が抑制される可能性があると考えた。我々の報告と同様に、Nishiらも不同視弱視症例の1年間の経過観察で、平均脈絡膜厚の健眼での増加を報告しているが、脈絡膜厚と眼軸長の関係については不明である⁷⁾。

本研究では、3歳時と6歳時の眼軸長と脈絡膜厚について比較し、3歳から4歳の1年にみられた眼球形態の変化が6歳でも継続しているのかを調査したので報告する。

II. 対象および方法

対象は、当院で弱視または内斜視に対する治療目的で、治療用眼鏡により遠視または遠視

性乱視の完全矯正を行っている幼児8名16眼である。原疾患は、屈折異常弱視1名、不同視弱視2名、内斜視3名、屈折異常弱視と内斜視の合併2名であった。斜視と弱視以外の器質的眼疾患を有する症例は除外した。8例中7例は完全屈折眼鏡装用の常時装用のみの治療であったが、それにあわせて約2年間の2時間健眼遮閉が施行された不同視弱視の1例が含まれている（表1）。

3歳時での治療用眼鏡処方時と4歳時と6歳での眼鏡更新時に、1%アトロピン点眼を1日2回7日間行ったのちに、据え置き型オートレフラクトメータ（TONOREF® II、NIDEK社）にて調節麻痺下屈折検査を施行した。それに合わせて光学的生体計測装置（IOLマスター®500、IOLマスター®700、CarlZeiss社）で眼軸長を測定した。また、OCT（Heidelberg Spectralis™OCT、Heidelberg Engineering社）を用いて、Enhanced depth imaging（EDI）

モードで中心窩を通る水平断と垂直断を撮像した。すべての検査は午前9時から午後3時の間に行った。中心窩下脈絡膜厚（SFCT: Subfoveal Choroidal Thickness）は視能訓練士と眼科医の2名が水平断と垂直断を独立して計測し、そこから得られた4つの数値の平均値とした。

3歳と6歳時の等価球面屈折値、眼軸長およびSFCTの各測定結果について、t-検定で有意差検定を行った。また、3歳と6歳時の各測定結果の変化量についてPearsonの積率相関係数の検定を行い、相関について検討した。そして、SFCTが増加した群と減少した群に分けて、等価球面屈折値および眼軸長の変化量を比較した。加えて、3歳から4歳時のSFCTが増加した群と減少した群に分けて、4歳から6歳時の等価球面屈折値および眼軸長の変化量を比較した。

なお本研究は、ヘルシンキ宣言に則り、福島県立医科大学の倫理審査委員会の承認を得た後に行った。

表1 症例ごとの視力と観察期間

		3歳時		6歳時		観察期間(月)
		視力	月齢	視力	月齢	
①	右眼	1.2	42	1.2	76	34
	左眼	0.07		0.8		
②	右眼	1.2	43	1.2	75	32
	左眼	0.4		1.2		
③	右眼	0.5	43	1.2	83	40
	左眼	0.4		1.2		
④	右眼	0.7	42	1.2	73	31
	左眼	0.7		1.2		
⑤	右眼	1.2	42	1.2	79	37
	左眼	1.2		1.2		
⑥	右眼	0.9	39	1.2	82	43
	左眼	0.9		1.2		
⑦	右眼	0.5	45	0.9	81	36
	左眼	0.5		0.8		
⑧	右眼	0.8	45	1.2	74	29
	左眼	0.8		1.2		

不同視弱視：①～②、屈折異常弱視：③、内斜視：

④～⑥、屈折異常弱視+内斜視：⑦～⑧

①に健眼遮閉を併施した。

Ⅲ. 結果

平均観察期間は35カ月であり、範囲は29～43カ月であった（表1）。

等価球面屈折値は3歳時 $+3.76 \pm 2.05\text{D}$ （平均値 $\pm$ 標準偏差、分布範囲： $+1.63 \sim +7.88$ ）、4歳時 $+3.95 \pm 2.11\text{D}$ （ $+0.63 \sim +8.00$ ）、6歳時 $+3.85 \pm 2.26\text{D}$ （ $+0.88 \sim +7.88$ ）、3歳から6歳時の変化量は $+0.09 \pm 0.73\text{D}$ （ $-1.00 \sim +1.75$ ）で、3歳時と6歳時に有意差は認めなかった（ $p=0.62$ 、表2、図1a）。等価球面屈折値は11眼（69%）で遠視が増加し、5眼（31%）で遠視が減少していた。不同視弱視では2例とも健眼の1D以上の遠視の増加がみられた。

眼軸長は3歳時 $21.05 \pm 0.58\text{mm}$ （ $20.17 \sim 21.95$ ）、4歳時 $21.31 \pm 0.57\text{mm}$ （ $20.43 \sim 22.2$ ）、6歳時 $21.61 \pm 0.65\text{mm}$ （ $20.48 \sim 22.65$ ）、3歳から6歳時の変化量は $+0.56 \pm 0.32\text{mm}$ （ $-0.13 \sim +1.00$ ）で、3歳時と6歳時に有意差を認めた（ $p<0.01$ 、表2、図1b）。眼軸長は15眼（94%）で伸長していた。不同視弱視の健眼1眼でのみ、

眼軸が短くなっていた。

SFCT計測において、検者間の計測の信頼性を評価する目的で級内相関係数を算出した。SFCT計測の検者間級内相関係数（95%信頼区間）は0.94（0.91～0.96）で、高い再現性を示した。

SFCTは3歳時 $435 \pm 43 \mu\text{m}$ （377～553）、4歳時 $443 \pm 47 \mu\text{m}$ （369～512）、6歳時 $442 \pm 55 \mu\text{m}$ （334～510）、3歳から6歳時の変化量は $+7 \pm 44 \mu\text{m}$ （-75～+86）で、3歳時と6歳時に有意差は認めなかった（ $p=0.55$, 表2, 図1c）。SFCTは10眼（63%）で増加し、6眼（37%）で減少していた。

眼軸長と等価球面屈折値の変化量には、有意な負の相関がみられた（ $R=0.89$, $p<0.01$, 図2a）。眼軸伸長の大きい症例ほど、等価球面屈折値は近視側に変化していた。

SFCTと眼軸長の変化量には、有意な負の相関がみられた（ $R=0.62$, $p<0.01$, 図2b）。SFCTが増加していた10眼中9眼（90%）で眼軸は伸長していた。眼軸が0.6mm以上伸長した9眼中6眼（67%）はSFCTが減少し、0.6mm伸長しなかった7眼中7眼（100%）はSFCTが増加していた。眼軸長の変化量は、SFCTが減少した群（6眼）では $+0.81 \pm 0.16\text{mm}$ で、SFCTが増加した群（10眼）では $+0.41 \pm 0.30\text{mm}$ で、両

図1 3歳から6歳時の各検査結果の推移

a) 等価球面屈折値、b) 眼軸長、c) 中心窩下脈絡膜厚の結果を、年齢を横軸に、各パラメータを縦軸に示す。

〈不同視弱視（健眼）…○、不同視弱視（患眼）…●、屈折異常弱視…□、内斜視…×、屈折異常弱視＋内斜視…⊠〉

表2 各年齢の検査結果と変化量

	等価球面屈折値 (D)	中心窩下脈絡膜厚 (μm)	眼軸長 (mm)
3歳時	$+3.76 \pm 2.05$	435 ± 43	21.05 ± 0.58
	$+1.63 \sim +7.88$	377～553	20.17～21.95
4歳時	$+3.95 \pm 2.11$	443 ± 47	21.31 ± 0.57
	$+0.63 \sim +8.00$	369～512	20.43～22.20
6歳時	$+3.85 \pm 2.26$	442 ± 55	21.61 ± 0.65
	$+0.88 \sim +7.88$	334～510	20.48～22.65
3歳から6歳の変化量	$+0.09 \pm 0.73$	$+7 \pm 44$	$+0.56 \pm 0.32$
	$-1.00 \sim +1.75$	-75～+86	-0.13～+1.00

上段：平均値 $\pm$ 標準偏差

下段：分布範囲

群間に有意差を認めた (t-検定, $p<0.01$ 、表3)。

SFCTと等価球面屈折値の変化量には、遠視が減少するほどSFCTが減少する傾向がみられたが、有意な相関はみられなかった ($R=0.35$, $p=0.14$ 、図2c)。等価球面屈折値の変化量は、SFCTが減少した群では $-0.29 \pm 0.46D$ で、SFCTが増加した群では $+0.33 \pm 0.79D$ で、等価球面屈折値の変化量の平均値は減少群で近視側、増加群では遠視側になっていたが、両群間に有意差を認めなかった (t-検定, $p=0.07$ 、表3)。不同視弱視の健眼では、2眼中2眼で遠視が増加し、SFCTは $10 \mu m$ よりも増加していた (表4)。また、不同視弱視の健眼のうち1眼の眼軸は短縮していた。不同視弱視の弱視眼では、2眼のうち $\pm 0.5D$ の変化であったものが1眼、 $0.5D$ より遠視が増加したものが1眼で、ともにSFCTは $10 \mu m$ よりも増加していた。内斜視では、6眼すべてで眼軸長が $0.6mm$ よりも伸長し、このうち4眼で $0.5D$ よりも遠視が減少

し、ほか2眼は $\pm 0.5D$ の変化であった。また、内斜視6眼のうち4眼でSFCTは $10 \mu m$ よりも減少した。全16眼中9眼 (56%) の等価球面屈折値の変化量は $\pm 0.5D$ 以内で、屈折異常弱視2眼中2眼と内斜視を合併した屈折異常弱視4眼中4眼が含まれていた。不同視弱視では健眼弱視眼ともに $+0.5D$ 以上遠視の増加があり、内斜視では $-0.5D$ 以上遠視の減少があった。不同視弱視では健眼弱視眼ともにSFCTが増加していたが、内斜視や屈折異常弱視では、同一疾患でも異なっていた。

3歳から4歳時のSFCTの変化量と4歳から6歳時の眼軸長の変化量には、有意な相関はみられなかった ($R=0.38$, $p=0.15$ 、図3a)。4歳から6歳時の眼軸長の変化量は、3歳から4歳時にSFCTが減少した群 (5眼) では $+0.44 \pm 0.11mm$ で、SFCTが増加した群 (11眼) では $+0.24 \pm 0.16mm$ で、両群間に有意差を認めた (t-検定, $p<0.01$ 、表5)。また、3歳から4歳時

図2 変化量の相関

- a) 等価球面屈折値と眼軸長の変化量に、有意な負の相関がみられた ($R=0.89$, $p<0.01$)。
 b) 中心窩下脈絡膜厚と眼軸長の変化量に、有意な負の相関がみられた ($R=0.62$, $p<0.01$)。
 c) 中心窩下脈絡膜厚と等価球面屈折値の変化量には、有意な相関はみられなかった ($R=0.35$, $p=0.14$)。
 〈不同視弱視 (健眼) …○、不同視弱視 (患眼) …●、屈折異常弱視…□、内斜視…×、屈折異常弱視 + 内斜視…⊗〉

表3 3歳から6歳までの脈絡膜厚の増減と等価球面屈折値および眼軸長の変化量

	脈絡膜厚		t-検定
	増加 (10 眼)	減少 (6 眼)	p 値
眼軸長の変化量 (mm)	$+0.41 \pm 0.30$	$+0.81 \pm 0.16$	$p<0.01$
等価球面屈折値の変化量 (D)	$+0.33 \pm 0.79$	-0.29 ± 0.46	$p=0.07$

表4 原疾患ごとの変化

	N (眼)	等価球面屈折値(D)			中心窩下脈絡膜厚(μm)			眼軸長(mm)		
		<-0.5	±0.5	+0.5<	<-10	±10	+10<	<0	0~0.6	0.6<
全例	16	4	9	3	5	3	8	1	8	7
不同視弱視(健眼)	2	0	0	2	0	0	2	1	1	0
不同視弱視(弱視眼)	2	0	1	1	0	0	2	0	2	0
屈折異常弱視	2	0	2	0	1	1	0	0	1	1
内斜視	6	4	2	0	4	1	1	0	0	6
屈折異常弱視+内斜視	4	0	4	0	0	1	3	0	4	0

図3 3歳から4歳時の中心窩下脈絡膜厚の変化と4歳から6歳時の眼軸長と等価球面屈折値の変化量の相関
a) 3歳から4歳時の中心窩下脈絡膜厚の変化量と4歳から6歳時の眼軸長の変化量に、有意な相関はみられなかった (R=0.38, p=0.15)。
b) 3歳から4歳時の中心窩下脈絡膜厚の変化量と4歳から6歳時の等価球面屈折値の変化量に、有意な相関はみられなかった (R=0.43, p=0.09)。

表5 3歳から4歳の脈絡膜厚の増減と4歳から6歳の等価球面屈折値および眼軸長の変化量

	3歳から4歳の脈絡膜厚		t-検定
	増加(11眼)	減少(5眼)	p値
4歳から6歳の眼軸長の変化量(mm)	+0.24±0.16	+0.44±0.11	p<0.01
4歳から6歳の等価球面屈折値の変化量(D)	+0.07±0.32	-0.48±0.29	p<0.01

のSFCTの変化量と4歳から6歳時の等価球面屈折値の変化量には、有意な相関はみられなかった (R=0.43, p=0.09、図3b)。4歳から6歳時の等価球面屈折値は、3歳から4歳時にSFCTが減少した群では-0.48±0.29Dで、SFCTが増加した群では+0.07±0.32Dで、両群間に有意差を認めた (t-検定, p<0.01、表5)。3歳から4歳時にSFCTが減少した眼球は遠視が減少するも

のが多く、SFCTが増加した眼球は遠視が増加するか減少しても-0.5D未満の変化にとどまる結果であった。

Ⅳ. 考按

本研究では、3歳から6歳時の等価球面屈折値の変化量は+0.09±0.73Dで、3歳と6歳時に

有意差は認めなかった。Brownは6歳の終わりまで遠視は増加し、その後14歳までは急激に減少し、10代の終わりまで徐々に減少していくと述べている¹⁶⁾。また、横山らは、完全屈折矯正下における小児遠視の変化について、初回遠視が大きい症例ほど遠視の減少が著しいことを報告し、眼鏡装用により網膜に鮮明な像が映ることで眼球の発育が促されるためと考察している⁵⁾。

本研究では、遠視の屈折矯正を行っている幼児の眼球では、SFCTと眼軸長の変化量には、有意な負の相関がみられた。幼児の眼球では、眼軸長とSFCTに成人と共通する負の相関がある一方で、成長にともなうSFCTの増加がある^{10)~14)}。本研究では、3歳から6歳の眼軸長変化量(y)とSFCT変化量(x)の相関は $y = -0.0044x + 0.59$ (図2b)で、眼軸がおよそ0.6mm伸長した眼球でSFCTの増減が小さくなり、それよりも伸長した眼球ではSFCTが減少し、伸長しなかった眼球ではSFCTが増加する関係であった。

本研究では、不同視弱視2例の健眼2眼と弱視眼1眼に、SFCTの増加と遠視の増加を同時に認めた。また、不同視弱視の健眼1眼では眼軸が短縮していた。近視進行での眼軸伸長などの眼球形態の変化について、「Accommodative Lag Theory」と「Mechanical Tension Theory」の2つの理論が知られている¹⁷⁾。「Accommodative Lag Theory」では、調節ラグによる遠視性デフォーカスが眼軸伸長を加速させるとされている。今回の研究では、眼鏡装用での遠視の完全屈折矯正により、遠視性デフォーカスを排除したことで眼軸伸長が抑制され、SFCTが増加した眼球があったと考えられる。また、「Mechanical Tension Theory」では、毛様体-脈絡膜の緊張によって眼球赤道部の成長に制限がかかり、眼軸方向へ眼球がシャープに伸長するとされている。本研究の不同視弱視の健眼では、遠視の完全屈折矯正眼鏡を装用したことで、毛様体筋が弛緩し赤道方向へ眼球の伸展が起こり、SFCTの増加よりも大きな眼軸の短縮が起きたと考えられる。

本研究では、3歳から4歳時のSFCTの変化

から、その後の等価球面屈折値や眼軸長の変化の予測がつくのか検討した。3歳から4歳時にSFCTが減少した眼球は、4歳から6歳の間に遠視が減少するものが多く、眼軸伸長が大きい傾向がみられた。これに対して、3歳から4歳時にSFCTが増加した眼球は、4歳から6歳の間に遠視が増加するか減少しても-0.5D未満の変化にとどまっていた。このことから、屈折矯正開始後の3歳から4歳時のSFCTの変化量から、その後の球面屈折値が遠視側か近視側のどちらの方向に変化するか予想できる可能性が示唆された。また、眼鏡装用による治療開始後のSFCTの経過観察は、屈折異常の予後予測に役立つかもしれない。しかし、3歳から4歳時のSFCTの変化量と4歳から6歳時の等価球面屈折値および眼軸長の変化量には有意な相関はみられなかった。したがって、多数例での追加検討が必要である。

今回の研究では、3歳から6歳時までのSFCTの変化量と3歳から6歳までの眼軸長の変化量には、有意な負の相関があった。このことから、SFCTの変化は強膜を含めた眼球壁全体が拡張または縮小する形態変化に同期した脈絡膜の変化の一部分を見ているだけかもしれない。一方で、完全屈折眼鏡装用開始後の眼球形態の変化は、屈折矯正開始後の最初の1年に大きく、疾患によって反応が異なっていた。したがって、治療前の状態によって屈折矯正が眼球形態に異なった影響をおよぼす疾患特性が存在することが予想される。

今回の研究で、遠視矯正眼鏡を装用している幼児のSFCTは、3歳から6歳時の間で眼軸伸長が大きい眼球では減少し、眼軸伸長が小さい眼球では増加していた。遠視の屈折矯正を行っている幼児の眼球では、眼軸が伸長しているにもかかわらずSFCTが増加する例が約半数にみられるが、眼軸伸長量が大きいほどSFCT増加量は少なかった。レンズ負荷による動物モデルでは、遠視性デフォーカスに対して眼軸伸長が促進され網膜が後方の像面へ移動すること、近視性デフォーカスでは脈絡膜が厚くなり網膜が前方の像面へ移動すること(Choroidal Accommodation)が報告されている¹⁸⁾。強い屈

折異常や弱視をとまなう症例では屈折矯正による網膜像のデフォーカスと眼軸伸長の間に、脈絡膜の独特な関与があるかもしれない。今後、症例数の蓄積と長期の観察研究を行うことで、遠視眼鏡装用による視能矯正が脈絡膜形態に与える影響について明らかにできるかもしれない。今後の課題には、屈折矯正治療を要さない症例や、弱視訓練が奏功していない症例との比較などがある。また、屈折値や眼軸長、SFCTは体格変化と相関することが知られている^{19,20)}ため検討していきたい。

利益相反：石龍 鉄樹（F：参天製薬、千寿製薬、バイエル薬品、ファイザー、ノバルティスファーマ）

参考文献

- 1) 新田千賀子, 川村洋行, 兼子周一, 新田正昭: 小児の遠視眼における屈折要素の経年変化について. 眼紀 42: 1560-1572, 1991.
- 2) 中平洋政: 眼の屈折要素の経年変化 第1報. 眼紀 48: 506-510, 1997.
- 3) 中平洋政: 眼の屈折要素の経年変化 第2報-角膜曲率半径と眼軸長および身体構成のパラメータの関係について-. 眼紀 48: 1031-1035, 1997.
- 4) 榊原七重: 屈折の経年変化. 日視会誌 42: 41-49, 2013.
- 5) 横山雅子, 中川真紀, 久保田伸枝, 林孝雄, 生田由美: 完全屈折矯正眼鏡装用下における小児遠視の経年変化. 眼臨 97: 462-466, 2003.
- 6) Aslan BS, Bayhan HA: Effect of amblyopia treatment on choroidal thickness in children with hyperopic anisometropic amblyopia. Curr eye res 42: 1254-1259. 2017.
- 7) Nishi T, Ueda T, Mizusawa Y, Semba K, Shinomiya K, Mitamura Y, et al: Effect of optical correction on subfoveal choroidal thickness in children with anisohypermetropic amblyopia. Plos one 12: e0189735, 2017.
- 8) 佐藤千尋, 笠井彩香, 森 隆史, 松野希望, 新田美和, 橋本禎子, 他: 遠視の屈折矯正を行った弱視と内斜視の眼軸長と脈絡膜厚の変化. 日視会誌 47: 225-231, 2018.
- 9) Araki S, Miki A, Goto K, Yamashita T, Takizawa G, Haruishi K, et al: Effect of amblyopia treatment on choroidal thickness in hypermetropic anisometropic amblyopia using swept-source optical coherence tomography. BMC ophthalmology 18: 227, 2018.
- 10) Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T, Yasuno Y: Choroidal thickness in healthy Japanese subjects. Invest ophthalmol vis sci 51: 2173-2176, 2010.
- 11) Nishi T, Ueda T, Hasegawa T, Miyata K, Ogata N: Choroidal thickness in children with hyperopic anisometropic amblyopia. Br J Ophthalmol 98: 228-232, 2014.
- 12) Mori T, Sugano Y, Maruko I, Sekiryu T: Subfoveal choroidal thickness and axial length in preschool children with hyperopic anisometropic amblyopia. Curr eye res 40: 954-961, 2015.
- 13) Araki S, Miki A, Goto K, Yamashita T, Takizawa G, Haruishi K, et al: Macular retinal and choroidal thickness in unilateral amblyopia using swept-source optical coherence tomography. BMC ophthalmology 17: 167, 2017.
- 14) Niyaz L, Yücel OE, Arıttürk N, Terzi O: Choroidal thickness in strabismus and amblyopia cases. Strabismus 25: 56-59, 2017.
- 15) Zhu D, Wang Y, Zheng YF, Yang DY, Guo K, Yang XR, et al: Choroidal thickness in school children: The Gobi Desert Children Eye Study. Plos one 12: e0179579, 2017.
- 16) Brown EVL: Use-abuse theory of changes in refraction versus biologic theory. Archives of Ophthalmology 28: 845-850, 1942.
- 17) Berntsen DA, Mutti DO, Zadnik K: Study of theories about myopia progression (STAMP) design and baseline data. Optometry vis sci

- 87: 823-832, 2010.
- 18) Wallman J, Wildsoet C, Xu A, Gottlieb MD, Nickla DL, Marran L, et al: Moving the retina: choroidal modulation of refractive state. *Vision research* 35: 37-50, 1995.
- 19) Saw SM, Chua WH, Hong CY, Wu HM, Chia KS, et al: Height and its relationship to refraction and biometry parameters in Singapore Chinese children. *Invest ophthalmol vis sci* 43: 1408-1413, 2002.
- 20) Bidaut-Garnier M, Schwartz C, Puyraveau M, Montard M, Delbosc B, et al: Choroidal thickness measurement in children using optical coherence tomography. *Retina* 34: 768-774, 2014.
-