

調節安静位と屈折度の関係 (図5, 表2)

三 輪 隆*・所 敬** (*土浦協同病院眼科
**東京医科歯科大学医学部眼科学教室)

要 約

キャノン社製オートレフ R1[®]を用いて112例224眼の若年者の Dark focus of accommodation を計測し明室での屈折度, 1%塩酸サイクロペントレイト点眼後の屈折度との関係を調べた. 1. Dark focus of accommodation による近視化は調節に起因する. 2. 遠視では Dark focus of accommodation の近視化が強いが強い遠視では逆に遠視化する. 3. 正視及び近視眼では調節麻痺剤による戻り量と Dark focus of accommodation での近視化には平行関係はない. (日眼会誌 93:727-732, 1989)

キーワード: Dark focus of accommodation, 屈折度, 調節麻痺剤による戻り量

The Relation between Resting Point of Accommodation
and Refractive state

Takashi Miwa* and Takashi Tokoro**

*Department of Ophthalmology, Tsuchiura Kyodo Hospital

**Department of Ophthalmology, Tokyo Medical and Dental University, School of Medicine

Abstract

The refractive state in darkness (dark focus of accommodation) was measured in 224 eyes of 112 young subjects with a Canon Autorefractometer R1[®] and differences of the refractive state in dark and bright rooms were studied. The dark focus of accommodation was also compared with refractive error after instillation of 1% cyclopentolate hydrochloride. Accommodation was almost entirely responsible for myopic shift in the dark focus of accommodation. Myopic shift was larger in hyperopic eyes than in myopic eyes, but hyperopic shift occurred in markedly hyperopic eyes. In emmetropic and myopic eyes, the degree of hyperopic shift by cycloplegia had no parallel relationship with that of myopic shift in the dark focus of accommodation. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 93: 727-732, 1989)

Key words: Dark focus of accommodation, Refractive error, Hyperopic shift by cycloplegia

I 緒 言

若年者では潜伏遠視や調節緊張が多くみられる. 潜伏遠視は絶えず調節を必要としているし偽近視は絶えず調節緊張状態にある. そこでこれらの調節安静位は調節緊張状態にない眼に比べて調節安静位に違いがあ

るか否かは興味ある点である.

屈折度と調節安静位の関係に関して前回近視の弱い眼ほど調節安静位での近視化が強いことを報告した¹⁾. また遠視眼では近視眼に比べて調節安静位での近視化が強いとの報告もある²⁾. しかし調節緊張状態と調節安静位との関係を調べた報告はない.

別刷請求宛先: 〒300 茨城県土浦市真鍋新町11-7 土浦協同病院眼科 三輪 隆

(平成元年 5 月15日受付, 平成元年 5 月29日改訂受理)

Reprint requests to: Takashi Miwa, M.D. Department of Ophthalmology Tsuchiura Kyodo Hospital
11-7 Manabeshinmachi, Tsuchiura, Ibaragi, 300 Japan

(Received May 15, 1989 and accepted in revised form May 29, 1989)

そこで今回は遠視眼を含めた多数例の若年者の調節安静位を Dark focus of accommodation¹⁾にて測定し更に調節麻痺剤点眼後の屈折度及び屈折度の戻り量を測定し調節安静位との関係について検討を加え興味ある結果が得られた。更に Dark focus of accommodation の原因についても検討したのであわせ報告する。

II 方 法

屈折度は同一被検者を明室と暗黒状態でキャノン社製オートレフ R1[®]を用いて1秒毎に10回以上連続して測定し弱主経線の値の平均をもってその眼の屈折度とした。明室での測定は室内照度約400luxで両眼開放下で眼前5mにある1.0のランドルト環視標を注視させて行った。暗黒状態での測定は前回の報告¹⁾と同じ方法であり被検者の前面及び側面を暗幕で覆いモニター光が漏れない様にし被検者には測定光以外の光刺激がない状態とした。本実験ではこの条件で測定された屈折度を Dark focus of accommodation とした。

まず Dark focus of accommodation での球面収差の影響を検討するため調節を麻痺させた状態での明室と暗黒状態の屈折度を比較検討した。対象は6歳から11歳の男女6名12眼であり調節麻痺は1%アトロピンを1日3回3日間連続点眼にて行った。

ついで5歳から17歳(平均10.3歳)の男女112名224眼について明室での屈折度及び Dark focus of accommodation を測定した。その後これらの被検者に1%塩酸サイクロペントレイト(サイプレジン[®]1%)を両眼に1滴ずつ5分おきに2回点眼し30~40分後に明室での測定方法で屈折度を測定した。そしてこれらの屈折度、調節麻痺剤点眼後の屈折度、Dark focus of accommodation、調節麻痺剤点眼による戻り量について検討を加えた。

III 結 果

表1はアトロピン点眼後の明室及び暗黒状態での屈折度を示す。明室での屈折度の平均は $+4.02 \pm 2.31D$ 、暗黒状態での屈折度の平均も $+4.02 \pm 2.31D$ であり両者に有意差を認めなかった。

図1は本実験の被検者112名224眼の明室での屈折度、暗黒状態での屈折度、調節麻痺剤点眼後の屈折度それぞれの度数分布である。明室での屈折度の平均は $-0.28 \pm 2.25D$ 、暗黒状態での屈折度の平均は $-1.10 \pm 2.62D$ 、調節麻痺剤点眼後の屈折度の平均は $+0.38 \pm 2.96D$ であり暗黒状態の屈折度は明室に比べて

表1 アトロピン点眼後の明室及び暗黒状態での屈折度の比較

年齢(歳)	性	明室での屈折度(D)	暗黒状態での屈折度(D)
11	男	+6.75	+6.50
		+4.25	+4.50
6	男	+3.00	+2.75
		+3.00	+3.00
8	女	+1.50	+1.50
		+2.00	+2.00
8	女	+2.25	+2.00
		+2.00	+2.00
11	女	+3.25	+3.50
		+3.75	+4.00
9	男	+8.50	+8.25
		+8.00	+8.25

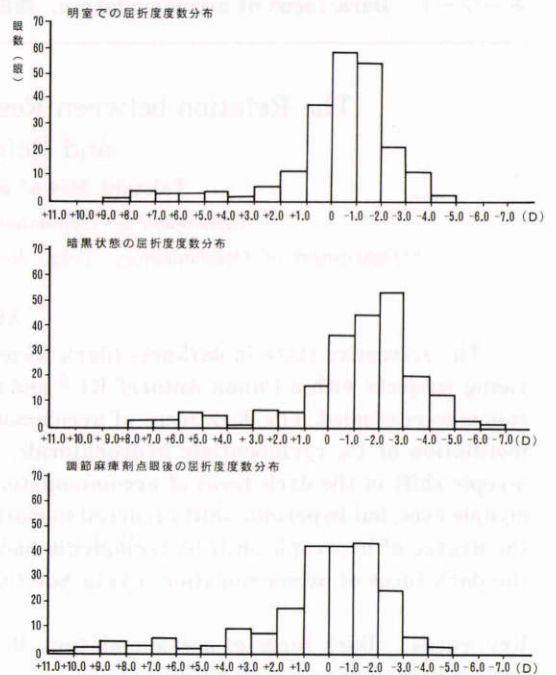


図1 種々の条件での屈折度度数分布

平均約0.82Dの近視化がみられた。

図2は明室での屈折度を基準にした暗黒状態での近視化の程度を示している。明室での屈折度が $+1.0 \sim 0D$ の場合に平均 $1.42D$ と最も近視化しそれ以上の遠視では近視化は弱くなりまた暗黒状態で逆に遠視化する例もみられた。

図3は調節麻痺剤点眼後の屈折度からみた暗黒状態での近視化の程度を示す。調節麻痺剤点眼後の屈折度が $+2.0 \sim +1.0D$ の場合に平均 $1.83D$ と最も近視化が強くみられF検定(危険率1%)では他の屈折度群の

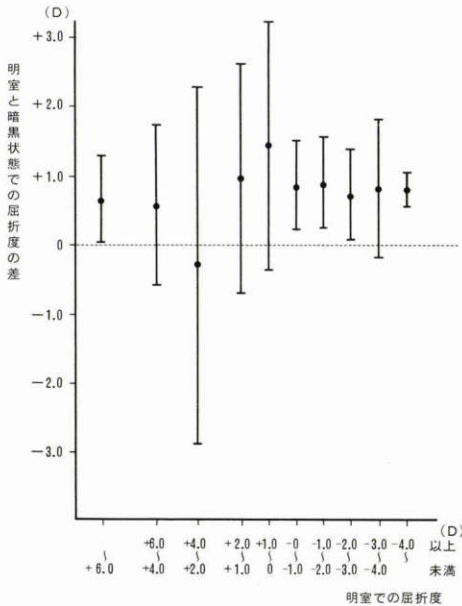


図2 明室での屈折度からみた明室と暗黒状態での屈折度の差 (平均±標準偏差)
(暗黒状態での近視化をプラスとする)

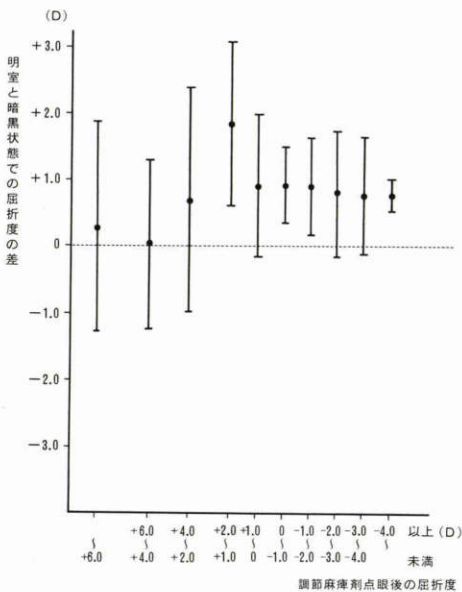


図3 調節麻痺剤点眼後の屈折度からみた明室と暗黒状態での屈折度の差 (平均±標準偏差)
(暗黒状態での近視化をプラスとする)

近視化の程度に有意差を認めた。またこれ以上の遠視では暗黒状態での近視化は弱くまた近視眼では近視が

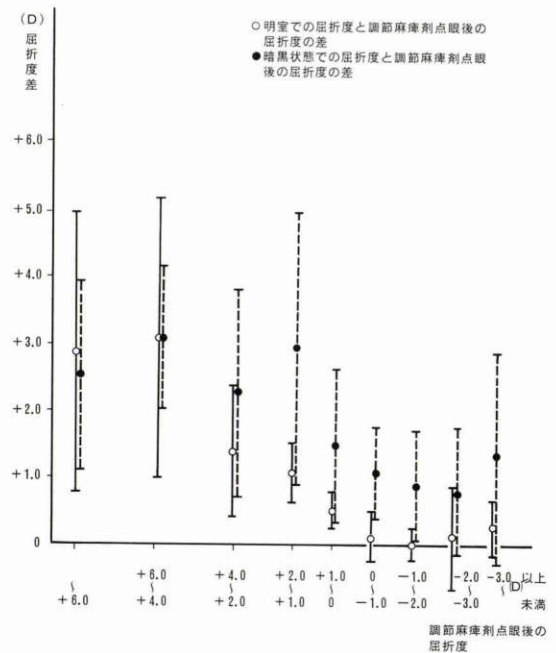


図4 調節麻痺剤点眼後の屈折度からの明室、暗黒状態での調節量 (平均±標準偏差)

弱い程暗黒状態での近視化が強い傾向がみられた。この傾向は明室での屈折度を基準にとった場合 (図2) より明瞭であった。

図4は調節麻痺剤点眼後の屈折度からみた調節麻痺剤点眼後と明室での屈折度の差 (即ち調節麻痺剤点眼による戻り量) 及び調節麻痺剤点眼後と暗黒状態での屈折度の差を示す。調節麻痺剤点眼による戻り量は調節麻痺剤点眼後の屈折度が-2.0~-3.0Dでは $+0.13 \pm 0.78D$, +2.0~+1.0Dでは $+1.05 \pm 0.50D$, +6.0Dを越える遠視では $+2.86 \pm 2.18D$ でありそれぞれの間でF検定で1%の危険率にて有意差を認めた。すなわち遠視が強い程戻り量は増加した。調節麻痺剤点眼後と暗黒状態での屈折度の差は調節麻痺剤点眼後の屈折度が-2.0~-3.0Dでは $+0.79 \pm 1.02D$, +2.0~+1.0Dでは $+2.97 \pm 2.09D$, +6.0Dを越える遠視では $+2.55 \pm 1.54D$ であり調節麻痺剤点眼後と暗黒状態での屈折度の差は屈折度が-2.0~-3.0Dの群と+2.0~+1.0Dの群及び-2.0~-3.0Dの群と+6.0D以上の遠視群の間でF検定で1%の危険率で有意差を認めたが+2.0~+1.0Dの群と+6.0D以上の遠視群の間では有意差を認めなかった (F検定危険率5%)。調節麻痺剤点眼後の屈折度を基準にすると暗黒状態での調節量は遠視が強くなるほど大きくなるが明

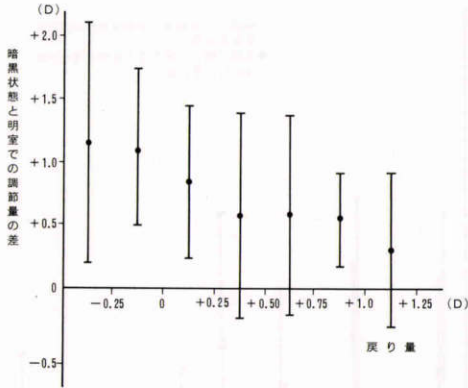


図5 調節麻痺剤による戻り量と暗黒状態での近視化の程度との関係(平均±標準偏差)
(縦軸は暗黒状態での調節量が明室での調節量を上回り暗黒状態での近視化を示す場合をプラスとする。

室での調節量ほど大きくはならず強い遠視では後者が前者を逆転し上回り暗黒状態での遠視化を生じる場合もあった。

図5は正視及び近視眼145眼の調節麻痺剤による戻り量と暗室での近視化の程度(暗黒状態と明室での調節量の差)の関係を示す。戻り量が+1.0D以上の眼では平均 0.32 ± 0.60 Dの近視化、戻り量が $0 \sim +0.25$ Dでは平均 0.85 ± 0.61 Dの近視化を示し両者には1%の危険率(F検定)で有意差を認めた。戻り量が多いほど暗黒状態での近視化の程度は弱くなる傾向がみられた。

IV 考 按

(1) Dark focus of accommodation の成因

暗黒で無刺激状態におかれた時の屈折状態は遠点と近点の間にあり $0 \sim 4$ Dの近視化をきたすといわれている³⁾。この原因として色収差、軸外近視、球面収差、調節、散瞳に基づく水晶体の前進等があげられる⁴⁾。Campbellらは球面収差と調節が半々で役割を担っているとしSchoberらは2Dの近視化の内1.5Dが調節によるとした⁵⁾。しかしBallは夜間近視の大半は調節によると考えた⁵⁾。そこで今回はまず暗黒状態での近視化の原因を明確にするためアトロピン点眼による実験を行った。この結果調節麻痺剤点眼により暗黒状態での近視化は認められずDark focus of accommodationでの近視化の原因の大半は調節にあると考えられた。

(2) 調節安静位と屈折度

調節安静位と屈折度の関係については前回19~54歳の成人例を対象に実験し報告した¹⁾

前回の報告では暗黒状態により平均0.6Dの近視化を認めたが若年者を対象とした今回の実験では平均0.82Dと近視化の程度が成人を対象とした場合に比べて強い傾向にあった。これは調節安静位が年齢により差がみられ若年者ほど調節安静位での近視化が強いとの報告⁶⁾と一致する結果であった。調節安静位には調節力が関与している可能性があり¹⁾この原因は調節力の違いによると考えられた。

若年者の近視眼でも成人眼同様に近視の弱い眼ほど暗黒状態での近視化が強い傾向にあったが成人の場合ほど顕著な差はなかった。これは若年者では屈折度が -4.0 D以上の近視でも平均 0.74 Dの近視化があるのに対して成人では $0.1 \sim 0.5$ Dと近視化が少ないことと関係があると思われた。すなわち若年者では中等度以上の近視眼でも暗黒状態での近視化が急激に減少せず比較的維持されることがその原因と考えられた。しかし今後年齢、屈折度をマッチングした暗黒状態での近視化の程度の検討が詳細な分析には必要と思われた。

(3) 遠視眼の調節安静位—調節麻痺剤点眼後の屈折度との関係

近視眼に比べ遠視眼で暗黒状態での近視化の程度が強いとの結果は過去の報告と一致する。しかし更に強い遠視眼では近視化の程度が減弱し逆に暗黒状態での遠視化が生じうるといって今回と同様の結果は報告されていない。これは過去の報告では強い遠視眼が十分に検討されていないためと思われた。

明室での屈折度測定は両眼開放下で自然視に近い状態で行われていて雲霧もされていないので遠点より調節した状態で測定されている可能性がある。このために潜伏遠視は検出されないことがあると予想され調節麻痺剤点眼により調節麻痺時の屈折度を測定した。図3は調節麻痺剤点眼後の屈折度を基準にした暗黒状態での近視化の程度を示す。近視化のピークは明室での屈折度では $+1.0 \sim 0$ Dであったものが調節麻痺剤点眼後の屈折度では $+2.0 \sim +1.0$ Dと左方移動した。強い遠視眼で暗黒状態での近視化が減弱する原因を明らかにするため明室及び暗黒状態での調節量を調節麻痺剤点眼後の屈折度を基準に求めたものが図4である。白丸は明室での屈折度と調節麻痺剤点眼後の屈折度の差、すなわち調節麻痺剤点眼による戻り量を示し、黒

丸は暗黒状態での屈折度と調節麻痺剤点眼後の屈折度の差を示す。両者とも遠視が強いほど増大するが後者は近視側では前者を上回るものの遠視の増大と共に前者ほど増大せず逆に強い遠視では前者の方が大きい場合も生じた。このために強い遠視では暗黒状態での遠視化を生じる場合があると考えられた。すなわち調節麻痺剤点眼後の屈折度を基準にとると暗黒状態での調節量が明室での調節量ほど屈折度の影響をうけにくくこのことが強い遠視眼で暗黒状態による近視化の減弱をきたすといえた。このことは Accommodative hysteresis が暗黒状態よりも明室にて顕著に認められるとの報告⁷⁾と一致していると考えられた。

(4) 調節安静位からみた遠視眼の矯正

次に遠視の矯正について Dark focus of accommodation の面から考按する。遠視の矯正については絶対遠視の部分のみを矯正すればよいとの考え⁸⁾や5歳以上の弱度遠視(+4.0D以下)で斜視がなく矯正視力が良好であっても非調節麻痺時の屈折度が+1.0D以上、調節麻痺時の屈折度が+2.0D以上の場合は屈折矯正をすべきであるとの考え⁹⁾もあり意見の一致しないところである。遠視の場合正視、近視に比べ明視するにはより多くの調節が必要であり眼精疲労を生じ易いといわれる¹⁰⁾が調節安静位との関係は考慮されていない。従来 Dark focus of accommodation は empty field での屈折状態と近似といわれており¹¹⁾ Dark focus of accommodation の面から遠視眼の調節状態を検討した。

表2は調節麻痺剤点眼後の屈折度別の明室及び暗黒状態での屈折状態を示す。調節麻痺剤点眼後の屈折度

表2 調節麻痺剤点眼後の屈折度別の明室及び暗黒状態での屈折度

(屈折度は、調節麻痺剤点眼後の屈折度、平均屈折度は平均±標準偏差を示す)

屈折度(D)	眼数	明室での平均屈折度(D)	暗黒状態での平均屈折度(D)
~+6.0	18	+4.98±2.43	+5.51±1.80
+6.0~+4.0	5	+2.35±2.06	+2.36±1.70
+4.0~+2.0	18	+1.45±1.02	+0.66±1.56
+2.0~+1.0	18	+0.37±0.44	-1.58±2.08
+1.0~0	43	-0.01±0.39	-0.82±1.14
0~-1.0	43	-0.78±0.44	-1.70±0.80
-1.0~-2.0	44	-1.52±0.43	-2.40±0.81
-2.0~-3.0	25	-2.35±0.63	-3.06±0.95
-3.0~	10	-3.91±0.54	-4.77±0.81

が+2.0~+1.0Dでは明室での平均屈折度が+0.37Dであり遠方明視においても若干の調節が必要である。しかし調節無刺激状態である Dark focus of accommodation が平均-1.58Dであることを考えると遠方明視においては調節無刺激状態よりも調節はむしろ弛緩していることになる。また日常生活における近方明視も調節無刺激状態より強く調節しなくても可能である。これに対して調節麻痺剤点眼後の屈折度が+6.0Dを越える眼では明室での屈折度より暗黒状態での屈折度が遠視寄りであり明室遠方視においても調節無刺激状態より調節が必要であり日常生活では絶えず調節が負荷されている。以上のことから調節安静位の面からは調節麻痺剤点眼後の屈折度が+2.0Dを越えない遠視では機能的に異常が認められなければ屈折矯正は不要であり+6.0Dを越える遠視では機能的に異常が認められなくても屈折矯正をすべきだと考えられる。ただし遠視眼は明室、暗黒状態とも屈折度のばらつきが大きく個々の症例に対して調節安静位を検討することが必要と思われた。特に調節麻痺剤点眼後の屈折度が+4.0~+6.0Dの眼では明室での平均屈折度と暗黒状態での平均屈折度がほぼ等しく個々の調節安静位の測定が屈折矯正の必要性の判断材料のひとつになると考えられた。

(5) 正視及び近視眼における調節安静位と戻り量の関係

次に正視、近視眼における調節安静位と調節麻痺剤による屈折度の戻りに関する考按を行う。図5のごとく戻り量と暗黒状態での近視化は平行関係になく戻り量の多い眼では暗黒状態での近視化は少ない傾向にあった。これは調節麻痺剤点眼後の屈折度からの暗黒状態での調節量が戻り量の影響をうけにくいことと考えられ遠視眼で調節麻痺剤点眼後の屈折度からの暗黒状態での調節量が屈折度の影響を比較的うけにくいことと同様の現象と思われた。なお図5にて戻り量がマイナスの症例が示されているが理論上戻り量がマイナスになることは考えにくく測定誤差を含んでいると思われた。調節麻痺剤による屈折度の戻りの多い近視は偽近視とされ近視の初期段階といわれる¹²⁾。また近業後に生じる Dark focus of accommodation の近視化がさらに近視化することは Accommodative hysteresis といわれ近視の前段階とも考えられている¹³⁾。本実験では戻り量と Dark focus of accommodation の近視化は平行関係になかった。Dark focus of accommodation で強い近視化を示す眼が近視を生じやすい

かどうかについては本実験では明確でなく今後経時的に多数例の Dark focus of accommodation, 屈折度を測定し検討することが必要と思われた。

(6) 本実験における問題点

Dark focus of accommodation は暗黒状態にしてすぐに測定しても暗順応してから測定しても大差ないことを前回報告し本実験も Dark focus of accommodation は暗順応せずに測定した。しかし遠視では正視, 近視眼に比べ暗黒状態にしてから調節が安定状態に達するまでの時間が長いとの報告²⁾もある。また本実験では調節麻痺剤は1%塩酸サイクロペントレイトを用いており点眼後30~40分で測定を行ったため完全に調節麻痺をきたしているとはいえない¹⁴⁾。また眼鏡装用の有無も調節安静位に影響を与える可能性がありこれらの検討が今後必要と考えられる。

本研究は文部省科学研究費試験研究(2)(代表所 敬)課題番号63870071の補助により行われたことを付記しここに感謝する。

文 献

- 1) 三輪 隆, 深川和弘, 所 敬: 交感神経系薬剤の調節安静位に及ぼす影響. 日眼 92: 1235-1241, 1988.
- 2) Mc Brien NA, Millodot M: The relationship between tonic accommodation and refractive error. Invest Ophthalmol Vis Sci 28: 997-1004, 1987.
- 3) Curtin BJ: The myopias-basic science and

clinical management, Philadelphia, Harper and Row Publishers, 469-473, 1985.

- 4) 所 敬: 屈折異常とその矯正. 東京, 金原出版, 113-114, 1988.
- 5) Toates FM: Accommodative function of the human eye, Physiological Reviews, 52: 828-863, 1972.
- 6) 山崎秀樹: 調節安静位の臨床的研究. その1 正常眼における調節安静位の生理学的変化について. 日眼 80: 1668-1681, 1976.
- 7) Schor CM, Kotulak JC, Tsuetaki T: Adaptation of tonic accommodation reduces accommodative lag and is masked in darkness. Invest Ophthalmol Vis Sci 27: 820-827, 1986.
- 8) 山本 節: 小児の屈折異常. 眼臨 81: 1606-1610, 1987.
- 9) 所 敬: 軽度遠視に対する眼鏡矯正について. 眼紀 35: 1698-1703, 1984.
- 10) 所 敬: 屈折異常とその矯正. 東京, 金原出版, 78-81, 1988.
- 11) Leibowitz HW, Owens DA: Night myopia and the intermediate dark focus of accommodation. J Opt Soc Am 65: 1121-1128, 1975.
- 12) 所 敬: 屈折異常とその矯正. 東京, 金原出版, 84-85, 1988.
- 13) Ebenholtz SM: Accommodative hysteresis: Relation to resting focus. Am J Optom Physiol Opt 62: 755-762, 1985.
- 14) 所 敬: 屈折異常とその矯正. 東京, 金原出版, 69-72, 1988.