

星状神経節ブロックによる網膜循環の変化

木内 良明¹⁾, 広田 篤²⁾, 高松 倫也³⁾, 三嶋 弘⁴⁾, 金子高太郎⁵⁾¹⁾国立大阪病院眼科, ²⁾県立広島病院眼科, ³⁾周東総合病院眼科,
⁴⁾広島大学医学部眼科学教室, ⁵⁾県立広島病院救急救命センター

要 約

目的: 星状神経節ブロックの網膜循環に対する影響を検討する。

対象と方法: 健常篤志者 11 名 11 眼を対象に, 星状神経節ブロックの前後でレーザースペックル法を用いて網膜静脈内血流速度を測定し, 同時にラインセンサーを用いて網膜静脈と網膜動脈の血管径を求めた。

結果: 信頼できるデータが得られた 9 名 9 眼のデータを解析の対象とした。血圧, 脈拍および網膜血管径は動脈, 静脈ともに星状神経節ブロックの前後で変化はなかったが, 網膜静脈血流速度は 9.9 ± 1.6 (平均値 \pm 標準

偏差) $\sim 11.1 \pm 1.5$ mm/s へ有意に増加した ($p < 0.01$)。眼圧も 12.3 ± 2.1 (平均値 \pm 標準偏差) $\sim 9.4 \pm 2.2$ mmHg に下がった ($p < 0.01$)。眼灌注圧の変化量と, 網膜血流速度の増加の程度の間に関係はなかった。

結論: 星状神経節ブロックは網膜血管径に影響を及ぼすことなく, 網膜血流速度を増やす。(日眼会誌 104:29—33, 2000)

キーワード: 星状神経節ブロック, 交感神経, 網膜血流, レーザースペックル

Effect of Stellate Ganglion Block on Human Retinal Blood Flow

Yoshiaki Kiuchi¹⁾, Atsushi Hirota²⁾, Michiya Takamatsu³⁾, Hiromu Mishima⁴⁾ and Kotaro Kaneko⁵⁾¹⁾Department of Ophthalmology, Osaka National Hospital²⁾Department of Ophthalmology, Prefectural Hospital of Hiroshima³⁾Department of Ophthalmology, Shuto General Hospital⁴⁾Department of Ophthalmology, Hiroshima University, School of Medicine⁵⁾Critical Care Medical Center, Prefectural Hospital of Hiroshima

Abstract

Purpose: The effect of stellate ganglion block (SGB) on human retinal blood flow was evaluated.

Methods: We measured the diameter of the retinal artery and vein, and retinal venous flow rate by laser speckle retinal blood flow meter simultaneously in 11 eyes of 11 normal volunteers.

Results: The reliable data from 9 eyes of 9 person were used for analysis. SGB did not change the blood pressure, heart rate, retinal arterial diameter, or venous diameter. However SGB increased retinal blood velocity significantly from 9.9 ± 1.6 (mean \pm standard deviation) mm/s to 11.1 ± 1.5 mm/s ($p <$

0.01). Intraocular pressure decreased from 12.3 ± 2.1 (mean \pm standard deviation) mmHg to 9.4 ± 2.2 mmHg after SGB ($p < 0.01$). There was no relationship between the change of ocular perfusion pressure and that of retinal venous blood velocity.

Conclusion: SGB increased the retinal venous blood velocity without changing the retinal vessel diameter. (J Jpn Ophthalmol Soc 104: 29—33, 2000)

Key words: Stellate ganglion block, Adrenergic nerve, Retinal blood flow, Laser speckle

I 緒 言

一般に末梢血管は交感神経から定期的に送られる信号のために収縮し, 適度な緊張が保たれている。交感神経を刺激すると末梢血管はさらに収縮して, 血管抵抗が増加

するために循環血液量は減少する。逆に交感神経からの信号を遮断すると, 血管は拡張し, 末梢血管抵抗が減少するために循環血液量は増加する¹⁾。

星状神経節は第 6, 7 頸椎横突起前面にあり, 頭頸部, 上肢, 胸腔内臓器に分布する交感神経が通っている²⁾。眼部

別刷請求先: 540-0006 大阪市中央区法円坂 2-1-14 国立大阪病院眼科 木内 良明

(平成 11 年 2 月 15 日受付, 平成 11 年 7 月 14 日改訂受理)

Reprint requests to: Yoshiaki Kiuchi, M.D. Department of Ophthalmology, Osaka National Hospital, 2-1-14 Hoenzaka, Chuo-ku, Osaka 540-0006, Japan

(Received February 15, 1999 and accepted in revised form July 14, 1999)

の循環血液量を増やす目的で、網膜中心動脈閉塞や静脈閉塞などの治療に星状神経節ブロックが用いられている^{3)~6)}。最近では球後視神経炎や緑内障、黄斑浮腫の治療にも試みられるようになった³⁾⁷⁾。臨床の間では網膜の循環障害に対して星状神経節ブロックの効果があるものの、組織学的には人や動物の網膜血管には交感神経の線維があるという報告もあれば、ないという報告^{8)~12)}もある。さらに、星状神経節ブロックや頸部交感神経切除の網膜循環に及ぼす影響も種々検討されているが、やはりその報告の結果も一定していない^{13)~18)}。

今回、レーザースペックル現象を利用して網膜血管の血流速度を測定し、同時にラインセンサーで網膜血管径を測定する眼底血流計¹⁹⁾²⁰⁾を用いる機会を得た。このレーザースペックル眼底血流計を用いて、星状神経節ブロックの健常人の網膜循環に及ぼす影響について検討した。

II 実験方法

対象は、健常男性篤志者 11 名 11 眼である。対象の年齢は 20~25 歳までで、平均 21 ± 4.5 (平均値 \pm 標準偏差) 歳であった。今回の検討の参加者には研究の内容および予想される副作用とその対策について十分説明した上、文書による同意を得た。研究に先立ち、被験者に対して、屈折検査、超音波眼軸長測定、細隙灯顕微鏡検査、眼圧測定、眼底検査を行い、軽度な屈折異常の他に眼科的な異常がないことを確認した。0.4% トロピカミドを点眼して散瞳した後、眼底カメラ (TR-50, トプコン) を用いて被験者の眼底をポラロイドフィルムで撮影し、測定部位を決定した。測定場所として、視神経乳頭縁から 1~2 乳頭径の距離にある場所で、網膜動脈と静脈の距離がなるべく離れ、かつ、血管が直線上に進展し、分岐がない耳側の動静脈を選んだ。網膜血管の直径と血流の速度はコーワ社製のレーザースペックル眼底血流計を用いて測定した。レーザースペックル眼底血流計は、He-Ne レーザーを網膜血管に照射し、血管内の血球に反射して生じるスペックルパターンが血流速度に比例して変化する現象を利用して血流速度を測定する²⁰⁾。レーザースペックル法では物体の動きに伴って生じるスペックルパターンの変動から自己相関係数が得られるが、血流速度の絶対値を直接求めることができない。そこで、ガラス製のモデル血管内の血流を測定して得られた自己相関係数を基に、血流速度に換算している²¹⁾。また、網膜から反射する光をラインセンサーで直接検出し、血流速度を測定した場所の血管径を血流速度と同時に計測することができるという特徴がある²⁰⁾。血流速度の測定は 1 秒間に 16 回行われ、その平均値が測定値として表示される。拍動の影響を避けるため、血流速度は静脈血流を測定するように設計されているが、血管径は動脈、静脈ともに計測できると報告¹⁹⁾されている。眼圧、血圧、脈拍の測定と一眼の耳側の上下の

動静脈径と静脈血流速度を測定した後、心電図計とレーザードップラ現象を利用した皮膚血流計を両側の指先に張り付け、この時点でも異常がないことを確認した。眼底の血流測定と同側に麻酔科医 (KK) が星状神経節ブロックを行った。星状神経節ブロックは第 6 頸椎横突起まで針先をすすめ、1% メピバカイン 6 ml をゆっくりと注入した。網膜血管の走行をみて眼底血流の測定が容易と思われる側を処置側を選んだ。その結果、右側が 6 人、左側が 5 人となった。星状神経節ブロック後 30 分間安静を保った後、1 回目と同じ場所の眼底の血流と血管径を測定した。神経節ブロック後 1 時間以内に 2 回目の血流測定を終了した。続いて、眼圧、血圧、脈拍を測定した。星状神経節ブロックに伴う合併症は全くなかった。すべての測定は午前 9 時から午後 1 時までの間に行った。また、 $[(\text{収縮期血圧} \times 1/3 + \text{拡張期血圧} \times 2/3) - \text{眼圧}]$ を眼灌流圧として求め、星状神経節ブロックによる眼灌流圧の変化量と網膜血流速度の変化の程度の関係を検討した。

得られたデータは平均値 \pm 標準偏差で表し、測定結果の解析は対応のある t 検定と Pearson の相関係数で行い、有意水準 5% 以下を有意とした。また、本研究内容の実施に当たり、広島大学医学部倫理委員会の承認を受けた。

III 結果

健常篤志者を対象に星状神経節ブロックを行ったところ、全例ともブロック側の眼瞼は下垂し、結膜は充血した。トロピカミドで散瞳したため、瞳孔径の変化を星状神経節ブロックの効果判定には使えなかったが、指先動脈血流速度は $13.5 \pm 2.12 \sim 32.5 \pm 0.71$ ml/min/100 g へと有意に上昇し ($p < 0.001$)、有効な神経節ブロックが行われたことが確認できた。網膜血流測定時に 2 名の被験者の固視が不十分で、信頼できるデータが得られなかったため、9 名 9 眼のデータを解析の対象とした。収縮期血圧、拡張期血圧と脈拍は星状神経節ブロックの前後で変化がなかった (表 1)。星状神経節ブロック側の眼圧は 12.3 ± 2.1 から 9.4 ± 2.2 mmHg まで有意に下降したが ($p < 0.01$)、非処置側の眼圧はブロック前が 12.4 ± 2.2 mmHg、ブロック後が 11.4 ± 1.6 mmHg と変化がなかった (図 1)。

平均網膜動脈径は星状神経節ブロック前が $116.7 \pm 6.4 \mu\text{m}$ で、ブロック後が $113.1 \pm 9.7 \mu\text{m}$ と変化がなく、

表 1 血圧と脈拍の変化

	星状神経節ブロック前後の測定値		
	収縮期血圧 (mmHg)	拡張期血圧 (mmHg)	脈拍 (回/分)
ブロック前	114.7 ± 13.7	64.0 ± 8.8	62.6 ± 7.8
ブロック後	116.3 ± 14.4	65.8 ± 9.7	58.2 ± 7.4

平均値 \pm 標準偏差

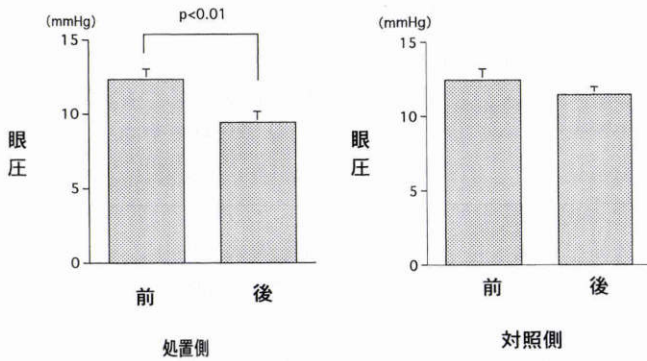


図 1 眼圧の変化。
処置側の眼圧は有意に下がった。

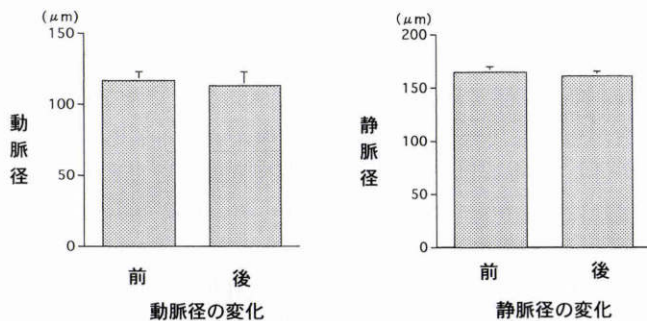


図 2 網膜動静脈径の変化。
血管径は変化がなかった。

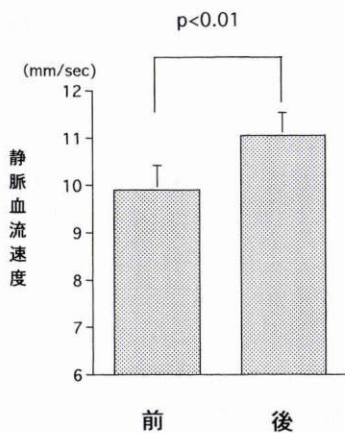


図 3 静脈血流速度の変化。
静脈血流速度は有意に増加した。

平均網膜静脈径も星状神経節ブロック前が $164.9 \pm 15.6 \mu\text{m}$ で、ブロック後が $161.4 \pm 13.7 \mu\text{m}$ と変化がなかった (図 2)。星状神経節ブロックで網膜静脈の平均血流速度は 9.90 ± 1.6 から $11.1 \pm 1.5 \text{ mm/s}$ に有意に増加した ($p < 0.01$) (図 3)。網膜静脈の断面を円とみなして、算出された耳側静脈 1 本当たりの網膜血流量は星状神経節ブロック前が $210.5 \pm 43.5 \text{ nl/sec}$ 、ブロック後が $216.9 \pm 39.1 \text{ nl/sec}$ と有意な差はなかった。網膜血流速度の変化量と眼灌流圧の変化の程度の間には全く相関がなかった

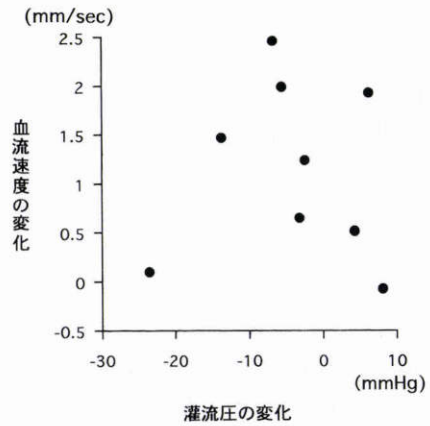


図 4 眼灌流圧の変化と血流速度の変化量。
両者の間に有意な相関関係はない。

(図 4)。今回の測定の再現性は変動係数にして、動脈径で $3.16 \pm 2.18\%$ 、静脈径で $2.15 \pm 1.13\%$ 、静脈血流速度で $6.62 \pm 2.05\%$ であった。

IV 考 按

全例で有効な星状神経節ブロックが行われ、星状神経節ブロックの前後で脈拍数や血圧には変化がなかったが、ブロック側の眼圧は下降した。レーザースペックル眼底血流計では網膜血管径は動脈、静脈ともに変化がなかったが、網膜静脈血流速度は増加した。網膜静脈の断面を正円とみなして算出された網膜血流量は、星状神経節ブロックの前後で有意差がなかった。今回の測定に用いたレーザースペックル眼底血流計は、石川ら²¹⁾が交感神経β受容体遮断薬の網膜循環に及ぼす影響を報告した時に用いたものと同じ装置である。その時の測定値の変動係数は、動脈径で $1.00 \pm 1.33\%$ 、静脈径で $0.77 \pm 0.96\%$ 、静脈血流速度で $2.35 \pm 3.07\%$ であった²¹⁾。鈴木²⁰⁾は別の装置を用いて測定値の変動係数を、静脈径で $3.06 \pm 1.58\%$ 、静脈血流速度で $5.54 \pm 2.10\%$ であったと報告している。今回の測定の変動係数は石川ら²¹⁾の報告より大きくなっているが、静脈径では $2.15 \pm 1.13\%$ と鈴木²⁰⁾の報告より僅かに少なく、静脈血流速度では $6.62 \pm 2.05\%$ と鈴木²⁰⁾の報告よりやや多い数値を示し、得られたデータの信頼性は鈴木らの報告とほぼ同程度と考えられた。

一般に多くの動物では篩状板に至るまでの動脈には交感神経が密に分布するにもかかわらず、一度眼内に動脈が入った途端にその数が極端に少なくなるといわれている²³⁾。かつて、眼内の網膜血管には交感神経が分布しないとも考えられていたが⁸⁾、Furukawa¹¹⁾は組織消化標本を走査型電子顕微鏡で観察して家兎網膜動脈に交感神経が分布すること、また、Yoshitomiら¹²⁾は電気生理学的に牛眼網膜動脈に交感神経が分布することを報告している。人眼でも眼内の網膜動脈に交感神経が分布するという報告⁹⁾¹⁰⁾もでてきた。さらに、ハンドグリップで全身の交感

神経のトーンを上昇させると網膜動脈径が狭くなることや¹³⁾²⁴⁾, 交感神経のβ遮断薬であるチモロールの点眼で網膜動脈径が狭くなることが報告²⁵⁾され, 交感神経が網膜血管径を制御する可能性も示されるようになった. レーザースペックル眼底血流計に組み込まれたラインセンサーで網膜血管径を測定する方法は, 眼底写真から血管径を計測する方法よりも正確であることがわかっている¹⁹⁾. しかし, 星状神経節ブロックの前後で網膜血管径の変化を捕えることができなかった. Kikuchiら¹⁴⁾も正常神経節ブロックの前後で蛍光眼底撮影を行い, 健康人の網膜血管径には変化がなかったと述べている. ヒトの網膜血管にも交感神経が分布しているとしても, その絶対量が少ないために網膜血管が交感神経から受ける信号量は他の血管よりも少なく, そのために交感神経節をブロックしても網膜血管径に著明な変化がなかったと推察される.

松浦ら¹⁵⁾は blue field entoptoscope を用いて, 星状神経節ブロック後に黄斑部網膜の血流速度が増えることを報告している. 逆に, Menageら¹⁸⁾は一側の頸部交感神経節を切除した cynomolgus monkey の網膜血流速度をレーザードップラ血流計で測定し, 左右差がなかったとの報告をしている. Weiterら¹³⁾はネコの動脈中に放射線で標識したマイクロスフェアを注入し, 頸部交感神経を刺激したときと交感神経を切除したときの眼組織内血流量を比較している. その結果, 交感神経の刺激で網膜循環量は40%減少し, 交感神経の切除で約30%増加している. 金子ら¹⁶⁾は網膜血管閉塞性患者に星状神経節ブロックを行い, 超音波ドップラ法で総頸動脈血流量が約1.5倍, 眼内血流量が約2倍に増加し, 臨床的にも著効があったと述べている. 今回の実験では交感神経節ブロック後に網膜血流速度が増加したが, 網膜血管径や網膜静脈の断面を正円とみなして, 網膜血管径と血流速度から計算された網膜血流量は星状神経節ブロックの前後で差がないという結果を得た. 現在, 網膜血管の断面が生体内でどんな形をしているかわかっていない. さらに, 血流量が変化したときに網膜血管の形状変化, つまり外径が単純に全周で拡大, 縮小するのか, 一方向のみ変化するのか, あるいは全く変化しないのかは明らかでない. 近年, 無侵襲で網膜の微細な断層像を得ることができる光学的干渉断層検査(OCT)が目目を浴びている²⁶⁾. 網膜血管は神経線維層にあるにもかかわらず, そのOCT像では網膜外層から網膜色素上皮層の深さで低信号領域として描出されるため²⁷⁾, そのOCT像が網膜血管の断面を正確に表している保証がない. したがって, 網膜血流量を網膜静脈の断面を正円とみなして血流速度と血管径から単純に計算して求めてよいのかの疑問が残る.

交感神経β受容体の遮断薬や1-エピネフリンの点眼でヒトや動物の眼圧や房水産生量が変化することから,

交感神経からの信号が眼圧の調節に何らかの役割を果たしていると考えられている²⁸⁾. 星状神経節ブロック後, あるいは交感神経節切除後の眼圧変動についての報告¹⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾もいくつかあるが, その結果は様々である. 12時間毎に点灯と消灯を繰り返す部屋で2週間以上飼育され, 眼圧と房水産生の日内リズムを獲得した家兎の交感神経を切除すると, 眼圧と房水産生の日内リズムはほとんど消失する. すなわち, 家兎では交感神経が眼圧と房水産生の日内リズムを制御していると考えられる³¹⁾. 星状神経節切除の結果, 家兎では本来眼圧が高い時間帯では眼圧は下がり, 逆に, 本来眼圧が低い時間帯では交感神経切除で眼圧は上昇する³¹⁾. つまり, 同じように交感神経を切除しても眼圧を測定する時刻によって眼圧は対象側より高くなったり, 低くなったりするのである. 人眼でも眼圧に日内変動があることはよく知られている³²⁾. 人眼においても交感神経の働きが日内リズムの中で異なる可能性があり³³⁾, さまざまな報告で結果が異なっても不思議ではない. 今回は, 1日のうちで眼圧が高いと思われる時間帯に星状神経節ブロックを行い, その結果, 眼圧が下がるという結論を得た.

星状神経節ブロック後に網膜血流速度が増加した理由として, 星状神経節ブロックで眼圧が下がったために眼灌流圧が上昇し, 網膜血流速度が増加した可能性が考えられる. 同じレーザースペックル眼底血流測定装置を用いて, 高浸透圧製剤の静脈注射前後で網膜血流の変化を測定した鈴木ら³⁴⁾は眼圧の下降に伴い網膜血流速度が増加することを報告している. しかし, 一般的に30 mmHg以下の眼圧では眼圧が変動しても網膜には血流量を一定に保つ自動調節能があるといわれている²³⁾²⁴⁾. 今回は眼灌流圧の変化の程度と血流速度の変化の程度の間に有意な相関がなかった. 松浦ら¹⁵⁾は星状神経節ブロック後に網膜中心動脈圧が上昇していたことから, 篩状板までの中枢側の動脈が拡張して血管抵抗が減少するために網膜中心動脈圧が上昇し, そのために網膜血流速度が増大すると推論している. 今回は残念ながら星状神経節ブロックの前後で網膜中心動脈圧を測定していないため, 星状神経節ブロック後に網膜血流速度が増えた機序についてこれ以上考察することはできない.

若年者を対象に星状神経節ブロックによる網膜血流速度と網膜血管径の変化を測定したが, 星状神経節ブロックは網膜血管径に影響なく, 網膜血流速度を増加させるという結論を得た. 動脈硬化の影響を避けるために若年者を対象としたが, 実際に網膜循環障害を発症しやすい高齢者や, 循環不全状態にある眼では星状神経節ブロックに対する反応が健康若年者と異なることは十分予想される. これらのことを明らかにするためには, 生理的な状態での網膜血管の形状や, 網膜血管の種々の刺激に対する反応を知る必要があると思われる.

文 献

- 1) 土肥 豊, 牧野荘平, 上川雄一郎: α -, β -アドレナジック受容体. ライフサイエンス出版, 東京, 29—80, 1988.
- 2) 小椋祐一郎: 星状神経節ブロック. 丸尾敏夫, 他(編): 眼科診療プラクティス 11. 眼科治療薬ガイド, 文光堂, 東京, 161, 1994.
- 3) 普天間稔, 杉町剛美, 鈴木正子, 西岡佳世子, 糸井素一, 宮崎東洋, 他: 眼科領域における星状神経節ブロック. 眼紀 27: 260—265, 1976.
- 4) 村川徳昭, 高沢頼子, 渡辺 仁, 松木明知, 尾山 力: 網膜中心動脈閉塞症に対するペインクリニックの応用—星状神経節ブロック療法—. 眼臨 73: 341—344, 1979.
- 5) 沖田元一, 向田圭子, 湯浅加代子, 大谷邦子, 東 龍雄, 荻田昭三, 他: 星状神経節ブロックが著効を呈した網膜中心静脈閉塞症(うっ血性網膜症)の一例. ペインクリニック 5: 375—380, 1984.
- 6) 石田みさ子, 曾雌 勉, 沖坂重邦: 網膜血管閉塞症に対する星状神経節ブロック療法の検討. 眼科 29: 71—76, 1987.
- 7) 松浦正司, 竹島 昇, 松浦雅子: 嚢胞状黄斑浮腫の星状神経節ブロック療法. ペインクリニック 1: 137—141, 1980.
- 8) Laties AM: Central retinal artery innervation. Absence of adrenergic innervation to the intraocular branches. Arch Ophthalmol 77: 405—409, 1967.
- 9) Fukuda M: Presence of adrenergic innervation to the retinal vessels. A histochemical study. Jpn J Ophthalmol 14: 91—97, 1970.
- 10) Nomura T: Fine structures of the human retinal arteriole A sphincter-like structure in the side-arm branching and unmyelinated nerve fibers in the adventitia. Jpn J Ophthalmol 16: 158—166, 1972.
- 11) Furukawa H: Autonomic innervation of preretinal blood vessels of the rabbit. Invest Ophthalmol Vis Sci 28: 1752—1760, 1987.
- 12) Yoshitomi T, Ito Y: Functional innervation of bovine ophthalmic artery. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 232: 122—126, 1994.
- 13) Weiter JJ, Schachar RA, Ernest JT: Control of intraocular blood flow. II. Effect of sympathetic tone. Invest Ophthalmol 12: 332—334, 1973.
- 14) Kikuchi H, Wakasugi B, Yuda Y, Nakazaki K, Yuge O, Kanagami S: Retinal vascular effects of stellate ganglion block on retinal artery occlusion: Fluorescein angiographic study. Hiroshima J Anesth 15: 191—199, 1979.
- 15) 松浦正司, 難波芳道, 竹島 昇, 松浦雅子, 三宅養三, 安藤文隆: 星状神経節ブロックの正常人眼網膜血流に対する効果. 日本臨床麻酔学会誌 4: 297—301, 1984.
- 16) 金子敏雄, 大庭久貴, 二宮守弘, 吉沢利一, 太根節直: 星状神経節ブロック療法における超音波ドップラー法による眼底血流動態の解析. 臨眼 42: 690—691, 1988.
- 17) Lanigan LP, Birche R, Clark CV, Hill DW: The effect of cervical sympathectomy on retinal vessel responses to systemic autonomic stimulation. Eye 4: 181—189, 1990.
- 18) Menage MJ, Robinson JC, Kaufman PL, Sponsel WE: Retinal blood flow after superior cervical ganglionectomy: A laser doppler study in the cynomolgus monkey. Br J Ophthalmol 78: 49—53, 1994.
- 19) 鈴木康之, 吉筋正雄: ラインセンサーを用いたリアルタイム網膜血管径測定. 日眼会誌 98: 92—97, 1994.
- 20) 鈴木康之: 網膜血管径および網膜血管内流速の同時測定による網膜血管内血流量の測定. 日眼会誌 98: 393—399, 1994.
- 21) 鈴木康之: レーザースペックル法による網膜血管内流速測定. あたらしい眼科 10: 2009—2014, 1993.
- 22) 石川裕美, 木内良明, 高松倫也, 三嶋 弘: 交感神経 β 遮断薬の網膜循環に及ぼす影響. 日眼会誌 100: 798—802, 1996.
- 23) Alm A: Ocular Circulation. In: Hart WM (Ed): Physiology of the Eye. 9th ed, Mosby-Year Book, St Louis, 198—227, 1992.
- 24) Lanigan LP, Clark CV, Hill D: Retinal circulation responses to systemic autonomic nerve stimulation. Eye 2: 412—417, 1988.
- 25) Martin XD, Rabineau PA: Vasoconstrictive effect of topical timolol on human retinal arteries. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 227: 526—530, 1989.
- 26) 高橋寛二: 光学的干渉断層検査(OCT)の原理と実際. 臨眼 52: 1454—1458, 1998.
- 27) 萩村徳一: 正常眼の光学的干渉断層計 OCT 所見. 臨眼 52: 1459—1462, 1998.
- 28) Sears M, Mead A: A major pathway for the regulation of intraocular pressure. Int Ophthalmol 6: 201—214, 1983.
- 29) 遠藤藤子: 星状神経節遮断による眼圧変動. 日眼会誌 70: 926—933, 1966.
- 30) Langham ME, Weinstein GW: Horner's syndrome. Ocular supersensitivity to adrenergic amines. Arch Ophthalmol 78: 462—469, 1967.
- 31) Gregory DS, Aviado DG, Sears M: Cervical ganglionectomy alters the circadian rhythm of intraocular pressure in New Zealand white rabbits. Curr Eye Res 4: 1273—1279, 1985.
- 32) Kitazawa K, Horie T: Diurnal variation of intraocular pressure in open angle glaucoma. Am J Ophthalmol 79: 557—566, 1975.
- 33) Brubaker RF: Flow of aqueous humor in humans. Invest Ophthalmol Vis Sci 32: 3145—3166, 1991.
- 34) 鈴木康之, 吉筋正雄: マニトール投与による正常人眼網膜血流量の変化. 日眼会誌 98: 1005—1009, 1994.