

正常眼および毛様体解離眼における ブドウ膜強膜流出路の実験的研究 (図4, 表4)

勝 呂 慶 子 (千葉大学医学部眼科学教室)

Effect of Intraocular Pressure on Uveoscleral Outflow at Normal and Cyclodialysis Eye in the Monkey

Keiko Suguro

Department of Ophthalmology, Chiba University School of Medicine

要 約

カニクイザルを使用し毛様体解離眼と正常眼のブドウ膜強膜流出路の眼圧変動 {3mmHg, 7mmHg, 15mmHg, 30mmHg, 45mmHg(正常眼のみ)}に対する検討を行った。前房内に、fluorescein-isothiocyanate dextran (MW 70,000) 溶液を灌流した後に眼内各組織上清中の蛍光濃度を測定し、ブドウ膜強膜流出量を求めた。その結果、正常眼では、3mmHg 以下、45mmHg という高度な眼圧変動の時以外、その流出量はほぼ一定であった。また、ブドウ膜強膜流出路からの眼外への流出は、ブドウ膜渦静脈流出路よりも経強膜流出路を通過していく割合の方が大きいものと推定された。毛様体解離眼では、正常群に比較してブドウ膜強膜流出量は有意の増加を認め、眼圧変動に従い増加し、ブドウ膜強膜流出量の増加が低眼圧の一因になることが明かとなった。この時の眼外への流出経路としては、正常群に比較して、ブドウ膜渦静脈流出路に対する依存性が相対的に増加することが示唆された。(日眼 92: 837—842, 1988)

キーワード：ブドウ膜強膜流出量，低眼圧，眼圧変動，毛様体解離，フルオレッセイデキストラン

Abstract

Cyclodialysis was performed in 21 eyes of 25 monkeys. Two days later, the intraocular pressure had fallen. At that time, eyes were perfused for 30 min with fluorescein-isothiocyanate (FITC) dextran at 3mmHg, 7mmHg, 15mmHg, 30mmHg, 45mmHg (only for normal eyes). After that, uveoscleral outflow was calculated by the method described in a previous study. In the normal eyes, uveoscleral outflow was $0.03 \pm 0.01 \mu\text{l}/\text{min}$ at 3mmHg, $0.37 \pm 0.09 \mu\text{l}/\text{min}$ at 7mmHg, $0.39 \pm 0.06 \mu\text{l}/\text{min}$ at 15mmHg, $0.34 \pm 0.08 \mu\text{l}/\text{min}$ at 30mmHg, $0.86 \pm 0.13 \mu\text{l}/\text{min}$ at 45mmHg. On the other hand, in the eyes following cyclodialysis, it was $0.06 \pm 0.02 \mu\text{l}/\text{min}$ at 3mmHg, $1.38 \pm 0.29 \mu\text{l}/\text{min}$ at 7mmHg, $1.54 \pm 0.22 \mu\text{l}/\text{min}$ at 15mmHg, $1.91 \pm 0.13 \mu\text{l}/\text{min}$ at 30mmHg. It was concluded that cyclodialysis-induced hypotony was caused by increased uveoscleral outflow, in the normal eyes, uveoscleral outflow showed pressure-nondependent increase and in the cyclodialysis eyes, it increased following pressure increasing. Concerning the rate of uveoscleral outflow in each tissue it was 48.5-66.8% in the sclera in normal eyes vs 47.2-67.4% in the cyclodialysis, 14.8-24.7% vs 22.1-37.8% in the uvea and 16.5-22.9% vs 30.6-46.4% in the posterior. These result showed that in the cyclodialysis, uveo-vortex outflow increased compared with trans-scleral outflow. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92: 837—842, 1988)

Key words: Uveoscleral outflow, Hypotony, Intraocular pressure, Cyclodialysis, FITC-dextran

別刷請求先：280 千葉市玄鼻 1—8—1 千葉大学医学部眼科学教室 勝呂 慶子 (昭和63年 1月14日受付)

Reprint requests to: Keiko Suguro, M.D. Dept. of Ophthalmol., School of Med., Chiba Univ.

1-8-1 Inohana, Chiba 280, Japan

(Accepted January 14, 1988)

I 緒 言

低眼圧の成因として、1) 房水産生量低下、2) 房水流出量の増加、そのうち①経シュレム管流出量の増加、②ブドウ膜強膜流出量の増加、③第3の流出路の存在の有無、3) 上強膜静脈圧低下が考えられる。Chandler¹⁾は毛様体解離眼による低眼圧眼で房水産生低下を認めたと報告しているが、実際に臨床的に遭遇する低眼圧眼は、上強膜静脈圧よりはるかに低下している症例も存在し、産生量低下と経シュレム管流出量の増加では説明することは困難である。さらに最近のfluorophotometryを用いた外傷性毛様体解離眼の症例では房水産生が正常であった例²⁾が確認されており、また、上強膜静脈圧は、低眼圧眼で正常値を示していたという報告³⁾もある。ブドウ膜強膜流出路については、Bill⁴⁾がradio isotopeをトレーサーとして低眼圧家兎眼において流出量が増大することを報告し、その後Pederson⁵⁾は、低眼圧の成因としてブドウ膜強膜流出路に注目し、実験報告を行っている。著者もサル眼における実験的毛様体解離眼でブドウ膜強膜流出量が増大していることを報告し⁶⁾、Toris⁷⁾により毛様体解離眼における眼圧変動によるブドウ膜強膜流出量の検討がなされた。

今回の研究は、ブドウ膜強膜流出路における眼圧変動の影響に対する検討と組織別に取り込まれた流量比からの眼外流出路に対する考察を加えたものである。トレーサーにfluorescein-isothiocyanate dextran 分子量70,000(以下FITC-dextran 70と略す)を使用し、灌流圧を3mmHg, 7mmHg, 15mmHg, 30mmHg, 45mmHg(正常群のみ)として、ブドウ膜強膜流出量の定量を行った。

II 方 法

実験動物としてカニクイザル25匹50眼(体重2.8~6.5kg)を使用した。正常群に29眼、毛様体解離群には21眼を用いた(表1)。実験方法は、既報⁶⁾の通り1976年Cole⁸⁾の手法を変法したものである。ketamine hydrochloride麻酔下(20mg/kg)にてシェット眼圧計で眼圧測定を行った後に、sodium pentobarbital(10mg/kg)静脈麻酔を追加し毛様体解離手術を施行した。術後2日目、再びketamine麻酔下で眼圧測定を行った後に、両眼ともに周辺角膜に小切開を加え前房水を収集し、その切開創より前房に23ゲージ注射針を挿入し、注射筒と連結しているポリエ

表1 各群の灌流圧別実験対象眼数

灌流圧	正 常 群	毛様体解離群
3mmHg	5 眼	5 眼
7	5	5
15	9	6
30	5	5
45	5	
合 計	29 眼	21 眼

チレンチューブをつないだ。チューブ内は0.1M リン酸緩衝液(pH 7.4)で調整された 10^{-4} M FITC-dextran 70で満たされている。灌流液の高さを前房より4cm, 10cm, 20cm, 40cm, 60cmとして灌流圧を3mmHg, 7mmHg, 15mmHg, 30mmHg, 45mmHgに維持した。3mmHg, 7mmHg群では、まず灌流液の高さを20cmに維持し、前房が形成された時点で4cm, 10cmとした。灌流30分後致死量のsodium pentobarbitalを投与し薬殺、速やかに眼球摘出を行った。摘出後、角膜、結膜、結膜下組織を除去、前房中の残余FITC-dextran 70を生理食塩水で洗浄した後に、小シャーレ内にて赤道部で眼球を二分した。分割した眼球を虹彩、前部ブドウ膜(毛様体と赤道部より前方の脈絡膜を含んだ部分)、後部ブドウ膜、前部強膜、後部強膜、網膜に区分し、残りの硝子体と組織区分中に得られた組織液(後房水、上脈絡膜腔液)をすべて集め残余組織とした。各組織には、0.5~2mlの0.1M リン酸緩衝液を加えホモジナイズ後、15分間遠心分離し上清を求め、各サンプル中のフルオレッセイン濃度を、日立650型蛍光光度計にて測定した。このフルオレッセイン濃度から下記の計算式を用いて前房水再現量(μ l)即ち、各組織に含まれた30分間の灌流液量、及びブドウ膜強膜流出量(μ l/min)、ブドウ膜強膜流出率(μ l/min/mmHg)を求めた。

1) 前房水再現量=

$$\frac{\text{FITC-dextran 70 濃度 (上清)} \times \text{上清量}}{\text{FITC-dextran 70 濃度 (灌流液)}}$$

2) ブドウ膜強膜流出量= $\frac{\text{前房水再現量}}{\text{灌流時間}}$

3) ブドウ膜強膜流出率= $\frac{\text{ブドウ膜強膜流出量}}{\text{灌流圧}}$

表2 各群の術前術後眼圧 (単位は mmHg). *: $p>0.4$, **: $p<0.001$.

灌流圧	正 常 群		毛 様 体 解 離 群	
	術 前	術 後	術 前	術 後
3mmHg	16.2±0.4	15.4±0.5	15.6±0.5	2.8±0.7
7	15.0±0.7	15.2±0.6	14.8±0.7	3.2±0.9
15	16.0±0.8	15.4±0.9	15.6±0.5	3.3±0.7
30	16.8±0.8	16.2±0.7	17.2±0.5	3.0±1.0
45	16.6±0.9	16.6±0.9		
合 計	16.1±0.3	15.7±0.3*	15.9±0.3*	3.1±0.4**

(Mean ± S. E.)

III 結 果

術前の眼圧は表2に示す。正常群、毛様体解離群の間で、またそれぞれの各群の間でも術前の眼圧に有意差は見られない($p>0.4$)。術後2日目の眼圧は毛様体解離群で高度な眼圧低下が得られ正常群との間では($p<0.001$)と明かな有意差がみられた。しかし、正常群、毛様体解離群におけるそれぞれの群間には有意差はみられなかった。

各組織中の前房水再現量を表3、4に示す。正常群では、灌流圧3mmHgにて $0.81\pm0.20\mu\text{l}$ と他のすべて

表3 正常群の前房水再現量。15mmHg 群に対して3mmHg, 45mmHg 群では、それぞれ*: $p<0.001$, **: $p=0.02$ と有意な減少, 増加を示し, 7mmHg, 30mmHg 群では, **: $p>0.6$ と有意差はない。

灌流圧 (mmHg)	3	7	15	30	45
虹彩	0.12±0.04	3.23±1.21	0.79±0.12	0.39±0.11	0.92±0.14
前部 ブドウ膜	0.10±0.04	1.49±0.44	2.50±1.41	2.08±0.52	6.82±1.51
後部 ブドウ膜	0.03±0.01	0.16±0.06	0.38±0.13	0.23±0.08	0.40±0.14
前部 強膜	0.35±0.05	3.53±0.70	5.72±1.34	4.73±1.44	10.41±0.84
後部 強膜	0.09±0.02	1.87±0.60	1.58±0.40	2.12±0.57	5.81±1.47
網膜	0 ±0	0.12±0.05	0.47±0.09	0.17±0.03	0.53±0.18
残余組織	0.12±0.06	0.72±0.09	0.42±0.10	0.53±0.17	0.80±0.20
合計 (μl)	0.81±0.20*	11.12±2.61**	11.86±2.32	10.25±2.39**	25.69±3.97**
ブドウ膜強膜 流出量 ($\mu\text{l}/\text{min}$)	0.03±0.01	0.37±0.09	0.39±0.06	0.34±0.08	0.86±0.13
ブドウ膜強膜 流出率 ($\mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$)	0.009±0.002	0.053±0.012	0.027±0.004	0.011±0.003	0.019±0.003

(Mean ± S. E.)

表4 毛様体解離群の前房水再現量。15mmHg 群に対して3mmHg では、*: $p<0.01$ と減少し, 7mmHg, 30mmHg 群では, **: $p>0.15$ と有意差はない。

灌流圧 (mmHg)	3	7	15	30
虹彩	0.27±0.11	2.12±0.49	1.12±0.46	0.59±0.15
前部 ブドウ膜	0.20±0.10	6.34±1.16	9.22±1.23	11.10±0.85
後部 ブドウ膜	0.03±0.02	3.17±0.80	3.37±1.09	10.63±0.93
前部 強膜	0.75±0.24	11.95±1.50	10.95±1.64	13.18±1.90
後部 強膜	0.23±0.14	16.01±6.44	10.80±2.55	13.05±2.87
網膜	0 ±0	0.64±0.12	1.77±0.49	0.75±0.11
残余組織	0.25±0.03	1.27±0.31	9.00±2.25	8.11±0.83
合計 (μl)	1.73±0.54*	41.50±8.77**	46.23±6.68	57.41±3.76**
ブドウ膜強膜 流出量 ($\mu\text{l}/\text{min}$)	0.06±0.02	1.38±0.29	1.54±0.22	1.91±0.13
ブドウ膜強膜 流出率 ($\mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$)	0.019±0.006	0.198±0.042	0.103±0.015	0.064±0.004

(Mean ± S. E.)

の群より有意に減少している($p<0.001$)。45mmHg では、 $25.69\pm3.97\mu\text{l}$ と他の群に比較し有意な増加がみられる($p=0.02$)。7mmHg, 15mmHg, 30mmHg ではそれぞれ $11.12\pm2.61\mu\text{l}$, $11.86\pm2.32\mu\text{l}$, $10.25\pm2.39\mu\text{l}$ ($p>0.6$) と有意差はない。

毛様体解離群では3mmHg, 7mmHg, 15mmHg, 30mmHg でそれぞれ $1.73\pm0.54\mu\text{l}$, $41.50\pm8.77\mu\text{l}$, $46.23\pm6.68\mu\text{l}$, $57.41\pm3.76\mu\text{l}$ と灌流圧が上昇するに連れて前房水再現量は上昇した。しかし、 $p>0.15$ と7mmHg と15mmHg 群, 15mmHg と30mmHg 群の間では有意差はない。7mmHg と30mmHg 群の間では $p<0.01$ と灌流圧上昇により流出量の増量を得られた。

ブドウ膜強膜流出量は、正常群と毛様体解離群を比

較すると3mmHgでは2倍(但し, $p=0.15$ と有意差はない). 7mmHgでは3.7倍, 15mmHgでは3.9倍, 30mmHgでは5.6倍と毛様体解離群において有意な($p \leq 0.03$)増加を示した(図1).

各組織に取り込まれたブドウ膜強膜流出量の割合を見てみると(図2, 3), 正常群において強膜からの流量比が48.5%~66.8%とブドウ膜からの流量比(14.8~28.1%)より大きい. 3mmHg, 7mmHg群で虹彩が14.8%, 27.3%と他の群に比較し大きな割合を占めている. 毛様体解離群においても, 強膜が47.2~67.4%とブドウ膜の13.3~37.8%よりも大き

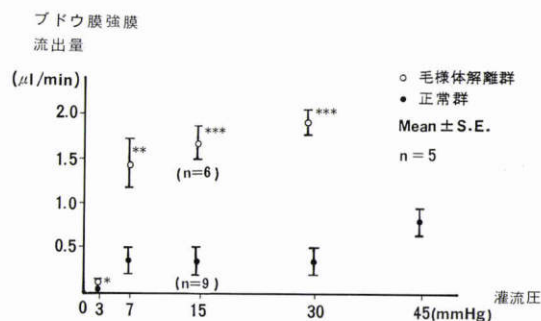


図1 各群のブドウ膜強膜流出量. 正常群と毛様体解離群を比較すると毛様体解離群で3mmHgを除き有意に増加している. *: $p=0.15$, **: $p=0.03$, ***: $p<0.01$.

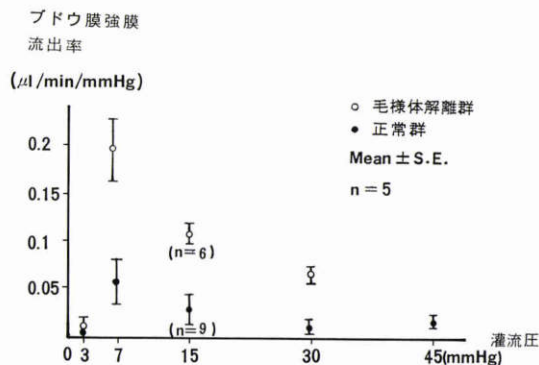


図4 ブドウ膜強膜流出率. 正常群, 毛様体解離群ともに7mmHg群で最大値を示している.

い. しかし, その内7mmHg, 15mmHg, 30mmHg群では, 正常群の14.8%, 24.7%, 22.5%に比較すると毛様体解離群では22.9%, 27.1%, 37.8%とブドウ膜の流量比は増加している. さらに, 眼球の後方への流量比も正常群の17.2%, 16.5%, 22.9%に対して毛様体解離群で46.4%, 30.6%, 41.2%と増加傾向を認めた.

ブドウ膜強膜流出率をみると正常群, 毛様体解離群ともに7mmHgで $0.053 \mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$, $0.198 \mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$ と最大値を示した(図4).

IV 考 按

正常眼においては上脈絡膜腔圧は, 前房圧より常に1~3mmHg低く⁹⁾, この静水圧により房水は前房から上脈絡膜腔へ流れていくために, 高度の低眼圧を示すとき以外, ブドウ膜強膜流出量は常に一定であるという¹⁰⁾¹¹⁾. 今回の結果は3mmHg, 7mmHg, 15mmHg, 30mmHgについてはその説を裏づける結果となった. しかし, 45mmHgの時には, ブドウ膜強膜流出量は増加を示した. 一方, 毛様体解離群では, 眼圧上昇に従い流出量は増加した. Kelly¹²⁾のハムスターを使った組織学的トレーサー実験によると網膜鋸状縁に接するブドウ膜の部位に線維芽細胞による anterior compact zoneが存在し, フェリチンなどのトレーサーはこの部位で阻止されるため, ブドウ膜内部への流入をコントロールしているのではないかと報告されている. サル眼におけるその存在は証明されていないが, 同様に存在する可能性はあり, 手術的に, また外傷でつくられた毛様体解離部位を中心に anterior compact zoneは破壊され, 上脈絡膜腔に間隙を生じ, 流出抵抗は減少

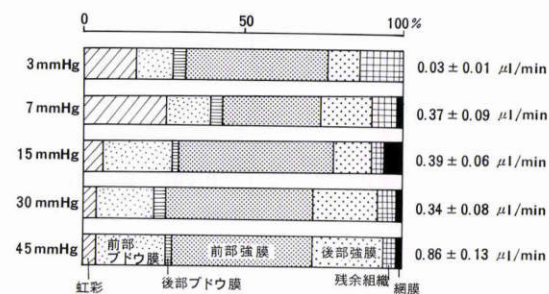


図2 正常群組織別ブドウ膜強膜流出量比.

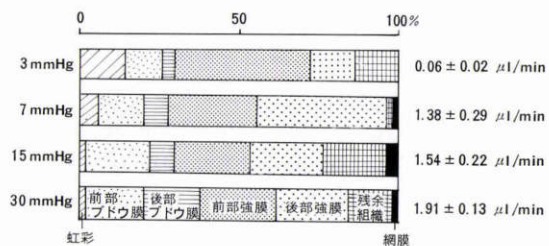


図3 毛様体解離群組織別ブドウ膜強膜流出量比.

し前房圧の上昇により房水のブドウ膜強膜流出路への流入量が増加する。45mmHgという高眼圧では、ここに機能的もしくは形態学的な障害が起こり流量が増加したものと推測される。毛様体解離眼の結果は、Shaffer¹³⁾の臨床例で毛様体解離部が閉塞した時に眼圧上昇が観察されたことの裏づけとなり、Bill⁴⁾、著者らの報告⁶⁾⁷⁾と一致し、毛様体解離眼における低眼圧の成因はブドウ膜強膜流出量の増加によるものであるという確認が得られた。

ブドウ膜強膜流出路の眼外への流出経路には、経強膜流出路¹⁴⁾¹⁵⁾とブドウ膜渦静脈流出路¹⁶⁾¹⁷⁾が存在すると報告されている。今回の結果では、正常群、毛様体解離群ともに、ブドウ膜への流量比14.8~28.1%、13.3~37.8%に対し強膜では、48.5~66.8%、47.2~67.4%と強膜からの流量の割合が大きいく、眼外流出路としては、経強膜流出路が主体である可能性が考えられた。毛様体解離では7mmHg以上の群で、ブドウ膜への流量比と眼球の後方への流量比が正常群に比較して増加していた。これは毛様体解離眼では、容易にブドウ膜組織内方に房水が入り込み、組織間隙が開き、開いた組織間隙にさらに房水が流入し、その結果、流量が増加する。その時、房水の眼外への流出は脈絡膜血管での吸収→渦静脈からの排出というブドウ膜渦静脈流出路を通過していく割合が次第に大きくなると考えられ、毛様体解離眼の蛍光顕微鏡所見では、正常眼に比較してブドウ膜深部まで、また、より眼球後方まで蛍光が観察されたという報告⁷⁾を支持するものである。ブドウ膜強膜流出量の増加した正常45mmHg群では、各組織間における流量比は、他の正常群と同様な傾向を示した。機械的に破壊され、ブドウ膜への流量比が多くなった毛様体解離眼とは、障害の程度が異なるためと考えられる。正常3mmHg、7mmHg群は、15、30、45mmHgとは異なった組織別流量比を示した。これは、3mmHg群では、房水が自由に移動できる虹彩内で留まる率が高くなるためと考え、一方、7mmHg群では、上脈絡膜腔までは房水が他群と同様に移動するが、上脈絡膜腔から上強膜組織への移動は、静水力学的な差が低下したために減少し、しかも脈絡膜内への流入量は制限され、そのために、自由に房水の出入りできる毛様体から虹彩への流量比が増大したと推定した。以上の組織別流量比に対する考察は、眼球摘出から組織毎に分割するまでにトレーサーの移動がほとんどないという仮定の基で行われている。出来るだけこの過程を、速やかに行うことで阻止されているものと

思っているが、今後さらに検討されなくてはならない点である。

ブドウ膜強膜流出率をみると正常眼、毛様体解離眼ともにブドウ膜強膜流出率は上強膜静脈圧よりやや低い眼圧群7mmHgで $0.053\mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$ および $0.198\mu\text{l}/\text{min}/\text{mmHg}$ と、最大値を示した。この結果からも、上強膜静脈圧より眼圧が低下するとき、その時の房水流出路はブドウ膜強膜流出路が主経路になることが示唆された。

本研究では、トレーサーとして FITC-dextran 70(半径5.8nm, MW 70,000)を用いた。これは、FITC-dextran は dextran の分子量が均一であり、溶液中でのフルオレッセインの解離が極めて少ない¹⁸⁾ため、また、分子量70,000では拡散による移動量が非常にわずかであることより選択された。大原¹⁹⁾は、強膜には分子量依存の sieving 効果があり、分子量の大きいものは強膜を通りにくく、トレーサーの移動量から溶液の移動容量を推定するさいには、トレーサーの組織通過性が考慮されなくてはならないとしている。今回得られたブドウ膜強膜流出量は、分子量の比較的大きい FITC-dextran 70を使用したために実際の量より過小評価されている可能性があり、強膜の sieving 効果や脈絡膜に存在するかもしれないバリアがトレーサーの組織内分布にどのような影響を与えているかは定かではない。しかし、本研究の目的は、ブドウ膜強膜流出量の絶対値を求めるものではなく、同一実験条件下における相対値を求めた比較実験である。前記にあげた FITC-dextran 70の利点も含めて今回の検討は有用であると考えられる。

稿を終えるにあたり、御校閲賜りました千葉大学眼科学教室安達恵美子教授に深謝申し上げます。また御助言を賜りました第2解剖学教室永野俊雄教授、眼科学教室霜鳥政光講師に謝意を表します。

文 献

- 1) Chandler PA, Maumenee AE: A major cause of hypotony. *Am J Ophthalmol* 52: 609—618, 1961.
- 2) Brubaker RF, Pederson JE: Ciliochoroidal detachment. *Surv Ophthalmol* 27: 281—289, 1983.
- 3) Stepanik J: Die Tonographie und der Episklerale Venendruck. *Ophthalmologica* 133: 397—406, 1957.
- 4) Bill A: The routes for bulk drainage of aqueous humour in rabbits with and without cyclodialysis. *Doc Ophthalmol* 20: 157—169,

- 1966.
- 5) **Pederson JE, Gaasterland DE, MacLellan HM**: Experimental ciliochoroidal detachment. Effect on intraocular pressure and aqueous humor flow. *Arch Ophthalmol* 97: 536—541, 1979.
 - 6) **Suguro K, Toris CB, Pederson JE**: Uveoscleral outflow following cyclodialysis in the monkey eye using a fluorescent tracer. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 26: 810—813, 1985.
 - 7) **Toris CB, Pederson JE**: Effect of intraocular pressure on uveoscleral outflow following cyclodialysis in the monkey eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 26: 1745—1749, 1985.
 - 8) **Cole DF, Monro PA**: The use of fluorescein-labelled dextrans in investigation of aqueous humour outflow in the rabbit. *Exp Eye Res* 23: 571—585, 1976.
 - 9) **Van Alphen GWHM**: On emmetropia and ametropia. *Ophthalmologica* 142(Suppl): 47—49, 1961.
 - 10) **Bill A**: Conventional and uveo-scleral drainage of aqueous humour in the cynomolgus monkey (*Macaca irus*) at normal and high intraocular pressures. *Exp Eye Res* 5: 45—54, 1966.
 - 11) **Bill A**: Further studies on the influence of the intraocular pressure on aqueous humor dynamics in cynomolgus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 6: 364—372, 1967.
 - 12) **Kelly DE, Hageman GS, McGregor JA**: Uveal compartmentalization in the hamster eye revealed by fine structural and tracer studies: Implications for uveoscleral outflow. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 24: 1288—1304, 1983.
 - 13) **Shaffer RN, Weiss DI**: Concerning cyclodialysis and hypotony. *Arch Ophthalmol* 68: 25—31, 1962.
 - 14) **Bill A**: The aqueous humor drainage mechanism in the cynomolgus monkey (*Macaca irus*) with evidence for unconventional routes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 4: 911—919, 1965.
 - 15) **Inomata H**: Exit sites of uveoscleral flow of aqueous humor in cynomolgus monkey eyes. *Exp Eye Res* 25: 113—118, 1977.
 - 16) **Pederson JE, Gaasterland DE, MacLellan HM**: Uveoscleral aqueous outflow in the rhesus monkey: Importance of uveal reabsorption. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 16: 1008—1017, 1977.
 - 17) **Sherman SH, Green K, Laties AM**: The fate of anterior chamber fluorescein in the monkey eye. 1. The anterior chamber outflow pathways. *Exp Eye Res* 27: 159—173, 1978.
 - 18) **Tripathi RC, Tripathi BJ**: A new method for light and electron microscopic localization of fluorescein-labelled dextran in ocular tissue using epoxy-resin embedding. *Exp Eye Res* 25: 259—264, 1977.
 - 19) **大原国俊, Cole DF**: 強膜の水およびデキストラン分子の透過に関する研究. *日眼* 85: 1243—1247, 1981.