

《原 著》

 **$^{133}\text{Xe}$  クリアランス法による眼筋血流量測定の試み**

山口 学\* 川上 憲司\* 堀内 二彦\*\* 勝山 直文\*\*\*

**要旨** 眼筋血流量を、正常者と種々眼疾患例を対象として、 $^{133}\text{Xe}$  クリアランス法により測定した。

正常人における眼筋血流量の平均は、 $7.45 \pm 2.07 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$  で、右/左比は、 $0.94 \pm 0.07$  と、左右差を認めなかった。

内頸動脈狭窄症 4 例、緑内障 3 例、動脈硬化症 1 例(2 眼)、および高安病 2 例における眼筋血流量は、それぞれ  $4.3 \pm 2.1 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ ,  $4.7 \pm 4.1 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ ,  $3.8 \pm 0.2 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ ,  $5.6 \pm 0.4 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$  と減少しており、急性蜂窩織炎(2 例)では  $21.5 \pm 2.5 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$  と著しく増加していた。

眼筋血流量の測定は、眼疾患の循環状態を知るのに有用と思われる。

**I. はじめに**

$^{133}\text{Xe}$  クリアランス法を用いた局所血流量の測定は、1964 年 Lassen により報告されて以来骨格筋をはじめとして脳、肝、心筋そして皮膚粘膜とあらゆる分野で行われており、この有用性が評価されている<sup>1~3)</sup>。

眼科領域でも、内頸動脈狭窄症における眼筋血流量の測定が試みられている<sup>4,5)</sup>。

今回われわれは、 $^{133}\text{Xe}$  クリアランス法を用いて種々眼疾患の眼筋血流量を測定し、正常者と比較すると同時に治療後の眼筋血流量の変化について検討した。

**II. 対象と方法**

対象は正常者 8 例、内頸動脈狭窄症 4 例、高安病 2 例、動脈硬化症 1 例、緑内障 3 例、急性蜂窩織炎 2 例の計 20 例である。

被検者を仰臥位とし、0.5% ベノキシールで点

眼麻酔した後、 $0.25 \text{ ml}$  マイクロシリンジ 27G 針にて  $^{133}\text{Xe}$  生食液  $0.05 \text{ ml}$  ( $200 \mu\text{Ci}$ ) を両側外直筋、またはテノン囊に注入した。注入直後よりの  $^{133}\text{Xe}$  クリアランスをシンチカメラ (Pho/Gamma HP、低エネルギー高分解能パラレルコリメータ装着) にて検出し、シンチパック 1200 に、6 秒/frame で入力した。注入部位に关心領域を設定し、両側外直筋部における時間放射能曲線を記録した。この曲線を片対数表示し得られた直線部分より半減期を求め、Ingvar-Lassen の式(1)を用い眼筋  $100 \text{ g}$  に対する分時血流量を求めた。

分配係数  $\lambda$  は 0.7 とした。

$$F = KV \lambda \dots \dots (1)$$

F ; 臓器  $100 \text{ g}$  分時血流量 ( $\text{ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ )

K ;  $0.693/\text{半減期 T } 1/2 (\text{分})$

V ; 臓器の容積 ( $100 \text{ g}$ )

$\lambda$  ; 組織 - 血液分配係数 (骨格筋 ; 0.7)

**III. 結 果**

Figure 1 は正常者 8 名(男性 7、女性 1、年齢 26~45 歳)と種々眼疾患における眼筋血流量を示す。正常者 8 名の眼筋、計 16 眼筋の平均血流量および標準偏差 (SD) は  $7.45 (\pm 2.07) \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$  であった。

斜線部分は正常者の  $\pm 1 \text{ SD}$  を示す。内頸動脈狭窄症 4 例の平均は  $4.3 \pm 2.1 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ 、緑内

\* 東京慈恵会医科大学放射線科

\*\* 同 眼科

\*\*\* 琉球大学医学部放射線科

受付：61 年 2 月 3 日

最終稿受付：61 年 5 月 21 日

別刷請求先：東京都港区西新橋 3-25-8 (郵 105)

東京慈恵会医科大学放射線科

川 上 憲 司

障3例では $4.07 \pm 4.1 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ 、動脈硬化症では $3.8 \pm 0.2 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ 、高安病では $5.6 \pm 0.4 \text{ ml}/\text{分}/100 \text{ g}$ といずれも正常例に比し、血流量は有意に低下していた。急性蜂窩織炎の2例は著明に上昇していた。動脈硬化は1例であったが、左右にみられたので2点プロットされている。

Figure 2は眼筋血流量の患側/健側比を示している。正常者の値は右/左比として求めたが、その平均は $0.94 (\pm 0.07)$ であった。斜線部は、正常者の $\pm 1 \text{ SD}$ を示す。内頸動脈狭窄症では、平均 $0.5 (\pm 0.08)$ 、緑内障では $0.41 (\pm 0.09)$ 、高安病では $0.68 (\pm 0.15)$ であった。急性蜂窩織炎では、

患側の血流量の増加を反映して著明な高値を示した。

動脈硬化症の1例は前述のごとく左右眼に異常が認められたため、右/左比として表わしたが $0.93$ であった。

Figure 3は内頸動脈狭窄症2例、急性蜂窩織炎1例における治療前後の眼筋血流量を比較したものである。内頸動脈狭窄症例では手術後に患側・健側とともに血流量の増加を認めるが、特に患側において著しい改善を示している。患側/健側比はそれぞれ $1.08$ 、 $0.85$ と正常範囲に近づいており、手術による改善を示している。炎症性疾患(蜂窩

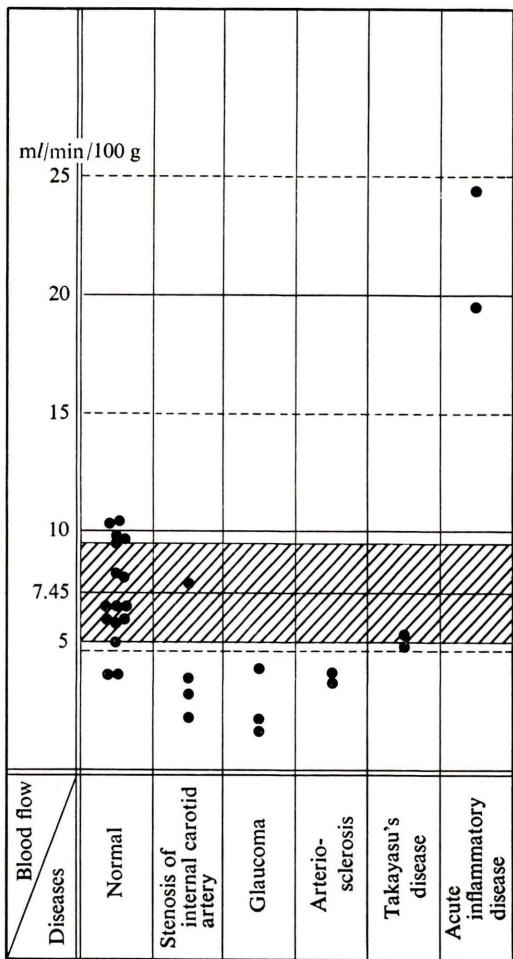


Fig. 1 Blood flow volume of the ocular muscle in the various diseases.

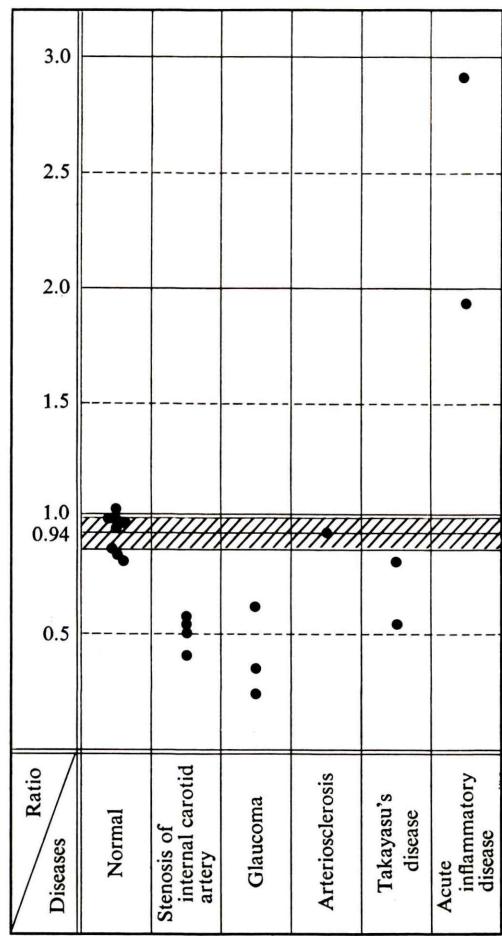


Fig. 2 The blood flow volume ratio of diseased eye to normal eye.

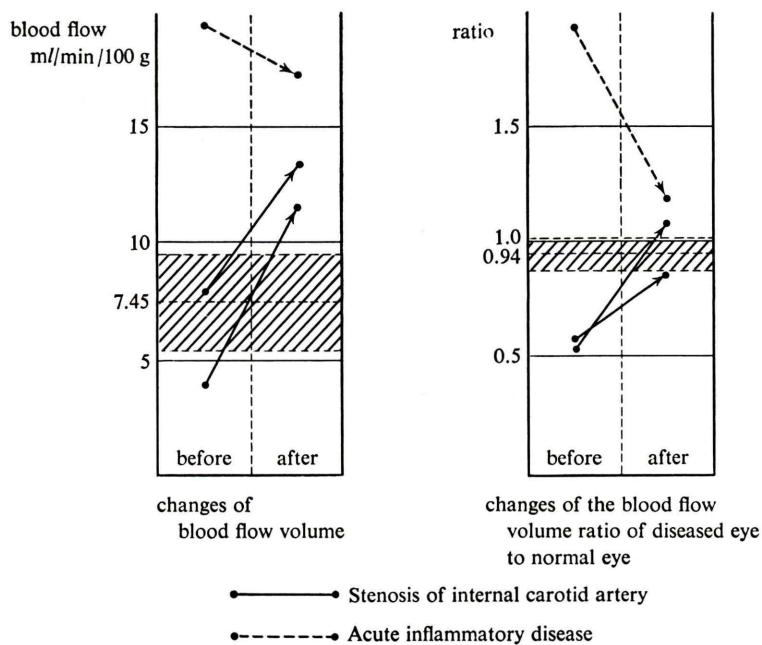


Fig. 3 Changes of blood flow volume (left) and the ratio of blood flow volume ratio of diseased eye to normal eye (right), after treatment.

織炎)例においても治療前1.92であった患側/健側比が1.18と著しい改善が認められた。

#### 症例1 OJ, 66歳, ♂

動脈硬化性左内頸動脈狭窄症の診断のもとに内頸動脈切除術および自家静脈による内頸動脈補修術を施行した症例である。術前術後の時間放射能曲線をFig. 4に示す。左眼筋血流量が、術前3.92 mL/分/100 gであったものが、術後11.6 mL/分/100 gと増加しているのが分かる。患側/健側比では、術前0.54であったものが、術後2週間後の検査では1.08と著しい改善が認められた。

#### 症例2 IK, 24歳, ♂

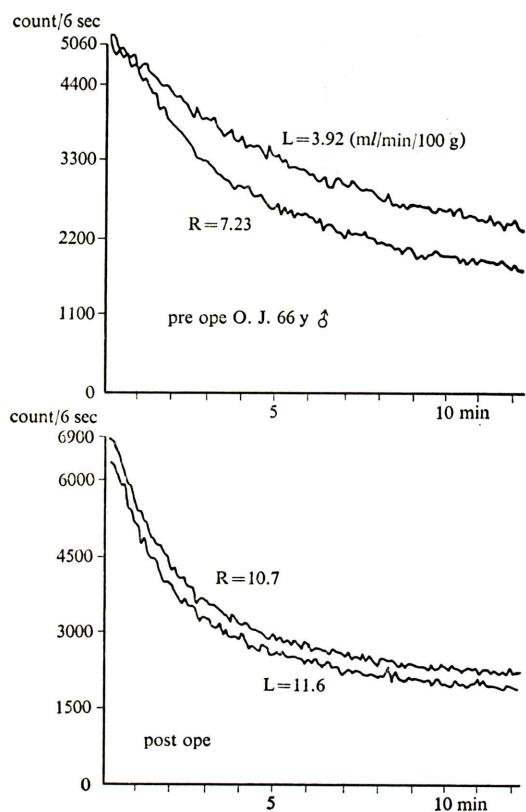
眼球突出を主訴に来院。急速な経過と、乳頭浮腫、広範な網膜剥離より悪性腫瘍が疑われ、CTとGaシンチグラムが行われた(Fig. 5)。CTでは、左眼球の前外方への突出があり、一部視神経を含む眼球後部に腫瘍性病変が認められ、造影剤により濃度増強効果がみられる。Gaシンチグラムでも左眼球後部、やや外側部に異常集積を認める。眼筋血流量は、健側で、8.36 mL/分/100 g、患

側で、24.3 mL/分/100 gと患側において著しく増加していた。また、患側/健側比でも2.90と患側における異常な血流増加が認められた。悪性腫瘍の疑いのもとに手術が行われたが、蜂窩織炎であった。

#### IV. 考 察

眼筋の血流状態を知る方法として、頸動脈造影、超音波ドップラー法による頸動脈血流測定法<sup>6,7)</sup>、螢光色素を利用した腕-網膜循環時間の測定等があるが、いずれも間接的に眼血流量を観測しているにすぎず、眼筋自体の血流量は把握できない。

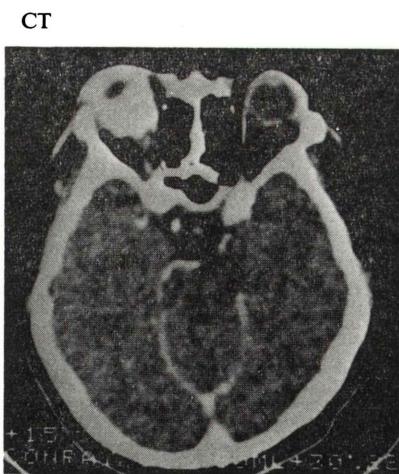
<sup>133</sup>Xeクリアランス法による局所血流量測定法は、筋肉その他の組織における血流動態の解析に応用され臨床面における有用性は高く評価されている。われわれは本法を眼筋血流量の測定に応用し、各眼疾患における血行動態の評価を試みた。外直筋は筋膜に包まれており、この筋膜は前方では眼球を取り囲んでいる。これが眼球被膜またはテノン嚢と言われ比較的厚く弾力性に富む組織で



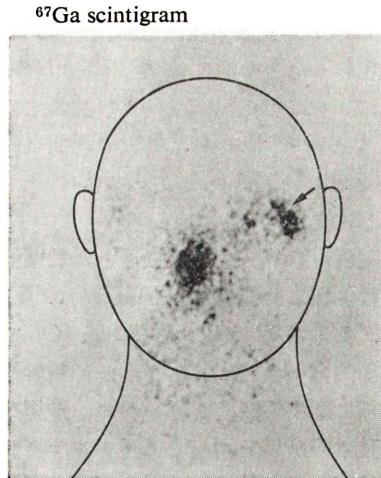
**Fig. 4** Time-activity curve and blood flow volume in a case of stenosis of the left internal carotid artery. Blood flow volume was increased after the operation of the left internal carotid artery as shown in the lower figure.

ある。外直筋の付着部は角膜縁より約7mm外方にあり、この部分は上方より結膜、テノン嚢、外直筋、強膜となっており、外直筋は1mm程度の厚さしかない。このように複雑で微細な眼球構造のため確実に外直筋のみに<sup>133</sup>Xeを注入することは困難であり、比較的容易なテノン嚢に注入した。テノン嚢に血管分布が少なく、注入された<sup>133</sup>Xeはテノン嚢より外直筋へ容易に拡散し、外直筋より洗い出されるので、テノン嚢-外直筋を1つの系とみなせばテノン嚢に注入された<sup>133</sup>Xeのクリアランスは外直筋の血流動態を反映していると思われる。一部はリンパ管よりの流出もあると思われるが筋よりの洗い出しが大部分を占めると考えられる。再現性に影響を与える因子として周囲温度の変化が考えられるが<sup>8)</sup>、今回の測定はほぼ一定温度環境のもとに行われており、温度による因子は考慮に入れていない。

筋肉の血流量は、筋の安静状態または筋の緊張程度によって著しく変化する。下肢筋の血流量は、安静時2ml/分/100g程度と報告されているが、運動負荷により50ml/分/100g以上にも増加するといわれる。今回対象とした正常者8名は生化学的検査および眼検査により眼疾患や動脈硬化等の血管障害は疑われていないが、安静閉眼下に測定した眼筋血流量は7.45ml/分/100gと下肢筋



**Fig. 5** CT (after contrast enhancement) shows protrusion of the left eyeball. <sup>67</sup>Ga scintigram shows an abnormal accumulation of activity in the left eye (↗).



安静血流量に比し高いという結果が得られた。これは眼筋が少量の筋組織で複雑過多な運動を司っているためと考えられる。動脈硬化の進んだ症例では有意な血流量減少が見られ、動脈の性状が眼筋血流に大きく影響していると考えられる。一方、蜂窩織炎では、著明に上昇していたが、この場合真の眼筋血流というより、炎症巣の血流を反映していると思われる。また、今回の対象中に悪性腫瘍が含まれていないが、今後検討を必要とする。

血流量は上述のような病的因子以外に、精神的因素によっても変化する。眼球血流量の測定は四肢骨格筋の血流量測定と異なり、安静状態がとりにくくことに加えて眼球内注射というストレスが加わるため、症例によっては絶対値のみで血行状態を評価することが困難な場合もある。このような症例では同じ条件下の対側眼筋血流量との比(患側/健側比)を併用する必要がある。たとえば内頸動脈狭窄症の1例では、血流量 7.95 ml/分/100 g と正常範囲であったが、患側/健側比を求めると、0.58 と明らかに低下していたり、高安病のように血流量は正常範囲であったが、患側/健側比は明らかに正常以下であった。動脈硬化症のように両側性の場合には左右差がなく、絶対値を指標とする必要がある。

## V. 結 語

<sup>133</sup>Xe クリアランス法によって正常者および種々眼疾患を対象として眼筋血流量を測定した。その結果、正常者 8 名の眼筋血流量は  $7.45 \pm 2.07$  ml/分/100 g であった。また右/左比は  $0.94 \pm 0.07$  であった。

内頸動脈狭窄症、緑内障、動脈硬化症における眼筋血流量は低下し、炎症性疾患では著明に上昇していた。片側性の疾患では右/左比の評価が有用であった。

<sup>133</sup>Xe クリアランス法による眼筋血流量の測定は、操作が比較的簡単で、定量的評価ができるため、種々眼疾患における眼筋血流状態の把握や、手術その他の治療経過の観察に有用な検査法と考えられる。

## 文 献

- 1) Lassen NA, Lindbjerg J, Munck O: Measurement of blood-flow through skeletal muscle by intramuscular injection of Xenon-133. Lancet 1: 686-689, 1964
- 2) Pozderac RV, Miller TA, Lindenauer SM: <sup>133</sup>Xe muscle clearance; A screening test for arterial occlusive disease. Radiology 117: 633-635, 1975
- 3) Hirai M, Shionoya S: Considerations on occlusive diseases of the leg arteries and determination of muscle blood flow by Xe-133 clearance method. J Cardiovasc Surg 16: 35-42, 1975
- 4) 堀内二彦, 佐々木節雄, 細沼良夫, 他: <sup>133</sup>Xenon クリアランス法の研究. 眼血流量の測定. 神奈川総合リハビリテーション紀要 4: 5-10, 1977
- 5) 堀内二彦: <sup>133</sup>Xenon クリアランス法の研究. 内頸動脈閉塞症の眼血流量. 日眼会誌 82: 292-301, 1977
- 6) Herbert I, Machleder HI: Evaluation of patients with cerebrovascular disease using the Doppler ophthalmic test. Angiology 24: 374-381, 1973
- 7) 吉村正蔵, 古平国泰, 小原一夫, 他: 超音波ドプラ法の進歩. 超音波ドプラ法による脳血流の分析. 臨床科学 16: 471-475, 1980
- 8) 田村俊世, 根本 鉄, 神谷 瞭, 他: 体肢組織内温度を用いた血流量の推定. 東京医科歯科大学医器材報 13: 27-37, 1979

## Summary

### Measurement of Blood Flow Volume of Ocular Muscles by Xe-133 Clearance Method

Manabu YAMAGUCHI\*, Kenji KAWAKAMI\*, Tsugihiro HORIUCHI\*\*  
and Naofumi KATSUYAMA\*\*\*

\*Department of Radiology, \*\*Department of Ophthalmology,  
Jikei University School of Medicine  
\*\*\*Department of Radiology, Ryukyu University School of Medicine

The blood flow volume of the ocular muscles was measured in 8 normal volunteers and 12 cases with miscellaneous ophthalmic diseases by Xe-133 clearance method. The average of blood flow volume in the normal subjects was  $7.45 \pm 2.07$  ml/min/100 g, and the blood flow volume ratio of right eye to left eye was  $0.94 \pm 0.07$ .

The blood flow volume of the ocular muscles was decreased in the cases with stenosis of the internal carotid artery ( $n=4$ ,  $4.3 \pm 2.1$  ml/min/100 g), glaucoma ( $n=3$ ,  $4.7 \pm 4.1$  ml/min/100 g),

arterial scleroses ( $n=2$ ,  $3.8 \pm 0.2$  ml/min/100 g) and Takayasu's disease ( $n=2$ ,  $5.6 \pm 0.4$  ml/min/100 g), and was increased in the acute inflammatory disease ( $n=2$ ,  $21.5 \pm 2.5$  ml/min/100 g). Measurement of the blood flow volume of the ocular muscles using Xe-133 clearance method is useful to evaluate the circulatory abnormality in the ophthalmic diseases.

**Key words:** Xe-133 clearance, Blood flow of ocular muscle, Eye diseases.