

# 瞳孔對光反射経路に関する実験的研究

## 第 1 篇

### 網膜刺戟部位と瞳孔反応時間との関係に就て

岡山大学医学部生理学教室 (主任 林 教授)

西 田 勇・畑 克 忠

昭和 27 年 4 月 15 日受稿]

#### 第一章 緒 言

瞳孔對光反射弓の構成経路に就てはその末梢走行部は比較的究明せられているが (視束中の視覚、瞳孔線維の分離問題に関しては未だ論なきわけでもないが今回はこの点には触れない事とする) 瞳孔運動性線維が視覚伝達性線維と外膝状体隆起部に於て分かれ前四疊体胞を伝わり上丘に達しそれより瞳孔運動中枢 (現在に於ては大体前四疊体部にて後縦束の背側に位する動眼神経核中脳端部の有対小核—所謂 Westphal-Edinger 氏核と認められて居る) に至る間の線維走行並に両側核に入る線維の数の多寡に関しては解剖学的にも全く諸家その説を異にして居るのである。

(Perlia, Güdden, Kölliker, Bechterew, Hensen, Kahler, Pick, Meynert, Held, Heule, 等々) 一方 Bach, Levinsohn, Liepman, Bernheimer, Bumke, Behr, Gröthuisen, 等諸氏による瞳孔運動線維の経路に関するシェーマにしても臨床上の特殊瞳孔反応を説明する為に全くの仮説に基きて描いたものであつて且遮断実験に当つては大部分動物を用ひてある。而して動物が猿、猫の如き半交叉視束を有するものであつても人類に比較して発生学的にもその視束交叉部に於ける交叉、非交叉線維の割合が異なる如く、外膝状体より瞳孔核に至る線維の分布も当然異なる (それが質的であれ、量的であれ) と見做さないわけには行かない。尙以上の諸家のシェーマが正常反応を含めた、一二の症例を説明する為には“充分条件”を備へて居るかもしれないが、

全ての場合に於ける“必要にして十分なる”条件であるか否かと云ふ点に就いては大いに批判の余地ありと思はれるのである。要するに現今一般に使用されて居る瞳孔反応経路図では一側外膝状体と両側瞳孔運動核とを無定見に結合してしまつて居ると云ふ虞れがないでもない。当教室の奥山は、主として比較生理学的の見地より、一側の視索を通る求心性瞳孔運動線維は全部反対側の動眼神経核に入る事を主張して居るが、それでは一眼の網膜耳側のみを照射した際には、直接反応が起きぬことになり、これは事実と反する故、此のシェーマを基にすればどうしても左右の動眼神経核の間を連絡する線維を仮定せねばならぬ。此処に於て筆者等はその間の不明を少しでも解明せんと志し、先ずその第一歩として網膜を耳側と鼻側に分けて刺戟し、そのときの瞳孔反応時間を直接、間接両者に涉り測定し、その間に於て興味ある事実を発見したので此処に発表する次第である。

#### 第二章 実験装置並に実験方法

##### § 1. 実験装置

実験装置としては Hess 氏示差瞳孔計 (Differential Pupilloskop) に d' Arsonval 氏測時計 (chronometer) を電氣的に連動せしめ光刺戟が与えられてより瞳孔が最も縮小する迄の時間を測定した。(この中には潜伏時間も当然含まれて居る) 刺戟光は眼前面照度 200 Lux になる如く強さを加減し、且光束は直径 4mm の平行光線になる如く調節した

##### § 2. 実験方法

第 1 表 網膜刺戟部位と瞳孔反応時間 1/100秒 単位 1, 2, ……12,

被検者	年齢	性別	1		2		3		4		5		6	
			M <sub>1</sub> ± m <sub>1</sub>	σ <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> ± m <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub>	M <sub>3</sub> ± m <sub>3</sub>	σ <sub>3</sub>	M <sub>4</sub> ± m <sub>4</sub>	σ <sub>4</sub>	M <sub>5</sub> ± m <sub>5</sub>	σ <sub>5</sub>	M <sub>6</sub> ± m <sub>6</sub>	σ <sub>6</sub>
村田	29	男	96.2 ± 0.36	1.64	105.0 ± 0.43	1.94	88.4 ± 0.40	1.83	88.4 ± 0.41	1.87	109.8 ± 0.39	1.77	100.2 ± 0.38	1.64
長井	24	男	88.0 ± 0.34	1.52	99.9 ± 0.40	1.82	81.7 ± 0.42	1.91	81.0 ± 0.38	1.72	103.7 ± 0.36	1.64	93.2 ± 0.37	1.64
岡田	27	男	97.7 ± 0.39	1.77	106.4 ± 0.35	1.60	88.7 ± 0.34	1.54	89.0 ± 0.41	1.86	109.9 ± 0.37	1.68	101.0 ± 0.40	1.68
桑内	27	男	93.7 ± 0.37	1.68	102.7 ± 0.36	1.63	85.5 ± 0.37	1.66	83.9 ± 0.38	1.73	106.5 ± 0.38	1.73	96.1 ± 0.34	1.68
難波	23	男	92.1 ± 0.41	1.86	101.2 ± 0.36	1.62	84.7 ± 0.37	1.68	81.3 ± 0.40	1.83	104.7 ± 0.32	1.43	94.2 ± 0.38	1.68
田中	23	男	98.5 ± 0.35	1.58	107.0 ± 0.37	1.69	90.3 ± 0.40	1.81	91.0 ± 0.38	1.73	111.0 ± 0.40	1.82	103.8 ± 0.35	1.68
武田	24	男	94.0 ± 0.36	1.62	103.9 ± 0.38	1.73	86.8 ± 0.41	1.87	85.9 ± 0.40	1.80	108.8 ± 0.38	1.72	99.4 ± 0.36	1.68
村尾	24	男	95.7 ± 0.38	1.70	104.1 ± 0.34	1.54	85.9 ± 0.33	1.72	87.2 ± 0.35	1.65	108.6 ± 0.39	1.75	99.0 ± 0.38	1.68
平井	19	女	98.1 ± 0.35	1.57	107.6 ± 0.36	1.64	90.4 ± 0.38	1.73	91.1 ± 0.36	1.62	111.9 ± 0.38	1.72	103.4 ± 0.39	1.68
小松	24	男	99.1 ± 0.38	1.72	108.4 ± 0.36	1.65	91.4 ± 0.38	1.72	92.1 ± 0.34	1.54	112.8 ± 0.36	1.64	104.6 ± 0.36	1.68
大和	24	男	91.4 ± 0.36	1.62	100.9 ± 0.39	1.77	83.4 ± 0.36	1.65	83.9 ± 0.37	1.67	106.3 ± 0.35	1.58	97.1 ± 0.38	1.68
小野	25	男	93.7 ± 0.41	1.84	102.4 ± 0.36	1.62	85.3 ± 0.35	1.59	86.0 ± 0.36	1.63	107.9 ± 0.36	1.62	97.9 ± 0.39	1.68
多賀	27	男	99.1 ± 0.34	1.52	108.0 ± 0.42	1.92	93.6 ± 0.36	1.62	93.4 ± 0.33	1.50	112.2 ± 0.43	1.94	105.9 ± 0.40	1.68
西田	36	男	95.7 ± 0.38	1.72	105.5 ± 0.36	1.65	87.4 ± 0.38	1.74	87.0 ± 0.34	1.54	109.9 ± 0.40	1.81	101.4 ± 0.38	1.68
横田	31	男	101.3 ± 0.40	1.84	110.3 ± 0.39	1.78	95.0 ± 0.38	1.73	93.8 ± 0.40	1.80	115.9 ± 0.36	1.63	105.9 ± 0.34	1.68
		総平均	95.6		104.8		87.5		87.7		109.3		100.2	

実験は音その他に基く精神的瞳孔径変動を可及的避ける為に絶対暗室内で行った。入室後は眼前面照度 20Lux の下で 20 分間順応を行ひ、大体瞳孔径、並に網膜感光度の一定値に達せる時期を選んで測定を始めた。且この明るさは間接反応を見る上に於て必要なるものである。頭部を顎台上に固定し前方 2m のところの豆球を望見せしめ、先ず一眼中心部に光を当てその時の直接及間接反応時間を測定し、次ぎに他眼を刺戟せる場合の直接間接反応時間を夫々 5 回宛測定し次に視線を光源と 45 度の角度をなし距離 2m の処の豆球に固定し（併し凝視はせしめない。即ち無調節状態に置く）鼻側及耳側網膜を刺戟し、その時の間接及直接反応を夫々 5 回宛測定し次に他眼に及ぶ。以上で 1 回の実験を終り、時又は日を変えて 4 回即ち一部位に対して 20 回の測定値を出したのである。而して刺戟間隔は 5 分以上とり、前回刺戟に基く影響を全く除くよう心掛けた。

§ 3. 被 検 者

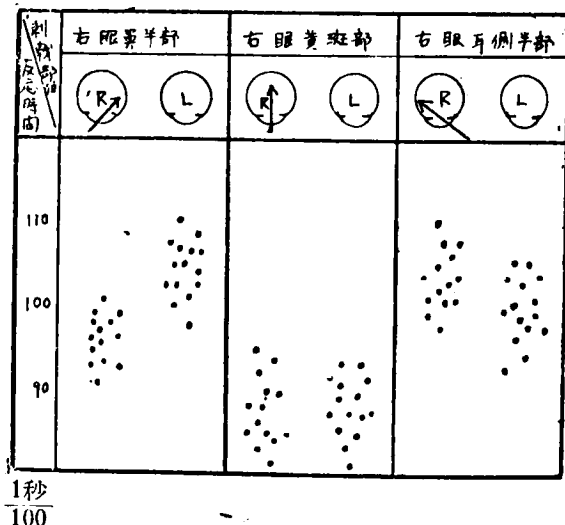
被検者としては眼疾、瞳孔不同症、斜視、色相異常、夜盲等のない 19~36 才迄の学生、技術員、教室員 15 名を選び、予め充分計測

に習熟せしめて後実験を行つた。

第三章 実験成績並に考按

各人平均値を表にしたのが第 1 表であり、これをグラフに示したのが第 1 図である。

第 1 図 網膜刺戟部位と瞳孔反応時間



これを見ると明かなる如く、

- ①黄斑部を刺戟した場合が最も瞳孔反応時間が短く、
- ②網膜鼻側半部を照射した場合には直接反応時間の方が間接反応時間に比し短いことが 1% 以下の危険率で云へる。（以下これに同

の数字は第1図の各 1, 2, ……12の場合の瞳孔反応時間を示す

(n=20)

$\sigma_6$	7 $M_7 \pm m_7$	$\sigma_7$	8 $M_8 \pm m_8$	$\sigma_8$	9 $M_9 \pm m_9$	$\sigma_9$	10 $M_{10} \pm m_{10}$	$\sigma_{10}$	11 $M_{11} \pm m_{11}$	$\sigma_{11}$	12 $M_{12} \pm m_{12}$	$\sigma_{12}$
1.74	99.1±0.41	1.85	112.7±0.34	1.52	89.2±0.44	1.97	88.9±0.40	1.80	105.7±0.36	1.62	96.1±0.38	1.74
1.67	92.5±0.34	1.53	104.3±0.39	1.78	83.0±0.40	1.83	82.1±0.35	1.59	101.4±0.37	1.66	88.3±0.40	1.79
1.81	99.9±0.37	1.68	113.2±0.43	1.90	87.9±0.39	1.78	89.2±0.38	1.74	106.2±0.42	1.89	97.6±0.37	1.66
1.54	96.2±0.41	1.85	106.9±0.39	1.76	84.2±0.41	1.84	85.9±0.41	1.84	103.2±0.38	1.74	94.4±0.34	1.56
1.74	94.8±0.39	1.76	105.4±0.38	1.72	82.0±0.39	1.75	83.8±0.39	1.78	99.9±0.41	1.86	91.0±0.38	1.73
1.59	102.6±0.37	1.69	113.0±0.37	1.68	88.0±0.36	1.64	89.5±0.36	1.62	106.5±0.40	1.82	98.0±0.35	1.58
1.62	98.8±0.37	1.68	109.2±0.35	1.58	87.3±0.38	1.72	87.9±0.39	1.75	103.4±0.36	1.62	94.7±0.39	1.75
1.73	99.7±0.36	1.65	109.4±0.36	1.65	87.9±0.39	1.75	87.2±0.41	1.80	104.8±0.34	1.53	96.8±0.36	1.61
1.77	103.2±0.40	1.83	114.0±0.38	1.72	90.2±0.36	1.65	91.8±0.36	1.62	108.0±0.35	1.57	99.6±0.38	1.71
1.64	104.6±0.37	1.69	116.0±0.40	1.80	92.9±0.38	1.70	91.3±0.35	1.59	108.6±0.36	1.64	99.4±0.38	1.72
1.71	94.6±0.36	1.62	107.8±0.41	1.80	83.2±0.35	1.60	84.4±0.40	1.80	104.8±0.39	1.75	91.8±0.35	1.58
1.76	98.4±0.41	1.87	108.3±0.36	1.86	86.3±0.38	1.73	86.4±0.36	1.64	103.7±0.40	1.80	92.0±0.36	1.63
1.80	105.9±0.39	1.77	116.3±0.40	1.64	93.2±0.36	1.62	93.6±0.35	1.59	110.9±0.39	1.77	95.5±0.36	1.62
1.70	100.1±0.38	1.71	110.3±0.04	1.80	89.1±0.36	1.63	87.9±0.38	1.71	104.1±0.41	1.86	95.6±0.36	1.62
1.53	107.2±0.36	1.65	118.2±0.42	1.92	94.2±0.38	1.70	95.7±0.32	1.43	111.8±0.39	1.76	103.4±0.42	1.91
	99.8		111.0		87.9		88.4		105.5		95.6	

じ) 其の差は約 0.1 秒である。

③網膜耳側半部を照射せる場合には間接反応時間の方が直接反応に比し短く其の差は約 0.1 秒である

④直接反応のみに就き考へると鼻側を刺戟せる場合の方が耳側照射時に比し短く其の差は約 0.15 秒である。

⑤間接反応に就いてのみ考へると耳側刺戟時の方が鼻側刺戟時に比し反応時間小其の差は約 0.05 秒である。

⑥左右の瞳孔に就ての比較では時間的に有意の差異を見出さない。

以上の実験成績より考へるに、奥山のシェーマの如く一側の瞳孔線維が全部反対側の動眼神経核に入るとすれば、どうしても左右の動眼神経核を連絡する線維がなくてはならぬ。而して此の場合には、網膜耳側照射時の間接反応と鼻側照射時の直接反応との反射弓に於けるノイロンの数は等しい筈である。所が耳側照射時の間接反応時間は 1.002 秒、0.998 秒、鼻側照射時の直接反応時間は 0.956 秒、0.956 秒で其の差は 0.05 秒である。此の 0.05 秒の差異は網膜の耳側と鼻側との感受性の差異によるものと考へられる。志熊によ

れば、瞳孔反応時間は瞳孔反応強大なる程短いと云う。従つて今の場合、鼻側網膜の方が耳側より感受性大なりと考へてよからう。此の耳側鼻側両者の感受性の差異を考慮に入ると④の直接反応のみに就き考へた鼻側照射時と耳側照射時の差 0.15 秒も 0.1 秒と考へてよいわけで上述の②③④の各場合の差 0.1 秒は反射弓のノイロンの数が一個だけ多いためと考へられる。かゝる性質のノイロンの数が一個増すために反射時間が如何程長くなるかと云う事は実験的成績なきため不明である。然し他の多くの学者の如く一側の瞳孔線維が両側の動眼神経核に入ると見做す場合については、両側の核に入る線維の数の違ひによるものとしても本実験の成績を説明出来ない事もないのであつて、本実験のみで直ちに何れが正なるか否かは速断出来ない処である。

黄斑部刺戟の場合が最も瞳孔反応時間短いのは、光学的に照射光の網膜に達する量多く、単位面積の刺戟強度強き為か、將又錐体細胞の方が桿体細胞に比し瞳孔反応に関し感受性大なる為であろう。

#### 第四章 結 驗

人の網膜耳鼻側を各個に照射した場合の瞳孔反応時間を測定して次の如き興味ある結果を得た。

1) 黄斑部を照射した場合が最も瞳孔反応時間は短い。

2) 網膜鼻側半部を照した場合には、直接反応時間の方が間接反応時間に比し約 0.1 秒短い。

3) 網膜耳側半部を照射した場合には間接反応時間の方が直接反応時間に比し約 0.1 秒短い。

4) 直接反応のみに就き考へると鼻側を照射

した場合の方が耳側照射時に比し約 0.15 秒短い、網膜の鼻側、耳側の感受性を考慮に入れるとやはり其の差は 0.1 秒となる。

5) 而して以上 2), 3), 4), の時間差 0.1 秒は各反射弓のノイロンの数が一個だけ異なるためか或は又一側の瞳孔線維が両側の動眼神経核に連なるところの線維数の差異かどちらかに依るものと思はれる。

本論文要旨は昭和 23 年 10 月第 41 回中国四国眼科集談会及び昭和 24 年 10 月中国四国生理学談話会にて発表した。

稿を終るに当り御指導御高閲を賜りたる林教授に深謝致す。

#### 主 要 文 献

- 1) Wolff : Zeitschrift. f. Augenheilk. Bd. 12, S. 644, 1904.
- 2) Hess : Archiv f. Augenheilk. Bd. 59, S. 143, 1908,
- 3) Bahr : Zentralbl. f. Ophtalm. Bd. 29, S. 658. 1933.
- 4) Engelking : Zeitschrift. f. Sinnesphysiolog. Bd. 50, S. 319. 1921. Klin. Monatbl.

- Auge. Bd. 66, S. 707, 1921.
- 5) Bernheimer : Archiv f. Ophtalm. Bd. 47, S. 1, 1899.
- 6) Best : Archiv. f. Augenheilk, Bd. 61, S. 319, 1908.
- 7) Bach : Zeitschrift. f. Augenheilk. Bd. 11, S. 105, 1904.
- 8) 奥山美佐雄 : 岡山医大欧文学府, 第 1 巻第 1 号.

## 動物の高空耐性に関する実験的研究補遺

### 第 1 編

#### 動物の酸素消費量と高空耐性との関係に就て

岡山医科大学生理学教室 (指導 故 生沼教授)

西 田 勇

[昭和 27 年 4 月 15 日受稿]

#### 第 1 章 緒 言

茲に云ふ高空とは、温度、湿度、を度外視して単に種々なる高度に対応せる、気圧についてのみを云ひ、従つて酸素の稀薄なる空気を呼吸して、生命を維持し得る能力、即ち、

低気圧時に於て、其の正常なる生理的機能を、営み得るや否やは別問題とし、単に生命を維持し得る能力を、高空耐性と云ふ事とす。一般に、新陳代謝の緩慢なる動物換言すれば、酵素の消費量少き動物程、其の高空耐性の大なる事は想像に難くない。而して、一