

暗順應に及ぼす低壓の影響に就て

岡山医科大学生理学教室 (指導 故 生沼教授)

故 講師 西 崎 良 虎
西 田 勇

[昭和 27 年 4 月 15 日受稿]

第 1 章 緒 言

酸素欠乏により暗順應が障害を受ける点につき, Fischer 及び Jongbloed は網膜に於ける視質の再生の障害の爲めとなし, Bunge は網及び網膜の神経系統の障害によるとなし, McFarland 及び Evans は網膜の感光物質にも関係はするかも知れぬがむしろ網膜及び中枢神経系統の神経性要素の障害がより大なりとして居る。

以上の如く酸素欠乏により, 光に対する感受性の減少する事は一般に認められて居る所にして Clamann (1938) の如きは酸素欠乏による光の感受性の変化により, 其の個体の酸素欠乏に対する抵抗力を判断するによいとさへ云つて居る。

そこで余等は暗順應に及ぼす低圧の影響を再検討し合せて McFarland 等の云ふ如く, 低圧による暗順應の障害が葡萄糖を経口的に与へる事により速かに消失するや, 否やにつきても若干の実験を行ひたり。

本実験に於ては実験回数比較的少きも, 之は猶実験を進め以て種々なる不明の点を究明せんと努力中不幸にも共同実験者の西崎良虎氏が高々度低圧の実験中不慮の災難により殉職せるため, 同氏生前中の成績を一先づまとめて発表し, 以て西崎良虎氏の霊前に供へんと欲す。

第 2 章 実験方法及び実験成績

第 1 節 実験方法概略

実験を大別して 2 通りとす。

実験其の 1。

平圧に於て暗順應を 30 分間行ひて後低圧となし刺激閾値を測定し, 平圧の場合の閾値と比較せり。

実験其の 2。

低圧に於て暗順應の時間的経過を測定し合せて葡萄糖の効果をも検査せり。

総て暗順應を行ふには, 被検者をして先ず一定の明るさの紙面を一定時間見つめさせて後暗順應を行はしめたり。

此の暗順應前の明順應法としては, 約 1 平方米の白紙の中央より 30cm 離れて両側にマツダの白熱電球 60Watt のものを 1 個ずつ置き, 紙面の中央より 50cm 離れた所より此の白紙を 3 分間見つめさせて後暗順應を開始せり。目の光に対する刺激閾値を測定するに, 余等は Pulfrich, の Stufenphotometer (Carl Zeiss Jena) を用ひたり。即ち被検者は此の Stufenphotometer の接眼部に片目を当てて, 光を入れる間隙の大きさを調節する「ハンドル」を動かして視野の明るさを調節する事が出来る様になつて居る。光源は此の Stufenphotometer に附属せる光源を其のまま用ひ, 此の光源と入光間隙 (利用する側の) との間に種々の吸収率を有する「フィルター」をかけて暗順應の程度に応じて其の「フィルター」を加減せり。

閾値は入光間隙を調節する「ハンドル」の目盛を直接読みて測定せり。此の目盛は入光量を%にて表はしてある故に此の目盛にて直ちに比較的な明るさを求め得るわけである。求め得た明るさは総て比較的な値にして其の絶対値は不明なり。

閾値測定には先づ両側の入光「ハンドル」

を全部廻して目盛を0にし、視野は真暗くし、次に一側の「ハンドル」のみを静かに廻転して入光量を次第に増加し、辛うじて明るい面が見得る時に再び「ハンドル」を逆に廻転し明るい面が殊んど見得ない程度にす。此の操作を2~3度くりかへして明るい面が見得る最小の目盛を求め、此の操作は総て被検者が行ひ、目盛は検者が読み取る如くせり。

Stufenphotometerの視野に出て来る原円形の面の視角は $1^{\circ}40'$ なり。

閾値測定の際、低圧の影響による瞳孔の变化の爲め人工瞳孔を用ふ可きや否やに付き、余等の方法にては人工瞳孔を取り付けた際は実験上多大の不便を伴ふため、余等は人工瞳孔は用ひぬ事とせり。

又かかる閾値測定には日差可成り有り、Hecht(1939)は対数単位で0.3位は日差と見なし得ると云ひ、McFarland, Charles Haig等も同様な結果を発表して居る。又同一日にも食前、食後等によりても変動する(McFarland)ため余等は先づ対照たる平圧の実験

を行ひて後直ちに低圧となして再び実験を行ひ、必ず同一日の平圧と低圧との成績を比較する事とせり。食事等の関係も充分考慮を払ひ低圧と平圧との実験の間に食事を行ふ如き事は避けたり。

低圧実験は総て $\frac{1}{2}$ 気圧に於て之を行へり。

第2節 実験其ノ1

上述の如く先づ対照として平圧に於て30分間暗順応を行ひて後其の閾値を測定し次に平圧に於て30分間暗順応を行ひて後直ちに $\frac{1}{2}$ 気圧となせり。

平圧より $\frac{1}{2}$ 気圧となすには総ての実験を通じ20分間を要せり。

故に $\frac{1}{2}$ 気圧の場合には対照に比し、暗順応を平圧にて30分間と平圧より $\frac{1}{2}$ 気圧になるまでに20分間即ち結局50分間行ひたる結果となしたるも、本実験の被検者は、暗順応30分と50~60分に於ても多少50~60分の場合になほ暗順応が進む傾向はあるも大なる変化は認められず又実験成績は此の点を考慮して判断せり。実験成績は第1表の如し。

第 1 表

被検者 N.R. 月 日	平 圧		$\frac{1}{2}$ 気 圧		被 検 者 の 状 態	log I ₂ -log I ₁
	閾 値		閾 値			
	比較的刺激 閾 値 I ₁	log I ₁	比較的刺激 閾 値 I ₂	log I ₂		
16/IX	19.0±1.1	1.28	31.0±5.9	1.49	元気なし	0.21
19/IX	12.7±0.8	1.10	24.8±3.3	1.39	正 常	0.29
21/IX	13.7±1.8	1.14	20.2±3.7	1.31	元 気	0.17
被検者 O.G.						
19/IX	8.4±1.0	0.92	14.6±2.2	1.16	軽度の頭痛を訴ふ	0.24
21/IX	10.2±2.4	1.01	16.1±2.3	1.21	元 気	0.20
被検者 H.K.						
16/IX	17.9±1.7	1.25	23.4±2.5	1.37	苦しからず	0.12
28/IX	9.7±0.4	0.99	13.1±1.4	1.12	元 気	0.13

1表に於て見られる如く、暗順応の程度を閾値により測定すれば同じ平圧に於ても日により可成りの差のある事は明かなり。一般に日差として対数単位にて0.3位は許されて居

る事は上述の通りであり、かかる日差あるため低圧と平圧とを比較する際には必ず同一日に於てよく練習して一定の標準のもとに決定された閾値を比較することが肝要なり。

各例を通じて、平圧にて30分間暗順応を行ひて平圧にて測定せる閾値と、平圧にて30分間暗順応後更に平圧より $\frac{1}{2}$ 気圧になるまでの20分間暗順応して $\frac{1}{2}$ 気圧にて測定せる閾値を比較するに、対数単位にて、H氏は0.12~0.13, O氏は0.20~0.24, N氏は0.17~0.3の範囲に於て、低圧の場合に閾値の増大を示して居る。

此の閾値の増大は、低圧の場合に於ても平圧の場合と同様に30分間は平圧にて暗順応を行ひたる故に、視質の合成機転の如きものは、同一条件にて行はれて居る上に、更に低圧に於て引きつづき暗順応を行ひたるものである事を考ふれば、一度合成された視質が光に当たらないで酸素欠乏のみによりても、或は何等かの分離機転を取るかもしれないがかく

考ふるよりも、視質に殊んど無關係に網膜或は其の他の神経性障害の如きものによると考へる方が一層確からしいものと思ふ。

第3節 実験其の2

暗順応の時間的経過に及ぼす低圧の影響を検査し、合せて低圧下に於ける葡萄糖の飲用の暗順応に及ぼす効果をも験せり。

本実験の被検者は2名にして1名(H氏)は常に午前9~12時の間に、他の1名(N氏)は常に午後2~5時の間に実験を行ひたり。

実験其の1に於けると同様に、先づ平圧に於て暗順応の時間的経過を測定し、30分位休息し、引き続き平圧より20分間にて $\frac{1}{2}$ 気圧となし、 $\frac{1}{2}$ 気圧となると直ちに、前述の如く、3分間明順応を行ひて後、暗順応を始めたり。

実験成績

実験成績は第2表より第4表の如し。

其の1例を図にて表はせば第2表は第1図の如く、又其の他の表も殆んど同じ關係の図となる故紙面の都合上省略する事とす。

此等の成績よりして明かなる如く、 $\frac{1}{2}$ 気圧となりて暫時の間、丁度暗順応に於ては円錐

第2表 被検者 H. K.

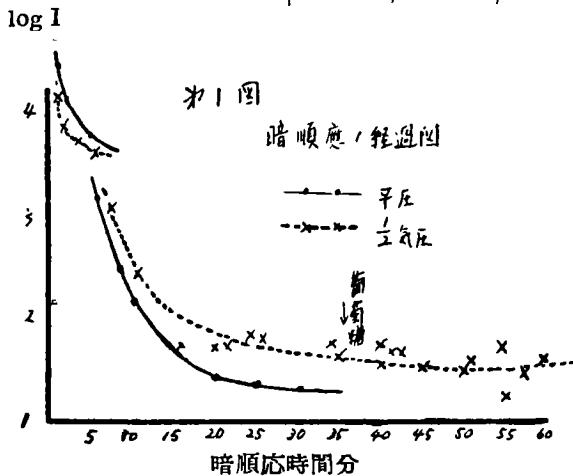
平 圧			$\frac{1}{2}$ 気 圧		
暗順応時間	比較的刺激閾値 I	log I	暗順応時間	比較的刺激閾値 I	log I
35"	22100	4.34	42"	14500	4.16
1'16"	12900	4.11	1'32"	7000	3.85
3'02"	5880	3.77	3'16"	3810	3.58
5'18"	1740	3.24	6'12"	3980	3.60
8'17"	367	2.56	8'04"	1260	3.10
11'08"	152	2.18	11'16"	352	2.55
15'16"	31.0	1.49	16'42"	68	1.83
20'12"	29.8	1.47	19'57"	51.5	1.71
25'24"	24.8	1.39	21'10"	54.0	1.73
30'18"	20.5	1.31	25'18"	70.0	1.85
			26'10"	65.0	1.81
			31'33"	55.0	1.74
32'10" ヨリ 33'35" マデの間に葡萄糖 53gを飲む					
			34'48"	43.0	1.63
			39'22"	51.0	1.71
			40'27"	34.0	1.53
			42'27"	45.0	1.65
			43'22"	42.0	1.62
			49'30"	31.5	1.50
			51'25"	38.5	1.59
			54' 4"	49.0	1.69
			55'31"	16.5	1.22
			57'33"	29.0	1.46
			59'10"	35.0	1.54

第3表 被検者 N. R.

平 圧			$\frac{1}{2}$ 気 圧		
暗順応時間	比較的刺激閾値 I	log I	暗順応時間	比較的刺激閾値 I	log I
29"	22600	4.35	15"	26400	4.42
1'23"	5320	3.73	1'30"	4760	3.68
3'27"	2300	3.36	3'24"	1740	3.24
5'27"	840	2.92	5'21"	784	2.89
8'18"	188	2.27	8'24"	252	2.40
13'10"	97.6	1.99	12'40"	164	2.22
16'03"	80.0	1.90	15'40"	135	2.13
20'07"	37.5	1.57	20'20"	122	2.09
26'20"	18.6	1.27	25'22"	41.2	1.61
30'43"	13.6	1.13	31' 0"	43.0	1.63
32" ヨリ 35'40" マデの間に葡萄糖 70gr. を飲む					
			44'47"	44.4	1.65
			47'18"	41.6	1.62
			50'35"	17.2	1.24
			53' 7"	29.8	1.47
			57'33"	31.4	1.50

第4表 被検者 N. R.

平 圧			½ 気 圧		
暗順応時間	比較的刺 激閾値 I	log I	暗順応時間	比較的刺 激閾値 I	log I
26"	18500	4.27	19"	18800	4.27
1'50"	3360	3.53	1'17"	3640	3.56
3'18"	1320	3.12	3'28"	1740	3.24
5'47"	352	2.55	6'45"	386	2.59
8'57"	171	2.23	10' 0"	164	2.21
12'03"	65.5	1.82	12'17"	150	2.18
15'37"	83.5	1.92	15'34"	100	2.00
20'12"	41.7	1.62	18'25"	81.2	1.91
26'32"	27.0	1.43	21'50"	75.0	1.88
32'05"	17.4	1.24	26'23"	30.3	1.48
			32'34"	30.0	1.48



体、暗順応と思はれる所に於ては、平圧、低圧の両者に於て殆んど閾値は変化せざるか、或は低圧に於てかへつて閾値の減少せる場合のある事を知る。

之は円錐体に関係する、光の感受性が低圧により障害される事少きためか、或は½気圧程度では低圧状態となりて暫時はかへつて平圧に比し被検者が興奮性を一時的に増加するものか今の所不明である。

而して暗順応 10~30 分の範囲に於ては、明かに低圧の場合には閾値が増大して居る。即ち閾値が、対数単位で H 氏は暗順応 30 分、25 分、20 分、にてそれぞれ 0.43, 0.45, 0.26 の増大を示し、N 氏は 30 分、25 分、20 分にてそれぞれ 0.50, 0.34, 0.45 の増大を示して居るも日により此の増大の程度は変動す。

実験其の 1 に於ける成績と比較するに、平圧に於て 30 分間暗順応し更に平圧より½気圧になる間の 20 分間順応し低圧に於て測定

せる際は、閾値の増大は H 氏が 0.12~0.13, N 氏が 0.17~0.3 なりしも、低圧に於て 30 分間の暗順応と平圧のそれとを比較すれば、前者の閾値が H 氏に於て 0.43, N 氏に於て 0.50 増大せるを知る。

而して此の閾値の増大の仕方が両実験に於て異なるのは、実験其の 1 に於ては暗順応を平圧に於て行ひしに、実験其の 2 に於ては暗順応を½気圧に於てなしたる為である。故に此の閾値増大の差異は視質の再生機転の如きものが低圧により障害されるものと思はれる。而も実験其の 2 に於ける閾値増大は其の 1 の実験に於ける閾値増大の 2 倍以上にして、H 氏は殆んど 3 倍にも達して居る事実よりして、視質再生機転の如き機能が低圧に於ては神経系統の障害に劣らず、むしろ余計に障害されるものと思はれる。

平圧及び低圧に於ける暗順応の経過を図によりて見るに、低圧による暗順応の障害は決して時間的なずれに非ず即ち一定の感受性に到達するまでに単に時間が長くかかると云ふのではなく低圧に於ては、平圧に於て到達し得る閾値にまで達し得ないのであつて、光の強さに対するずれを生ずるのである。

次に余等は½気圧に於て暗順応を時間的に観察せる後、暗順応約 30 分にして被検者に体重 1 kg につき 1 g の葡萄糖を飲ましめたり。McFarland 等によれば、葡萄糖を飲みて約 10 分位経過すると閾値が殆んど平圧の閾値にまで低下すると云ふ。

余等の実験に於ては各表、図に於て明かなる如く、葡萄糖を飲み終りて約 10 分して更に暗順応の経過を検査せるに、閾値が特に低下する事は認められず、従つて平圧の場合に等しき程度にまで低下する如き結果を報告せる人あるも之を直ちには認め難し。

第3章 總括

以上の諸実験を総括すれば、平圧に於て 30 分間暗順応を行ひて後平圧より½気圧に到る 20 分間も引き続き暗順応を行ひ、½気圧となりて直ちに閾値を測定する場合に於ても

平圧に比し対数単位にて0.1~0.25位閾値は増大す。又実験値の標準偏差も一般に低圧に於て大となる。

1/2 気圧に於て 30 分間暗順応を行ふ場合は平圧に比し対数単位にて0.4~0.5の閾値増大を認める。而して低圧に於ける閾値の増大は酸素欠乏のため、網膜の視質再生機転、及び網膜、脳等に於ける神経性の機能の障害されるためにして特に前者に於ける障害著明と思はる。低圧下に於て葡萄糖を体重 1 kg につき 1 g の割にて飲む場合、閾値の変化は殆んど認められず。

低圧 (1/2 気圧) となつて直ちに暗順応を始める場合は、暗順応の初期に於ては低圧による障害は殆んど認められず、かへつて一時的に光に対する感受性の増加を来すものの如くさへ考へられるも此の点につきては実験回数も少く、従つて明かならず。

第4章 結 論

1. 1/2 気圧に於ては暗順応の経過可成り障害されるも此の障害は時間的な遅延に非ずして光に対する感受性の減退によるものと思はれる。

2. 1/2 気圧に於て暗順応の障害は酸素欠乏による、網膜の感光性物質の再生機転、及び神経系統の両者の障害される事によるものにして殊に前者の障害される程度著しきものの如し。

3. 低圧に於て葡萄糖を体重 1 kg につき 1 g の割に飲む事により暗順応の閾値は認む可き変化なし。

稿を終るに臨み終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜りし恩師生沼教授並に林教授に謹みて感謝の意を表す。(西田記)

文 献

- 1) Bunge, E., Arch. f. Augenheilk. **110**, 189, 1936-37.
- 2) Clamann, G. H., Luftfahrtmedizin **2**, 223, 1938.
- 3) Fischer, F. P. u. J. Jongbloed, Arch. f. Augenheilk. **109**, 452, 1935-36.
- 4) Evans, J. N. and R. A. McFarland, Amer. J. Opth. **21**, 968, 1938.
- 5) Gellhorn, E., Amer. J. Physiol. **115**, 679, 1936.
- 6) Gellhorn, E. and I. C. Spiesman, Amer. J. Physiol. **112**, 620, 1935.
- 7) McFarland, R. A. and H. T. Edwards, J. Avia. Med. **8**, 156, 1937. (Amer. J. Physiol. **127**, 38, 1939 カラ引用).
- 8) McFarland, R. A. and W. H. Forbes, J. gen. physiol. **24**, 69, 1941.
- 9) Schubert, G., Pflüger's Arch. **231**, 1, 1933.
- 10) 田中肥後太郎, 関口鋭之助: 海軍軍医会雑誌, **24**卷, 113, 昭和10年.
- 11) Wald, G. H., Jeghers and J. Arminio Amer. J. Physiol. **123**, 732, 1938.
- 12) Warburg, O., Bioch. Z. **184**, 484, 1927.
- 13) Wilmer, W. H. and Berens, C. [J. Gen. Physiol. **23**, 613, 1940 カラ引用].
- 14) Charles Haig, J. Gen. Physiol. **24**, 735, 1941.