瞳孔光反射計測の新方法と瞳孔光条件反射に於ける 刺激時間関係*

關西學院大學心理學研究室

美 濱 久 春**

本研究は古武彌正を中心とする人間に於ける条件反射研究の一部である。而して本篇は瞳孔光反射の条件形成に関する研究の第3報告である。

I 緒 論

瞳孔光反射の条件形成の研究は二つの方向をもつてゐる。一つは瞳孔光反射の条件形成の過程或は実験条件自体を条件反射原理の理解の立場から明らかにせんとする方向である。これに關しては過去に人間及び動物に就いて可成多くの報告¹⁾³⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾があり、又既に古武・美濱もその基礎的な実験結果について報告¹³⁾をなした。他の一つの方向はすぐれた特性をもつ瞳孔反射の生理的機能を条件反射研究に用いる事によつて更に他の或る種の心理生理的問題に何等かの理解が得られるか否かという事である。例えば Hudgins の瞳孔条件反射の有意的支配の研究¹⁾の等はこれである。この方面に關しても他に既に研究²⁵⁾がなされて居り、古武・美濱もそれらを基礎として追試的實驗から人間の瞳孔条件反射に於ける言語的支配に就て報告¹⁴⁾をなした。しかし以上の結果に於て典型的な無意的運動反射である瞳孔光反射の条件形成を容易に確立せしめる事自体が未だに困難であり、現在迄に至る多くの實驗結果がその決定的な實驗手續及び条件を見出してゐない點は Hilgard の指摘した如く^{7), p. 633} 条件反射の理論的な面に就ても又その生理學的な基礎に於ても興味ある問題であり、同時に實驗の方法上に種々の問題を含んで居る。

過去の研究報告及び實驗實施の経験よりの見解を總覽して二つの面について今後の問題がある。一つは条件刺激及び無条件刺激の強度の問題である。第二は条件刺激

と無条件刺激の組合せの時間的關係の問題である。所謂 backward conditioning は別に考慮するとして、条件刺激及び無条件刺激の組合せ方の時間的關係に基いて同時、繼時、延滞、痕跡の条件反射形成の場合が出来るが、更に夫々についても種々の長さの刺激提示時間の組合せによつて条件形成に最も適當な關係や又延滞或は痕跡の条件形成の可能な時間的限界が見出されると考えられる。同時に条件刺激及び無条件刺激がある一定の時間關係に於て組合せられて強化手續が續けられる場合に条件反射の現はれる時間的な位置が強化過程の経過に従つて遷移するという事實から反應の興奮と制止の複綜した力動的な過程が見られるならば条件形成過程の分析に興味ある問題である。

本研究はこの第二の點即ち瞳孔光反射の条件形成に於ける時間的要因に關するものである。從來の研究に於いては瞳孔反射の量的測定は主に切線瞳孔計が使用せられた。その操作は可成熟練を要する事、又精密な連續的記錄には限界がある事は多くの實驗者により認められて居る。又從來少數ではあるが寫眞撮影法によつて行はれた測定では相當の照度を必要とする爲に適當な實驗条件を作る事は困難であり、又赤外線寫眞を用うればその缺點はないとしても可成長い實驗過程の連續的記錄としては實用には適していない。瞳孔条件反射研究の實驗条件としては實驗操作による騒音を伴はずに且明確な潜時を現はす瞳孔運動曲線として直接に描寫が出来る事が望ましい。本實驗に於ては從來に於ける方法を改め新に光電管による自記瞳孔計により連續的且自動的に瞳孔變化を記錄する方法を用いた。この裝置による測定方法は眼の調節及び輻輳作用による瞳孔反射の影響や、眼球運動、眼瞼の動き等による影響が介入せぬ様に注意を拂うならば極めて正常な事態に於ける瞳孔變化を正確に現はすものであると考えられる。現在の方法では後に述べる如く反應量を直接扱うには多少の問題はあるが瞳孔光反射に於て特にその時間的要因に關する研究に於て極めて必要である反射潜時及び微細な虹彩の動き迄測定する事が可能である事は条件反射研究の中で特に運動条件反射に新

* A New Method for Measurement of the Pupillary Light Reflex and the Temporal Relation of Stimuli in Conditioning Pupillary Light Reflex.

(本研究は古武彌正を研究擔當者とする昭和27年度文部省科學研究費の補助によるものである)

** By Mihama, Hisaharu. (Department of Psychology, Kwansei Gakuin University.)

しい分野を開くのではないかと考えられる。

Hilgard は1949年の「四種の刺激時間々隔に於ける瞳孔条件形成」の報告⁷⁾に於て、瞳孔反射の条件形成に最も好ましい条件を決定する爲に 従来条件形成の過程を變容させる一つの要因と考えられている 条件刺激と無条件刺激の提示の時間々隔を取上げ四つの間隔に就て試みた。この結果は何れの時間的關係に於ても条件反射の形成が殆ど不可能であるという否定的結果に 終つている。Hilgard の實驗に於て問題となる點は兩刺激が組合されて提示されている時間、換言すれば無条件刺激が3秒であつた事に第一に考慮すべきであるかもしれない。第二は實驗手續に於て刺激の提示の際に瞳孔徑の變化は3秒間隔毎に測定せられ その間の變化は測定されなかつた點である。過去に於ける經驗に基くならばこの様な機械的な測定により得られた反應量の變化を處理する方法に對しては可成問題がある様と考えられる。何故ならば瞳孔条件反射では反應量は重要な要素ではあるがそれ以上に反應の潛時とその反應の形態に於ける 固有の安定性と更に系列中に起る条件反射の頻度が 意味をもつて居ると考えられるからである。

扱此處で問題となる事は制止の現象である。瞳孔反射はすぐれた特性をもっているがその条件形成に於ける制止の機制は全く理解せられていない。制止によつて条件形成過程中に条件反射が隨所に抑制されたり、不安定性を示したり時には無条件反射さえその反應速度の遲速に變化が起り、從つて条件反射量の漸次的増加の過程の取扱が困難になる事が多い。瞳孔条件反射の過去の10餘に亘る研究結果に於てその可能性が 相半ばしているという事實、又それらが互に忠實なる追實驗の結果に於てその様な對立を示しているのは、極めて僅かの實驗條件の相違が制止の要因として 働く 結果ではないかと考えられる。Pavlov の条件反射研究に於ては制止過程の現象と理解に偉大な業績が示された。瞳孔条件形成の實驗過程の中にも制止に基く事實が明らかに 見られるにも拘らず實驗條件或は眼の機能をも含めて被験者の生理的乃至心理的條件による制止過程は余りにも複雑であり、又条件反射の形成に對する裏面的な機制として 直接的に扱ひ得ない。之は實驗的方法的努力によつて制止が入らない様な条件を見出すか、或は種々の条件下に於ける制止を伴う可成多くの實驗結果の蓄積を基礎として 制止過程の分析的な理解がなされる事が望ましい。この點から Hilgard もの様な方法よりも 正確な瞳孔運動曲線による方法はこの問題に手懸りを與えるのではないかと 考えられる。

本實驗は条件刺激と無条件刺激の七種の時間々隔の組

合せについて試み特にその中二種の條件に於ては夫々別に所謂緩性条件形成によつて實驗系列の要因に基く影響の比較を副次的問題として扱つた。七種の中一つは同時条件形成四つは1秒、3秒、6秒及び9秒の繼時的な条件形成、二つは0秒及び3秒の痕跡条件形成である。瞳孔条件反射に於ては条件形成の可能性自體の基礎が確立されていないから、延滞痕跡の實驗的研究よりもむしろ、先ず条件形成の一つの重要な 函數的要素としての時間的要因が問題となる。即ち従來の唾液条件反射や G. S. R. の場合と異り、延滞の時間の長さから延滞条件反射の時間的限界を見出す事は未だ困難である。從つて本實驗では一度条件反射を確立させて更にその時間々隔を長く延滞させて行くという方法をとらずに、初めから夫々特定の時間々隔の組に分けて形成せしめ何れの場合が最も条件として適當であるかという點、及び所與の強化回數の範圍で条件反射が完全に確立されたか否かを夫々比較する事よりも 設定された時間關係の條件が形成過程に於て如何なる反應の興奮及び制止の力動的な過程とその遷移の型を起させるかの二點について考慮した。

II 實驗方法

〔實驗裝置〕

本實驗に用いた瞳孔變化測定裝置は従來の方法と異り光電管自記瞳孔計による瞳孔徑連續描寫法によつた。これと原理的に同じ方法は瞳孔運動の生理學的研究では既に報告せられている¹⁸⁾。しかしそれ等は瞳孔運動中光反射や瞳孔動揺等の基礎的研究に用いられたものであり、条件反射形成に必要な条件として次の點を考慮した。第一に兩眼の凝視點を設定する事により、眼の調節輻輳作用の影響が入らぬ様にする事。第二に条件反射の強化過程の可成長い時間中疲勞を防ぐために休憩を挿入しても常に同じ實驗条件下に於ける瞳孔徑の變化が記録されなければならない。第三に被験者を楽な姿勢に保たしめると同時に顔面及び眼球の運動や位置變化を起させない様にする事等である。以上の如き諸點を考慮して第1圖の如き裝置を用いた。主要な部分は受容裝置、光電流增幅裝置、及び記録裝置であり、附屬的には切線瞳孔計、凝視點、顔面固定裝置及び刺激提示裝置等である。

受容裝置は第2圖に略示した如く、27×20×9cm³の顔面を接着出来るフェルト張り彎曲面のある中空鐵製の箱で、中央に隔壁があり、瓦斯入光電管PG50(マツダ)を中央の鼻の直前で兩眼の視線を遮げない位置に置く。虹彩照射筒は水平垂直に可動で方向と同時に調節螺旋によつて照射面積を被験者の瞳孔より僅かに廣い範圍になる

様に合す事が出来る。虹彩照射光は電流変化による影響を防ぐために専用の6 V蓄電池を電源として用い、虹彩照射筒の中の10 C Pの電球の光をレンズで収光し、スリット及びフィルターを通して瞳孔に照射し、その反射光を光電管に受ける様にする。フィルターは光電管の感度特性を考慮して赤色及び赤外線部の波長の光を通過せしめるものを用い、眼から光源迄の距離は8 cmで視線に対して約25度の角度で水平外側から被験者の左眼を照射せしめる。光電管は瞳孔より反射した光を受ける様にした窓のある圓筒に入れ、反射光に対して最も感度

Fig 1 瞳孔径測定装置側面圖

- A 被 験 者
- B 受 容 装 置
- C 顔面固定臺
- D 切線瞳孔計
- E 内側刺激提示装置

のよい位置に調節する。

瞳孔運動連続描寫の原理は一定の強さの虹彩照射光で左眼の瞳孔及び周邊を照射しその反射光線を光電管窓で受けその際の虹彩運動 従つて瞳孔面積の變化による反射光線の光量の變化を光電流の變化にして之を増幅してインク書きオシログラフでポリグラフ記録紙に連續記録するのである。眼底よりの反射光の變化は無視し得る程小さいから考慮外にするとしてこの方法では虹彩の色が濃調であつても淡調であつても瞳孔と虹彩との色の對比及び夫々に対する照射面積の割合の變化に基く反射光の變化を利用するもので、瞳孔収縮により反射光は増加しその時の瞳孔面積變化分が瞳孔曲線に現はれることになる。但しその際眼球運動及び調節輻輳作用を防ぐため眼より63cmの距離に直径5mmの圓型スリ

ガラスの明り窓上の二本の黒線の交點を凝視點とした。受容装置中の光電管には外からの光が漏洩せぬ様に眼の凝視點に對する視線には必要にして充分な直径3cmの小窓を二つ開けた。

受容装置の隔壁の他側には6 V蓄電池を電源とする10 C Pの光源からスリットを通して被験者の右眼に無條件刺激として刺激光を與える。その右眼の照射による左眼の共感性反射を瞳孔運動曲線として描寫する方法を用

Fig 2 受容装置による瞳孔運動曲線描寫の原理

- A 記 録 装 置
- B 直 流 増 幅 器
- C 50 V 電 源
- D 圓筒中に收められた光電管
- E 被 験 者 の 眼
- F 無 條 件 刺 戟 光 源
- G 虹 彩 照 射 筒

いた。この刺激光も水平垂直に照射方向が可動で同時に照射面積も調節が出来、光源は眼から8 cmの距離で視線に対して25度の角度で水平外側より照射する。この刺激光は隔壁の反対側の光電管に漏洩せぬ様に特に注意した。

光電流の増幅は差働型直接結合三段増幅器を用い、増幅された光電流をインク書オシログラフで條件刺激、無條件刺激の提示時間及び秒刻と共に記録した。

その他附屬的装置として以上の光電管による測定と併行して瞳孔径變化を量的に觀察するため切線瞳孔計を

併用し主に對照實驗に用いた。

條件刺激はC-R型發振器による1000サイクルの純音を極限法により聽覺刺激の刺激閾の強さで兩耳用受話器で與えた。

實驗は電氣的に充分遮蔽された暗室で行い、實驗操作は暗室の内外共に出来るが對照實驗で切線瞳孔計を併用する以外は暗室外で刺激提示及び記録を行つた。其他裝置及び回路の絶縁及び接地に充分注意し電氣的障喝を防止した。

本實驗は主に時間的要因を問題としたため記録された瞳孔曲線の結果はオシログラフの針の描く固有の圓弧の振れを考慮した。嚴密に考えるならば瞳孔曲線の動きは直接瞳孔の直径或は面積の變化量を常に同じ尺度で忠實に現はしているとは考えられない。何故ならば虹彩照射光を瞳孔が光電管に向けて反射する場合、眼球の曲率や虹彩の色の濃淡の個人差、照射光の範圍内に於ける瞳孔面積と虹彩面積の比率、又光電管に對する反射光の入り方等で反射光の光量は常に個人差があり、同一個人でも實驗の日時差が生ずるから極めて微少な動き迄測定出来るけれども記録された瞳孔曲線から瞳孔直径乃至瞳孔面積の數量的測定は困難である。本研究は主に時間的關係に注目したが必要ならば切線瞳孔計を併用し、又各個人の夫一定した無條件反射量を條件反射量と相對的な割合の比較で理解するに止める。

〔實驗手續〕被驗者を實驗裝置の側に樂な姿勢で着席せしめ受容裝置に顔面を接着し適當な位置に固定臺を固定する。次で虹彩照射筒を調節して照射範圍に眼瞼の影響がなるべく入らぬ様にし、同時に反對側の刺激光も合せる。各實驗系列前に條件刺激の強さを決める。實驗中被驗者は頭部、眼球を固定して眼瞼も大きく開いて受容裝置に押着ける様にすることにより目瞬を防ぐ様に教示し實驗時間は可成長くなるので開眼器は使用しなかつた。

本裝置は從來行はれた瞳孔條件形成の實驗條件と可成異なるため8名に就て用べき刺激に關する豫備實驗を行つた結果、無條件刺激の長さを6秒とし、7種の刺激時間々隔について試みた。豫備實驗に於ては假性條件形成についても對照實驗を行つた。7種の時間的關係は次の如くである。

實驗 I 條件刺激、無條件刺激共に6秒で同時條件形成による方法。

實驗 II 條件刺激提示後1秒遅れて無條件刺激を提示し、兩刺激を6秒間持續する。

實驗 III 兩刺激の提示の延滞間隔は3秒で、兩刺激共に6秒間持續する。

實驗 IV 兩刺激の提示間隔が6秒の場合。

實驗 V 兩刺激の提示間隔が9秒の場合。

實驗 VI 條件刺激を6秒間提示しその終了と同時に無條件刺激を6秒間與える。即ち0秒の痕跡條件形成の方法。

實驗 VII 條件刺激を6秒間提示し、その終了後3秒を経て、無條件刺激を6秒間提示する。即ち3秒の痕跡條件形成の方法。

以上7つの條件による實驗は何れも各被驗者について夫々強化前に條件刺激及び無條件刺激のみに就き數回宛豫備的に瞳孔の動きを測定した後、1日20回の強化を行い5回強化毎に1回の割合で條件刺激杖を挿入して測定を行う。普通は連續して2日計40回の強化を行い、その後強化を伴はずに數回連續測定を行う方法を用いた。強化の各試行間には30秒乃至2分の間隔をおき、その間は被驗者は自由に休憩せしめて眼の疲勞の影響が入らぬ様にした。

本實驗には40名の被驗者を用い、8名を豫備實驗に又實驗IよりVII迄の各組については夫々4名宛用いた。更に以上の所謂急性形成法と異り、實驗VII及びIXに於ては疲勞或は強化の反復に基く反應の抑制的影響について考察するために派生的に夫々2名の被驗者を用いて緩性條件形成法を試み、實驗系列の條件差に基く要因の考察について行つた。即ち實驗VII及びIXは夫々實驗III及びIVと實驗系列中の強化回数及び實驗日數の點を除いては同じ條件で行つた。何れも1日6回の強化と1回の測定を挿入し、7日乃至10日に亘つて條件形成の過程を考察した。

III 實驗結果

得られた結果は次の三點に就て整理考察した。即ち第一は瞳孔條件反射形成の難易に關する刺激時間々隔の關係、第二は各刺激時間關係による條件形成過程に於ける條件反射の潜時、及び第三は制止過程及びその起る際の實驗條件である。

實驗 I 即ち同時條件形成に於ては條件反射は本手續による強化回数40回以内では得られなかつた。4例とも挿入測定時に於ては瞳孔動揺以上に條件反射が起る事は認められなかつた。

實驗 II の1秒の繼時的な條件形成に於ては4例中3例は否定的結果であり、他の1例も強化回数の増加と共に條件刺激に對して瞳孔運動に絶えず不安定な動揺が認められたが、一定の安定した型及び量をもつた反應は得られなかつた。

實驗 III 即ち3秒の繼時條件形成に於ても4例中3例に就ては條件反射の事實は見られなかつた。3秒の刺激

間隔の中に屢々所謂期待反射的な瞳孔の一次反應の收縮が認められ、しかも強化過程の初期の間は1秒前後の比較的早い時期に現われ経過の進むにつれて2乃至3秒の方にその反應が遷移する傾向が見られる。[時には期待反應に於ても無條件反射量に可成近い反應量を示す場合があるが、5回に1回の割合の測定時に就て見ると認め得る條件反射は得られなかつた。唯他の1例に於ては可成よい結果が得られた。特に後に述べる如く強化過程の経過に従つて興味ある傾向がある。

實驗Ⅳの6秒の刺激間隔に於ては4例とも條件反射は充分形成せられたとは言えない。4例中2例は第1日の強化20回中15回迄は比較的漸進的な形成傾向を示すがその後は全く否定的な結果に變つた。

實驗Ⅴの9秒の間隔の手續では、何れも良好な結果が得られた。その中1例を示すと第3圖の如くである。9秒間の刺激間隔に於ける期待的反應の傾向は強化回数の少い初期の頃では大體2秒前後の早い時期に起り、強化過程の経過につれて4乃至5秒目に移り、同時に條件刺激の提示より9秒目頃即ち無條件刺激が與えられて居た前後に收縮反射が認められる。勿論絶えずその時間的位置に多少の移動や反應量の多寡があるが、形成過程は明らかに條件形成が見られる。

實驗Ⅵ即ち0秒の痕跡條件形成は本實驗に用いた手續中條件形成が最も容易な時間的關係である事を示している。例を示すと第4圖の如くである。特に強化の経過に伴う條件刺激に對する瞳孔收縮反射が起る時間的位置の遷移は興味ある結果を示している。即ち強化5回後の初期に於ては條件刺激の提示で現われた一次の反應は動的な過程を示しつつ、やがて反應量を増しながら安定した條件反射に近づく。しかもこの遷移の力動的過程は4例中3例に就て多少の個人的差異はあるとしても相互に併行的傾向が存在する。

實驗Ⅶの3秒の痕跡條件形成は何れも強化過程の最初の5乃至10回の間に比較的漸次的形成の傾向が認められるが、其後殆ど反應自体に興奮傾向が低くなつた。

制止過程の現象について見ると實驗Ⅲに於ける可成よい結果を示した1例及び實驗Ⅳの強化15回迄は比較的漸進的な形成傾向を示した2例、又實驗Ⅶに於ける強化過程の初期の傾向等に於て一つの實驗系列が長い場合は強化の加重の要因による制止が働くものと考へられる。實驗Ⅲに於ける1例に就て見るならば、第1日に於ては強化回数が20回中15回迄は條件形成の漸次的過程が見ら

れるが、15乃至20回に於ては測定時のみならず強化時にも期待反應に抑制が働く。第2日に於て強化回数8回位以後に反應は不規則な動揺に崩れ反應の抑制が現われる。特にこの例に於ては第3日目にも同様の實驗手續で續けたが15回目迄は明らかに條件形成が強められる傾向が認められたのに對してそれ以後に於て條件反射は現われなくなつた。今第1日丈の結果について瞳孔運動圖を

Fig 3 實驗Ⅴに於ける1例

- 1 第1日強化第2回目
- 2 第1日強化第8回目
- 3 第1日強化第11回目
- 4 第1日強化第20回目後の測定
- 5 第2日強化第2回目
- 6 第2日強化第8回目
- 7 第2日強化第12回目
- 8 第2日強化第20回目後の測定

Fig 4 實驗Ⅵに於ける1例

- 1 強化第5回後の測定
- 2 " 10 "
- 3 " 15 "
- 4 " 20 "
- 5 " 30 "
- 6 強化第30回目の瞳孔運動曲線
(條件反射量と無條件反射量比較の爲)

示すと第5圖の如くである。第5圖は第15回前後の強化及び測定時と、制止をうけた第20回前後の瞳孔曲線の比較を示している。

以上の諸例に就ての結果から次の二點に就て注目すべき事實が認められる。第一は制止の機能が働いていると思われる際は無條件反射である瞳孔光反射の潜時がその被験者の固有の反射潜時より長くなる事。第二は無條件刺激の6秒間の提示が終つて瞳孔が散大に移る際の瞳孔の直径迄戻る時間は普通は比較的速い恢復を示すのに對して條件反射が制止をうけて現われない前回の無條件反射の散大恢復には可成長い時間を要する事が見られる。その時間的平均は可成個人差が大きく、又制止の程度により異なる。上述の如く第5圖の瞳孔運動曲線圖1及び3の比較もその事實を示している。

Fig 5 實驗Ⅲに於ける1例

- 1 強化第15回目
- 2 強化第15回目後の測定
- 3 強化第20回目
- 4 強化第20回目後の測定

本實驗に於ては手續に於て述べた如く附隨的に緩性形成法を用いて比較した結果は實驗Ⅶ及びⅧは何れも1日の強化回数が少い爲に強化の強さは弱く第5乃至7日目頃から條件形成の過程が見られる。それ以後には特に被験者の眼の疲勞が甚だしい時以外は反應が抑制せられる様な傾向は見られない。

IV 結果の考察及び結論

現在に至る迄の多數の瞳孔光反射の條件形成に關する研究の結果とその有する問題とを考慮して本實驗結果より次の諸點を注目すべき點として述べる事が出来る。

1. 從來の實驗方法と異り光電管による連續的自記瞳孔運動描寫法により精密な時間的經過並びに瞳孔運動曲線の測定が可能になつた。しかし此處に得られた結果は隻眼に對して常に測定の爲の瞳孔照射光を與へ、他眼に無

條件刺激光を與へて、その共感性反射を測定する方法を用いた爲に從來の成功した實驗で用いられた適當な條件に於ける場合と直接比較は出来ない。無條件反射量と條件反射量の相對的な量的比較を改めて今後に於て非常に難い問題であるが量的測定が直接出来る様に改良する事により條件反射の潜時、頻度、形態のみならず、その反應量の測定から、より充分な考察が出来る事が望ましい。

凝視點による調節及び輻輳作用の影響や、光の照射條件による無條件反射量、又共感性反射を用いる事には問題となる點は存在しない。よりよき實驗條件は刺激の時間的關係と條件刺激の強さの問題である。

2. 實驗方法に於て設定した9種の條件中無條件刺激が6秒の際は瞳孔條件形成に最も適した時間間隔の關係は9秒の繼時的な條件形成及び0秒の痕跡條件形成法の場合である。特に0秒及び1秒の繼時的條件では條件形成は困難である。9秒より長い延滞に就て試みその延滞の可能な限界及び最も條件形成に好適な時間關係を見出す事は將來の問題として残されて居る。痕跡條件反射では條件刺激及び無條件刺激の種々の長さの組合せに就て試みる必要がある。以上の結果は何れも40回の強化回数に於ける條件形成の可能性の比較であり、各條件に於て條件形成が可能か否かは強化回数の増加との關係に於て考察しなければならない。

3. 本實驗の結果は總ての條件に於て瞳孔條件反射の確立が容易に可能であるという結論を下すには充分でない。明らかに條件形成の過程には制止機能の干涉による反應の抑制の現象が起ると見るべきである。本實驗の條件では大體強化回数15回以後に於て制止過程が生ずると考へられる。制止現象は無條件反射として起つた瞳孔收縮が散大する際の恢復時間、及び無條件反射である瞳孔光反射の潜時に關係がある。條件反射及び兩刺激の提示間の延滞或は痕跡間隔中に現われる所謂期待反應或は一次的反應の力動的な過程は興味ある問題であるが、之は刺激時間々隔や一日の實驗系列に於ける強化回数とその間隔等の要因についてより好ましい條件が見出されたならばより充分な分析が可能であると考えられる。

條件反射形成に於ける時間的要因に關する理論的論議を背景として White 等³¹⁾や、Kimble¹²⁾の刺激の時間的間隔の實驗的研究は重要なものである。之等の結果は瞳孔條件反射に於ても1/2秒附近の時間的條件について詳細に試みる必要がある事を示しているが、此處で得られた0秒や1秒に於けるよりも刺激の延滞時間間隔が長い方が條件形成が容易である事はこの長い間隔が最も好適な時間條件である事を意味すると考へる以外に一種の

延滞制止の要因をも含めて考慮する必要があると考へられる。

従来に於て形成の可能性が問題にされ、又絶えず制止現象によつて不安定な形成過程を示して居る瞳孔条件反射に於て、その制止の機制に理解が得られるならば従来の問題に解決が與えられると思われる。本實驗で明らかにされた制止過程の際の瞳孔運動の二つの特性と更に收縮散大の瞳孔運動曲線の分析、又瞳孔動揺に関する觀察を進める事によつて Lowenstein 等¹⁶⁾¹⁷⁾の瞳孔運動曲線からの瞳孔反射の神経支配の興奮及び制止に関する基礎的研究と共に新しい展開が與えられるのではないかと考へられる。

文 献

- 1) Baker, L. E. : The pupillary response conditioned to subliminal auditory stimuli. *Psychol. Monogr.*, 1938, 50, No. 223, 32pp.
- 2) Brown, R. H., & Page, H. E. : Pupil dilation and dark adaptation. *J. exp. Psychol.*, 1939, 25, 347—360.
- 3) Cason, H. : The conditioned pupillary reaction. *J. exp. Psychol.*, 1922, 5, 108—146.
- 4) Ferree, C. E., Rand, G., & Harris, E. T. : Intensity of light and area of illuminated field as interacting factors in size of pupil. *J. exp. Psychol.*, 1933, 16, 408—422.
- 5) Girden, E. : The dissociation of pupillary conditioned reflexes under erythroidine and curare. *J. exp. Psychol.*, 1942, 31, 322—332.
- 6) Harlow, H. F., & Stagner, R. : Effect of complete striate muscle paralysis upon the learning process. *J. exp. Psychol.*, 1933, 16, 283—294.
- 7) Hilgard, E. R., Dutton, C. E. & Helmick, J. S. : Attempted pupillary conditioning at four stimulus intervals. *J. exp. Psychol.*, 1949, 39, 683—689.
- 8) Hilgard, E. E., Miller, J., & Ohlson, J. A. : Three attempts to secure pupillary conditioning to auditory stimuli near the absolute-threshold. *J. exp. Psychol.*, 1941, 29, 89—103.
- 9) Hilgard, E. R., & Ohlson, J. A. : Pupillary conditioning to auditory stimuli near the absolute threshold. *Psychol. Bull.*, 1939, 36, 577.
- 10) Hudgins, C. V. : Conditioning and the voluntary control of the pupillary light reflex. *J. gen. Psychol.*, 1933, 8, 3—51.
- 11) Hudgins, C. V. : Steckle and Renshaw on the conditioned iridic reflex : a discussion. *J. gen. Psychol.*, 1935, 12, 208—214.
- 12) Kimble G. A. : Conitioning as a function of the time between conditioned and unconditioned stimuli. *J. exp. Psychol.*, 1947, 37, 1—15.
- 13) 古武彌正・美濱久春 : 人間に於ける瞳孔反射の条件形成・心理學研究, 1951, 22, 77—87.
- 14) 古武彌正・美濱久春 : C. V. Hudgins の方法による瞳孔条件反射の有意統制・心理學研究, 1952, 23, 88—92.
- 15) Kotoliarevsky, L. I. : The formation of pupillary conditioned reflexes and of a differentiation in response to both direct and verbal stimuli. *Ark. biol. Nauk.*, 1935, 39, 477—489. (*Biol. Abstr.*, 1937, 11, No. 13724)
- 16) Lowenstein, O., & Lowenfeld, I. E. : Role of sympathetic and parasympathetic systems in reflex dilation of the pupil : Pupillographic studies. *Arch. Neurol. Psychiat.*, 1950, 64, 313—340.
- 17) Lowenstein, O., & Loewenfeld, I. E. : Mutual role of sympathetic and parasympathetic in shaping of the pupillary reflex to light : pupillographic studies. *Arch. Neurol. Psychiat.*, 1950, 64, 341—375.
- 18) 眞柄敏正 : 瞳孔運動に関する研究 (第一報). 新潟醫學會雜誌, 1948, 62, 10, 9pp.
- 19) Metzner, C. A. & Bker, L. E. : The pupillary response conditioned to subliminal auditory stimuli : a control experiment. *Psychol. Bull.*, 1939, 36, 625.
- 20) Page, H. E. : The relation between area of stimulation and intensity of light at various levels of visual excitation as measured by pupil constriction. *J. exp. Psychol.*, 1941, 29, 177—200.
- 21) Reeves, P. : Rate of pupillary dilation and contraction. *Psychol. Rev.*, 1918, 25, 330—340.
- 22) Rodnick, E. H. : Characteristics of delayed and trace conditioned responses. *J. exp. Psychol.*, 1937, 20, 409—425.
- 23) Rodnick, E. H. : Does the interval of delay of conditioned responses possess inhibitory properties? *J. exp. Psychol.*, 1937, 20, 507—527.
- 24) Steckle, L. C. : Two additional attempts to condition the pupillary reflex. *J. gen. Psychol.*, 1936, 15, 369—377.
- 25) Steckle, L. C., & Renshaw, S. : An investigation of the conditioned iridic reflex. *J. gen. Psychol.*, 1934, 11, 3—23.
- 26) Stern, F. : An investigation of pupillary conditioning. Unpublished Ph. D. dissertation, Univ. Washington, 1948. (*Psychol. Abstr.*, 1949, 23, No. 404.)
- 27) Switzer, S. A. : Anticipatory and inhibitory characteristics of delayed conditioned reactions. *J. exp. Psychol.*, 1934, 17, 603—620.
- 28) Ten Cate, J. : Die Pupillenverengung, als bedingter Reflex auf akustische Reize und ihre Beziehung zu der Grosshirnrinde. *Arch. nterl. Physiol.*, 1934, 19, 417—425.
- 29) Watson, J. B. : The place of the conditioned reflex in psychology. *Psychol. Rev.*, 1916, 23, 89—116.
- 30) Wedell, C. H., Taylor, F. V., & Skolnick, A. : An attempt to condition the pupillary response. *J. exp. Psychol.*, 1940, 27, 517—531.
- 31) White, C. T., & Schlosberg, H. : Degree of conditioning of the GSR as a function of the period of delay. *J. exp. Psychol.*, 1952, 43, 357—362.
- 32) Young, F. A., & Biersdorf, W. R. : An apparatus for taking rapid photographs of the pupil in visual darkness. *Amer. J. Psychol.*, 1952, 65, 617—618.

— 1953. 7. 18. 受稿 —