

< 原著論文 > 瞬目による握力反応時間の遅延

| | |
|----------|---|
| 著者 | 吉田 茂, 朴 寅圭 |
| 著者別名 | Yoshida Shigeru, Park Inkyu |
| 雑誌名 | 体育科学系紀要 |
| 巻 | 23 |
| ページ | 73-80 |
| 発行年 | 2000-03 |
| その他のタイトル | <Original Articles>Reaction Time Delay Due to Eyeblinks in Grip Tasks |
| URL | http://hdl.handle.net/2241/11413 |

瞬目による握力反応時間の遅延

吉田 茂・朴 寅 圭*

Reaction Time Delay Due to Eyeblinks in Grip Tasks

YOSHIDA Shigeru and PARK Inkyu*

The authors have reported that eyeblinks cause the reaction time delay of about 50-150 ms in push-button tasks. This study examined to what extent reaction times would delay in grip tasks. Two male subjects participated in the tasks in which simple and choice reaction times to visual and auditory stimuli were measured. The results confirmed that the reaction times varied in the same manner as the push-button tasks and the delays were more than 50-60 ms especially in the choice reaction times. We always face such disadvantages due to eyeblinks in performance, so some practical strategies of suppressing eyeblinks should be developed, for example, gaze direction or facial expressions.

Key words: Eyeblink, Reaction time delay, Grip task

I. はじめに

運動場面においては、まさに「一瞬の間(魔)」が命取りとなる場合があり、不用意な瞬目は不利益をもたらす。我々は、瞬目の不利益要因を以下のように指摘した(吉田・朴, 1999。以下、前報告とする)。運動場面での経験則によると、視覚情報を逃す、それによって状況判断ができず益々対処しにくくなる、不安・緊張状態が相手に悟られる、悟られまいとすると更に緊張を高め瞬目発生率が上がる、眼球運動を伴い目標定位および自己定位が不安定になる、これによって本来の運動がずれて不正確になる、など正帰還系の悪循環的特性がある。

瞬目特性については、前報告で総括書(田多・山田・福田, 1991)を基にすでにまとめたが、特性と分類を確認しておく。瞬目は、1回で約100msの暗闇時間(blackout time)が生じ視覚情報が遮断され、これが平均約20回/分の頻度で起こるので全体で約3%が暗闇時間となる特性をもつ。瞬目は、随意性瞬目(意志の関与が明確な場合)、反射

性瞬目(外的反射誘発刺激が明確な場合で、瞬目潜時は短く数10ms程度)、および自発性瞬目(上記以外の場合)に分類され、本稿で扱うものはこの自発性瞬目である。

我々は、前報告で、不利益要因の一つとして反応時間(RT: reaction time)の遅延をとりあげ、瞬目により押しボタン反応時間が50~150ms程度遅れることを示した。これは、瞬目前後を含めて暗闇時間以上の期間にわたり生じ、視覚刺激はもちろん聴覚刺激によっても観察されたことから、一般的な遅延をもたらすことが示唆された。これは押下圧の小さい反応であり、認知判断の指標としては有効とみなされる。しかし、実際の運動場面では力量発揮課題が多く、これを再確認する必要がある。つまり、Henry and Rogers(1960)以来の、課題の困難度、負荷によって反応時間が変化するという遂行前計画の問題が残っている。

本報告では、同様の課題を用いて、力量発揮事象において瞬目が反応遅延へ及ぼす影響、すなわち、1) 予想される反応遅延を確認する、2) そ

の反応遅延の程度を評価することを目的として検討した。

II. 方法

1. 被験者

実験事態によく慣れている成人男性2名を用いた(Subj.1: 29yr, Subj.2: 50yr)。

2. 実験概要と環境

被験者は空調された実験室で瞬目測定用電極を装着し、簡易シールドルーム内の椅子に楽に腰をかけて、前方から提示される光または音刺激に対して右または左のデジタル握力計(竹井機器)を握り、単純あるいは選択反応を行う。室内照明は白熱灯(100W)、平均室温は約27℃、平均湿度は約58%であった(図1)。

3. 刺激

被験者の眼前約90cmから、5~7sのランダムな時間間隔で以下のパルス状刺激(持続時間20ms)を提示した。

視覚刺激(V: visual stimulus): 単純反応課題では緑色、選択反応課題では緑色と赤色の2種類の色光とし、発光ダイオード(LED)を用いて提示した。緑色(SANYO: SLP 236B-81)と赤色(SANYO: SLP 138C-51)のLEDの発光制御は、抵抗を介しTTL出力(直流5V)で行った。輝度は約600cd/m²であった。

聴覚刺激(A: auditory stimulus): 単純反応課題では正弦波純音で1000Hz、選択反応課題では500, 1000Hzの2種類とした(それぞれ約80dB)。ファンクション・ジェネレータ(NF: FG-141,

FG-143)で正弦波を発生させ、コンピューター(NEC: PC9801VXシステム)のTTL出力矩形波でゲート回路を制御し、増幅器を介してスピーカーに送った(SONY: LIBERTYシステム)。

4. データ収集

瞬目の測定・記録は眼球電図法に従い、スキンピュア(日本光電)で皮膚角質層を除去し、右眼球の上方約4cmの前額部(+極)と下方約3cmの頬部(-極)の2か所に、電極用糊をつけた電極(日本光電: NT-210)を電極押さえ紙(ダイヤモンドメカカル)で装着し、増幅器(NEC三栄: 生体増幅器1169)を通して行った。増幅器の時定数は瞬目ピークを明確に記録するためと、刺激用トリガー信号として用いるため、0.03sと小さく設定した。AD(analog-digital)変換ボード(カノープス: ADX-98E)によるデジタル変換の標準化周波数は200Hzであり、時間間隔にして5msであった。握力反応時間は、アナログ反応出力の5kgf時点を検出し、刺激時点からの差として算出した。これらの実験制御と分析のプログラムは、MS-DOS 3.30D(Microsoft)上で稼働するC言語(Borland: Turbo C++)を用いて、コンピューター(NEC: PC9801VXシステム)で作成した。また、瞬目、刺激マーク、反応マークは、ペンオシログラフ(NEC三栄: 8K33)にも記録し、実験中にモニターしながら行った。

5. 課題と測定

以下の課題に対して、握力計を右手にて握り、できるだけ素早く反応する。ただし、選択反応時は2つの握力計をそれぞれ左右の手にて握る。力

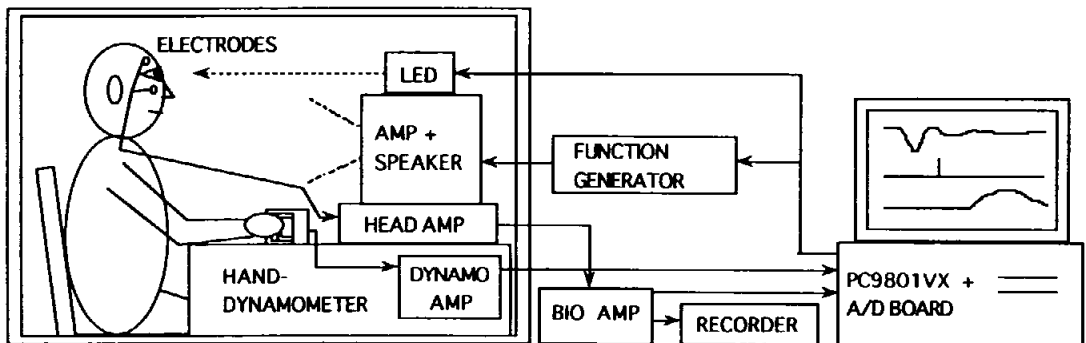


図1 瞬目・反応時間実験の刺激制御・データ収集システム

刺激系: コンピュータによって発光ダイオード(LED)またはアンプ・スピーカーを駆動する。反応系: 瞬目は生体アンプ(2段)を通しコンピュータ(A/D変換器)と紙記録器にて記録する。反応は増幅回路を通しコンピュータに入力する。

量ピークは各被験者の適度な力量とし、25～30kgf程度でできるだけ一定になるようにした。120回の刺激に対する反応を1試行とし、小休止をはさみながら試行を繰り返した。1試行の所要時間は15～20分であり、1名1日4試行以内として実験日を変えてデータを蓄積した。

単純反応課題(不定時刺激)(F: free run task): 提示時点を予測できないように5～7sのランダムな時間間隔で与えられた刺激に対して単純反応を行う。刺激前400msから刺激後600msまでの瞬目データをサンプルした。被験者、刺激ごとに4試行を行い、480 RTデータ(120×4)を得た。この方法は瞬目前後の反応がとれる利点があるが、分布が一様ではなく、また必要な瞬日近傍のデータが必ずしも取れるわけではないので多数回の試行が必要となる。

単純反応課題(瞬目時刺激)(S: simple reaction task): 瞬目開始時点の電位変化をトリガーにして刺激を提示し、単純反応時間を測定する。瞬目開始後300ms以内に5ms刻みでランダムな順に刺激を提示し、1試行で1時点につき2データを均等に収集した。被験者、刺激ごとに4試行を行い、1課題で480 RTデータ(120×4)を得た。この方法は瞬目直後のデータを細かく収集できるが、瞬目前のデータが取れないのが難点である。トリガーは、立ち上がり検出を確実にを行うため約5kgfの時点(電位で0.07V)とした。

選択反応課題(瞬目時刺激)(C: choice reaction task): 上記と同様にして、選択反応時間を測定した。被験者、刺激ごとに4試行を行い、1課題で480 RTデータ(120×4)を得た。

対照課題: 瞬目の影響をなくすため、閉眼状態で聴覚刺激に対して選択反応を行う課題とした。被験者、刺激ごとに1試行を行い、120 RTデータを得た。

6. データ分析

まず、筋電の混入の大きいデータ、眼球運動・体動などによるドリフトやノイズの大きいデータも除去した。また、平均RTが600ms以上の場合は無反応とし別カテゴリーにすべきであるが、便宜的に演算上連続データとみなし、一律999msとして処理した。いずれのデータも同一級内において、その平均から標準偏差の2倍を越えた場合は特異データとして除去した。

不定時刺激については、デジタル・データか

ら瞬目のピークを自動検出し、波形出力プリントを参照しながら視察で確認してピーク時間を決定した。複数回の瞬目があった場合には、刺激時点に近いものを選択した。次に、刺激提示時点を原点(0ms)として、瞬目ピークの相対時間(-400～600ms)に対するRTの平均、標準偏差、最大、最小値を算出した。瞬目ピークの相対時間が負の場合は、刺激前に瞬目が起こったことを意味する。サンプル分布が一様でないので、10msを級幅として、級内にできるだけ多くのデータが入るようにした。サンプル時間内に瞬目が出現しない場合は別クラスとし、その平均RTを無瞬目の対照データとした。

瞬目時刺激については、瞬目開始から0～300msの刺激提示時間に対するRTの平均、標準偏差、最大、最小値を、10msを級幅として算出した。選択反応課題では、誤反応(平均2%)を除いて正反応のRTのみを分析対象とした。

II. 結果

以下、対照反応時間、単純反応時間(不定時刺激)、単純反応時間(瞬目時刺激)、選択反応時間(瞬目時刺激)、刺激種による特徴の順で結果をみていく。図のGFV.1などの記号は、G(grip)、F(free run) S(simple) C(choice)、A(auditory)/V(visual)、被験者番号(1/2)の順である。RTは太実線で、SDは点線で示した。対照課題RTは、実験課題RTと5%水準で有意差(t検定)が見られた期間を横実線で示した。

1. 対照反応時間

記録期間に瞬目がなかった場合の無瞬目反応時間(N: no eyeblink)は、視覚刺激で、Subj.1: 276 ± 41 ms (n=121)、Subj.2: 267 ± 34 ms (n=46)、聴覚刺激で、Subj.1: 235 ± 30 ms (n=54)、Subj.2: 240 ± 33 ms (n=98)であった。閉眼聴覚選択反応時間(C: choice)は、Subj.1: 378 ± 53 ms (n=113)、Subj.2: 275 ± 40 ms (n=116)であった。これらの平均値は、各図の中央に横線で示し記号を付した(図2-4)。反応時間は全体で、無瞬目反応時間(N)(聴覚(A) < 視覚(V))、閉眼聴覚選択反応時間(C)の順に、NA < NV < Cのように長くなっている。

前報告と被験者が同じなので、これらの対照反応時間の比較をt検定で行った(差(d) = 今回 - 前回)。無瞬目反応時間(N)において、視覚刺激

で, Subj.1 : $d = -2$ ms ($t(280) = -0.37$, n.s.),
 Subj.2 : $d = -5$ ms ($t(401) = -0.62$, n.s.), 聴覚刺
 激で, Subj.1 : $d = 20$ ms ($t(249) = 3.1$, $p < 0.01$),
 Subj.2 : $d = 16$ ms ($t(620) = 4.1$, $p < 0.01$)であ
 った。閉眼聴覚選択反応時間(C : choice)は, Subj.1
 : $d = 82$ ms ($t(115) = 12.9$, $p < 0.01$), Subj.2 : d
 $= 40$ ms ($t(113) = 8.7$, $p < 0.01$)であった。

2. 単純反応課題(不定時刺激)(図2)

各図の上に課題条件と被験者を記号で示した。
 上2図が視覚刺激, 下2図が聴覚刺激に対する反
 応時間(横線 : t検定, 5%有意), 下部に標準偏
 差(点線)を示す。横軸は刺激時点を原点として瞬
 目ピークを表示したものであり, 負の値は刺激前
 の瞬目ピーク, 正の値は刺激後の瞬目ピークを表

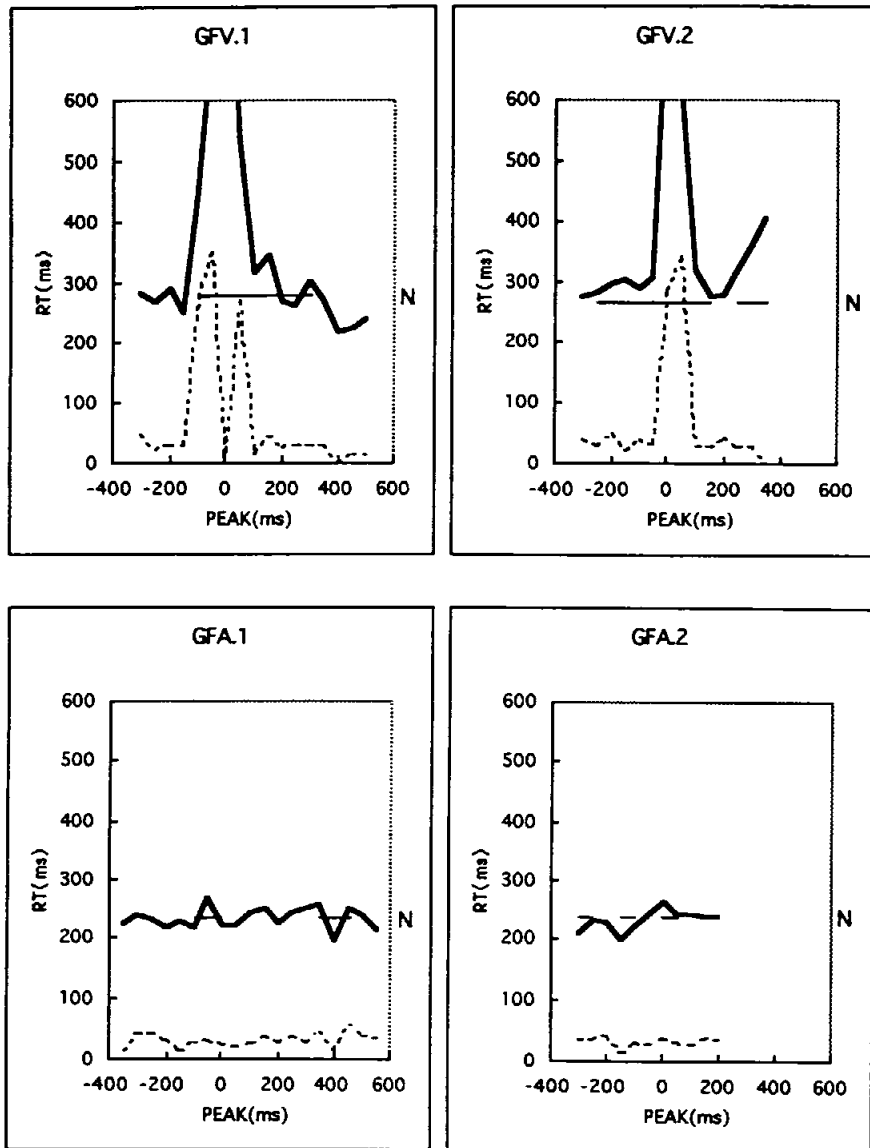


図2 単純反応時間(不定時刺激)
 各図の上に条件と被験者を記号で示す。上2図が視覚刺激, 下2図が聴覚刺激に対する反応時間(ms)(太線), 下部に標準偏差(点線)を示す。横軸は刺激時点を原点とした瞬目ピーク時間(ms)を表す。中央の横線は, 無瞬目単純反応時間 N を示し, 反応時間の差の検定で有意(t検定, 5%)となった区間である。

す。中央の横線は、無瞬目反応時間(N)を示す。

視覚刺激では、刺激時点で瞬目が発生するとほとんど見えないので無反応となる。無瞬目反応時間(N)と比較すると、両被験者とも刺激前後200msで50ms以上の有意な遅延があった。標準偏差は両者とも刺激時点付近ではほぼ100ms以上と大きな変動が見られる。

聴覚刺激では、刺激時点と瞬目ピークが重なっても無反応ということはないが、無瞬目反応時間

(N)と比較すると、刺激時点付近で50ms程度の有意な遅延が見られる。

3. 単純反応課題(瞬目時刺激)(図3)

図の説明は上記と同様である。ただし、横軸は瞬目開始を原点とした刺激提示時間を表す。

視覚刺激では、瞬目開始後はほぼ50msを中心とした瞬目ピークを含む区間ではほとんど無反応である。瞬目開始直後はある程度見える場合があり、全くの無反応とはならないが、100~200ms

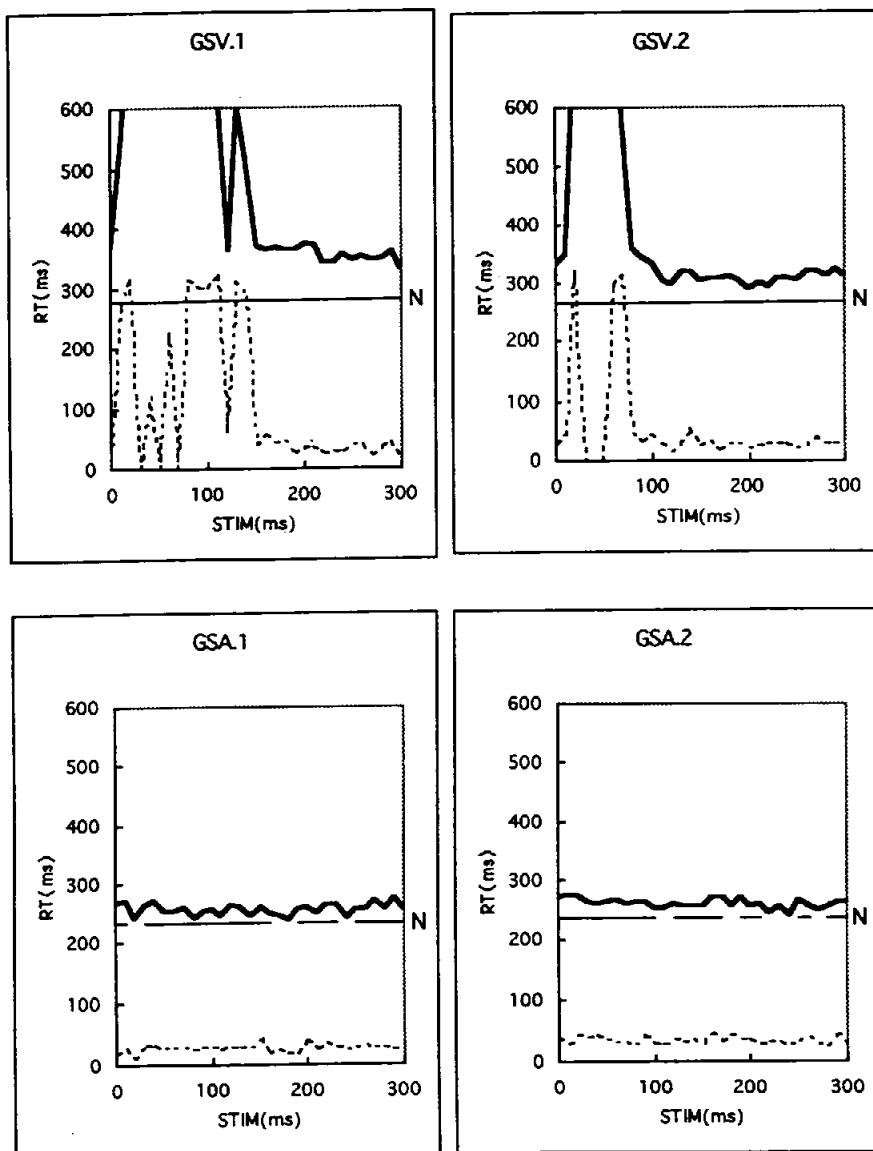


図3 単純反応時間(瞬目時刺激)

図の見方は、図2と同様である。横軸は瞬目開始時を原点とした刺激提示時間(ms)を表す。

の遅延となっている。無瞬目反応時間(N)と比較すると、Subj.1では刺激後20msで無反応、その後150ms以降は80ms程度の遅延がある。Subj.2では無反応後100ms以降は50ms程度の遅延があった。標準偏差は両者とも瞬目期間は300msと大きな変動が見られるが、その後は30msと小さく安定していた。

聴覚刺激では、やはり刺激時点と瞬目ピークが重なっても無反応ということはないが、無瞬目反

応時間(N)と比較すると全体的に30~50ms程度の有意な遅延が見られる。標準偏差は30ms程度であり安定している。

4. 選択反応課題(瞬目時刺激)(図4)

図の説明は前述と同様である。ただし、中央の横線に閉眼時の聴覚選択反応時間(C)を加えてある。

視覚刺激では、瞬目開始後に瞬目ピークを含む無反応となる区間が、Subj.1では150ms、Subj.2で

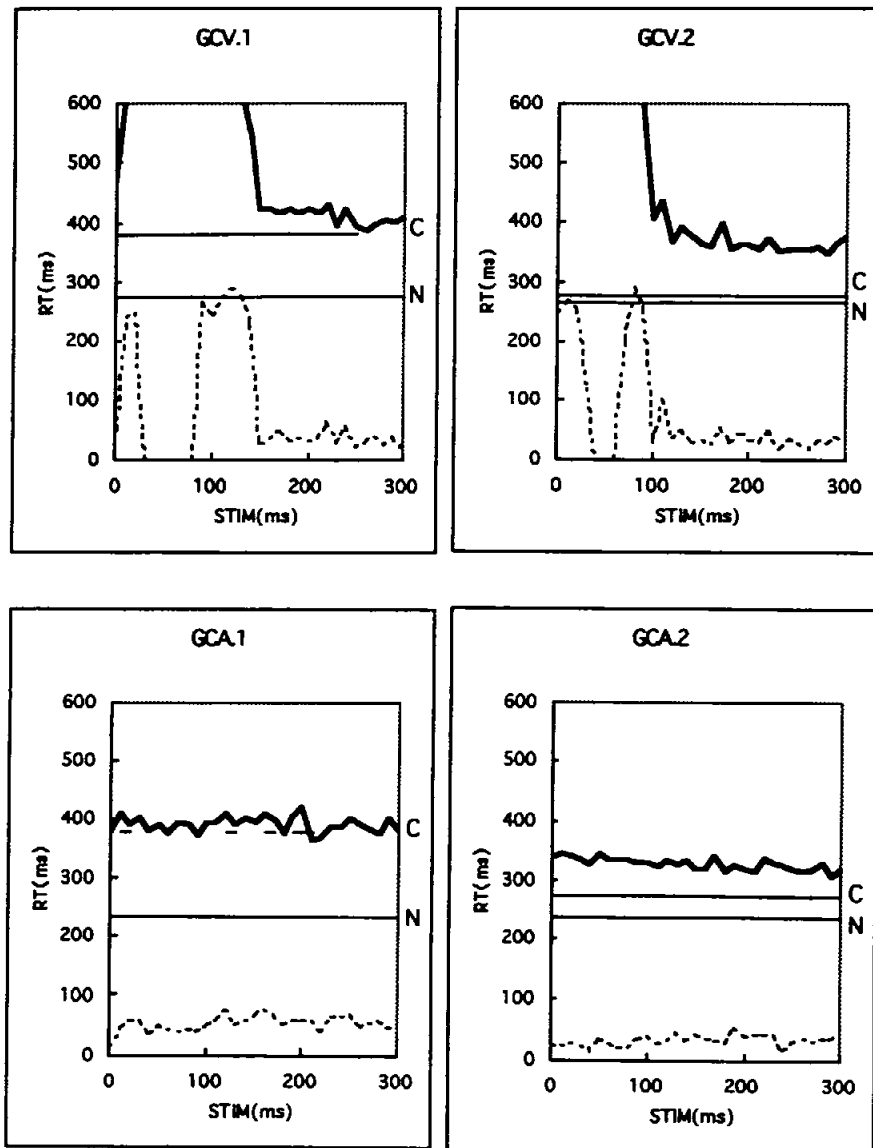


図4 選択反応時間(瞬目時刺激)

図の見方は、図2と同様である。横軸は瞬目開始時を原点とした刺激提示時間(ms)を表す。閉眼時聴覚選択反応時間(C)を追加してある。

は100msと拡大している。しかも選択反応の特徴であるが、全体に遅延傾向が見られる。無瞬目反応時間(N)と比較すると、無反応を除いて、Subj.1では全体で100ms以上の遅延、Subj.2では80ms以上の遅延がある。閉眼時聴覚選択反応時間(C)と比較すると、Subj.1は50ms、Subj.2は全域で90ms程度の有意な遅延が見られた。標準偏差は両者とも瞬目が重なる区間では300ms近くの大きな変動が見られ、それ以降は40ms程度で安定している。

聴覚刺激では、やはり瞬目開始後の無反応区間はない。無瞬目反応時間(N)と比較すると両被験者とも全体に100~170msの有意な遅延が見られる。閉眼時聴覚選択反応時間(C)と比較すると、Subj.1は所々30~50msの遅延が見られ、Subj.2は全域で60ms程度の有意な遅延が見られた。標準偏差は30~50ms程度で安定している。

5. 刺激種による全体傾向

視覚刺激では、瞬目期間は当然ながら無反応となり、瞬目の前後で基本的な無瞬目反応時間(N)と比較して50~100ms、やや厳しい基準の閉眼時聴覚選択反応時間(C)と比較しても50ms程度の遅延がある。聴覚刺激では、瞬目期間に30~50ms以上遅延しており、視覚刺激による遅延は、聴覚刺激よりも大きかった。

IV. 考察

反応遅延をまとめると、ほぼ、対照課題(N) < 単純反応課題(F) < 単純反応課題(S) < 対照課題(C) < 選択反応課題(C)の順に増大し、瞬目の握力反応時間への影響が確認された。前報告では、単純反応課題(S) < 単純反応課題(F)であり、これが発揮力量の違いによるものとすれば、力量発揮課題では不定期刺激の方が運動系が活性化され反応準備状態(予備緊張)が高まっていた可能性がある。瞬目期間近傍では、対照課題(N, C) < 聴覚刺激(A) < 視覚刺激(V)と遅延が増大し、これらの傾向は反応時間研究では一般的な特性(Welford, 1980)を示した。前報告と同様に、反応時間は、対照課題 < 実験課題の傾向が見られ、この遅延は、やはり瞬目の影響とみなすことができることが再確認された。

反応遅延について前報告との絶対比較をすると、単純反応課題(F)で10ms、単純反応課題(S)で50ms、選択反応課題(C)で60ms程度の遅延増となっている。これは、反応様式、測定方式が異

なるので直接比較することは難しく、参考結果として留めるべきであろうが、力量発揮による判断から反応までの遅延と考えてよいであろう。内省報告によると、「ボタン押しの場合にはちょっと遅れても反応したが、握力の場合には、判断がつかないときは反応を躊躇して時には無反応になる場合がある」という。この点を考え合わせると、力量発揮の場合は大きな遅延あるいはそれ以上の遂行抑制までの危険性がある。

個人内変動については、前回と同一被験者であるので比較的少ないと考えられたが、各被験者において、聴覚刺激対照 RT で20, 16ms, 閉眼聴覚選択対照 RT(N)で82, 40msの有意な増大が見られた。反応時間の算出が力量5kgfの時点の影響ならば、系統誤差として全ての対照 RT(C)に同時間の遅延が出るはずであるので、この可能性は少ない。聴覚刺激条件のみで対照 RTが増大するという一貫性があるので、今後の検討課題である。

これまで、運動、力量発揮での瞬目研究は、楠本・山岡・山本(1982)の、弓道における瞬目の中率の報告以来ほとんどない。前報告では、知覚レベルの非意識的抑制過程(Volkman, 1986)、積極的眼球運動による固視(吉田・篠田, 1987; 1988)、特に追跡眼球運動効果(朴・吉田, 1998)、注意集中の指標(Ponder & Kennedy, 1928)、心理的快・注意外向の状態(Tecce, 1989)を考察した。次にはこれらを統合的に検討し、心理状態を制御して瞬目を間接的に低下させ、良循環システムを維持していく方策を創案すべき段階にある。

実際のスポーツではより複雑な選択・判断が必要で、判断による遅延はさらに増大し、運動系への影響も大きくなる。さらに競技場面では緊張状態が高く、瞬目発生率も高くなり、運動遂行を低下させる要因となる。上述のような心理要因を含めて積極的な目慣らし訓練を実践していく必要がある。

V. まとめ

本研究では、握力反応課題において、瞬目が反応時間の遅延にどれだけ関与するかを検討した。視覚刺激では、当然ながら瞬目時にはほとんど見えず無反応であり、また瞬目前後でも暗闇時間(約100ms)以上の期間で50~150msの反応遅延がみられた。聴覚刺激においても影響があり、刺激種が異なっても一般的な遅延効果があることが再

確認された。この傾向は、特に選択反応において、押しボタン反応遅延よりも更に50~60ms増加し顕著になった。これは、実際のスポーツ場面では複雑な判断課題および力量発揮事態となるゆえに大きな問題となる。今後は、運動場面に実践的に対処するための効果的瞬目法および瞬目抑制法として、顔の仰角(視線方向)や表情(目遣い)との関連についても検討を進めていく。

引用・参考文献

- Henry FM, and Rogers DE (1960): Increased response latency for complicated movements and a "memory drum" theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly* 31: 448-458.
- 楠本恭久・山岡 淳・山本麻子(1982): 弓道の生理心理学的研究 - 〈ひきおこし〉から〈離れ〉まで-。 *スポーツ心理学研究* 9: 26-29.
- 朴 寅圭・吉田 茂(1998): 一致タイミング課題における効果的眼球運動パターンと知覚的方略。 *いばらき健康・スポーツ科学* 16: 27-39.
- Ponder E. and Kennedy WP (1928): On the act of blinking. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 18: 89-110.
- 田多英興・山田富美雄・福田恭介(編著)(1991): まばたきの心理学, 北大路書房, 京都.
- Tecce JJ (1989): Eyeblinks and psychological functions: A two-process model. *Psychophysiology* 26: 4A (Supplement), 5-6.
- Volkman FC (1986): Human visual suppression. *Vision Research* 26: 1401-1416.
- Welford AT(Ed): (1980): *Reaction Times*. Academic Press, London.
- 吉田 茂 1997 : 遅延調整過程としてみた運動学習. 筑波大学体育科学系紀要 20: 9-17.
- 吉田 茂・篠田伸夫(1987): 標的固視の眼球運動特性. 筑波大学体育科学系紀要 10: 69-73.
- 吉田 茂・篠田伸夫(1988): 眼球運動の追視と固視に関する異方性の検討. 筑波大学体育科学系紀要 11: 51-57.
- 吉田 茂・朴 寅圭(1999): 瞬目による押しボタン反応時間の遅延. 筑波大学体育科学系紀要 22: 109-117.