注意水準の変化に関する研究

——RT課題におけるHRとEMGを指標として——

竹 中 晃 二 (関西学院大学)
(昭和56年10月14日 受付)

The study on the changes of attentional level
——focusing on HP and EMG in the RT task——

Kohji Takenaka¹

Abstract

The purpose of this study was to clarify the heart period (HP) changes and the forearm electromyogram (EMG) changes during the fixed (F) and the variable (V) foreperiods of the reaction time (RT) task.

Six undergraduate male students of a university were tested under both conditions.

In condition F, the mean HP changes showed three components (deceleration-acceleration-deceleration) and the mean EMG changes increased gradually in each foreperiod (4, 8 and 12 sec): In condition V, they showed such a wave form corresponding to three foreperiod (4, 8 and 12 sec). The analysis of RTs revealed that in condition F the RTs were significantly faster than those in condition V, and that in condition V the RTs were faster as the foreperiod increased in length. The mean HP decelerations at the termination of foreperiods were not significantly correlated with the RTs in condition V, but were significantly correlated in condition F (4 and 8 sec). The RTs and the changes observed in the mean HP and EMG in condition V were interpreted as changes of attentional level produced by the temporal uncertainty and by the motor preparation during foreperiods.

(Kohji Takenaka, "The study on the changes of attentional level—focusing on HP and EMG in the RT task—," Jap. J. Phys. Educ. 27—2 : 153—60, September, 1982)

1 Kwansei Gakuin University, Uegahara, Nishinomiya, Hyogo, (662).

研究目的

反応時間 (reaction time, 以下RTと略す) が種々の心理・生理的要因に影響されることは、従来より多くの実験研究によって検証されてきた。その中でも心理的要因としての被験者の「構え」、あるいは「期待」に関係する先行時間 (foreperiod) 条件がRTにおよぼす効果については、種々の生理的指標を用いて詳しく調べられている^{2), 3), 4), 14), 16), 17), 18), 32)}。その生理的指標のひとつとして、反応の変化形態が2方向性である心拍率 (heart rate, 以下HRと略す) を指標とした研究は数多く行われ、単純RT実験においては、被験者のHR減少が先行時間中に生じることが確かめられている。このHR変化は被験者の注意水準の指標とされ、Lacey²⁰⁾はHR減少は刺激入力の取り入れ (intake) 時に生じ、その減少量が大きいほど反応が速くなり、反対にHR増加は環境刺激の拒絶 (rejection) を意味すると考えている。一方、Obrist, et al.²⁴⁾はHR減少中に課題と無関係な骨格筋活動が低下したことから、注意という心理過程が自発的な骨格筋活動を低下させ、その結果として、心臓活動が調整され、HRの減少が生じると述べている。

さらには、この先行時間中のHR変化については、その時間経過に伴い、三相性の変化が生じることが報告されている^{1), 5), 6), 7), 8), 10), 11), 12), 15), 19), 21), 22), 23), 24), 25), 26), 30), 31)}。すなわち、第1刺激 (warning stimulus, 以下 S_1 と略す) の直後にHRは減速し、その後数秒間で急速に加速し、第2刺激 (imperative stimulus, 以下 S_2 と略す) の提示時点まで再び減速するというものである。この減速—加速—減速の3成分は、先行時間中における各種の心理的要因を反映していると考えられている。これら3成分に関する研究例を、最初の減速成分を D_1 、次の加速成分をA、最後の減速成分を D_2 と略して、以下に簡単に述べる。

1) D_1 成分

最初の D_1 成分は S_1 に対する定位反射 (orienting reflex, 以下ORと略す) の一形態であるとされ、 S_1 の信号性に関する論議がなされてきた。Chase, et al.⁵⁾は、 D_1 は S_1 によって喚起さ

れた無条件反応であり、 S_1 の非信号的側面と信号的側面の結合によるORであるとしている。一方、Walter and Porges³¹⁾は、 D_1 は S_1 の信号価の差には影響されず、刺激強度のような S_1 の物理的特性の変化に鋭敏であることから、 D_1 は S_1 の非信号的側面に対するORであると述べ、さらに、Connor and Lang⁸⁾、Hart¹²⁾も D_1 と刺激強度との関連性が高いことを報告している。

2) A成分

A成分に反映されるものとして、Hart¹²⁾は非信号刺激に対する加速成分の方が信号刺激に対するものより大きく、 S_1 の強度の増加がA成分の振幅に影響することを報告している。さらに、Coles and Duncan-Jodnson⁷⁾は聴覚刺激の弁別要求課題を用い、A成分は S_1 信号特性と関連し、信号刺激に対するORとしながらも、A成分に反映されるのは情報処理と意志決定であるとしている。一方、Chase, et al.⁵⁾はHRがエネルギー要求の増加と関係すると考え、反応時間課題に足を素早く上げる反応を用いたところ、キー押し反応の条件よりも大きなA成分が得られたことから、HRは反応課題の特性によって変化し、パフォーマンスに必要なエネルギーが関係すると考えた。

3) D_2 成分

D_2 の振幅に反映するものとしては、 S_1 特性には関係なく、 S_2 特性に関係すると言われ、課題の困難度を変化させること^{6), 7), 8), 23), 31)}や反応のスピードを要求する^{15), 21)}実験条件下で検証がなされてきた。 D_2 成分を説明するものとしては運動準備説と期待仮説がある。運動準備説とは、 S_2 時に要求される反応の確定性が高い程、その要求に対する反応準備のために、 D_2 振幅が増加するというものである。一方、期待仮説は、予期を高める必要のある課題難度や反応のスピード要求が高いほど、 D_2 振幅が増加するという仮説である¹⁾。Lacey and Lacey²¹⁾はこれらを神経生理学的に検証し、HR減速は圧受容器 (baroreceptor) の興奮を抑制することにより、感覚入力を促進的に受容すると考え、注意とHR減速との間に関係があることを報告している。

さらには、これら D_1 、A、 D_2 成分は、 S_1 と S_2

の時間間隔, すなわち先行時間間隔にも影響され, 4秒以下の条件においては, A成分あるいはD₂成分が見られないという報告^{5), 10), 12)}もある。

以上の研究においては, 先行時間を一定にした条件 (fixed condition, 以下F条件と略す) が用いられ, 明確なHR変動が現われているのに対して, 異なる先行時間を用いた条件 (variable condition, 以下V条件と略す) では必ずしも明確な結果が観察されていない。そこで, 本研究においては, V条件に注目して単純RT実験を行った。V条件においては, 時間経過の判断のみならず, 種々の心理過程が付加されるために, この条件下で生じる生理的变化の様相はF条件のものと異なって現われることが予想される。また, HR変化の各成分についてもF条件下と同様の解釈が適用されるか否かは興味ある問題であろう。したがって本研究は, 異なる先行時間経過に対応する特異的な注意水準の変動が存在するか否かを, 自律系指標としてHR^{註1)}, 随意運動指標として筋電位活動 (electromyogram, 以下EMGと略す) を用いて検証することを目的としている。

実験方法

1) 被験者

本実験で用いた被験者は, 年齢19—22歳, 平均20.8歳の右手利きの男子大学生6名であった。

2) 実験装置

i) 刺激

被験者の前方1mに設置した刺激パネル上の赤色発光ダイオードのオンセットを予告信号, オフセットを反応刺激とした。

ii) HR, RT, EMG測定装置

HRはECG第I誘導法により, 時定数0.01”で三栄測器製ポリグラフ142—8を用いて増幅し, ECGの各R波を論理回路²⁷⁾を通してTTLレベルの矩形波に変換した。さらに, 外部クロックを使用して, 各秒ごとのR—R間隔を富士通製マイクロコンピュータL-kit8によって, RTとともにmsec単位で測定した。EMGは右手尺側手根屈筋から導出し, 増幅後, 三栄測器製インテグレート—1310を用い, 1秒ごとの積分値をL-kit8と同期させ, ペン書き記録した。

3) 実験手続き

被験者は刺激パネル上の予告信号で準備し, 反応刺激に対しては, できるだけ早く反応キーを押すように教示された。反応刺激に対する予告信号の先行時間は, F, V両条件とも, 4, 8, 12秒の3種類で, F条件では同一の先行時間を10試行ずつ3種類行わせ, V条件では3種類の先行時間が無作為順序で用いられた。したがって, 被験者に対してはそれぞれの先行時間で10試行, F, V両条件で計60試行が行われた。F条件とV条件の間には10分間の休息期を設け, F条件とV条件, およびV条件内の3種類の先行時間間隔は被験者ごとにカウンターバランスされた。試行間隔は50秒から70秒, 平均60秒であった。なお, F, V両条件内の刺激および各測定の順序と時間スケジュールはL-kit8にプログラムすることによって決定した。

結果

結果の処理は, HRについては各試行の予告信号提示前10秒間の平均値を基準とし, それ以後の各秒ごと (sec-by-sec) の値と基準値との差 (heart period change) で表わした。また, EMGについては各試行の予告信号提示前5秒間の各積分値の平均を基準とし, 予告信号提示からの各1秒間内の積分値との差を, 校正した結果より任意単位として表わした。

1) HR

図1はF, V両条件下における各先行時間間隔内に生じた平均HR変化量を条件別に示したものである。F条件とV条件を各先行時間ごとに分散分析を行った結果, 先行時間8秒に時間の効果 ($F=12.29$, $df=8/40$, $p<0.01$), 12秒に条件の効果 ($F=9.75$, $df=1/5$, $p<0.05$), 時間の効果 ($F=10.21$, $df=12/60$, $p<0.01$), 条件と時間の交互作用 ($F=2.10$, $df=12/60$, $p<0.05$) が有意であった。先行時間4秒では, F, V両条件とも, HRの減速の量は小さく, 8秒では両条件とも近似した様相を示した。さらに, 12秒では, 予告信号提示後3秒目より両条件の様相は異なり, F条件では各先行時間内で漸減傾向を示したのに対して, V条件では波動的変化と

Fig.1. Mean heart period change from the pre-stimulus mean as a function of sec in foreperiods (4, 8, and 12 sec) under the fixed and variable conditions.

Fig.2. Mean EMG change from the prestimulus mean as a function of sec in foreperiods (4, 8, and 12 sec) under the fixed and variable conditions.

して現われた。

2) EMG

図2はF, V両条件下における各先行時間間隔内の平均EMG変化量を条件別に任意単位で示し

たものである。F条件とV条件を各先行時間ごとに分散分析を行った結果, 4秒 ($F=4.65$, $df=3/15$, $p<0.05$), 8秒 ($F=3.99$, $df=7/35$, $p<0.01$) に時間の効果, 12秒に時間の効果 ($F=12.04$, $df=11/55$, $p<0.01$), 条件と時間の交互作用 ($F=19.35$, $df=11/55$, $p<0.01$) が有意であった。EMGにおいても, HRと同様に, F条件では時間経過に伴って, 特に反応刺激提示直前で, 大きな変化を示し, V条件では波動的変化として現われた。

3) RT

図3はF, V両条件下における各先行時間のRTを, 逆数にして示したものである。条件の効果 ($F=28.80$, $df=1/5$, $p<0.01$) が有意で, F条件の方がV条件よりもRTは短かった。さら

Fig.3. Reaction time in foreperiods (4, 8, and 12 sec) under the fixed and variable conditions.

に, 条件と先行時間の間に交互作用 ($F=10.57$, $df=2/5$, $p<0.01$) が認められたことから, それぞれについてt検定を行った結果, 先行時間4秒 ($t=4.26$, $df=5$, $p<0.01$) と8秒 ($t=10.44$, $df=5$, $p<0.01$) ではF条件の方がV条件よりもRTは短かく, 12秒ではその差は有意でなかった。さらに, F条件では, 先行時間8秒の方が4秒よりも短かく, ($t=3.28$, $df=5$, $p<0.05$), V条件では, 12秒が4秒よりも短か

Table 1. Relationship between the mean heart period change (msec) at the termination of foreperiods (4, 8, 12 sec) and mean reaction time (msec) under the fixed and variable conditions.

Condition	Foreperiod	Correlation
F	4sec	0.813*
	8sec	-0.891**
	12sec	-0.064
V	4sec	0.251
	8sec	-0.247
	12sec	0.124

* $p < .05$, ** $p < .01$

った ($t=4.27$, $df=5$, $p<0.01$)。

4) HR減少量とRTの関係

表1はF, V両条件下における4, 8, 12秒の各先行時間ごとに, その反応刺激提示時の平均HR変化量(減少量)と平均RTの相関係数を示したものである。F条件の4, 8秒の先行時間に有意に高い相関が認められたものの, その正負は逆であり, またV条件では有意な結果は得られなかった。

論 議

本実験においては, 予告RT事態におけるHR反応およびEMG活動を指標として, F, V両条件の比較実験を行い, その心理過程を明らかにすることを試みた。

予告RT実験におけるHR反応については, 被験者が“stop”と考えるだけ²⁶⁾, あるいは注意をむけるだけ²²⁾で, 通常の実験要求課題と同様に, その大きさは異なるものの3相性の変化が現われることが報告されており, 「注意」という心理過程を探る上で, 重要な手がかりとされてきた。また, スポーツ場面と関連しては, Stern³⁰⁾は競争場면을擬態した反応(stair sprint and bike sprint)を課題とした実験を行った。その結果, 通常のキー押し反応などと比較するとA成分が大きく, D₂成分が遅れて現われること, さらにはそのHR反応は課題に関与するEMG活動と対応があることを報告しており, 実際の競技場面での心理過程を探る上でも興味ある研究である。

本実験では, F, V両条件とも先行時間条件に応じてHRは減速し, EMGは増加の傾向を示した。F条件においては, 先行時間が同一であるため, HRおよびEMGより見た被験者の準備パターンは, 各先行時間内において漸進傾向を示した。一方, V条件では, 各先行時間における反応刺激提示時までは, その様相はほぼ近似して現われ, 特に12秒条件下で見られるように, 各先行時間に対応したHRおよびEMGの波動的変化が認められた。また, V条件でのA成分はF条件のものと比べて, 予告信号後2秒目に現われ, V条件の方が先行時間の初期においては, 運動性の要素が強いことが伺えた。また, F条件ではD₂成分のピークがその先行時間に応じて遅れて現われ, V条件ではピークとはいえないが, その減速成分は波動的変化となって現われた。Elliot, et al.⁹⁾は反応刺激が規則的に提示される条件, すなわちF条件では, D₂成分のピークが遅れ, 反応刺激の重要性, あるいは反応刺激提示の不確実性が高いほど, 先行時間内でそのピークの出現時期がはやくなることを報告している。この報告は, 本実験でのF条件, および特にV条件における12秒先行時間の初期の減速の結果と一致している。さらには, このHR変化は先に述べたSternの報告のように, EMGとの対応も認められ, V条件においては, 時間経過の判断が付加された注意水準の変化が, HRおよびEMGの波動的変化として反映されたものと考えられる。

反応時間の結果に関しては, 先行時間12秒条件を除いて, F条件の方がV条件よりも短かった。このことは, 他の実験結果^{9), 16), 17), 18)}と一致し, F条件の方が, 被験者にとってタイミングがとりやすく, 運動性の準備が容易であることが理解できる。12秒に差が認められたことは, F条件では12秒という先行時間が被験者にとっては長すぎ, そのため, 時間推測の正確度が低下し, 反応の準備が未完成, あるいは注意の維持が困難なために生じた結果¹⁸⁾であると思われる。さらに, V条件においては12秒の先行時間条件が4秒のものより短かく, この結果から次のようなことが考えられる。F条件に比べ, V条件においては, 被験者は反応刺激がいつ提示されるかの予測

はできず、試行が進むにつれて、3種類の反応刺激の提示時期が存在することを知らず、その順序は無作為であるため、タイミングをとることは困難である。反応刺激提示への不確実性が最も高いのは4秒の時点であり、8秒の時点を通ると、被験者は、後は12秒しかないことに気づき、反応が容易になると考えられる。さらには、Karlin¹⁷⁾が述べているように、V条件では、被験者は中央の先行時間に順応し、準備状態をその時点で完成させ、反応刺激の到来に備える。したがって、その運動性の準備は先の反応刺激提示への不確実性とは逆に、12秒では大きく、4秒では最も小さくなり、このことがRTの差をもたらした原因と考えられる。また、その心理過程を反映するものとして、V条件でのHRおよびEMGが、各先行時間条件内におけるそれぞれの反応刺激提示時まで共通した変化過程を示したと考えられる。

HR変化とRTの関係では、Lacey and Lacey²¹⁾、Jennings and Wood¹⁵⁾は、予定期間中のHR反応の減速率とRTの間に負の相関があることを報告し、Krupski¹⁹⁾は大人の精神遅滞者のRTは長く、正常者と比較してHR反応の減速率とRTの相関が低いことを報告している。しかしながら、本実験における反応刺激提示時の平均HR変化量と平均RTとの関係は、F条件で有意に高い相関が認められたものの、4秒では正の、8秒では負の相関が得られた。このことについては、今後実験条件に検討を要すると考えられる。

最後に、問題点として、HR反応におよぼす呼吸活動の影響について考慮する必要がある。Sroufe^{28), 29)}は呼吸数がHRの変動性にのみ影響すること、すなわち速い呼吸はHR反応を安定させ、また、呼吸が深くなればHRとその変動性を増すことを報告している。さらに、刺激の提示時期に関しては、Hart¹³⁾は吸気と呼気のそれぞれの頂点に音刺激を提示し、その際のHRを比較した結果、吸気の頂点では刺激提示後2秒ぐらいまでHRは減速し、呼気の頂点に提示した場合は提示後3秒ぐらいまで増加したことを報告している。本研究においては、F条件では被験者の呼吸の調節は当然考えられるが、V条件では反応刺激がいつ提示されるかの予測は不可能であり、呼吸

の調節は困難であるため、呼吸活動そのものが本研究のHR変化に影響を与えているとは考えられない。しかしながら、今後、刺激の提示時期、呼吸活動の数量化の問題とともに呼吸活動を考慮した研究を進めていくつもりである。

結 論

予告RT事態において、4, 8, 12秒の各先行時間中のHR反応およびEMG活動を指標として、F, V両条件の比較実験を行った結果、次のような知見を得た。

1) 先行時間中の平均HR変化量に関しては、F条件では各先行時間内において漸減傾向を示したのに対して、V条件では、特に12秒条件下で見られたように、3種類の先行時間のそれぞれに対応した波動的変化が観察された。

2) 平均EMG変化量についても、HR反応と同様に、F条件では各先行時間に依りて増加し、V条件では波動的変化を示した。

3) RTは12秒の先行時間を除いて、F条件の方がV条件よりも短かく、V条件内の12秒が4秒よりも短かかった。

4) 反応刺激提示時の平均HR減少量と平均RTとの関係は、F条件において4秒と8秒の先行時間に有意に高い相関が認められたが、V条件では認められなかった。

(付 記)

稿を終るにあたり、終始御指導を賜りました関西学院大学文学部心理学科、宮田洋教授ならびに御協力いただきました体育研究室、新井節男教授に心から感謝します。なお、本研究の一部は、第32回日本体育学会において口頭発表した。

注

注1) 本研究においては、予告信号前の基準値との差を扱っており、HRへの変換による誤差をなくするため、R-R間隔 (heart period) 値を使用した。他の関連文献との混乱を避け、HR変化と同様の解釈が可能なように、その値の正負を逆にして図示した。以下、本文中においては、HRとして論議を進める。

引用・参考文献

- 1) Bohlin, G. and Kjellberg, A., "Orienting activity in two-stimulus paradigm as reflected in heart rate," in Kimmel, H. D., van Olst, E. H. and Orlebeke, J.F.(Eds.), *The orienting reflex in humans*, Lawrence Elbaum Associates : New York, 1979. pp.169-97.
- 2) Botwinick, J. and Brinley, J. F., "An analysis of set in relation to reaction time," *Journal of Experimental Psychology*, 63-6 : 568-74, 1962.
- 3) Botwinick, J. and Thompson, L. W., "Premotor and motor components of reaction time," *Journal of Experimental Psychology*, 71-1 : 9-15, 1966.
- 4) Botwinick, J. and Storandt, M. A., "Sensation and set in reaction time," *Perceptual and Motor Skills*, 34 : 103-06, 1972.
- 5) Chase, W.G., Graham, F.K. and Graham, D. T., "Components of HR response in anticipation of reaction time and exercise tasks," *Journal of Experimental Psychology*, 76-4 : 642-48, 1968.
- 6) Coles, M.G. H., "Physiological activity and detection : The effects of attentional requirements and the prediction of performance," *Biological Psychology*, 2 : 113-25, 1974.
- 7) Coles, M.G.H. and Duncan-Johnson, C.C., "Cardiac activity and information processing : The effects of stimulus significance and detection and response requirements," *Journal of Experimental Psychology*, 104 : 418, 1975.
- 8) Connor, W.H. and Lang, P.J., "Cortical slow wave and cardiac rate responses in stimulus orientation and reaction time conditions," *Journal of Experimental Psychology*, 82-2 : 310-20, 1969.
- 9) Elliott, R., Bankart, P. and Flaherty, B., "Relation of heart-rate deceleration and simple reaction time," *Perceptual and Motor Skills*, 42 : 1075-84, 1976.
- 10) Gaillard, A.W.K. and Perdok, J., "Slow cortical and heart rate correlates of discrimination performance," *Acta Psychologica*, 43 : 185-98, 1979.
- 11) Gatchel, R.J. and Lang, P.J., "Accuracy of psychophysical judgments and physiological response amplitude," *Journal of Experimental Psychology*, 98-1 : 175-83, 1973.
- 12) Hart, J. D., "Physiological responses of anxious and normal subjects to simple signal and nonsignal auditory stimuli," *Psychophysiology*, 11-4 : 443-51, 1974.
- 13) Hart, J.D., "Cardiac response to simple stimuli as a function of phase of the respiratory cycle," *Psychophysiology* 12-6 : 634-34, 1975.
- 14) Hohle, R.H., "Inferred Components of reaction times as functions of foreperiod duration," *Journal of Experimental Psychology*, 69-4 : 382-86, 1965.
- 15) Jennings, J.R. and Wood, C.C., "Cardiac cycle time effects on performance, phasic cardiac responses and their intercorrelation in choice reaction time," *Psychophysiology*, 14-3 : 297-307, 1977.
- 16) Kakigi, S., Kaizuka, T. and Imashioya, H., "Psychophysiological correlates of reaction time under conditions of fixed and variable foreperiods," *Japanese Psychological Research*, 14-1 : 8-15, 1972.
- 17) Karlin, L., "Reaction time as a function of foreperiod duration and variability," *Journal of Experimental Psychology*, 58-2 : 185-91, 1959.
- 18) Klemmer, E.T., "Time uncertainty in simple reaction time," *Journal of Experimental Psychology*, 51 : 179-84, 1956.
- 19) Krupski, A., "Heart rate changes during a fixed reaction time task in normal and retarded adult males," *Psychophysiology*, 12-3 : 262-67, 1975.
- 20) Lacey, J.I., "Somatic response patterning and stress : Some revisions of activation theory," in Appley, M.H. and Trumbull, R.(Eds.), *Psychological stress : Issues in research*, Appleton-Century-Crofts : New York, 1967. pp.14-44.
- 21) Lacey, J.I. and Lacey, B.C., "Some autonomic-central nervous system interrelationships," in Black, P. (Ed.), *Physiological correlates of emotion*, Academic Press : New York, 1970.
- 22) Lang, P.J., Öhman, A. and Simons, R.F., "The Psychophysiology of anticipation," in Requin, J. (Ed.), *Attention and performance*, Academic Press: London, 1978. pp. 469-85.
- 23) Lawler, K. A., Obrist, P. A. and Lawler, J. E., "Cardiac and somatic response patterns during a reaction time task in children and adults," *Psychophysiology*, 13-5 : 448-55, 1976.
- 24) Obrist, P. A., Webb, R. A. and Sutterer, J. R., "Heart-rate and somatic changes during aversive conditioning and a Simple reaction time tasks," *Psychophysiology*, 5-3 : 696-723, 1969.
- 25) Porges, S. W., "Heart rate variability and deceleration as indexes of reaction time," *Journal of Experimental Psychology*, 76-4 : 103-10, 1972.
- 26) Schwartz, G.E. and Higgins, J. D., "Cardiac activity preparatory to overt and covert behavior," *Science*, 173 : 1144-46, 1971.

- 27) Shimizu, H., "Reliable and precise identification of R-waves in the EKG with a simple peak detector," *Psychophysiology*, 15-5 : 499-501, 1978.
- 28) Sroufe, L. A., "Effects of depth and rate of breathing on heart rate and heart rate variability," *Psychophysiology*, 8-5 : 648-55, 1971.
- 29) Sroufe, L.A. and Morris, D., "Respiratory-cardiac relationships in children," *Psychophysiology*, 10-4 : 377-82, 1973.
- 30) Stern, R. M., "Reaction time and heart rate between the GET SET and GO of simulated races," *Psychophysiology*, 13-2 : 149-54, 1976.
- 31) Walter, G.F. and Porges, S. W., "Heart rate and respiratory responses as a function of task difficulty : The use of discriminant analysis in the selection of psychologically sensitive physiological responses," *Psychophysiology*, 13 : 563-71, 1976.
- 32) Woodworth, R. S and Schlosberg, H., *Experimental psychology*, Holt : New York, 1954. pp.8-42.