

心拍知覚能力測定方法の妥当性の検討

坂 野 雄 二* 温 泉 美 雪** 神 村 栄 一*

How to measure the ability of HR & HB perception with high validity ?

Yuji Sakano*, Miyuki Onsen**, & Eiichi Kamimura*

Summary

The purpose of this study is to compare the validity of two types of procedures to measure the ability of heart rate and heart beat perception, i.e. R-R interval time estimation method (HR perception) and Katkin-type R-wave perception (HB perception). 50 college students (36 male and 14 female) were requested to press a button when they perceive R-wave, to track ten R-waves, and to press a button again when they perceive the tenth R-wave.

Analyses based upon time discrepancy between Ss' estimation of ten pulses and real duration time necessary for ten pulses, and the fluctuation of delay between real R-wave and button pressing revealed ; (i) time estimation has no influence for the correctness of HR perception, (ii) real HR has no influence for HR perception, (iii) the stability of delay (HB perception) has influences from individual's real HR and are in proportion to R-R interval, (iv) there were no difference in perception scores despite of the strategies which Ss used for tracking their heart beats.

These results were discussed within the viewpoint of validity of methodology to measure individual's ability to perceive heart rate and heart beat. It is suggested that score obtained from stability of delay divided by real R-R interval time is the valid index to measure the perception ability.

Key Words : Heart rate perception, Heart beat perception, Measurement of HR & HB perception ability

問 題

内部知覚と心拍制御の関係についてはこれまで、反応の活動の違いを弁別することができる場合のみその制御が可能であること、および、反応の弁別力が増すと、その反応を制御する能力も改善されることが指摘されている (Brener, 1977 ; 平井他, 1989)。また、Heart Beat (HB) 弁別訓練

の際に、訓練時の結果の知識を付加することによって HB 弁別能力が増加することが確認されている (山本他, 1985)。このことから、心拍制御課題において、反応の変化をフィードバックした場合の方が、しない場合より反応を制御しやすくなるのは、課題中に HB を弁別する能力が向上しているからであると考えられる。

しかしながら、このような指摘と一致していな

* 人間健康科学科

** 早稲田大学大学院人間科学研究科

* *Department of Human Health Sciences*

** *Graduate Division of Human Sciences*

い結果も報告されている。いずれもバイオフィードバックを適用した場合であるが、心拍の増加課題と減少課題において、内部知覚の優れていない者が優れている者より課題を成功させたという報告 (Blanchard et al., 1972) もあれば、内部知覚能力の中程度の者が、その優れている者や優れていない者より課題を成功させた報告 (Bergman & Johnson, 1971; McFarland, 1975) もある。また、心拍の増加課題では、内部知覚の優れている者の方がよく心拍を増加させたが、減少課題では、内部知覚の優れていない者の方が減少率が多い傾向にあったという結果も報告されている (Clemens & MacDonald, 1975)。このように、内部知覚と心拍制御との明確な関係については、いまだに一致した見解が得られていないのが現状である。

さて、このように内部知覚と心拍制御との関係がいまだに明確にされていない理由の1つとして、個人の内部知覚の正確さをいかに測定するかという方法論がはっきりと確立されていないという点が指摘できる。

これまでに、内部知覚の測定方法としては、質問紙による方法と実験による方法が開発されてきた。質問紙によって内部知覚を測定する方法としては、Autonomic Perception Questionnaire (APQ), Sophian Scale of Internal Perception (SSP), Body Perception Scale (BPS) などが開発され、その妥当性が検討されてきた。

一方、これまでにとられてきた実験的方法は、拍動の打つ速さの知覚 (以下、HR 知覚と呼ぶ) と拍動の知覚を指標とするもの (以下、HB 知覚と呼ぶ) に分けることができる。HR 知覚を指標とする方法では、10拍分の拍動を追跡し、実際に心臓が10回拍動する時間と10回心臓が拍動したと知覚した時間の差の絶対値が知覚成績として用いられている (森住と原野, 1978)。また、HB 知覚を指標とする方法としては、主として2つの方法が挙げられる。そのひとつである Whitehead 型の HB 知覚は、心電図の R 波から128msec 遅延した音刺激と、384msec 遅延した音刺激を提示し、提示された音刺激群が自分の拍動と一致しているか、いなかを弁別するものである (Whitehead et al., 1977)。一方、Katkin 型の HB 知覚では、R 波が

起きてから拍動を感じるまでの遅延時間の安定性のある者が、心拍をうまく知覚している者であると定義されている (Katkin, 1985)。

ここで、これらの各実験的方法に関して、それらが個人の内部知覚の正確さをいかに測定しているかという点から比較してみると、次のようなことが指摘できる。すなわち、

① HR 知覚を指標とした場合には、10回分の拍動時間を適当に見計らって心拍の追跡課題を行う者は、実際には心拍をうまく知覚していなくても、心拍知覚能力があると判断されてしまう可能性がある。そして、時間を見計らうことによって HR 知覚成績が良くなるのであれば、HR 知覚は心拍知覚の指標としては妥当性がないと言えることができる。一方、遅延時間の安定性を心拍知覚の指標とする Katkin 型の HB 知覚では、時間を適当に見計らうことによってランダムに HB を検出する者は、遅延時間の安定性が低くなる。言いかえるならば、時間を適当に見計らって課題を遂行し、ランダムに HB を検出した者は、遅延時間の安定性に欠け、Katkin 型の HB 知覚においては心拍知覚成績が悪くなるであろう。また、心拍追跡課題を遂行する際に時間を見計らって課題を遂行する者は、HR 知覚において、実際には心拍をうまく知覚していない場合でも、不当により知覚成績を得ると考えられる。さらに、Katkin 型の HB 知覚においては、時間を見計らって心拍追跡課題を遂行し、実際にはうまく心拍を知覚していない者は、悪い心拍知覚成績を得ることになると言える。したがって、これらの点を考えると、Katkin 型の HB 知覚は、時間の見計らいによって影響を受けることのない、心拍知覚能力を正確に弁別することのできる測定方法であるといえよう。

②時間を見計らって心拍追跡課題を遂行し、ランダムに HB を検出した場合でも、心拍数の高い者は R-R 間隔が短いので、心電図の R 波が起きてから拍動を感じるまでの遅延時間は短くなり、遅延時間の安定性が増加する。その結果、実際にはうまく心拍を知覚していない場合でも、Katkin 型の HB 知覚成績が不当に良くなる可能性があると言えよう。このことから、真の心拍知覚能力にかかわらず、個人の心拍数の高低は、Katkin 型の HB

知覚、つまり、遅延時間の安定性に影響を及ぼすと考えられる。

このように考えると、個人の心拍知覚の正確さを測定するための方法論を確立するためには、まず、時間を見計らうことによって知覚成績がどのように変動するか、あるいは、心拍数の高低が遅延時間の安定性にどのような影響を及ぼしているかという点を検討しなければならない。そして、これらの点を検討し、個人の心拍知覚の正確さを測定するための方法論を確立することによって、心拍知覚と反応制御との関係を明らかにする糸口が発見できるのではないかと考えられる。

そこで本実験では、HR 知覚成績と Katkin 型の HB 知覚成績を比較し、①時間を見計らった者は HR 知覚成績が良く、Katkin 型の HB 知覚成績が悪い、②心拍数の高低が遅延時間の安定性に影響するか、という点について実験的に検討を加える。なお、本実験では、Whitehead 型の HB 知覚には言及しないので、Katkin 型の HB 知覚を、HB 知覚と表記することにする。

方 法

(1) 被験者

この種の実験にナイーブな男女大学生50名（男子36名、女子14名）。

(2) 課題

課題は、安静な状態で心拍を10拍分追跡するものである。被験者は、安静な状態で、合図が与えられた後に心拍を感じた時に1回目の反応ボタンを押し、そこから心拍を10拍追跡し、10拍目を感じたときに再びボタンを押しよう求められた。試行回数は5試行であり、試行間隔は30秒である。

(3) 手続き

実験は以下のような手順で実施された。

- ①電極の装着：被験者は防音室内の安楽椅子に座り、心拍が第3誘導で導出された。なお、2名の左利きの被験者には第2誘導で導出した。心拍は、日本光電製心電図・心拍計ユニット AT-610G、および瞬時心拍計ユニット AT-601G を用いて増幅し、熱書記録器 WT-687G によって紙記録された。また、被験者の利き手側の肘掛けに反応ボタン用としてマイクロスイッチを設

置した。

- ②安静期：実験環境に順応させるために、安静期を2分設定した。
- ③課題実施：被験者には、実験はボタン押し課題を用いること、課題の内容についてはビデオで説明が与えられること、また、呼吸を止めてはならないことが教示され、上に述べた課題内容に関する教示はすべてビデオ録画されたものが用いられ、被験者の前方にあるカラーモニターTVを通して提示された。
- ④手がかり調査：ランダムに心拍追跡課題を遂行することがHR 知覚成績と HB 知覚成績にどのような影響を与えているかについて検討するために、課題を遂行するにあたってどのようなストラテジーを使用していたかについて調査を行った。全課題終了後、心拍を知覚するために注意を向けた手がかりについて自由記述で回答を求めた。

結 果

1. 時間を見計らうことの心拍知覚成績への影響

被験者が1回目のボタンを押した直前、またはそれと同時に起きたR波を1拍目とし、それから10拍目のR波が起こるまでの時間を実際の10拍分に要した時間とした。そして、その値と被験者の判断した10拍分の拍動の時間の差を求め HR 知覚成績の指標とした。また、10拍目の拍動を感じて反応ボタンを押した時間から、それと同時、あるいはその直前のR波が起きた時間の差を、心拍知覚の遅延時間とし、そのばらつきを遅延時間の安定性とした。すなわち、10拍目のボタンを押した時とその直前のR波が起きた時との差を求め、各課題ごとの5試行分の標準偏差を遅延時間の安定性とし、これを HB 知覚成績の指標とした。なお、R波と同時にボタンを押した場合には、その差を0とした。また、時間はすべて対数変換を行い以下の統計処理を行った。この点は、以後の処理についても同様である。

課題終了後の手がかり調査によって、①心臓が10回拍動する時間を適当に見計らうことのみをストラテジーとした者(TO群)、②時間と同時に身体部位に注意を向けた者(TB群)、③身体部位の

Table 1 HR 知覚と遅延時間の安定性と(遅延時間の安定性/R-R)：手がかり別の比較

		TO群	TB群	BO群
HR 知覚	平均	.20	.19	.20
	S D	.10	.10	.13
遅延時間の安定性	平均	.35	.31	.34
	S D	.01	.05	.06
遅延時間の安定性 / R-R	平均	.32	.27	.29
	S D	.05	.06	.10

Table 2 HR 知覚, 遅延時間の安定性, (遅延時間の安定性/R-R)：高 HR 群と低 HR 群との比較

		HR 知覚	遅延時間の安定性	遅延時間の安定性 / R-R
高 HR	平均	.19	.29	.28
	S D	.11	.05	.09
低 HR	平均	.21	.35	.29
	S D	.11	.05	.06

みに注意を向けた者(BO群)に分割した。各群に含まれる人数は、TO群、TB群、BO群それぞれ4名、27名、19名であった。

それぞれの群において、HR 知覚成績と遅延時間の安定性、および、R-R間隔の個人差の要因を除くために、遅延時間の安定性をR-R間隔の平均で除した値を求めたところ、Table 1に示すような結果が得られた。この値に基づいて群を要因とする分散分析を行ったところ、HR 知覚成績に関しては有意な群の主効果は見られなかった($F[2,47] < 1$, n.s.)。また、遅延時間の安定性と、遅延時間の安定性をR-R間隔の平均で除した値にも3群間に有意な差は得られなかった(遅延時間の安定性： $F[2,47] = 2.46$, n.s.; 遅延時間の安定性/R-R： $F[2,47] = 1.49$, n.s.)。この結果は、時間を見計らうことによって必ずしもHR 知覚成績が不当に良くなることを示唆している。また、時間を見計らってランダムにHBを検出した者でも、HB 知覚成績が悪くならないことが示された。

2. 心拍数の高低が心拍知覚成績に与える影響

実際の10拍分に要した時間から実際の心拍数を求めた。実際の心拍数の高低によって被験者を高HR群と低HR群に折半し、両群のHR 知覚成績と遅延時間の安定性と、遅延時間の安定性をR-R

R間隔で除した値をTable 2に示した。

両群のHR 知覚成績をt検定によって比較したところ、有意な差は見られなかった($t < 1$, $df = 48$, n.s.)。また、実際の心拍数とHR 知覚成績の間にも相関関係は認められなかった($r = -.09$)。したがって、HR 知覚成績は、実際の心拍数の高低の影響を受けないことが明らかとなった。

また、両群の遅延時間の安定性をt検定によって比較した。その結果、高HR群の方が低HR群に比べ遅延時間が安定していることが示された($t = 5.94$, $df = 48$, $p < .01$)。また、課題中の心拍数と遅延時間の安定性には負の相関が見られた($r = -.55$, $p < .01$)。これらの結果は、心拍数が高くR-R間隔の短い者は、遅延時間の標準偏差が小さく、遅延時間が安定していることを示している。

次に、R-R間隔の個人差の要因を除くために、課題中の遅延時間の安定性を課題中のR-R間隔の平均値で除した値を高HR群と低HR群の間で比較したところ、両群に有意な差はみられなかった($t < 1$, $df = 48$, n.s.)。また、この値と課題中の心拍数の間にも有意な相関関係は認められなかった($r = .06$)。

以上の結果は、遅延時間の安定性はR-R間隔に比例していることを示しており、遅延時間の安定性を指標とするHB 知覚は、心拍数の影響を受

けることが示唆される。

3. 指標間の相関関係

HR 知覚成績と遅延時間の安定性についての相関を求めた。その結果、有意な相関は見られなかった ($r = -.03$)。

考 察

HR 知覚が真の心拍知覚の指標となるかどうかという妥当性について考えると、HR 知覚成績、遅延時間の安定性、遅延時間の安定性を R-R 間隔で除した値のいずれにおいても、心拍知覚のために時間にのみ注意を向けた者と身体に注意を向けた者、および時間と身体の両方に注意を向けた者の間に有意な差は見られないという結果が得られた。時間を見計らって心拍追跡課題を遂行した者は、時間以外に身体に注意を向けた者より HR 知覚成績が良く、逆に HB 知覚成績は悪くなると考えられたが、本実験からはそのような結果は得られなかった。したがってこの結果は、時間を適当に見計らったとしても不当に優れた HR 知覚成績は得られないことを示している。これまで、HR 知覚を指標として心拍知覚能力を測定しようとする試みがなされてきた (森住と原野, 1978)。このとき、HR 知覚が10拍分の拍動に要する時間を見計らう者の心拍知覚能力を正確に測定していないのではないかという問題点が指摘されていたが、そうした疑問は否定されたといえる。

一方、遅延時間の安定性を指標とする HB 知覚成績や、遅延時間の安定性を R-R 間隔で除した値において、時間を見計らって課題を遂行し、ランダムに HB を検出した者は遅延時間の安定性が低いであろうと考えられたが、本実験では、時間を見計らった者と時間以外に身体に注意を向けた者との間に有意な差はなく、仮説を支持する結果は得られなかった。時間を見計らってランダムに HB を検出する者と、真に HB を感じて HB を検出する者とを弁別できるような測定方法の開発が望まれるところである。

また、遅延時間の安定性、すなわち HB 知覚成績を判断基準とした場合には、心拍数の高い者は低い者よりも心拍知覚成績が優れていた。さらに、実際の心拍数と遅延時間の安定性の相関からも、

実際の心拍数の高い者の方が遅延時間の安定性に優れていることが示された。この結果から、HB 知覚は心拍数の高低の影響を受けることが明らかになった。すなわち、心拍数の高い者は、HB 知覚成績において、優れた成績を得ることが明らかになった。一方、HR 知覚においては、心拍数の高低によって知覚成績に有意な差が見られず、実際の心拍数と HR 知覚成績の間には相関関係も見られなかった。したがって、HR 知覚を判断基準とすると、心拍数の高低は心拍知覚成績を規定する要因ではないことがわかる。

このように、HB 知覚と HR 知覚を基準にした場合、心拍数の高低が心拍知覚成績を規定する要因であるかに関して、矛盾した結果を導いた理由としては、両指標が異なる能力を測定している可能性のあることが考えられる。HB 知覚成績と HR 知覚成績の相関関係を見たところ、有意な相関は得られなかった。これは、両指標が異なった能力を測定していることを示唆している。

これまで、心拍知覚に関する研究は、心拍数の個人差が心拍知覚に影響を及ぼしているかについて言及していなかった。本研究では、心拍数の高い者は低い者より優れた HB 知覚成績を示しており、心拍数の高低が HB 知覚成績に影響を及ぼしているという知見が得られた。なお、心拍数の高低が心拍知覚能力を規定する要因であるのか、あるいは、心拍知覚能力を規定する要因ではないにもかかわらず心拍知覚成績に影響をおよぼしているのかについては、今後なお検討する必要がある。

なお、この点に関しては、心拍数の高低を考慮した心拍知覚の指標として、遅延時間の安定性を R-R 間隔で除した値を用いることによって、真の心拍知覚能力が測定される可能性が残されていると言える。

文 献

- Bergman, J. S. & Johnson, H. J. 1971 The effects of instructional set and autonomic perception on cardiac control. *Psychophysiology*, 8, 180-190.
- Blanchard, E. B., Young, L. D. & McLeod, P. 1972 Awareness of heart activity and self-control of heart rate. *Psychophysiology*, 9, 63-68.

- Brener, J. 1977 Sensory and perceptual determinants of voluntary visceral control. In G. E. Schwartz & J. Beaty (Eds.) *Biofeedback : Theory and research*. New York : Academic Press.
- Clemens, W. J. & MacDonald, D. F. 1975 Relationship between heart beat discrimination and heart rate control [abstract]. *Psychophysiology*, 176.
- 平井久・廣田昭久・岩橋俊哉・三浦恵理・小林能生 1989 日本におけるバイオフィードバック研究—1978年より1988年までの文献より—。上智大学心理学年報, 13, 29—40.
- Katkin, E. S. 1985 Blood, sweat, and tears : Individual differences in autonomic self-perception. *Psychophysiology*, 22, 125-137.
- McFarland, R. A. 1975 Heart rate perception and heart rate control. *Psychophysiology*, 12, 402—406.
- 森住宜司・原野広太郎 1978 心拍自己知覚に関する心理生理的研究(1)—心拍知覚と姿勢および呼吸との関係—。日本心理学会第42回大会発表論文集, 56—57.
- 山本麻子・山岡 淳・細木照敏・久我隆一 1985 心拍のバイオフィードバックに関する基礎的研究(2)—Heart Beat 弁別訓練—。日本心理学会第49回大会発表論文集, 36.
- Whitehead, W. E., Drescher, V. M. & Blackwell, B. 1975 Lack of relationship between Autonomic Perception Questionnaire scores and actual sensitivity for perceiving one's heart beat [abstract]. *Psychophysiology*, 13, 177.