

# 日常労作における圧受容体反射感受性の変化

## —非侵襲的方法による基礎的検討—

島田有子、山本真千子、小竹佐智代、  
吾妻知美、丸山良子、佐藤 廣<sup>1)</sup>

宮城大学看護学部

### キーワード

日常労作、圧受容体反射感受性、定量的評価

mild exercise within daily activities, baroreflex sensitivity, quantitative assessment

### 要 旨

日常生活活動強度と考えられる運動量において圧受容体反射感受性(BRS)の変化を定量的に検討した。若年健康者10名(男7女3、平均 $19.3 \pm 0.5$ 歳(平均値 $\pm$ 標準偏差))を対象とし、自転車エルゴメーターによる症候限界性多段階負荷及び嫌気性代謝閾値(AT)の80%に相当する外的負荷量7分間の1段階負荷を施行、トノメトリー法による血圧と心電図信号をSequential法にて解析、BRSを算出、安静時と運動時各5分間のBRSを比較した。その結果、心拍数(平均 $85 \pm 12 \rightarrow 116 \pm 11$ bpm)、収縮期血圧(平均 $112 \pm 9 \rightarrow 144 \pm 7$ mmHg)は運動により有意( $P < 0.001$ )に増加し、安静時BRSは平均 $9.2 \pm 3.8$ msec/mmHgで運動時では平均 $3.1 \pm 2.4$ msec/mmHgと有意( $P < 0.001$ )に減少した。日常生活活動強度と考えられるATの80%の運動量においてBRSは安静時に比べて約66%減少することが定量的に明らかになった。

### Non-invasive Assessment of Spontaneous Baroreflex Sensitivity during Mild Exercise

Yuko Shimada, Machiko Yamamoto, Sachiyo Kotake, Tomomi Azuma Hiroshi Sato<sup>1)</sup>

Miyagi University School of Nursing

### Abstract

Recently, it was found that decreased baroreflex sensitivity(BRS) was a sign of poor prognosis, reflecting increased incidences of sudden death in patients with cardiovascular disease. BRS is commonly evaluated by administration of vasoactive drug that raises arterial pressure, but this technique is not always applicable to all clinical situations. We studied the modulation of BRS during mild exercise within the level of daily activities, by evaluating spontaneous BRS without infusion of vasoactive drugs. Ten healthy volunteers (mean age $19.3 \pm 0.5$ years, male:female = 7:3) were enrolled in this study. Submaximal ramp exercise and 80% of anaerobic threshold ( $61 \pm 9$ watts) square (7min.) exercise were performed. Before and during exercise, blood pressure (BP) and ECG were monitored. BP was measured by the tonometry method as a noninvasive continuous BP monitor. For analysis of the 5-min. records in resting sitting position and during square exercise, the computer selected all sequences of three or more successive heart beats were analyzed in which there were concordant increases or decreases in systolic BP (SBP) and RR interval. If the correlation coefficient between SBP value and RR intervals had a value less than 0.9, the data was discarded from the analysis. A linear regression was applied to each of the sequences, and an average regression slope was calculated. This slope represents BRS (msec/mmHg). The heart rate and SBP increased ( $85 \rightarrow 116$ bpm,  $112 \rightarrow 144$ mmHg), during exercise, and BRS showed 66% reduction from  $9.2 \pm 3.2$  at rest, to  $3.1 \pm 2.4$  during exercise, while DBP was unchanged. The results indicate that BRS is a changeable and adaptable parameter during mild exercise. The spontaneous BRS method is a noninvasive technique and provide a useful assessment of a poor prognosis in patients with cardiac diseases in whom other methods can not be applicable.

1) 心臓血管研究所 The Cardiovascular Institute

## はじめに

血圧が上昇すると心拍数が減少し、血圧が低下すると心拍数が増加することはよく知られている<sup>112)</sup>。大動脈あるいは頸動脈の高圧受容体は圧変化を感知し、そこからの信号を迷走神経を介して延髄の孤束核に伝える。孤束核からの信号は血管運動中枢に対しては抑制的に作用して、迷走神経核には亢進的に作用する。迷走神経核からの刺激は洞結節に働き心拍数を減少させる。そこで、血圧(収縮期血圧)を入力とし、心拍数を出力として、高圧受容体の感度、圧受容体反射感受性(Baroreflex sensitivity: BRS)が求められている<sup>314)</sup>。BRSは様々な疾患、例えば、心不全、高血圧症、糖尿病、虚血性心疾患で低下していることが知られている<sup>516)7)8)</sup>。またATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction)の報告などから、心筋梗塞患者では心拍変動とともにBRSが突然死予測指標として有用であることも指摘されているが<sup>9)</sup>、動脈圧モニター及び昇圧剤投与など侵襲的検査方法であるために利用しにくかった。つまり、これまでBRSは頸部に陰圧を加えて頸動脈洞に加わる血圧を変化させる方法<sup>10)</sup>や、血圧を変化させる薬剤を用いて測定されてきた<sup>11)12)</sup>。血圧を変化させる薬剤としては昇圧作用を有する薬剤(フェニレフリン)あるいは降圧作用を有する薬剤(ニトログリセリンまたはニトロプルシッド)が使用されている。これらの方法では多くの場合、動脈圧モニター及び薬剤投与など侵襲的検査方法であるために、安静時仰臥位のBRSのみが測定されていた。

近年、外的・機械的刺激あるいは昇圧ないし降圧作用のある薬剤による方法ではなく、MacDonaldら<sup>13)</sup>、Steptoeら<sup>14)</sup>の報告にもあるような心電図RR間隔及び指尖容積脈波より求めた収縮期血圧(SBP)の呼吸性変動から算出した非侵襲的BRS測定法(Sequential法)が発表された。Parlowら<sup>15)</sup>が報告しているように、我々も本法が侵襲的BRS測定法と同様に利用可能であることを既に報告した<sup>16)</sup>。また、日常労作におけるBRSの変化に関して検討を行った結果、本法を用いて求めたBRSは安静時に比べ運動時では有意に減少することが明らかになり、従来のように安静時BRSのみを測定し、心疾患患者の突然死予測指標とすることの不確実性を指摘した<sup>17)</sup>。

そこで、今回はBRSと身体活動の定量的関係を明らかにすることを目的とした基礎的検討を行った。

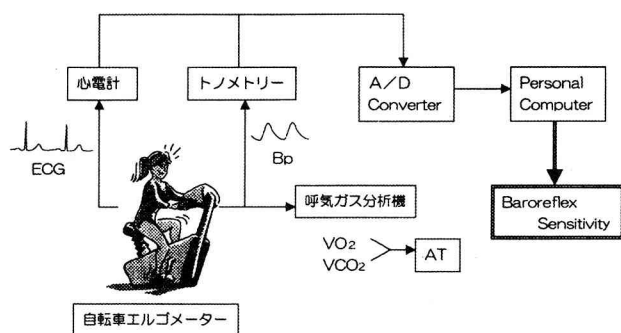
## 対 象

被検者は、健康診断にて異常を認められず、過去に循環器疾患の既往の無い大学生で、本研究の主旨を理解した上、同意を得た健常男子及び女子10名である。

男性 7名・女性 3名  
平均年齢 19.3±0.5歳

## 方 法

図1 実験セッティング

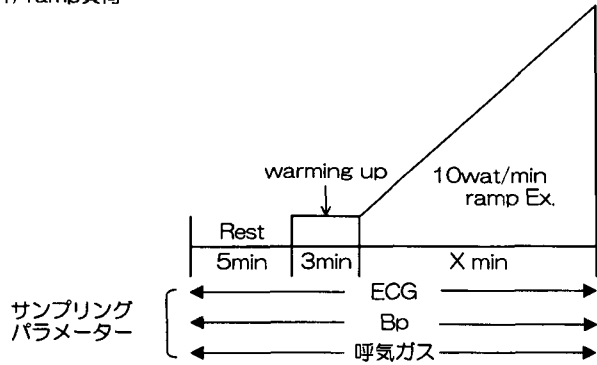


### 1. 運動負荷方法

運動負荷試験はそれぞれ2回施行し、図1に示すように、運動負荷試験システム(日本光電社製STU-1100)、呼気ガス分析機(ミナト医科学社製Aeromonitor AE-280)及びトノメトリー(日本コーリン社製JEN TOW 7700)を用い、安静及び運動中連続的に心電図(胸部双極誘導: II, CM-5, CM-1)・血圧・呼気ガスをモニターし、自転車エルゴメーター(STB-1400)による運動負荷を行った。トノメトリーは右手首橈骨動脈上に装着し、右前腕が運動中も安定した状態を保てる様に可動式固定スタンドにて半固定とした。なお、トノメトリー法により得られたデータの確認及び検査の安全性確保のためカフによる運動負荷用自動血圧計(CM-4001)にても左上腕部で1分おきに血圧を測定した。すべての準備が修了し、脈波・血圧・心拍数が安定したことを確認した後、試験を開始。2回の負荷試験は日をかえて一週間以内に時間帯・室温などはほぼ同一環境のもとで施行した。

一回目の運動負荷試験は呼気ガス分析結果より嫌気性代謝閾値(Anaerobic Threshold: AT)を求めることを目的とし、図2-(1)に示すように5分間の安静座位後20watts 3分間のwarming upを経て、10watts/分の漸増負荷にて症候限界性多段階負荷(ramp負

(1) ramp負荷



(2) square負荷

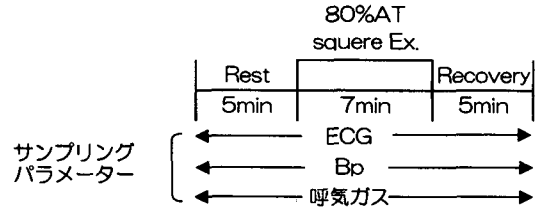


図2 運動負荷プロトコール

荷) を施行。二回目の運動負荷試験は、ramp負荷時の呼気ガス分析結果からWassermanらの方法<sup>18)</sup>に従いATを求め、図2-(2)に示すようにそのATの80%に相当する外的負荷量で7分間の一段階負荷 (square負荷) を行った。

2. BRS (Sequential法) 測定・解析方法

図1に示すように、連続的にモニターした心電図3誘導中R波の高い誘導を選び、そのアナログ信号とトノメトリーによる血圧のアナログ信号をA/D変換器 (ネオローク社製PCN-2198) を介してパーソナルコンピューター (日本電気, PC9801AS2) に転送し、サンプリング周波数1000HzでRR間隔、SBPを測定して保存した。BRSは図3に示すようにWatkinsらの方法<sup>19)</sup>を用い、R-R間隔変動とSBP変動が3連続以上続けて上昇あるいは下降した所を選びそれらの直線相関関係の相関係数が0.9以上の関係を求め、それらの傾きの平均値をBRS (msec/mmHg) として算出した (Sequential法)。

このようにして求めた安静時と1段階負荷時各5分間のBRSを比較検討した。また、それぞれ得られた心拍数、血圧、酸素摂取量、BRSについて、測定値は平均値±標準偏差で表わし、統計処理はStudent's t検定 (paired-t test) を用い、危険率1%未満を有意とした。

結 果

全例における2回の運動負荷試験成績は各々、体酸素摂取量、外的負荷量、心拍、血圧、BRSに分類して表1に示した。

1. ramp負荷試験成績

ramp負荷では症例10例のうち2例は10watt/分の

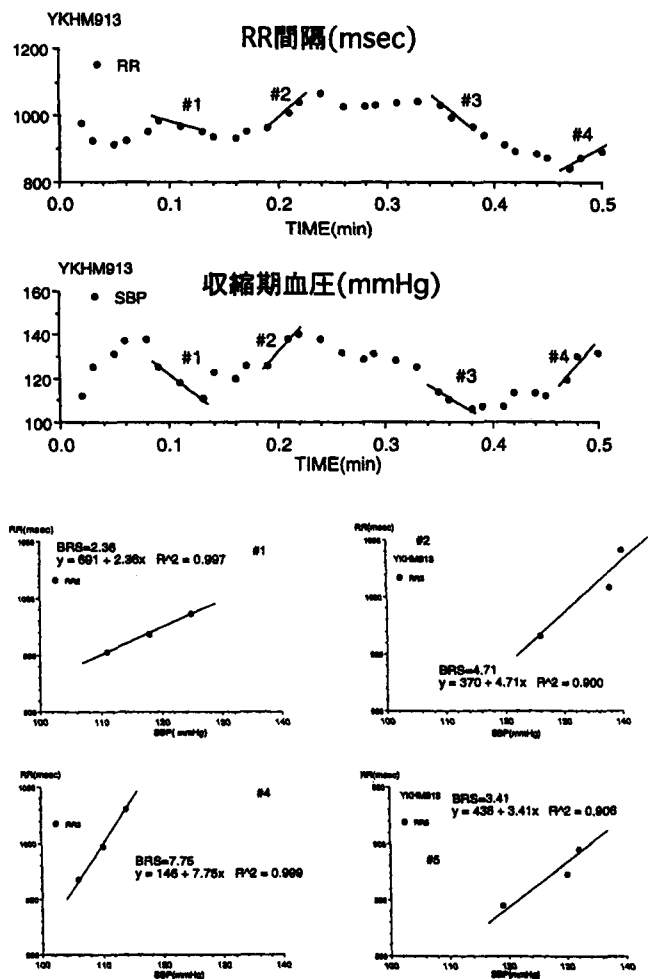


図3 Sequential法

| NO.  | Age  | Sex     | O <sub>2</sub> up take (ml/kg/min) |       |       |       | Watt  |     |      |      | HR (bpm) |      |      |        | Bp (mmHg) |         |         |      | BRS(msec/mmHg) |  |
|------|------|---------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|----------|------|------|--------|-----------|---------|---------|------|----------------|--|
|      |      |         | Rest                               | Sq.80 | A T   | Peak  | Sq.80 | A T | Peak | Rest | Sq.80    | A T  | Peak | Rest   | Sq.80     | A T     | Peak    | Rest | Sq.80          |  |
| 1    | 19   | F       | 3.5                                | 17.2  | 19.5  | 31.5  | 60    | 80  | 140  | 85   | 113      | 126  | 168  | 106/84 | 134/75    | 144/64  | 175/68  | 9.3  | 5.2            |  |
| 2    | 19   | M       | 4.4                                | 18.6  | 20.0  | 39.6  | 65    | 80  | 170  | 72   | 111      | 120  | 177  | 115/67 | 142/58    | 195/55  | 215/45  | 11.5 | 4.9            |  |
| 3    | 19   | F       | 4.1                                | 16.8  | 21.7  | 34.2  | 55    | 75  | 120  | 73   | 120      | 150  | 171  | 99/55  | 137/53    | 153/60  | 165/62  | 15.0 | 1.2            |  |
| 4    | 20   | M       | 4.4                                | 16.1  | 18.0  | 33.2  | 60    | 80  | 150  | 99   | 127      | 129  | 180  | 108/66 | 156/77    | 166/63  | 204/66  | 5.1  | 1.0            |  |
| 5    | 20   | M       | 4.3                                | 16.1  | #     | 32.4  | 75    | #   | 180  | 96   | 126      | #    | 170  | 124/73 | 147/81    | #       | 208/45  | 7.3  | 1.4            |  |
| 6    | 19   | F       | 4.2                                | 13.5  | 14.0  | 26.3  | 40    | 55  | 110  | 99   | 134      | 140  | 186  | 126/77 | 145/63    | 149/82  | 166/79  | 8.3  | 1.5            |  |
| 7    | 20   | M       | 4.3                                | 16.3  | #     | 30.4  | 65    | #   | 160  | 91   | 121      | #    | 168  | 103/73 | 134/75    | #       | 223/95  | 13.8 | 3.0            |  |
| 8    | 19   | M       | 4.6                                | 17.2  | 18.3  | 32.6  | 60    | 75  | 130  | 85   | 105      | 121  | 165  | 118/72 | 146/63    | 161/64  | 224/64  | 3.3  | 2.1            |  |
| 9    | 19   | M       | 4.1                                | 16.0  | 19.2  | 35.5  | 70    | 90  | 180  | 66   | 101      | 120  | 167  | 115/84 | 148/68    | 165/67  | 196/79  | 11.3 | 8.4            |  |
| 10   | 19   | M       | 4.1                                | 15.2  | 16.5  | 27.8  | 60    | 80  | 130  | 79   | 106      | 125  | 157  | 107/75 | 147/57    | 185/59  | 230/53  | 6.7  | 2.4            |  |
| Mean | 19.3 | M:F=7:3 | 4.2                                | 16.3* | 18.4* | 32.4* | 61    | 77  | 147  | 85   | 116*     | 129* | 171* | 112/73 | 144*/67   | 165*/64 | 201*/66 | 9.2  | 3.1*           |  |
| SD   | 0.5  |         | 0.3                                | 1.3   | 2.3   | 3.8   | 9.3   | 10  | 24.9 | 12   | 11       | 11   | 8    | 9/9    | 7/10      | 8/18    | 24/16   | 3.8  | 2.4            |  |

表 1 全例における運動負荷試験成績

漸増負荷ではATを求めることができなかった。これはこの2例が比較的運動能力が高かったためと考えられる。

**体酸素摂取量**：安静時では平均 $4.2 \pm 0.3 \text{ ml/kg/min}$ 、AT時では $18.4 \pm 2.3 \text{ ml/kg/min}$ 、最高運動時では平均 $32.4 \pm 3.8 \text{ ml/kg/min}$ であり、それぞれ安静時に比べて有意 ( $P < 0.001$ ) に増加した (図4)。

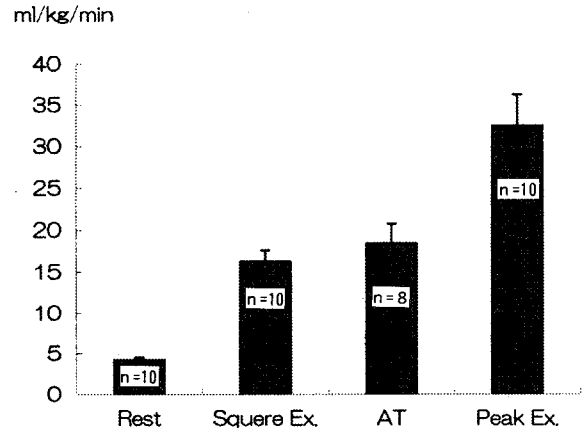


図 4 安静時、Squire負荷時、AT時、最高負荷時の体酸素摂取量の比較

**外的負荷量**：ramp負荷における最高運動時の外的負荷量の平均は147wattで、AT時の外的負荷量はATを求めることができた8例で平均77wattであった。各例でこのATに対する80%の外的負荷量を求め、その値は表1のWatts-Sq.80の欄に示した。また、ATの求められなかった2例では、他8例の設定値が最高運動時のおよそ42%であったことから、両例の最高運動時の42%の外的負荷量とした。

**心拍**：安静時では平均 $85 \pm 12 \text{ bpm}$ 、AT時では平均 $129 \pm 11 \text{ bpm}$ 、最高負荷時では平均 $171 \pm 8 \text{ bpm}$ であり、それぞれ安静時に比べて有意 ( $P < 0.001$ ) に増加した。

**血圧**：SBPに関しては、安静時では平均 $112 \pm 9 \text{ mmHg}$ 、AT時では $165 \pm 18 \text{ mmHg}$ 、最高負荷時では $201 \pm 24 \text{ mmHg}$ であり、それぞれ安静時に比べて有意 ( $P < 0.001$ ) に増加した。また、拡張期血圧 (DBP) に関しては、安静時では平均 $73 \pm 9 \text{ mmHg}$ 、AT時では平均 $64 \pm 8 \text{ mmHg}$ 、最高負荷時では平均 $66 \pm 16 \text{ mmHg}$ であり、安静時に比べて有意差は見られなかった。

## 2. squire負荷試験成績

ramp負荷時の呼気ガス分析結果より求められたAT

表2 Squere負荷における心拍、血圧、BRSの安静時及び運動時の比較結果

|       | Rest      | Exercise   | P value |
|-------|-----------|------------|---------|
| H R   | 84.5±11.8 | 116.4±10.9 | P<0.001 |
| S B P | 112.1±8.9 | 143.6±6.9  | P<0.001 |
| D B P | 72.6±2.7  | 67.0±3.0   | P<0.1   |
| B R S | 9.2±3.8   | 3.1±2.4    | P<0.001 |

の80%に相当する外的負荷量で7分間の一段階負荷を行った。その際の安静時及びsquire負荷時の心拍、SBP、DBP、BRSの比較結果は表2に示す通りである。  
 体酸素摂取量と外的負荷量：安静時の体酸素摂取量は平均 $4.2 \pm 0.3 \text{ ml/kg/min}$ 、squire負荷時では平均 $16.3 \pm 1.3 \text{ ml/kg/min}$ であり、安静時に比べて有意 ( $P < 0.001$ ) に増加した。健康者において日常生活活動レベルと思われる負荷量を設定するためにramp負荷により求められたAT時の80%外的負荷量の平均61wattは、呼気ガス分析の結果から見てもramp負荷により求められたATの $18.4 \pm 2.3 \text{ ml/kg/min}$ に対し、 $16.3 \pm 1.3 \text{ ml/kg/min}$ とおよそ88%を示したということから、今回の外的負荷量の設定は妥当であったと思われる。

心拍：安静時平均 $85 \pm 12 \text{ bpm}$ に比し、squire負荷時では平均 $116 \pm 11 \text{ bpm}$ であり、有意 ( $P < 0.001$ ) に増加した (表2、図5)。

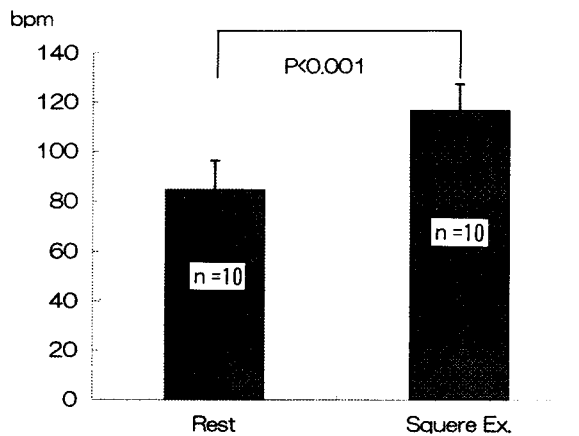


図5 Squere負荷時における安静時と運動時の心拍の比較

血圧：SBPに関しては、平均 $112 \pm 9 \text{ mmHg}$ からsquire負荷時平均 $144 \pm 7 \text{ mmHg}$ であり、安静時に比べて有意 ( $P < 0.001$ ) に増加した (表2、図6-(1))。DBPは、安静時平均 $73 \pm 9 \text{ mmHg}$ 、squire負荷時平均 $67 \pm 10 \text{ mmHg}$

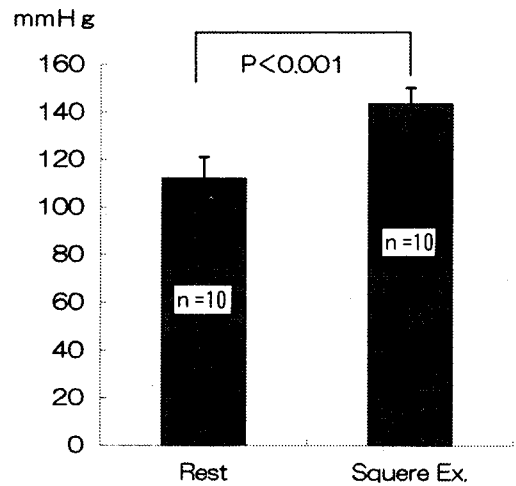


図6-(1) Squere負荷時における安静時と運動時のSBPの比較

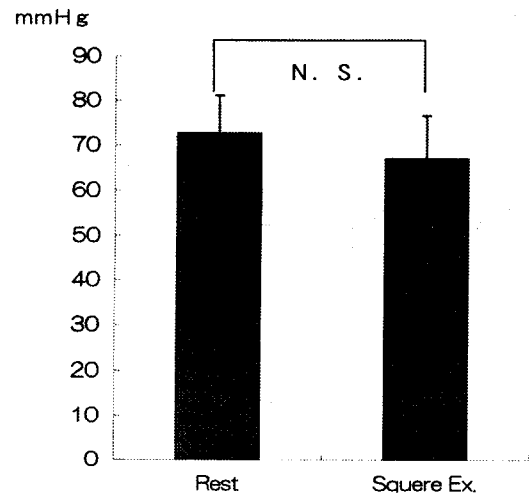


図6-(2) Squere負荷時における安静時と運動時のDBPの比較

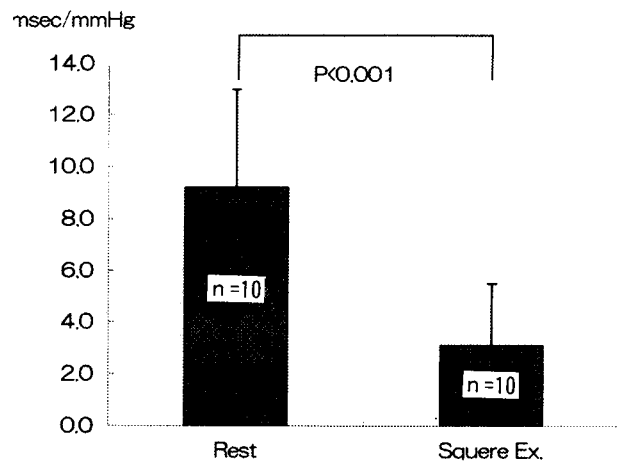


図7 Squere負荷における安静時と運動時のBRSの変化

と有意な変化は見られなかった(表2、図6-(2))。

### 3. BRS

安静時には平均 $9.2 \pm 3.8 \text{ msec/mmHg}$ 、square負荷時では平均 $3.1 \pm 2.4 \text{ msec/mmHg}$ であり、安静時に比べて有意( $P < 0.001$ )に減少した(表2、図7)。従って、この際の減少率は66%ということになる。

### 考 察

循環ホメオスタシスの維持に關与する自律神経系は、各種循環器疾患においてその機能が正常とは異なっている。これはさまざまな病態において循環動態を維持しようとする合目的な反応であるばかりでなく、病態をむしろ悪化する方向にも作用する。合目的な反応としては、運動時及び立位時の交感神経系の緊張や心不全時の血漿ノルエピネフリン上昇がある。これらの合目的な反応に付随して起こる生体にとってむしろ不利益な反応として、それぞれ反射性の副交感神経系緊張や $\beta$ 受容体のdown regulationが挙げられる。しかし、迷走神経と交感神経はお互いに拮抗作用を有し、このバランスが自律神経機能そのものであると考えられ、近年ではこの自律神経機能およびその障害は循環器疾患のさまざまな分野で重要視されるようになった<sup>5)6)7)8)</sup>。このような状況下で、BRS<sup>9)</sup>や心拍変動<sup>30)</sup>から求めた迷走神経機能が低下している例で生命予後が悪いことが明らかとなり、迷走神経機能を高める手法(運動療法<sup>21)22)</sup>、経皮的スコポラミン投与方法<sup>23)</sup>など)により生命予後の改善を期待するまでになった。

しかし、この指標として用いられてきたBRSの一般的な測定方法はフェニレフリン法に代表されるように、各種薬剤の使用や物理的な処置、例えば頸部の吸引、加圧負荷、下肢陰圧ボックス等を用いた血圧変化に対する心拍数変化から求められてきた<sup>10)11)12)</sup>ことは既に述べた。ところが、最近では各種薬剤や物理的な処置を加えずスペクトル法や今回我々が用いたSequential法に代表される非侵襲的な方法にてBRSを測定する方法が用いられるようになった。これは従来法と異なり人為的操作によって血圧を変動させる必要がなく、フィナプレス、トノメトリー等を用い非侵襲的に連続的血圧測定する事で容易にかつ重症な虚血性心疾患患者でも安全にBRSを測定できる。Watkinsら<sup>18)</sup>は境界型高血圧症の患者に対しフェニレフリン法と非侵襲的な方法であるSequential法及びスペクトル法を用いてBRSを測定した結果、フェニレフリン法と比較して

Sequential法やスペクトル法によって求めるBRSが従来法と同等に評価できることを示した。また、我々も前述のごとく従来法とSequential法の比較を行い、2法により求められたBRSの相関関係が $r = 0.93$   $p < 0.01$ という良好な成績<sup>19)</sup>を得ているので、今回もこれを用いて検討した。

先行する研究<sup>17)</sup>において、本法を用いて求めたBRSは安静時に比べ運動時には有意に減少することが明らかになっている。今回はBRSと身体活動の定量的関係を明らかにすることを目的とし、健常者において日常生活活動強度と思われるAT時の80%外的負荷量を設定して一段階負荷を行った。その結果、健常者においては安静時平均 $9.2 \pm 3.8 \text{ msec/mmHg}$ 、運動時平均 $3.1 \pm 2.4 \text{ msec/mmHg}$ であり、安静時に比べて約66%減少するということが明らかになった。これまでに加齢、心筋梗塞、心筋虚血、心不全、糖尿病、高血圧症、動脈硬化等にてBRSが低下する事が知られており、又Farrellら<sup>8)</sup>はBRSが $3 \text{ msec/mmHg}$ 以下では心筋梗塞後に心臓突然死や不整脈による死亡例が多いと報告している。当然のことながら、これらの多くは方法論の困難さ故、安静仰臥位でのみ検討されている。しかし、今回のわれわれの検討により健常人でも好氣的代謝内の日常労作によりBRSは有意に減少することがわかった。従って、BRSが低値を示す患者でも労作によりBRSがさらに減少する可能性が示唆された。BRSの低値が心筋梗塞患者での心事故に大いなる関係があるならば、安静仰臥位のみならず運動時にもBRSを測定してその変化を知ることは重要なことと考えられた。

Sequential法を応用することにより、非侵襲的にBRSを測定することが可能であるが、本法にはいくつかの問題点がある。本法では3連続以上のRR間隔と収縮期血圧が変化する時系列を認識する必要がある。したがって、RR間隔とSBPを測定する時の測定精度により結果が異なる。本研究ではRR間隔は0.001秒で収縮期血圧は $1 \text{ mmHg}$ の精度で計算した。この精度が異なるとRR間隔と収縮期血圧との相関関係を調べると相関係数が0.9をこえる関係式割合が減少して値の安定性が低下する。またRR間隔と収縮期血圧の揺らぎの少ない例では同様の理由で値の安定性が低下する。また、Sequential法ではRR間隔と血圧の直線関係式の傾きの平均をもってBRSとしたが、個々の傾きはそれぞれ異なる。これは、BRSが時々刻々と変化していることを表すのか否かに関しては、現時点では他に検討方法がないため、今回の検討では明らかにすることは

できなかった。さらに、その他の非侵襲的な方法としては、RR間隔と収縮期血圧の時系列をスペクトル解析して求める方法が行われている。この方法によれば心拍や血圧の揺らぎが小さい場合にもBRSを計算することが可能である。しかし、スペクトル解析による場合には不整脈の混入が値に対して大きな影響を及ぼすと共に、血圧と心拍の相関が弱い場合にも精度が低下すると考えられる。

また、圧受容器は非拍動性の圧変化に対しては比較的短い時間（5-10分）で順応し、これより高い（あるいは低い）圧の変化でなければ応じなくなる<sup>24,25</sup>。これが圧反射のResettingであるが、特に運動時の圧反射は中枢性にResettingが起こる。つまり、運動強度の増加とともに動員される運動ニューロンの数が増すほど、圧反射機能曲線は高圧領域に偏位する。運動時に動員される神経性調節のうち重要なものは、中枢からの運動指令（Central Command）、動脈圧受容器反射、及び運動筋Metaboreflexである。これらは運動強度依存性に循環調節への関わり方が異なるが、血圧調節という観点からみると共通の目的を持って作動している。今回のような律動運動では運動筋のMetaboreflexが作動しない運動強度で、血圧の上昇と並行して非運動臓器の血管収縮（交感神経活動の亢進）が観察され、この現象はResettingにより説明されている。一方、運動初期あるいは運動強度が低い場合にはCentral Commandは主に副交感神経の抑制を介して心拍応答に関与していると考えられている。いずれにせよ、Central Commandによる迷走神経の抑制と圧反射のResettingのレベルがどのように決定されるかは十分解明されていない。従って、今回の検討の中でResettingがどのように影響していたかについては不明と言わざるをえない。

前述のような問題点を踏まえた上で、今後、Sequential法によるBRSを用いて疾患例でのBRS、運動による変化、運動療法・身体トレーニングの効果など迷走神経機能リザーブについて検討を重ねたいと考えている。さらに、身体活動によるBRS値の変化と臨床における看護技術やリハビリテーション技術との関連性についても検討を加え、科学的根拠に基づいた看護技術やリハビリテーション技術の研究と医療現場への提供を志したいと考えている。

以上、日常生活活動強度と考えられる運動量において圧受容器反射感受性（BRS）の変化を定量的に検討した。若年健常者を対象とし、自転車エルゴメーター

による症候限界性多段階負荷及び嫌気性代謝閾値（AT）の80%に相当する外的負荷量7分間の1段階負荷を施行。Sequential法によるBRSを算出し、安静時と運動時各5分間のBRSを比較した。その結果、安静時BRSは平均 $9.2 \pm 3.8$  msec/mmHgで運動時では平均 $3.1 \pm 2.4$  msec/mmHgと有意に（ $P < 0.001$ ）減少した。従って、日常生活活動強度と考えられるATの80%の運動量においてBRSは安静時に比べて約66%減少することが定量的に明らかになった。

本研究は一部平成9年度宮城大学特別研究事業の研究助成を受けて実施したものである。

また、本研究の要旨は第126回日本循環器学会東北地方会において発表した。

## 文 献

- 1) Guyton AC, Jones CE, Coleman TG: Circulatory Physiology: Cardiac output and its regulation. Philadelphia, WB Saunders, 1973
- 2) Rowell LB: Human Cardiovascular Control. New York, Oxford University Press, 1993
- 3) Smyth HS, Sleight P, Pickering GW. Reflex regulation of arterial pressure during sleep in man. *Cir. Res.* 24: 109-121, 1969
- 4) Pickering TG, Gribbin B, Strange PE, Cunningham DJC, Sleight P. Effects of autonomic blockade on the baroreflex in man at rest and during exercise. *Cir. Res.* 30: 177-185, 1972
- 5) Eckberg DL, Drabinsky M, Braunwald E. Defective cardiac parasympathetic control in patients with heart disease. *N Engl J Med* 285: 877-883, 1971
- 6) Takeshita A, Tanaka S, Kuroiwa A, et al. Reduced baroreceptor sensitivity in borderline hypertension. *Circulation* 51: 738, 1975
- 7) Teshima S, Ikeda T, Ohtahara K. Assessment of cardiovascular autonomic neuropathy in diabetes by arterial baroreflex sensitivity test. *Diabetes* 45 (suppl 2): 210A, 1996
- 8) Farrell TG, Paul V, Cripps TR, Malik M, Bennett ED, Ward D, Camm AJ: Baroreflex sensitivity and electrophysiological correlates in patients after acute myocardial infarction.

Circulation 83:945, 1991

- 9) La Rovere MT, Bigger JT Jr, Marcus FI, Mortara A, Camm AJ, Hohnloser SH, Nohara R, Scheartz PJ. on behalf of the ATRAMI Investigators: Prognostic value of depressed baroreflex sensitivity the ATRAMI study. Circulation 92 (Abstr Suppl): I77-I91, 1995
- 10) Eckberg DL. Nonlinearities of the human carotid baroreceptor cardiac reflex. Cir Res. 47:208-216, 1980
- 11) Eckberg DL. Parasympathetic cardiovascular control in human disease: a critical review of methods and results. Am J Physiol. 239:H581-593, 1980
- 12) Mancia G, Mark AL. Arterial baroreflex in humans. In: Shepherd JT, Abboud Im, eds. Handbook of physiology, section 2: The Cardiovascular System, vol. III, Peripheral Circulation and Organ Blood Flow. Bethesda Md: American Physiological Society; 755-794, 1983
- 13) McDonald MP, Sanfilippo AJ, Savard Baroreflex function and cardiac structure with moderate endurance training in normotensive men. J Appl Physiol. 1993; 74:2469-2477.
- 14) Steptoe A, Vogele C. Cardiac baroreflex function during postural change assessed using non-invasive spontaneous sequence analysis in young men. Cardiovasc Res. 1990; 24: 627-632.
- 15) Joel Parlow, Jean-Paul Viale, Guy Annat, Richard Hughson, Luc Quintin. Spontaneous Cardiac Baroreflex in Humans. Hypertension. 1995; 25: 1058-1068.
- 16) M. Yamamoto, H. Sato, H. Iinuma, T. Aizawa and K. Kato: Assessment of the spontaneous baroreflex method—comparison with the phenylephrine method. European Heart J. 18:196, 1997
- 17) 山本真千子, 佐藤廣, 中町隆史, 飯沼宏之, 相澤忠範, 加藤和三: 運動により圧受容体反射感受性は変化するか? —健常例における非侵襲的検討—心電図: 17. (5). 566. 1997
- 18) Wasserman K, Hnasen JE, Sue DY, Whipp BJ: Principles of Exercise Testing and Interpretation, LEA & FEBIGER, 1987
- 19) Watkins LL, Grossman P, Sherwood A: Noninvasive assessment of baroreflex control in borderline hypertension. Comparison with the phenylephrine method Hypertension 28:238, 1996
- 20) Algra A, Tijssen JGP, Roeland JRTC et al: Heart rate variability from 24-hour electrocardiography and the 2-year risk for sudden death. Circulation 78:816-824, 1988
- 21) Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A et al.: Controlled trial of physical training in chronic heart failure. Exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic action. Circulation 85:2119-2131, 1992
- 22) Kiilavuori K, Toivonen L, Naveri H, Leinonen H: Reversal of autonomic derangements by physical training in chronic heart failure assessed by heart rate variability, Eur Heart J, 16:490-495, 1995
- 23) De Ferrari GM, Mantica M, Vanoli E et al.: Scopolamine increases vagal tone and vagal reflex in patients after myocardial infarction. J. of Am Coll Cardiol 22:1327-1334, 1993
- 24) Guyton AC: Circulatory Physiology III: Arterial Pressure and Hypertension, Philadelphia, WB Saunders, 236-292, 1980
- 25) Chappleau MW, Hajduczuk G, Abboud FM: Peripheral and central mechanisms of baroreflex resetting. Clin Exp Pharmacol Physiol, Suppl 15:31-43, 1989