

## 排泄時のいきみ負荷が循環動態と直腸内圧に及ぼす影響

### —重力方向の異なる坐位と仰臥位における時系列解析—

桑原裕子<sup>1</sup>, 今井美香<sup>2</sup>, 吉田豊<sup>3</sup>, 清水祐樹<sup>1</sup>, 西村直記<sup>1</sup>, 横山清子<sup>3</sup>, 岩瀬敏<sup>1</sup>, 菅屋潤壺<sup>1</sup>

1:愛知医大・医・生理 2、2:名古屋大・医・看護、3:名古屋市立大・芸術工学

## The effects of strain on hemodynamics and intrarectal pressure

### —Analysis by different gravitational vector in sitting and supine—

Yuko Kuwahara<sup>1</sup>, Mika Imai<sup>2</sup>, Yutaka Yoshida<sup>3</sup>, Yuuki Shimizu<sup>1</sup>, Naoki Nishimura<sup>1</sup>, Kiyoko Yokoyama<sup>3</sup>, Satoshi Iwase<sup>1</sup>, Junichi Sugeno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. Physiol., Aichi Med. Univ., <sup>2</sup>Sch. Nurs. Nagoya Univ., <sup>3</sup>Nagoya City Univ.

**Abstract:** To clarify the gravitational effects on strain, 21 healthy subjects were examined how the strain pressure affect heart rate, heart rate variability, blood pressure and intrarectal pressure by different gravitational vector in sitting and supine. The strain was tested by valsalva maneuver (VM), using equipment which connects mouthpiece to blood pressure. The other parameters measured were intrathoracic fluid volume by impedance method, the intrarectal pressure by using catheter into the rectum, and heart rate by ECG and blood pressure by Finapres were recorded simultaneously. These were measured before and during a 15-s VM strain at 10, 20, 30 mmHg of pressure in each, and after VM. The rise in intrarectal pressure during three VM trials in sitting were higher than that in supine. Otherwise the hemodynamics during three VM trials in sitting were also influenced greater than those in supine. We concluded that it was easier to rise intrarectal pressure in sitting, while the influences on hemodynamics were greater in sitting. Defecation under microgravity might be easier by increasing the abdominal pressure using other methods with less strain.

**Key words:** strain, valsalva maneuver, gravitation, hemodynamics, intrarectal pressure

### 1. はじめに

本研究は腹圧を上昇させて排泄するValsalva負荷に対する重力の影響を明らかにすることを目的とし、いきみ圧が血圧、心拍数、心拍変動および直腸内圧に及ぼす影響を重力方向の異なる坐位と仰臥位で比較することで無重力状態における排泄機序を考察した。

### 2. 実験方法

実験は循環器および消化器疾患を持たず規則的な排泄習慣のある健康な成人男女 21 名 (年齢: 33 ± 11.4 歳) を対象に、重力方向の異なる坐位と仰臥位でいきみ圧 10, 20, 30 mm Hg の負荷を試みた。実験のプロトコルは仰臥位はベット上で 10 分間安静の後、さしこみ便器を挿入し、さらに 2 分間の安静を設け、坐位はポータブルトイレに腰掛け 10 分間安静にした後、3 種類のいきみ圧を 15 秒間負荷し、負荷後はそれぞれ 2 分間の安静を設けた。いきみ圧は口につけたマウスピースを

水銀血圧計を用いた測定装置に接続し、胸腔内血液容量の指標となる胸部インピーダンスは Kubicek 法を用い、直腸内圧はカテーテルを直腸内に挿入して留置し、双極誘導による心拍と Finapres による血圧とともに測定した。測定された心拍、血圧は Spline 関数を用いて 1 秒毎に補間し、いきみ圧、直腸内圧および胸部インピーダンスは 1 秒毎の平均値として求めた。心拍変動は Wavelet 解析を用いて求めた。

### 3. 結果

1) いきみ中といきみ後の循環動態と直腸内圧の変動および心拍変動 (Fig. 1)

血圧の変化は従来のValsalva法の報告と同様にI期からIV期を区別した。いきみ開始時のI期は機械的機序により血圧上昇し、II期は迷走神経性圧受容器反射により速やかに低下し、同時に心拍変動にはHFパワーの増加がみられた。II期は胸腔内血液容量の指標に示されるよ

うに静脈還流量が減少するため、後半は交感神経活動により血圧と心拍数が増加し、心拍変動ではLF/HF比が増加した。Ⅲ期にはいきみ解除による機械的機序によりふたたび血圧が低下し、Ⅳ期はオーバーシュートが発現した。心拍数はいきみ中といきみ後の静脈還流量の変動に伴い増加し、直腸内圧はいきみ圧に応じて上昇した。

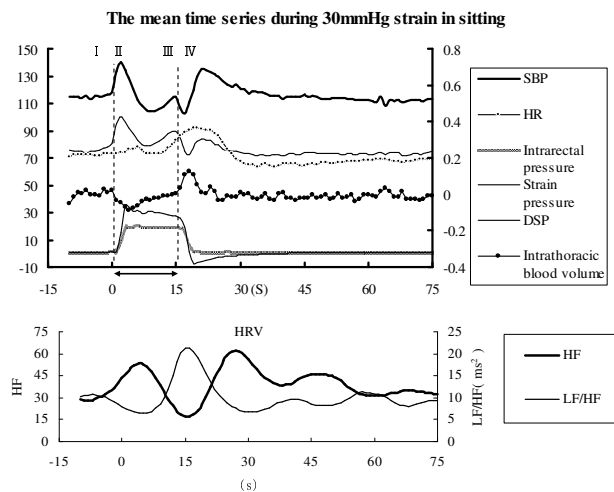


Fig1. The mean time series and heart rate variability during 30mmHg strain in sitting.

## 2) 直腸内圧の比較(Fig. 2)

直腸内圧はFig. 2に示すようにすべてのいきみ圧で坐位が高く、いきみ圧20、30mmHgで有意差があり坐位のほうがいきみやすいことが判明した。

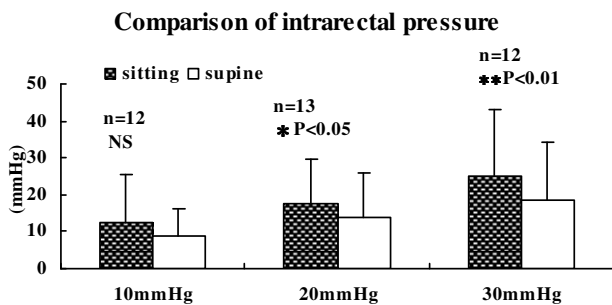


Fig2. Comparison of intrarectal pressure during strain in sitting and supine.

## 3) 収縮期血圧の比較(Fig. 3)

Ⅰ期とⅢ期の変化への体位による差はなく、Ⅱ期の血圧低下量はすべてのいきみ圧で坐位のほうが有意に低下し、Ⅱ期後半の上昇量も多く、10、20mmHgで有意差があった。Ⅳ期の上昇量もすべてのいきみ圧で坐位のほうが多く、10、30mmHgで有意差があった。ValsalvaⅡ期の血圧低下に伴う心拍数減少の回帰直線の傾きを比較すると坐位ではすべてのいきみ圧で正を仰臥位では負を示し、10mmHgでは有意な傾向、20、30mmHgでは有意差があった。これより、迷走神経性圧受容器反射の効果器反応は坐位のほうが強く発現していることが判明した。

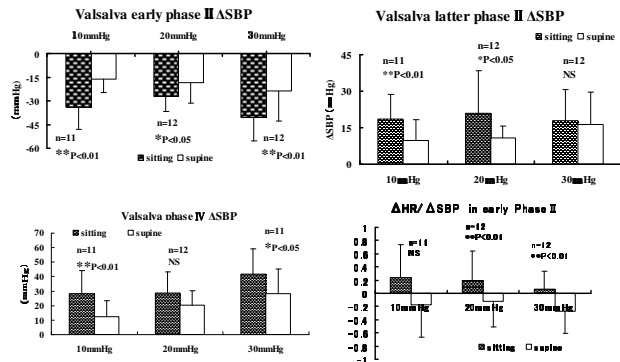


Fig.3 Comparison of systolic blood pressure during phase II and IV in sitting and supine and  $\Delta$ HR/  $\Delta$ SBP during early phase II

## 4) 心拍数の比較 (Fig. 4)

心拍数は静脈還流量の変化に応じて増加し、いきみ中の増加量はすべてのいきみ圧で仰臥位のほうが多く、10mmHgのみ有意差があり、いきみ圧の高い20、30mmHgでは有意差はなかった。いきみ後の増加量はすべてのいきみ圧で坐位のほうが大きく、10、20mmHgは有意差がありいきみ圧の高い30mmHgでは有意差はなかった。

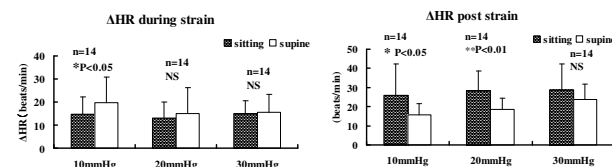


Fig.4 Comparison of heart rate during strain and post strain in sitting and supine.

## 4. 考察・まとめ

坐位は腹圧のかかる方向と肛門管の軸が重力方向とほぼ同じであることおよび腹筋は仰臥位に比べ坐位では抗重力作用で活動性が増すため、いきみやすいと思われる。いっぽう、循環動態への影響はFig. 3に示されるように坐位は重力により静脈還流量が減少するため、圧受容器反射の感受性が増すことに起因する。

仰臥位は重力方向と異なるためいきみにくいが、循環動態への影響は小さい。しかし、Fig. 3とFig. 4に示されるように強くいきむ場合は交感神経活動が大きくなり循環動態への影響は坐位と有意差がなくなった。

以上より無重力状態での排便は排泄に有効な直腸内圧を得るためにより大きいいきみ圧が必要であると推察される。そのため、循環動態への影響も大きくなることを考慮するとより小さいいきみ圧で腹圧を高められる方法が望ましいと思われる。