

## 運動時の息止め中における循環動態

### Circulatory dynamics in breath-holding during exercise

海保 享代\*, 窪山 泉\*\*, 伊藤 拳\*\*  
吉岡 耕一\*\*, 渡辺 剛\*

Takayo KAIHO\*, Izumi KUBOYAMA\*\*, Susumu ITO\*\*  
Koichi YOSHIOKA\*\* and Tsuyoshi WATANABE\*

#### 1. 研究の背景

潜水中の息止めにより、除脈や末梢血管収縮が起こることはよく知られており、潜水反射と呼ばれている<sup>1)</sup>。息止め中の循環動態の変化に関する研究は多く行われてきたが、運動中の息止めの血圧変化を連続的に見ている研究は少ない。そこで、本研究では手指連続血圧測定器であるフィナプレス<sup>2)</sup>を用いて、自転車エルゴメータによる負荷運動中に息止めを行わせ、その間の循環動態の指標として最高血圧、最低血圧、平均血圧、心拍数、1回拍出量、心拍出量、末梢血管抵抗を測定し、それらの時間経過を観察した。

#### 2. 研究方法

男性8人(年齢 $22.8 \pm 1.2$ 歳、身長 $175.3 \pm 8.1$ cm、体重 $68 \pm 5.8$ kg)の被検者に対して22Wと62Wの負荷運動中に息止めに20秒行った。息止め開始5秒前から息止め終了までの全被検者の各パラメータの値をプロットし、データの平均的な時間経過を推定するために、局所多項式による平滑化曲線を求めた。なお、息止め中の解析区間は被検

者全てが息止めを行えた17秒までとした。

#### 3. 結果

図1～3は各パラメータの22W(左)と62W(右)の運動負荷時の時間経過を比較したものである。時間経過の-5は息止め開始5秒前、0は息止め開始を示している。

図1は最高血圧と最低血圧と平均血圧の時間経過をプロットしたものである。図中の曲線はそれらの平滑化曲線である。息止め前の定常状態においては22Wに比べて62Wでは最高血圧はやや高くなり、一方最低と平均血圧では低くなった。息止め後には両負荷において、5～10秒までは各血圧は減少し、その後上昇した。22Wに比べて62Wでは、早く減少し、その後の上昇は大きかった。

図2は心拍出量と末梢血管抵抗の時間経過をプロットしたものである。息止め前の心拍出量の定常値は、22Wに比べると62Wの値は約1.5倍であった。心拍出量は両負荷において息止め後に減少し、特に62Wで顕著であった。一方、息止め前

\* 国士舘大学大学院スポーツシステム研究科 (Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

\*\* 国士舘大学大学院救急システム研究科 (Graduate School of Emergency Medical System, Kokushikan University)

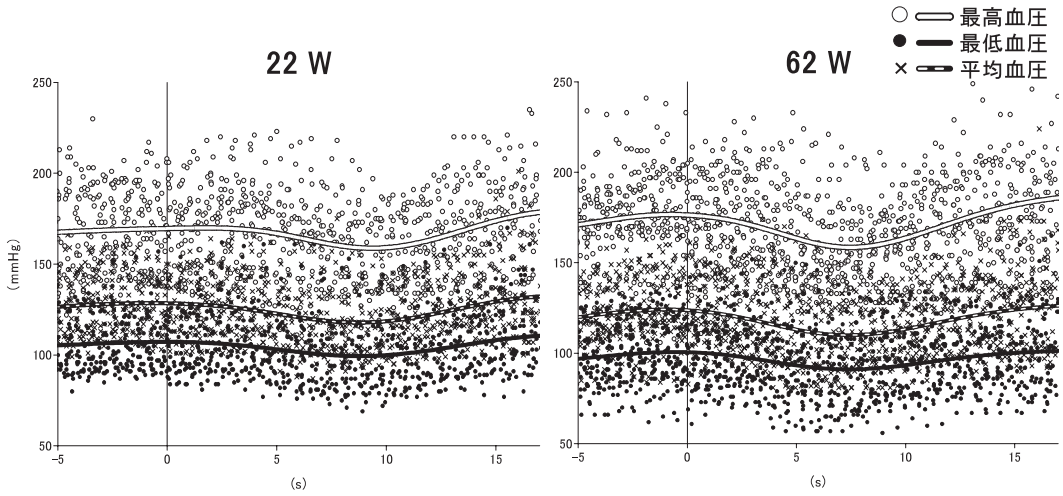


図1 息止め時の血圧の時間経過

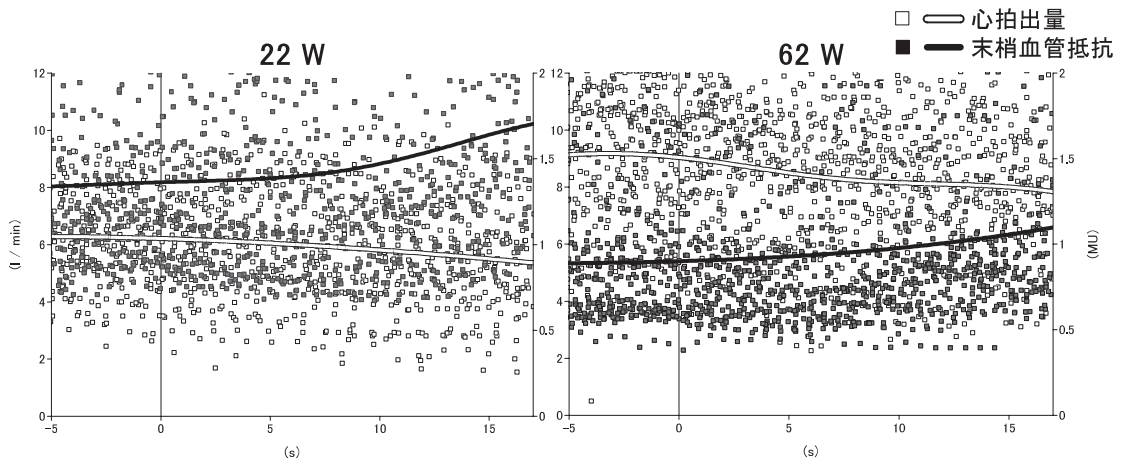


図2 息止め時の心拍出量と末梢血管抵抗の時間経過

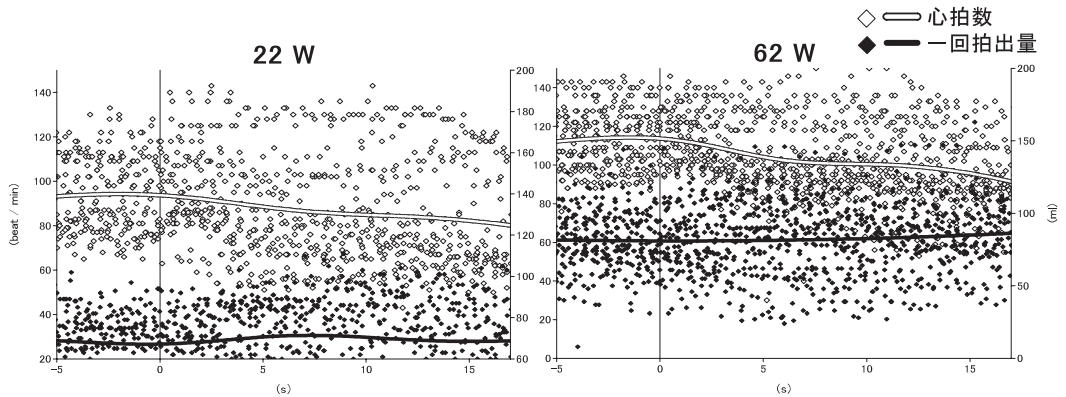


図3 息止め時の心拍数と一回拍出量の時間経過

の末梢血管抵抗の定常値は、62Wでは22Wの約3分の2であった。息止め後には両負荷において上昇した。

図3に心拍数と一回拍出量の時間経過を示す。息止め前の定常値は心拍数、一回拍出量共に22Wに比べて62Wでは、著しく大きくなった。息止めの後には、心拍数は両負荷で減少し、特に62Wの10秒以降で顕著であった。一方、息止め後の一回拍出量は両負荷でほぼ一定で著明な変化はなかった。

#### 4. 総 括

息止め中の血圧は一度減少した後、上昇した。血圧は末梢血管抵抗と心拍出量の積で示されることから、図2によると息止め後の血圧の減少は心

拍出量により、またその後の上昇は末梢血管抵抗によることが示唆された。さらに心拍出量は一回拍出量と心拍数の積で示される。図3による息止め中の心拍出量の減少傾向は心拍数の低下によることがわかった。今後は息止め中のこのような循環応答が被検者の運動の習慣化の有無や性差、年齢などによってどのような変化するのかを検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) Hurwitz BE, Furedy JJ. The human dive reflex: an experimental topographical and physiological analysis. *Physiol Behav*, **36** : 287-94, 1986.
- 2) Wesseling KH, et al: Phsiocal calibrating finger vascular physiology for finapres. *Homeostasis*, **36** : 67-81, 1995.