冠動脈疾患の心機能評価における運動時oxygen pulseの意義 観血的血行動態との対比

神戸大学医学部第一内科 高田輝雄◇ 山辺 裕 小林克也 福崎 恒

概要 運動時の1回心拍出係数(SVI)の変化をoxygen pulse ($O_2 \text{ pulse} = \dot{V}O_2/HR$) から評価することを目的に、冠動脈疾患の運動時観血的血行動態測定を行なった。多段階負荷における亜最大から最大負荷の変化率、 $\% \Delta O_2 \text{ pulse}$ と $\% \Delta SVI$ の間に $r=0.82$ ($p<0.001$)の良好な正相関を認め、 $\% \Delta O_2 \text{ pulse}=15\%$ はSVIの増減の鑑別に有用であった。以上より運動時 $O_2 \text{ pulse}$ はSVIの変化を表し、非観血的な左室予備力の評価に適すると結論した。

〔日内会誌 76:590~591, 1987〕

緒言： Oxygen pulse ($O_2 \text{ pulse}$)は酸素消費量($\dot{V}O_2$)を心拍数(HR)で除して得られる指標で、1回心拍出量(SV)と動静脈血酸素較差(AVO_2D)の積としても表現される。この原理に基づき、冠動脈疾患の運動時心予備力を表すSVの変化を $O_2 \text{ pulse}$ から評価することを試みた。

方法： 対象は、狭心症9例、陳旧性心筋梗塞13例の男性の冠動脈疾患患者計22例、平均年齢 58 ± 6 才である。冠動脈造影上有意病変は0枝1例、1枝6例、2枝10例、3枝5例であった。左室駆出率は平均 $54 \pm 14\%$ であった。臥位エルゴメーターを用い、25Watt 3分毎増量する自覚的的最大負荷を行なった。運動中の $\dot{V}O_2$ をRM200で測定し、肺動脈と上腕動脈に留置したカテーテルより採血し AVO_2D を求め心拍出量(CO)を算出した。SVはCOをHRで除し、 $O_2 \text{ pulse}$ は $\dot{V}O_2$ をHRで除して算出した。SVは体表面積で除し、stroke volume index (SVI)として検討した。冠動脈疾患の場合、SVIの減少が高頻度に生じると考えられる亜最大負荷量(submax)から最大負荷量(max)の変化を評価するため、以下の指標を設定した。

$$\% \Delta O_2 \text{ pulse} = (O_2 \text{ pulse max} - O_2 \text{ pulse}$$

$$\text{submax}) / O_2 \text{ pulse submax} \times 100 (\%)$$

$$\% \Delta SVI = (SVI \text{ max} - SVI \text{ submax}) / SVI \text{ submax} \times 100 (\%)$$

ここで、maxは運動終点の測定値を示し、submaxは運動終了の一段階(25Watt)前の負荷量での測定値を示す。

統計処理はStudent's t testを用い、有意水準を $p<0.05$ に設定した。本文中の数値はmean $\pm$ SDで示した。

結果： 表1に安静時、亜最大負荷および最大負荷の測定値を示す。SVIの平均値は安静から亜最大にかけて増加し、亜最大から最大で軽度減少した。図1に $\% \Delta O_2 \text{ pulse}$ と $\% \Delta SVI$ の関係を示す。両指標間に $r=0.82$ ($p<0.001$)の良好な正の相関を認めた。この図より、亜最大から最大にかけてSVIが増加する例と、減少する例を分ける $\% \Delta O_2 \text{ pulse}=15\%$ をもって対象を二群に分けると、15%以上の7例中5例でSVIが増加し、15%未満の15例中13例でSVIが減少した。その一致率は81.8% (18例/22例)であり、 $\% \Delta O_2 \text{ pulse}$ は運動中のSVの減少を予測する上で有用であった。

考察： 運動中の $O_2 \text{ pulse}$ については、健常者に関して最大 $O_2 \text{ pulse}$ が最大SVを反映し¹⁾、高度

〔昭和61年9月1日受稿〕

The oxygen pulse for evaluation of cardiac performance: Comparison with invasive hemodynamics during exercise in coronary artery disease.

Teruo TAKATA, Hiroshi YAMABE, Katsuya KOBAYASHI and Hisashi FUKUZAKI, The First Department of Internal Medicine, Kobe University School of Medicine, Kobe

表 1. 安静時および運動時の血行動態諸指標, 酸素消費量および動静脈酸素較差

	$\dot{V}O_2$ ml/min/kg	HR bpm	AVO ₂ D vol%	CI l/min/m ²	SVI ml/m ²	O ₂ pulse × 10 ⁻² ml/min /kg/bpm
rest	3.48 ±0.48	70.2 ±12.5	4.6 ±0.7	2.89 ±0.57	41.8 ±9.0	5.03 ±0.79
submax	12.75 ±3.42	103.4 ±17.4	9.1 ±1.2	5.28 ±1.14	51.8 ±8.8	12.47 ±2.57
max	15.19 ±3.03	114.2 ±19.1	10.3 ±1.1	5.62 ±1.09	50.2 ±7.6	13.62 ±2.26

HR: heart rate, CI: cardiac index, SVI: stroke volume index, $\dot{V}O_2$: oxygen consumption, O₂ pulse: oxygen pulse, AVO₂D: arteriovenous oxygen difference.

の運動でO₂ pulseの低下が生じることがあるが²⁾, plateau形成は必ずしも全例にはみられないこと³⁾などが報告されている。一方, 冠動脈疾患での研究は少ないが, 運動時のO₂ pulseが心機能を反映すること⁴⁾, 運動終点で減少する場合があること⁵⁾等が報告されており, このO₂ pulseの減少についてはSVの減少が重要であると推測されている⁶⁾。SVの生理的反応は運動初期に増加し, 以降ほぼ一定となるが⁶⁾, 冠動脈疾患では運動によって心筋虚血が惹起される場合SVが低下することが知られている⁷⁾。従つて運動中のSVの経時的変化を知ることは, 心ポンプ機能の予備力のみならず心筋虚血の出現を評価する上でも意義がある。このような観点から, 今回の検討では運動中の心ポンプ機能の破綻が端的に現れると考えられる亜最大から最大への負荷量での検討を行なった。その結果, % ΔO_2 pulseと% ΔSVI の間には $r=0.82$ と良好な正相関が認められ, また% ΔO_2 pulseを15%で区切ると, 全体例の81.8%の症例でO₂ pulseの増減とSVの増減が一致し, SVの変化を推定する上で% ΔO_2 pulseは優れた指標であると考えられた。Braunwaldらの運動時左室機能曲線の概念⁸⁾を応用すると, SVが減少する例ではより高度の左室予備力の障害があるものと考えられるが, 本研究より% ΔO_2 pulse 15%未満の例が左室予備力の高度低下を示すと考えられた。

結語: 冠動脈疾患の多段階運動負荷試験において, 亜最大から最大負荷までのO₂ pulseの変化(% ΔO_2 pulse)はSVの変化とよく相関し, 左室予

図 1. % ΔO_2 pulseと% ΔSVI の関係

備力の非観血的な評価法として有用であると結論した。

文 献

- 1) Henderson Y and Prince AL: The oxygen pulse and the systolic discharge. Amer J Physiol 33: 106, 1914.
- 2) Karlsson J, et al: Training of the oxygen transport system in man. J Appl Physiol 22: 1061, 1967.
- 3) Wiswell RA and de Vries HA: Time course of O₂-pulse during various tests of aerobic power. Eur J Appl Physiol 41: 221, 1979.
- 4) Reindell H, et al: Functions diagnostik des gesunden und kranken Herzens. Thime. Stuttgart, 1967.
- 5) Patterson RP and Remole WD: The response of the oxygen pulse during a stress test in patients with coronary artery disease. Cardiology 67: 52, 1981.
- 6) Mitchell JH and Blomqvist G: Maximal oxygen uptake. New Engl J Med 284: 1018, 1971.
- 7) Rerych SK, et al: Cardiac function at rest and during exercise in normals and in patients with coronary artery disease. Ann Surg 187: 449, 1978.
- 8) Ross J Jr, et al: Left ventricular performance during muscular exercise in patients with and without cardiac dysfunction. Circulation 34: 597, 1966.