

表4 トレッドミルエルゴメータと自転車エルゴメータの比較

	トレッドミルエルゴメータ	自転車エルゴメータ
長所	- 慣れた歩行運動 - 速度と傾斜の任意設定が可能 - 最大負荷試験まで行いやすい	- 負荷量の調節が容易 - 外的負荷量が正確に定量化できる - 機械的ノイズが少なく各種測定が容易 - 仰臥位での使用が可能 - 省スペース
短所	- 装置、騒音が大きい - 運動量を定量化しにくい - 繰り返すと歩行効率が增加 - 転倒などの危険性	- 低負荷量の信頼性が乏しい - 被験者の意思で負荷が中止できるため最大負荷をかけにくい

る心電図変化が現れた場合、RI 検査や心臓カテーテル検査を推奨します（メモ3）。

負荷装置（表4）

トレッドミルエルゴメータ

体重を重力に抗して移動させる重力負荷運動であり、負荷強度による酸素摂取量は体重が重いほど大きくなりますが、体重当たりの酸素摂取量である METs は体重によらず一定となります。通常は3分ごとに電動式ベルトの傾斜と速度を上げ、負荷量を増加します。できるかぎり手すりにつかまらず、走らずに歩いて検査を行います。

自転車エルゴメータ

自転車エルゴメータは、固定された自転車のペ



入院する可能性

安静座位は1MET = 3.5mL/分/kg ですから、Bruce のプロトコル第1ステージは安静時の約5倍の酸素摂取量が必要となります。急激な酸素摂取量の増加に対し、酸素の供給が追いつかない場合に虚血が誘発されます。1ステージで虚血が誘発された場合はそのまま入院する可能性が高いです。

ダルをこぐ運動で、「抵抗力×距離×回転数」で仕事量を決め、運動負荷をかける方法です。3分ごとに25watts または50watts ずつ負荷量を増加させます。最大の利点は、運動の強度を定量化できることです。自転車エルゴメータは、体重をサドルで支えているために重力負荷のない運動様式であり、外的仕事量に対する体酸素摂取量は体重が重いほど小さくなります。

心肺運動負荷試験（CPX） （800点＝700点＋連続呼気ガス分析加算100点）

心肺運動負荷試験（cardiopulmonary exercise test；CPX）は、心筋梗塞後や開心術後の運動療法のための運動処方作成の際に行われます。心電図変化・血圧測定に加え、呼気ガス測定のためのマスクをつけて酸素消費量、二酸化炭素排出量を同時測定し、呼吸・循環・代謝の総合的な判定を行います。運動中の有酸素代謝の境界を判定する

ことで、日常生活における心臓のポンプ予備能力を評価でき、どの程度の運動強度が患者に適しているかを指導する「運動処方」の程度を測定できます。さらに最大（最高）酸素摂取量を測定することで生命予後の推定も可能です。多段階負荷試験に比べ虚血誘発率は低く、運動負荷試験のなかでは比較的安全性の高い検査ですが、検査中に発

$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ R $\dot{V}E$ HR $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ $\dot{V}O_2$
(mL/分) (L/分) (回/分) (mL/分) (mL/分)

70 2.0 150 200 70 3000
58 1.7 120 160 58 2400
46 1.4 90 120 46 1800
34 1.1 60 80 34 1200
22 0.8 30 40 22 600
10 0.5 0 20 10 0

※R：ガス交換比（ $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ ）

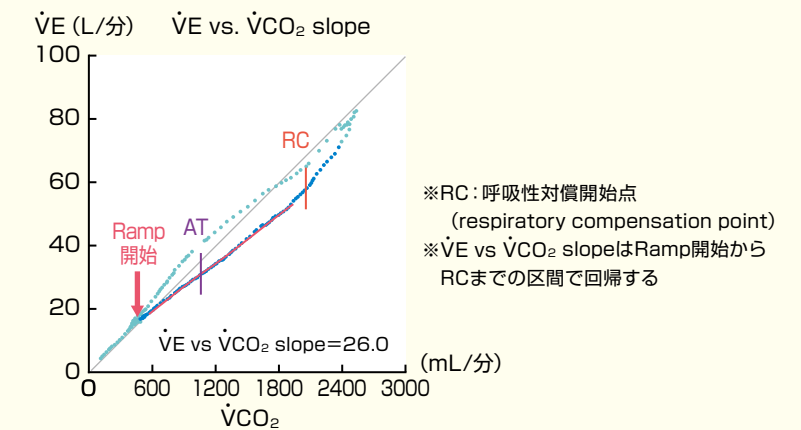
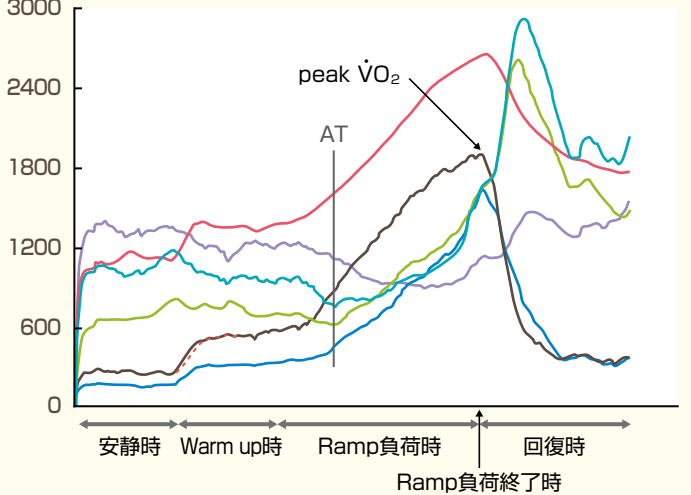


図3 Ramp 負荷試験から得られる主な指標

語の制限があり、また体力の低下している患者に行うことが多いので、他の負荷試験と同様、注意と観察が必要です。

心肺運動負荷試験から得られる重要なパラメータ（図3）

Peak $\dot{V}O_2$

最高酸素摂取量（peak $\dot{V}O_2$ ）は、最大心拍出量（中樞）および最大動静脈酸素較差（末梢）によって規定されます。臨床的に peak $\dot{V}O_2$ は運動制限の指標であるばかりでなく、末梢機能や調節系の異常という慢性心不全特有の病態を反映します。

そのため、最も鋭敏な予後指標として汎用され、米国では peak $\dot{V}O_2$ が“14mL/分/kg 以下”であることが心移植の判断基準の1つとして使われています¹⁾。さらに他の心不全指標と異なり、ごく軽度の心機能異常や健常例においても peak $\dot{V}O_2$ は生命予後を反映するので²⁾、きわめて広い対象に適応可能な予後指標です。

Peak $\dot{V}O_2$ 低下の原因

酸素輸送能の低下

- 最高心拍出量の減少
- 血圧低下
- 血管内皮機能障害による血管拡張能低下