

特集

急性心筋梗塞および冠動脈バイパス術後例における検討

加藤 理*, 伊東春樹*, 武山純一郎*, 江藤陽子*
 小林敏生*, 野田宇一*, 相良耕一*, 青木啓一*
 傅 隆泰*, 渡辺 熙*, 加藤和三*

はじめに

運動療法により、心疾患患者においても運動耐容能およびQOLの改善が認められている。運動耐容能は、心ポンプ機能のみでなく、呼吸機能、血管拡張能、骨格筋ポンプ等により複雑に規定されるが、運動療法の運動能改善に対する作用機序は未だ十分に解明されてはいない。今回、運動療法の心ポンプ機能への影響を調べる目的で、急性心筋梗塞後および冠動脈バイパス術後の心機能回復について検討した。

対象と方法

急性心筋梗塞(AMI)後症例35例(男34例,平均年齢 60.5 ± 8.4 (mean \pm S.D.)歳,梗塞部位:前壁15,下壁15,後壁1,側壁3,心内膜下1),および冠動脈バイパス術(CABG)後症例28例(男26例,平均年齢 60.4 ± 7.8 歳,平均グラフト本数 2.6 ± 0.7 本)を対象とした。

各対象群を、1)自転車エルゴメータによる運動療法施行群(T群:AMI後18例,CABG後13例),2)「心疾患のリハビリテーションシステムの開発に関する研究」班(戸嶋裕徳班長,昭和55年)作成のプロトコールに従った廊下歩行によるリハビリテーション施行群(C群:AMI後17例,CABG後15例)の両群に無作為に分類した。運動療法導入前後,すなわち発症後または手術後1週目(1w)および3週目(3w)に,全例に心肺運動負荷試験(CPX)を施行し,安静時心拍数(rest HR),最高心拍数(peak HR),運動時間(Exercise Time),

ATおよび最高酸素摂取量(peak $\dot{V}O_2$)を測定した。同時に,色素希釈法により経時的に心拍出量(CO)を測定し,運動中最高心拍出量(peak CO)を求めた。加えてAMI後症例では,経胸壁心臓超音波検査を行い左室駆出率(EF)を測定した。各指標の運動療法導入前後での変化量,すなわち Δ rest HR, Δ peak HR, Δ Exercise Time, Δ AT, Δ peak $\dot{V}O_2$, Δ peak CO, Δ EF,を求め,両群間で比較した。なお,自転車エルゴメータによる運動療法はATレベルで,1回30分,1日2回を毎日実施した。CPXは安静4分間の後に20Wの定常負荷によるwarm up 4分間,続いて毎分10Wの割合で漸増するramp負荷で行った(図1)。

結果

1. AMI症例

Rest HRは,T群では1wに 79.6 ± 13.0 bpmであったが3wには 73.3 ± 12.0 に減少した($p < 0.05$)。

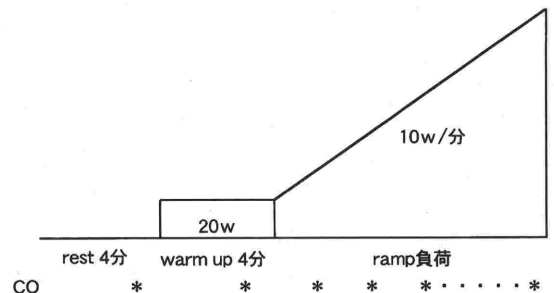


図1 CPXプロトコール
 心拍出量(CO)は色素希釈法で経時的に安静時よりpeak時まで測定した(*)。

*心臓血管研究所

C群では1wに79.1±12.0, 3wに76.8±16.5と有意な変化を認めなかった. Δrest HRは, T群:-6.2±9.5 bpm, C群:-2.3±10.5でT群の変化が大きい傾向はあったが両群間に有意差を認めなかった(図2上段).

Peak HRは, T群では1w:119.1±12.9 bpmから3w:129.5±15.4に増加したが(p<0.01), C群では1w:118.0±18.0, 3w:123.7±28.9と有意な変化を認めなかった. また, Δpeak HRは, T群:10.4±9.9 bpm, C群:5.7±16.8で, T群で増加が多い傾向を認めたが統計的に有意差を認めなかった(図2下段).

Exercise Timeは, T群では1wに9.1±1.4 minが3wには10.9±1.7と延長した(p<0.01). 同様にC群で1wに9.7±1.9が3wには10.5±2.8と延長したが(p<0.05), ΔExercise Timeは, T群:1.8±1.0 min, C群:0.9±1.6とT群で有意に延長した(p<0.05, 図3上段).

ATは, T群では1wに11.5±2.0 ml/min/kgが3wには12.6±2.1と増加した(p<0.01). しかし, C群では1wに11.4±2.0, 3wに11.6±2.0と有意な変化を認めなかった. ΔATは, T群:1.1±1.2 ml/min/kg, C群:0.2±1.7とT群で大きい傾向があった(p<0.1, 図3下段).

Peak $\dot{V}O_2$ は, T群では1wに15.5±2.8 ml/min/kgが3wには18.1±3.1と増加した(p<0.01). 同様にC群でも1wに15.3±2.9が3wには16.7±4.0と増加した(p<0.05)が, Δpeak $\dot{V}O_2$ は, T群:2.7±1.7 ml/min/kg, C群:1.3±2.4とT群で大きい傾向があった(p<0.1, 図4上段).

Peak COは, T群では1wに11.9±3.1 l/minが3wには14.0±3.5と増加した(p<0.01)の比し, C群では1wに14.2±5.4, 3wに14.6±5.0と有意な変化を認めなかった. しかし, Δpeak COは, T群:2.1±1.9 l/min, C群:1.5±2.5で両群間に有意差を認めなかった(図4下段).

EFは, T群では1wに56.0±12.4%であったが, 3wには62.2±10.5と増加した(p<0.05)の比し, C群では1wに57.1±16.8, 3wに58.2±16.6と有意な変化を認めなかった. しかしΔEFは, T群:6.1±9.5%, C群:1.2±11.2で, 両群間に有意差を認めなかった(図5).

2. CABG 症例

Rest HRは, T群では1wに107.0±8.4 bpmであったが3wには98.5±9.1に減少した(p<0.05). 同様にC群では1wに113.9±16.1が3wに104.9±15.9と有意な減少を認めた(p<0.01). Δrest HRは, T群:-8.6±9.7 bpm, C群:-9.0±4.4で

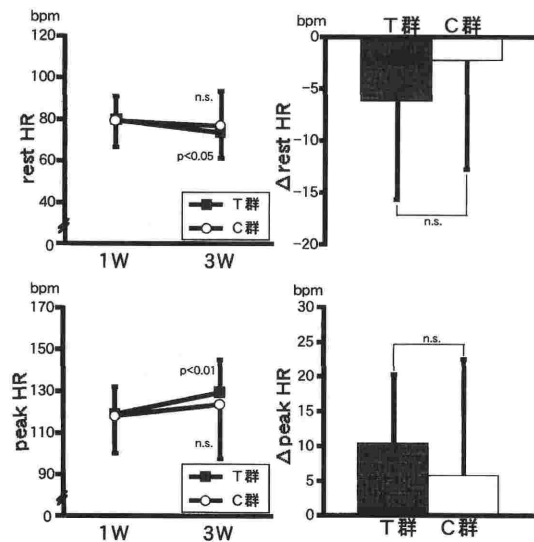


図2 AMI症例におけるHRの変化 (rest HR: 上段, peak HR: 下段)

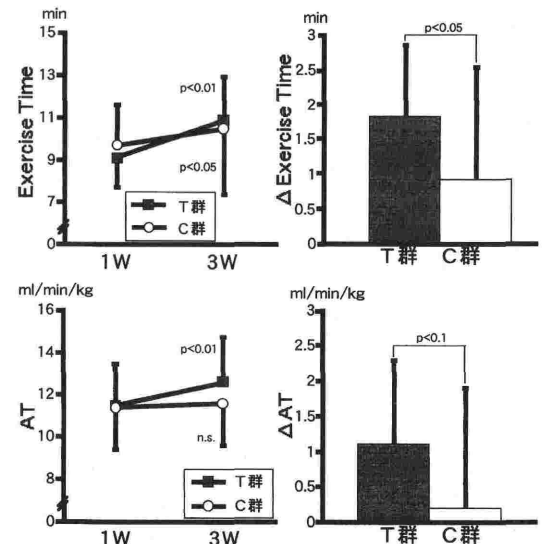


図3 AMI症例におけるExercise Time(上段), AT(下段)の変化

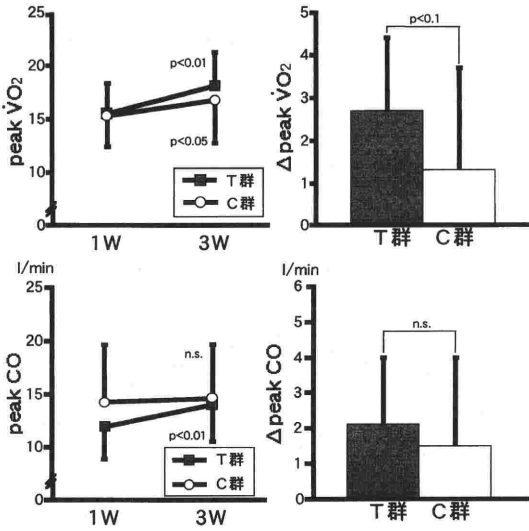


図4 AMI症例における peak $\dot{V}O_2$ (上段), peak CO (下段) の変化

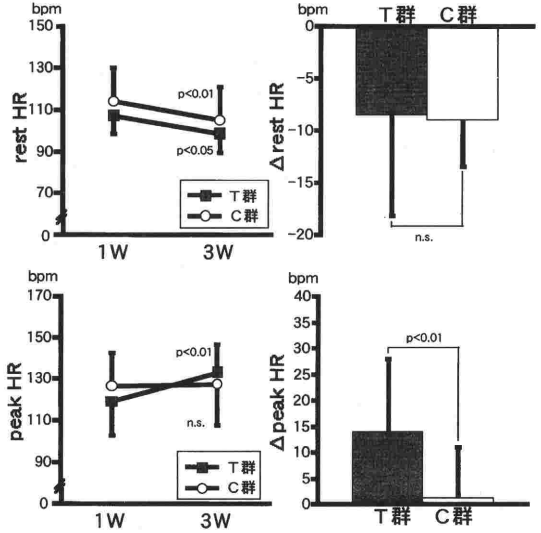


図6 CABG症例における HR の変化 (rest HR: 上段, peak HR: 下段)

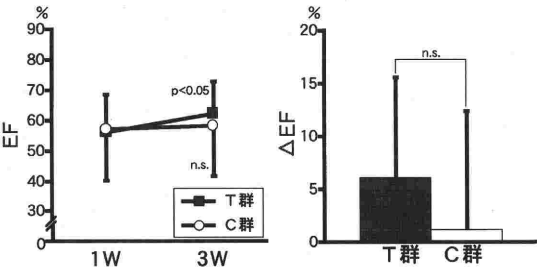


図5 AMI症例における EF の変化

両群間に有意差を認めなかった (図6 上段)。

Peak HR は, T 群では 1 w 119.0 ± 16.3 bpm から 3 w には 133.0 ± 14.1 と増加した ($p < 0.01$) が, C 群では 1 w に 126.7 ± 15.9 , 3 w に 127.9 ± 19.9 と有意な変化を認めなかった。 $\Delta peak HR$ は, T 群: 14.0 ± 14.2 bpm, C 群: 1.2 ± 9.9 と T 群で有意に大きかった (図6 下段)。

Exercise Time は, T 群では 1 w に 8.7 ± 1.2 min が 3 w には 10.2 ± 1.2 と延長した ($p < 0.01$)。同様に C 群でも 1w に 8.0 ± 1.6 が 3w には 8.9 ± 1.4 と延長した ($p < 0.01$)。 $\Delta Exercise Time$ は, T 群: 1.5 ± 1.2 min, C 群: 0.8 ± 1.0 と両群間に有意差を認めなかった (図7 上段)。

AT は, T 群では 1 w に 10.7 ± 1.7 ml/min/kg が

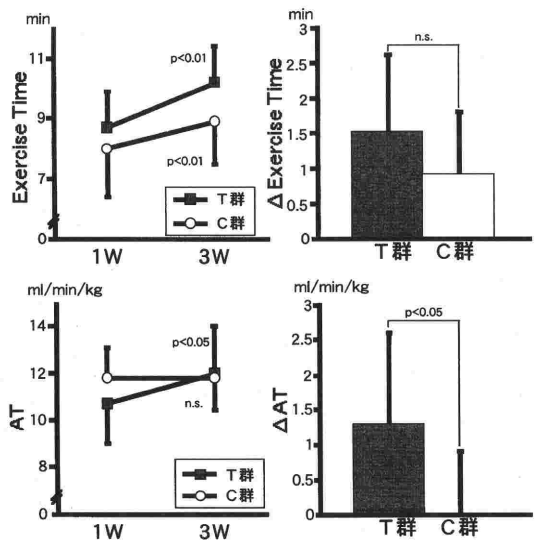


図7 CABG症例における Exercise Time (上段), AT (下段) の変化

3 w には 12.0 ± 1.7 と増加した ($p < 0.05$)。しかし, C 群では 1 w に 11.6 ± 1.3 , 3 w に 11.4 ± 1.5 と有意な変化を認めなかった。 ΔAT は, T 群: 1.3 ± 1.3 ml/min/kg, C 群: 0 ± 0.9 と T 群で有意に大きかった ($p < 0.05$, 図7 下段)。

Peak $\dot{V}O_2$ は, T 群では 1w から 13.5 ± 1.6 ml/min/kg

が3wには 16.1 ± 2.1 に増加した ($p < 0.01$)。同様にC群でも1wに 13.9 ± 2.6 が3wには 14.8 ± 2.4 と増加した ($p < 0.05$)が、 $\Delta \text{peak } \dot{V}O_2$ は、T群: $2.7 \pm 1.7 \text{ ml/min/kg}$ 、C群: 1.0 ± 1.4 とT群で有意に大きかった ($p < 0.05$, 図8上段)。

Peak COは、T群では1wに $10.8 \pm 2.6 \text{ l/min}$ が3wには 13.4 ± 2.2 と増加した ($p < 0.01$)のに比し、C群では1wに 11.4 ± 2.8 、3wに 12.0 ± 2.6 と有意な変化を認めなかった。しかし、 $\Delta \text{peak CO}$ は、T群: $2.6 \pm 2.3 \text{ l/min}$ 、C群: 0.6 ± 1.6 でT群の増加量がC群に比し有意に大であった ($p < 0.05$, 図8下段)。

考 察

運動耐容能は心ポンプ機能のみでなく、肺機能、血管拡張能、活動筋量および活動筋の状態、酸素輸送能などにより複雑に規定されている (図9)¹⁻³。運動時には神経体液性因子の働きにより、心拍数増加、心収縮力増加がおこり心拍出量が増加するように反応するとともに、活動筋への血管は拡張し、活動筋以外の臓器への血管は収縮して血流再分布が起こる⁴。さらに活動筋では、

細胞内のミトコンドリア数の増加などにより酸素利用効率が高まる⁵。また活動筋は筋肉ポンプとして働いて、心臓への静脈還流を補助するように

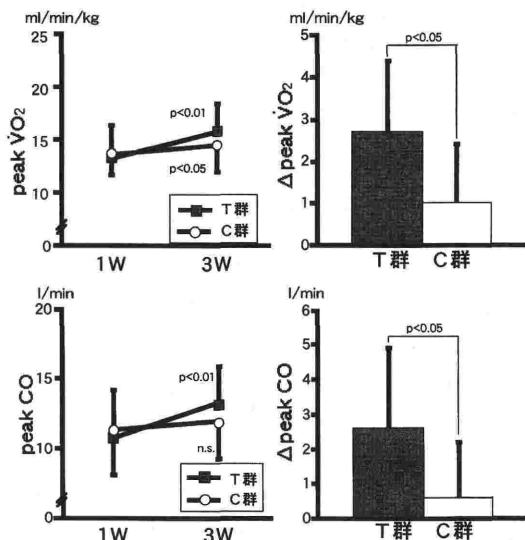


図8 CABG症例における peak $\dot{V}O_2$ (上段), peak CO (下段)の変化

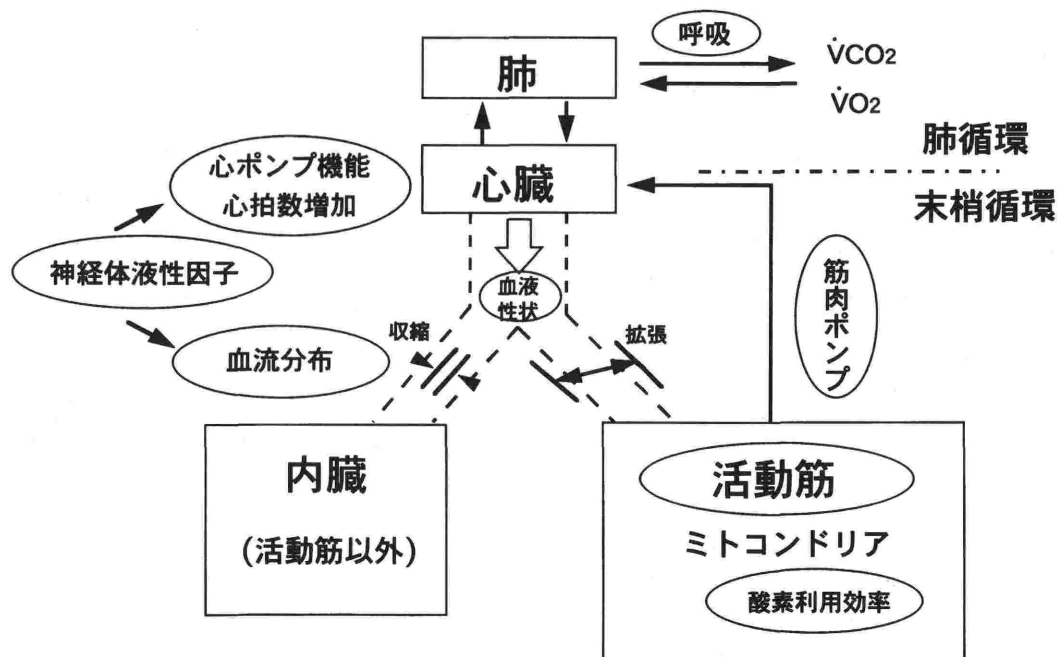


図9 運動耐容能規定因子と運動の呼吸循環系への影響

作用し、呼吸筋は、呼吸機能を促進する。

AMI 症例では、3 w 後 T 群で C 群に比し Exercise Time 延長、AT 増加、peak $\dot{V}O_2$ 増加が有意に大きく、また有意ではなかったものの EF 増加、rest HR 減少、peak HR 増加、peak CO 増加も大であった。同様に CABG 症例でも、T 群で C 群に比し有意に大きな peak HR 増加、AT 増加、peak $\dot{V}O_2$ 増加を認め、また有意差はなかったものの C 群に比し rest HR 減少、Exercise Time 延長、peak CO 増加が大きかった。以上より、両症例群ともに、運動療法により運動耐容能改善を示し、さらに peak $\dot{V}O_2$ 増加、peak CO 増加、EF 増加を認めたことより心ポンプ機能の改善が示唆された。

上述の運動療法による運動耐容能の改善はこれらの作用の総合的な効果であり、ポンプ機能の改善には血管拡張能の増大や静脈還流量の増加が関与していると思われる。従って、心機能が改善するか否かをさらに明確にするためには、血管拡張能ならびに心収縮力の変化について、より直接的な検討を行うことが必要であろう。

ま と め

運動療法の心機能への効果について AMI 後お

よび CABG 後の症例を対象に行った心肺運動負荷試験の結果にもとづいて検討した。

両症例群において、AT、peak $\dot{V}O_2$ は運動療法後に有意に改善し、rest HR、peak HR、Exercise Time、peak CO も有意ではないが改善した。

運動療法により、peak CO は増加し、心機能の改善が予想された。しかし左室駆出率や心拍出量は血管拡張能、静脈還流量など後負荷や前負荷によって大きく影響されるため、今後さらなる検討が必要である。

文 献

- 1) Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al : Principles of exercise testing and interpretation, Philadelphia, Lea & Febiger, 1987, pp.2
- 2) 谷口興一, 吉田敬義訳: 運動負荷テストとその評価法, 南江堂, 東京, 1989, pp.17
- 3) 加藤 理, 伊東春樹: 運動耐容能を決定する因子は何か. *Cardiologist* 2: 309-313, 1997
- 4) Zelis R, Flaim SF : Alterations in vasomotor tone in congestive heart failure. *Prog Cardiovasc Dis* 24:437-459, 1982
- 5) Hambrecht R, Niebauer J, Fiehn E, et al : Physical training in patients with stable chronic heart failure: Effects of cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. *J Am Coll Cardiol* 25: 1239-1249, 1995