

## 心疾患のリハビリテーションにおける ベッドサイドの運動プログラムに関する研究

辻 博明・河内宣子<sup>1)</sup>・塩田直子<sup>2)</sup>・新谷房子<sup>1)</sup>  
森 和美<sup>3)</sup>・八木ありさ<sup>4)</sup>・南谷和利<sup>5)</sup>

### 目 的

従来、心筋梗塞発症後の臨床的研究に運動能力の経過について報告したものは少ない。著者らはこれまでに運動負荷の定量化を試み、心筋梗塞発症後および冠状動脈・大動脈バイパス術後の運動許容範囲および経過、影響する因子などを検討してきた<sup>1)2)3)</sup>。しかし、実際に低レベル負荷に対する循環あるいは代謝の応答についての報告が少なく<sup>4)</sup>、また就床末期における離床許可の判定基準に客観的な方法は全くなく、機能評価の方法を模索してきた。

そこで今回、急性心筋梗塞発症の初期から定量化された運動処方箋を個々に適用し、離床後の運動プログラムにまで発展させ得る一貫したシステムの完成を目指して、心筋梗塞症患者を想定した運動処方箋と、それによって生ずる呼吸循環機能の変化を検討し、ベッドサイドのための運動プログラムを作製するための基礎的実験を行なった。

### 対象および方法

健康な体育学部男子学生7名を対象として、心筋梗塞症患者を想定して、仰臥位および坐位の二つの体位でそ

れぞれ腕および脚の屈曲・伸展による滑車利用の荷重挙上運動を課した(図1)。対象者の身体的特性は、表1に示したように平均年齢が21±0.8歳、平均身長が175.4±6.65cm、平均体重が67.6±6.65kg、平均最大酸素摂取量が44.3±5.22ml/kg・minであった。

運動実施にあたっては等尺性負荷にならぬように配慮し、表2に示したように荷重方法は、毎分20回の一定頻度で荷重を1.5kg、4.0kg、6.5kgにしたものと、4.0kgの一定荷重で頻度を毎分15回、20回、30回にしたものの6種類の負荷条件で、重りの移動(挙上)距離をそれぞれ30cm、荷重時間を5分間とした。機械的仕事量(kg・m/min)は荷重質量(kg)×挙上頻度(times/min)×移動(挙上)距離(m)で求めた。

これらの荷重挙上運動による心拍数、酸素摂取量、呼吸数、血圧などの変化を測定し、分析を行なった。心拍数および呼吸数は安静時および荷重直後、呼気ガス分析は安静時、荷重中5分間を記録した。

胸部双極導出による心拍数とサーミスターによる呼吸

表1 対象者の身体的特性

Sub.	Age (yr)	Sanding Height (cm)	Body Weight (kg)	VO <sub>2</sub> rest (ml/kg・min)	VO <sub>2</sub> max (ml/kg・min)	METS max
1	21	168	57	4.1	40.1	9.8
2	20	173	68	4.2	43.2	10.3
3	22	167	63	4.2	49.6	11.8
4	21	177	74	3.7	43.8	11.8
5	22	188	77	3.4	52.2	15.4
6	22	175	66	3.3	35.4	10.7
7	22	180	68	3.5	45.6	13.0
$\bar{X}$	21	175.4	67.6	3.8	44.3	11.8
SD	0.8	7.23	6.65	0.36	5.22	1.77

図1 負荷方法

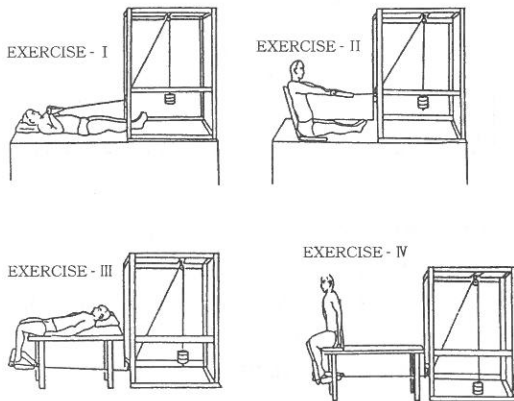


表2 運動負荷の条件

Condition	Loads (kg)	Distance (m)	Frequency (times/min)	Work Loads (kg・m/min)
1	1.5	0.30	20	9
2	4.0	0.30	20	24
3	6.5	0.30	20	39
4	4.0	0.30	15	18
5	4.0	0.30	20	24
6	4.0	0.30	30	36

1)岡山総合体育研究会 2)笠岡第一病院 3)岡山西大寺病院 4)お茶の水女子大学大学院 5)順天堂大学

数は、日本電気三栄測器製Biophysigraph 111-Bを用いて、呼気ガス分析はダグラスバッグにより採気し、日本電気三栄測器製呼気ガス分析装置IH06を用いて、血圧はマンシエツト法による水銀血圧計を用いてそれぞれ測定した。

### 結 果

図2は仰臥位での、図3は坐位での腕と脚の運動における心拍数を比較したもので、負荷中の心拍数は安静時に比して毎分10~20拍の増加範囲にあり、負荷強度の増加に伴い増加を示した。安静時の平均値と各強度の平均値の間にはt検定によりすべて有意差(0.1~5%水準)が認められた。また、各強度間の平均値においてもt検定により有意差(0.1~5%水準)が認められた。さらに、仰臥位ならびに坐位において腕運動よりも脚運動の方が高値を呈したが、ともに平均値の差には有意差が認められなかった。

血圧および呼吸数については負荷強度の増加に伴う増加を認めるが、いずれも有意な増加ではなかった。

Pressure Rate Product (PRP) は各負荷様式における各強度の負荷では安静値に比して明らかに有意な増加を示し、負荷強度の増加に比例してほぼ増加するが、各強度間に必ずしも有意差があるとはいえなかった。とくに坐位の脚運動ではほとんど有意差が認められなかった。

図2 仰臥位における心拍数の比較

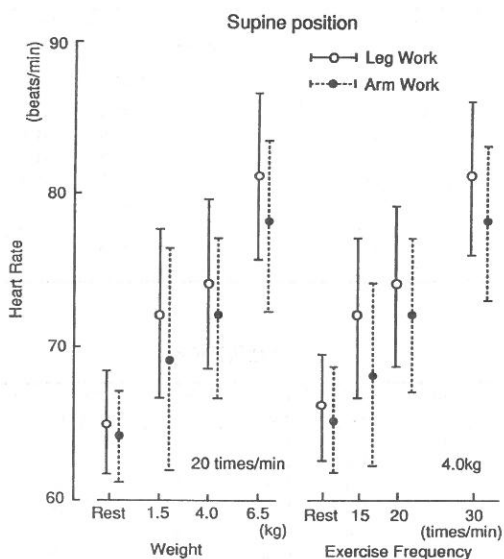


図3 坐位における心拍数の比較

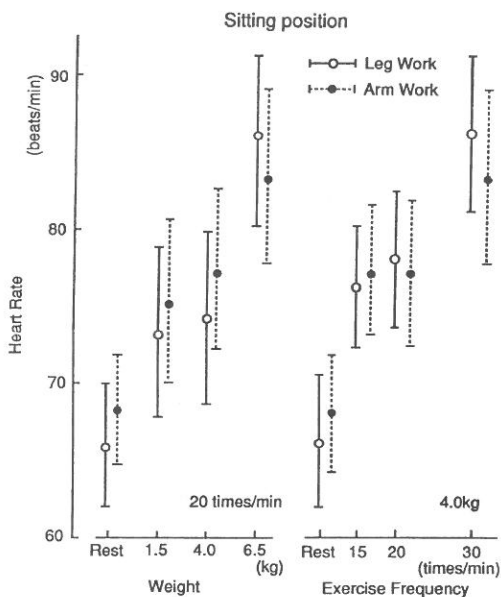


図4 異なった体位および様式の負荷による酸素摂取量の比較

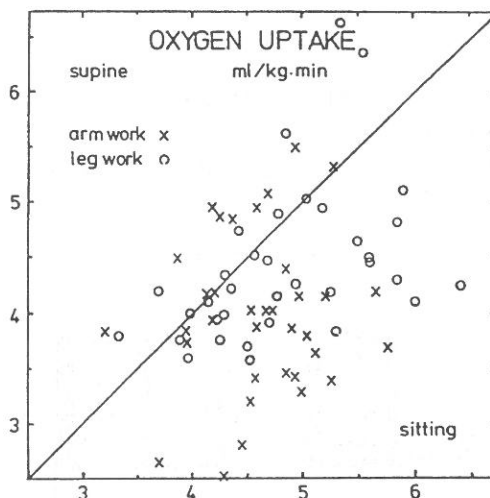
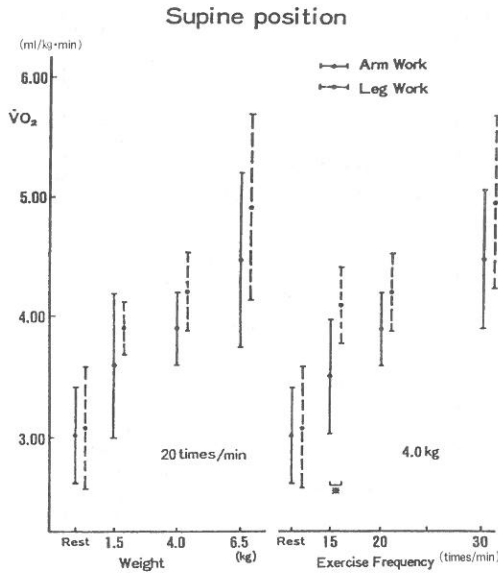


図4は各個人の酸素摂取量を体位と運動様式の違いで比較したものである。図の如く仰臥位の体位よりも坐位の体位の方が全体的に高値を示したが、腕と脚の運動部位による差異は顕著ではなかった。

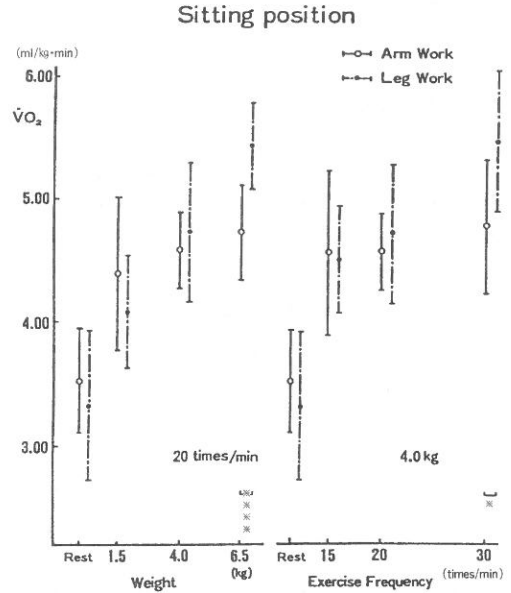
図5は仰臥位における酸素摂取量を比較したもので、腕運動よりも脚運動の方が全体的に高値を示しているが、有意差は4.0kg荷重における毎分15回の負荷の際にのみ

図5 酸素摂取量の比較  
— 仰臥位による —



※ P<0.05

図6 酸素摂取量の比較  
— 坐位による —



※ P<0.05

※※※※ P<0.001

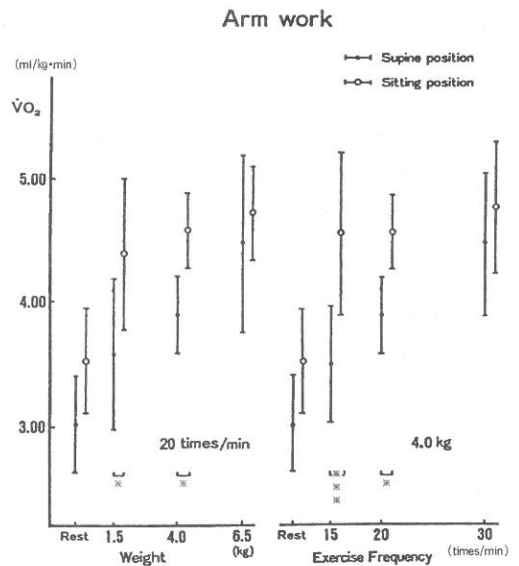
腕運動の $3.5 \pm 0.47 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ と脚運動の $4.10 \pm 0.32 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ との間に5%水準で認めた。

坐位負荷中の酸素摂取量は、図6の如く6.5kg荷重による毎分20回の腕運動の $4.73 \pm 0.39 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ と脚運動の $5.44 \pm 0.35 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ の間および4.0kg荷重による毎分30回負荷の腕運動 $4.79 \pm 0.55 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ と脚運動の $5.49 \pm 0.58 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ の間にそれぞれ0.1%および5%水準で有意差を認めた。

腕運動による体位の差をみると、図7の如くすべて坐位の時の方が仰臥位の時よりも高値を呈し、毎分20回の頻度で1.5kgおよび4.0kg荷重、4.0kg荷重による毎分15回の負荷の際に、それぞれ5%、5%、0.5%水準で有意差を認めた。脚運動においても腕運動と類似の傾向を示したが、両体位間に有意差は認められなかった。

各負荷の強度は、METSで1.2~1.7の運動であった。酸素摂取量と心拍数の間には $r=0.227$ と低いけれども有意な相関(0.1%水準)が認められた。また、酸素摂取量とPRPの間には全体では $r=0.172$ の低い相関が、仰臥位における腕および脚運動の際には $r=0.445$ (1%水準)および $r=0.523$ (0.1%水準)のそれぞれ有意な相関が認められた。

図7 酸素摂取量の比較  
— 腕運動による —



※ P<0.05

※※※※ P<0.005

## 考 案

運動負荷による生体現象の変化は年齢および性、疾病や身体的活動能力の程度、体位、環境条件、負荷強度の軽重などにより影響され、個人差があることもよく知られている。Saltinら<sup>9)</sup>の研究では、3週間の絶対安静直後の心拍数の応答は安静前の値に比して顕著に増加し、また最大酸素摂取量は顕著に減少し、回復まで10~40日を要することが観察されている。したがって急性心筋梗塞症患者に対してはこの安静によって生じた脱調節の回復を含めた運動処方を用いてリハビリテーションの過程で有効に再調整することを考えねばならない。

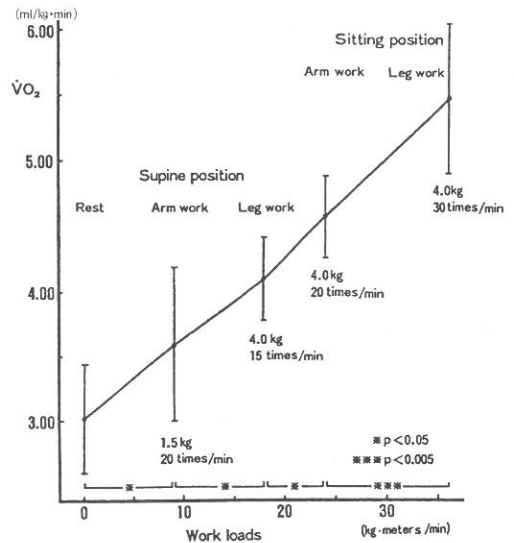
同一強度の最大下作業時の呼吸循環応答は姿勢の変化によって影響されないといわれているが<sup>6)7)</sup>、本研究においても酸素摂取量では同一強度での異なる運動様式あるいは体位間ではほとんど有意差は認められなかった。また、恒常状態における心拍数と酸素摂取量との間には比例関係があり、0.1%水準の相関がある<sup>7)</sup>といわれているが、本研究では心拍数と酸素摂取量との間においても、また心機能をより強く反映するPRPと心機能以外の末梢循環や、骨格筋の効率などの影響をうける酸素摂取量との間においても、必ずしも有意な相関を示すとは限らなかった。これは対象者が運動の訓練を受けた体育学部の学生であり、表1に示したように身体活動能力が優れ若年であること、負荷強度が心筋梗塞症患者を想定したために非常に軽度であることが関係していると考えられる。

本研究で行なわれた運動負荷は等尺性の骨格筋緊張よりもむしろ動的で、リズムカルな動作である。したがって傷害された虚血心筋を助け、過度の圧応答や負荷による危険な不整脈が避けられる<sup>8)</sup>。また負荷方法も簡単で、適当な間隔をとった休息を入れることも可能である。そして、負荷強度もMETSにして1.2~1.7と、Lermanら<sup>9)</sup>のプロトコール(6%, 1.2MPH, METS 2.74±0.32)、あるいは著者ら<sup>1)</sup>のトレッドミル負荷Stage I(0%, 2 MPH, METS 2.6)よりも低く軽度なことから急性心筋梗塞症の比較的初期においても適用できると思われる。

負荷方法として脚の屈曲伸展を避け、下垂位から膝を伸展する運動を取り入れたのは、腕運動の使用筋群とのかね合いで脚の使用筋群を少なくするためであった。しかしながら仰臥位による脚の伸展運動は、腰痛を誘発する傾向が認められたので今後の検討を要する。

今回の荷重挙上負荷による酸素摂取量から図8の如く仰臥位の腕運動(1.5kg, 20回/分, METS 1.19), 脚運動(4.0kg, 15回/分, METS 1.32), さらに坐位

図8 各種体位および様式の組合せによる運動処方際の酸素摂取量



の腕運動(4.0kg, 20回/分, METS 1.47), 脚運動(4.0kg, 30回/分, METS 1.70)と順次負荷量の増加する処方システムを作り得た。この方法は、安静後の運動による事故の予防および運動量漸増の目的のためにも有用であり、著者ら<sup>1)</sup>がこれまで行なってきた離床後のトレッドミル負荷による運動(METS 2.6)に安全に移行し得る就床・離床過渡期の処方として適当であると考えられた。

## ま と め

心筋梗塞症患者を想定してベッドサイドのための段階的な運動プログラムの作製を目的に、健康な体育学部男子学生7名を対象に仰臥位と坐位における腕および脚による6種類の荷重挙上運動を実施させ、その呼吸循環応答をもとに検討を行なった。

その結果、最も初期のベッドサイドの運動プログラムとして仰臥位の腕運動(1.5kg, 20回/分, METS 1.19), 次いで仰臥位の脚運動(4.0kg, 15回/分, METS 1.32), さらに坐位の腕運動(4.0kg, 20回/分, METS 1.47), 坐位の脚運動(4.0kg, 30回/分, METS 1.70)と順次負荷量の増加する4種類の運動が適切であることが示唆された。

このプログラムはベッドサイドの運動プログラムとして安全に導入できる運動様式および運動強度であり、心臓リハビリテーションのための継続的運動として適した処方であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 宮川政久, 近藤美智子, 羽里信種, 南谷和利, 北村和夫: 運動負荷試験の負荷量の定量化に関する研究. 最新医学 31: 2043-2047, 1976.
- 2) 北村和夫, 岡田了三ほか: A C bypass術後の検討. 日内会誌69: 251, 1980.
- 3) 五味潤秀幸, 南谷和利, 北村和夫: 虚血性心疾患における運動負荷試験の追跡結果について, 第11回循環器負荷研究会, 1980.
- 4) Lerman J., Bruce R. A., Sivarajan E., Pettet G. E. M. & Trimble S.: Low Level Dynamic Exercise for Earlier Cardiac Rehabilitation. : Aerobic and Hemodynamic Responses. Arch. Phys. Med. Rehabil. 57:355-360, 1976.
- 5) Saltin B., Blomqvist G., Mitchll J. H., Johnson R. L. Jr., Wildenthal K. & Chapman C. B.: Response to Submaximal and Maximal Exercise after Bed Rest and Training. Circulation 38(Suppl.7):1-78, 1968.
- 6) 湯浅景元, 福永哲夫, 角田直也, 朝比奈一男, 藤松 博, 平田敏彦: 作業姿勢が最大下と最大作業中の酸素摂取量と心拍数に及ぼす効果. 体育学研究 25: 31-38, 1980
- 7) Bevegard S., Holmgren A. & Jonsson B.: Circulatory studies in well trained athletes at the influence of body position. Acta physiol. Scand. 57:26-50, 1963.
- 8) Lind A. R.: Cardiovascular responses to static seercise(isometrics, anyone). Cirulation 41: 173-176, 1970.

平成3年10月31日受付

平成3年11月7日受理