

## 心疾患のリハビリテーションにおける 歩行運動への準備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、心筋梗塞症発症後の臨床的研究における運動能力の経過についての検討は比較的少なく、軽量負荷に対する循環あるいは代謝についての生理学的研究も多くを見ない<sup>1)2)3)4)</sup>。

著者らは、これまで心筋梗塞症の就床期から離床期までの初期の運動処方プログラム作成の基礎資料を得るための検討を行ってきた<sup>5)</sup>。その結果、全身的な活動能力を高めるためには脚による動作ばかりでなく、腕運動も欠くべからざるものであり、徐々に増加する仕事量でなければならないことが条件とされた。

そして、仰臥位での腕および脚運動から坐位での腕および脚運動へと移行する運動プログラムは、酸素摂取量から見ても徐々に運動負荷を増加させうる運動として心疾患のリハビリテーションに適切であることが示唆された。

今回は、椅坐位から立位への運動プログラムにおける呼吸循環応答について検討し、歩行運動への準備プログラムを作製するための基礎的実験を行なったので報告する。

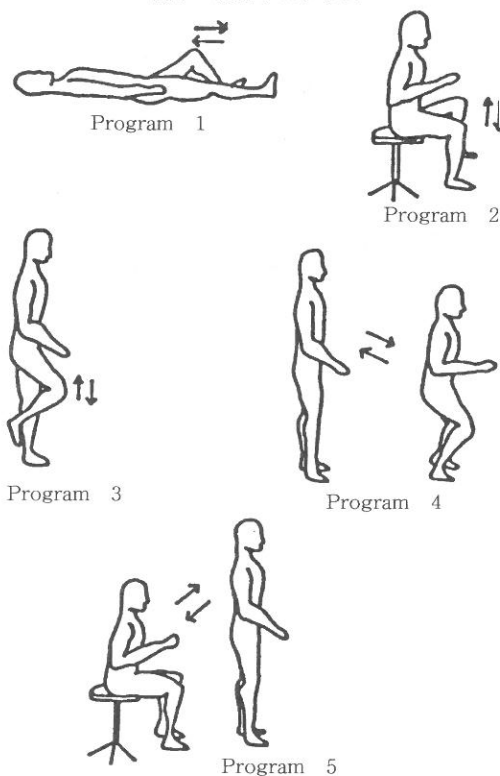
### 対象および方法

健康な体育学部男子学生8名を対象として、図1に示した心筋梗塞症患者を想定した5種類の歩行運動への準備プログラムを課した。対象者の身体特性は、表1に示すように平均年齢が $21 \pm 0.43$ 歳、平均身長が $172.0 \pm 5.77$ cm、平均体重が $67.9 \pm 8.59$ kg、平均最大酸素摂取量が $44.7 \pm 4.87$ ml/kg・minであった。

最大酸素摂取量の測定は、スウェーデン・モナーク社製の自転車エルゴメーターを用いて、運動負荷開始から7分までは1分毎に1kpずつ、7分から11分までは1分毎に1.5kpずつ、11分以後は1分毎に0.5kpずつ疲労困憊するまで負荷を漸増し、酸素摂取量を連続測定した。

運動プログラムはプログラム1からプログラム3までの動作は、左右交互に行なう下肢の協調性のための運動であり、プログラム4とプログラム5の動作は、下肢の筋力強化のための運動である。

図1 運動プログラム



すなわち、プログラム1は、仰臥位で対側の膝関節まで踵部を移動する足踏み様動作を1分間に60回の頻度で行ない、これを5分間継続する。

プログラム2は、椅坐位で大腿部を水平位から膝関節部の移動を目安にして15cm挙上する足踏み様動作を1分間に60回の頻度で行ない、これを5分間継続する。

プログラム3は、立位で垂直線に対して45°をなす大腿部の挙上によるその場足踏み動作を1分間に60回の頻度で行ない、これを5分間継続する。

プログラム4は、立位で大転子部位を立位における指尖の位置まで下降させるハーフ・スクワット動作を1分間に15回の頻度で行ない、これを5分間継続する。

プログラム5は、椅坐位より立位への立ち上がり動作

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

表1 対 象

SUB	AGE	H(cm)	W(kg)	$\dot{V}_{O_2}MAX(ml/kg.min)$	METS	REST(ml/kg.min)
SUB-1	21	177	86	43.76	11.99	3.65
SUB-2	21	160	65	46.76	12.50	3.74
SUB-3	22	179	72	52.15	15.16	3.44
SUB-4	22	168	57	40.89	8.10	5.05
SUB-5	22	167	58	49.59	11.86	4.18
SUB-6	22	174	66	35.35	10.68	3.31
SUB-7	22	173	67	43.21	10.19	4.24
SUB-8	22	178	72	45.56	12.94	3.52
$\bar{X}$	21.75	172.00	67.88	44.66	11.68	3.89
SD	0.43	5.77	8.59	4.87	1.95	0.54

の繰り返しを1分間に15回の頻度で行ない、これを5分間継続する。

これら5種類の運動プログラムを実施し、運動中の心電図、心拍数、血圧、換気量、酸素摂取量を測定した。

胸部双極導出による心電図および心拍数とサーミスターによる呼吸数の測定には、三栄測器社製Biophysigraph III-Bを用いた。ダグラスバッグ採気による呼気ガス分析には、三栄測器社製呼気ガス分析装置IH06を用いた。血圧の測定には、マンシェットによる水銀血圧計を用いた。

心拍数、血圧および呼吸数は安静時および負荷中1分毎に、呼気ガス分析は安静時と負荷中5分間の記録を行

表2 心拍数とその増加の割合

H.R	(BEATS/MIN)					
SUB	REST	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5
SUB-1	66	86.4	81.6	78.6	85.8	93.6
Z		+30.9	+23.6	+19.1	+30.0	+41.8
SUB-2	57	67.2	70.2	75.6	80.4	75.6
Z		+17.9	+23.2	+31.6	+41.1	+31.6
SUB-3	66	87.6	86.4	90.6	95.4	102.0
Z		+32.7	+30.9	+37.3	+44.5	+54.5
SUB-4	63	79.2	83.4	88.2	96.0	100.2
Z		+25.7	+26.4	+33.6	+45.5	+51.8
SUB-5	68	81.6	80.0	82.2	85.8	91.8
Z		+20.0	+17.6	+20.9	+26.2	+35.0
SUB-6	69	90.0	91.8	95.4	102.0	104.4
Z		+30.4	+33.0	+38.3	+47.8	+51.3
SUB-7	60	75.6	79.8	80.4	84.0	86.4
Z		+14.5	+20.9	+31.8	+27.3	+30.9
SUB-8	54	73.2	72.0	72.0	87.6	90.0
Z		+35.6	+33.3	+33.3	+62.2	+66.7
$\bar{X}$	66.0	80.1	80.7	82.8	89.6	92.9
Z		+21.4	+22.3	+25.5	+35.8	+40.8
SD	8.35	7.34	6.62	7.50	6.87	8.95

なった。なお負荷中の心拍数および血圧は1分毎の計測値の平均値で示した。

結 果

表2は各運動プログラムを実施した時の心拍数とその増加率を示したものである。心拍数は安静時の平均が66±8.4拍/分で、各運動プログラムの実施に伴い僅かに増加したが、その増加の割合は21~41%であった。各運動プログラム間の平均心拍

数の差をみるとプログラム3とプログラム4との平均値に1%水準の有意な差が認められた。

表3に示した血圧は、安静時に比して大きな変動が見られず、有意な増加は認められなかった。Double Product (DP) は、各動作とも安静値に比して明らかな増加を示し、プログラムの進展に伴って増加傾向を示したが、各プログラム間ではプログラム3とプログラム4との平均値に0.1%水準の有意な差が認められた。

表3 血圧の変化 (mmHg)

SUB	REST	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5
SUB-1	116	122.8	130.8	128.0	130.0	125.2
DBP	74	78.8	81.2	83.8	82.8	82.0
SUB-2	114	111.2	110.8	120.4	122.4	113.8
DBP	64	72.0	68.8	78.4	79.6	74.0
SUB-3	126	129.2	129.6	142.0	143.6	113.8
DBP	60	67.2	72.4	76.4	82.4	72.0
SUB-4	110	115.0	124.8	122.4	125.2	123.6
DBP	84	76.6	83.6	82.8	80.4	76.8
SUB-5	114	123.6	118.0	133.2	136.4	124.8
DBP	62	58.8	65.2	84.4	86.0	67.6
SUB-6	118	118.8	114.0	130.8	134.8	123.6
DBP	54	59.2	54.8	78.8	80.8	62.0
SUB-7	112	127.0	132.0	119.6	122.0	123.6
DBP	50	49.2	64.0	73.2	53.6	52.8
SUB-8	114	128.4	116.4	127.2	126.0	115.2
DBP	66	71.2	73.6	81.2	81.6	74.8
$\bar{X}$	115.5	122.0	122.1	128.0	130.1	123.0
DBP	64.3	66.6	70.5	79.8	78.4	87.8
SD	4.56	6.09	7.74	6.99	7.16	6.06
DBP	10.12	9.47	8.80	3.54	9.56	25.78

表4に示したように酸素摂取量は、安静時が $3.89 \pm 0.54 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ で、各プログラム実施時には安静値に比して明らかな増加を示し、プログラム1を除くと、徐々に増加する傾向が認められた。なお、プログラム1とプログラム2との間の関係を除くと1~5%水準で有意な差を認める増加を示した。

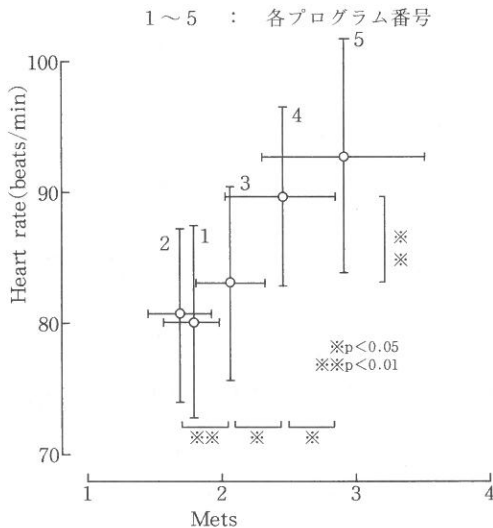
また各プログラムの運動強度は、最大酸素摂取量の15.2~25.4%に相当し、METSでは1.71~2.9, RMRでは0.8~2.0の範囲であった。そして、いずれもプログラム1とプログラム2との間の関係を除けば1~5%水準の有意差を示す増加であった。

各パラメータ間の相互関係を検討したところ、心拍数と酸素摂取量の間には相関係数が $r=0.76$ の、そして心拍数と%最大酸素摂取量の間には相関係数が $r=0.64$ の

表4 酸素摂取量の変化 (ml/Kg・min)

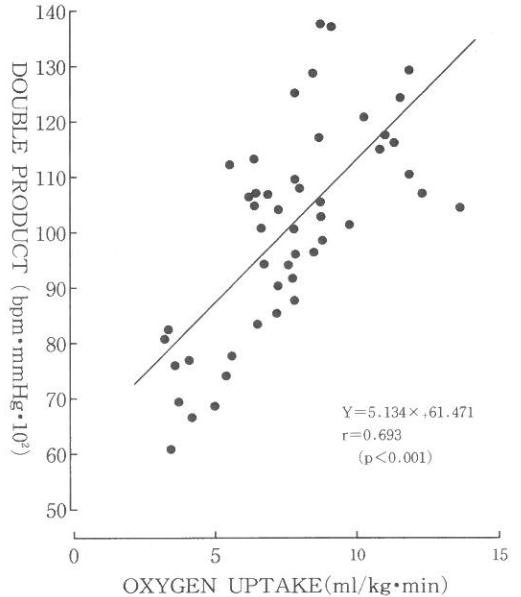
SUB	REST	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5
SUB-1	3.65	6.21	6.48	7.79	9.68	10.97
SUB-2	3.74	5.46	5.65	7.30	8.78	7.27
SUB-3	3.44	6.43	5.58	8.42	9.04	11.24
SUB-4	5.05	7.86	7.23	8.00	10.16	11.48
SUB-5	4.18	6.69	6.79	7.83	8.65	10.78
SUB-6	3.31	6.98	6.42	7.88	8.15	11.79
SUB-7	4.24	7.89	8.62	8.50	8.70	12.16
SUB-8	3.52	7.62	6.58	7.79	11.71	13.52
$\bar{X}$	3.89	6.89	6.67	7.94	9.36	11.15
SD	0.54	0.81	0.90	0.36	1.07	1.67

図2 心拍数とMETSの関係



それぞれ0.1%水準で有意な相関が認められた。さらに、図2に示したように心拍数とMETSの間には相関係数が $r=0.57$ の、また図3に示したようにDouble Productと酸素摂取量の間には相関係数が $r=0.69$ のそれぞれ0.1%水準で有意な相関を示した。しかし、各プログラムにおける相互関係は最も高い相関係数が $r=0.60$ であったが統計的に有意な相関は認められなかった。

図3 Double Product と酸素摂取量の関係



### 考 察

生体の生理機能は、極度の運動不足に陥るとその機能を著しく低下させることがよく知られている。Saltinら<sup>5)</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。

本研究では心疾患の急性期後の再調整のための運動プログラムとして前報の等尺性負荷を避けた軽度な動的負荷による仰臥位から坐位の動作に引き続き、今回は椅座位より立位への5種類の運動を歩行運動への準備プログラムとして対象者に課した。

その結果を全般的にみると、心拍数およびDPと酸素摂取量関係のパラメータとは密な相関関係を呈していた。

しかし、軽量負荷のために心拍数あるいは血圧はそれ

ぞれのプログラム間で必ずしも有意差を示す増加を認めなかったが、酸素摂取量については明らかに有意な増加を示し、プログラムの違いによる負荷強度の増加が確認できた。

負荷強度の設定時あるいは一定の負荷強度の運動を課する際には運動生理学分野では一般的にしばしば%最大酸素摂取量が相対的強度の指標として用いられる。しかし、本研究のように酸素摂取量の増加の少ない低レベル負荷の場合には、%最大酸素摂取量よりも基礎代謝量を用いるRMRあるいはMETSの方がより適切かと考えられる。

各プログラムの負荷強度をMETSでみるとプログラム1は1.77、プログラム2は1.73、プログラム3は2.08、プログラム4は2.45、プログラム5は2.92であった。このうちのプログラム5は、Lermanら<sup>4)</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)に相当する負荷強度であった。

ベッドサイドの運動プログラムからの移行を負荷強度から検討すると、ベッドサイドの運動プログラムで最も強い強度は坐位での脚運動でMETSは1.70(酸素摂取量は5.49ml/kg・min)であった。今回の歩行運動への準備プログラムで最も負荷が軽いのはプログラム2の椅坐位での足踏み様運動でMETSは1.73(酸素摂取量は6.67ml/kg・min)で、次いでプログラム1の背臥位での足踏み様運動でMETSは1.77(酸素摂取量は6.89ml/kg・min)であった。したがってベッドサイドのプログラムから歩行運動への準備プログラムへの移行を無理なく行なうためにはベッドサイドのプログラムですでに坐位姿勢が可能であるから準備プログラムでも椅坐位で実施する方が適切と考えられる。したがって、準備プログラムと

してはプログラム2、プログラム3、プログラム4、プログラム5の順が段階的負荷からも適当な組み合わせと思われる。

しかし、負荷強度としては問題がなくても前報の処方では30回テンポを用い、今回は60回テンポによって始まっているので、運動のテンポに対する適応を考えるなら初回のテンポを40~45回に変更すればよりスムーズにプログラムを移行できそうである。

全身の重心移動あるいは下肢など身体の部分的比率からその質量を算出し、その重心移動から機械的仕事量を求め、各パラメータとの関係の分析を試みたが、現在なお検討中である。

## ま と め

心筋梗塞症患者を想定した歩行運動への準備プログラムの作製を目的として、健康な体育学部男子学生8名を対象に椅坐位および立位姿勢における5種類の歩行運動への準備プログラムを実施させ、その呼吸循環応答から検討を行なった。

その結果、歩行運動への準備プログラムとして、酸素摂取量の面から椅坐位での足踏み様運動(毎分60回, METS1.73)、立位でのその場足踏み運動(毎分60回, METS2.08)、ハーフ・スクワット(毎分15回, METS2.45)、椅坐位より立位への繰り返運動(毎分15回, METS2.92)と順次負荷強度の増加する4種類のプログラムが歩行運動への準備プログラムとして適当であることが示唆された。

このプログラムは離床期の運動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、心疾患のリハビリテーションのための継続的運動として適したプログラム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) 五味洵幸, 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. and Trimble S.: Low-level dynamic exercises for earlier cardiac rehabilitation: Aerobic and hemodynamic responses. Arch. Phys. Med. Rehabil., 57: 355, 1976.
- 5) 辻 博明, 河内宣子, 塩田直子, 新谷房子, 森和美, 八木ありさ, 南谷和利: 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, 岡山県立短期大学紀要 第36巻, 127~131, 1991.
- 6) Saltin B., Blomqvist G., Mitchell 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.

平成3年10月31日受付

平成3年11月7日受理