

<報 告>

理学療法部門における心肺機能評価の試み

A Trial for Cardiopulmonary Evaluation in Department of Physical Therapy

秋山 純和*

Sumikazu AKIYAMA

キーワード：理学療法、評価、心肺機能

KeyWords：Physical therapy, Evaluation, Cardiopulmonary

目 的：

理学療法対象者の疾病、障害の構造は複雑かつ多岐へと変貌しつつある。1970年代後半まで理学療法関係における臨床研究は整形外科疾患、中枢神経疾患、物理療法がほとんどであったが¹⁾、少しずつ整形外科疾患や中枢神経疾患において呼吸器、循環器に関する研究報告が見られるようになってきた。最近の傾向はNICU²⁾、代謝障害である糖尿病、さらに腎透析、スポーツ障害、地域に関する理学療法など臨床における対象の広がりをみせている。

一方、死亡率では循環器系および呼吸器系が増加しており³⁾、理学療法対象者のなかにも呼吸不全、循環不全を伴うことが多くなっていると推察される。このような状況から障害の評価を行う際には通常の評価として呼吸器系、循環器系を十分に把握する必要がある。この観点に立ち、筆者らは通常理学療法プログラムの際に循環器および呼吸器を心肺機能として評価することを試みている。^{4), 5)}

本報告は通常の運動療法程度の運動強度における心肺機能の状態を把握する目的で評価項目を作成し、基礎的な検討を行ったので報告する。

方 法：

対象者は脳血管障害による片麻痺障害33名である。安静時から運動時の評価は運動負荷を施行したが下肢運動機能は下肢Brunnstrom Stage (以下stage) 3以上を対象とした。2名はstage 3であり、短下肢装具使用者は1名であったが運動負荷(トレッドミル)に際しては装具を装着したまま施行した。31名はstage 5-6であった。また、日常生活動作(食事、更衣、衛生、移乗、移動の各動作)は全例が自立していた。

表1 設定した評価項目

安静時

1. 標準12誘導心電図における異常
2. 冠危険因子の有無
3. 薬物療法の種類
4. 心音(雑音と第三、第四音の有無)

安静時から運動時

5. 心電図の変化(心拍数の変化、不整脈、ST変化など)
6. 血圧の変化
7. 酸素消費量と二酸化炭素排泄量の測定
8. 胸痛の有無
9. 運動制限因子

心肺機能の評価はランチョロスアミーゴスメディカルセンター理学療法部の心肺機能部門における評価項目を中心として作成した。^{4), 6), 7), 8)} 評価項目は安静時から運動時までの心肺機能の状態を把握することと短時間で簡潔に試行できるように考慮した(表1)。

安静時における標準12誘導心電図では陳旧性心筋梗塞の有無、左室高電位($SV_1 + RV_5 > 35\text{mm}$)、右脚ブロックの有無、左脚ブロックの有無、ST変化の有無を中心にチェックした。冠危険因子では高血圧の有無、肥満の有無、糖尿病の有無、喫煙の有無、家族歴の状況(有無)、活動性の状況(有無)、高脂血症の有無、ストレスの有無をチェックした。薬物療法では医師による抗不整脈剤、抗高血圧剤、抗凝固剤、ジギタリス剤、利尿剤、甲状腺剤、βブロッカー剤、鎮静剤などを中心に治療の有無をチェックした。心音では安静時と運動後の収縮期雑音、拡張期雑音、第三音、第四音の有無をチェックした。

所 属：*国際医療福祉大学保健学部 理学療法学科

受 付：1995年12月7日

表2 運動負荷の方法

トレッドミル		自転車エルゴメータ	
speed (km/h)	grade (%)	watts	rpm
1.0	0	25	50
1.5	0	50	50
2.0	0	75	50
2.5	0	100	50
3.0	2	125	50
3.0	6	150	50
3.0	10	175	50
3.0	14		
3.0	18		
3.0	22		

表3 運動負荷の禁忌

アメリカスポーツ医学協会 ⁷⁾	Rancho Los Amigos Medical Center ¹⁰⁾
1. 急性心筋梗塞	1. 安静時拡張期血圧が50 mmHg以下、110mmHg以上、収縮期血圧が80 mmHg以下、200mmHg以上の場合
2. 不安定狭心症	2. 安静時心拍数が50b/m以下、100b/m以上
3. コントロールされていない心室性不整脈	3. 電解質異常
4. 心機能障害を伴う上室性不整脈	4. ペースメーカ装着者 (固定心拍数)
5. うっ血性心不全	5. 致死的不整脈
6. 高度の大動脈弁狭窄症	6. コントロールされていない代謝性疾患
7. 解離性動脈瘤またはその疑い	7. 全身疾患で強い運動が禁忌の場合
8. 急性心筋炎またはその疑い	8. 運動負荷が困難な場合
9. 血栓、塞栓症または心内血栓	9. 安静時に徴候が2つ以上ある場合
10. 急性の肺またはその他の臓器の梗塞	
11. 感染症急性期	
12. 3度房室ブロック	
13. 精神障害	
14. 心電図変化が最近起こった場合	
15. 急性心膜炎	

安静時から運動時の評価は負荷装置としてトレッドミルとしたが、トレッドミルが困難と判断した場合に自転車エルゴメータを選択した。結果としてトレッドミル30名、自転車エルゴメータ3名となった。

運動負荷強度はいわゆる anaerobic threshold を越えるように設定し、運動の終了は基本的には徴候限界としたが、理学療法士が施行する心肺機能評価という観点に立ち、到達心拍数は最高心拍数の60%から85%以下とした。負荷の方法は漸増負荷で表2に示す通りである。各ステージは2分間のもの29名、1分間のものは4名であった。自転車エルゴメータにおける運動強度は25wattsから開始し、各ステージは25wattsの漸増とした。

本報告に関する理学療法部門における心肺機能の評価は従来の運動負荷試験の意味が含まれているので医師からの処方箋がない場合には理学療法部門から医師

表4 運動負荷時の中止基準

1. 対象者が止めて欲しいと要求した場合
2. 心電図モニターの故障、あるいは雑音等により判読できない場合
3. 負荷に伴い増強する胸痛
4. ST変化 (ST低下はEllestadの方法に従う)
5. 上室性不整脈が増強する場合
6. 心室性不整脈で散発から増強する場合、致死的不整脈の場合
7. 運動誘発性脚ブロック
8. 運動強度に対して収縮期血圧が10mmHg以上の低下、あるいは上昇のない場合
9. ふらつき、ろうばい、運動失調、チアノーゼ、嘔気、その他の末梢循環不全症と運動機能が負荷についていけない場合
10. 血圧の上昇 (収縮期血圧200mmHg前後、拡張期血圧110 mmHg前後)
11. 2度以上の房室ブロック
12. 心拍数が最高心拍数の85%に達したとき

表5 ST変化の判定基準

(Ellestad⁴⁾ から筆者が訳して引用)

ST変化の判定 (Net change)		
安静時の ST - T	運動中、または運動後のSTの形態	STの下降 (測定点から何mmの下降か)
正 常	水平下降 接合部型下降 下降型下降	Jポイントから60msec以内で1.0mm以内 Jポイントから80msec以内で1.5mm以内 Jポイントから20msecで1.0mm以上の低下がない
平低または 落ち込んだ ST と T	水平下降 接合部型下降 下降型下降	Jポイントから60msecで1.0mm以上の低下 Jポイントから80msecで1.5mm以上の低下 Jポイントから20msecで1.0mm以上の低下
逆転したT	水平下降 接合部型下降 下降型下降	Jポイントから60msecで1.5mm以上の低下 Jポイントから80msecで1.5mm以上の低下 Jポイントから20msecで1.0mm以上の低下

に連絡し運動負荷試験としての許可 (処方箋) を得た。なお、実施に先立ち運動負荷の禁忌と運動負荷時の中止はアメリカスポーツ医学協会とランチョロスアミーゴスメディカルセンターのものを参考とした^{6),7)} (表3, 4)。

各指標に関して心拍数は到達心拍数 (運動負荷を終了、もしくは中止した時点) と%到達心拍数 (到達心拍数/予測最高心拍数×100) とした。予測最高心拍数は220-年齢より求めた。心電図変化、血圧の変化、代謝測定装置による酸素摂取量、二酸化炭素排泄量の変化は到達心拍数と同様に負荷を終了、または中止した時点におけるものとした。酸素摂取量からは代謝等量 (MET値) を算出し、3 METS以下をPOOR、3.1から6 METSまでをAVERAGE、6.1 METS以上をGOODとする判定を設定した。

心電図変化、とくにST変化はEllestadの方法に基づいた¹⁰⁾ (表5)。なお運動中の心電図は胸部双極誘導 (CM5) とした。

酸素消費量の測定には日本電気三栄社製アナロビッ

表6 冠危険因子の状況

	(数字は人数を示す)	
	有	無
		9
喫煙	6	
肥満	4	
高血圧・肥満	3	
高血圧・喫煙	2	
高血圧	2	
喫煙・活動性	1	
高血圧・喫煙・糖尿病	1	
高血圧・肥満・糖尿病・活動性	1	
高血圧・肥満・活動性・ストレス・高脂血症	1	
高血圧・肥満・糖尿病	1	
糖尿病・喫煙	1	
糖尿病	1	
合計	24	9

クプロセッサ-391を使用した。

結果における統計処理に関してはt検定を行ったが危険率5%以上を有意とした。

結果:

評価項目に関する結果を以下に示す。

1. 冠危険因子

冠危険因子の有無を表6に示す。冠危険因子の有無で二群に分けた結果の平均値を以下に示す。年齢(57.3, 59.7)歳、到達心拍数(109, 118)拍/分、%到達心拍数(67.4, 74.1)%、酸素消費量(12.5, 14.1) ml/(kg・min)、運動前SBP(128.6, 121.9) mmHg、DBP(82.8, 67.6) mmHg、運動中SBP(141.8, 140.7) mmHg、DBP(89.2, 82.2) mmHg。t検定の結果は運動前DBPで統計的に有意差が認められた(p<0.05)。

2. 薬物療法

薬物療法の有無を表7に示す。薬物療法の有無で二群に分けた結果の平均値を以下に示す。年齢(59.3, 55.4)歳、到達心拍数(110.8, 113.4)拍/分、%到達心拍数(69.1, 69.4)%、酸素消費量(13.1, 12.7) ml/(kg・分)、運動前SBP(126.6, 127.1) mmHg、DBP(79.4, 77.3) mmHg、運動中SBP(148.3, 129.7) mmHg、DBP(100.0, 80.8) mmHg。t検定の結果は運動中SBP、DBPにp<0.05で有意差を認めた。

3. 心音

第III音、第IV音の有無では全例無しと判断した。収縮期雑音については安静時10例、運動直後では12例と判断した。拡張期雑音については無しと判断した(表8)。収縮期雑音の有無で二群に分けた結果の平均値を以下に示す。年齢(61.4, 56.2)歳、到達心拍数

表7 薬物療法の有無

	(数字は人数を示す)	
	有	無
		12
ミリスロールテープ	7	
抗利尿剤(フルイトラン)	2	
抗高圧剤(ペルジピン・カプトラル)	2	
ジゴキシン・ラシックス	1	
ミリスロールテープ・ハルシオン・カラン アバン・メチコバル	1	
オイグルコン・ミリスロールテープ	1	
ハルシオン	1	
カラン	1	
フェノバル	1	
パナルジン	1	
トフラニール	1	
ラシックス	1	
タガメット	1	
合計	21	12

表8 心音の状況

		(数字は人数を示す)	
		有	無
運動前心音	第III音		33
	第IV音		33
	収縮期雑音	10	23
運動直後心音	拡張期雑音		33
	第III音		33
	第IV音		33
	収縮期雑音	12	21
	拡張期雑音		33

(108.5, 113.3)拍/分、%到達心拍数(68.7, 69.5)%、酸素消費量(12.6, 13.1) ml/(kg・分)。運動前SBP(135.5, 122.4) mmHg、DBP(74.7, 80.6) mmHg、運動中SBP(160.0, 132.3) mmHg、DBP(94.7, 83.5) mmHg。t検定の結果は運動前SBP、運動中SBP、DBPにp<0.05で有意差を認めた。

4. 代謝当量

MET値からの判定ではPOORは9名、AVERAGEは23名であった。GOODと判定した対象者は1名であった(表9)。POOR群とAVERAGE群における平均値を以下に示す。年齢(62.0, 57.1)歳、到達心拍数(104.8, 114.1)拍/分、%到達心拍数(66.4, 70.4)%、酸素消費量(7.8, 14.6) ml/(kg・分)、運動前SBP(125.1, 127.5) mmHg、DBP(78.9, 79.1) mmHg、運動中SBP(130.0, 147.2) mmHg、DBP(82.9, 89.3) mmHg。

5. 血圧

運動前血圧と運動中に最も高い値を示した時点にお

表9 全対象者の各測定項目の状況

運動前 (mmHg)	運動中 (mmHg)	年齢 (年)	判定	到達 心拍数 (b/min.)	酸素 消費量 (ml/kg分)	代謝 当量 (METS)	% HR
90/ 60 → 90/ 60	70	POOR	75	10.0	2.9	50	
100/ 56 → 134/ 74	35	AVERAGE	118	18.3	5.2	64	
100/ 70 → 112/ 80	56	AVERAGE	111	18.9	5.4	68	
102/ 84 → 214/124	52	AVERAGE	137	12.2	3.5	82	
106/ 80 → 104/ 76	62	POOR	126	7.4	2.1	80	
110/ 80 → 178/ 98	69	AVERAGE	110	11.2	3.2	73	
112/ 82 → 124/ 86	73	AVERAGE	117	12.9	3.7	80	
114/ 64 → 136/ 70	75	AVERAGE	102	14.2	4.1	70	
114/ 78 → 106/ 74	63	POOR	120	8.3	2.4	76	
114/ 84 → 126/ 90	46	AVERAGE	139	19.5	5.6	80	
116/ 78 → 140/ 70	38	AVERAGE	151	14.0	4.0	83	
120/ 72 → 166/ 90	52	AVERAGE	121	14.0	4.0	72	
120/ 76 → 150/ 86	55	AVERAGE	138	13.3	3.8	84	
120/ 80 → 114/ 80	60	POOR	92	6.2	1.8	58	
122/ 90 → 122/ 90	47	AVERAGE	110	15.2	4.3	64	
124/ 66 → 150/ 76	39	GOOD	120	22.1	6.3	66	
126/106 → 130/ 96	70	AVERAGE	120	14.2	4.1	80	
126/ 70 → 150/ 66	49	AVERAGE	85	11.1	3.2	50	
132/ 80 → 140/ 90	59	AVERAGE	103	16.4	4.7	64	
134/ 74 → 156/ 84	49	AVERAGE	98	12.0	3.4	57	
134/ 88 → 136/ 92	63	POOR	74	7.4	2.1	47	
134/ 96 → 160/ 90	49	POOR	103	9.1	2.6	60	
136/ 86 → 150/ 96	46	AVERAGE	109	17.6	5.0	63	
136/ 88 → 142/ 86	45	POOR	127	6.3	1.8	73	
140/ 80 → 130/ 90	53	AVERAGE	100	11.2	3.2	60	
140/ 92 → 180/100	59	AVERAGE	113	17.8	5.1	70	
144/112 → 150/100	53	AVERAGE	81	14.9	4.3	49	
144/ 66 → 136/ 68	68	POOR	124	5.8	1.7	82	
144/ 84 → 180/100	74	AVERAGE	90	13.3	3.8	62	
148/ 74 → 182/120	78	POOR	102	9.4	2.7	72	
150/ 72 → 130/ 78	90	AVERAGE	115	18.8	5.4	88	
160/ 20 → 172/ ?	62	AVERAGE	126	14.2	4.1	80	
166/108 → 158/100	52	AVERAGE	130	11.0	3.1	77	

ける血圧と年齢、判定、到達心拍数、%到達心拍数の結果を表9に示す。

6. 心電図

安静時における標準12誘導心電図を表10に示す。安静時心電図から運動中の心電図においてST変化を示したのは2名であった。運動前の不整脈5名に対して運動中の不整脈は8名と増加した。

7. 制限因子

目標心拍数に達して終了した者9名、心拍数の増加のない者1名、血圧の上昇3名、自転車エルゴメータを漕げない者1名、心室性不整脈3名、心房性不整脈1名、疲労3名、疲労とめまい1名、歩行困難9名、歩行困難と心室性不整脈1名、恐怖心の為中止1名であった。

表10 標準12誘導心電図における異常

	(数字は人数を示す)	
	有	無
不完全右脚ブロック	4	
ST低下	4	
不完全左脚ブロック・ST低下	1	
左室高電位	1	
左室高電位・上室性期外収縮	1	
心室性期外収縮・U波	1	
心室性期外収縮・左室高電位	1	
心房細動	1	
心房細動・上室性期外収縮	1	
低電位	1	
陳旧性心筋梗塞	1	
右軸偏位	1	
WPW・左室高電位	1	
洞性頻脈	1	
合計	20	13

考 察 :

冠危険因子の有無では運動前DBPの測定で統計的に有意差を認めたが因子有りの群24名のうち制限因子では血圧の上昇によるものが2名、不整脈によるもの4名、心拍数の増加がない者1名であった。逆に因子無しの群は9名であり歩行困難4名、血圧の上昇1名、不整脈1名であった。制限因子では歩行困難なものが多く、ついで不整脈、血圧の上昇、疲労が原因であった。制限因子からみて冠危険因子は有用な情報と考えられた。しかしながら、対象者から聴取する場合、非喫煙と言った場合に入院してからは喫煙していないという意味であったり、血圧に関しては入院後に降圧剤で安定しているなどがあり慎重な聴取が必要である。

薬物療法の有無では血圧で統計的に有意差を認めたが対象者の多くは基礎疾患として高血圧を持っており、抗利尿剤、抗高血圧剤の治療を受けている。窪田によれば脳血管障害片麻痺患者における負荷試験の結果は健常人に対して拡張期血圧で有意に高いとしており同じ傾向にあるものと考えられた¹³⁾。運動負荷ではβブロッカー剤使用者はとくに注意しなければならないが^{7),14)}、医師による薬物療法を把握することはリスク管理上重要と考えられた。

心音に関してはⅢ、Ⅳ音は全例で無しと判断したが雑音は多くの対象者から聴取された。収縮期雑音では33例中安静時10名、運動後12例に聴取された。収縮期雑音は安静時SBP、運動中のSBP、DBPに統計的に有意差を認めた。収縮期雑音は僧帽弁の閉鎖不全、高血圧などの際によく聴取されるが理学療法プログラムが進み運動強度が強くなる場合には安静時よりも運動後で雑音の増強がないか、また息切れなどの自覚症状

の有無を観察する必要がある。また、第三音、第四音が聴取される場合は心不全などの自覚症状に留意するとともに認められる場合には医師に確認すべきと考え^{13), 15)}。

代謝当量(MET値)では制限因子のなかでトレッドミルの速度に歩調を合わせられない対象者が10名いた。諸家の報告のとおりBrunnstorm Stageが良いにも関わらず高齢者ではトレッドミルの速度に歩調を合わせられない事が多く困難であった。運動負荷の方法に関しては改善が必要と考えられた^{11), 12)}。

血圧に関しては制限因子とともにMET値においてPOORという結果が多かった。運動中止の因子では血圧上昇が多く認められた。土肥によれば過負荷の場合収縮期血圧が10-40mmHg以上の上昇か、あるいはかえって下降を示すとしている¹⁶⁾。理学療法部門における血圧の測定は必須という印象を得た。

心電図の変化では最高心拍数の85%以下で2名にST変化(net change)が認められた。このことは通常の運動療法中においても考慮すべき点であると思われる。また、安静時心電図で不整脈を有する対象者は運動中も続けて出ること、また、85%以下の運動強度で運動前に不整脈がない対象者でも運動中に出現することが示された。塩塚によれば、訓練経過中に心疾患が発見されたケースがあったとしている¹⁷⁾。

従来のいわゆる医師を中心とした循環器運動負荷試験は診断であり冠動脈障害の把握を目的として最高心拍数の85-100%の負荷で行われるのが通常であろう。本報告は理学療法部門における心肺機能の評価として運動療法室で行われる程度の運動強度について検討した。評価項目自体は継続して検討したいが運動時の評価方法についてはもっとも重要な課題と考えている。

謝辞： 本報告作成に際して御助言を頂いた国際医療福祉大学丸山仁司教授に深謝いたします。なお、本報告の一部は第14回国立東北理学療法士会研修会で発表した。

【文献】

- 1) 伊藤元, 奈良勲編. 理学療法概論. 医歯薬出版, 東京, 175-184 (1986)
- 2) 真淵敏, 他. 未熟児における理学療法の経験. 理学療法学, 17, 288 (1990)
- 3) 古一圭治, 他. 国民衛生の動向. 厚生統計協会, 東京, 86 (1988)
- 4) 秋山純和. 循環器に対する理学療法の研修を受けて. 運動生理, 5(4):215-220 (1990)
- 5) 秋山純和, 八並光信, 小松優子. 心肺機能低下に対する理学療法. 理学療法, 3(4):269-278 (1986)
- 6) Amundsen, L. (吉松俊一監訳) 心臓リハビリテーション. メディカル葵出版, 東京, 45-60 (1985)
- 7) アメリカスポーツ医学協会編. 運動処方指針. 南江堂, 東京, 146-154 (1990)
- 8) 荻島秀男. 心筋梗塞(冠動脈疾患)の運動療法. 理学療法と作業療法, 10, 1143-1147 (1976)
- 9) Ellestad, M., Stress Testing. Devis Company, Philadelphia, 236 (1986)
- 10) Greenwood, J., Sarma, R. Policy and Procedures for Exercise Testing and Training, Manual, Rancho Los Amigos Medical Center, 14-16 (1990)
- 11) 窪田俊夫, 他. 脳血管障害片麻痺の運動負荷テストとその臨床応用について. 総合リハビリテーション, 9(10), 811-818 (1981)
- 12) 荻田啓子, 天野直美, 野田汎史, 他. 心拍数を指標とした各種負荷法の比較. リハビリテーション医学, 18(1), 31-36 (1981)
- 13) 石橋朝子. 心筋梗塞のCCUにおける理学療法. 理学療法と作業療法, 10(5), 349-355 (1976)
- 14) Ades P. A, Gunther P. G. S., Meyer W. L., et al. Cardiac and Skeletal Muscle Adaptations to Training in Systemic Hypertension and Effect of Beta Blockade (Metoprolol or Propranolol). Am. J. Cardiol, 66, 591-596 (1990)
- 15) Tilkian A. G, Conover M. B. (森本和大訳). 臨床に必要な心臓聴診の知識. 医学書院, 東京, 47-95 (1981)
- 16) 土肥豊. 老人のリハビリテーションにおける心肺機能の問題点. 総合リハビリテーション, 2(11, 12), 12-17 (1974)
- 17) 塩塚修, 阿部長, 倉田撰, 他. 運動療法適応身障者における心疾患合併についての検討および当院での試み, 理学療法学(学会特別号). 19, 313 (1992)