

平成 10 年度厚生科学研究費補助金

健康科学総合研究事業研究報告書

高齢者健康増進用の生活強度別
運動処方器具と運動プログラム開発

永田 晟

厚生科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）

総括研究報告書

高齢者健康増進用の生活強度別運動処方器具と運動プログラム開発

主任研究者 永田 晟 日本スポーツクラブ協会

研究要旨 高齢者の運動プログラムを作成するうえで、運動強度を中心にエネルギー消費量を測定し、ADL 活動のうち車椅子駆動動作など8動作の METs を求め、さらに運動効率も算出した。

分担研究者

村上慶郎	国療箱根病院	名誉院長
室 増男	東邦大学医学部	教授
森 昭雄	日本大学文理学部	教授
内山 靖	群馬大学医学部	助教授

A.研究目的：日常生活動作の運動強度やエネルギー効率を求めて、運動プログラム作成のための資料とすることを目的とした。高齢者の生活と健康レベルに適合した運動器具と運動処方づくりを至高する。

B.研究方法：日常生活動作（ADL）のエネルギー的な分析と生活強度を調べるために、ADL 活動として（1）車椅子の駆動動作、（2）床ふき掃除作業、（3）子守り動作、（4）階段昇降運動、（5）介助保護動作、（6）洗体動作、（7）介回し歩行動作、（8）T字杭歩行動作（傾斜10%）をとり上げた。被験者は男性（平均身長 179cm、平均体重 72kg）4名を選び、メータマックスによって呼気ガスを採気し、分析した。

C.研究結果：日常生活動作（ADL）中のエネルギー消費量を算出することによって、生活強度や作業強度を見出した。

強度（METs）（脈拍数）

(1)駆動動作：4.05 (146)、(2)掃除作業：3.8 (138)
(3)子守り動作：2.0 (110)、(4)階段昇り運動：4.2 (154)、(5)階段降り運動：3.0 (130)、(6)

介助保護動作：2.4 (120)、(7)洗体動作：3.6 (140)、(8)介回し歩行動作：4.0 (144)、(9)T字杭歩行動：2.6 (118)

D.考察：作業時の平均 METs は 2.81 であった。他の ADL 作業での同程度の METs となるものを列挙すると、乗り物に立って乗る・調理・モップでの床拭き・楽器の演奏・ボーリング・盆栽の手入れなどがある。それほど強度な作業ではない。また日常生活動作の中では、3km/hr の歩行・8km/hr の自転車ペダリングも同程度の METs であることが興味深い。疾患を抱えた患者や高齢者に歩行や自転車の動作時には同程度の生活強度が考えられる。

E.結論：8種類の ADL 活動の平均メッツは 3.2 程度であり、その強度の 60%メッツ (2.0) の運動処方を生活処方として課すことが、健康づくりに役立つと考えられる。さらに 3.5~4.0 メッツの運動器具による負荷強度が妥当とも考えられる。

F.研究発表

1.論文発表

○ウエイトリフティング腰痛姿勢時の脊柱起立筋群筋放電と皮膚血流スペクトル.人間科学研究 11-1：7-17.1998,永田晟・榎本桂子

○高齢者の生活体力と運動処方.第 12 回日本エム・イー学会秋期大会シンポジウム,1998,永田晟・瀧間久俊

日常包括動作の エネルギー強度

- (1) 車椅子の駆動動作
- (2) 床ふき掃除作業
- (3) 小字リフト動作
- (4) 階段昇降運動
- (5) 介助保護動作
- (6) 洗体動作
- (7) 介助歩行動作
- (8) 下字杖歩行動作 (傾斜10%)

表1 自覚的運動強度の判定表と運動強度

尺度	英語	日本語	運動強度 (%)
6			
7	very very light	非常に楽である	5
8			
9	very light	かなり楽である	20
10			
11	light	楽である	40
12			
13	fairly light	ややきつい	55
14			
15	hard	きつい	70
16			
17	very hard	かなりきつい	85
18			
19	very very hard	非常にきつい	95
20			100

注) Borgのカテゴリ-尺度と小野寺、宮下 (1976) による日本語表示

表2 各種日常労作の運動強度

METS	リハビリ労作	日常労作および家事	職業労作など	レクリエーションなど
1~2	臥床安静 坐位、立位 ゆっくりとした歩行(1~2km/h)	食事、洗面 編み物、裁縫 自動車の運転 乗り物に座って乗る	事務仕事 手洗いの仕事	ラジオ、テレビ 読書 トランプ、囲碁、将棋
2~3	ややゆっくりした歩行(3km/h) 自転車	乗り物に立って乗る 調理、小物の洗濯 床拭き(モップで)	守衛、管理人 楽器の演奏	ボーリング 盆栽の手入れ
3~4	普通の歩行 (4km/h) 自転車(10km/h)	シャワー 荷物を背負って歩く(10kg) 炊事一般、洗濯、アイロン 布団を敷く 窓拭き、床拭き(膝をついて)	機械の組立 溶接作業	ラジオ体操 バトミントン(非狭義) 釣り ゴルフ(バッグを持たずに)
4~5	やや速めの歩行 (5km/h) 自転車(13km/h) 柔軟体操	荷物を抱えて歩く(10kg) 軽い大工仕事、軽い草むしり 床拭き(立て膝) (夫婦生活)(入浴)	ペンキ工	園芸 卓球、テニス(ダブルス) バトミントン(シングルス) キャッチボール

II. 方法

1. 実習項目

安静時、運動時、回復時のそれぞれの酸素摂取量と呼吸商の計測、および効率の算出。

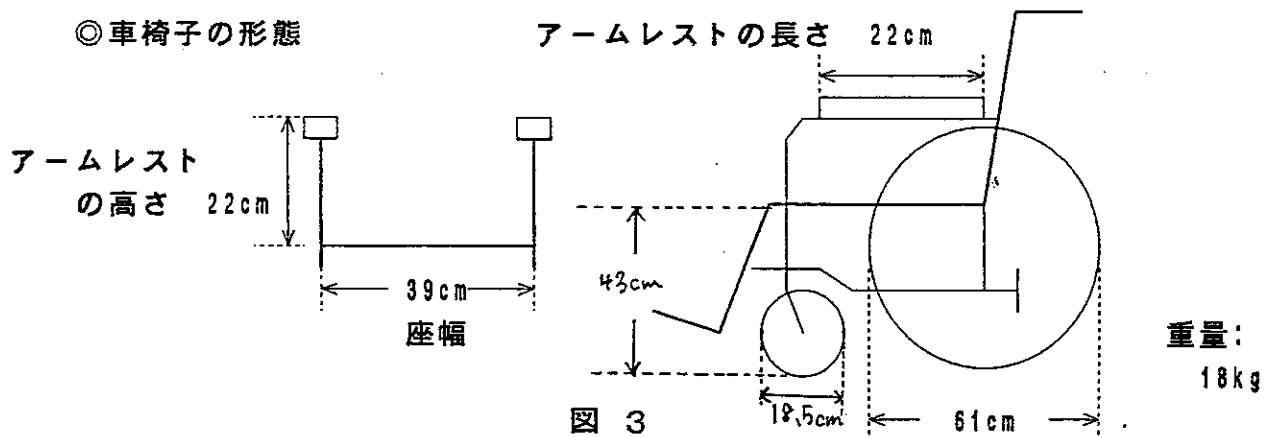
2. 使用器具

- ・ META MAX
- ・ PC
- ・ プリンター
- ・ 標準ガス
- ・ ポンプ
- ・ マスク
- ・ タービン
- ・ 車椅子
- ・ メジャー
- ・ ストップウォッチ

3. 実習準備・手順

- 1) META MAXの電源を入れ、ウォームアップをさせる。
- 2) 被験者を選び、データをMETA MAXに入力する。
- 3) META MAXの流量およびガスのキャリブレーションを行なう。
- 4) 車椅子で走行する位置、距離を決定する。
- 5) 被験者にマスクをずれないように装着し、車椅子に乗せ、走行を開始する位置まで連れていき、安静にさせる。
- 6) 安静の状態です3分間呼吸を測定する。
- 7) 車椅子走行を5分間行なわせながら、呼吸を測定する。
- 8) 走行終了後、回復時として5分間、呼吸を測定する。
- 9) データをMETA MAXよりPCにうつし、プリンターにて印刷する。
- 10) 得られたデータを処理し、レポートにまとめる。

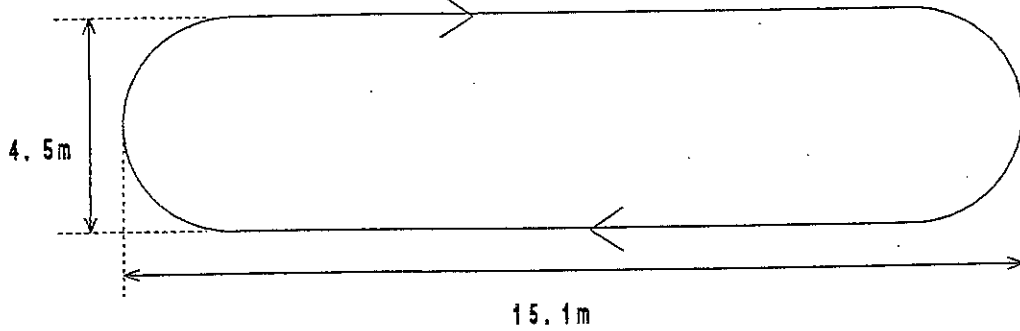
◎車椅子の形態



◎ 走行距離

駐車場 (平地)

191.7m (5分) → 38.34m/min



15.1m

図 4

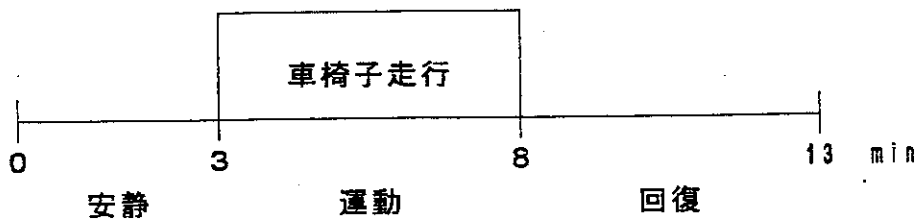
4. 被験者

田中 智穂 20歳 女性

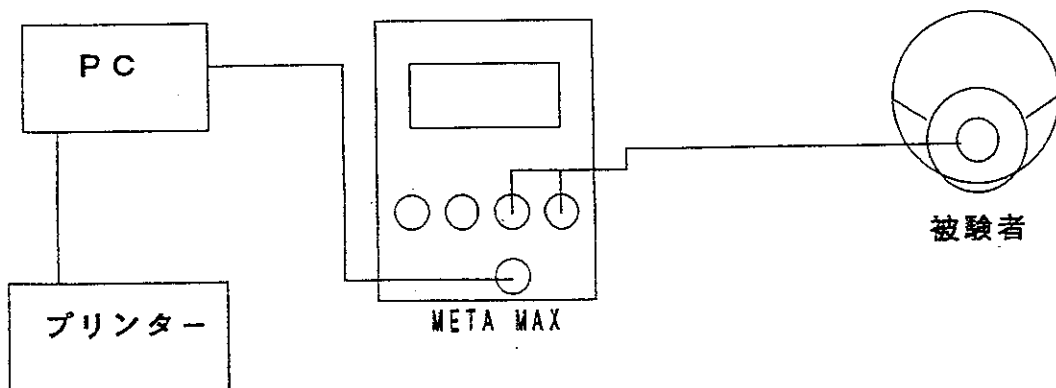
身長: 160 cm 体重: 53.0 kg

現在、特に運動はしていない。

5. 実験プロトコル・チャート



6. フローチャート



Ⅲ 結果

今回の実験結果を10秒単位で記録したものが表3、表4である。これをグラフにしたのが図5～9である。図5はVT(一回換気量)を表している。安静時では0.38Lと0.49Lの間をかなり変動しており、運動開始後30秒ほどで急激に上昇した。その後運動中は0.6L付近を多少変動しながらも維持しているが、運動終了30秒後より徐々に下降した。今回は回復時を5分間とったが、VTの下降は測定終了まで続いていた。

図6はVO₂(酸素摂取量)、VCO₂(二酸化炭素排出量)の変化を時系列で表したものである。安静時ではVO₂がVCO₂よりもわずかに高い値を示しながら、ほぼ同じ曲線を描いている。運動開始後30秒付近からVO₂、VCO₂ともに急激に上昇するが、運動開始後2分付近からそのカーブはVO₂、VCO₂ともに緩やかとなっている。

値の上昇は前者では運動終了後30秒まで続き、後者は運動終了後20秒までであり、定常状態に達する前に運動を終了した。両者ともに頂点に達してから運動終了後50秒までは急激に下降し、その後はやや緩やかに回復時終了まで下降する。

図7はVO₂、VCO₂から求めたR(呼吸商・VCO₂/VO₂)である。安静時は0.9付近で緩やかに変動しているが、運動開始40秒後から急激に上昇し、さらにその20秒後には最大値1.27を示している。その後5:30までは変動しながら下降し、1.07前後の比較的安定した値を運動終了20秒後までは保っている。

運動終了20秒後から1分50秒後まではかなり大きな変動を示すが、その後は不安定ながら高値を維持している。

図8はVO₂から求めたMETSである。その求め方は $METS = VO_2 / 3.5$ である。ゆえにこの図の曲線は図6VO₂と一致する。

図9はVO₂とR、文献考察の表1(呼吸商と熱量に関する数値)から求めた1分間あたりの消費エネルギー(kcal/min)である。本来Rは1.0を超えないものなので、これを求めるときは、1.0以上のものを1.0として扱った。

表1は被験者が車椅子をこいだ仕事量と運動によって消費したエネルギーとの効率である。仕事量は車椅子が5分間に進んだ距離191.7mに車椅子(18kg)と被験者(53kg)の重量とを掛けたものである。従って車椅子と地面の摩擦などは一切考慮していないため、正確な値とは言えないが参考までに算出した。

表2 効率

5分間の運動による仕事量	3.24kcal
5分間の運動により消費されたエネルギー	17.45kcal
効 率	18.5%

表4 実験結果②

VCO2(ml/min/kg)	METS	1Lの酸素に対するエネルギー量(kcal)	消費エネルギー(kcal/min)
5.47	1.63	4.973	1.49
5.09	1.55	4.961	1.44
4.91	1.50	4.948	1.39
4.72	1.48	4.961	1.34
4.91	1.49	4.961	1.39
4.91	1.50	4.973	1.39
4.91	1.46	4.985	1.35
4.53	1.39	4.973	1.29
4.15	1.29	4.948	1.19
3.96	1.25	4.911	1.13
4.15	1.34	4.899	1.22
4.72	1.51	4.924	1.38
5.47	1.65	4.961	1.54
5.47	1.66	4.985	1.55
5.47	1.63	4.985	1.50
5.09	1.58	4.961	1.44
5.09	1.58	4.948	1.43
4.91	1.56	4.936	1.43
4.91	1.54	4.948	1.43
5.66	1.71	4.973	1.59
7.17	1.98	5.047	1.87
9.62	2.39	5.047	2.22
11.13	2.58	5.047	2.42
12.08	2.73	5.047	2.57
12.45	2.89	5.047	2.73
13.02	3.17	5.047	2.98
13.96	3.45	5.047	3.23
14.91	3.70	5.047	3.48
15.66	3.79	5.047	3.53
16.04	3.87	5.047	3.63
15.28	3.79	5.047	3.53
14.91	3.84	5.047	3.58
14.53	3.88	5.047	3.63
14.91	4.02	5.047	3.79
15.09	4.05	5.047	3.79
15.28	4.06	5.047	3.79
15.47	4.14	5.047	3.89
15.85	4.31	5.047	4.04
16.42	4.49	5.047	4.19
16.23	4.50	5.047	4.19
16.42	4.50	5.047	4.19
16.79	4.50	5.047	4.19
17.55	4.61	5.047	4.34
17.36	4.55	5.047	4.24
17.17	4.55	5.047	4.24
16.98	4.58	5.047	4.29
17.92	4.78	5.047	4.49
18.49	4.96	5.047	4.64
18.68	5.04	5.047	4.69
18.30	5.07	5.047	4.74
16.42	4.77	5.022	4.42
13.58	4.19	4.948	3.86

10.94	3.51	4.911	3.19
9.81	3.11	4.924	2.86
10.19	2.99	5.01	2.76
10.38	2.86	5.047	2.67
10.38	2.64	5.047	2.47
9.62	2.35	5.047	2.22
9.06	2.17	5.047	2.02
8.68	2.05	5.047	1.92
8.30	2.00	5.047	1.87
8.11	1.96	5.047	1.82
7.74	1.91	5.047	1.77
7.55	1.89	5.047	1.77
7.36	1.90	5.047	1.77
7.36	1.87	5.047	1.77
7.36	1.83	5.047	1.72
7.36	1.79	5.047	1.67
7.74	1.82	5.047	1.72
7.55	1.79	5.047	1.67
7.36	1.75	5.047	1.67
6.98	1.70	5.047	1.56
6.98	1.71	5.047	1.62
6.79	1.68	5.047	1.56
6.60	1.66	5.047	1.56
6.23	1.59	5.047	1.62
6.04	1.58	5.047	1.46
5.85	1.57	5.047	1.46

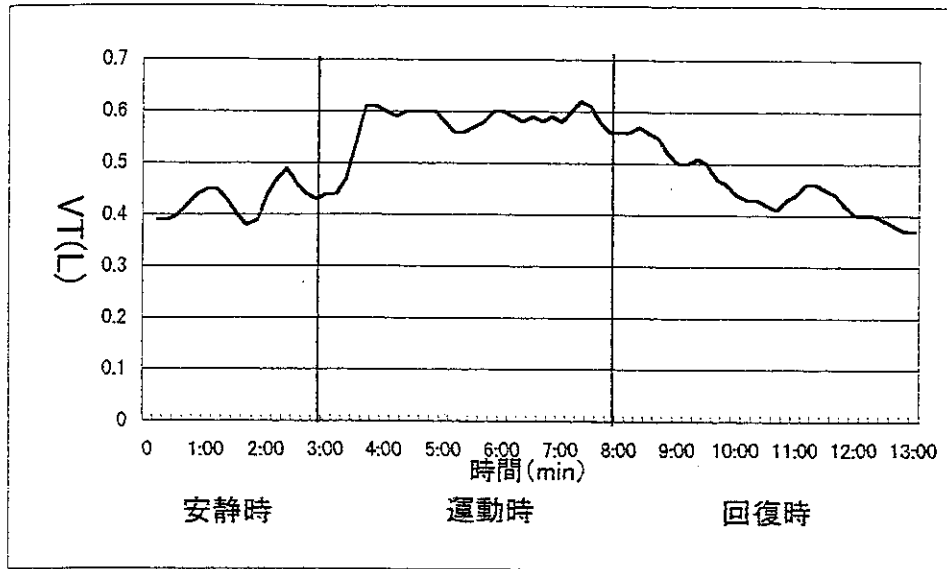


圖5 VT

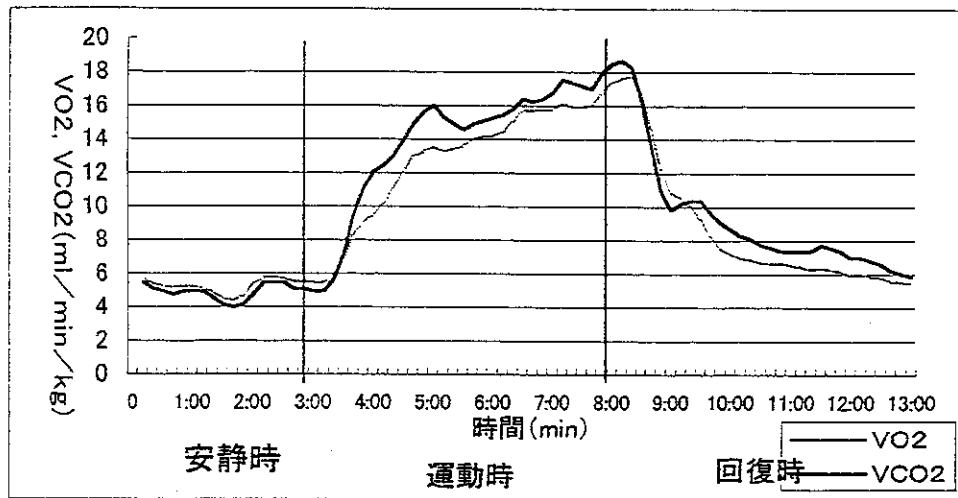


圖6 VO₂, VCO₂

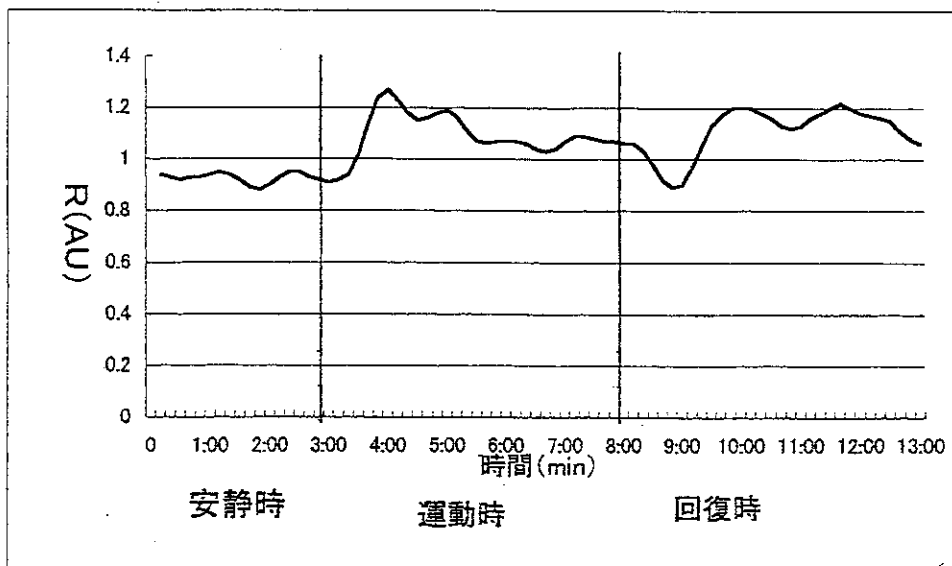


圖7 R

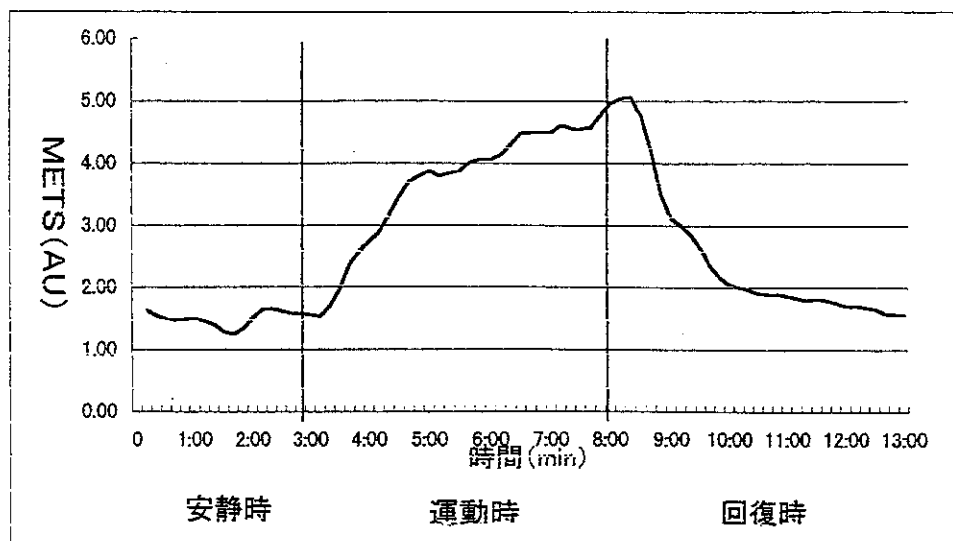


図8 METS

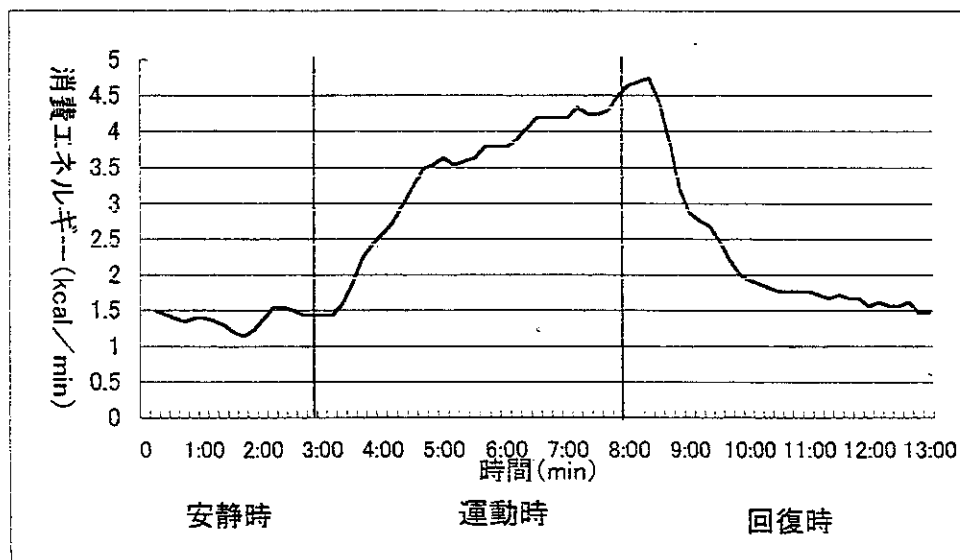


図9 消費エネルギー

表3 実験結果①

時間(sec)	VT(l)	R	VO2(l/min)	VCO2(l/min)	VO2(ml/min/kg)
0					
10	0.39	0.94	0.3	0.29	5.71
20	0.39	0.93	0.29	0.27	5.41
30	0.4	0.92	0.28	0.26	5.24
40	0.42	0.93	0.27	0.25	5.18
50	0.44	0.93	0.28	0.26	5.23
1:00	0.45	0.94	0.28	0.26	5.25
1:10	0.45	0.95	0.27	0.26	5.12
1:20	0.43	0.94	0.26	0.24	4.88
1:30	0.4	0.92	0.24	0.22	4.51
1:40	0.38	0.89	0.23	0.21	4.39
1:50	0.39	0.88	0.25	0.22	4.68
2:00	0.44	0.9	0.28	0.25	5.3
2:10	0.47	0.93	0.31	0.29	5.78
2:20	0.49	0.95	0.31	0.29	5.81
2:30	0.46	0.95	0.3	0.29	5.69
2:40	0.44	0.93	0.29	0.27	5.52
2:50	0.43	0.92	0.29	0.27	5.54
3:00	0.44	0.91	0.29	0.26	5.46
3:10	0.44	0.92	0.29	0.26	5.38
3:20	0.47	0.94	0.32	0.3	5.97
3:30	0.54	1.02	0.37	0.38	6.93
3:40	0.61	1.14	0.44	0.51	8.35
3:50	0.61	1.24	0.48	0.59	9.02
4:00	0.6	1.27	0.51	0.64	9.57
4:10	0.59	1.23	0.54	0.66	10.13
4:20	0.6	1.18	0.59	0.69	11.09
4:30	0.6	1.15	0.64	0.74	12.09
4:40	0.6	1.16	0.69	0.79	12.96
4:50	0.6	1.18	0.7	0.83	13.28
5:00	0.58	1.19	0.72	0.85	13.56
5:10	0.56	1.16	0.7	0.81	13.25
5:20	0.56	1.11	0.71	0.79	13.45
5:30	0.57	1.07	0.72	0.77	13.57
5:40	0.58	1.06	0.75	0.79	14.06
5:50	0.6	1.07	0.75	0.8	14.19
6:00	0.6	1.07	0.75	0.81	14.2
6:10	0.59	1.07	0.77	0.82	14.48
6:20	0.58	1.06	0.8	0.84	15.08
6:30	0.59	1.04	0.83	0.87	15.71
6:40	0.58	1.03	0.83	0.86	15.75
6:50	0.59	1.04	0.83	0.87	15.75
7:00	0.58	1.07	0.83	0.89	15.75
7:10	0.6	1.09	0.86	0.93	16.14
7:20	0.62	1.09	0.84	0.92	15.94
7:30	0.61	1.08	0.84	0.91	15.92
7:40	0.58	1.07	0.85	0.9	16.02
7:50	0.56	1.07	0.89	0.95	16.73
8:00	0.56	1.06	0.92	0.98	17.36
8:10	0.56	1.06	0.93	0.99	17.64
8:20	0.57	1.03	0.94	0.97	17.73
8:30	0.56	0.98	0.88	0.87	16.68
8:40	0.55	0.92	0.78	0.72	14.67

8:50	0.52	0.89	0.65	0.58	12.27
9:00	0.5	0.9	0.58	0.52	10.89
9:10	0.5	0.97	0.55	0.54	10.47
9:20	0.51	1.05	0.53	0.55	10
9:30	0.5	1.13	0.49	0.55	9.24
9:40	0.47	1.17	0.44	0.51	8.24
9:50	0.46	1.2	0.4	0.48	7.58
10:00	0.44	1.2	0.38	0.46	7.18
10:10	0.43	1.2	0.37	0.44	7.01
10:20	0.43	1.18	0.36	0.43	6.86
10:30	0.42	1.16	0.35	0.41	6.69
10:40	0.41	1.13	0.35	0.4	6.61
10:50	0.43	1.12	0.35	0.39	6.66
11:00	0.44	1.13	0.35	0.39	6.53
11:10	0.46	1.16	0.34	0.39	6.42
11:20	0.46	1.18	0.33	0.39	6.27
11:30	0.45	1.2	0.34	0.41	6.37
11:40	0.44	1.22	0.33	0.4	6.28
11:50	0.42	1.2	0.33	0.39	6.14
12:00	0.4	1.18	0.31	0.37	5.94
12:10	0.4	1.17	0.32	0.37	5.98
12:20	0.4	1.16	0.31	0.36	5.88
12:30	0.39	1.15	0.31	0.35	5.8
12:40	0.38	1.11	0.32	0.33	5.57
12:50	0.37	1.08	0.29	0.32	5.53
13:00	0.37	1.06	0.29	0.31	5.5

IV 考察

運動開始とともに VO_2 、 VCO_2 の上昇が見られるのではなく、それは少し遅れて上昇する。それは代謝プロセスに遅れがあるからと言えないだろうか。生体になにか刺激が加わっても、それに反応するには多少の遅れがある。

運動をすることによって、筋収縮がおこるので二酸化炭素産生量が増加する。筋収縮によって二酸化炭素分圧の上昇した静脈血が全身から心臓に戻ってくる。安静時の静脈血二酸化炭素分圧は46mmHg といわれているので、運動時の静脈血二酸化炭素分圧はそれ以上となっているものと思われる。心臓から肺へ流入した血液から、肺胞において拡散により二酸化炭素が排出されるが、二酸化炭素分圧の上昇が安静時よりも多いので、十分に二酸化炭素分圧が低下しないまま心臓に戻り全身に送り出される。

その血液が頸動脈小体、大動脈体、延髄の化学受容器に達し、二酸化炭素が増加しているという情報が脳へ伝えられる。脳からの命令が延髄の呼吸中枢を介し呼吸筋に達し、換気量を増加させる。これらの代謝プロセスを経るのに時間がかかるため VO_2 、 VCO_2 の上昇に遅れが見られるのではないだろうか。

もう一つの理由として考えられるのが解糖系による無酸素呼吸である。これは文献考察でも述べたように、運動開始直後の酸素不十分な状態でもグリコーゲンからATPを産生することができる。したがって、開始直後はこの回路を利用しているために酸素分圧の上昇、二酸化炭素分圧の低下がみられない。そのため、 VO_2 、 VCO_2 の上昇に遅れがみられる。

運動時の METS は安静時に比べ上昇したが、5分経過した時点でもまだ上昇途中にあり、定常状態にはなっていない。そのためこの範囲からの推定となるが、運動開始後2分経過した頃から、上昇が緩やかになっている。このことから、この運動時の METS は4~5METS であると考えられる。この動作と同じ程度の酸素摂取量を要する日常生活動作としては、荷物(10kg)を抱えて歩く、軽い大工工事、軽い草むしり、入浴などが挙げられ、またリハビリ動作としては、やや速めの歩行(5km/h)、自転車、柔軟体操等がある。

従って、患者さんが車椅子走行をしているには以上のような動作を行っているのと同じようにエネルギーを消費していると考えられる。また、頸髄損傷患者や循環器・呼吸器系疾患患者などでは、呼吸機能の低下があるためさらに強度な運動をしていることになる。よって、患者の車椅子走行に関してもリスク管理に十分注意すべきである。

文献¹⁾より日常の運動では蛋白質の燃焼は考慮しなくても良いので、安静時では R の平均が0.93より、表1を用いてみると糖質77.4%、脂質22.6%の割合で燃焼したと考えられる。文献²⁾によると日本人が普通に食事しているときの R は0.85

前後と言われている。従って今回の実験の安静時では比較的高い値を示した事になる。

文献³⁾より O_2 1L が糖質を用いて燃焼されると4.10kcal、脂質だと4.68kcalの熱量を産生する。Rが低い事より、糖の燃焼が中心に行われたといえるので、効率の悪い代謝が行われた事になる。

それではなぜの呼吸商は高い値を示したのだろうか。その一つに考えられるのが被験者の精神状態である。この実験のとき被験者は慣れない装置をつけ、数人に見られながら何も話すことができなかった。従って精神的に緊張した状態にあったと思える。緊張するという事は交感神経がはたらくという事なので、心拍数があがる。文献⁵⁾によると過呼吸のときには呼吸商が1.0を越えることがある。この事から考えて、被験者は軽度の過呼吸状態にあったので呼吸商は高い値を示したのではないだろうか。

運動開始30秒後から呼吸商は1.0を超えてしばらくその値を維持したが、その原因については明確な答えは考えつかなかった。ただ、文献⁵⁾によると酸素負債の影響で呼吸商が1.0を超える事があるらしい。

図9の消費エネルギーは、呼吸商からどれだけの割合で糖と脂肪が燃焼されたかを求め、酸素1Lに対し糖だと4.10kcal、脂質だと4.68kcalが発生することを踏まえ、そのときの VO_2 (L/min)を掛けて求めるものである。従ってその値は燃焼の効率と VO_2 に依存している。ところが今回の実験では運動開始後30秒でRは1.0を越え、その後の大部分で1.0以上を維持したため、 $R=1.0$ として計算した。そのためRが1.0を超える値を示した範囲では、このグラフはほとんど図6 VO_2 の曲線と一致している。

文献⁴⁾より、日常動作での効率は20~30%であるが、今回の車椅子走行での効率は18.56%であり、あまり効率が良いとは言えない。エネルギー効率は、エネルギー源として糖質を燃焼するより、脂肪酸を燃焼するほうが良くなる。しかし、文献³⁾より脂肪酸が燃焼され始めるのは、体内の糖質に不足が生じてからである。運動開始後は、まだ糖質不足は生じず、脂肪酸の燃焼はすぐには起こらないため、運動初期では効率が悪い。今回の実験では、動作時を5分間としたため脂肪酸の燃焼が盛んになる前に動作終了となってしまっているため、効率が悪くなっていると考えられる。しかし、良くトレーニングしたアスリートでは文献³⁾より内分泌系や交感神経により、脂肪酸燃焼が促進されやすくなるため開始初期から脂肪酸が燃焼される。従って、運動初期から効率の良い運動を行うことができると考えられる。

そこで、頸髄損傷患者の車椅子走行について考えてみる。

頸髄損傷患者では、呼吸筋が侵されているためより少ない酸素でたくさんの仕事をすることが望まれる。そのためには、糖質よりも脂肪酸を燃焼したほうが良いので、なるべくそれによってエネルギーを得られるのが良いと思われる。しかし、健常人の

ようにトレーニングを行うことができないため、違う観点から効率の良い状態を考える必要がある。

今回の実験では車椅子を38.41m/minのスピードでこいだが、呼吸商は高値を示し、効率の悪い運動になってしまった。このスピードは主観的に見てかなり速い速度であった。健常人の歩行の最も良い速度は、60~70m/minであり、それより速いと効率は悪くなる。つまり、それほどトレーニングしていない健常人があまり強度の運動をすると、効率は悪くなってしまうと考えられる。従って、実際に患者さんが車椅子を操作するときはもっと遅いスピードで駆動させた方がより安静時の呼吸商に近くなり、効率の良い車椅子操作が行えるのではないだろうか。

厚生科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）

総括研究報告書

高齢者健康増進用の生活強度別運動処方器具と運動プログラム開発

分担研究者 村上慶郎 国療箱根病院

研究要旨 ゲートボールのスパーク動作は高齢者の腰痛発生の起因となっている。この動作を解析した結果、腰椎部位の衝撃と回旋運動が強く見られ、ウォームアップとクールダウンの対策が急務と考えられた。

A.研究目的：安全で楽しいスポーツ活動が行えるように配慮する資料を得ることを目的とした。今回はゲートボールのスパーク動作を取り上げ、動作解析によって腰痛との関連を知ろうとした。

B.研究方法：三次元動作解析装置によるゲートボール・スパーク動作解析

アニマ社製の Video Locus（DLT 赤外線方式）を使用し、CCD カメラ 4 台を設置して、ゲートボール運動を撮影した。特にボールを打撃するスパーク動作に注目し、腰痛との関連を調べた。動作解析条件は解析時スプライン補間法、そしてフィルタリング処理 5Hz とした。

C.結果：ゲートボール・スパーク動作と腰痛の関連において、三次元動作分析をすることによって、腰椎症の発生原因を調べた。スパーク動作を頻繁に行う高齢者において腰痛症の有病率は高い。この原因としては老化により腰椎保持筋の減弱・変形性脊椎症が発生や、Mellin の研究によると年齢は腰痛と有意な正の相関があり、腰椎の前後屈と側屈の可動域と年齢は有意な負の相関があり、回旋は女性のみ有意な負の相関、腰痛程度と可動域は男性において全ての方向で有意な負の相関があることが報告されており、加齢および腰椎可動域が腰痛と密接な関係があることが示唆されている。スパーク動作の多方向の回旋動作とボールを打撃する衝撃

（ショック）が腰椎に負担をかけたことが推定された。

D.考察：腰痛とゲートボール

ゲートボールにおける腰痛は頻発する。また、事務仕事・軽作業を仕事としている日本人の腰痛患者の 20%はスポーツ活動に原因している（Matui）。スポーツ選手の腰部障害で最も頻度が高いのは椎間板ヘルニアで、その好発レベルは L4-5、L5-S1 間である。高齢者のゲートボールにおいて腰痛の有病率は大変高く、腰をひねる（回旋）動作に原因する。スパーク動作が腰痛の発生の起因となることは間違いないだろう。腰椎への負荷は重量挙げ・ラグビーで長軸方向に、野球・バスケットボール・サッカーにおいて回旋方向に、体操・剣道・水泳において屈伸方向にかかるといわれている（中嶋）。スパーク動作の腰椎を伸展すると、椎弓圧迫と椎体前方に張力がかかり、さらに屈曲で椎骨の前方構成要素に圧迫後方に張力がかかり椎間板ヘルニアとなりやすい。ちなみに回旋では横突起骨折・関節突起骨折・腰部回旋筋損傷が起こりやすく、長軸方向圧迫では椎間板ヘルニアを引き起こしやすいだろう。

E.結論：スパーク動作の回旋運動が腰椎に多大の影響を及ぼしている。ゲートボール終了後は腰痛予防のためのストレッチング体操が求められる。

ゲートボール競技におけるスパーク打撃の動作分析

国立療養所箱根病院附属リハビリテーション学院 村上慶郎 平岡浩一 秋山稔 石井明

[ゲートボールに関する先行研究]

競技中の運動量と循環器指標の変化 (植屋 1990)

1 試合あたり 340 歩

SBP 試合前 147.4mmHg 試合後 160.9 mmHg

DBP 試合前 98 mmHg 試合後 93 mmHg

HR 試合前 74.4bpm 試合後 98.6bpm

競技中循環器指標の変化 (松浦 1992)

SBP 173.5mmHg---25.63mm 上昇

DBP 95.30mmHg---13.63 上昇

HR 93.96bpm---26.05 上昇

30 名中

上室性期外収縮 2 名

心室性 期外収縮 10 名

心筋虚血性変化 4 名

競技中循環器指標の変化 (川村 1989)

ゲームのルール上精神的負担がある。

最大心拍数は 95%HRmax まで到達した。

競技のエネルギー消費量 (山下 1989,1990)

運動強度：酸素摂取量 6.6ml/kg/min(1.9METs)=最大酸素摂取量の 25%

1 試合 25 分あたりの消費熱量は 50CAL

骨塩量 (杉本 1994)

：平均骨密度は保持される

：部位によっては保持されない部分がある。

骨塩量 (杉本 1996)

長期的に保持される

骨塩量 (百武 1991)

:女性で大腿骨頸部で保持
腰椎では有意差なし

競技者の生活特性 (多田 1993)

健康でも医療機関を受診している
日常生活が自立している者が多い
自分は健康であると自覚している者が多い
肥満度は高い
血圧は低い
社会参加している
生き甲斐をもっている

競技者の QOL 調査 (ゲートボール連合)

50-60 代: 自覚症状がある場合が多い
70 代: 自覚症状は少ない・よく眠れる

競技者の腰痛 (左海 1987)

: 経験 3-4 年で多い (7.4%)
: 腰痛発生機転となる動作 (発生頻度順)
スパーク打撃
スティックを短く持つ
ボールを拾い上げる

[研究の目的]

スパーク打撃が腰痛発生機転となる原因を運動中の脊柱・骨盤の動作分析を用いて検討する。

[方法]

Characteristics of the subjects.

	Age(yrs)	Sex	Hight	Weight
Subject 1	33	M	170	65
Subject 2	34	M	175	80
Subject 3	26	M	173	60

三次元動作解析装置の測定・解析条件

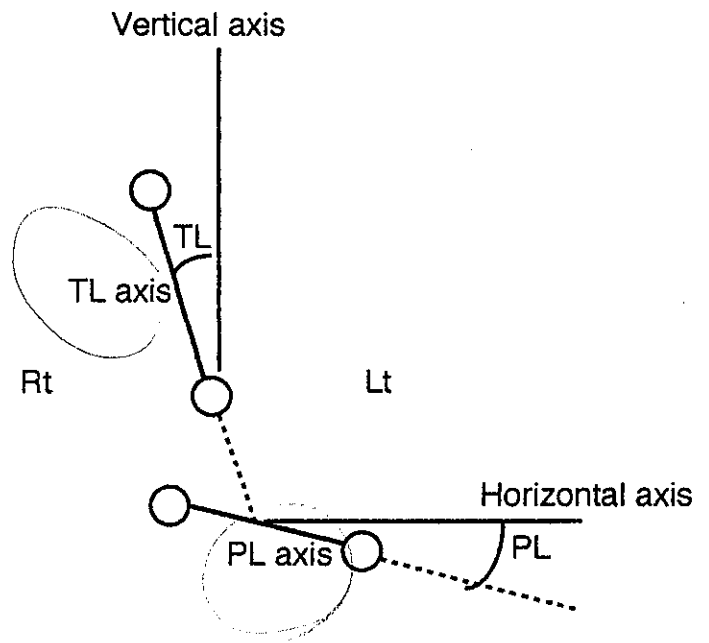
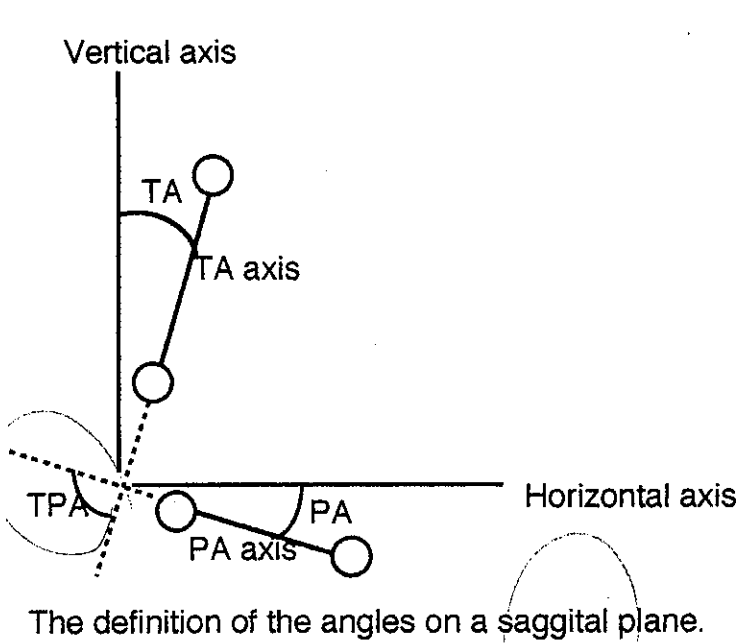
機種：アニマ社製 Video Locus (DLT赤外線方式)

CCDカメラ四台仕様

測定周波数：60Hz

解析時スプライン補間

フィルタリング処理：5Hz



動作条件

