

## 車椅子使用者の日常生活の身体活動量

	群馬大学	指宿忠昭
(共同研究者)	神奈川県総合 リハビリテーションセンター	橋谷俊胤
	群馬県医師会 沢渡温泉病院	近藤照彦
	三重大学	征矢英昭
	埼玉県障害者 リハビリテーションセンター	大久保春美
	中伊豆 リハビリテーションセンター	大胡田茂夫
	玉津 リハビリテーションセンター	増田和茂
	東京都多摩障害者 スポーツセンター	水原由明
	東京都障害者総合 スポーツセンター	中森邦男

### Physical Activity of Paraplegics Who Differ in Conditioning Level

by

Tadaaki Ibusuki

*College of Medical Care and Technology, Gunma University*

Toshitsugu Hashitani

*Kanagawa Sogo Rehabilitation Center*

Teruhiko Kondo

*Sawatari Spa Hospital*

Hideaki Soya

*Faculty of Education, Mie University*

Harumi Okubo

*Saitama Rehabilitation Center*

Shigeo Ogoda

*Nakaizu Rehabilitation Center*

Kazushige Masuda

*Tamatsu Rehabilitation Center*

Yoshiaki Mizuhara

*Tokyo Tama Sports Center for Disabled*

Kunio Nakamori

*Tokyo Metropolitan Sport Center for Disabled*

**ABSTRACT**

To determine maximal aerobic capacities of wheelchair dependent people, their peak oxygen uptake (Peak  $\dot{V}O_2$ ) during arm cranking exercise was measured. Fifty paraplegic male wheelchair basketball players (Trained) and thirty-seven untrained paraplegics (Untrained) were studied. Further more, twenty paraplegics from each group were measured for distance of wheelchair propulsion and heart rate in their daily living for a period of 24 hours. Peak  $\dot{V}O_2$  was predicted from submaximal HR- $\dot{V}O_2$  relationship using age-adjusted maximal heart rate (220 beats/min-age). Distance of wheelchair propulsion was measured using Speedometers (Cateye micro cyclocomputer, Model CC-6000). Heart rate during 24 hours was measured using a portable heart rate analyzer (Vine company)

The results summarized were as follows:

1. Mean Peak  $\dot{V}O_2$  averaged 34.2 and 23.47 ml/min/kg in trained and untrained groups, respectively. Peak  $\dot{V}O_2$  values in trained paraplegics were significantly higher than those in untrained paraplegics. ( $P < 0.01$ )

2. No significant differences were made in distance of wheelchair propulsion between the groups.

3. No significant correlation between Peak  $\dot{V}O_2$  (ml/kg/min) and distance in daily living was obtained with Trained nor Untrained paraplegics.

4. There were no significant differences between the two groups in total heart rate, maximal heart rate, mean heart rate and distance of wheelchair propulsion in their daily living.

And Heart rate in daily life was varied from 89 to 98 beats/min, but never exceeded 100 beats/min.

5. Maximal heart rate during a basketball game ranged from 135 to 185 beats/min. And distance of wheelchair propulsion during

basketball game was suit about twelve times as long as that during a normal day.

In conclusion, the data suggest that habitual physical activities do not provide sufficient circulatory stimulus to develop or maintain ideal cardiorespiratory propelling or aerobic fitness to the mobile, sedantary and incapacitated wheelchair user. Sports and recreation are considered to be more important to physically disabled individuals than able-bodied persons.

## 要 約

車椅子使用者のリハビリテーション医療終了後の定期的な身体運動の意義に関する基礎的資料を求めるために、運動実施群と非運動実施群を対象として、最大有酸素作業能を比較検討した。さらに日常生活、および車椅子バスケットボール練習中の心拍数、車椅子走行距離の測定を行い、以下の知見を得た。

1) 腕クランキングによる Peak  $\dot{V}O_2$  は、車椅子バスケットボール実施群 (41 名) が  $34.20 \pm 5.61$  ml/min/kg, 非運動実施群 (37 名) が  $23.47 \pm 3.05$  ml/min/kg であった。また両群間には 1% 水準で有意差が見られた。

2) 各群 20 名の 1 日の車椅子走行距離の比較では有意差が見られなかった。しかし、車椅子バスケットボール練習 2 時間の走行距離は平日の走行距離の約 12 倍に相当した。また両群とも Peak  $\dot{V}O_2$  と車椅子走行距離間には一定の関係が見られなかった。

3) 各群 10 名の 24 時間の総心拍数、最高心拍数、平均心拍数および変動係数は両群間に有意差は見られなかった。また連続して 100 拍/分以上の心拍数を示すものは見られなかった。しかし、車椅子バスケットボール練習時の最高心拍数は、138 ~ 185 拍/分 (平均 158 拍/分) で 70 ~ 90%  $HR_{max}$  に相当した。

4) 以上のことから、リハビリテーション医療終了後に定期的な運動の機会を車椅子使用者に提供することによって、運動刺激の低下による有酸素作業能の低下を防ぐ必要があり、その方策の 1 つとしてバスケットボールの採用は好適なものといえよう。

## 緒 言

近年、車椅子使用者のスポーツは、リハビリテーション医療における治療訓練としての活用にとどまらず、退院後の余暇スポーツとして普及しつつあり、社会生活および個人の生活において大きな役割を果たしている。

ところでリハビリテーション医療終了後の車椅子使用者の継続的な身体運動の実施は、全身的体力調整や二次的合併症の予防という観点から重要と思われるが、その効果に関して、多くの被験者を対象とした体力医学的検討は極めて少ない現状である。

そこで本研究では、スポーツ外傷や交通事故によって両下肢の機能を喪失し、車椅子で就労している若年障害者を対象として、定期的にスポーツを実施している群とそうでない群に群別し、有酸素作業能と日常生活の運動量を比較することによって、退院後のスポーツの実施が、体力の維持や向上に及ぼす影響についての基礎的資料を得ようとした。

研究方法

1) 被験者

リハビリテーション医療終了後、関東、東海地区において、定期的に車椅子バスケットボールを実施している車椅子使用者 97 名 (以下、運動実施群) と実施していない車椅子使用者 74 名 (非運動実施群) を対象とし、障害名、麻痺の程度、年齢、仕事内容および運動実施状況に関するアンケート調査を実施し、脊髄損傷による対麻痺で、日常は車椅子で就労し、年齢、機能程度がほぼ同様な被験者を運動実施群から 41 名、非運動実施群から 37 名、合計 78 名を抽出した (表 1)、また運動実施群は、週 2 から 6 回 (1 回平均 150 分)、定期的に車椅子バスケットボールの練習を行っているものである。また身体機能程度の判定は、日本身体障害者スポーツ協会編、車椅子バスケットボール競技規則の障害クラス分類<sup>1)</sup>によった。

2) 最大有酸素作業能の測定

78 名を被験者として、腕クランキングによる最大下テストを実施し、HR- $\dot{V}O_2$  回帰式を求め、Karvonen の式から算出した個人の最大心拍数を回帰式に代入し、Peak  $\dot{V}O_2$  を求め、最大有酸素作業能の指標とした。なお Peak  $\dot{V}O_2$  とは、腕クランキングの最大負荷時において、必ずしも  $\dot{V}O_{2max}$  の出現条件を満たしていない場合がみられるので<sup>2,3)</sup>、本研究では  $\dot{V}O_{2max}$  とせず、Peak  $\dot{V}O_{2max}$  と呼ぶことにした。

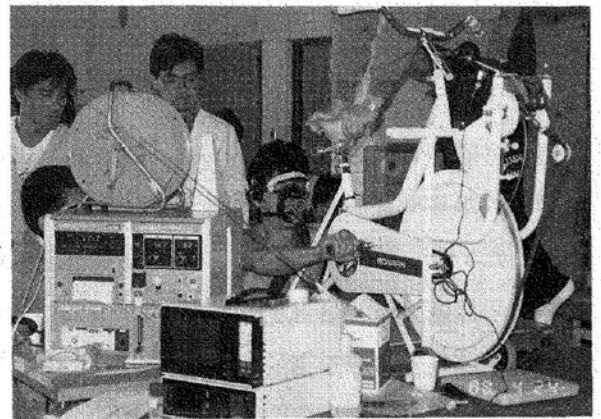


図1 Experimental setting of arm cranking

表 1 Physical characteristics of subjects

		Trained (N= 41)	Untrained (N= 37)	
Age (yrs)	Mean±SD	33.8±7.2	34.3±9.7	
	Max	43.0	45.0	
	Min	19.0	18.0	
Classification				
	Class 1	7	5	
	Class 2	28	19	
	Class 3	2	4	
	Class 4	4	9	
Diagnosis	Spinal cord injury		Spinal cord injury	
		complete N= 37 incomplete N= 4		complete N= 31 incomplete N= 6
Wheelchair Basketball (frequency per week)				
	2 day/week	N= 19		
	3 day/weeh	N= 15		
	4 day/week	N= 2		
	5 day/week	N= 3		
	6 day/week	N= 2		
Body height (cm)		164.9±5.5	162.9±21.9	
Body weight (kg)		52.1±7.2	52.7±6.3	

つぎに、腕クランキングの負荷方法は、自転車エルゴメータ (Monark 社) のペダル軸が、肩関節軸とほぼ水平になるように台上に設置し、両上肢で交互にクランキングを行わせた。またペダルは上肢の把持用に改良した (図1)。負荷手順は回転数を毎分 50 回の一定とし、先ず 3 分間、0.5 kp の負荷でウォーミングアップを行わせた後、最初 0.5 kp で 4 分間ごとに 0.5 kp ずつ漸増し、各負荷の最後の 1 分間の心拍数と酸素摂取量を測定し、 $HR-\dot{V}O_2$  関係式を求めた。なお、被験者 8 名について最大運動時の実測値と推定値の誤差を検討したところ、 $2.27 \pm 1.59 \text{ ml/min/kg}$ であった。心拍数の測定は胸部双極誘導方による心電位を安静、運動中、全過程にわたって記録し、30 秒ごとに RR 間隔を数え、それを 1 分値に換算して用いた。また、呼気ガス分析は、エアロビックプロセッサ 391 (日本電気三栄) を用い、1 分ごとに連続記録した。

### 3) 車椅子走行距離の測定

車椅子走行距離は、市販のスピードメータ (Cateye Micro Cyclocomputer, Model CC-6000, 以下、距離計) を用い、車椅子に容易に、かつ強力に装着するためのアタッチメントを製作し、取り付けた (図2)。また本距離計は、4 km/h 以上の速度が計測範囲であること、また日常生活における車椅子走行では時折、走行停止、低速

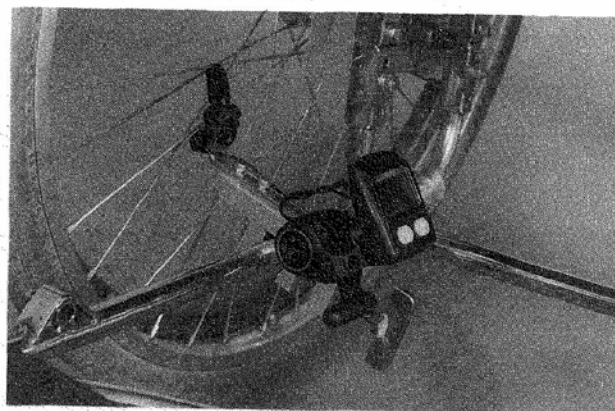


図2 Measurement of distance on wheelchair propulsion

度の歩行小刻みな動作やターン動作が行われるので測定誤差についての予備的検討が必要であった。そこで車椅子での日常生活における実際の駆動様式を想定して以下のことについて検討した。すなわち 1) 車椅子直進走行時 2) 左右のターン動作における距離計の測定誤差を検討した。

その結果、直進走行時の距離計の表示値は、0 m を始点として 10 m ずつ距離を延ばしながら 100 m までをそれぞれ 5 回ずつ計測した結果、すべての計測地点で実測値より 10 m 少ないこと、また両車輪に距離計を装着し、ターン動作時にタイヤの横すべりが起こらない 10 km/hr 程度のスピードで 10 m の距離を 5 往復した場合、回転方向側の表示値は 177 m、反対側は 215 m であり、いずれも再現性は高かった。

しかし、それぞれの表示値は実測値より小さく、また、その差はそれぞれ 67 m、5 m であり、回転と反対への車輪に距離計を装着した場合の誤差が小さかった。したがって距離計は両車輪に装着し、走行距離の大きい方を採用した。つまり本研究での車椅子走行距離とは 4 km/h 以上の速度で得られたものであり、また上記の誤差を含んだ値である。しかし、同一条件で 2 群間の走行距離の大小を比較する場合の簡易な方法として、有効であろうと思われる。

また走行距離の測定は、勤務時間がほぼ同様なものを、各群 20 名ずつ抽出した。測定時間は起床し、車椅子に移乗したときから、車椅子を降りるまでの時間とした。さらに運動実施群 8 名について、日常での車椅子バスケットボール練習中 (2 時間) の走行距離を測定した。

### 4) 24 時間の連続心拍数と車椅子バスケットボール練習時の心拍数の測定

運動実施群 16 名、非運動実施群 11 名を対象とし、平日勤務日の 24 時間の心拍数を測定した。また運動実施群は車椅子バスケットボール練習日以外の平日に測定した。心拍計は携帯用心拍計

(Vine社)を用い、1分間隔で測定した。データ処理は専用のインターフェイスを介して、パーソナルコンピュータに取り込んだ。

## 結 果

### 1. Peak $\dot{V}O_2$ と車椅子走行距離

各群の腕クランキング負荷におけるPeak  $\dot{V}O_2$  と車椅子走行距離の結果を表2に示した。すなわち、運動実施群のPeak  $\dot{V}O_2$  は25.8 ~ 54.6 ml/kg/min ( $34.20 \pm 5.61$  ml/kg/min) で、非運動実施群は18.6 ~ 34.3 ml/kg/min ( $23.47 \pm 3.05$  ml/kg/min) であり、両群間に1%水準で有意差が見られた。つぎに日常の車椅子走行距離は、運動実施群が400 ~ 920 m ( $625 \pm 129$  m)、非運動実施群が410 ~ 900 m ( $619 \pm 131$  m) で両群とも個人差が大きく、両群間に有意差は見られなかった。一方、車椅子バスケットボール練習2時間の走行距離は、5960 ~ 10650 m ( $7625 \pm 1740$  m) であった。

次にPeak  $\dot{V}O_2$  と車椅子走行距離との関係では、両群とも両者間には一定の関係がみられなかった(図3)。

### 2. 24時間心拍数の変動と車椅子バスケットボール練習時の心拍数変動

表2 Peak  $\dot{V}O_2$  and distance of wheelchair propulsion

Group	Peak $\dot{V}O_2$ ml/kg/min	distance of wheelchair propulsion(m)
Trained	$34.20 \pm 5.6^*$ (N=41)	$625 \pm 129$ (N=20)
Untrained	$23.47 \pm 3.0$ (N=37)	$619 \pm 131$ (N=20)

\*P < 0.01

表3 Heart rate and distance of wheelchair propulsion during wheelchair basketball game

Trained	(N=8)	Heart rate (bpm)	distance of wheelchair propulsion (m)
	Max	$158.4 \pm 15.5$	10650
	Min		5960
	mean (SD)	$146.3 \pm 13.5$	$7625 \pm 1740$

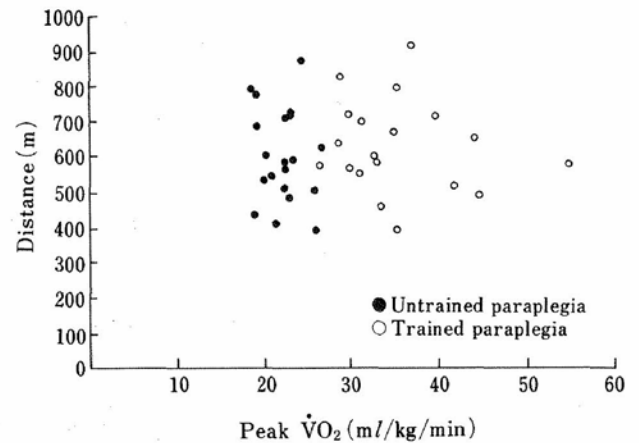


図3 Relation between peak  $\dot{V}O_2$  and distance of wheelchair propulsion

図4は24時間心拍数の変動について、損傷高位が同一の腰髄3番損傷で完全麻痺のものを両群から1名づつ示した。上段は運動実施者(25歳)、下段は非運動実施者(27歳)の結果である。すなわち、運動実施者、非運動実施者の最高心拍数はそれぞれ108拍/分、101拍/分、また平均心拍数はそれぞれ79.3 ± 8.8拍/分、72.8 ± 10.7拍/分であった。

つぎに各群の1日の総心拍数、最高、平均心拍数および変動係数を比較したものが表3である。すなわち、いずれの項目においても両群間に有意差は見られなかった。

つぎに図5は運動実施群の中で機能レベルが高いものと低いもの2名の車椅子

バスケットボール練習中2時間の心拍数の変動を示した。すなわち、練習中の最高心拍数は、前者が160拍/分、後者が170拍/分また平均心拍数がそれぞれ129.8 ± 22.6拍/分、134.3 ± 29.13拍/分であった。また心拍数の出現頻度は前者が110 ~ 129拍/分が12分、130 ~ 149拍/分が57分、150 ~ 169拍/分が22分であった。また後者は、それぞれ7分、30分、

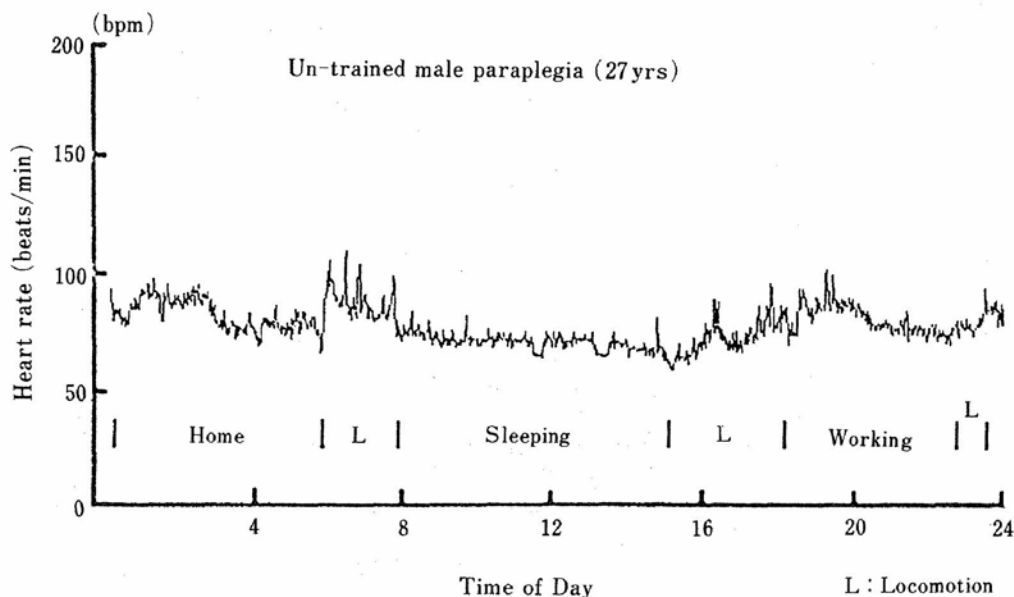
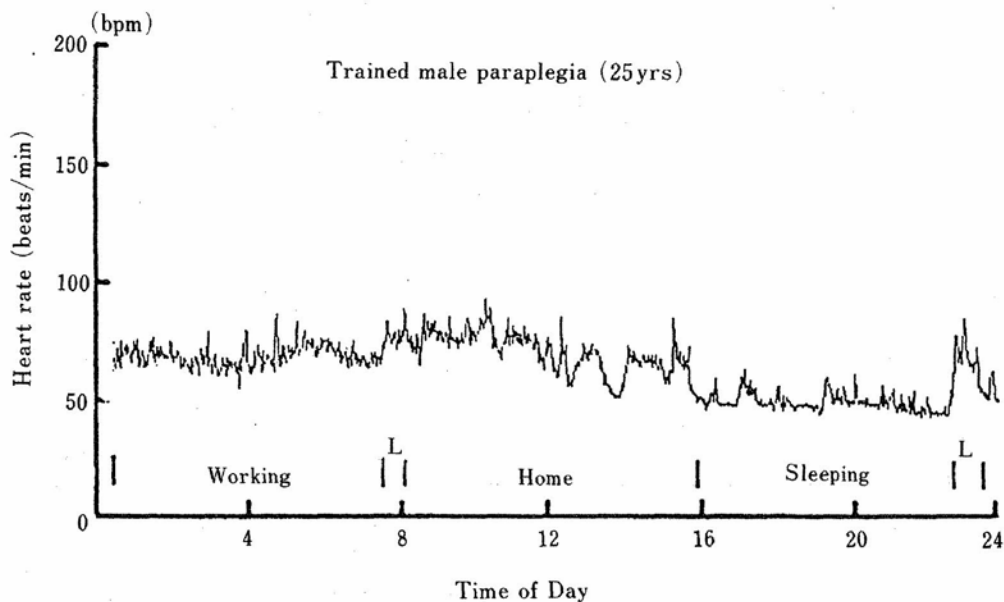


图 4 Heart rate during 24 hours

表 4 Heart rate during 24 hours of each group

Heart rate during 24 hours				
Group	Total HR beats	Max HR beats	Mean HR beats	SD/MeanHR (%)
Trained N=16	111256±8601	117.3±9.8	75.2±2.7	13.7±2.1 NS
Untrained N=11	114955±8790	116.2±13.7	74.6±2.6	13.2±2.1 NS



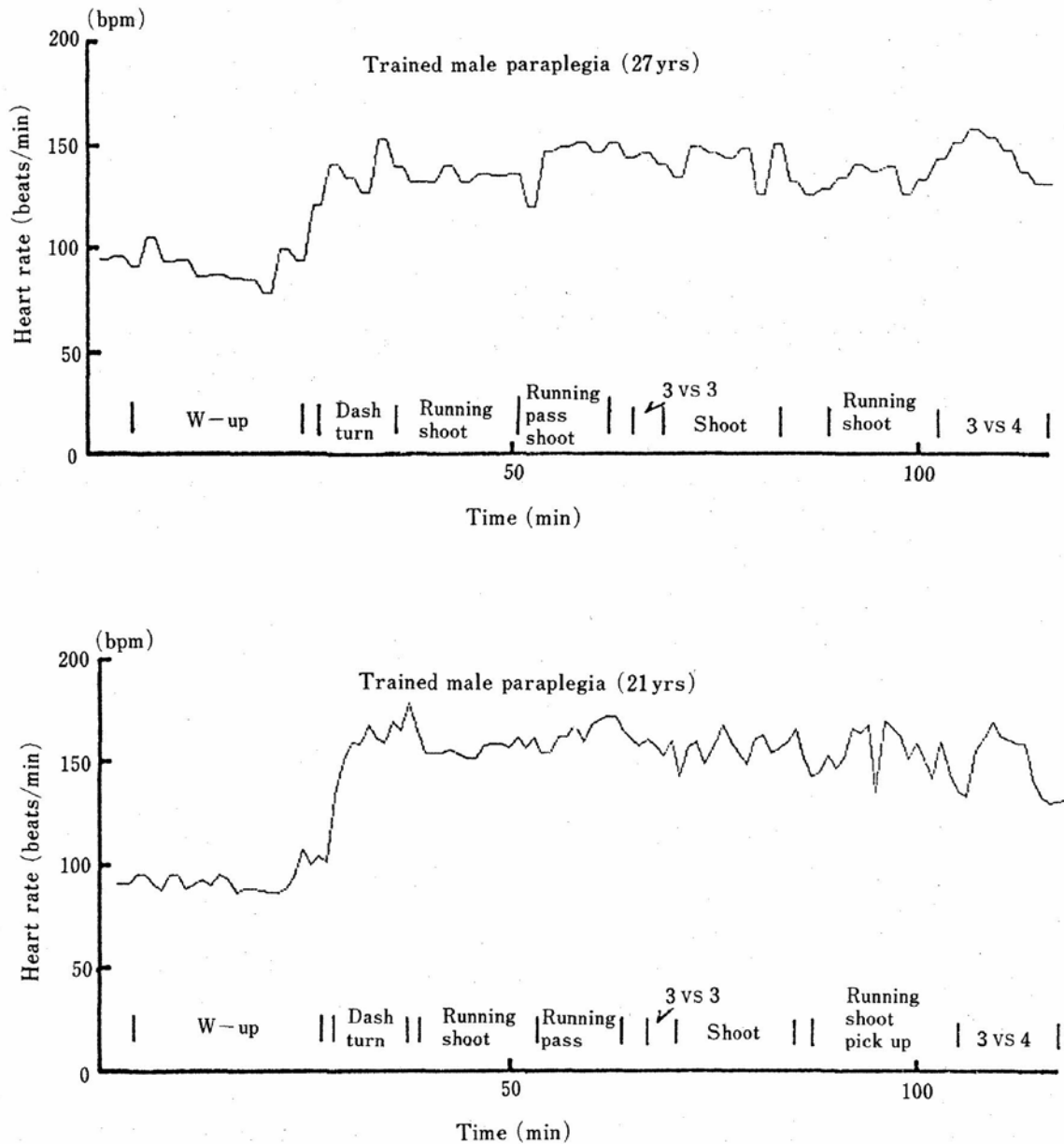


図5 Heart rate during wheelchair basketball game

52分、18分で170拍/分以上が1分であった。

つぎに被験者8名の、最高心拍数は138～185拍/分（平均158拍/分）、平均心拍数は127～163拍/分（平均146拍/分）であり、70～90%  $HR_{max}$  に相当した。

### 考 察

行動体力の要素の中で、有酸素作業能力の指標として、最大酸素摂取量が国際的に採用されている。しかし、この測定は負荷条件において、被験者の最大努力が要求されるので、日常運動を行っ

ていない車椅子使用者にとっては、内科的リスクと関連した問題が少なくない。そこで本研究では、最大下作業における心拍数と酸素摂取量との関係式から、予測最大心拍数を代入し、Peak  $\dot{V}O_2$  の測定を試みた。

また、国内外での車椅子使用者のための運動負荷様式として、トレッドミルやローラー上での車椅子走行、腕クランキングおよび車椅子エルゴメータなどが用いられている。しかし、いずれの負荷法も、障害の程度や内容が多様化しているため、標準化が困難である。したがって障害の状況



に応じた多段階的負荷法が望まれる。

そこで、本研究では運動様式として、負荷が定量でき、かつ装置の移動の簡易さから、自転車エルゴメータを応用し、腕クランキング負荷を採用した。ところで、これまで、全身持久性の評価としての腕クランキング負荷の信頼性や妥当性について検討した数少ない研究報告をみると、Bar-Orら(1975)<sup>9)</sup>は、 $28 \pm 8.8$ 歳の健常者男子41名を対象として、本研究と同様に自転車エルゴメータを応用し、漸増負荷法による腕クランキング負荷の全身持久性評価のための信頼性と妥当性について検討している。

その結果、2回の反復測定における $\dot{V}O_{2max}$ 、 $\dot{V}E_{max}$ 、 $HR_{max}$ の相関が、それぞれ0.94、0.98、0.76であり、信頼性が高いと述べている。しかし、その内、18名について、腕クランキングと同一時間でexhaustionに達するように設定されたトレッドミル走による最大運動時の $\dot{V}O_{2max}$ との相関が0.74(標準誤差4.04 ml/kg/min)であったことから、全身持久性の予測としての妥当性はやや低いと述べている。しかし、本研究の負荷時間は12分で、強度もそれより低いものであった。

また指宿ら<sup>9)</sup>は健常者を対象とし、自転車エルゴメータでの最大運動における、 $\dot{V}O_{2max}$ の水準から群別し、さらに車椅子スポーツ競技選手を対象とし、本研究で用いた負荷強度における血中乳酸濃度を測定し、筋疲労の影響について検討した。その結果、健常者中・長距離選手、車椅子スポーツ競技選手および健常者非運動実施群の順にLA値は低い値を示し、健常者中・長距離選手群が非運動実施群や車椅子スポーツ選手群より有意に低いことから、筋疲労の影響は少なく、全身循環の良否との関連性を指摘した。さらに、本研究の予備実験において、被験者8名を対象としたPeak  $\dot{V}O_2$ の実測値と予測値の標準誤差は $2.27 \pm 1.59$  ml/min/kgであり、本研究で用いた間接法によるPeak  $\dot{V}O_2$ は、ほぼ個人の実測値に近似する

値を示しているものと考えられた。

さて、これまで報告された車椅子スポーツ競技選手の最大酸素摂取量の値は、39.4 ml/min/kg (Miles, 1977)<sup>6)</sup>、37.4 ml/kg/min (Cameron, 1977)<sup>7)</sup>、39.0 ml/kg/min (Wicks, 1977)<sup>8)</sup>、またボストンマラソン優勝者の64.6 ml/min/kg (Grandeeら, 1980)<sup>9)</sup>は、これまで車椅子者の報告の最大値であろうと思われる。

次に、日本人の車椅子バスケットボール競技選手を対象とした報告をみると、 $39.8 \pm 3.8$  ml/min/kg (石原, 1984)<sup>10)</sup>、 $35.3 \pm 9.4$  ml/min/kg (Kobayashi, 1988)<sup>11)</sup>、また指宿ら(1987)<sup>12)</sup>の地域の車椅子バスケットボール愛好者を対象とした $28.7 \pm 9.4$  ml/min/kgがある。

一方、日常定期的に運動を実施していない車椅子者の最大酸素摂取量は、19.6 ml/min/kg (Zewiren 1975)<sup>13)</sup>、24.4 ml/min/kg (Pollock 1975)<sup>14)</sup>、23.8 ml/min/kg (初山, 1985)<sup>15)</sup>がある。本研究のPeak  $\dot{V}O_2$ は、運動実施群が $34.20 \pm 5.61$  ml/min/kgであり、これらの非運動実施群が $23.47 \pm 3.05$  ml/min/kgで両群間に有意差が見られた。すなわち、本研究の運動実施群は、これらの報告と比較しても、比較的高い有酸素作業能を有し、非運動実施群より有意に高いことから、日常のトレーニングの影響が推定される。

またKofskyら(1980)<sup>16)</sup>は、日常生活の車椅子で動作や移動は、個人の有酸素能力の維持や改善を図るための適当な運動刺激としては低いことを述べている。しかし、日常生活の運動量や運動刺激に関しては検討していない。

そこで本研究では、車椅子用走行距離の測定と心拍数変動を手がかりとして、1日の運動量と運動強度の検討を試みた。しかし本研究で用いた車椅子走行距離の測定は、41 m/hrの低速度、停止およびターン動作時に積算されてないことから実際の走行距離より少ないと推定されるが、各群の運動量の大小の比較を行うための簡易な方法であ

ろうと思われる。その結果、表示された日常生活の車椅子走行距離は運動実施群と非運動実施群の間に有意な差はみられなかった。しかし2時間の車椅子練習時の走行距離は、平均7625 mで、これは運動実施群および非運動実施群の12.2%、12.3%に相当し、車椅子バスケットボール練習時の運動量が大きいことが明かであった。

また、総心拍数、最高心拍数、および平均心拍数において運動実施群と非運動実施群間に有意差は見られなかった。さらに平均心拍数は両群とも100拍/分を連続して越えるものはみられなかった。しかし、車椅子バスケットボール練習時は、比較的高い心拍数の水準を示し、138—185拍/分(平均158拍/分)であり、70—90%HR<sub>max</sub>に相当した。これは、車椅子バスケットボール練習中の運動強度を検討した結果とほぼ同様であった。<sup>17)~20)</sup> すなわち、障害内容、車椅子の経験、車椅子のデザインと重量およびゲーム内容の差は考慮しても、車椅子バスケットボールの運動強度は高い水準にあることが明かであった。

以上のことから、リハビリテーション医療終了後の定期的な車椅子バスケットボールの実施は、車椅子使用者の有酸素作業能の維持と向上のための有効な手段であることが指摘された。また車椅子使用者のほとんどが、軽作業の仕事であり、また通勤手段は、車の使用であった。さらに車椅子での移動時間も僅かであった。このことは、自発的に運動を実施しない限り、日常生活においては全身持久性の向上のための適当な運動刺激を得ることが困難であることが指摘された。したがってリハビリテーション終了後の車椅子使用者のスポーツ、レクリエーション活動は、健常者以上に重要であり、体育的意義があるといえよう。

#### 文 献

1) 日本身体障害者スポーツ協会編; 身体障害者スポーツ競技規則の解説 (1987)

- 2) Astrand, P.-O., B. Saltin; Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscle activity, *J. Appl. Physiol.*, **16**, 977-981 (1961)
- 3) Bevegard, B. S., U. Fregshuss, T. Strandell; Circulatory adaptation to arm and leg exercise in supine and sitting position, *J. Appl. Physiol.*, **21**, 37-46 (1966)
- 4) Bar-Or, O., L. D. Zwiren; Maximal oxygen consumption test during arm exercise reliability and validity, *J. Appl. Physiol.*, **38**, 3, 424-426 (1975)
- 5) 指宿忠昭, 征矢英昭, 近藤照彦; 腕クランキングにおける血中乳酸濃度からみた車椅子スポーツ競技選手の体力特性, 昭和62・63年度文部省科研総合(A)報告書, 21-28 (1989)
- 6) Miletic D. S., M. N. Sawka, S. W. Wilde; Pulmonary function changes in wheelchair athletes subsequent to exercise training, *Ergonomics*, **25**, 239-246 (1982)
- 7) Cameron B. J., Ward, G. R., Wicks, T. R; Relationship of type of training to maximal oxygen uptake and upper limb strength in male paraplegia and athletes, *Med. Sci. Sports*, **9**: 58 (1988)
- 8) Wicks J. R; Maximal oxygen uptake of wheelchair athletes competing at the 1976 Olympiad for the physically disabled, *Med. Sci. Sports*, **9**, 58 (1988)
- 9) Grandee R et al; The aerobic capacity of an elite wheelchair matathon racer, *Med. Sci. Sports*, **9**, 58 (1980)
- 10) 石原俊樹; 車椅子バスケットボール選手の体力特性, 大阪体育学研究(付)大阪支部会誌, **22**(4), 86-90 (1984)
- 11) Kobayashi, M. Hirano, T. Fukunaga, T; Evaluation of physical fitness in wheelchair basketball players with paraplegic, International Council for Physical Fitness Research, *Abstract*, **59**, (1988)
- 12) 指宿忠昭, 近藤照彦; 地域における車椅子バスケットボール愛好家の体力特性, 群大医短紀要, **8**, 159-166 (1987)
- 13) Zwiren, L. D., Bar-Or, O; Responses to exercise of paraplegics who differ in condition level, *Med. Sci. Sports*, **7**, 94-98 (1975)
- 14) Pollock, M. L., H. S. Miller, A. C. Linnerud, E. Laughridge, E. Coleman, E. Alexander; Arm pedaling as an endurance training regimen for the disabled, *Arch. Phy. Med. Rehabili.*

- 55, 418-423 (1974)
- 15) 初山泰弘; 脊髄損傷の体力増強強化に関する研究, 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究報告書 (1986)
- 16) Kofsky, P. R., Davis, G. M., Shephard, R. J.; Cardiorespiratory fitness in the lower limb disabled, *Canad. J. Appl. Sports Sci.*, 5 (4), 126-131 (1980)
- 17) 高橋 明; 車椅子常用者の運動強度, 大阪市身体障害者スポーツセンター研究紀要, 5, 8-12 (1979)
- 18) 山川 純; 車椅子バスケットボールのゲーム中の心拍数について, 文部省科研総合研究, (A) 学術講演集, 5 (1982)
- 19) 芳賀條光; 車いす運動強度と全身持久性トレーニング効果, 総合リハ, 11, 5, 357-361 (1983)
- 20) 森嶋 勉; 車椅子バスケットボールの運動強度について, 身体障害者スポーツ研究会紀要, 10, 22-24 (1986)