琉球大学学術リポジトリ

車椅子マラソン愛好者の有酸素作業能力と運動処方

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部附属障害児教育実践センター 公開日: 2008-03-10 キーワード (Ja): 肢体不自由者, 車椅子マラソン キーワード (En): VO_2 max, %VO_2 max, %HRmax, reserve 作成者: 平良, 勉, 音野, 敬子, Taira, Tsutomu, Otono, Keiko メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/5051

琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要
No.1, 69-76, 1999.

車椅子マラソン愛好者の有酸素作業能力と運動処方

平良　勉*　音野　敬子**

Aerobic Power of Wheelchair-depend Marathon Runners and Exercise Prescription

Tsutomu TAIRA*　Keiko OTONO**

(Received April 30, 1999)

The purpose of the present study is to evaluate aerobic power of wheelchair-depend marathon runners with paraplegia and to estimate intensity of marathon running. The subjects participated in this study were twelve male and a female with paraplegia (aged 28-42yr).

A fixed wheelchair was employed as a testing ergometer for maximal oxygen uptake determination. Expired air was collected and analyzed to calculate concentration of O2 and Co2 using OXYCON4 electronic gas analyzer. Intensity of marathon running was calculated by HR-Vo2 method.

The findings are as follows:

1) Maximum oxygen uptake values in this study varied from 20.2ml／kg・min to 40.0ml／kg・min with a mean value of 32.5ml／kg・min± 4 .5ml／kg・min. Those Vo2max values exceeded those of inactive wheelchair depend peoples.

2) Mean value of heart rates during marathon running were 168 beats in min. The exercise intensity was 60-90% of heart rate max. which was appropriate value in order to improve aerobic power according to recommendation by Association of American College of Sports Medicine.

Key words : 肢体不自由者　車椅子マラソン　VO_2 max　%VO_2 max　%HRmax reserve

Ⅰ. はじめに

日本の障害者スポーツは、昭和26年東京都身体障害者運動会の開催から始まり、昭和36年には、大分県身体障害者体育協会が誕生、昭和39年には東京パラリンピック大会が開催され、その後数々のスポーツ大会が開かれるようになった。毎年11月に行われている大分国際車椅子マラソン大会では、各国より多くの障害者アスリート達が集まり互いに競い合っている。また近年では、長野県で1998年３月に行われたパラリンピックでは、多くの日本人選手がメダルを手にし、数々の素晴らしい記録を残し、国民に多くの感動を与えた。

参加者の増加に伴い、障害者スポーツに対する認識は、以前にも増して高まってきており、「障害者のスポーツ」としてではなく、一つの競技種目という捉え方ができつつあるといえる。

障害者スポーツの効果についてKober[12]は、スポーツ練習における多種にわたる好影響だけではなく、情報提供、入院中の肢体不自由者に必要なケア、また退院後のリハビリ活動のフイールドについての情報を得ることを目的とした研究を行っており、軽度の肢体不自由者だけではなく、重度の肢体不自由者についても質の高い身体活動や運動が彼らにとって喜びを与えていることが明らかになったと述べている。

また、Cowell[4]らは、健常者における運動の重

*Faculty of Education, Univ. of the Ryukyus
**GEOS English school

要性が広く強調されている中、日常生活が座りがちな状態であるために不健康な生活を送る恐れのある肢体不自由者にとって、運動はより一層重要なものになると述べ、障害者のスポーツが障害者のQuality of lifeにとっていかに重要なものかが示唆される。また、Stotts[17]は、肢体不自由者の健康管理と車椅子スポーツ競技の関連性について研究を行い、リハビリ終了後1年間の平均入院回数は、非競技者はスポーツ選手の3倍以上であり、スポーツ選手グループは、非競技者に比べ多くの医療ケアを回避する力があるということを示した。また、活動的な肢体不自由者は個人で医療保険に加入し、診察をうけたり長期の再入院で高額支払うことはなかったと報告している。

Madorsky[14]らは、障害者スポーツの人気と発展は、障害者の競技性に重点を置いたリハビリテーションの努力がそれを支持したと報告している。これらの報告からもスポーツを行うことは、障害者の健康維持にも多大な影響を与えていることが明らかとなった。また、そのための医者、その他のスポーツ医療チームの協力、安全に競技するための医学的検査の指導、車椅子スポーツ障害の適切な処置や診断、認識、予防等のアドバイス指導、公平にプレーするための障害の種類やレベル差のある選手のクラス分類診断、車椅子スポーツの運動学的、生理学的な研究等、が欠くことのできないものであったと述べている。

以上のことから、今後一層の障害者スポーツに関する研究が必要であると考えられる。

スポーツ・トレーニングを行う際、健康・体力の維持増進のために心拍数を測定することは、その運動が個人の目的やレベルに対し、適切であるかどうかを知るという点から、非常に重要である。そこで、本研究では、車椅子マラソン選手の有酸素作業能力を明らかにする事を第1の目的とし、車椅子マラソン走行時における心拍数を測定し、今後の障害者スポーツの運動処方（トレーニング効果）に関する基礎資料を得ることを第2の目的とした。

Table 1. Physical characteristics of 13 subjects with paraplegia

（男子）

氏名	性別	職　業	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	受傷年	障害名	障害級	脊髄損傷レベル	運動歴(yr.)	運動種目
S.O	男	自営業	50	169	68	8.5%	1979	脊髄損傷	1種1級	T12 (4)	19	マラソン
T.S	男	――	41	163	59	24.6%	1983	頸推損傷	1種1級	C6 (1)	15	マラソン・バスケ
E.Y	男	――	54	163	50	15.2%		脊髄損傷	1種1級	T11 (4)	10	マラソン
T.I	男	会社員	36	165	52	10.9%	1986	脊髄損傷	1種2級	L (3)	12	マラソン
O.T	男	事務員	37	164	64	12.6%	1993	脊髄損傷	1種1級	T11 (3)	7	陸上・マラソン
J.H	男	――	37	168	55	7.3%	1978	頸推損傷	1種1級	C (2)	16	マラソン
Y.E	男	会社員	44	165	56	9.9%	1969	脊髄損傷	1種1級	T12 (3)	24	マラソン
T.K	男	――	41	160	61	14.3%	1960	ポリオ	1種2級	―― (3)	28	マラソン
H.I	男	――	44	172	61	6.4%	1980	脊髄損傷	1種1級	T12 (3)	18	マラソン
A.M	男	――	49	135	36	23.6%	1949	脊髄損傷	1種1級	脊髄破裂(3)	20	テニス・マラソン
S.Y	男	サービス業	46	158	58	7.8%		ポリオ	1種2級	―― (3)	9	マラソン
N	12											
AVG			42.3	162	57.5	13.6%					16.2	
STD			7.2	9.4	9	0.06					6.5	

（女子）

氏名	性別	職　業	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	受傷年	障害名	障害級	脊髄損傷レベル	運動歴(yr.)	運動種目
Y.T	女	事務員	36	160	48	10.60%	1984	脊髄損傷	1種1級	T12 (3)	5	マラソン

Ⅱ．研究方法

1．被験者

障害者の福祉施設である浦添サンアビリテイーズを中心に活動を行っている肢体不自由者車椅子マラソンチーム（チーム名：タートルズ）の男性12名（健常者１名含む）、女性1名の28歳から54歳までの平均年齢42歳（±7.2）、平均身長162.2cm（±9.4）、平均体重57.5kg（±9.0）、平均体脂肪率13.6％（±0.06）、平均車椅子マラソン歴16年（±6.5）であった。被験者は、脊髄損傷(L～T12)、頸椎損傷（C6～C）、ポリオ等の障害を持つ肢体不自由者であった（Table 1）。

2．実験期日

予備実験は、７月中旬に実施した。第１次実験は８月上旬に行った。第２次実験を１月上旬に行った。気象条件は、晴天、気温は、21℃、気圧は751mmHgであった。フル・ハーフマラソン時におけるHRを10月上旬に測定した。気象条件は、曇り、気温は23℃であった。

3．実験場所

第１次・第2次実験は、琉球大学運動生理学実験室で実施した。フル・ハーフマラソン走行時の心拍数測定は、名護市の国道58号線にて実施した。

4．実験方法

トレーニング用車椅子ローラー（コールマン社製）上に被験者それぞれのレース用車椅子を固定した。安静時心拍数に至る状態になるまで安静にし、ポリオ・脊髄損傷者は、速度10.0km／h走行開始し、３分ごとに3.0km／hずつ漸増した。各運動間には2分間の休憩を入れた。頸椎損傷者は、速度9.0km／hから始めて、３分ごとに3.0km／hずつ漸増した。各運動間には3分間の休憩を入れた。車椅子には、タイヤの回転数をセンサーでカウントし、速度を算出する速度計が装着されており、被験者はそれを見ながら、指定速度にあわせるように調整しながら車椅子を走行させた。被験者自身が続行不可能と判断した時点で、自主的に運動を終了した。被験者は継続的にトレーニングを行っているため、その有効性についての基礎資料を得るため同様な方法で第2次実験を行った。

フル・ハーフマラソン時におけるHRの測定はクラブによる試走時に実施した。

5．測定項目

１）HR（Heart Rate）

HRは、心拍数測定装置、ベッドサイドモニター（フクダ電子）で測定し、運動開始から終了まで５秒間隔メモリーで記録した。その時の心拍数、運動強度（％HRmax、％HRmax reserve）を測定した。HRmaxは、実測値とした。フル・ハーフマラソン走行時のHRは、ハートレートモニター（キャノン製）を使用し、記録した。

２）VO_2（Oxygen Uptake）

各速度の酸素摂取量（VO_2）は呼気ガス分析装置、OXYCON4（フクダ電子）で分析し、最大酸素摂取量（VO_2max）、運動強度（％VO_2max）を測定した。

結果の統計処理は医用統計ソフトStatMateを使用した。

Ⅲ．結果と考察

1．被験者のMaximal Oxygen Uptake（VO_2max）とHRmax

第１・２次実験結果を総合して得られた車椅子エルゴメーター走行時における漸増負荷最大運動時の男性（脊髄損傷者･ポリオ）９名のVO_2maxは、最大値がH.Iの40.0ml／kg･min、最低値がT.Sの20.2ml／kg･min、平均32.5ml／kg･min（±4.5)であった。女性脊髄損傷者1名のVO_2maxは37.3ml／kg･m、男性頚椎損傷者2名では、T.Sが20.2 ml／kg･min、J.Hが21.5ml／kg･min、健常者男性1名は24.4ml／kg･minであった(Fig. 1)。また、平均HRmaxは、172beats／minであった。

一般にスポーツ活動を行っている肢体不自由者や、スポーツを行っていない肢体不自由者、スポーツを行っている健常者、スポーツを行っていない健常者のVO_2max、HRmaxについて比較した研究報告は数多い。

Veeger[19]らは、車椅子スポーツ選手の心肺能力に関する基礎資料を得るために、研究を行ってい

る。測定した車椅子スポーツ選手のVO_2max は、32.9ml／kg・min、また、スポーツ種類別では、男性陸上競技者が44.9ml／kg・minという高いVO_2max を示し、ターゲットシューテイング競技者が16.3ml／kg・minと最も低い値を示したと報告している。今回運動処方前後よりえられた平均VO_2maxは、32.5ml／kg・minで、今回の車椅子マラソンアスリートである被験者の中には、40.0ml／kg・min という高いVO_2maxを示した者もいたことより、Veegerらの報告とほぼ同じ値を示し、支持する結果となり、車椅子マラソン選手の有酸素能力は他のスポーツ選手よりも優れていると示唆された。また、Gass[8]らは、肢体不自由者における継続運動の影響について研究を行い、平均VO_2maxが29.53ml／kg・min、平均HRmaxは174beats／minであったと報告している。この結果に比べ、今回のVO_2maxは約3.0ml／kg・min高い値を示し、平均HRmaxはほぼ同じ値を示した。また、Zwiren[20]らの測定した国際レベルの車椅子スポーツ選手の平均VO_2maxは、35.0ml／kg・min、高木[18]の報告では35.5ml／kg・minであった。これらに比べるとやや低い傾向にあったが、大きな差は見られなかった。

次に、スポーツ活動を行っている肢体不自由者と健常者を比較した研究報告と本研究結果を検討すると、Obara[16]らは、車椅子バスケットボール選手と健常者柔道選手間における腕エルゴメーター駆動時の生理学的応答について研究を行った。その結果、車椅子バスケットボール選手のVO_2maxは31.35ml／kg・min、HRmaxは170beats／min、柔道選手のVO_2maxは32.75ml／kg・min、HRmaxは180beats／minでそれぞれの間に有意な差は認められなかったと報告している。また、%VO_2max、%HRmaxにおいても同様な結果が得られたと報告している。この報告より、スポーツ活動を行っている肢体不自由者と健常者における%VO_2max、%HRmaxには大きな違いが見られないことが明らかとなった。また、この柔道の健常者選手のVO_2maxは、本研究結果と比較すると同様な値であり、HRmaxはやや低い値を示した。車椅子バスケットボール選手について比較してみると、HRmax、VO_2maxは、ほぼ同様な値となり、この報告を支持するものとなった。

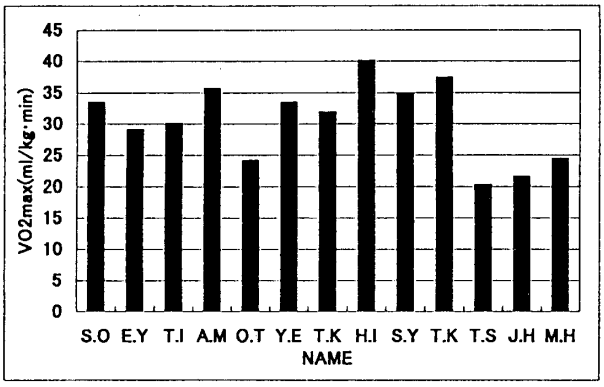

Fig. 1　Maximal oxygen uptake of 13 subjects with paraplegia

一方、運動を行っていない肢体不自由者のVO_2max、HRmaxについて本研究結果と検討してみる。

Arabi[2]らは、一般のスポーツを行っていない車椅子常用者を対象にVO_2maxの制限する要因として運動強度と筋量の重要性について研究を行っているが、平均VO_2maxは19.2ml／kg・min、平均HRmaxは165beats／minであったと報告している。この平均VO_2maxは非常に低い値であった。本研究結果と比較してみても非活動者の平均VO_2maxは約13.0ml／kg・min低い値を示した。一方平均HRmaxは約7beats／minしか変わらなかった。また、Davis[6]らは、活発に運動を行っている肢体不自由者と行っていない肢体不自由者を対象に腕エルゴメーター駆動時における心肺能力について研究を行った。その結果、活動者の平均HRmaxは181.7±4.0beats／min、非活動者の平均HRmaxは183.0±3.0beats／minで有意な差はみられなかった。しかし活動者は、非活動者に比べ有意に高い最大心肺能力を示したと報告している。本研究における平均HRmaxは活動者の平均HRmaxより約10beats／min低い値となった。また、これらの非活動者を健常者と比較してみる。Huonker[10]らの報告では、心臓系、左心房機能、体動脈内径の測定をスポーツ活動を行っていない健常者男性、車椅子国際スポーツ選手、スポーツ活動を行っていない肢体不自由者を対象に研究を行っている。結果より、非スポーツ活動健常者の平均VO_2maxは31.5±4.1ml／kg・min、平均HRmaxは178.9±20.0 beats／min、車椅子国際スポー

ツ選手の平均VO_2maxは34.5±4.3ml／kg・min、平均HRmaxは183.3±15.2 beats／min、非スポーツ活動肢体不自由者の平均VO_2maxは23.9±3.8 ml／kg・min、平均HRmaxは161.8±22.9 beats／minとなり、非スポーツ活動肢体不自由者の値は、他のグループ間とくらべて有意に低い値であった。Zwiren[20]らも同様に、運動している肢体不自由者とそうでない肢体不自由者の身体構成と呼吸循環器系の機能を明らかにするために研究を行っている。国際レベルの車椅子スポーツ選手の平均VO_2maxは35.0±7.55ml／kg・min、活動的でない肢体不自由者の平均VO_2maxは19.58±5.53ml／kg・min、国際健常者スポーツ選手の平均VO_2maxは38.1±6.3ml／kg・min、活動的でない健常者の平均VO_2maxは25.8±4.0ml／kg・minで、車椅子スポーツ選手は、活動的でない健常者より有意に高く、国際健常者スポーツ選手の値と違いがなかった。また、平均HRにおいては、各グループ間には有意な差はみられなかった。これらの研究報告を本研究結果と比較すると、肢体不自由者のスポーツ選手のVO_2max、HRmaxは共に同様な値を示し、非活動健常者よりも高い値を示した。また、健常者スポーツ選手の値と比べると同様な値、もしくはやや低い値を示したが、大きな差は見られなかった。また、スポーツ活動を行っていない肢体不自由者のVO_2max 、HRmaxは低い値であった。

2．フル・ハーフマラソン走行時のHR

最高HRはA.Mの180beats／min、最低HRはS.Yの158 beats／min、平均HRは168（±10.2）beats／minであった。全ての被験者においてフル・ハーフマラソンは100％の運動強度であった。健常者男性M.HのRPEは15で今回の平均値と同様な値を示した。また、HRは130 beats／minで低い値を示した。運動強度は、81％HR max、64％HR max reserveであった(Table 2)。

Coutts[5]は、車椅子スポーツ選手のスポーツ活動時におけるHRについて研究を行った。結果は、平均HRは、テニス試合時で127beats／min、バレーボール試合時で114beats／min、ラケットボール試合時で135beats／min、バスケットボール試合時で149beats／minであったと報告しており、フル・ハーフマラソン走行時における平均HR 168 beats／minは、報告したどんな障害者スポーツの練習・試合時のHRよりも高い値となった。また、アメリカ大学スポーツ医学会[1]が推奨している体力維持・向上のための運動強度である60～90％HRmaxを大きく上回る値となった。また、車椅子マラソン走行時の運動強度はVTを超えると高木[18]は報告しており、本研究の結果はそれを支持した非常に高い運動強度であったと推測される。

3．肢体不自由者におけるトレーニングの必要性

トレーニングに関する研究報告から本研究結果を比較してみても、スポーツを行っている肢体不自由者のVO_2max、HRmaxは運動を行っていない肢体不自由者よりもはるかに優れており、また、運動を行っている肢体不自由者の値とは近似した結果となり、ほぼ全ての研究報告を支持する結果となった。また、健常者のVO_2max 、HRmax

Table 2. Exercise intensity of half and full wheelchair marathon running on 5 subjects with paraplegia

NAME	S.O	A.M	H.I	S.Y	Y.T	AVG.	SD
Distance	フル	フル	フル	フル	ハーフ		
TIME	2,09,,00	2,31,,14	2,15,,44	2,09,,54	1,09,,49		
RPE	19	13	17	15	13	15	2.4
HR (average)	157	180	175	158	170	168	10.2
%HRmax	100	100	100	100	100	100	0
%HRmax R	100	100	100	100	100	100	0

とも有意な差がみられなかったことは、スポーツ活動を行っている肢体不自由者の優れた心肺能力を示す結果となった。一般に肢体不自由者の心肺能力は低いと言われているが、その大きな原因の一つは、車椅子生活者の特性、そして彼らの身体の障害からくる運動不足であると推測される。

Astrand[3]らは、様々な種類の最大運動について調査した結果、腕エルゴメーター駆動時のVO_2は、自転車エルゴメーター駆動時の70％VO_2maxであったと報告している。健常者が運動を行わないことによって心肺能力が低下するのと同様に、車椅子常用者も運動を行わなければやはり心肺能力が低下する。しかし特に注目する点は障害によってその心肺能力は健常者より低下していると言うことである。肢体不自由者は、生活時でもスポーツ時でも腕運動のみであるため、心肺能力が健常者に比べ向上の可能性が少ないのではないかと推測される。また、村木[15]らは、脊髄損傷者の損傷レベルが上肢の最大運動時の循環応答に及ぼす影響について研究を行っている。その中では、脊髄損傷者の運動時のある一定量VO_2に対する心拍数は、損傷レベルが高いほど有意に上昇し、健常者と比較しても有意に高かったと報告している。これは、損傷レベルが高いほど効率的な血液配分が困難となることが考えられ、それより一回拍出量も減少しその結果HRが増加したと報告している。Heigenhouser[9]らは、腕による漸増負荷運動時の肢体不自由者の循環反応と代謝率について研究を行った。その中で、肢体不自由者の安静時VO_2は、健常者コントロール群よりも25％低い結果となったと述べており、これは、下肢の極端な筋肉衰弱が原因であると報告している。また、Koch[13]らは、残存した筋肉量と身体障害からくる血管脆弱により心肺能力が低下していると報告している。

これらの研究報告は、肢体不自由者の生理学的応答に関する研究報告の結果を支持しており、運動を行っていない肢体不自由者の低いVO_2maxと高いHRmaxに損傷レベルが大きく影響を与えていることが示唆される。Frey[7]らの報告では、運動を行っているハイレベルの脊髄損傷者のHRmaxは、133.0±18.1beats／min、運動を行っているローレベルの脊髄損傷者で195.5±4.1beats／minであったと報告しており、本研究の頸椎損傷者の結果と同様な傾向であった。しかし、Koch[13]らは、どんな肢体不自由者でも継続的に運動を行えば確実に心肺能力が向上すると報告しており、肢体不自由者の継続トレーニング効果について研究を行っている。その結果、継続してトレーニングを行うことによって車椅子スポーツ選手の筋骨組織の面積を増加させ、健常者に近づけることが可能であり、トレーニングの可能性が示唆されたと報告している。また、Jacobs[11]らは、上肢運動に対する肢体不自由者の生理学的反応についてトレーニングが与えた影響について研究をおこなっており、その結果より継続トレーニング後のHRが有意に低下したと述べている。これらのことから障害のハンデイを継続的にトレーニングを行うことによって減少させることができる。また、Kober[12]やStotts[17]が報告しているように、運動は彼らに喜びを与え、多くの医療ケアを回避する力を与える。これらのことからも、特に肢体不自者にとってトレーニングを行うことの重要性が明らかとなった。

Ⅳ. 要　約

本研究では、車椅子マラソン選手の有酸素作業能力を明らかにする事を第１の目的とし、車椅子マラソン走行時における心拍数を測定し、今後の障害者スポーツの運動処方（トレーニング効果）に関する基礎資料を得ることを第2の目的とした。被験者は、車椅子マラソンチーム（チーム名:タートルズ）の男性12名（健常者１名を含む）、女性１名のポリオ、脊髄損傷、頸椎損傷等の障害を持つ肢体不自由者であった。

トレーニング用車椅子エルゴメーター走行における漸増運動負荷テストを行い、生理学的応答について測定した。また、フル・ハーフマラソン走行時のHRを調べた。本研究の結果、以下のことが明らかとなった。

1）本研究の肢体不自由者のVO_2maxは、他の研究報告と同様な非常に優れた値を示した。
2）フル・ハーフマラソン走行時のHRは、アメリカ大学スポーツ医学会1)が推奨している体

力維持・向上のための運動強度である60～90%HRmaxを大きく上回る値となった。

本研究を踏まえ、スポーツや運動に親しみ持久力を向上させることによって、障害者のあらゆる可能性をひろげ、生活習慣病の予防、健康の維持増進に寄与でき、より一層の障害者スポーツの普及とその発展に貴重な資料が得られたものと考える。

本論文は1998年度琉球大学教育学研究科修士論文の一部である。

謝　辞

被験者として測定及びトレーニング記録調査に快くご協力下さいました、車椅子タートルズチームの皆様に深く感謝いたします。

V. 文　献

1) AMERICAN COLLEGE of SPORTS MEDICINE : The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness in Healthy Adults.

2) Arabi H., Pitor P., Monod H. : Relationship between maximal oxygen uptake on different ergometers, lean arm volume and strength in paraplegic subjects.

3) Astrand Per-lof, and Saltin Begt:Maximal oxygen uptake and heart rate in Various types of muscular activity. J. Appl. Physiol., 16(6), 977-981, 1961.

4) Cowell L. L., Squires G, W., and Raven B. P. : Benefits of aerobic exercise for theparaplegic : a brief review. Med., Sci. Sports Exerc., 18(5), 501-508, 1986.

5) Coutts D. K., Phd : Heart rates of partivipants in wheelchair Sports. Paraplegia, 26, 43-49, 1988.

6) Davis M. Glen : Exercise capacity of individuals with paraplegia. Med. Sci. Sports Exerc., 25(4), 423-432, 1993.

7) Frey C. Georgia, McCubbin A. Jeffery, Dunn M. John, and Mazzeo S. Robert : Plasma catecholamine and lactate relationship during graded exercise in men with spinal cord injury. Med. Sci. Sports Exerc., 29(4), 451-456, 1997.

8) Gass C. G., Camp M. E., Davis A. H., Eager D., and Grout L. : The effects of prolonged exercise on spinal injured subjects. Med. Sci. Sports Exerc., 13(5), 273-283, 1981.

9) Heigenhouser F.G., Ruff L. G., Millar B., Faulkner A. J. : Cariovascular response of paraplegics during graded arm ergometry. Med. Sci. Sports.

10) Huonker M., Schmid A., SorichterS., Schimid-Trucksab A., Mrosek P., and Keul J. : Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair-trained subjects with paraplegia. Med. Sci. Sports Exerc., 30(4), 609-613, 1998.

11) Jacobs L. Patrick, Phd, Nash S. Mark, Phd, Klose J. K., Phd, Guest S. Rdsalind, BPT, Needham-Shropshire, MS, PT, OTR, Green A. Barth, MD : Evaluation of a Training Program for Using the Parastep 1
Ambulation System : Part 2. Effects on Physiological Responses to peak Arm Ergometry. Arch. Phys. Med. Rehabil., August, 78, 794-798, 1997.

12) Kober G. : Praktische Erfahrungen im Rollstuhlsport der Querschnittelahmten. (practical Experience in paraplegic Wheelchair Sports) Rehabilitation, 29, 232-235, 1990.

13) Koch I., Schlegel M., Pirrwitz A., Jaschke B., and Schlegel K. : Beitrag zur Objektivierung Traininggseffektes der Sportthe rapie bei Rollstuhlfahrern. (Objectificati on of the training effect of sports thera py for wheelchair users) Int. J. Rehab. Reserch, 6(4), 439-448, 1983.

14) Madorsky botvin G. Julie, MD, and Curtis A. Kathleen, MA, RPT : Wheelch

air sports Medicine. American J. Sports Med., 12(2), 128-132, 1984.

15) 村木里志、綱分憲明、山崎昌廣、菊池邦男：脊髄損傷者の傷害レベルが最大上肢運動時環応答に及ぼす影響について．体力科学、

16) Obara Taturou : Aerobic Power and Anaerobic Threshold in The Wheelchair Basketball Player. Exer. Sports Physiology. 4(4), 140, 1999.

17) Stotts M. Kathleen, Phd : Health Maint enance : Paraplegic Athletes and Nonath letes. Arch. Phys. Med. Rehabil., 67, 109-114, 1986.

18) 高木聡子：脊髄損傷者のレース用走行における生理学的応答.
体力科学, 47, 73-86, 1998.

19) Veeger J. E. H., Yahmed Hadj M., Van Der Woude V. H. L., and Charpentier P. : Peak oxygen uptake and maximal power outoput of Olympic Wheelchair-depend athletes. Med. Sci. Sports Exerc., 23(10), 1201-1209,1991.

20) Zwiren D. Linda, and Bar-or Oded : Responses to exercise of paraplegics who differ in conditioning level. Med. Sci. Sports, 7(2), 94-98,1975.