

車椅子バスケットボール競技者の競技時心拍数と主観的運動強度の関係

Heart rate responses and rating of perceived exertion in wheel-bound basketball players during basketball games

緒方雪乃, 青木邦男

Yukino, Ogata, Kunio, Aoki

I. はじめに

昨今, 健康に対する関心が高まる中, スポーツはレクリエーション的なものから競技スポーツまで様々な形で, われわれの生活の中に浸透してきている。身体を動かす, スポーツを楽しむことは, 身体面だけでなく, 精神面においても有益である。同時に楽しむ人々の幅も広がり, 各個人がそれぞれの心身の状態に合わせたスポーツを楽しむようになった。その中で障害者スポーツは, 障害者の生活の質を高めるための一手段となってきた。

障害者スポーツの始まりは, 1943年, イギリスの Stoke Mandeville 病院の医師 Ludwig Guttmann によってリハビリテーションの延長上として提唱された。Guttmann は, 障害者がスポーツを行うことの意義について, 体を動かすことによって身体活動の低下を防ぎ, 精神面においても安定させる効果を持つと提唱している¹⁾。その後, 1948年には同病院にて, 脊髄損傷者のために第1回のストックマンデビル大会が開催され, 1952年にはオランダの選手を招いての開催となったため, 国際大会となった。さらに1960年にはストックマンデビル大会が, ローマオリンピックの後に同地で開催された。これが第1回のパラリンピック大会である。日本国内では, 1951年に東京都にて第1回全国身体障害者スポーツ大会が開催され, 2000年には知的障害者も含めた全国障害者スポーツ大会へと発展していった。しかし, 一般的な認知度が高まったのは, 1964年に東京で開催されたパラリンピックであろう。競技参加者も年々増加し, 2000年パラリンピックローマ大会では参加23カ国400名だったものが, 2004年のアテネ大会では136カ国3608名となり, 各メディアを通して, 我々の目に触れることも多くなってきた。また国内に目を向けてみると, 最も大きな大会である全国障害者スポーツ大会では, 2000年の第1回大会の参加者数は3195名, 2007年の第7回大会には3226名と徐々

にはあるが増えつつある。

このように, 障害者の“スポーツへの意識”が高まる一方で, 健常者が個人の身体能力・体力にあった運動の種類や競技レベルを選び, スポーツを楽しむように, 障害者がスポーツを行うために個々人の身体能力や体力について熟知しておかなければならない。しかし, 障害者の身体能力や体力に関する研究は, これまであまり行われていないのが現状である。伊佐地²⁾は, その原因として, 「障害」や「体力」についての基本的な共通認識がいまいなこと, 体力測定の手段である運動負荷試験についても障害との関係付けが困難であることをあげている。しかし, 障害者の生理的運動強度を客観的に知ることは, 障害や疾病のリスク管理, ならびに安全で有用なトレーニングを遂行していく上でも必要不可欠と考えられる。障害者がスポーツを楽しむことは障害者自身の身体的活動機能の低下を防ぐ目的を果たすための一方法として有用であると考えられるが, 障害を持っているがゆえに障害固有のリスク管理について必ず考えなければならない。健常者では, 運動を行うことによる呼吸系, 循環系, あるいは運動器に対する生理学的反応については運動負荷試験や酸素摂取量測定などを実施して, 筋力や心拍数の変化などを比較することで運動様式や頻度の違いによるトレーニング効果の違いや有効性を検証した多くの研究結果が報告されている。しかし, 障害者については, その障害の程度によって個体それぞれの特異性(個別性)があるために, 未だ運動を行うことで身体にどのような影響があるかなど, 運動生理学側面についてはまだまだ先行研究も少なく, 不明な点が多い状況にあるといつてよいと思われる。たとえば, 生理的指標として最も妥当性の高いとして使用されている心拍数についても, 岩崎³⁾は日頃の活動レベルの高い頸髄損傷者は心拍数と酸素摂取量の相関が認められ, 活動レベルが低くても個人でみていくと相関が認められるので, 心拍数は体力の指標に有用であると述べている。

障害者あるいは一般健常者が活動する現場では、多くの場合、競技中の運動負荷量が適切であるか否かを容易に測定することができることから心拍数や自覚感覚によって運動量を調整することが多い。障害者の場合も運動負荷量の判断基準として、主観的運動強度が使用可能であれば、選手のリスク管理、トレーニング処方、あるいは競技力向上に活用できると考えられる。

よって、今回、現在様々な運動指導の現場で使用されている主観的運動強度の評価法の1つであるボルグの主観的運動強度に注目した。ボルグの主観的運動強度(以後、ボルグスケールと略す)は、運動強度を心理的な尺度で表したものである。一般的なスポーツ選手からいわゆるスポーツ愛好家、あるいは糖尿病や心疾患の運動療法といった医療現場でも使用され、その信頼性と妥当性は高いことが多くの実証的研究で明らかにされている。しかし、障害者に対する運動強度を判断する手段として、主観的運動強度が有効であるか否かを検証している先行研究はもっかみあたらない。けれども、医療現場でも使用している現状を考えると、障害者に対して使用可能ではないかと考えた。

そこで、本研究は活動中の障害者のリスク管理、あるいは有用なトレーニング方法を提供するため、一般的に現場で使われている心拍数や主観的運動強度に注目し、主観的運動強度が心拍数と相関するか否かを検討することとする。現在、車椅子バスケットを行っている選手に協力していただき、心拍数と主観的運動強度のボルグスケールを使用して、心拍数との相関を検証する。障害者スポーツ選手に対する運動実施のリスク管理は健常者以上に身体への影響を注意深く管理する必要があると思われる。目下、障害者がスポーツを行うことによる身体的影響については精力的に実証研究が行われているものの未知な部分が多い。そうした科学的な検証結果や知見の乏しい中で、現場で活動す

る上で本研究が障害者のパフォーマンスを向上させるための一助となればと考える。

II. 方法

1. 測定対象者

測定対象者はA市で活動する車椅子バスケットチームの選手7名である。平均年齢は 41.29 ± 9.12 歳で、全員男性である。車椅子バスケット経験年数は平均 14.29 ± 7.32 年、一番経験年数が長い選手は20年以上、短い選手は1年であった。障害部位は胸椎損傷2名(完全損傷1名、不完全損傷1名)、腰椎損傷2名、神経疾患1名、健常者1名で、障害の状況は、対麻痺5名、四肢麻痺1名、健常者1名である(表1)。表1の点数は、International Wheelchair Basketball Federation (I.W.B.F) 公認ルールに従った選手のランク分けによる点数である⁸⁾。チームとしては、出場点数合計14点以下でチームを編成しなければならない。点数は、選手の身体運動機能のレベルを示すため、各選手の機能レベルの参考になると考えられるため提示することとした。

今回、測定対象者を車椅子バスケットの選手にしたのは、障害者スポーツの中でも一般的に知られており競技人口も多い、また他の競技に比べて若干の先行研究が行われている。そして、競技の特性上、瞬発力・持久力が求められ、活動量も多いことから心拍数の変動など身体機能への影響も大きいと考えたからである。

なお、測定結果については個人が特定できないような形にし、個人のプライバシーは完全に確保する旨を説明した。また得られた結果については厳重に管理し、本研究の目的以外には使用しないこともあわせて説明し、同意が得られた対象者のみ測定を行った。

表1. 測定対象者の属性

氏名	年齢	損傷部位	障害	点数	バスケ歴
A	52	ポリオ	対麻痺	3	20年以上
B	33	背損(胸椎12 不全)	対麻痺	3.5	17年
C	33	背損(胸椎12 完全)	対麻痺	2	1年
D	46	背損(腰椎5)	対麻痺	3	20年以上
E	32	神経疾患	四肢麻痺	3	17年
F	40	背損(腰椎2)	対麻痺	3.5	5年
G	53	健常	-	-	20年以上

表2. ボルグスケール

	ボルグの英語表記	日本語訳表記
20		
19	very very hard	非常にきつい
18		
17	very hard	かなりきつい
16		
15	hard	きつい
14		
13	somewhat hard	ややきつい
12		
11	fairly light	楽である
10		
9	very light	かなり楽である
8		
7	Very very light	非常に楽である
6		

注: ボルグスケール×10=HR (心拍数) 予測

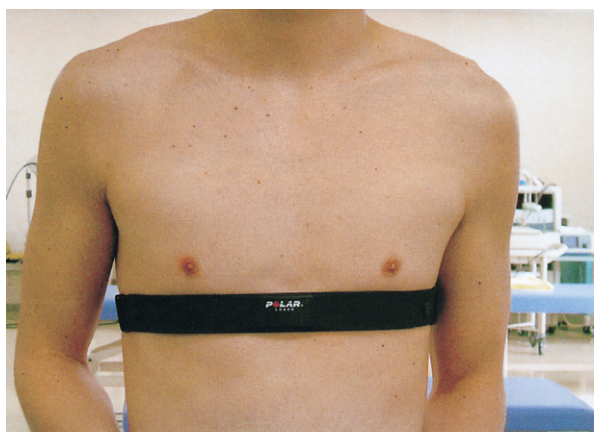
2. 測定方法と項目

測定方法は7分間の試合形式の練習時, Polar社製 polar RS400を装着し(写真1), 胸部トランスミッターにより心拍数を測定した。その際に主観的運動評価の指標であるボルグスケール(表2)を示して測定した。

測定項目は, 聞き取りにて対象者の年齢・受傷部位・障害の状況・バスケ経験歴・身体機能点数, 試合形式練習前後の心拍数, 心拍数測定時点の主観的運動強度である。

3. 測定手順

まず, 調査対象者に年齢, 障害部位などの基本的属性と障害の属性の聞きとりを行った。その際にボルグスケールについて説明した。そして心拍数を測定するために, 胸部にトランスミッターを装着し, 腕時計型モニターを取り付けることを説明した。測定対象者に了解を得られたところで胸部にトランスミッターを装



<写真1>—胸部トランスミッター装着時



<写真2>—Polar装着時

着し, 胸部が締め付けられていないかを確認した。次に, polar RS-400を手首に装着したのち, 車椅子操作時に支障にならないかを確認してもらった。7分間の試合形式の練習前に心拍数を測定し, 同時にボルグスケールにて現在の主観的な運動強度を示してもらった。7分間終了後, すぐに心拍数を測定, 同時にボルグスケールについて, 再度示してもらった。測定当日の気温や気候, また対象者の体調などの影響を最小限にとどめるため, 上記の方法で, 11月15, 29日, 12月13日の計3回測定を行った。

III. 結果

車椅子バスケットボールの7分間試合形式の直前・直後に測定した心拍数とボルグスケールの測定値を表3, 4に示す。表3は1回目の11月15日測定の結果で, 表4は2, 3回目の11月29日及び12月13日測定の結果である。

1回目の測定結果は表3に示したように, 全体的に1試合目よりも2試合目を終わったときの方が, 心拍数, ボルグスケールともに上がっていた。実際の心拍数測定値とボルグスケールから求められる予測値にはそれぞれずれがあり, その差も1試合目終了の差の平均値(14.75拍)より2試合目終了(35.0拍)のほうが大きくなっている。2試合目終了後, Fはボルグスケールで示された値より心拍数は多くなっているが, 逆にC, Dについては, ボルグスケールから求められる予測値に比べると著しく心拍数は少なくなっている。また, 1, 2試合終了後の心拍数とボルグスケールの間には延べ人数・測定で $r=0.327$ (n.s.)の相関係数が見出された。1試合終了後及び2試合終了後における心拍数とボルグスケールの間には相関は見出せなかった(表3.)。

表3. 第1回目測定結果

氏名	試式前	1試合終了後			2試合終了後		
	HR	①HR	②B.S	②-①	③HR	④B.S	④-③
A	93	99	11	11	102	13	28
B	99	-	11	-	-	13	-
C	99	84	11	27	105	16	55
D	120	-	13	-	114	17	56
E	108	120	11	-10	114	13	16
F	99	81	11	11	150	13	-20
G	66	75	11	35	90	14	50

延べ人数・測定におけるHRとB.S.の相関は $r=0.327$

1 試合目後におけるHRとB.S.の相関は算出できず

2 試合目後におけるHRとB.S.の相関は $r=0.056$

1 試合後と2 試合後のB.S.相互の相関は $r=0.509$

1 試合後と2 試合後のHR相互の相関は $r=-0.001$

注：HR：心拍数、B.S.：ボルグスケール

表4. 2回目、3回目の測定結果

氏名	試合前						試合後					
	①心拍数		②B. S		②-①		③心拍数		④B. S		④-③	
	11/29	12/13	11/29	12/13	11/29	12/13	11/29	12/13	11/29	12/13	11/29	12/13
B	-	84	-	7	-	-14	-	95	-	11	-	19
C	107	67	13	9	23	23	111	115	17	11	59	-5
D	94	-	11	-	16	-	134	-	17	-	36	-
E	96	97	11	9	14	-7	108	132	11	11	2	-22
F	104	-	13	-	26	-	140	-	15	-	10	-

延べ人数・測定におけるHRとB.S.の相関は $r=0.684$ ($p<0.001$)

11/29 (2回目測定) におけるHRとB.S.の相関は $r=0.724$ ($p<0.05$)

12/13 (3回目測定) におけるHRとB.S.の相関は $r=0.657$

注：HR：心拍数、B.S.：ボルグスケール

表4は2回目の11月29日の測定結果と3回目の12月15日の測定結果を示している。2回目の11月29日の測定結果を見てみると、各対象者の試合前後の心拍数とボルグスケールにおいて、Eのボルグスケール以外は心拍数、ボルグスケールともに増加している。心拍数とボルグスケールから出された予測値との差も、試合前(平均19.75拍)より後(平均26.75拍)のほうが大きい。また個別に見てみると、C、Dについては、特に試合後の心拍数とボルグスケールとの差は大きくなっている。また、試合前後の心拍数とボルグスケールの間には延べ人数・測定で $r=0.724$ ($p<0.05$)の相関係数が見出された(表4.)。

12月13日は、先日の試合の結果を踏まえての練習だったので、若干活動量は前回、前々回に比べて少ない。3名とも心拍数、ボルグスケールともに上昇している。しかし、ボルグスケールより実際の心拍数が少ない場合が多い。実測値と予測値の誤差は、パフォーマンスレベルが高くなかったためか、試合前後の差の平均(前14.67拍→後15.33拍)にはさほどの差はなかった。2、3回目の測定から、心拍数とボルグスケールの間には延べ人数・測定で $r=0.684$ ($p<0.001$)の相関係数が見出された(表4.)。

また、1、2、3回の測定における心拍数とボルグスケールの間には延べ人数・測定で $r=0.516$ ($p<0.001$)

の有意な中程度の相関係数が見出された。

IV. 考察

今回、障害者がスポーツを行う上での運動強度の指標として、健常者や糖尿病・心疾患患者に対する運動指導の際に医療現場でもよく使用される主観的運動強度をリスク管理あるいはトレーニングの際に活用できるのではないかと検証してみた。

主観的運動強度の指標の中でも、ボルグスケールはもっとも活用される機会が多い。健常者では、運動負荷試験を行い、運動強度を徐々に増やし、運動継続が不可能となった状態が最大運動であり、その時点の心拍数を最大心拍数という。しかし、スポーツ選手以外の一般人では危険を伴うので、通常最大心拍数予測式を用いて推定する(表5)⁶⁾。

ボルグスケールでは、対象者自身が感じる身体感覚を6-20の段階で分類し(表2)、その段階×10がその時点での予測心拍数とするものである。重松³³⁾らは、高齢者に対して自転車エルゴメーターを使用して漸増運動負荷運動を行い、その結果、運動中の主観的運動強度は酸素摂取量を反映していると述べている。また、浅川³⁴⁾らも生活習慣病予防・改善のための運動指導の際に行った運動負荷試験の結果から、ボルグスケールと心拍数・最大酸素摂取量との間に相関があったと述べている。よって、運動中の心拍数の予測を行うには信頼性が高いと言えよう。

このように、現場で使用されるボルグスケールが、障害者スポーツの現場でも信頼性のあるスケールとして使用可能であれば、リスク管理と選手のパフォーマンスレベルの向上に活用できるのではないかと考えら

表5⁶⁾. 最大心拍数予測式

<p>最大心拍数予測式 若年者: 220 - 年齢 中高年齢者: 210 - 年齢</p>

表6⁶⁾. 自律神経によって調整される心臓の機能

<p>a) 心拍数の増減 b) 刺激伝導路の伝達速度の遅速 c) 心筋の興奮性の増減 d) 心筋収縮経過の e) 心筋収縮力の増減</p>

れる。

今回の結果を見てみると、やはり実測値とスケールによる予測値の間には、心拍数で最大59の誤差が生じ、心拍数に比べ主観的運動強度のほうが大きくなっている。また、逆に主観的運動強度より心拍数が大きい場合も認められる。さらに、試合を続けて行くと、実測値とボルグスケールの誤差は大きくなっている。このことから疲労すると、誤差が大きくなる傾向があるのではないかと推測される。また、2回目と3回目の測定結果から、運動の継続時間が同じでも、活動量が激しいほど、誤差は大きくなっている。このことから、活動量も実測値とスケールとの誤差を大きくする要因になるのではないかと考えられる。

運動を行うことで、心機能は生理学的身体活動にどのような影響を及ぼしているのだろうか。健常者の場合、運動を行うことで心拍数や呼吸数が安静時より増加してくる。運動を行うことにより筋活動が増え、それに伴い酸素、エネルギー源を供給する為に血流は早く循環する必要がある。正常な心臓は一定のリズムで収縮を繰り返す。その刺激伝導系の刺激発生部位は洞房結節である。ここで発生した電気刺激は房室結節に伝えられ、心筋へと伝達される。このような心臓の調節機能は自律神経系の働きによって行なわれている。自律神経によって調整される心臓の機能は、表6に示すとおりである。これらの機能に対して交感神経は促進的に作用し、副交感神経は抑制的に作用し、双方の神経が協調的に働いて、適切に調整している。よって運動強度の活動筋に血液供給量を増やすために、心臓は1回に拍出する血液量を大きくし、さらに拍出する回数を増やさなければならない。心臓が1回で拍出する血液量は、安静時においては約80mlであるが、運動時には約120mlまで増加する。この拍出量の増加は、主に心筋の収縮力の増加によってなされるが、心筋の収縮力増加は、交感神経の活動亢進や血中カテコールアミン濃度の上昇によってなされる。また、弛緩期の心室への血液充満度の増加も拍出量増加の一因となる⁶⁾。また、全身的な循環調節機能を見てみると、田島¹⁴⁾らによれば、運動時の循環調節に関しては、大きく中枢性指令による調節と末梢性の調節系の2つに分けられると述べている。中枢性とは、直接延髄の循環調節中枢に働き、末梢性は中枢からの刺激によって収縮した筋内の受容器が感知した情報を延髄へ再び伝えるという役割を持っている。そして、これらの情報が処理され、循環機能の調整が行われている。

しかし、脊髄損傷者はこの情報の伝達経路である脊

髄を損傷していることで、正確な情報の伝達が行われていないとは言えず、よって情報に基づく処理の過程にも問題が発生すると考えられる。障害者の生理機能を考える上で、最も理解しやすいのが頸髄損傷後の四肢麻痺者といわれている¹⁴⁾。頸髄で中枢神経と末梢の神経の連絡が断たれているため、生命維持に重要な自律神経による調整が困難になっていると考えられる。しかし、腰髄損傷者については、各文献^{1) 9) 10) 11) 18) 19)}で述べられているように、上肢機能については健常者とほぼ変わらないとしているが、身体の生理学的機能を考えると、血液循環に関わる下肢の筋ポンプ作用が行われないため、心臓への負担が大きくなると言わざるを得ない。

また、運動時の能力を評価するために、持久力の心肺機能の指標として、酸素摂取量を測定ことが多い。酸素摂取量は全身持久性体力の指標に最もよいとされ国際的にも広く利用されている。また、心拍数との相関についても、健常者においてはかなり高い確率で認められている。先行研究の中でも、脊髄損傷者に運動負荷試験として上肢エルゴメーターやトレッドミルなどを行うことで、最大酸素摂取量を測定し、損傷者の体力、障害レベルとの関与、活動性などの調査・研究が行われている。岡野^{18) 19)}らは日常生活の中での心拍数の変動を調査し、その結果胸髄損傷者では、心拍数が運動負荷やリスク管理に有用であると述べているが、頸髄損傷者については自律神経障害の影響を考えると、心拍数と酸素摂取量とは相関を示しているが、必ずしも運動負荷やリスク管理の指標となるとは限らないのではないかと述べている。

先行研究や今回の結果から、ボルグスケールと心拍数との誤差を心機能と呼吸機能の自律調節が難しいことが挙げられる。ボルグスケールのほうが大きい場合、酸素摂取を多く行っても、循環機能がそれに反応していなければ、身体活動に必要な酸素は身体に送り込まれていないことになる。逆に心拍数が多い場合、主観的な感覚が低下しているため、さらに身体に対し大きな負荷をかける可能性もあり、それは心臓に対する負担の増大を意味するため、リスク管理上大きな問題になると考える。牧田²⁷⁾の研究では、心循環動態は、安静時・運動時に体温調節障害を示し、これは心臓自律神経系の変事不全であり、心拍数が最大でも120拍程度しか上昇しなかったと述べている。また、対麻痺者の場合、左室心筋重量・血圧・安静時心拍数ともに正常ではあるが、活動すると1回拍出力は低下し、それを心拍数で代償するようになる。この原因として、

麻痺をしているため下肢からの静脈還流の減少、下肢静脈の機能不全が考えられ、これらは血管内皮機能低下と自律神経のコントロール不全のため発生したと考えられている。よって自覚がないまま運動を続行することは、身体各機能に大きな負担をかけることに間違いないものと考えられる。

今回の対象者の中には、受傷後1年半、バスケ歴1年のC選手がいる。B選手と損傷レベルは同じなのだが、I.W.P.Fのクラス別点数もB選手は3.5、C選手は2と身体機能に差が出ている。これは損傷の状態がB選手は不全損傷、C選手は完全損傷と麻痺の程度によって身体機能に差が出ていること、またバスケ歴が長いことなどの要因が考えられる。年齢によっても活動レベルが左右されること²⁷⁾が言われているが、損傷レベルが低いD・F選手よりB選手のほうが点数は同じ、あるいは上回っている。本来、障害レベルが高位ほど、運動時に得られる生理学的指標の最高値は低くなると考えられる。しかし、牧田²⁷⁾は、よくトレーニングされた対麻痺競技者については、運動生理学的指標の優劣が障害レベルには関係がないとも述べている。一概に脊髄損傷といっても、まずはそれぞれの身体的・精神的能力を知ることが必要であると考えられる。

今回、車椅子バスケットの選手の協力を得て、運動強度を現場で把握するための1手段として、主観的運動強度の1つであるボルグスケールが障害者の場合でも使用できるか否か検討してみた。しかし、今回の研究では対象者が少なかったこと、また車椅子バスケット選手を対象としたため、原疾患が脊髄損傷者だけではなかったことなどが、心拍数とボルグスケールについて必ずしも有意で強い相関が得られなかった一因と考えられる。また、各選手の基礎的な身体能力に対する評価を行っていないため、いわゆるフィールドワーク以前の基礎体力について、知っておいたほうがよいのではないかと考える。また、脊髄損傷者についても同レベルの損傷であっても、麻痺の状態によってそのパフォーマンスレベルは異なること、また脊髄損傷であってもそれぞれ損傷レベルにより異なることなどを考慮すると、さらに対象者数を増やしていくことが必要と思われる。さらに、今回メンバーの中には神経疾患の選手もおり、車椅子バスケットといっても脊髄損傷者以外の疾患を持つ場合もあり、今回は車椅子バスケット選手ということで、原疾患について配慮しなかったことも、高い相関が出なかった一因と考えられる。

障害者における運動の効果として、身体的効果と心

理的効果の野両面がある。身体的効果には、全身持久力の向上や関節可動域の改善、筋力の増強、身体の調節力などが挙げられる。しかし、競技力の向上を目指す障害者には、トレーニング方法と運動負荷など、その競技に適したトレーニングを指導していく必要がある。その際に必ず考えねばならないのは、競技者のリスク管理である。しかし今後、障害者のスポーツが競技種目の増加、競技者の障害の多様化が考えられる中、障害者でもある一定条件さえそろえば使用可能な主観的運動強度の指標が作成できればと考える。今後、障害別に競技特性などを考えながら、競技種目の特性との関連を考えながら、身体機能の変化が客観的に読み取れる方法を少しずつ考えていきたい。

V. 結論

車椅子バスケットボール競技者を調査対象に心拍数とボルグスケール（主観的運動強度）の対応を測定した。その結果、延べ人数・測定で中程度の正の相関が見出された。すかし、フィールドで信頼性と安全性をもって運動処方を使うためには少なくとも0.8以上の高い相関が必要である。そうした高い信頼性のある相関を担保するためには障害者側の障害特性やそれに伴う生理的特異性等の介在する要因や条件を明らかにする必要がある。

しかし、今回の研究でも車椅子バスケットボール競技者は健常者同様、心拍数もボルグスケールもほとんどの場合、運動することで上昇している。このことを考えると、今後、測定対象者を多くすること、あるいは他の競技種目での心拍数とボルグスケールとの相関を調査することなど、多様で客観的な調査・実験データを測定することが第一義的に重要である。今後の課題としたい。

VI. 文献

- 1) 陶山哲夫: 障害者スポーツの身体機能・クラス分けとインテグレーション, 総合リハビリテーション, 44 (8): 470~728, 2007.
- 2) 伊佐地隆: 障害者の運動と体力, 総合リハビリテーション31 (8): 711~719, 2003.
- 3) 岩崎洋: 脊髄損傷者の体力評価-心拍数からの検討-, 理学療法学18 (6): 581~585, 1991.
- 4) McArdle, W.D. 他著: 運動生理学-エネルギー・栄養・ヒューマンパフォーマンス, 第1版4刷, 田口貞善他訳, 杏林書院, 2000.
- 5) 宮村実晴・矢部京之助編: 体力トレーニング-運動生理学的基礎と応用, 第1版5刷, 真興交易(株)医書出版部, 1992.
- 6) 奈良勲編: 理学療法士のための運動処方マニュアル, 第1版5刷, 文光堂, 2006.
- 7) 宮村実晴編: 最新運動生理学-身体パフォーマンスの科学的基礎, 第1版1刷, 真興交易(株)医書出版部, 1996.
- 8) 日本車椅子バスケットボール連盟クラス分け部編: 車椅子バスケットボールプレーヤーのための機能的クラス分けマニュアル, 2006.
- 9) 草野修輔: 脊髄損傷者, 総合リハビリテーション31 (8), 729~734, 2003.
- 10) 間嶋満: 運動障害者のcardiovascular-respiratory fitnessの 評 価, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2): 67-69, 1996.
- 11) 大久保衛他: 障害者のメディカルチェック, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2): 71-75, 1996.
- 12) 大川裕行他: 障害者のスポーツ実践の効果と注意, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2): 85-87, 1996.
- 13) 伊佐地隆: 障害者のスポーツ外傷・障害, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2): 93-100, 1996.
- 14) 田島文博他: 障害者の運動生理学の意義, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2): 107-110, 1996.
- 15) 高橋寛他: 障害者スポーツの発展とその効果, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2): 114-117, 1996.
- 16) 2005日本臨床スポーツ医学会学術委員会公開シンポジウム, パラリンピック・メダルへの道-競技力向上のためのトレーニング法と医科学的問題-<その1>, 臨床スポーツ医学22 (8): 1005-1020, 2005.
- 17) 2005日本臨床スポーツ医学会学術委員会公開シンポジウム, パラリンピック・メダルへの道-競技力向上のためのトレーニング法と医科学的問題-<その2>, 臨床スポーツ医学22 (9): 1143-1167, 2005.
- 18) 岡野生也他: 脊髄損傷者の心拍数変動, 理学療法学19 (3): 66, 1992.
- 19) 岡野生也他: 脊髄損傷者の心拍数反応, 理学療法学20 (4): 113, 1993.
- 20) 森谷茂雄他: 酸素摂取効率勾配による脊髄損傷の

- 有酸素能力の評価, 茨城県立医療大学紀要5, 2000。
- 21) 白井永男: アダプテッド・スポーツの概念, 保健の科学48 (8):556-559, 2006。
 - 22) 矢部京之助他: 障害者のトレーナビリティ, 保健の科学48 (8):570-574, 2006。
 - 23) 神埜奈美他: 車椅子スポーツの意義, 保健の科学48 (8):575-579, 2006。
 - 24) 波多野善郎他: 障害者スポーツ参加者のライフスタイル, 保健の科学48 (8):580-584, 2006。
 - 25) 草野勝彦: アダプテッド・スポーツと指導者, 保健の科学48 (8):585-589, 2006。
 - 26) 指宿立他: 障害者スポーツ指導者としての理学療法士の役割と課題, 理学療法16 (10), メディカルプレス, 800-804, 1999。
 - 27) 牧野茂: 車椅子下半身麻痺選手の心機能と持久力体力, 臨床スポーツ医学22 (12), 分光堂, 1503-1508, 2005。
 - 28) 谷津隆男: 下肢機能障害者のAnaerobic threshold (AT) -再現性と妥当性-, リハビリテーション医学40 (4):235-240, 2003。
 - 29) 飛松好子: 障害者スポーツおよびレクリエーション, リハビリテーション医学35 (8):570-579, 1998。
 - 30) 大久保衛他: 車椅子バスケットボールの現状と医学的問題, 臨床スポーツ18 (9):1029-1034, 2001。
 - 31) 武藤芳照他: 障害者のスポーツ医・科学, Japanese Journal of Sports Sciences 15 (2):63-65, 1996。
 - 32) 山崎昌廣他: 車椅子常用脊髄損傷者の運動時循環応答, Japanese Journal of Sports Sciences 15(2):101-106, 1996。
 - 33) 重松良祐他: 高齢者における漸増負荷運動中の主観的運動強度と生理学的応答との関連性, 体力科学49 (6), 753, 2000。
 - 34) 浅川博子他: 運動時自覚強度の検討 -ボルグスケールとの比較検討-, 体育科学46 (6), 1997。
 - 35) 竹島信生他: 高齢者の歩行と自転車駆動における酸素摂取量, 心拍数, 血圧および主観的運動強度応答の比較, 日本人類学会誌3 (4):129-136, 1998。