

= 研究資料 =

## 男性車椅子バスケットボール競技者の身体組成 — 重水希釈法による推定

### Body composition of Wheelchair Basketball Players estimated using Deuterium Oxide Dilution

山下 大介<sup>3)</sup>、辻本 尚弥<sup>1)</sup>、満園 良一<sup>1,2)</sup>

Daisuke YAMASHITA<sup>3)</sup>・Hisaya TSUJIMOTO<sup>1)</sup>・Ryouichi MITSUZONO<sup>1,2)</sup>

Key words; Spinal Cord Injuries, Player Classification, Body composition, fat mass index

#### 緒言

スポーツ競技者の形態・身体組成は、競技力やパフォーマンスに関与する要因の一つと考えられる。したがって、形態・身体組成に限らず競技者の身体における的確な把握は、競技力向上のための基盤として重要であり、障がい者スポーツにおいても同様である。例えば、車椅子競技者としてバスケットボール、陸上競技、テニスの3種目における身体組成をDEXA法で測定した先行研究では、陸上競技者の体脂肪率が最も低値を、テニス競技者の全身、体幹、左腕の脂肪率が有意に高値を示したことが報告されており、身体組成に種目特性が示されている<sup>1)</sup>。また、車椅子マラソン競技者の身体的特性と競技成績の関係について検討した研究では、上肢長とマラソンの記録との間に有意な負の相関関係を認め、上肢の長い者ほど坐面を車軸より下げて車椅子を駆動可能であり、直径の大きなタイヤを

使用できる点で有利になる、つまり身体的特性と競技成績には密接な関係が指摘されている<sup>2)</sup>。

車椅子バスケットボールは車椅子競技のなかでも人気種目として印象深く、夏季パラリンピックの花形であり、特に障がい者スポーツの種目としても長い歴史を持つ。しかしながら、競技基盤となる車椅子バスケットボール競技者の身体資源としての形態・身体組成についての研究は十分とは言えない。その理由には損傷の種類が異なることにより、車椅子バスケットボール競技者の日常生活での移動における車椅子利用の頻度が異なるなど、競技以外の他の要因や状況が影響していると考えられる。車椅子バスケットボールでは脊髄損傷者（以下、脊損者）と、他の障がいを有する者が一つのチームを構成し、障がいの程度や身体の残存能力別に1.0点～4.5点までの範囲で持ち点が各競技者に付与される。さらに、

1) 久留米大学人間健康学部スポーツ医科学科

2) 久留米大学健康・スポーツ科学センター

3) (公益財団法人) 日本障がい者スポーツ協会

試合の公平性を保つ目的で各チームの持ち点合計 14.0 点以内でチームを構成しなければならない。持ち点はトレーニング時および試合における各選手の技術の範囲と運動量高低を反映したものであり、チームの実力及び成績及びに影響する。しかしながら、これまで男性車椅子バスケットボール競技者の形態や身体組成について、健常者との比較は散見されるものの、損傷の種類や程度、あるいはそれらを反映した持ち点を考慮した報告は見られない。

障がい者の形態測定や身体組成の推定については障がいの種類や程度により、各測定場面上的困難が生じやすい。これまで脊損者の身体組成推定は、水中体重秤量法やDEXA法、また、簡便法として皮下脂肪厚法やインピーダンス法などの方法で行われてきた。しかしながら、その測定・推定法に関する課題は多く、頸髄損傷者を対象に水中体重秤量法を用いると体脂肪量を過大に評価してしまうことや、車椅子競技者を対象に皮下脂肪厚法を用いると、測定する部位によっては体脂肪量を過小評価することが報告されている<sup>3) 4)</sup>。加えて、脊損者に対する水中体重秤量法の適用については

下肢麻痺状態での水没が被検者の負担および不安を増し、健常者に比してその侵襲性が高まる可能性は高い。

そこで、本研究では、男性車椅子バスケットボール競技者の形態測定と比較的に侵襲性が低く精度が高い重水希釈法を用いて身体組成を推定し、障害の種類や程度、持ち点による違いを明らかにすることを目的とした。

## 方法

### 1. 被検者

被検者は、定期的にトレーニングを行っている男性車椅子バスケットボール競技者 8 名 (27.1 ± 5.1 歳) である。被検者の障害名、受傷期間、車椅子利用年数、競技歴、車椅子バスケットボールの持ち点については、質問紙を用いて調査した (表 1)。被検者を障がい別に脊髄損傷を有する者 (Spinal Cord Injuries ; SCI 群) とその他の障がいを有する者 (Other Disabilities ; OD 群) に分けて比較検討を行った。さらに、持ち点別に Low Points 群 (LP 群 ; 持ち点が 1.0 点の者) と High Points 群 (HP 群 ; 持ち点が 3.0 点の者)

Table1 Characteristics of Subjects.

	Age	The classification of handicap	Lapsed time from injury (yrs.)	Period using a wheelchair (yrs.)	Athletic career (yrs.)	Players points of Wheelchair basketball	Group1	Group2
A.S	22	Spinal cord injuries	4.5	4.5	3.0	1.0	SCI	LP
Y.H	23	Spinal cord injuries	4.2	4.1	3.0	1.0	SCI	LP
H.T	26	Spinal cord injuries	5.8	5.7	4.2	1.0	SCI	LP
S.Y	40	Spinal cord injuries	29.1	29.1	24.3	3.0	SCI	HP
K.M	29	Spinal cord injuries	2.8	2.8	2.2	3.0	SCI	HP
K.S	27	bone head for prosthetic hip joint (right)	12.1	-	3.0	4.0	OD	HP
S.S	20	hemiplegia(right)	6.0	-	4.3	1.0	OD	LP
M.O	30	injury of knee ligament(right)	10.0	-	6.0	4.5	OD	HP

Th:thoracic, L:lumbar, SCI:Spinal Cord Injuries, OD:Other Disabilities, LP:Low Points, HP:High Points  
SCI groups are using wheelchair in the everyday life

にも分けて比較検討した。なお、各被検者は本研究の目的、実験手順および安全性に関して十分な説明を受けた後、文書にて同意した。本研究は久留米大学御井学舎倫理委員会による承認（承認番号；117）を受け実施した。

なお、各群の被検者数が極めて少ないものの測定値における平均値と標準偏差で表したが、統計学的な群間の検定はできなかった。

## 2. 形態

形態は、身長、体重、周径囲（頸囲、胸囲、腰囲、腹囲、臀囲、上腕囲、前腕囲、大腿囲、下腿囲の9箇所）、皮下脂肪厚（頬骨下縁、舌骨部、胸部、側胸部、腰部、腹部、上腕背側部、肩甲骨下部、背中上部、背中下部、膝蓋部、大腿前部、大腿後部、下腿部の14箇所）を測定した。身長は、ベッド上仰臥位にて可能な限り膝関節を伸展させ、スチールメジャーで足底部より頭頂部までを直線的に測定した。体重は体重計（D-150；Yamato社製）にて測定した。脊損者の体重は体重計上座位姿勢にて測定した。周径囲は9箇所をスチール製メジャーにて、皮下脂肪厚はHarpenden社製皮脂厚計を用いて14箇所を車椅子座位にて測定したが、被検者の状況によっては測定可能な部位のみとした。被検者は各測定を軽装で行い、熟練した同一検者によって実施された。

## 3. 体水分量の定量および身体組成の推定

被検者は約10時間以上の絶食状態で、排尿を済ませた後、体重1kgあたり1gの重水（Deuterium oxide: D<sub>2</sub>O）を水で20%以下の濃度に希釈したものを経口投与された。その後、3時間の安静状態を保ち、そ

の間で1、2、3時間後の採尿を行った。採取された尿は、100℃で約20分間熱蒸留され、冷却管を通してサンプル約10mlが採取された。採取されたサンプルは光路長0.075mmの定量用固定セルに注入され、赤外分光光度計（FTIR-8300型、島津社製）によりサンプル中のD<sub>2</sub>O濃度が測定された。体内で希釈され平衡状態に達した尿中D<sub>2</sub>O濃度（% D<sub>2</sub>O）と投与量（D<sub>2</sub>O given）より次式<sup>5)</sup>にて体内総水分量（Total Body Water: TBW）を算出した。

$$TBW(\ell) = D_2O \text{ given}(g) / \% D_2O \times 10$$

得られたTBWより除脂肪量（Lean Body Mass: LBM）におけるTBWの比率が73.2%で一定であるという原理より、次式<sup>6)</sup>にてLBMを算出した。

$$LBM(\text{kg}) = TBW / 0.732$$

FMは体重とLBMの差とし、体脂肪率（% Fat）は体重に占めるFMの比率として算出した。

SFは14箇所の平均皮下脂肪厚（average 14 skinfolds）、体表面積（Body Surface Area: BSA）、皮膚厚および体脂肪比重より次式<sup>7)</sup>にて算出した。IFは体重とSFの差とした。

$$SF(g) = (\text{average 14 skinfolds} / 2 - 0.11) \times BSA(\text{cm}^2) \times 0.900(\text{g} / \text{cm}^3)$$

また、ここでのBSAは次式<sup>8)</sup>より算出した。BSA(cm<sup>2</sup>) = 体重(kg)<sup>0.444</sup> × 身長(m)<sup>0.663</sup> × 88.83

## 4. 四肢筋量

四肢筋量は左右の上腕、前腕、大腿、下腿の筋量(kg)を測定した。四肢筋量は、生体電気インピーダンス法（BIA法）による筋量計（PhysionMD；フィジオン社製）によって測定した。被検者はベッド上にて

仰臥位姿勢および四肢を伸ばした状態（脊損者に対しては可能な範囲での膝関節伸展を求めた）を保ち、四肢相互及び体幹に接触しないようにし、電極を左右の上肢6箇所および下肢6箇所の全12箇所に貼り測定した。

## 結果

表2は各群における身長、体重、周径圍、平均皮下脂肪厚をそれぞれ示したものである。平均皮下脂肪厚について、1名は障がい者を考慮し後大腿部を除く13箇所の平均値を算出した。SCI群とOD群については前腕を除き脊髄損傷を有するSCI群がいずれも低値を示す傾向にあり、脊髄損傷の有無を反映しやすい体格（身長・体重）の影響があるかも知れない。また、HP群とLP群の比較ではLP群で高値を示す傾向にあった。

図1はSCI群とOD群におけるFM、SF、IF推定量を示している。FM推定量においては、SCI群（18.1 ± 4.8 kg）とOD群（18.4 ± 3.6 kg）の間に顕著な差はみられず、同水準であった。SFの推定量については、

SCI群（4.5 ± 1.3 kg）がOD群（5.5 ± 0.9 kg）より低値を示す傾向にあった。IFの推定量についてはSFの結果とは異なり、SCI群（14.8 ± 3.6 kg）においてOD群（13.0 ± 3.4 kg）より高値を示す傾向にあった。体重に対する相対値に関しては全ての項目で同水準にあった。

図2はLP群とHP群におけるFM、SF、IF推定量をそれぞれ示している。FM、SF、IF全ての推定量においてLP群（20.7 ± 4.5 kg、6.1 ± 0.4 kg、17.0 ± 2.1 kg）がHP群（15.8 ± 2.5 kg、4.1 ± 0.9 kg、11.7 ± 2.2 kg）よりも高い傾向を示した。体重に対する相対値に関しては、絶対量（kg）ほどの差は見られていない。

表3は各群におけるLBMならびに四肢筋量をそれぞれ示している。脊髄損傷を有するSCI群の下肢および大腿における筋量は、除脂肪量と同様にOD群より小さい傾向を示していた。LP群とHP群の比較では、HP群の除脂肪量がLP群よりも大きい傾向にあったものの、他の項目に大き顕著な差はない。

Table2 Anthropometric variables of subject in each group.

		SCI (n=5)		OD (n=3)		LP (n=4)		HP (n=4)	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Height	(cm)	165.4 ± 7.3		171.5 ± 3.1		171.6 ± 2.9		163.8 ± 6.5	
Weight	(kg)	62.4 ± 4.4		75.0 ± 9.2		68.0 ± 11.7		66.2 ± 4.4	
Chest girth	(cm)	92.9 ± 5.5		95.4 ± 5.1		92.2 ± 5.3		95.5 ± 4.7	
Abdomen girth	(cm)	82.9 ± 6.0		84.1 ± 5.4		86.0 ± 5.6		80.7 ± 4.1	
Upper arm girth	(cm)	29.6 ± 1.7		35.5 ± 5.5		32.1 ± 4.3		31.6 ± 4.4	
Forearm girth	(cm)	30.1 ± 3.7		26.4 ± 1.3		29.3 ± 4.5		28.1 ± 1.8	
Thigh girth <sup>*1</sup>	(cm)	34.6 ± 1.2		56.7 ± 0.8		42.4 ± 10.8		45.1 ± 8.9	
Calf girth	(cm)	30.5 ± 2.8		36.5 ± 1.1		33.2 ± 3.5		32.4 ± 3.5	
Skinfold thickness <sup>*2</sup>	(mm)	12.9 ± 3.3		14.3 ± 1.9		14.6 ± 2.7		11.6 ± 2.1	

Mean ± SD, \*1: SCI(n=3), OD(n=2), \*2: SCI(n=4), Skinfold thickness is mean of 14 sites.

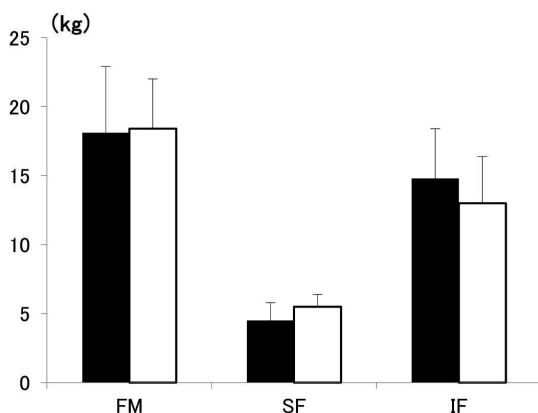


Fig.1 Comparison in FM,SF,IF of SCI and OD

■ : SCI, □ : OD, \* : p < 0.05

FM: Fat Mass,SF:subcutaneous Fat,IF:internal Fat

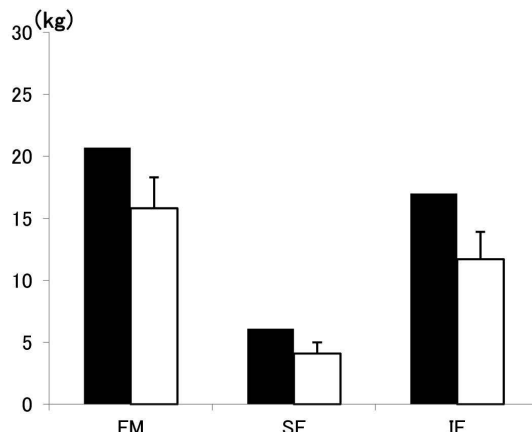


Fig.2 Comparison in FM,SF,IF of LP and HP

■ : LP, □ : HP, \* : p < 0.05

FM: Fat Mass,SF:subcutaneous Fat,IF:internal Fat

Table3 Lean body mass and appendicular skeletal mass index of subject in each group.

		SCI (n=5)		OD (n=3)		LP (n=4)		HP (n=4)	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Lean body mass	(kg)	44.3 ± 3.4		56.5 ± 8.2		47.3 ± 9.7		50.4 ± 6.0	
	(%)	71.2 ± 6.3		75.2 ± 4.6		69.5 ± 5.6		76.0 ± 4.5	
Upper limbs	(kg)	2.8 ± 0.1		2.8 ± 0.4		2.8 ± 0.1		2.7 ± 0.3	
Upper arm	(kg)	1.6 ± 0.1		1.6 ± 0.2		1.7 ± 0.1		1.6 ± 0.2	
Forearm	(kg)	1.1 ± 0.0		1.2 ± 0.2		1.1 ± 0.0		1.1 ± 0.1	
Lower limbs	(kg)	8.3 ± 1.4		11.9 ± 1.3		10.0 ± 1.9		9.3 ± 2.4	
Thigh	(kg)	5.1 ± 0.8		8.5 ± 0.9		6.3 ± 1.8		6.4 ± 1.9	
Calf	(kg)	3.1 ± 0.8		3.4 ± 0.4		3.6 ± 0.4		2.9 ± 0.6	

Mean±SD

## 考察

### 1. 形態

本研究のSCI群における下肢周径圍（大腿圍・下腿圍）と下肢筋量（下肢・大腿）は、OD群よりも低い傾向を示した。Bulbulianら<sup>9)</sup>は脊髄損傷を有する車椅子競技者の大腿圍（39.5 ± 8.6cm）および下腿圍（28.8 ± 6.4cm）が健常者に比べて有意に小さく、大腿圍で健常者の約65%、下腿圍で約74%程度でしかないことを報告している。これらの結果は、脊髄損傷後の麻痺部位、とくに下肢の廃用による骨格筋の萎縮が原

因であると考えられている<sup>9-11)</sup>。本研究のSCI群における大腿圍および下腿圍は、河内ら<sup>12)</sup>による健常男性の大腿圍（51.5 ± 35.9cm）および下腿圍（35.6 ± 23.5cm）よりも低く、大腿圍で健常者の約67%、下腿圍で約85%を示し、Bulbulianら<sup>9)</sup>と一致した傾向にあった。これらのことから、本研究のSCI群においても先行研究同様の下肢全廃における骨格筋の萎縮による影響が伺えた。質問紙により本研究のSCI群は日常生活の大半を車椅子上で生活していること、OD群は競技中を除いて立位ならびに

歩行にて生活していることが明らかとなった。これらの異なる生活様式が両群被検者における脚への運動刺激の差異として表れ、脚筋量さらには下肢の各周径圍に反映したと考えられる。

一方、増田ら<sup>13)</sup>は車椅子バスケットボール競技者の上腕圍(32.4 ± 3.0cm)が健常者に比べて有意に大きいことを報告しており、本被検者の上腕圍は増田ら<sup>13)</sup>の示す値と同程度であった。また、本被検者の上腕圍、前腕圍は、ともに日本人男性の車椅子バスケットボール上級者における上腕圍(右伸展位: 30.0 ± 2.5cm)および前腕圍(右近位: 27.7 ± 1.0cm)<sup>14)</sup>とほぼ同水準にあった。これは、定期的な車椅子バスケットボールのトレーニング効果であると考えられる。本研究におけるSCI群とOD群およびHP群とLP群において、下肢を除く他の形態測定項目に大きな差を認めなかったことは、男性車椅子バスケットボール選手の形態測定時には、障がいの種類や程度を考慮する必要はないのではないかと推察される。

## 2. 身体組成

脊損者は健常者に比べてFMが多く、LBMが少ないという結果は数多く報告されており、下肢機能の低下による身体活動量の減少が1つの要因だとされている<sup>11)15)16)</sup>。しかしながら、脊損者の体脂肪分布に関する研究は極めて少ない。Edwardsらは<sup>17)</sup>CTによる腹部横断面積より、脊損者の内臓脂肪組織および皮下脂肪組織に対する内臓脂肪組織の割合が健常者に比べて有意に高いことを認めている。また、同研究では年齢、腹圍、体重、BMIが同程度の健常者と比較したとき、脊損者の方が約3倍の内臓脂肪

重量を有しており、これらは腹部筋群における萎縮の結果であると指摘している。本研究のSCI群におけるIF推定量はOD群に比べて高い傾向を示した。このことは、脊髄損傷による主に下肢および体幹における各筋群の麻痺の影響と、日常生活における生活様式の影響が両群間の差を反映していたと考えられる。また、本研究におけるLP群のSFおよびIF推定量がHP群より高い傾向を示したことは、車椅子バスケットボールの持ち点が低い人ほど残存機能が少なく、麻痺等の障害による身体動作への影響が多いことを考えると、妥当な結果だと言える。

一方、近藤ら<sup>18)</sup>は、脊髄損傷を有する車椅子バスケットボール競技者の上肢皮下脂肪厚が、車椅子非競技者および健常者に比べて有意に薄いことを報告した。本研究におけるSCI群の皮下脂肪厚は、上体(右上腕後部、右腹部、右腰部)にて近藤ら<sup>18)</sup>の研究における車椅子競技者と同水準にあり、車椅子非競技者より薄い傾向にあった。これは、定期的なトレーニングに伴う激しい上肢身体活動が、上肢皮下脂肪厚に影響していることを示唆していた。SCI群とOD群における有意な差は普段より車椅子を利用して差だと考えられる。さらに、SCI群のSFは小宮ら<sup>19)</sup>による健常日本人男性の若年者(5.9 ± 3.6 kg, 9.6%)から中年者(7.7 ± 3.7 kg, 12.3%)の範囲よりも低い傾向にあった。このことは、本被検者の胸部を含む上体の薄い皮下脂肪厚によるものなのかも知れない。

本被検者のFMおよび% Fatは、小宮ら<sup>19)</sup>が報告した健常日本人男性の標準値における若年者(16歳から20歳: 14.7 ± 4.2

kg, 23.9%) から中年者 (40 歳から 49 歳:  $17.2 \pm 4.7$  kg, 27.5%) の範囲よりも高い傾向を示しており、とくに SCI 群において顕著であった。一方、脊損者においても定期的な上肢身体活動は FM の増大および LBM の減少を防ぎ、身体組成の維持または改善に繋がると考えられている<sup>11)</sup>。定期的なトレーニングを行っている車椅子競技者 (バスケットボールを含む) の % Fat は 18%～25% の範囲<sup>13)20)21)</sup> にあり、健常者との間に有意差を認めなかった報告もある。頸髄損傷者を対象にした重水希釈法の妥当性は報告されているものの<sup>22)</sup>、脊損者の身体組成は DEXA 法によって主に推定されてきた。本被検者の % Fat はこれら先行研究よりも高い傾向にあったが、異なる推定法との比較は難しい<sup>23)</sup>。したがって、重水希釈法によって推定された脊損者 (非運動群) の身体組成に関する先行研究<sup>24)</sup> と比べたところ、本被検者における % Fat の方が低い傾向を示した。このことは、トレーニング効果を反映していると考えられる。

本研究は男性車椅子バスケットボール選手の形態ならびに身体組成を測定し、障がい別さらには車椅子バスケットボールの持ち点別に比較を行った。その結果、本被検者の形態および身体組成は、障がいによる影響や日常での生活様式の影響を反映していた。また、日常的な車椅子バスケットボールのトレーニング効果も反映しており、これらは先行研究<sup>9)13)</sup>と同様の結果となった。しかしながら、本研究ではあまりに被検者数が少なく、背景因子も不均一であったため、結果の信頼性を十分に担保するには至っていない。統計処理には本来そぐわない被検者数であるため群間の検定は行え

ず、あくまで群間の中央値の差について傾向を観察できるに過ぎない。したがって、推察された結果の精度を高めるためには、今後はさらに被検者数を増やし検討していく必要がある。また、車椅子バスケットボール選手の肩関節、肘関節、手関節における屈曲筋力および伸展筋力と試合中における得点やリバウンドなどとの関係性についての報告<sup>25)</sup>があることから、車椅子バスケットボール競技者の形態や身体組成などの身体的特性と、筋力および運動能力など機能との関係性についても詳細に調査していく必要があると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 犬飼義秀, 高橋香代, 三浦考仁他. 障害者スポーツ選手における部位別身体組成. 体力科学. 2003 ; 52 (6) : 946.
- 2) 大川裕行, 緒方 甫, 高橋 寛他. 第 8 回大分国際車椅子マラソン大会－参加選手の競技成績と身体的特性の比較－. 理学療法学. 1991 ; 18 (5) : 543-7.
- 3) Spungen AM, Bauman WA, Wang J, Pierson RN Jr. Measurement of body fat in individuals with tetraplegia : a comparison of eight clinical methods. Paraplegia 1995 ; 33 : 402 - 8.
- 4) Mojtahedi MC, Valentine RJ, Evans EM. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. Spinal Cord 2009 ; 47 : 698 - 704.
- 5) 小宮秀一, 小室史恵, 吉川和利. 体脂肪率 (% Fat) 推定法の比較. 体力科

- 学 1981 ; 30 : 277 - 84.
- 6) Pace N, Rathbun EN. Studies on body composition. III .The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *J Biol Chem* 1945 ; 158 : 685 - 91.
- 7) 猪飼道夫, 福永哲夫, 藤平田英彦. 日本人青少年の身体組成の研究—超音波法と比重法による—. 東京大学教育学部紀要 1969 ; 11 : 1 - 29.
- 8) 藤本薫喜, 渡辺 孟, 坂本 淳他. 日本人の体表面積に関する研究, 第 18 篇三期にまとめた算出式. *日本衛生学雑誌* 1968 ; 23 (5) : 443 - 50.
- 9) Bulbulian R, Johnson J, Gruber J, Darabos B. Body composition in paraplegic male athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1987 ; 19 (3) : 195 - 201.
- 10) Gorgey AS, Dudley GA. Skeletal muscle atrophy and increased intramuscular fat after incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord* 2007 ; 45 : 304 - 9.
- 11) Kocina P. Body composition of spinal cord injured adults. *Sports Med* 1997 ; 23 (1) : 48 - 60.
- 12) 河内まき子, 持丸正明, 岩澤洋, 三谷誠二. 日本人人体寸法データベース 1997-98. 通商産業省工業技術院くらしと JIS センター. 2000.
- 13) 増田利隆, 松枝秀二, 喜多河佐知子他. 車椅子バスケットボール選手の DEXA 法による体組成と基礎代謝量. *川崎医療福祉学会誌* 2007 ; 17 (1) : 121 - 7.
- 14) 日本車椅子バスケットボール連盟編. 平成 3 年度調査研究報告書. 身体障害者スポーツ種目別普及研究事業. 1991.
- 15) McDonald CM, Abresch-Meyer AL, Nelson MD, Widman LM. Body mass index and body composition measures by dual X-ray absorptiometry in patients aged 10 to 21 years with spinal cord injury. *J spinal Cord Med* 2007 ; 30 : S97 - S104.
- 16) Spungen AM, Adkins RH, Stewart CA et al. Factors influencing body composition in person with spinal cord injury : a cross-sectional study. *J Appl Physiol* 2003 ; 95 : 2398 - 407.
- 17) Edwards LA, Bugaresti JM, Buchholz AC. Visceral adipose tissue and the ratio of visceral to subcutaneous adipose tissue are greater in adults with than in those without spinal cord injury, despite matching waist circumferences. *Am J Clin Nutr* 2008 ; 87 : 600 - 7.
- 18) 近藤照彦, 戸井田 晋, 奈良誠人他. 脊髄損傷による対麻痺者の体脂肪と筋肉分布. *肥満研究* 1998 ; 4 (2) : 136 - 40.
- 19) 小宮秀一編. 身体組成の科学. 1 版. 東京 : 風味堂出版. 1998.
- 20) Mojtahedi MC, Valentine RJ, Arngrimsson SA, Wilund KR et al. The association between regional body composition and metabolic outcomes in athletes with spinal cord injury. *Spinal Cord* 2008 ; 46 : 192 - 7.
- 21) Miyahara K, Wang D, Mori K,



- 
- Takahashi K et al. Effect of sports activity on bone mineral density in wheelchair athletes. *J Bone Miner Metab* 2008 ; 26 : 101 - 6.
- 22) Spungen AM, Bauman WA, Wang J, Pierson RN Jr. Measurement of body fat in individuals with tetraplegia : a comparison of eight clinical methods. *Paraplegia* 1995 ; 33 : 402 - 8.
- 23) 小宮秀一. 身体組成の推定法を考える. *生理人類学雑誌* 1991 ; 10 (1) : 3 - 17.
- 24) Buchholz AC, McGillivray CF, Pencharz PB. Differences in resting metabolic rate between paraplegic and able-bodied subjects are explained by differences in body composition. *Am J Clin Nutr* 2003 ; 77 : 371 - 8.
- 25) Wang YT, Chen S, Limroongreungrat W, Change LS. Contributions of selected fundamental factors to wheelchair basketball performance. *Med Sci Sports Exerc* 2005 ; 37 (1) : 130 - 7.