

投動作競技者の肩甲帯筋力および肩関節筋力に関する研究

白木 仁¹⁾, 井脇 毅²⁾, 宮永 豊¹⁾, 下條仁士¹⁾, 安田貴彦³⁾

The study on muscle strength of shoulder girdle and
shoulder joint on the thrower

Hitoshi SHIRAKI, Takeshi IWAKI, Yutaka MIYANAGA,
Hitoshi SHIMOJOYO, Takahiko YASUDA

The purpose of this study was to investigate the isometric muscle strength of shoulder joint and shoulder girdle for hand-held-dynamometer (MICROFET), and to investigate the importance between the throwing motion and muscle strength of shoulder joint and shoulder girdle. The subjects were baseball pitchers, baseball fielders, javelin throwers, volleyball players, and control group.

- 1) Muscle strength of shoulder girdle elevation of javelin throwers were higher than other groups. Muscle strength of shoulder girdle elevation, depression, flexion and extension of javelin throwers were higher than baseball pitchers.
- 2) Muscle strength of shoulder joint horizontal extension of javelin throwers were higher than other groups. Muscle strength of shoulder girdle adduction, extension, horizontal flexion and horizontal extension of javelin throwers were higher than baseball pitchers. Muscle strength of shoulder girdle adduction, flexion, extension, horizontal flexion and horizontal extension of javelin throwers were higher than baseball fielders.
- 3) Dominant arm's muscle strength of shoulder girdle depression was higher than non-dominant arm among javelin throwers. Dominant arm's muscle strength of shoulder joint abduction and flexion was higher than nondominant arm among baseball pitchers.
- 4) Among all thrower group, the following muscle strength of dominant arm correlated significantly ;
 - a) Muscle strength of shoulder girdle of depression and shoulder joint adduction,
 - b) Muscle strength of shoulder girdle of flexion and shoulder joint horizontal flexion,
 - c) Muscle strength of shoulder girdle of extension and shoulder joint horizontal extension.

¹⁾筑波大学体育科学系

²⁾筑波大学体育研究科

³⁾いわき短期大学

1 緒 言

「投げる」という行為は、体重を支え、支持性に重きを得ている四足動物には不可能であり、二足歩行動物のみが成し得ることが出来る^{5),13),14)}。特に上手投げは人間のみが可能な動作とされている^{6),16),18)}。しかし、歩く・走る等の立位での動作が安定した後に「投げる」という動作を行うため、この発達は年齢的に遅くなる^{10),16),22)}。しかも、現代の日常生活の中で「投げる」動作は、歩行などのように日常から使用される頻度が極めて少なく、野球、ソフトボールなどの投動作を行うスポーツを行わない限り「投げる」動作に接することはない。そのため、遠く・速く・正確に物体を空中に放つ能力、即ち投能力は¹²⁾、投動作を主体とするスポーツを行うことでしか習得することが難しい。特に、一般の女性は、キャッチボールや、野球を殆ど行わないため、滑らかな投動作が可能なのは非常に稀で、男性でも、野球などを行わない者は、投動作を苦手としている^{10),14),16)}。一方、野球・陸上（投てき競技）・バレーボールなどのように投動作を主体とするスポーツ種目の選手は、技術的に高度な投動作を習得しているが、投動作の技術トレーニングや試合においても投てきを頻回に行い、また、様々な状況から投てきする必要があるため、これらのスポーツでは、投動作に関連する肩関節、肘関節、手関節のスポーツ傷害が取り上げられることが多く見られるようになった。これらの関節の中でも肩関節は、自由度の大きい関節で運動性が高く⁵⁾、下肢～体幹から発生した力を上肢を経て物体（投てき物）に伝達する役割を持つために投動作に大きく関与している。そのために、投動作を行うスポーツ選手の肩関節の傷害の頻度も高く、それに対する治療、リハビリテーションの研究も多く行われている^{7),11),17),18),19),20)}。

肩関節の運動は主に肩甲上腕関節と肩甲胸郭関節の複合運動である。しかし、これらの肩関節の研究報告のほとんどが、肩甲上腕関節に関するものである。肩関節運動においては肩甲上腕リズムという協調運動で見られるように肩甲胸郭関節も重要な働きを持つと考えられる。しかしながら肩甲胸郭関節に傷害を持つスポーツ選手も多く見受けられるにも関わらず、肩甲胸郭関節の機能に関する報告は方法論上の問題もあり比較的少ない。

本研究においては肩甲胸郭関節の機能、特に肩甲帯筋群の筋力に着目し、投動作を主体とするスポーツ競技選手の肩甲胸郭関節（肩甲帯筋群）の筋力を測定し、投様式と筋力との関係、投動作における肩甲帯筋群の役割について比較検討した。更に、肩甲帯と肩関節の筋力的関連性を明らかにし、肩甲胸郭関節の筋力的特性の基礎資料を得ることを目的とした。

2 対象および方法

1) 対 象

被験者は現在、肩関節に傷害のない、投動作を伴う競技を行う大学男子運動部員、野球・投手（以下投手群）8名、野球・野手（以下野手群）6名、陸上・槍投げ選手（以下槍投げ群）6名、バレーボール選手（以下バレーボール群）6名の26名、及び、コントロール群として日頃、運動を行っていない健康な男子大学生7名の計33名であった（表1参照）。

2) 方 法

①実験方法

hand-held-dynamometer（HOGGAN 社製 MICROFET：以下 MICROFET 写真1参照）を使用して、肩甲帯挙上・下制筋力、肩甲帯屈曲・伸展筋力、肩関節外転・内転筋力、肩関節屈曲・伸展筋力について、被験者は上肢を下垂し、手部は中間位とし、座位・体幹を固定するという測定肢位のもとで等尺

表1 被験者プロフィール

	被験者数 (人)	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	競技歴 (年)	利き腕側
投手群	8	21.8±1.32	177.7±5.23	73.2±6.38	13.8±1.51	右8人
野手群	6	21.3±1.54	173.6±4.57	72.0±5.10	12.7±2.13	右6人
槍投げ群	6	20.4±0.93	173.6±3.51	78.8±2.68	5.6±1.55	右6人
バレーボール群	6	19.2±0.87	185.5±2.07	76.2±3.82	8.0±2.52	右6人
コントロール群	7	22.9±2.01	171.0±4.42	67.8±6.14	———	右7人
被験者平均	———	20.4±1.42	176.3±1.22	73.6±1.57	9.4±3.82	———

Mean±S.D.



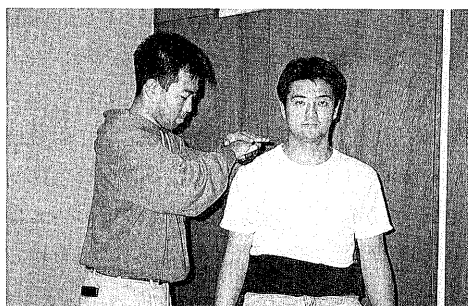
(写真1)

hand-held-dynamometer
(HOGGAN 社製 MICROFET)

性筋力を測定した。肩関節水平屈曲・水平伸展筋力について、被験者は肩関節外転90度位、手部は中間位とし、座位・体幹を固定するという測定肢位のもとで等尺性筋力を測定した。尚、今回は腕を頭上に引き上げる際に必要とされる筋を測定項目として採用した。筋力測定時の測定部位は肩甲帯の運動に関しては肩峰及び腋窩部(下制)、肩関節の運動に関しては肘関節部とした。測定方法は、各測定とも抵抗に対する訓練を十分に行った後、3秒間の最大努力で各々5回ずつ両側について試技を行った(写真2参照)。測定値には peak force (Newton) を採用した。

②統計処理

数値は全て平均値と標準偏差で示した。Group 間の比較については分散分析を用い、



(写真2) 実験風景

(肩甲帯挙上筋力測定)

$p < 0.05$ をもって有意とした。また、肩甲帯筋力と肩関節筋力との筋力的関連性の検討をするため、相関係数を算出した。これには回帰分析を用い、 r で表し、危険率を $p < 0.05$ とした。

3 結 果

1) 肩甲帯・肩関節筋力各々における各種競技間の比較(利き腕のみの比較)

I. 肩甲帯筋力

肩甲帯挙上筋力の peak force は、投手群が203.1(±38.84) N、野手群が225.7(±14.93) N、槍投げ群が273.2(±40.93) N、バレーボール群が218.3(±36.27) N、コントロール群が205.0(±29.01) Nであった。槍投げ群がコントロール群に比して有意に高値を示し、競技者群間比較においては槍投げ群が投手群、野手群、バレーボール群に比して有意に高値

を示した（表2，図1）。

肩甲帯下制筋力の peak force は、投手群が111.3 (±27.90) N，野手群が146.8 (±9.23) N，槍投げ群が168.2 (±14.54) N，バレーボール群が156.3 (±18.72) N，コントロール群が137.1 (±9.04) N であった。槍投げ群がコントロール群に比して有意に高値を示し，競技者群間比較においては槍投げ群，バレーボール群と野手群が投手群に比して有意に高値を示した。また，コントロール群が投手群に比して有意に高値を示した（表2，図2）。

肩甲帯屈曲筋力の peak force は、投手群が136.0 (±13.17) N，野手群が142.0 (±9.70) N，槍投げ群が160.8 (±36.43) N，バレーボール群が151.0 (±22.71) N，コントロール群が138.7 (±11.28) N であった。全ての競技者群がコントロール群に比して有意な差は認められなかった。競技者群間比較においては槍投げ群が投手群に比して有意に高値を示した（表2，図3）。

肩甲帯伸展筋力の peak force は、投手群が138.6 (±5.97) N，野手群が128.0 (±9.22) N，槍投げ群が162.3 (±21.33) N，バレーボール群が168.8 (±10.15) N，コントロール群が130.7 (±18.82) N であった。槍投げ群とバレーボール群がコントロール群に比して有

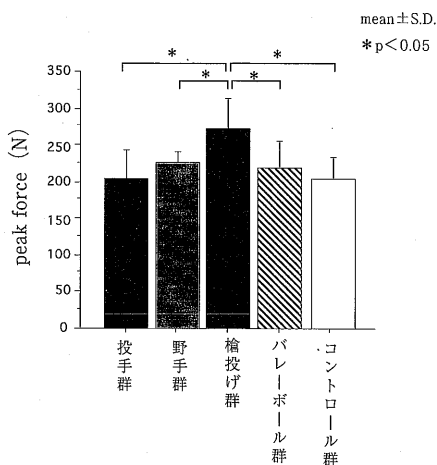


図1 肩甲帯筋力・挙上 peak force

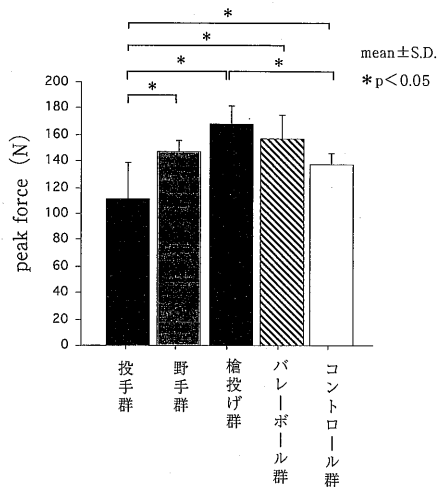


図2 肩甲帯筋力・下制 peak force

表2 肩甲帯筋力の利き腕側・非利き腕側の比較

単位：N

		投手群		野手群		槍投げ群		バレーボール群		コントロール群	
		Mean	±S.D.	Mean	±S.D.	Mean	±S.D.	Mean	±S.D.	Mean	±S.D.
挙上	利き腕側	203.1	38.84	225.7	14.93	273.2	40.93	218.3	36.27	205.0	29.01
	非利き腕側	204.3	26.02	215.7	22.82	252.8	45.01	239.5	18.82	193.1	9.53
下制	利き腕側	111.3	27.90	146.8	9.23	168.2*	14.54	156.3	18.72	137.1	9.04
	非利き腕側	118.6	24.02	123.8	30.10	138.0	12.13	116.7	33.82	118.6	23.98
屈曲	利き腕側	136.0	13.17	142.0	9.70	160.8	36.43	151.0	22.71	138.7	11.28
	非利き腕側	123.6	13.04	141.0	22.87	153.2	26.00	145.5	21.11	135.6	19.42
伸展	利き腕側	138.6	5.97	128.0	9.22	162.3	21.33	168.8	10.15	130.7	18.82
	非利き腕側	131.9	10.73	134.0	11.06	167.2	20.62	175.2	26.96	145.0	15.85

利き腕側が非利き腕側に比して有意に高値：*P<0.05

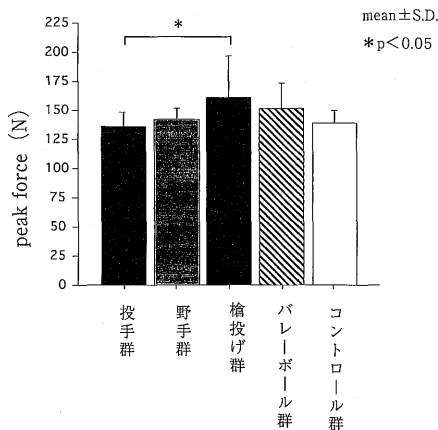


図3 肩甲帯筋力・屈曲 peak force

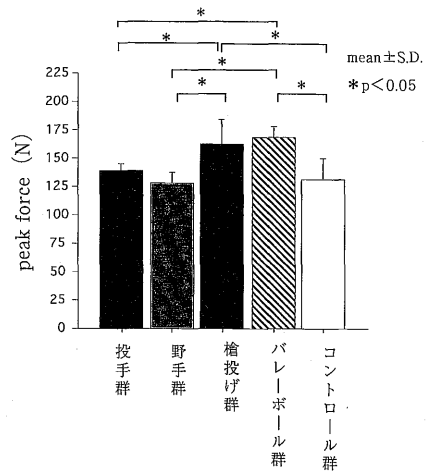


図4 肩甲帯筋力・伸展 peak force

意に高値を示し、競技者群間比較においては槍投げ群とバレーボール群が投手群と野手群に比して有意に高値を示した（表2，図4）。

II. 肩関節筋力

肩関節外転筋力の peak force は、投手群が137.9(±15.82)N，野手群が148.7(±28.24)N，槍投げ群が144.3(±8.13)N，バレーボール群が158.0(±19.48)N，コントロール群が138.0(±25.17)Nであった。コントロール群と競技群において有意な差は認められなかった。競技者群間比較においても全ての群間に有意な差は認められなかった（表3，図

5）。

肩関節内転筋力の peak force は、投手群が132.6(±26.25)N，野手群が158.2(±40.27)N，槍投げ群が202.2(±24.48)N，バレーボール群が187.8(±28.84)N，コントロール群が140.7(±23.01)Nであった。コントロール群と競技群において有意な差は認められなかった。競技者群間比較においては槍投げ群が投手群と野手群に比して有意に高値を示した（表3，図6）。

肩関節屈曲筋力の peak force は、投手群が147.0(±16.92)N，野手群が133.0(±10.46)N，槍投げ群が158.7(±23.32)N，バレーボ

表3 肩関節筋力の利き腕側・非利き腕側の比較

単位：N

		投手群		野手群		槍投げ群		バレーボール群		コントロール群	
		Mean	±S.D.	Mean	±S.D.	Mean	±S.D.	Mean	±S.D.	Mean	±S.D.
外 転	利き腕側	137.9*	15.82	148.7	28.24	144.3	8.13	158.0	19.48	138.0	25.17
	非利き腕側	121.8	9.47	140.8	19.04	159.0	7.73	155.5	18.94	141.0	20.03
内 転	利き腕側	132.6	26.25	158.2	40.27	202.2	24.48	187.8	28.84	140.7	23.01
	非利き腕側	143.1	20.01	165.2	33.98	192.7	19.04	170.2	22.12	143.7	16.25
屈 曲	利き腕側	147.0*	16.92	133.0	10.46	158.7	23.32	155.8	21.32	144.4	30.27
	非利き腕側	120.3	11.53	139.8	13.27	157.0	27.05	160.2	17.28	142.7	35.40
伸 展	利き腕側	125.4	10.48	134.2	11.43	157.7	32.86	162.5	22.22	140.6	17.82
	非利き腕側	133.1	9.23	133.7	13.21	144.3	27.02	154.8	16.12	138.1	29.01
水平屈曲	利き腕側	101.3	12.43	120.2	25.73	145.7	28.82	125.8	8.31	115.3	8.80
	非利き腕側	101.4	14.62	118.0	31.45	142.3	21.01	120.0	5.63	107.7	6.82
水平伸展	利き腕側	113.9	9.75	129.5	22.04	158.7	12.12	131.8	22.15	118.4	11.82
	非利き腕側	106.9	10.52	131.3	22.33	157.7	30.53	137.0	4.12	114.0	11.64

利き腕側が非利き腕側に比して有意に高値：*P<0.05

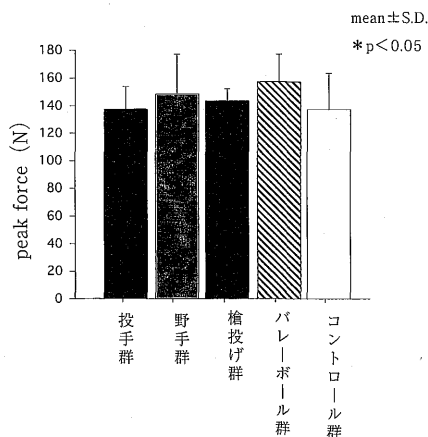


図5 肩関節筋力・外転 peak force

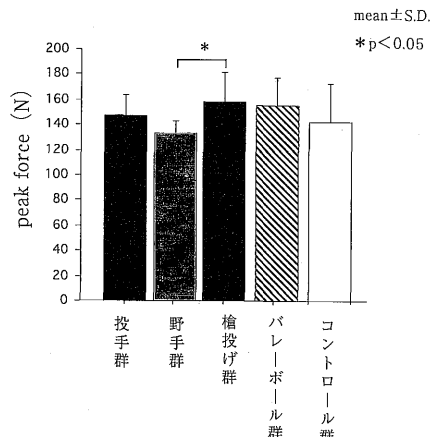


図7 肩関節筋力・屈曲 peak force

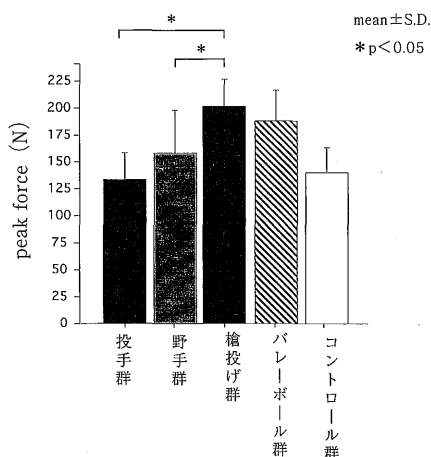


図6 肩関節筋力・内転 peak force

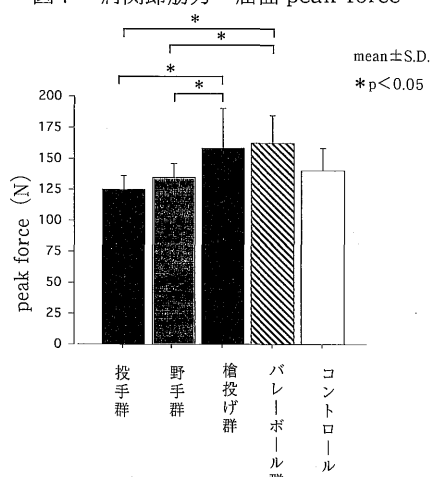


図8 肩関節筋力・伸展 peak force

ール群が155.8 (±21.32) N, コントロール群が144.4 (±30.27) Nであった。コントロール群と競技群において有意な差は認められなかった。競技者群間比較においては槍投げ群が野手群に比して有意に高値を示した(表3, 図7)。

肩関節伸展筋力の peak force は, 投手群が125.4 (±10.48) N, 野手群が134.2 (±11.43) N, 槍投げ群が157.7 (±32.86) N, バレーボール群が162.5 (±22.22) N, コントロール群が140.6 (±17.82) Nであった。コントロール群と競技群において有意な差は認められなかった。競技者群間比較においては槍投げ群とバレーボール群が投手群と野手群に比して

有意に高値を示した(表3, 図8)。

肩関節水平屈曲筋力の peak force は, 投手群が101.3 (±12.43) N, 野手群が120.2 (±25.73) N, 槍投げ群が145.7 (±28.82) N, バレーボール群が125.8 (±8.31) N, コントロール群が115.3 (±8.80) Nであった。槍投げ群がコントロール群に比して有意に高値を示し, 競技者群間比較においては槍投げ群, バレーボール群と野手群が投手群に比して有意に高値を示した(表3, 図9)。

肩関節水平伸展筋力の peak force は, 投手群が113.9 (±9.75) N, 野手群が129.5 (±22.04) N, 槍投げ群が158.7 (±12.12) N, バレーボール群が131.8 (±22.15) N, コント

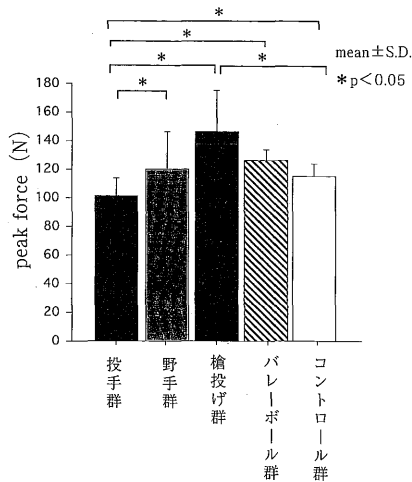


図9 肩関節筋力・水平屈曲 peak force

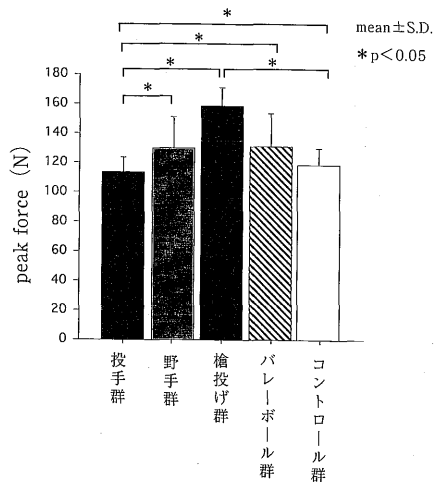


図10 肩関節筋力・水平伸展 peak force

コントロール群が118.4 (±11.82) Nであった。槍投げ群がコントロール群に比して有意に高値を示し、競技者群間比較においては槍投げ群がバレーボール群に比して有意に高値を示し、また、競技群3群が投手群に比して有意に高値を示した (表3, 図10)。

2) 利き腕側, 非利き腕側の比較

表2と表3に肩甲帯, 肩関節各々の利き腕側・非利き腕側の筋力を示した。肩甲帯筋力に関しては槍投げ群の下制において利き腕側168.2±(14.54) Nが非利き腕側138.0 (±12.13) Nに比して有意に高値を示した。

肩関節筋力に関しては投手群の外転において利き腕側 (137.9±15.82N) が非利き腕側121.8 (±9.47) Nに比して有意に高値を示し

た。投手群の屈曲において利き腕側147.0 (±16.92) Nが非利き腕側120.3 (±11.53) Nに比して有意に高値を示した。

3) 肩甲帯筋力と肩関節筋力との関係

表4には肩甲帯・肩関節の筋力的関連性を検討するため各筋力項目の相関係数を示した。肩本来の肩甲帯, 肩関節の筋力的関係を見るために, 全被験者の非利き腕側の各筋力の相関係数を算出し, 更に競技者群全体においては投動作で使用する利き腕側の各筋力項目の相関係数も算出した。加えて競技者各群においても投てき側の各筋力項目の相関係数を算出した。今回は被験者全員, 利き腕側が右腕のため利き腕側と表示した。尚, 筋力項目は肩甲帯・肩関節それぞれが類似した運動を行う

表4 肩甲帯・肩関節筋力の相関係数 (r)

(*<0.05)

検討項目	投手群	野手群	槍投げ群	バレーボール群	競技者群	コントロール群	被験者全員
	利き腕側	利き腕側	利き腕側	利き腕側	利き腕側	利き腕側	非利き腕側
肩甲帯挙上・肩関節外転	0.46	0.11	0.37	0.59	0.23	0.01	0.30
肩甲帯下制・肩関節内転	0.11	0.36	0.10	0.45	0.59*	0.61	0.27
肩甲帯屈曲・肩関節屈曲	0.53	0.47	0.34	0.03	0.17	0.07	0.55*
肩甲帯屈曲・肩関節水平屈曲	0.55	0.82*	0.55	0.72	0.63*	0.60	0.55*
肩甲帯伸展・肩関節伸展	0.64	0.77	0.34	0.90*	0.29	0.34	0.45*
肩甲帯伸展・肩関節水平伸展	0.77*	0.25	0.66	0.21	0.56*	0.18	0.52*

肩甲帯挙上筋力と肩関節外転筋力, 肩甲帯下制筋力と肩関節内転筋力, 肩甲帯屈曲筋力と肩関節屈曲筋力, 肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力, 肩甲帯伸展筋力と肩関節伸展筋力, 肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力の6項目とした。

被験者全員の非利き腕側の肩甲帯屈曲筋力と肩関節屈曲筋力 $r=0.55$, 肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力 $r=0.55$, 肩甲帯伸展筋力と肩関節伸展筋力 $r=0.45$, 肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力 $r=0.52$ との間に有意な相関が認められた。

競技者群全体の利き腕側の肩甲帯下制筋力と肩関節内転筋力 $r=0.59$, 肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力 $r=0.63$, 肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力 $r=0.56$ との間に有意な相関が認められた。

投手群の利き腕側の肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力との間に $r=0.77$ の有意な相関が認められた。

野手群の利き腕側の肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力との間に $r=0.82$ の有意な相関が認められた。

バレーボール群の利き腕側の肩甲帯伸展筋力と肩関節伸展筋力との間に $r=0.90$ の有意な相関が認められた。

4 考 察

今回, 投動作を行う競技種目として野球, 陸上・槍投げ, バレーボールを採用した。野球に関しては常にマウンドという場所で試合状況によってスピードや球種など投球法を変化させる投手と, 様々な状況下で捕球し, 様々な姿勢から素早く相手にコントロールされたボールを送球する野手に分類した。また槍投げは限られた試技数の中で助走距離を用いて距離を競う種目, バレーボールはスパイク時, 空中で姿勢を保ち, 身体動作に制約を受けた状態から上肢を操作して瞬時に相手のいない場所へ打ちわける競技である。このように異

なる条件から投動作を行う競技種目間について比較検討を行った。

1. 肩甲帯筋力および肩関節筋力について

肩甲帯筋力では, 槍投げ群は挙上において全ての群に比して有意に高値を示し, 更に, 全ての筋力項目において投手に比して有意に高値を示した。肩関節筋力では, 槍投げ群は水平伸展において全ての群に比して有意に高値を示した。また槍投げ群は, 内転, 伸展, 水平屈曲, 水平伸展において投手群に比して, 内転, 屈曲, 伸展, 水平屈曲, 水平伸展において野手群に比してそれぞれ有意に高値を示した。バレーボール群は伸展, 水平屈曲, 水平伸展において投手群に比して有意に高値を示した。これらの結果は, 若山らの報告²¹⁾の投動作時, 上肢の加速に必要な肩関節伸展においてバレーボール選手, 槍投げ選手は投手よりも有意に高値を示したという結果を支持するものである。このことより, 槍投げ選手と投手は似た投動作であるが, 約150gの硬式ボールと約800gの槍という両競技の投てき物の重量が5倍以上異なる^{6), 16)}こと, 更にゲーム要素が含まれる投手は投てき物をコントロールしたり, 状況に応じて異なる球種を投てきせざるを得ないため, 全力で投てきすることはほとんどない。それに対して槍投げ選手は投てき距離を競う種目であるため助走を用いて槍をより速くに全力で試技することから槍投げ選手は肩に対する負担が大きく, 対応するため肩甲帯の筋力を高めなければならないのではないかと考えられる。

一方, 投手はCocking-PhaseからFollow through-Phase⁷⁾までにおいて, 主に肩関節の大きな挙上動作が重要とされる。このことは球種や試合状況により投球法を変化せざるを得ない投手にとって重要な要素と考えられる。特に変化球においては体幹の捻りの他にCocking-Phaseにおいて関節可動域全域を用いて投球することが重要な要素となる。故に, 投

球においても支持性よりも「スムーズに肩が回る」という肩関節、ならびに肩甲胸郭関節の可動性が必要だと考えられる。

また、バレーボール選手はスパイク時、地面と接地せず、空中で姿勢を保つ。その時、下肢に関しては、地面から離れている状態になってしまうため、野球、槍投げのような下肢、体幹の踏ん張りが出来ず、身体動作は制約を受ける³⁾。加えて、バレーボールは野球の硬式ボールより重く、且つ大きい(約270g, 直径約0.21m)⁶⁾。故に、バレーボール選手は肩関節のならびに肩甲胸郭関節の可動性、ならびに筋力がサーブ、スパイク動作に重要であると考えられる。これらの競技種目特性の相違が、各競技間での肩甲帯筋力及び肩関節筋力の差となつて表れたのではないかと考えられる。

II. 利き腕側, 非利き腕側の筋力比較

利き腕側, 非利き腕側の比較について検討すると、利き腕側は非利き腕側に比して槍投げ群は肩甲帯下制, 投手群は肩関節外転, 屈曲に有意な高値を示した。それ以外の項目では有意な差は認められなかった。肩関節の筋力に関する先行研究では, CYBEX, BIODEX などの筋力測定装置を使用して研究している文献が多く見られる。Ivey ら⁴⁾, Elsner ら⁵⁾, Mayer ら⁹⁾の報告では一般人を対象に肩関節外転, 内転の isokinetic, isometric 各筋力を測定したが、利き手側と非利き手側に有意な差が認められなかった。Kevin らの報告⁸⁾では投手の肩関節内転筋力に関しては非利き腕側が利き腕側に比して有意に高いとし、坂根らの報告¹⁵⁾では女子バレーボール選手の筋力測定を行い、肩関節伸展において利き手側が非利き手側に比して有意に高値を示している。以上のことから、利き腕と非利き腕の違い、競技種目における筋力的左右差には、一定の傾向は認められず、発達過程における左右差としてよく見られる握力等のような一側有意性は肩甲帯、ならびに肩関節に関しては明確な

結果として表われなかった。この点に関しては今後、更なる検討が必要であろうと思われる。

III. 肩甲帯と肩関節の筋力的関連性

肩甲帯と肩関節の筋力的関連性を見るために、被験者全員の非利き腕側の肩甲帯と肩関節各筋力の相関関係を検討すると、肩甲帯挙上筋力と肩関節外転筋力、肩甲帯下制筋力と肩関節内転筋力の項目を除く全ての項目において正の相関関係が認められた。また、利き腕側のみの競技者群全体の相関関係を検討すると肩甲帯下制筋力と肩関節内転筋力、肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力、肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力において正の相関が認められた。更に利き腕側のみの競技間比較においては、投手群の肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力、野手群の肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力、バレーボール群の肩甲帯伸展筋力と肩関節伸展筋力において正の相関が認められた。

これらの結果は肩関節筋力の測定肢位の条件が関与していると考えられる。すなわち、肩関節運動時、特に外転時には肩甲上腕リズムという現象が存在し、肩関節外転30度までは肩甲骨の関与を受けず肩甲上腕関節のみで運動を行い、肩関節外転30度以降は肩甲上腕関節と肩甲胸郭関節の規則的な関連性を持って運動が行われる。

この特性により、上腕を下垂位で測定した肩関節外転筋力は主として肩甲上腕関節運動のみの筋力のため肩甲帯挙上筋力との相関が認められず、肩関節外転90度位で測定した運動の肩関節水平屈曲・伸展筋力は肩甲帯筋力と少なからず関連し、相関が認められた項目が多かったものと考えられる。以上より、肩甲帯と肩関節の筋力的関連性は存在すると考えて良いと言える。

コントロール群の利き腕側のみの相関関係を見ても、被験者数が少なかったこともあり、

全ての項目において相関関係が認められなかった。以上より投動作を行う競技者の利き腕側の肩甲帯と肩関節の筋力的関連性は非利き腕側の筋力的関連性とは異なることが考えられる。しかし、コントロール群の利き腕側の相関関係の結果が示す通り、投動作だけが肩甲帯筋力と肩関節筋力との筋力的関連性を変化させる要因ではなく、物を持つ、運ぶ、引っぱるなどの場面で利き腕を頻繁に使用するように、日常生活環境における肩への負担でも肩甲帯筋力と肩関節筋力との筋力的関連性を変化させる可能性を秘めていることを示唆しているとも考えられる。

本研究では、肩関節における肩甲帯の関連性を筋力面から検討した。しかし、肩甲上腕リズムのように肩関節運動時における肩甲帯の役割は規則的な関連性があるとされている。そのため、肩関節の動きがない等尺性筋力で測定した本研究だけでは肩関節における肩甲帯の役割を解明することは困難である。今後の研究として肩関節における肩甲帯の関連性を肩関節の動きを考慮した方法で行う必要があると考えられる。

5 総括

本研究において投動作を行う競技選手を対象に MICROFET を用いて肩甲帯、及び肩関節の等尺性筋力を測定し、投動作を行う競技者の筋力特性、ならびに肩関節における肩甲骨の筋力的関連性を比較検討したところ、以下のような結果を得た。

1. 肩甲帯筋力では、槍投げ群は挙上において全ての群に比して有意に高値を示した。また、槍投げ群は肩甲帯筋力全ての項目において投手群に比して有意に高値を示した。
2. 肩関節筋力では、槍投げ群は水平伸展において全ての群に比して有意に高値を示した。また槍投げ群は内転、伸展、水平屈曲、水平伸展において投手群に比して、内転、屈曲、伸展、水平屈曲、水平伸展において

野手群に比してそれぞれ有意に高値を示した。バレーボール群は伸展、水平屈曲、水平伸展において投手群に比して有意に高値を示した。

3. 槍投げ群は肩甲帯下制、投手群は肩関節外転、屈曲において利き腕側が非利き腕側に比して有意な高値を示した。コントロール群においては、いずれの筋力においても利き腕側と非利き腕側との間に有意な差は認められなかった。
4. 被験者全員の非利き腕側の肩甲帯と肩関節各筋力の相関関係を検討すると、肩甲帯挙上筋力と肩関節外転筋力、肩甲帯下制筋力と肩関節内転筋力の項目を除く全ての項目において正の相関関係が認められた。競技者群全体の利き腕側の肩甲帯と肩関節各筋力の相関関係を検討すると肩甲帯下制筋力と肩関節内転筋力、肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力、肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力に正の相関関係が認められ、競技者群間の利き腕側での肩甲帯と肩関節各筋力の相関関係では投手群の肩甲帯伸展筋力と肩関節水平伸展筋力、野手群の肩甲帯屈曲筋力と肩関節水平屈曲筋力、バレーボール群の肩甲帯伸展筋力と肩関節伸展筋力に正の相関関係が認められた。
5. 本研究では、肩関節における肩甲帯の関連性を筋力面から検討した。しかし、肩甲上腕リズムのように肩関節運動時における肩甲帯の役割は規則的な関連性があるとされている。そのため、肩関節の動きがない等尺性筋力で測定した本研究だけでは肩関節における肩甲帯の役割を解明することは困難である。今後の研究として肩関節における肩甲帯の関連性を肩関節の動きを考慮した方法で行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) Elsnor, R, C, Pedegrana, L, R, Lang, J : Protocol for strength testing and reha-

- bilitation of the upper extremity : J Ortop Sports Physiology, 4 : 229, 1983.
- 2) Glenn S. Fleisig, James R. Andrews, et al : Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. The American Journal of Sports Medicine, 23 : 233—239, 1995.
 - 3) 石井喜八, 斎藤好史 : 強靱でしなやかな投げ. Japanese Journal Sports Science, 1 : 79—84, 1982.
 - 4) Ivey F, M, Calhoun J, H, Rusche K, et al : Isokinetic testing of shoulder strength : normal values : Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 66 : 384, 1985.
 - 5) 服部恒明 : ヒトのかたちと運動. 大修館書店, 東京, 1996. pp52—61.
 - 6) 星川 保 : 大きさと重さの異なるボールの投げ, Japanese Journal of Sports Science, 1 : 104—109, 1982.
 - 7) Jobe F. W, R. S. Kvitne : 米国プロ野球選手の肩関節と肘関節の障害, Japanese Journal of Sports Science, 9 : 429—442, 1990.
 - 8) Kevin E Wilk, James R Andrews et al, : The abductor and adductor strength characteristics of professional baseball pitchers. The American Journal of Sports Medicine, 23 : 307—311, 1995.
 - 9) Mayer F, Horstmann, T, Rocker, et el : Normal values of isokinetic maximum strength, the strength/velocity curve, and the angle at peak torque of all degrees of freedom in the shoulder. International Journal of Sports Medicine, 15 : 19—25, 1994.
 - 10) 宮下充正 : スポーツスキルの科学. 大修館書店, 東京, 1985. pp201—204.
 - 11) 信原克哉, 駒井正彦ほか : 投球動作と肩障害, Japanese Journal of Sports Science, 11 : 757—761, 1992.
 - 12) 野口義之 : 投力に関する研究, 体育学研究, 1 (4) : 259—265, 1952.
 - 13) 岡田守彦 : 身体運動と人類 (現代体育・スポーツ体系 1), : pp 210—224, 講談社, 東京, 1984.
 - 14) 岡田守彦 : 跳ぶことと投げること, 体育科教育, 25 (5) : 9—12, 1977.
 - 15) 坂根正孝, 福林 徹, 石井朝夫ら : 大学女子バレーボール選手の上肢・体幹筋力評価. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 12 : 229—232, 1993.
 - 16) 桜井伸二, 高槻先歩, 宮下充正 : 投げる科学. 大修館書店, 東京, 1992. pp8—14.
 - 17) 鈴木一秀, 山本龍二, 筒井廣明ほか : スポーツによる肩関節障害の検討—特に肩甲帯機能の関与について—. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 12 : 303—306, 1993.
 - 18) 竹下 満 : 種目 (投げる, 打つ, 泳ぐなどの動作) からみた肩のスポーツ障害, 臨床スポーツ医学, 7 : 1101—1107, 1990.
 - 19) 筒井廣明, 山本龍二, 三原研一ほか : 観血的治療を必要としたスポーツ障害肩の検討. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 15 : 77—81, 1995.
 - 20) 吉野雅春, 松山淳子, 祝部美樹子ほか : 肩甲帯の関節可動域とそのアプローチ. 理学療法10 : 113—119, 1993.
 - 21) 若山章信, 深代千之 : オーバーハンドによる投・打運動に関与する上肢・上肢帯筋力の種目特性 5, スポーツ医・科学 : 37—46, 1991.
 - 22) Wickstrom, R. L. : Developmental kinesiology : Maturation of basic motor patterns. Exercise and Sport Sciences Reviews, Academic press, 3 : 163—192, 1975.