

等速性肘関節，膝関節および体幹筋力における屈曲／伸展比の競技種目特性

福富恵介¹⁾ 春日晃章²⁾ 川口純子¹⁾ 久保田浩史²⁾ 内藤 譲¹⁾ 篠田知之¹⁾

Event-related difference of flexion/extension ratio in isokinetic muscle strength of elbow, knee and trunk

Keisuke Fukutomi¹⁾, Kosho Kasuga²⁾, Junko Kawaguchi¹⁾, Hiroshi Kubota²⁾,
Yuzuru Naito¹⁾, Tomoyuki Shinoda¹⁾

1) 岐阜県スポーツ科学トレーニングセンター
Gifu Sports Science Training Center

1) 岐阜大学教育学部保健体育講座
Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu University

キーワード：屈曲／伸展比，等速性筋力，競技種目特性

Key words : flexion/extension ratio, isokinetic muscle strength, event-related difference

Abstract

The aim of this study was to investigate event-related difference of flexion/extension ratio in isokinetic muscle strength of elbow, knee and trunk in high school athletes. The subjects were 396 male (16.8 ± 0.7 yrs) high-level high school athletes from 15 different sports. The following results were obtained.

1. In flexion/extension ratio of elbow strength, rowing and boxing showed significantly higher value. Also fencing, handball and kendo were tending higher.

2. In flexion/extension ratio of knee strength, cycling showed significantly higher value among athlete groups, also rugby was tending higher. And swimming showed significantly lower value, also speed skating was lower. Each event-related difference was confirmed.

3. In flexion/extension ratio of trunk strength, swimming, rugby, kendo and cycling showed higher value, especially swimming and cycling were significantly higher value. And there was significantly lower value in boxing. The event it is demanded high stabilization of trunk in motion showed relatively high flexion strength for extension strength.

I. 諸言

競技スポーツは種目ごとに動作様式やトレーニング内容が異なる。そのため、長期間特定のスポーツ種目を経験している選手は、トレーニングや練習によりその種目に適合した体力特性を有すると考えられる¹⁶⁾。体力の中でも特に筋力は身体のエネルギー出力の最も基本的な要素の一つであり、高い筋力発揮は競技力向上に重要な要因である⁴⁾。したがって、種目別における筋力特性を把握することは、スポーツ選手の競技力向上のためのトレーニング方法をみいだす指針として重要である¹³⁾。

筋力特性の一つとして、屈曲筋力と伸展筋力のバランス（屈曲／伸展比）が、競技種目特性の明確

化^{2, 8, 15)}や、障害予防^{12, 19, 20)}の観点で検討されている。アルペンスキーの大学一流選手とナショナルレベルの成年選手の等速性膝関節筋力における屈曲／伸展比を比較し、膝関節伸展に関わるハムストリングの筋力が重要であると報告している研究²⁾や、柔道の大学一流選手と一般選手の体幹屈曲／伸展比を比較し、報告している研究⁸⁾などが、競技種目特性を報告しているものとしてあげられる。また、古泉ら¹³⁾も競技種目別の筋力特性を調査するために大学選手の膝関節屈曲および伸展筋力を測定し、トランポリンが角速度 0 deg/sでの屈曲／伸展比において、他の 4 種目（陸上短距離、中距離、長距離、重量挙げ）よりも低い値であったと報告している。また、陸上競技の 3 種目の膝屈曲／伸展比を一流選手の結果と比較して、一流選手が高い傾向にあったことを示している。

しかし、これらの研究では競技レベルの高い群と低い群を設定して屈曲／伸展比を比較し、レベルの違いによる屈曲筋力と伸展筋力のバランスについて検討しているものが多い。また、先行研究で対象としている種目は限定されており、多くの種目間で屈曲／伸展比を比較し、競技種目特性をみた研究はない。一つの競技種目内でレベルごとに筋力特性を比較するだけでなく、多数の競技間で比較することで、競技特性がより明確になる¹⁸⁾と考えられ、競技力向上の観点から有用な情報が提供されることが期待される。さらに、等速性筋力測定に使用する機器は高価であり、被験者のセッティングなど計画開始までに時間がかかる²¹⁾という問題点もあり、多数のデータをそろえた研究は少ない。しかし、得られたデータの再現性、妥当性が高く、筋力 - 速度関係を求めることができる²¹⁾ため、筋力評価には非常に有用であり、選手や競技種目の特性を明らかにするために必要であると考えられる。

そこで本研究は、岐阜県スポーツ科学トレーニングセンターで測定された15競技種目の高校男子スポーツ選手の等速性肘関節、膝関節および体幹筋力の屈曲／伸展比を明らかにし、競技種目間差の観点から競技種目特性を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は2005年4月から2010年7月までに、岐阜県スポーツ科学トレーニングセンターで体力測定を行った高校1年生から3年生までの男子396名であった。測定の対象となった競技種目はバレーボール、バスケットボール、ハンドボール、ラグビー、卓球、フェンシング、柔道、剣道、ボクシング、レスリング、競泳、アルペン、スピードスケート、漕艇および自転車の15競技種目であった。被験者の競技レベルは、測定日よりさかのぼって過去1年間に高校での東海ブロック大会または全国大会に出場したレベルであり、岐阜県レベルでもいずれもトップクラスの選手であった。競技種目別の被験者数と身体的特性（年齢、身長、体重、除脂肪量、体脂肪率）は表1に示す通りである。身体密度は、超音波測定装置（日本光電株式会社製）を使用し、超音波Bモード法を用いて測定した。身体6か所（右上腕部前後面、腹部、右肩甲骨下部、右大腿部前後面）の皮下脂肪厚を測定して、安部の式¹⁾により身体密度を計算し、Brozekの式³⁾により体脂肪率、除脂肪量を算出した。

各被験者および保護者には事前に測定の主旨を伝え、測定に参加する同意を文書にて得た。

2. 等速性筋力の測定

肘関節、膝関節および体幹の等速性筋力の測定には、筋力評価・訓練システムCON-TREX（スイスCMV社製）を用い（図1）、屈曲および伸展筋力を角速度60deg/sで測定した。肘関節および膝関節筋力は片側ずつ左右を測定した。競技種目間の筋力特性を分析するにあたり、小松ら¹⁴⁾の方法を用いてピークトルクを体重（kg）で除して、100を乗じたピークトルク体重比（PT/BW Peak Torque/Body Weight×100）を算出して評価した。発揮された肘関節、膝関節および体幹筋力のピークトルク体重比に関する競技種目別の基礎統計量は表2に示すとおりである。

表 1 競技種目別の被験者数および身体的特性

	n (人)	年齢 (歳)		身長 (cm)		体重 (kg)		除脂肪量 (kg)		体脂肪率 (%)	
		MEAN	(SD)	MEAN	(SD)	MEAN	(SD)	MEAN	(SD)	MEAN	(SD)
バレーボール	36	16.5	(0.6)	176.6	(5.6)	67.6	(7.4)	57.4	(5.7)	15.0	(2.6)
バスケットボール	43	17.0	(0.8)	178.2	(8.5)	69.8	(7.2)	59.9	(5.6)	13.9	(1.7)
ハンドボール	16	16.4	(0.5)	170.1	(4.9)	63.3	(7.1)	53.7	(5.2)	15.0	(2.7)
ラグビー	11	16.9	(0.3)	172.2	(4.8)	72.5	(9.9)	59.5	(5.2)	17.4	(5.6)
卓球	10	16.3	(0.8)	165.6	(4.2)	58.7	(5.2)	49.7	(3.8)	15.2	(2.1)
フェンシング	27	16.2	(0.7)	170.4	(4.2)	59.2	(6.8)	50.6	(4.0)	14.0	(3.6)
柔道	17	16.7	(0.8)	172.2	(6.4)	83.3	(24.1)	63.7	(10.7)	21.1	(9.3)
剣道	10	16.8	(0.4)	172.7	(5.3)	68.8	(5.4)	58.8	(3.6)	14.4	(2.0)
ボクシング	24	16.9	(0.3)	170.4	(5.6)	60.5	(6.8)	51.9	(5.1)	14.0	(2.3)
レスリング	74	16.5	(0.7)	169.2	(6.0)	73.0	(15.5)	59.3	(7.9)	17.5	(6.8)
競泳	28	16.9	(0.9)	173.0	(4.3)	65.7	(5.6)	56.6	(4.2)	13.7	(2.0)
アルペン	15	16.6	(0.7)	171.4	(5.1)	65.4	(7.7)	55.0	(4.5)	15.5	(3.9)
スピードスケート	32	17.4	(0.8)	170.2	(5.2)	62.6	(6.6)	53.7	(5.2)	14.1	(2.2)
漕艇	10	16.8	(0.4)	170.7	(4.0)	66.8	(5.0)	56.8	(3.4)	14.8	(2.8)
自転車	43	17.2	(0.6)	171.0	(4.2)	66.1	(4.8)	56.8	(3.3)	13.9	(2.1)
Total	396	16.8	(0.7)	171.9	(6.4)	67.5	(11.4)	56.7	(6.6)	15.3	(4.5)

n : 標本数, MEAN : 平均値, SD : 標準偏差, Total : 全競技者の平均値

表 2 肘関節，膝関節および体幹筋力のピークトルク体重比に関する競技種目別の基礎統計量 (PT/BW×100)

	肘関節				膝関節				体幹	
	屈曲		伸展		屈曲		伸展		屈曲	伸展
	右	左	右	左	右	左	右	左		
MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	MEAN(SD)	
バレーボール	66.5(7.3)	63.1(5.8)	93.4(14.6)	96.6(14.9)	163.0(20.9)	161.6(22.7)	286.7(54.4)	291.2(58.1)	265.7(31.7)	517.9(86.0)
バスケットボール	65.9(7.6)	64.0(6.7)	88.7(13.6)	92.4(15.5)	168.8(24.5)	165.9(21.7)	285.1(37.0)	288.0(37.0)	255.0(33.6)	497.7(79.0)
ハンドボール	70.8(7.5)	64.3(6.6)	88.3(14.8)	92.7(17.3)	165.1(29.2)	162.7(26.2)	293.8(41.3)	281.3(44.9)	277.1(32.1)	530.9(49.8)
ラグビー	70.1(9.7)	64.8(9.6)	91.5(16.6)	94.9(14.6)	164.9(30.3)	153.6(30.8)	267.2(40.9)	258.4(46.2)	271.5(35.7)	468.7(69.8)
卓球	65.4(14.4)	54.8(9.9)	87.9(15.5)	88.5(20.3)	164.5(32.0)	154.9(31.2)	269.0(29.5)	273.2(25.9)	232.3(41.4)	490.5(83.1)
フェンシング	68.9(9.0)	58.8(8.8)	82.6(14.1)	82.7(14.7)	164.6(32.7)	151.7(27.2)	285.3(60.0)	282.9(59.0)	257.0(42.7)	486.4(71.7)
柔道	70.0(12.8)	66.4(12.5)	90.1(21.9)	100.1(20.2)	143.2(32.2)	141.2(26.1)	258.7(52.7)	251.2(40.3)	239.2(36.2)	450.7(63.1)
剣道	87.4(13.1)	70.3(6.2)	103.5(16.6)	104.7(17.2)	166.4(30.3)	164.8(13.5)	300.8(32.0)	300.3(33.3)	285.6(49.0)	480.5(67.5)
ボクシング	73.3(8.2)	71.7(9.5)	89.4(12.3)	93.2(16.7)	154.7(25.6)	154.6(26.6)	280.4(43.1)	278.7(41.9)	238.1(30.8)	500.9(65.5)
レスリング	73.6(12.4)	70.7(11.5)	102.8(21.7)	106.2(24.6)	159.9(25.1)	152.7(22.5)	278.7(39.2)	269.9(40.5)	263.5(44.8)	484.7(79.1)
競泳	66.7(7.2)	66.4(6.4)	89.5(14.4)	91.8(15.3)	149.2(19.3)	138.0(20.4)	278.3(39.0)	274.8(35.1)	278.2(53.6)	461.1(76.5)
アルペン	69.7(10.6)	71.3(14.7)	96.7(20.7)	102.5(23.2)	171.0(27.4)	167.0(29.1)	296.1(31.0)	295.1(40.0)	265.1(58.8)	535.7(82.0)
スピードスケート	68.6(8.3)	63.4(9.5)	91.4(16.7)	93.6(17.0)	167.0(20.4)	164.6(22.2)	310.0(49.2)	308.6(43.8)	256.9(35.1)	501.3(49.5)
漕艇	77.7(8.7)	79.2(6.0)	95.4(13.5)	94.2(12.1)	157.5(19.2)	162.2(19.2)	281.9(33.7)	269.7(30.1)	270.4(36.7)	514.3(65.8)
自転車	72.8(7.3)	70.6(7.1)	99.4(15.0)	99.6(15.8)	173.7(25.7)	172.1(26.9)	280.6(37.5)	276.0(36.2)	282.8(43.6)	487.4(56.7)
Total	70.5(10.3)	66.8(10.1)	93.8(17.7)	96.6(19.2)	162.7(26.3)	158.1(25.6)	283.9(43.9)	280.5(44.1)	263.1(42.5)	492.9(73.3)

n : 標本数, MEAN : 平均値, SD : 標準偏差, Total : 全競技者の平均値

1) 肘関節屈伸筋力測定

肘関節の等速性筋力は、完全伸展位を0度とし、15度屈曲位から125度屈曲位の範囲で屈曲および伸展筋力を測定した。被験者を股関節10度屈曲位で背臥位にさせ、体幹および下腿部をベルトで固定し、グリップから回転軸までの距離を被験者の上腕長に合わせた。測定は片腕ずつ行い、3回の軽い練習と1回の最大努力での練習後に休息をはさんで、最大努力での屈曲および伸展動作を3回ずつ行いピークトルクを求めた。測定中反対側の手はグリップを握らせて行った。

2) 膝関節屈伸筋力測定

膝関節の等速性筋力は、完全伸展位を0度とし、15度屈曲位から95度屈曲位の範囲で屈曲および伸展筋力を測定した。被験者を椅座位で股関節85度屈曲位、膝関節90度屈曲位の状態にし、体幹および大腿部をそれぞれベルトで固定した。さらに測定側と反対側の脚は専用の器具で固定した。測定は肘筋力と同じ条件で片脚ずつ行った。測定中両手は左右のグリップを握らせた。

3) 体幹屈伸筋力測定

体幹の等速性筋力は、直立位を0度とし、5度伸展位から50度屈曲位の範囲で屈曲および伸展筋力を測定した。被験者を立位でCON-TREX上にセッティングし、下腿部、大腿部、腰部および胸部を専用のアタッチメントで固定し、上肢は胸部のパッドのハンドルを握らせた。練習を屈曲、伸展それぞれ3、4回反復し、30秒程度の休息をはさみ、最大努力での測定を4回ずつ行い、ピークトルクを求めた。切り返し時の衝撃がみられた場合は、十分な休息の後、再測定を行った。



肘関節筋力測定



膝関節筋力測定



体幹筋力測定

図1 肘関節（写真左）、膝関節（写真中央）および体幹（写真右）筋力測定における固定方法

3. 屈曲／伸展比の算出

発揮された等速性筋力の屈曲筋力を伸展筋力で除して、屈曲／伸展比を算出した。ただし、肘関節および膝関節筋力の屈曲／伸展比に関しては、右の屈曲／伸展比と左の屈曲／伸展比を平均し、その値を分析対象とした。

4. 統計処理

各変数の競技種目による差異を分析する場合は、分散分析を適用し、有意な主効果が認められた場合には、全競技者の平均値（Total）を対照群としてDunnett法により多重比較検定を行った⁹⁾。なお、本研究における統計的有意水準は全て5%未満とし、統計処理には、Excel統計2010（SSRI社製）を用いた。

Ⅲ. 結果

図2は、競技種目別の肘関節、膝関節、体幹筋力の屈曲／伸展比および分散分析（多重比較検定を含む）の結果を示している。

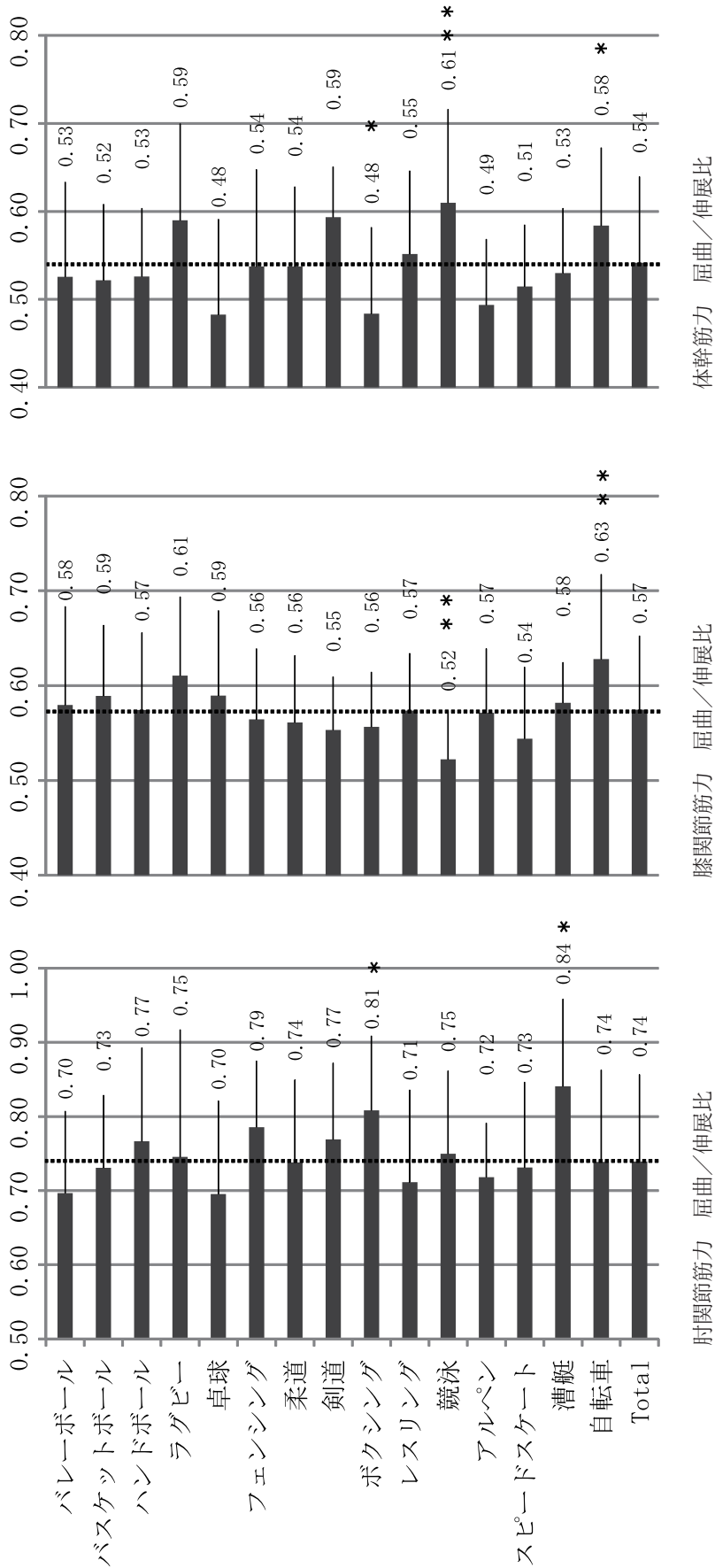


図2 競技種目別の肘関節，膝関節，体幹筋力の屈曲／伸展比および分散分析の結果
 図中の数字は平均値を表す，*：P<0.05，**：P<0.01，…：全競技者の平均値（Total）

15競技種目のうち、肘関節筋力の屈曲／伸展比で分散分析において有意な主効果が認められた競技種目は、漕艇およびボクシングであり、全競技者の平均値と比較して有意に高い値であった。膝関節筋力の屈曲／伸展比において、自転車が高競技者の平均値と比較して有意に高い値であった。また、競泳は有意に低い値であった。体幹筋力の屈曲／伸展比において、競泳および自転車は、全競技者の平均値と比較して有意に高い値であった。また、ボクシングは全競技者の平均値と比較して有意に低い値であった。

IV. 考察

本研究は15競技種目の岐阜県内トップレベルの高校男子396名において、等速性肘関節、膝関節および体幹筋力を測定し、その屈曲／伸展比から競技種目特性について検討した。

肘関節筋力の屈曲／伸展比が高競技者の平均値より有意に高かった競技種目は、漕艇およびボクシングであった。これは、漕艇およびボクシングは上肢の筋力発揮において肘関節屈曲筋力が重要となる種目であることを示唆している。また、統計的に有意ではなかったが、フェンシング、ハンドボール、剣道も高い傾向を示した。これらの競技種目に共通していることは、肘関節を屈曲させる動作が頻繁に行われることである。特に漕艇は、脚の伸展、体幹の伸展、腕の屈曲が一連の動きのなかで繰り返される種目である²²⁾。漕艇の筋力特性について、実業団全日本選手権男子優勝チームの等速性肘関節筋力および膝関節筋力を調べた川上らの研究結果¹¹⁾では、一流選手の肘関節筋力の屈曲／伸展比は0.72、膝関節筋力の屈曲／伸展比は0.65であった（表の平均値より計算）。それに対し、本研究の高校男子漕艇選手の肘関節屈曲／伸展比は0.84、膝関節屈曲／伸展比は0.58であった。この値と一流選手の結果とを比較して、高校選手は一流選手に比べ肘関節伸展筋力に対する屈曲筋力の割合が高く、膝関節伸展筋力に対する屈曲筋力の割合が低かった。これらの結果から、高校漕艇選手は、上肢の屈曲に頼ったローイング動作になっている可能性が考えられる。また、股関節伸展に働く大腿二頭筋¹⁷⁾を意識して漕いだり、積極的にトレーニングをする必要性があるのかもしれない。

膝関節筋力の屈曲／伸展比において有意に高い値を示したのは自転車競技であり、ラグビーも有意ではないが全競技者の平均値と比較して高い傾向を示した。池田ら⁷⁾は大学自転車競技部に所属する男子学生を対象に、90秒間の全力ペダリングにおけるピークパワーおよび等速性膝関節筋力を測定し、膝関節伸展筋力とピークパワーの間に相関関係はみられず、膝関節の屈曲筋力との間に有意な正の相関関係がみられたと報告している。また、クランク角100度から180度までの局面で膝関節では屈曲トルクが発揮されており⁹⁾、自転車競技において、ペダルを後方に送る膝屈曲筋力の重要性が示唆されている。本研究の結果においても、高校生の段階において、すでに自転車競技の選手は他の競技種目の選手よりも、膝伸展筋力に対して膝屈曲筋力が相対的に高い特徴がみられた。

膝関節筋力の屈曲／伸展比が高競技者の平均値と比較して低かった競技種目は、競泳およびスピードスケートで、競泳は有意に低い値を示した。18競技種目の男子高校スポーツ選手の大腿部筋断面積を調べた星川ら⁶⁾は、大腿部の横断画面像から明らかにした全筋断面積における大腿四頭筋の占める比率は、バレーボール、競泳の順で高く、ハムストリングスの占める割合はバレーボール、競泳の順で低かったことを報告している。本研究で対象とした競泳選手は、膝関節屈曲筋力に対して、伸展筋力の割合が高いという結果を示したことから、星川らの報告を踏まえると、高校競泳選手は膝関節伸展筋群が発達しており、さらに屈曲伸展筋力のバランスにおいても伸展筋力が高いという特徴を持つと考えられる。

体幹の屈曲／伸展比が高競技者の平均値と比較して高い傾向を示した競技種目は、競泳、ラグビー、剣道、自転車であり、競泳および自転車は有意に高い値を示した。加藤は¹⁰⁾競泳の競技特性から競泳選手に求められる体力の一つに、上肢と下肢の連携を司る体幹筋の機能を挙げている。本研究の結果においても、競泳選手の特長として、体幹の伸展筋力に対して屈曲筋力の割合が高いことが示唆され

た。また，自転車競技では空気抵抗を小さくするために，股関節，体幹の屈曲位を維持することが重要である⁷⁾。池田ら⁷⁾は自転車競技の一流選手と大学選手の等速性体幹筋力を測定し，一流選手が大学選手よりも有意に高かったことを報告している。さらに，剣道は約8～10kgの防具と稽古着・袴を装着し，4～5分間の試合時間を全身の筋を働かせて行う運動である²²⁾ため，素早い打突や動きの切り替えを行う際に体幹の筋力が重要になる。これらの競技に共通していることは，動きの中での体幹の高い安定性が要求されることであり，トレーニングを行う際に体幹部の，特に屈曲側を鍛えるトレーニングをバランスよく取り入れていくことが必要だと考える。また，ボクシングは体幹の屈曲／伸展比が有意に低い種目であった。ボクシングでは相手のパンチの衝撃からボディを守るために腹筋群を鍛えるが，パンチを繰り出す際に使われる背筋群の重要性が示唆された。

本研究において，本格的なトレーニングが開始される高校の段階で肘関節，膝関節および体幹筋力の屈曲／伸展比に競技種目ごとの特徴がみられることが示唆された。今後男女ともに屈曲筋力とその拮抗筋力である伸展筋力のバランスを明らかにしていくことで，競技種目特性がより明確になっていくと考えられる。

V. まとめ

本研究では，15競技種目396名の高校男子選手を対象に等速性肘関節，膝関節および体幹筋力の測定を行い，各筋力の屈曲／伸展比から競技種目特性を検討することを目的とした。分析の結果，以下の結論を得た。

1. 肘関節筋力の屈曲／伸展比が有意に高かった競技種目は漕艇およびボクシングであった。また，フェンシング，ハンドボール，剣道も高い傾向にあった。肘関節の屈曲を頻繁に行う競技種目で屈曲筋力が伸展筋力に対して相対的に高いことが示された。
2. 膝関節筋力の屈曲／伸展比において有意に高かった競技種目は自転車競技であり，ラグビーも高い傾向を示した。有意に低かった競技種目は競泳であり，スピードスケートも低い傾向を示した。それぞれ競技種目の特性が確認された。
3. 体幹の屈曲／伸展比が高い傾向を示した競技種目は，競泳，ラグビー，剣道，自転車であり，競泳および自転車は有意に高い値を示した。また，有意に低い値を示したのはボクシングであった。動きの中での体幹の高い安定性が要求される競技では，屈曲筋力が伸展筋力に対して相対的に高いことが示唆された。

謝辞：本研究の測定は，岐阜県スポーツ科学トレーニングセンター杉山英一所長をはじめ，同センターに在籍されたスポーツ研究員，測定業務専門職員など多くの方々のご尽力によって行われた。これらの方々に，記して感謝の意を表します。

文 献

- 1) 安部孝，福永哲夫（1995）日本人の体脂肪と筋肉分布．杏林書院，pp.109-121.
- 2) 相原博之，中川喜直，服部正明（2008）一流アルペンスキー選手の体力特性および競技成績（FISポイント）との関連性について．東海大学紀要体育学部，38：79-85.
- 3) Brozek J., Grande F., Anderson J.T., and Keys A.(1963) Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. Ann. NY Acad. Sci., 110：113-140.
- 4) 福永哲夫（1987）筋出力からみたスポーツ選手の体力的特性．Jpn. J. Sports Sci., 6(11)：684-691.
- 5) Gregor R.J., Cavanagh P.R., LaFortune M. (1985) Knee flexor moments during propulsion in

- cycling—A creative solution to Lombard's Paradox. *J. Biomechanics*, 18(5) : 307-316.
- 6) 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 内山亜希子, 中嶋由晴 (2006) 高校生スポーツ選手の大腿部筋断面積の性差と競技種目差. *トレーニング科学*, 18(4) : 375-386.
 - 7) 池田祐介, 高嶋渉, 谷所慶, 前川剛輝, 西山哲成 (2009) トラック種目を専門とする一流自転車競技選手と大学自転車競技選手の体力要素の比較および大学自転車競技選手の1kmタイムトライアルにおけるパフォーマンスと体力要素の関係. *トレーニング科学*, 21(4) : 399-416.
 - 8) 今泉哲雄, 木村昌彦, 高橋進, 射手矢岬 (1998) 一流女子柔道選手における体幹屈曲筋力・体幹伸展筋力の重要性. *日本体育協会スポーツ医・科学研究報告*, 2 : 75-79.
 - 9) 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 内山亜希子, 中嶋由晴 (2006) 高校生スポーツ選手の競技種目別の大腰筋断面積. *体力科学*, 55 : 217-228.
 - 10) 加藤知生 (2005) 水泳選手の体力特性. *理学療法*, 22(1) : 271-276.
 - 11) 川上泰雄, 野崎大地, 福永哲夫, 松尾彰文 (1990) ボート選手の短縮性・伸張性筋パワー出力特性. *日本体育協会スポーツ医・科学研究報告*, 14 : 137-141.
 - 12) 木村護郎, 今野宏亮, 徳元仁美, 松原由未子, 粟井瞳, 佐々木誠 (2004) 大腿四頭筋ならびに内・外側ハムストリングの筋力比と大腿部肉離れの発生との関係. *理学療法学*, 19(4) : 323-329.
 - 13) 古泉一久, 渡辺文雄, 松田竜太郎, 宮舘美能留, 登坂一晴, 村本和世, 清田寛, 大和眞 (1998) スポーツ種目別にみた筋力特性の評価. *疲労と休養の科学*, 14(1) : 59-68.
 - 14) 小松泰喜, 田中尚喜, 上内哲男, 金景美, 早川拓哉, 市瀬郁子, 武藤芳照 (1997) 競泳選手における泳法別の上肢の筋出力特性. *日本体育協会スポーツ医・科学研究報告*, 2 : 143-145.
 - 15) 車谷洋, 村上恒二, 金子文成 (2003) 野球選手のポジション別肘関節屈曲・伸展筋力の比較. *The Journal of Japanese Society of Clinical Sports Medicine*, 11(1) : 80-84.
 - 16) 三浦朗, 友末亮三, 池川繁樹, 平野裕一, 金久博昭, 福永哲夫 (1994) ボート・テニス・野球選手の上腕における筋力および組織の左右差. *トレーニング科学*, 6(2) : 95-100.
 - 17) 永田晟著 (1984) 筋と筋力の科学—筋収縮のスペクトル解析—. 不昧堂出版, pp.215-228.
 - 18) 野村照夫, 本間三和子, 藤本秀樹, 高山優子, 榎本至, 森井博之, 野村孝路 (1999) 水泳競技におけるフィットネス・チェック項目の整備. *日本体育協会スポーツ医・科学研究報告*, 2 : 50-54.
 - 19) Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D (1997) Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med*, 25 : 81-85.
 - 20) 齋藤義信, 岩井一師, 中里浩一, 入江一憲, 水野増彦, 中嶋寛之 (2009) 腰痛を有する大学陸上競技選手の身体的特徴. *体力科学*, 58 : 99-108.
 - 21) 高柳清美, 細田昌孝, 久保田章仁, 中山彰一 (2005) 筋力の測定方法. *理学療法*, 22(1) : 73-79.
 - 22) トレーニング科学研究会編 (1990) 競技力向上のスポーツ科学Ⅱ. 朝倉書店, pp.63-71.