

アメリカンフットボール選手における下肢の筋形態と機能的特性

Structural and functional characteristics of the lower limb muscles in American football players

神田 賢孝 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：アメリカンフットボール、MRI法、無酸素性パワー

抄録

アメリカンフットボールはポジションによって異なる技術や運動能力が要求されることから、下肢における筋形態や筋の機能的特性が異なる可能性が考えられる。本研究では、大学アメリカンフットボール選手における下肢筋形態及び筋機能特性をポジション別に明らかにすることを目的とした。

被検者は大学生アメリカンフットボール選手52名とし、ポジション別にLine Group 以下{LG(n=14)}, Middle Skill Group {以下MG(n=18)}, Skill Group {以下SG(n=20)}の3群に分類した。大腿における伸筋群(大腿直筋、外側広筋、中間広筋、内側広筋)及び屈筋群(大腿二頭筋短頭及び長頭、半腱様筋、半膜様筋、縫工筋、薄筋)の筋横断面積及び筋体積はMRI法によって測定した。得られた筋体積については、体重に対する相対値として評価した。間欠的なペダリング運動はPower Max V IIを用いて測定した。負荷重量は体重の2.5%kpとし、5秒間を15秒間の休憩をはさみ10セット行わせた。ピークパワー値及び体重に対する相対値を求めた。フィールドテストはT-test, I-test, 40yd-dash, Standing jumpを測定した。

大腿部の各筋体積をポジション毎に比較したところ、絶対値では、全体筋体積、伸筋群、屈筋群にポジション間の有意差があり、相対値でもSG及びMGにおける伸筋群の外側広筋及び内側広筋が有意に高い値であった。間欠的なパワー発揮能力におけるピークパワー及びパワーの低下傾向は、絶対値では有意な差が認められたが、相対値ではポジション間で著しい差は認められなかった。しかしながら、速度の要素である回転数は4セットまで、MG及びSGがLGよりも優れていた。大腿部筋体積

と無酸素性パワー発揮能力の関係より、全ての筋群において有意な相関関係が認められた。特に外側広筋及び内側広筋の相関係数が高い値を示した。したがって、外側広筋及び内側広筋の筋体積を高めることにより無酸素性パワー発揮能力が向上する可能性が示唆された。膝伸筋群における各筋体積の相対値とフィールドテストとの関係を検討したところ、有意な相関関係が認められた。したがって、膝伸筋群における各筋体積はフィールドテストに影響を及ぼす因子であることが明らかとなった。また、各フィールドテストは種目の動作の違いによって、影響を及ぼす筋群が異なることが明らかになった。

以上のことから、アメリカンフットボール選手におけるポジション別の下肢筋形態は、ポジション間によって発達している部位が異なることが明らかとなった。

1. 研究目的

アメリカンフットボールにおいてより高いパフォーマンスを獲得するためには、高い身体能力が要求されることが考えられる⁴⁾⁵⁾。近年では、選手の身体は大きくなりプレースピードも速くなっている傾向がある。従って、コンタクト時において身体にかかる衝撃の強さは増大していることから、試合中の衝撃に耐えるためにはより高い身体能力が必要と考えられる。試合進行に連続性はなく間欠的に高強度の運動を反復するという運動様式である。特に約10kgある防具を着用し、激しいコンタクトをする対人競技であるため、アメリカンフットボール選手の形態及び体力を科学的観点から評価することは競技力向上において有効であるものと考えられる。

各種競技スポーツにおいて筋力やパワー発揮能力は、

競技力向上に大きく影響を及ぼすことは周知の事実である^{6) 12)}。角田ら¹⁹⁾は、スポーツ競技選手の大腿四頭筋断面積と膝伸展筋力について検討し、大腿部の全筋断面積に対する伸筋群の比率は、バレーボール選手が高く、伸筋群に対する各構成筋群の断面積比率はサッカー選手の大腿直筋が高く、スピードスケート選手では外側広筋が多いことを報告している。勝田ら⁹⁾は、スポーツ競技種目により運動様式が異なれば、大腿部を構成する各筋への負荷が異なるため大腿部の筋組成を検討する場合には1カ所での評価のみではなく複数の部位について検討する必要性を報告した。久野ら¹²⁾は、MRI法を用いてスポーツ選手の大腿部を測定し、筋横断面積は陸上選手において上部が、サッカー選手では下部が相対的に発達していることを報告している。大腿部及び下腿部に位置する伸筋群及び屈筋群の筋厚値、筋横断面積及び筋体積は、競技パフォーマンスに影響を及ぼすことが報告されている^{8) 18) 19)}ことから、筋群ごとに定量化することは身体能力を評価する上で非常に重要であると考えられている。これらのことから、競技スポーツの種目特性を検討する際には、測定部位や筋群ごとに詳細に検討する必要がある。アメリカンフットボール選手における筋形態の特性を検討した研究^{5) 8)}はいくつかみられるが、下肢筋群を構成する筋を細部まで検討したものや、ポジションごとに検討した報告はみられない。

Gleimら³⁾は、アメリカンフットボールの試合中におけるエネルギー供給について、その大半が無酸素性のエネルギー供給であることを報告しており、アメリカンフットボール競技においては、短時間高強度運動を間欠的に行うため無酸素性パワーが重要であることを示唆するものである。従って、アメリカンフットボールは短時間高強度運動を間欠的に行うため無酸素性パワーが極めて重要であることを意味するものである。アメリカンフットボール選手を対象とした、身体的特性^{5) 8)}及びパワー^{3) 20)}に関する先行研究はいくつか存在するものの、その殆どが、パワーの最大値に焦点をあてたものである。しかしながら、間欠的なパワーの発揮能力に着目した研究や、筋形態と筋機能との関わりについての検討はなされていない。

身体的特性や運動能力特性を分析することは、アメリカンフットボールの特性を理解するだけでなく、競技力向上を目的としたトレーニングメニュー作成にあたって有益な資料と成り得るものと思われる。さらに、ポジション別による身体的特性や運動能力特性の違いが明らかになればポジション選考及びポジション別トレーニングメニューの作成に役立つことが考えられる。

そこで本研究では、大学アメリカンフットボール選手における下肢筋形態及び筋機能特性を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

被検者は、関東学生アメリカンフットボール連盟の1部に所属する大学生アメリカンフットボール選手52名とし、ポジションによってOffensive line (以下OL)、Defensive line (以下DL)をLine Group (以下LG, n=14)、Tight end (以下TE)、Running back (以下RB)、Quarterback (以下QB)、Linebacker (以下LB)がMiddle Skill Group (以下MG, n=18)、Wide receiver (以下WR)、Defensive back (以下DB)をSkill Group (以下SG, n=20)の3群に分類した(Fig. 1)。被検者の身体的特性は、Table 1に示した。各被検者には研究の目的及び測定方法の安全性について十分な説明を行い、測定への参加の同意を得た。また、本研究では、国士舘大学研究倫理評価委員会の承認を受けて実施した。

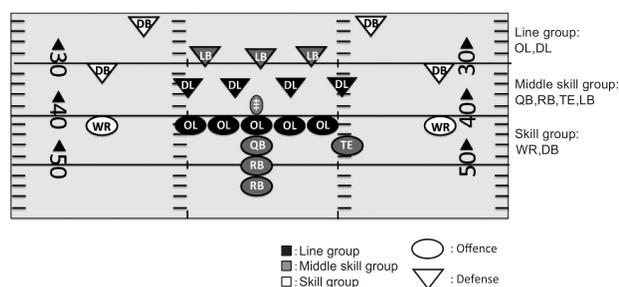


Fig. 1. American football position

Table 1. Physical characteristics of subject

Group	n	Age (yrs)	Body Height (cm)	Body Weight (kg)
LG	14	19.9±1.2	176.3±4.1	98.4±11.0
MG	18	19.8±1.4	173.4±5.5	83.3±7.2
SG	20	19.8±1.2	170.7±5.5	70.5±4.9

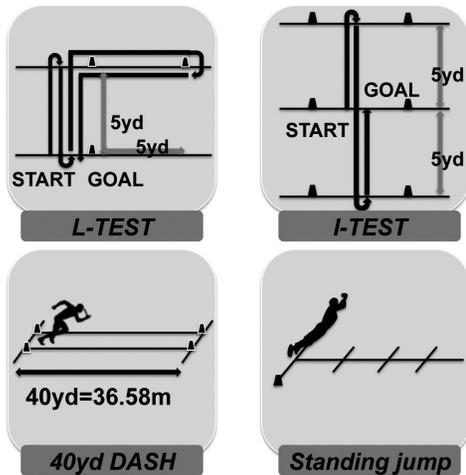
LG: Line group, MG: Middle skill group, SG: Skill group Values are Mean±S.D.. *p<0.05

2. 形態計測及び大腿部における筋体積の測定

形態計測は、身長、体重を測定した。身長はデジタル身長計を用いて測定し、体重は、マルチ周波数体組成計(TANITA Body Composition Analyzer MC-190, TANITA社製)を用いて測定した。

大腿部における筋体積の測定は、各群からランダムに選出した18名(LG:4名, MG:8名, SG:6名)を対象に行った。なお、測定した被検者の身長及び体重は、所属する群の平均値の±5cm及び±5kg以内であった。磁気共鳴映像法(MRI)を用いて撮影し、得られた縦断像より腸骨稜から脛骨骨頭までの近位及び遠位方向へそれぞれスライス厚10mm, スライス間隔0mmにより連続的な横断画像の撮影を行った。大腿における伸筋群(Knee

extension: KE) : 大腿直筋 (Rectus femoris: RF), 外側広筋 (Vastus lateralis: VL), 中間広筋 (Vastus intermedius: VI), 内側広筋 (Vastus medialis: VM) 及び屈筋群 (Knee flexion: KF) : 大腿二頭筋短頭及び長頭 (Biceps femoris: BF_s, BF_l), 半腱様筋 (Semitendinosus: ST), 半膜様筋 (Semimembranosus: SM), 縫工筋 (Sartorius: Sar), 薄筋 (Gracilis: Gr) の解剖学的横断面積 (ACSA) をトレースし算出した. 筋体積 (Muscle volume: MV) は秋間ら²⁾の算出方法と同様に各筋について起始部より停止部までの ACSA とスライス厚 (10mm) を用いた式 ($MV=10 \times \sum ACSA$) によって算出した (Fig. 2). 筋体積については, 相対的な評価を行うために, 筋体積を体重で除した値で示した. なお, 同一被検者を 10 回測定した横断面積におけるトレースの変動係数は各筋とも 3% 未満であり, トレースの分析精度については十分信頼できるものと判断した.



L-TEST(スタートラインから5yd先にあるポイントに2往復後, 右方向にあるポイントを周リスタートラインまで戻るタイムを測定する。)

I-TEST(5ydおきに置かれたポイントを中心からスタートし, 両サイドラインをタッチしスタートラインまで戻るタイムを測定する。)

Fig. 2. Field test method

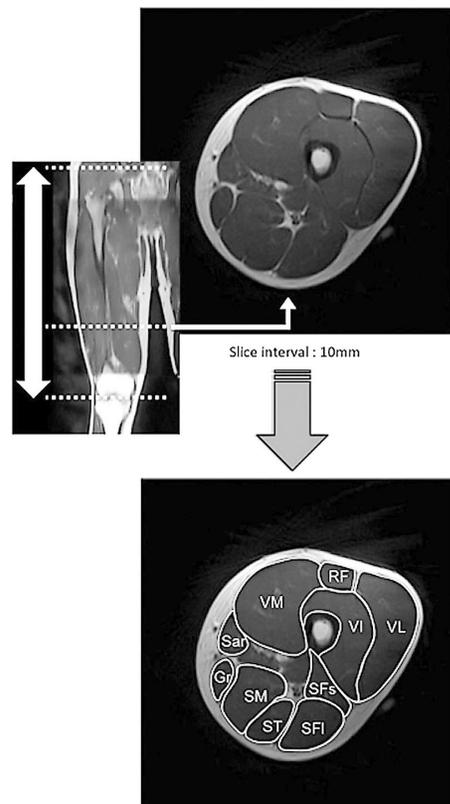
3. 間欠的ペダリング運動時における無酸素性パワーの測定

ペダリングによる間欠的運動は自転車エルゴメーター (Power Max V II, COMBI社製) を用いて実施した. 負荷重量は体重の2.5% kp とし, 5秒間の最大努力でのペダリングを15秒間の休憩をはさみ10セット行わせた. また, 測定時には, Power Max V II と PC をケーブルで接続し, データ収集プログラムソフト (COMBI社製) を用いて0.1秒ごとに記録し, 作業負荷 (kp) と回転数 (rpm) を記録した. 得られた作業負荷と回転数から, 中村ら^{14) 15)} のパワー算出式 {Power=作業負荷 (kp) × 回転数 (rpm) × 6 ÷ 60 × 9.8} を参考に各試技の無酸素性パワーを求めた. ま

た, 体重当りのピークパワー値及び1set値に対する10set値の低下率を算出した.

4. フィールドテスト

フィールドテストの項目は, 先行研究^{4) 17) 20)} 及びプロフットボール選手や大学生選手のスピード・パワー・筋力を評価する際に用いられている L-test (スタートラインから5yd先にあるポイントに2往復後, 右方向にあるポイントを中心からスタートし, 両サイドラインをタッチしスタートラインまで戻るタイムを測定する.), I-test (5ydおきに置かれたポイントを中心からスタートし, 両サイドラインをタッチしスタートラインまで戻るタイムを測定する.), 40yd-dash, Standing jump を採用し, それぞれの記録を測定した (Fig. 3).



KE	KF
RF: Rectus femoris	BF: Biceps femoris
VL: Vastus lateralis	ST: Semitendinosus
VI: Vastus intermedius	SM: Semimembranosus
VM: Vastus medialis	Sar: Sartorius
	Gr: Gracilis

Fig. 3. Cross-sectional muscle area measurement for thigh using MRI

5. 統計処理

全ての測定値は, 各群の平均値及び標準偏差値で示した. パワーの群間比較は, 一元配置分散分析を用いて各項目の有意性の検定を行った. 一元配置分散分析に有意

な効果が認められた場合にはpost-hoc test (Scheffe法)により、各群間の有意差検定を実施した。また、筋形態の測定項目とパワー、フィールドテストとの相関関係については、ピアソンの相関分析によって相関係数を算出した。有意水準はそれぞれ5%とした。

III. 結果

1. 下肢筋群の筋体積

大腿部の筋体積をFig.4に示した。上図は大腿部全体の筋体積について示したものである。大腿部全体はLGがSGよりも有意に高い値を示した。KEにおいてもLGがSGよりも有意に高い値を示した。KFはLGがMG及びSGよりも高い値を示した。下図は体格上の差異による影響を除外するために体重で除してポジション毎に比較したものである。大腿部の筋体積は有意な差が認められなかった。KE及びKFではSGがLGよりも有意に高い値を示した。絶対値においてはLGが高い値を示す傾向が認められたが、相対値ではSGが高い値を示す傾向であった。

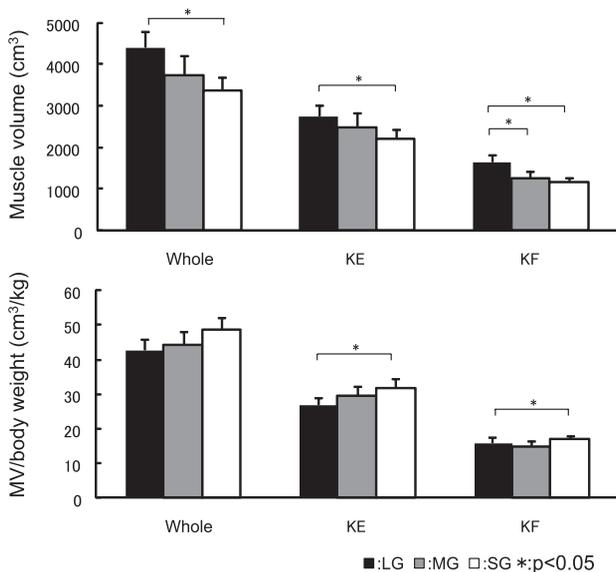


Fig. 4. Comparisons of KE and KF muscle volume

Fig. 5は大腿部における各筋の体積を示したものである。KEではVMにおいてLGがSGよりも有意に高い値を示した。KFにおいてはST以外にLGがMG及びSGよりも有意に高い値を示した。群間差はKEよりもKFに認められる傾向があった。

大腿部の各筋を体重当たりの筋体積について相対的に比較した結果、KEにおけるVLはSGが $8.7 \pm 0.5 \text{ cm}^3/\text{kg}$ 、MGが $10.1 \pm 0.9 \text{ cm}^3/\text{kg}$ 、SGが $10.4 \pm 0.7 \text{ cm}^3/\text{kg}$ を示し、SGがLG及びMGと比較して有意に高い値を示した。VMはSGが $6.7 \pm 0.5 \text{ cm}^3/\text{kg}$ 、MGが $7.1 \pm$

$0.7 \text{ cm}^3/\text{kg}$ 、SGが $7.9 \pm 0.5 \text{ cm}^3/\text{kg}$ を示し、有意に高い値を示した。KFでは有意な差が認められなかった。

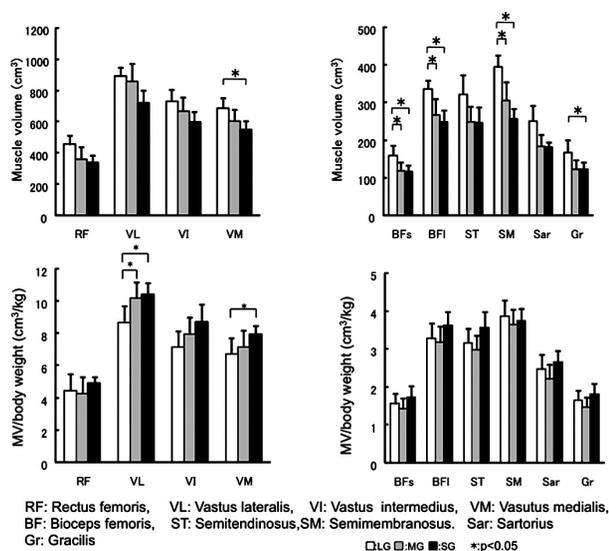


Fig. 5. Comparisons of muscle volume and muscle volume to whole body weight among three groups

2. 膝伸展・屈曲筋力及び無酸素パワー

間欠的なペダリング運動時のピークパワーの変化様相をFig.6に示した。ピークパワーは全てのセットにおいて有意な群間差が認められたが、体重当たりのピークパワー値では、著しい群間差は認められなかった。次に、1セット目のピークパワーに対する各セットの低下率をFig.7に示した。その結果、MG及びSGは最終の10セット目では82%程度に低下しており、LGは86%程度の低下を示していた。しかしながら、全てのセット内に群間差は認められず間欠的運動時のパワーの低下率は差がないことが明らかになった。Fig.8はペダリング運動における各セットのピーク回転数を示したものである。SG及びMGはLGと比較して1～4セットの回転数において有意に高い値を示した。

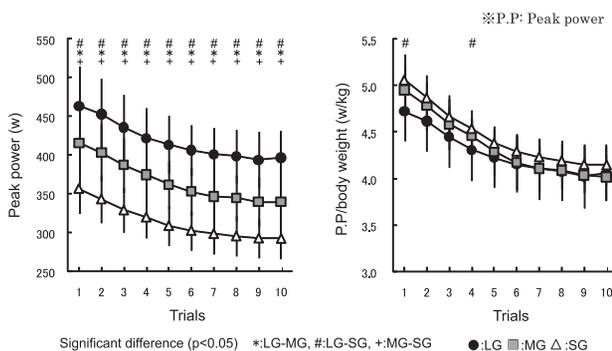
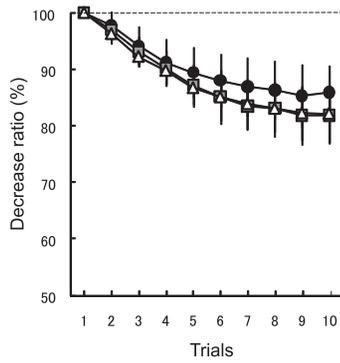
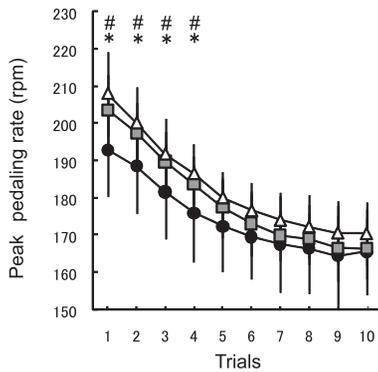


Fig. 6. Comparisons of peak power and P.P to body weight among the three groups



Significant difference ($p<0.05$) * :LG-MG, # :LG-SG, + :MG-SG ● :LG ■ :MG ▲ :SG

Fig. 7. Comparisons of peak power decrease ratio among the three groups



Significant difference ($p<0.05$) * :LG-MG, # :LG-SG, + :MG-SG ● :LG ■ :MG ▲ :SG

Fig. 8. Comparisons of peak rpm in pedaling among the three groups

3. 下肢筋群の筋形態特性と機能的特性の関係

Table 2は大腿部における筋体積と間欠的ペダリング運動時におけるピークパワーの関係を示したものである。大腿部における筋体積と間欠的ペダリング運動時における

Table 2. Relationship between muscle volume and power output

MV	Power
KE	
RF	$r=0.689^*$
VL	$r=0.791^*$
VI	$r=0.650^*$
VM	$r=0.835^*$
KF	
BFs	$r=0.481^*$
BFI	$r=0.715^*$
ST	$r=0.673^*$
SM	$r=0.821^*$
Sar	$r=0.672^*$
Gr	$r=0.584^*$

RF: Rectus femoris, VL: Vastus lateralis, VI: Vastus intermedius, VM: Vastus medialis, BF: Biceps femoris, ST: Semitendinosus, SM: Semimembranosus, Sar: Sartorius, Gr: Gracilis

* : $p<0.05$

ピークパワーの関係は各筋とも有意な正の相関関係が認められた。

4. フィールドテストの測定値と下肢筋群筋形態特性の関係

Table 3はフィールドテストの測定値を示したものである。全ての測定項目において、SG及びMGはLGとの間に有意な差が認められ、MG及びSGはLGより優れた測定値を示した。

Table 4は大腿部における体重当りの筋体積と各フィールドテストの測定値との相関関係を示したものである。KEにおいて各フィールドテストの測定値とも有意な相関関係が認められた。続いてKFにおける筋体積と各フィールドテストの測定値との関係は有意な相関関係は全ての筋群に認められなかった。KEにおける各筋群の筋体積とフィールドテストの測定値との関係については、L-TESTはVI及びVMが、I-TEST、40yd DASH及びStanding jumpはRF以外の各筋群において有意な正の相関関係が認められた。

Table 3. Comparisons of performance test among the three groups

Group	n	L-test (s)	I-test (s)	40yd dash (s)	standing jump (cm)
LG	10	8.7 ± 0.7	5.3 ± 0.4	5.7 ± 0.3	214.9 ± 24.7
MG	14	8.1 ± 0.3	4.8 ± 0.2	5.2 ± 0.2	244.2 ± 17.7
SG	16	7.9 ± 0.3	4.7 ± 0.1	5.1 ± 0.1	244.2 ± 13.9

LG: Line group, MG: Middle skill group, SG: Skill group Values are Mean \pm S.D. * : $p<0.05$

Table 4. Relationship between muscle volume and field test

MV/BW	L-TEST	I-TEST	40yd DASH	Standing jump
KE	$r=0.538^*$	$r=0.550^*$	$r=0.608^*$	$r=0.621^*$
KF	n.s	n.s	n.s	n.s
KE				
RF	n.s	n.s	n.s	n.s
VL	n.s	$r=0.587^*$	$r=0.575^*$	$r=0.590^*$
VI	$r=0.619^*$	$r=0.609^*$	$r=0.542^*$	$r=0.700^*$
VM	$r=0.535^*$	$r=0.633^*$	$r=0.521^*$	$r=0.573^*$

RF: Rectus femoris, VL: Vastus lateralis, VI: Vastus intermedius, VM: Vastus medialis * : $p<0.05$

IV. 考察

1. 下肢筋群の筋形態特性

全身筋量の50%以上を占める下肢筋群¹⁾は、日常生活及びスポーツにおいて重要な役割を果たす。大腿部及び下腿部に位置する伸筋群及び屈筋群の筋厚値、筋横断面積及び筋体積は筋力や競技パフォーマンスに影響を及ぼすことが報告¹⁸⁾されていることから、筋群ごとに定量化することは身体能力を評価する上で非常に重要であると考えられている。勝田ら⁹⁾によると一流選手の大腿部の筋形態は、種目特有の形状を持っていることを報告して

いる。星川ら⁶⁾はタレント発掘や競技力向上に有効なトレーニング法を考案していく上での基礎的資料になり得ると報告している。しかしながら、これまでアメリカンフットボール選手の形態的特徴に関する先行研究⁵⁾⁸⁾によれば、主に身長、体重及び周径圍を扱ったものであり、アメリカンフットボール選手の下肢における局所的な筋量をポジション毎に定量化したものは見当たらない。そこで本研究では下肢筋量を算出するMRI法を使用して各筋群の筋体積を定量化した。各筋群の筋体積は体重と密接な関係にあることを考慮し、本研究では相対的な評価を行うために体重当たりの筋体積を求めた。星川ら⁶⁾によると大腿部の全筋断面積を除脂肪体重の0.9乗で除した場合には、絶対値の値とは異なる結果になる報告をしており、本研究でも同様の結果となった。体重当たりの筋体積を求めた結果のSGがLGと比較してKE及びKFが高値を示したが、筋ごとに比較するとKEではVL及びVMにおいて顕著に差が認められた。KFにおいては絶対値では有意な差が認められたが、相対値で比較したところ、有意な差が認められなかった。SGにおけるVL及びVMの筋量がLGより高値を示した。その要因として、SGは他のポジションと比較して走トレーニングや切り返しなどのストップ&ゴーの動作様式が多い傾向があるため、VL及びVMが発達したのではないかと推察された。従って、それぞれのポジションによって特異的な運動形式及びそのような運動形式でのトレーニングの反復が、筋形態の特異性を生じさせた可能性は十分考えられるものと推測された。

2. 下肢筋群の筋形態が機能的特性に及ぼす影響

スポーツ活動において瞬発的なパワー発揮能力は走、跳、投動作等といった運動能力の優劣に直接的に影響を及ぼす重要な要素である。より大きなパワーを発揮するためには、骨格筋の形態及び機能的な特性が大きく関与¹⁴⁾¹⁵⁾しており、それらの情報を正確に得ることにより、スポーツ選手の競技力を推測することが可能である。本研究ではアメリカンフットボール選手における大腿部の筋形態と筋機能に及ぼす影響について検討した。

間欠的なペダリング運動による無酸素性パワーはあらゆるスポーツにおいて競技力を反映する因子として重要視されており、アメリカンフットボール競技においても、コンタクトスポーツであるが故に必要な能力とされている。自転車エルゴメーターの無酸素性パワーは、負荷(力)と回転数(速度)の積によって決定され、パワーを構成する要素である力と速度の面から検討することが可能である。ピークパワーは回数を重ねるごとに低下する傾向を示した。ピークパワーをポジション毎に比較したところ、3群間に有意な差が認められた。このような結果の要因

として、無酸素性パワーの力の要素である負荷が関係しており、体重による差異の要因が関与した可能性が考えられる。そこで、形態による差異を除くために体重当りのピークパワー値で比較したところ、同様の傾向を示した(Fig. 5)。よって、パワー発揮能力はポジション間に顕著な差はなく同程度であることが認められた。ポジション毎における1セット目のピークパワーに対する各セットの低下率の結果は、MG及びSGは最終の10セット目では18%程度の低下をしており、LGは14%程度の低下を示した(Fig. 6)。間欠的ペダリング運動時のパワー低下率はポジションによる特性はなかった。間欠的なペダリング運動における各セットのピーク回転数を比較した結果、SG及びMGはLGと比較して1~4セットの回転数において有意に高い値を示した。自転車エルゴメーターの回転数は無酸素性パワーの速度に当たる部分であるため、MG及びSGは負荷(力)の要素よりも速度の要素において、LGよりも優れていることが明らかになった。アメリカンフットボールは高強度運動を短い休息時間を挟みながら行われる運動であり、パワー発揮においては瞬間的な筋力発揮をいかに効果的に行うかが重要となる。間欠的ペダリング運動時のパワー低下率については、ポジション間の有意差はなく、回転数における速度の要素でポジション特性が認められることが推察された。従ってペダリング運動において、股関節や膝関節運動に関与する大腿伸筋群や屈筋群の活動量は大きく、パワー発揮への貢献度が高いものと考えられた。

本研究では大腿部における筋体積と間欠的ペダリング運動におけるピークパワーの関係について検討した(Table 2)。この結果、全ての筋において有意な相関関係が認められ、各筋体積はピークパワーと密接な関係にあることが明らかになった。特にKEではVL及びVMの相関係数が高い値を示した(VL: $r=0.791$, VM: $r=0.835$)。ペダリング運動は膝関節伸展運動でありVL及びVMが主動的に作用する筋群⁷⁾¹⁷⁾である。市橋ら⁷⁾は高負荷短時間のペダリングトレーニングを8週間行ったところ膝伸筋・屈筋力及び最大無酸素性パワー、大腿四頭筋の筋量が有意に増加したことを報告している。また、自転車エルゴメーターは目的に則した様々なトレーニング法を設定でき、下肢筋群への負荷をコントロールできる為、ポジション特性を考慮して使い分けができる。

次に本研究では体重当りにおけるKE及びKFの筋体積とフィールドテストの関係について検討した(Table 4)。KEにおいてはL-TEST, I-TEST, 40yd DASHが有意な負の相関関係が認められ、Standing jumpは有意な正の相関関係が認められた。KFにおいては有意な相関関係が認められなかった。続いてKEにおける各筋体積との関係を検討した結果、L-TESTではVI及びVM, I-TEST,

40yd DASH, 及びStanding jumpがVL, VI及びVMについて有意な相関関係が認められた。アメリカンフットボール選手は筋肥大を目的としたレジスタンストレーニングを比較的多く実施している。特に下肢筋群のトレーニングとしてスクワットトレーニングは下肢におけるパワーの評価としても用いられている^{4) 19) 20)}。Ploutz-snyderら¹⁶⁾は筋活動量の指標としてMRIのT2値を用いて、バーベルスクワット動作後の大腿部の筋活動を検討し、VL, VI及びVMは他の筋群に比べて有意に高い値を示したことを報告している。Häkkinenら¹⁰⁾は6ヶ月間のバーベルスクワットにより、スクワットジャンプ中の膝伸筋群の筋電図積分値はRF以外の筋群が有意に増加すると報告している。以上のことから、スクワットトレーニングは下肢伸筋群を肥大させるものだと考えられる。従って、フィールドテストにおける膝伸筋群の影響度が高いことから、フィールドテストの記録向上や競技力向上のトレーニングとしてスクワットトレーニングが関係しているのではないかと考えられた。

アメリカンフットボールにおいて競技能力や運動能力を高めるためには、無酸素性パワーの向上が必要である³⁾¹³⁾。それらを高めるためには筋量を高めることが重要である。特に、アメリカンフットボール選手の特異的な筋の発達は大腿四頭筋で認められ、中でもVL及びVMにおいて、ポジションによる違いが認められた。これらのことから、ポジションによってトレーニング方法を目的やポジション特性によって考慮し、取り入れることがアメリカンフットボール選手のパワー発揮能力及び競技力向上に可能性があることが推察された。

IV. まとめ

本研究では、大学アメリカンフットボール選手における下肢筋形態及び筋機能特性をポジション別に明らかにすることについて検討した結果、以下の知見が得られた。

1. ポジション間による大腿部における筋体積の差は、膝屈筋群の違いによるものであった。また、体重当りの相対値では外側広筋及び内側広筋であった。
2. 間欠的なパワー発揮能力におけるピークパワー及びパワーの低下傾向は、相対値ではポジション間で著しい差は認められなかった。しかしながら、速度の要素である回転数は4セット目までMG及びSGがLGよりも優れていた。
3. 膝伸筋群における各筋群の筋体積はフィールドテストの測定値に影響を及ぼす因子であることが明らかとなった。

以上のことから、アメリカンフットボール選手におけるポジション別の下肢筋形態は、ポジション間によって発達している部位が異なることが明らかとなった。

V. 参考文献

- 1) Abe, T, C F Kearns, Fukunaga, T.: Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young japanese adults, *British Journal Of Sports Medicine*, 37-5, 436-440, 2003.
- 2) 秋間広, 久野譜也, 福永哲夫, 勝田茂: MRIによるヒトの膝伸筋・膝屈曲における形態的特性および生理学的断面面積当りの筋張力, *体力科学*, 44, 267-278, 1995.
- 3) Cilbert W, Gleim. M. S: The Profiling of Professional Football Players, *Clin Sports Med* 3; 185-197. 1984.
- 4) Craig A, Secora Richard W. Latin, Comparison of physical and performance characteristics of NCAA division I football players: 1987 and 2000 *Journal of strength & Conditioning Research*, 18(2), 286-291, 2004.
- 5) Danny M Pincivero, Tudor O Bomp: *Physiological Review of American Football Sports Med Apr*: 23(4), 247-260, 1997.
- 6) 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 内山亜希子, 中嶋由晴: 高校生スポーツ選手の大腿部筋断面面積の性差と競技種目, *トレーニング科学*, 18-4, 375-386, 2006.
- 7) 市橋則明, 池添冬芽, 大畑光司, 岡英世, 三浦元, 才藤栄一: 自転車エルゴメーターによる高負荷短時間のペダリングトレーニングが下肢筋に与える影響, *理学療法*, 31-6, 369-374, 2004.
- 8) Jack H. Wilmore, Richard B Parr, William L Haskell, David L. Costill, Lloyd J. Milburn, Robert K. Kerlan: Football pros' strengths and CV weakness charted, *Journal of Strength & Conditioning Research*, 4, 45-54, 1976.
- 9) 勝田茂, 久野譜也, 板井悠二: MRIによる一流アスリートの大腿部筋組成, *筑波大学体育科学系紀要*, 16, 107-119, 1993.
- 10) Keijo Hakkinen, Paavo V Komi: Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises, *Scand. J. Sports. Sci*, 7, 65-76, 1985.
- 11) Kris Berg, Latin RW, Baechle T: Physical and performance characteristics of NCAA Division I football players. *Res Q Exerc Sport*, Dec; 61(4), 395-401, 1990.
- 12) 久野譜也: NMRIによる一流選手の筋特性, *J. J. Sports. Sci*, 212-, 78-82, 1993.
- 13) M. V. Narici, G. S. Roi, L. Landoni, A. e. Minetti, P.

- Cerretelli: Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps, *Eur J Appl Physiol*, 59, 310-319, 1989.
- 14) 中村好男：自転車エルゴメーターによる最大パワー評価の問題点, *早稲田大学人間科学研究*, 1, 105-113, 1988
 - 15) 中村好男, 武藤芳照, 宮下充正：最大無酸素パワーの自転車エルゴメーターによる測定法, *J. J. Sports. Sci*, 3, 834-839, 1984.
 - 16) Ploutz Snyder LL, Convertino VA, Dudley GA: Resistance exercise-induced fluid shifts: change in active muscle size and plasma volume, *Am J Physiol*, Sep; 269(3 Pt 2), R536-43, 1995.
 - 17) Seiler Steve, Taylor Matt, Diana Rita, Layes John, Newton Paul, Brown Barry: Assessing Anaerobic Power in Collegiate Football Players, *Journal of Strength & Conditioning Research*, 4, 9-15, 1990.
 - 18) 田中重陽, 角田直也：男女スポーツ選手における下肢の筋形態が無酸素性パワーに及ぼす影響, *日本生理人類学会誌*, 16, 141-151, 2011.
 - 19) 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫, 近藤正勝, 池川繁樹：大腿四頭筋断面積における各種競技選手の特性, *体力科学*, 35, 192-199, 1986.
 - 20) William Black, Elmo Roundy: Comparisons of size, strength, speed, and power in NCAA Division 1-A football players *Journal of strength & Conditioning Research*, 8(2), 80-85, 1994.

連絡責任者

氏名：神田 賢孝

連絡先：042-339-7224

E-mail：kanda004@kokushikan.ac.jp