

重量拳選手調査報告（第5報）

筋電図による解析

財団法人 日本体育協会
東京オリンピック選手強化対策本部
スポーツ科学研究委員会

重量挙選手調査報告（第5報）

筋電図による解析

ウエイトリフティングトレーニングドクター

東京慈恵会医科大学名取生理学教室

小野三嗣

（受付 昭和37年9月10日）

I 緒 言

昭和36年1月から、昭和37年6月まで約1ケ年半、重量挙オリンピック候補一般選手及び高校選手の体型、体力、記録等の消長を追及し、第1～第4報に取りまとめて報告したが、この報告は9名の重量挙選手の、プレス、スナッチ、ジャーク3種目実施時の筋電図を11ケの筋から同時誘導したのものについてである。

II 方法及び被験者

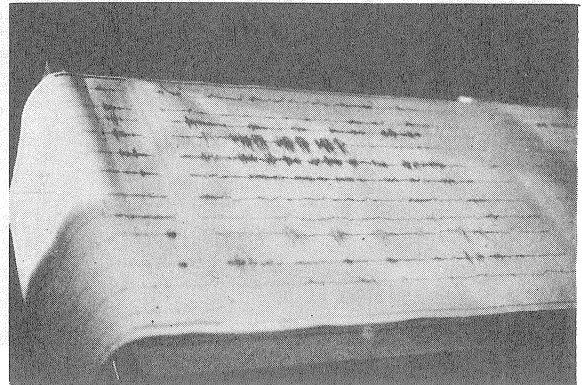
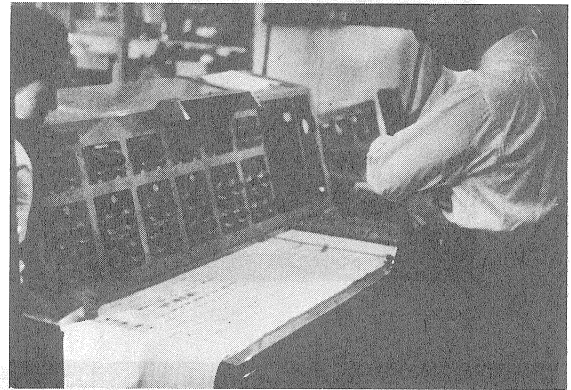
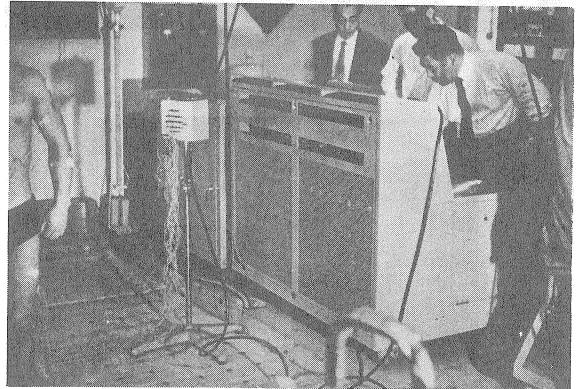
装置は日本体育協会スポーツ科学研究室備付のユニバーサル記録装置を使用、活動電位は1cm×1cmの方形板電極2枚を約2cm離して、観測すべき筋の筋腹中央部に相当する皮膚面上に食塩添加電極のりを介して貼布して、同時に11ケ処から誘導記録した。接地には同一種類の銀板を使用、部位は第1胸椎部の皮膚面とした。

被験者は、第一線級重量挙選手（オリンピック候補選手4名を含む）9名とし、それぞれプレス、スナッチ、ジャーク3種目を、各最高記録の70～80%の重量をもつて行わせ、その全経過を、インク書きオシログラフによつて記録した。記録紙の送り速度は全部2.5cm/secとした。第1図にはその記録装置、第2図には実施要領を示した。

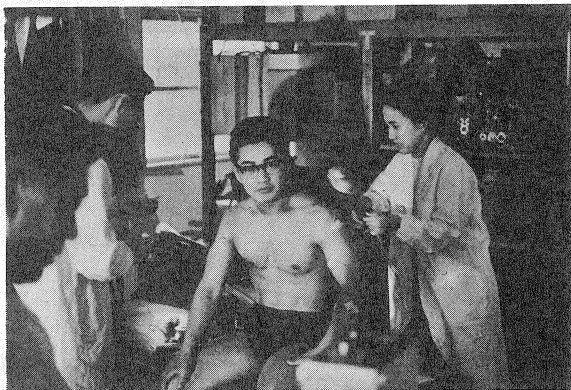
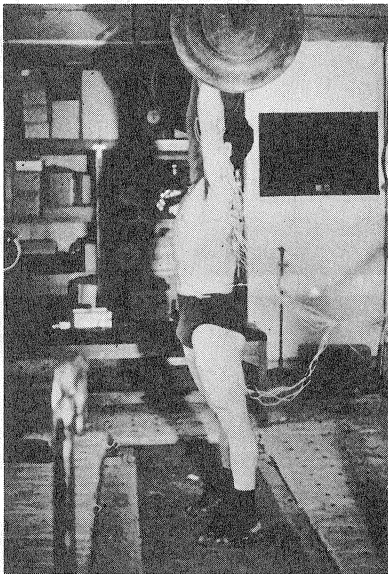
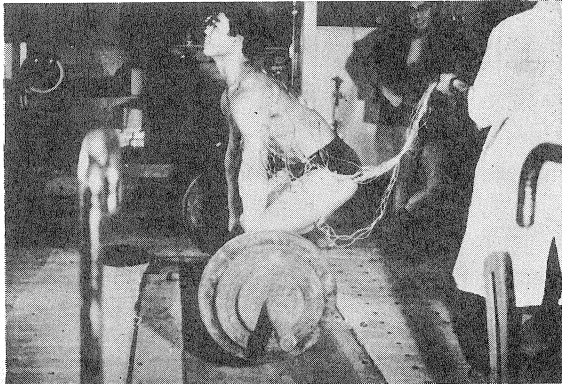
III 結 果

第3図は被験者Y.K.（体重80.0kg）のプレス90kg（ベスト112.5kg）、第4、第5図は同じくY.K.のスナッチ80kg（ベスト105kg）、ジャーク110kg（ベスト145kg）実施時の全11

第1図 記録装置



第2図 実施要領



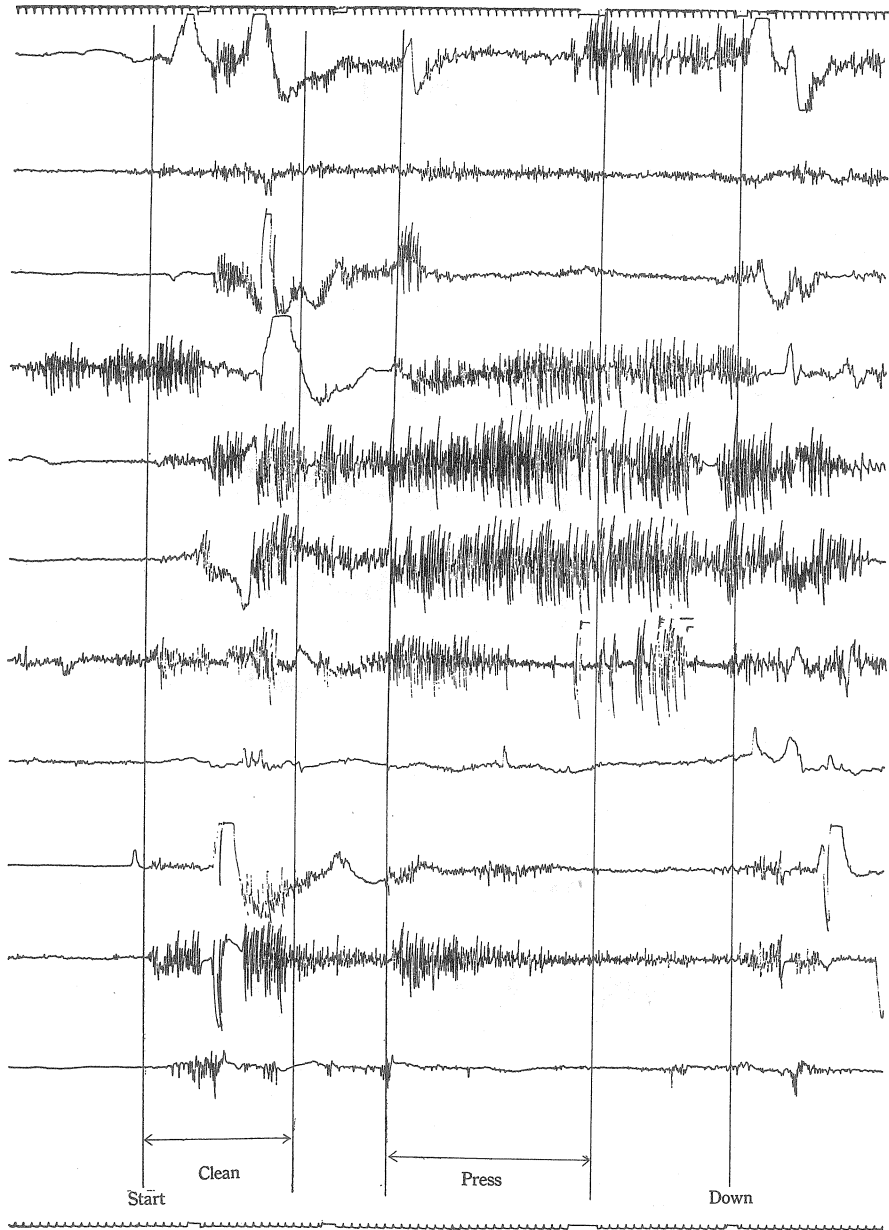
誘導，同時記録の結果であり，第6図は被験者 K. K. (体重 72.5kg) のプレス 100kg (ベスト 117.5kg)，第7，第8図は同じく K. K. の，それぞれスナッチ 90kg (ベスト 112.5kg)，ジャーク 120kg (ベスト 152.5kg) 実施時の記録図である。

Y. K. のプレス (第3図) と，K. K. のプレス (第6図) はいづれも，自己のベスト記録に対して約 80% の重量であるが，この両図を比較すると，クリーンの最初の時期に Y. K. は上腕三頭筋を強く働かせているのに対して，K. K. はクリーンの中期に少し使う程度で他は殆んど使わない。また，プレスする時は Y. K. は僧帽筋上部を全期間強く働かせているのに対し，K. K. はプレスの初期には僧帽筋下部を，末期には上部を働かせるというように歴然とした差違が看取出来る。同様にスナッチでも Y. K. は初期に上腕三頭筋を強く使用するのに対し (第4図) K. K. は全く使用せず，(第7回) 反対に上腕二頭筋は K. K. が初期に使用しているのに対し，Y. K. は全く使用していない。この上腕三頭筋，二頭筋の使い方は，ジャークのためのスクワットクリーン (第5図，第8図) の場合でも全く同じ関係が見られるのであつて，Y. K.，K. K.，両者の引きあげ動作の特徴的な習癖を示している。ジャークでは Y. K. は僧帽筋上部を使つて，下部を使わないのに対し，K. K. は上部よりもむしろ下部に相当の比重が置かれているような作動の仕方を示している。

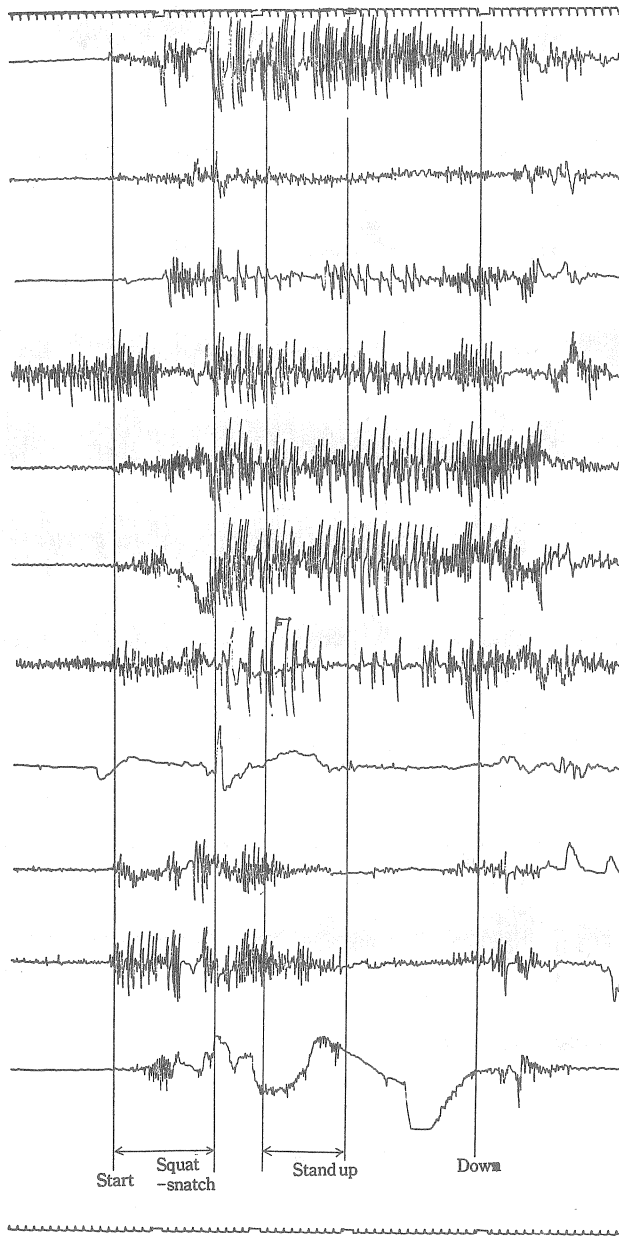
以上概観しても，これだけの差違が認められるのであつて，各筋の作動時系列を細かく見て行けばさらに多くの相違を随所に散見出来る。したがつて運動様式が一見大差ない同一条件下の同一種目の重量挙に於ても筋活動様式を一律に論ずることは出来ない。

第1表，第2表，第3表は全被験者9名分の，それぞれプレス，スナッチ，ジャークの全動作中の筋電図から，第1表はクリーンする場合，及びプレスする場合の，それぞれの動作の開始点から終了点までを時間的に3等分し，初期 (Initial period)，中期 (Middle period)，終期 (Last period) とした場合の各期に，どの筋がどれだけ活動しているかの状態を記号で示

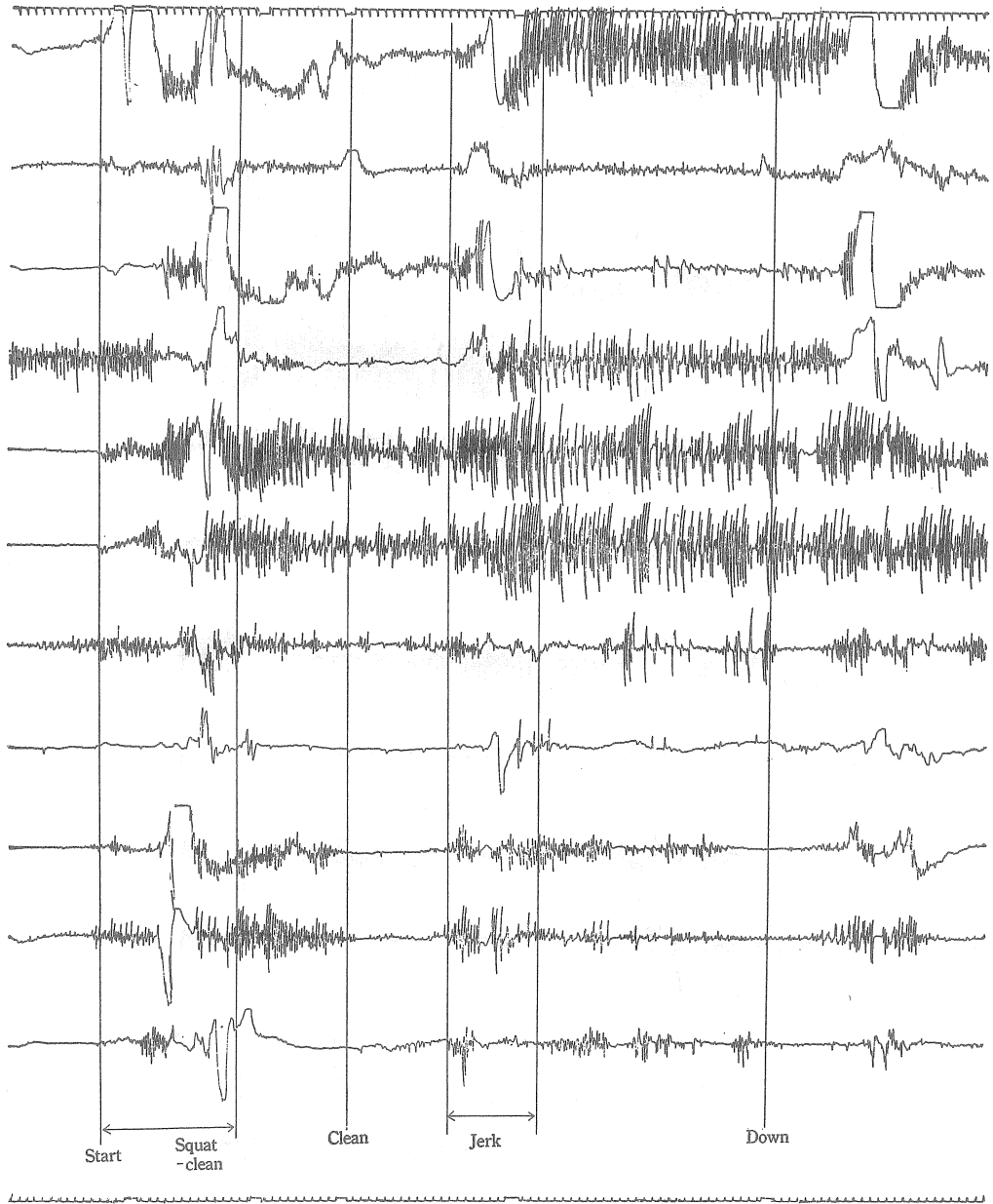
第3図 Press 90kg (Y.K.)



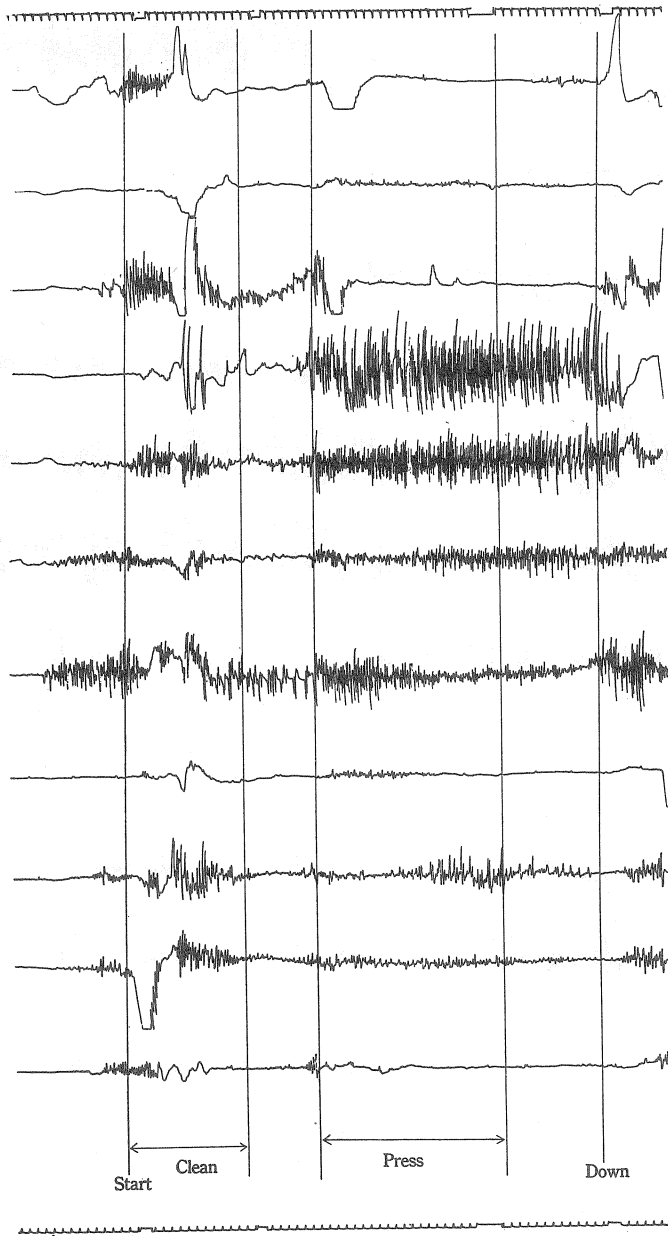
第4图 Snatch 80kg (Y. K.)



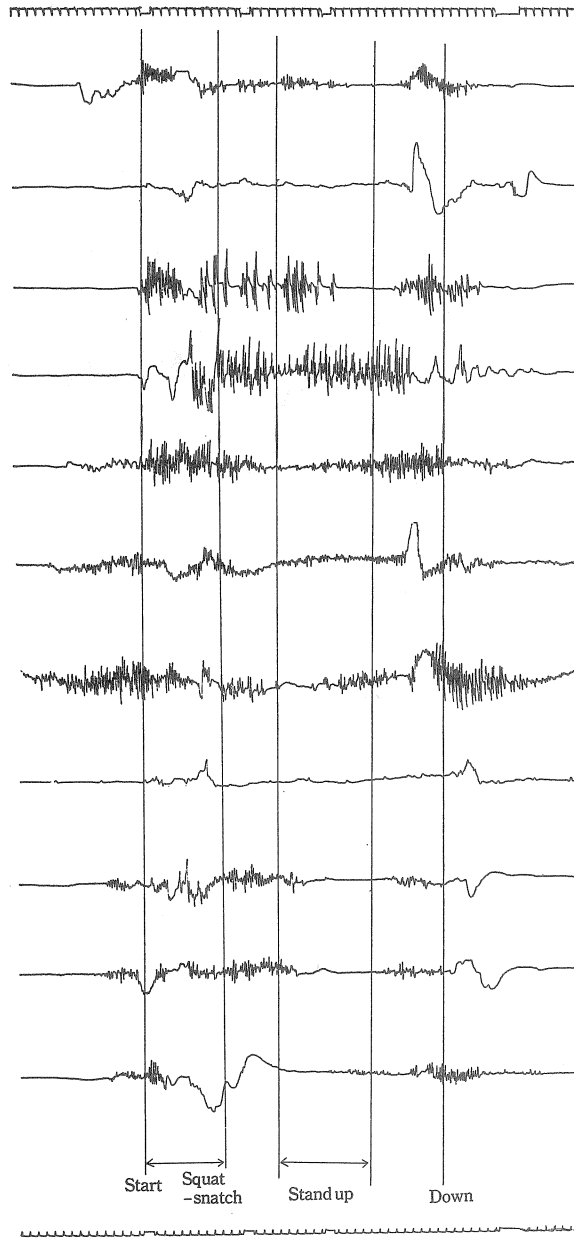
第5圖 Jerk 110kg (Y. K.)



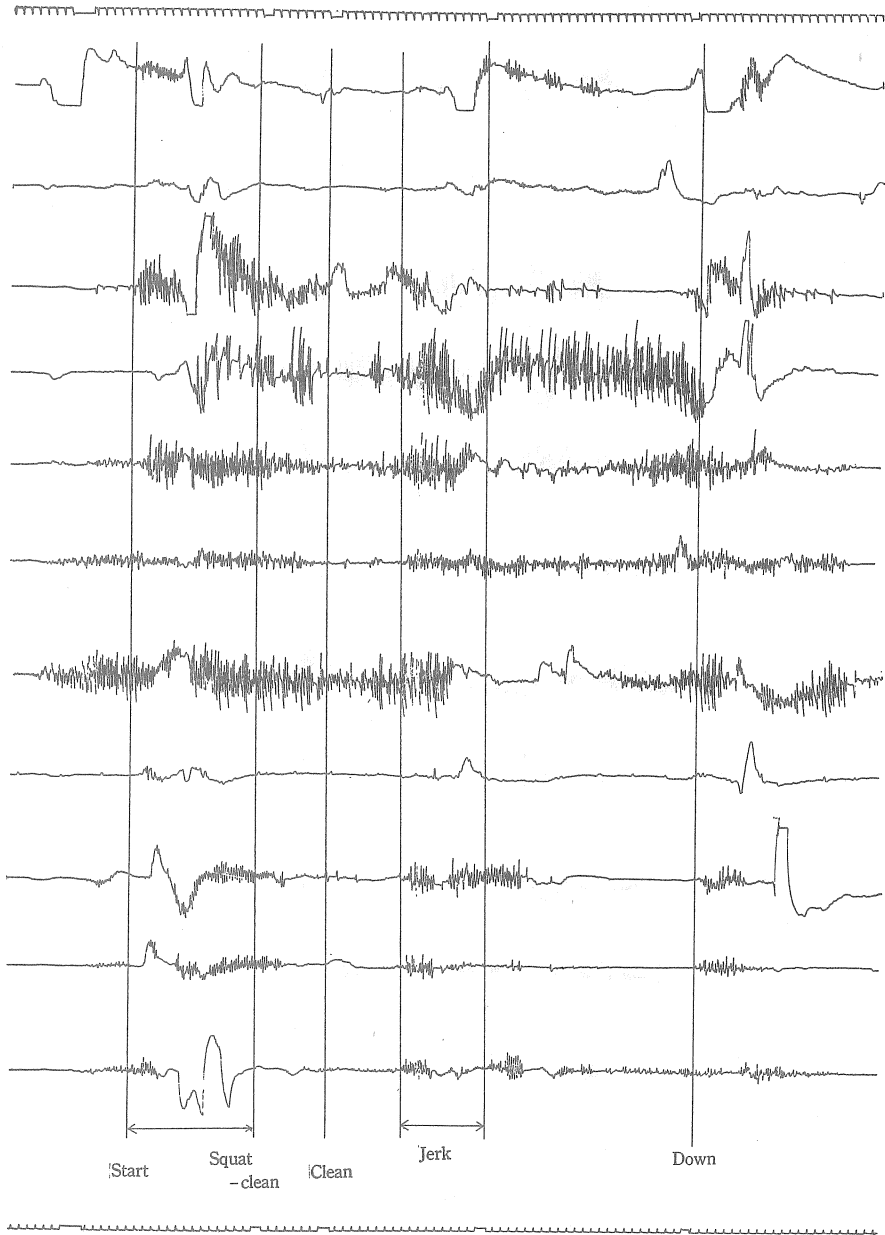
第 6 図 Press 100kg (K. K.)



第7図 Snatch 90kg (K. K.)



第8図 Jerk 120kg (K. K.)



第 1 表

Name (body weight)	M. S. (69.5)		N. H. (72.5)		W. S. (80.0)		M. N. (83.0)		S. T. (83.5)		H. H. (88.0)		Y. K. (80.0)		A. K. (68.5)		K. K. (72.5)	
	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.
M. Flex. digi. sup.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Ext. carp. ul.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Biceps brachii.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
M. Triceps brachii.	+	+	-	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Deltoideus	-	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Trapezius (sup.)	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Trapezius (inf.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. Latiss. dor.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. Pect. maj.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
M. Rect. abd.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
M. Rect. fem.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Vast. fib.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Gastrocnem.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Lifting weight(best)	90 (105)		90 (105)		80 (100)		70 (80)		70 (82.5)		80 (90)		90 (112.5)		80 (97.5)		100 (117.5)	

C=Clean

P=Press

第 2 表

Name (body weight)	M. S. (69.5)		N. H. (72.5)		W. S. (80.0)		M. N. (83.0)		S. T. (83.5)		H. H. (88.0)		Y. K. (80.0)		A. K. (68.5)		K. K. (72.5)	
	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.	S.	Su.
M. Flex. digi. sup.	+	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Ext. carp. ul.	-	+	++	+	-	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Biceps brachii.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
M. Triceps brachii.	+	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Deltoideus	-	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Trapezius (sup.)	-	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Trapezius (inf.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. Latiss. dor.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. Pect. maj.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
M. Rect. abd.	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
M. Rect. fem.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Vast. fib.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Gastrocnem.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lifting weight(best)	90 (117.5)		80 (107.5)		80 (105)		80 (97.5)		70 (87.5)		70 (100)		80 (105)		70 (97.5)		90 (112.9)	

S=Snatch

Su=Stand up

第 3 表

Name (body weight)	M. S. (68.5)		N. H. (72.5)		W. S. (60.0)		M. N. (63.0)		S. T. (63.5)		H. H. (58.0)		Y. K. (90.0)		A. K. (68.5)		K. K. (72.5)	
	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.	Sq. C.	J.
M. Flex. digi. sup.	++	+	++	+	++	+	/	/	/	/	/	/	++	+	++	+	++	+
M. Ext. carp. ul.	-	-	-	-	-	-	/	/	/	/	/	/	++	+	++	+	++	+
M. Bicip. brach.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Tricip. brach.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Deltoideus	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Trapezius (cp.)	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Trapezius (un.)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
M. Latiss. dor.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Pect. maj.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Rect. abd.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Rect. fem.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Vast. fib.	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
M. Gastrocn.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Lifting weight (best)	120	(150)	100	(135)	100	(120)	100	(122.5)	100	(122.5)	100	(120)	110	(145)	110	(130)	120	(152.5)

J. = Jerk

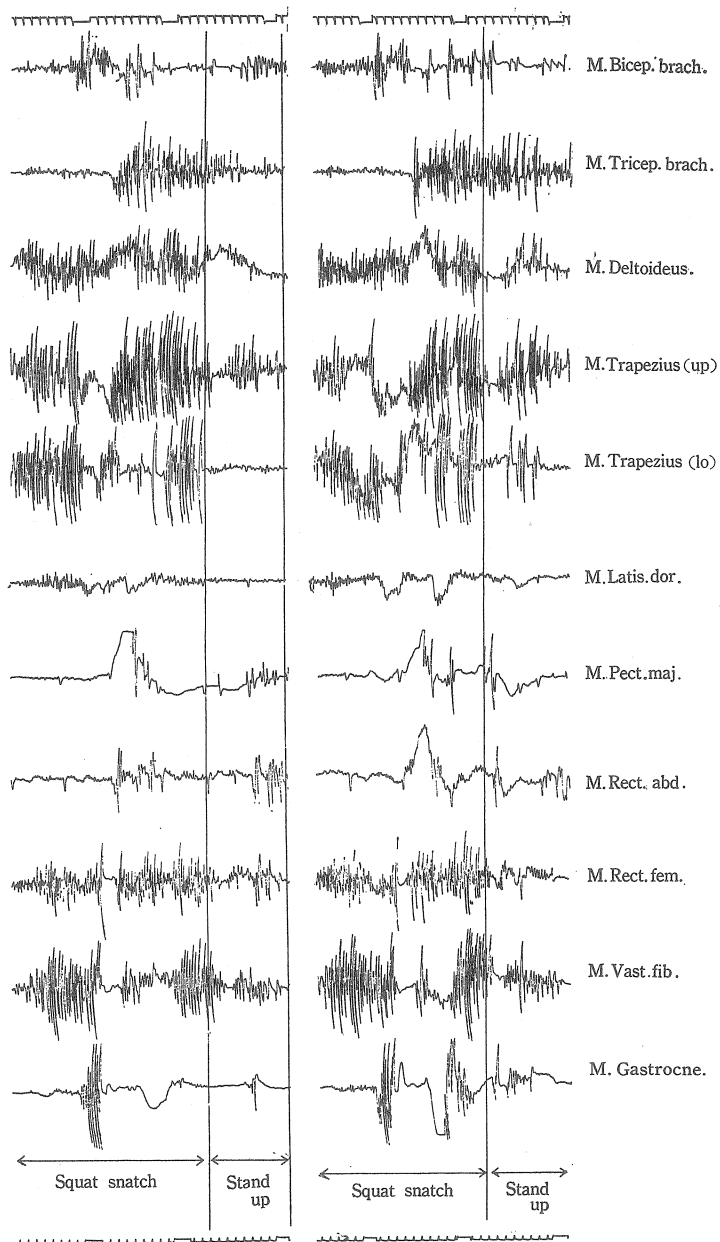
Sq. C. = Squat Clean

第 4 表

	Press						Snatch						Jerk					
	High clean			Press			Squat snatch			Stand up			Squat clean			Jerk		
	I.	M.	L.	I.	M.	L.	I.	M.	L.	I.	M.	L.	I.	M.	L.	I.	M.	L.
M. Flex. digi. sup.	2.2	2.7	1.5	1.2	1.3	2.3	2.5	1.7	2.5	2.3	2.0	1.7	2.3	1.3	1.7	1.7	1.7	2.5
M. Ext. digi. ul.	1.0	1.7	1.3	1.7	1.2	1.3	0.7	1.7	1.5	0.5	0.3	0.3	0.5	1.3	0.7	0.7	0.8	0.8
M. Bicip. brach.	1.1	2.9	2.7	2.4	0.4	0.4	1.1	2.4	2.2	1.3	1.2	0.9	1.2	2.6	2.9	3.0	0.6	0.6
M. Tricip. brach.	1.2	1.0	1.9	3.4	3.6	3.6	1.2	0.6	3.3	2.9	2.4	2.4	1.0	1.0	2.1	1.5	3.3	3.3
M. Deltoideus	2.2	3.4	2.6	3.4	3.7	3.6	2.6	3.3	3.1	2.9	2.8	2.9	2.2	3.2	3.3	3.3	3.4	2.6
M. Trapezius (cp.)	2.3	2.6	2.3	3.1	3.0	3.2	2.3	1.9	2.7	3.0	2.2	2.3	2.4	2.3	3.0	3.1	3.2	3.2
M. Trapezius (un.)	3.0	3.0	2.8	3.5	2.5	1.3	3.3	2.5	2.3	2.7	1.7	2.0	2.8	2.7	3.0	3.1	2.7	1.3
M. Latiss. dor.	2.2	1.5	1.0	1.0	0.8	2.2	1.8	1.3	1.0	0.5	0.2	2.2	1.3	1.2	1.5	0.5	0.3	
M. Pect. maj.	0.6	0.8	1.0	2.1	2.1	0.9	0.7	0.3	0.8	0.1	0.6	0.6	0.3	1.1	0.9	0.9	1.1	0.7
M. Rect. abd.	0	0.9	0.9	1.2	2.7	2.2	0	0.7	0.5	0.7	0.5	1.5	0.2	0.2	0.8	0.7	2.2	2.3
M. Rect. fem.	2.3	2.1	2.8	2.1	2.5	2.0	2.7	2.3	3.1	3.1	1.2	1.2	2.3	1.5	3.1	3.2	2.2	2.6
M. Vast. fib.	3.1	2.7	3.1	3.0	2.6	2.5	3.2	2.8	2.8	3.3	1.4	1.4	3.0	2.7	3.0	3.4	2.7	2.6
M. Gastrocnemius	0.4	2.6	0.4	0.3	0	0	0.3	2.5	1.5	0.7	0.7	0.8	1.2	2.3	0.7	1.7	1.3	1.0

I = Initial period M = Middle periods L = Last period

第9图 Snatch (M. N.) (97.5kg)
70kg (71.8%) 80kg (81.1%)



した一覧表であり、第2表はスクワットスナッチ (S), 及び立上る時 (Su) の両者について同様3期に区分観察した結果であり、第3表はスクワットクリーンの場合と、ジャークの場合を3等分したものである。表中の一, 土, +, 卍, 卍の記号は、それぞれ、全く作動していない、かすかに働いている、少し働いている、相当に働いている、非常に強く働いているということを示している。

第1～第3表を通覧することにより、第3～第8図に於て、Y. K., K. K. の違いを観察したと同様に著明な個人差が見られる。たとえば、ハイクリーンでは上腕三頭筋の使い方に差が見られ、N. H. 及び H. H. は終期にしか使用しないが、M. S., Y. K. などはむしろ初期に著明に働かせている。上腕二頭筋では K. K. だけが初期にも使っているのに、他は全員中期または終期に重点的に使用している。

プレスの場合は、大胸筋は M. S., Y. K., K. K. は殆んど使用しないのに N. H. などは極めて強く働かせており、腹直筋も M. S. のように中期に短かく強く使っているものがあるのに、K. K. のように初期、中期、終期ともに相当強く働かせているものがあるなどの相違点が見られ、スクワットスナッチでは M. S. は全く僧帽筋を使わないが、S. H. や Y. K. などは非常に強く働かせており、大胸筋は M. S., Y. K., A. K. は全く使用しないのに W. S. は相当に使っている。上腕三頭筋は初期及び終期に力強く作動させるのが M. S. 及び A. K. で、終期だけに使用するのが N. H., W. S., H. H. であるなど極めて変化に富んでいる。

スクワットクリーンでは N. H., H. H., W. S. 等は上腕三頭筋は終期に使用しているが、M. S., Y. K., A. K. 等は初期に働かせ、大胸筋は M. S., M. N. では全く使用していないのに、W. S. は初期から著明に作動させている。

ジャークでは、腓腹筋は M. N., A. K. は中期以降、Y. K., H. H. 等は主として初期に使用し、上腕三頭筋は M. S., N. H., M. N. 等は中期以降に、S. T., N. H. 等は初期から強く働かせている。

次に全被験者9名の表1, 2, 3に示した記録状況を、-を0, 土を1, +を2, 卍を3, 卍を4として、全員の値を相加平均した結果を表4に示したが、それによつて明かな如く、ハイクリーンこ

の時はまず僧帽筋の下部の上部を引き起す力と、腓側広筋の作用による反動的な力が初期の力発生の主因となり、中期は三角筋及び僧帽筋の下部並びに上腕二頭筋が効果的となつてくるようであつて、終期は専らクリーン姿勢を確実に保持するため、上腕二頭筋、三角筋、僧帽筋下部、大腿直筋、腓側広筋等が関与してくるのが、平均的にみた一般的な条件のようである。

プレスは初期に上腕三頭筋、三角筋、僧帽筋上部及び下部等に、腓側広筋からの反動が協力し、中期では三角筋、上腕三頭筋を主とし、さらに僧帽筋下部が大きな役割を果す。また腹直筋の反動を効果的ならしめるのもこの中期である。

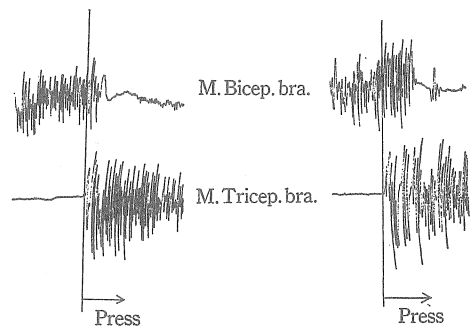
スクワットスナッチでは初期は、僧帽筋下部、中期は三角筋、終期は上腕三頭筋が中心となるが、大腿部の筋としては、初期は腓側広筋が、終期では大腿直筋の方がより有効に作用するようである。

スクワットクリーンの場合、初期ではむしろ上腕筋群よりも大腿部の筋からの反動的な力によることの方が多く、中期以降になつて三角筋を中心とした筋の協力が強くなる。

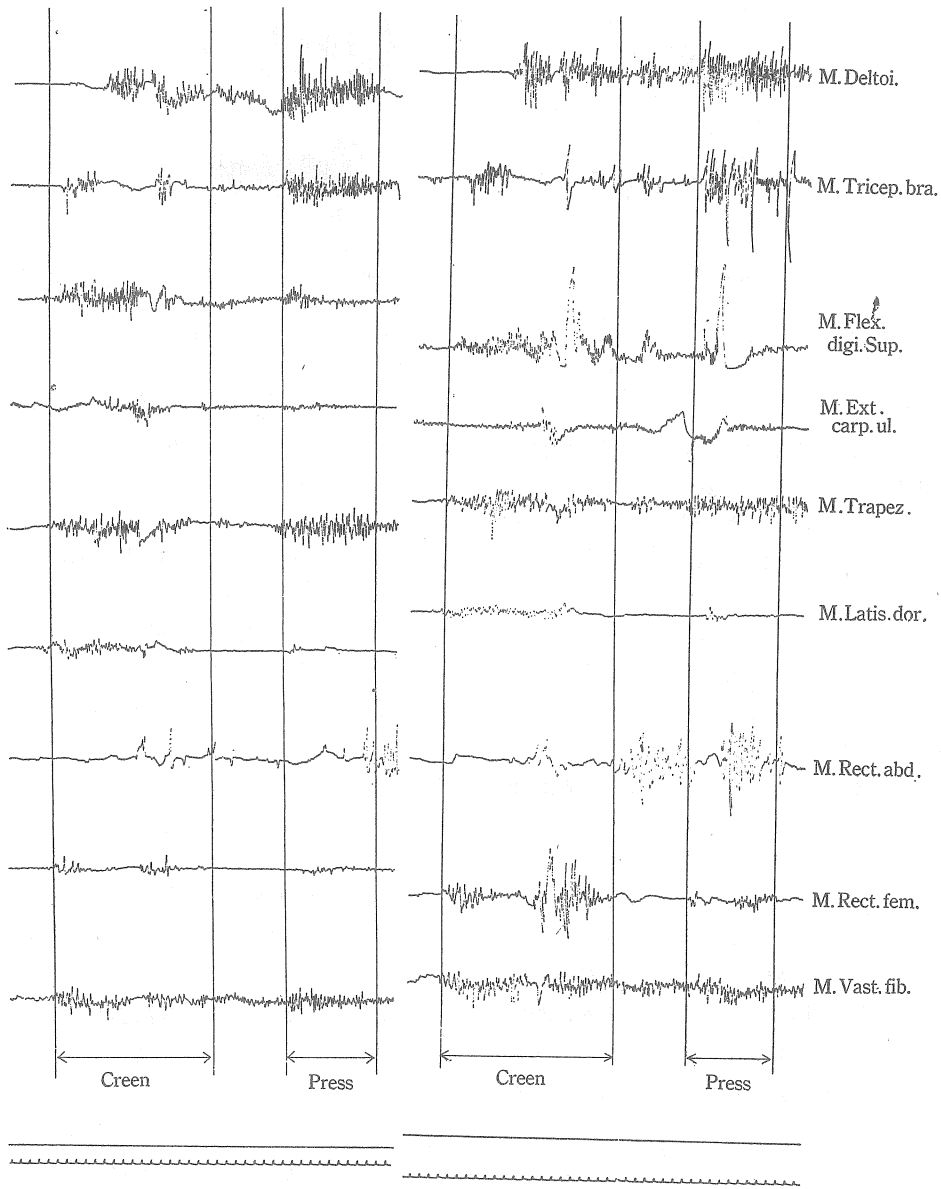
ジャークの場合は、僧帽筋の上部は終始強く働くが、僧帽筋の下部及び三角筋は初期及中期のみに強く作用し、上腕二頭筋は初期のみ、上腕三頭筋は中期及び終期に活動することが知られた。

次は同一人が同一種目実施時の挙上重量差に伴う、筋電図の変化であるが、第9図の右側は、被験者 M. N. が 70kg のスナッチを行つた場合、左側は 80kg のスナッチを行つた場合の全経過の筋電図である。M. N. のスナッチの最高記録は 97.5kg であるので 70kg はその 71.8%, 80kg で

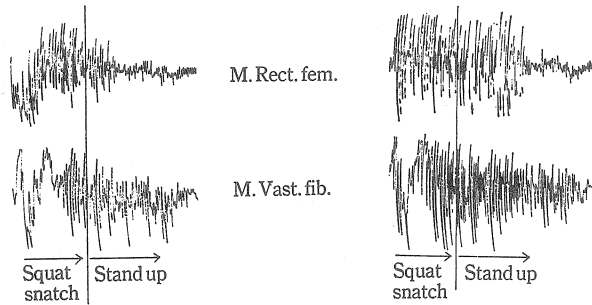
第12図 Press (N. H.) (105kg) 80kg(76.2%)
90kg (85.7%)



第11図 Ppress (M. S.) (105kg)
70kg (66.7%) 80kg (82.1%)



第10図 Snatch (S. T.) (97.5kg)
60kg (68.5%) 70kg (80.0%)



は 82.1% にあたることになる。図によつて明かな如く、重量が重くなることによつて先づ、上腕二頭筋はスクワットスナッチの末期に於ける緊張を強要せられ、立上り運動中は特に上腕三頭筋、僧帽筋下部の強度の活動が必要となつてゐることを示しており、三角筋、僧帽筋上部の関与度も増強している。また S. T. の 60kg スナッチ (68.5%) と 70kg スナッチ (80.0%) の立上る時を比較してみると、立上り初期の大腿直筋の収縮が極めて強く要請されていることがわかる。(第10図)

プレスでは第11図に M. S. の 70kg (ベスト記録 105kg の 66.7%) の場合と、90kg (85.7%) の場合両者を比較掲載したが、腹直筋、大腿直筋の使い方に著明な差が出ていることが歴然としている。また N. H. (ベスト 105kg) の 80kg プレス (76.2%) と 90kg プレス (85.7%) の場合の比較は第12図にあげたが、80kg の場合はプレス開始により上腕三頭筋が収縮をはじめると、殆んど同時に上腕二頭筋の収縮はとけるのであるが、90kg の場合は相当長時間にわたり (約 0.3 秒)、上腕二頭筋の拮抗的収縮が観察出来るのである。

IV 考 案

筋電図に画かれた放電の疎密の度合は、個々の運動単位の反復活動の頻度及び動員される運動単位の数の多寡によつて決定され、筋の収縮が弱ければ放電の密度が少く、強く収縮すれば密度が高くなると理解されているが、この関係は野村、小野、窪田⁸⁾の負荷の増量による放電叢の変化を追及する実験に於て、負荷重量増大に伴い、筋電図放電叢の密度及び振幅の階段的増大がみられた事によつても明かにされているので、この点に関し

ては論文に於ては、了解されているものとして取扱うことにする。

実際の運動競技の場合の連続動作の経過に伴つて、主動筋がどのような変化して行くかを皮膚表面からの筋電図誘導法によつて記録する試みがなされたのは、それほど古くはない。1948年に S. Hammel⁷⁾ 等がゴルフ (Golf Stroke) やテニス (Tennis Stroke) について調べているが、その後発表された Hermann¹⁾ (1960) の砲丸投げ (Shot Put) についての筋電図学的研究でも、4チャンネルの同時記録をしているに過ぎず、11チャンネルの同時誘導法によつて重量挙競技を解析した報告は我々が文献を渉猟した範囲では見当らない。

同時に数多くの筋電図を記録するということは、或る競技種目遂行の場合の筋の活動の開始及び終了の、時間的關係並びに収縮の強さの移行の關係などが、正確に把握出来るので、極めて望ましいことである。

こうして導き得た表4の結論が果して、重量挙の理想的な、筋作動系列を暗示しているものであるかどうかは明確ではない。何となれば、この被験選手は必ずしも一流の選手ばかりではなく、またこの被験者群の中に於ても第一級の選手と、その次の者達との間に、特別な差違を発見出来なかつたからである。

それに加えて、小野が前報⁴⁾ 5) で述べているように、骨組の構造差違は、重量物挙上の際の筋関与の順序系列に大きな影響をあたえていることは明白である以上、現在のところでは理想的と思われる筋作動系列を追及するのは困難である。然しそれは、重量挙競技の記録水準が、生物学的に考えられる限界に達していないため、たとえば

100m 疾走競技の 10 秒の壁のような、限界値に近い水準に到達する頃は、おそらく重量挙げの理想的な体型、筋作動系列などが発見されると思われる。

重量挙げ競技の最高記録が、100m 疾走競技に於けるような壁には到達していないと考えられる根拠は、Arban⁶⁾ 及び小野⁵⁾ の記録と筋力とが平行していないと云う報告などによつても明かであつて、今後、等尺性トレーニング等の発達による骨関節系統の応形機能による変形は、人体に対して重量挙げ競技に最適の体型を附与する可能性がある。

次に図 9～図 12 にあげた、挙上重量増加に伴う主動筋群変移の問題であるが、Hettinger²⁾ は最大筋力の 60% 程度の重量でトレーニングを行えば最大筋力が増加する事を見出している。しかしそれはあくまでも比較的単純な筋活動を行つたとき主動筋にみられる効果を示しているものであり、複合動作における総力の問題ではない。そこで例えば筋力を直ちに競技記録という言葉に置きかえて、重量挙げで、プレス 100kg の記録を持っているものに 60kg のプレスの練習を反復行わせていると、最高記録が 100kg 以上に伸びて行くと考えるのは危険である。即ちこの報告が示すように 80% 記録の場合の主動筋と共同筋群 100% 記録のそれとは異なる。100% の時の筋の協調作動は、100% の努力時だけにみられる。

V 結 論

重量挙げ競技の三種目プレス、スナッチ、ジャークの時の、一連の動作中の作用筋の活動の状態、及びその活動開始終了の時間的な順序関係を記録するため、12チャンネルの記録装置を使用、皮膚表面誘導法により、同時に 11 の筋群の筋電図を描き、これを解析して次の結論に達した。

1) 1 つの種目を行う場合の作用筋、並びにそれが作用している時間的な関係などを詳細に検討してみると、個人によつて著しい差がある。

2) 現在の段階では、競技時の理想的な筋活動系列を決定することは出来ない。

3) 挙上重量が変化すれば、主動筋と共同筋が変わるので、100% 重量挙げ時の筋の協調関係は 100% 重量挙げ時でなければ得られない。

(欄筆するにあたり恩師名取教授の御校閲を深謝致します)

参 考 文 献

- 1) Hermann G. W. : The Research Quarterly 33 ~1, 85 (1960)
- 2) Hettinger T. : "Olympia" 9, 13 (1961)
- 3) 野村, 小野, 窪田 : 筋電図による Weight Lifting の基本動作の解析, 日本体育協会 (1962)
- 4) 小野三嗣 : 体力科学, 10~4, 192 (1962)
- 5) 小野三嗣 : 体力科学, 11~2, 79 (1962)
- 6) Orban W. A. R. : J. Spart. Med. 2, 12 (1962)
- 7) Slater-Hammel, Arthur T. : Research Quarterly 19, 164 (1948)
- 8) Slater-Hammel, Arthur T. : Research Quarterly 20, 424 (1949)

