

大内刈りから体落しの連絡変化における  
熟練者と未熟練者のスキルに関する  
筋電図学的研究.

所属学科

体 力 学

著 者

遠 藤 隆

論文指導教員

石河 利寛

合格年月日 昭和49年 3月 4日

論文審査委員

石田 詢子

清野 武治

有藤 定雄

目次		
第1章	結言	1
第2章	関連文献の考証	4
第3章	研究目的	16
第4章	実験方法	18
第1節	被験者	18
第2節	被験筋	18
第3節	電極	19
第4節	関節角度の測定	20
第5節	記録	22
第6節	大内刈りから体落しの連絡 変化の測定	23
第7節	大内刈りから体落しの連絡 変化の練習	23
第8節	大内刈りから体落しの連絡 変化の動作時点	24
第5章	結果	28
第1節	熟練者の大内刈りから体落 しの連絡変化の筋電図	28
(1)	重量の受に対する筋電図	28

(2)	中量の受に対する筋電図	34
(3)	軽量の受に対する筋電図	36
第2節	未熟練者の大内刈りから体	
	落しの連絡変化の筋電図	38
(1)	重量の受に対する筋電図	38
(2)	中量の受に対する筋電図	42
(3)	軽量の受に対する筋電図	44
第3節	未熟練者の学習後の大内刈	
	りから体落しの連絡変化の	
	筋電図	45
(1)	重量の受に対する筋電図	45
(2)	中量の受に対する筋電図	51
(3)	軽量の受に対する筋電図	51
第4節	大内刈りから体落しの連絡	
	変化の各動作時点間の所要	
	時間	53
第6章	考 察	59
第1節	筋電図の解析	59
第2節	大内刈りから体落しの連絡	
	変化における熟練者と未熟	





## 第1章 緒言

柔道の技の理を最もよく現わすものに「柔能く剛を制する<sup>25) 35)</sup>」という言葉がある。すなわち、これは、端的に云えば「身体を効率よくかつ合理的に使用すること(「身体の有効使用<sup>35)</sup>」)によつて、小さな体格の持主でも自分より大きな体格を持つ者に勝つことができるといふ意味を積極的に表現したものであろう。

柔道の投技における勝負の判定には、「相手に技を掛けるか、または、相手の技をはずして相当な勢い、あるいは、はずみで大体仰向けに倒す<sup>35)</sup>」ことが必要である。

このような条件をみたす投げを実現するためには、安定した相手の体勢を不安定な投げやあい姿勢に崩し、その崩れた方向へ適切有効な技を掛けなければならぬ。

実際に、練習や試合などで、施こしたひとつの技で「一本」をとることはむづかしく、むしろ、技を組み合わせて之を行う連絡変化にお

いこ効を奏することばかりなくない。

多数の技を身につけ、得意技を持つことは勝ちをおさめる重要な要素であるが、さらに技の効果を高めるためには、平素から一連の連絡変化の動作を反復練習することが重要である。

近年、柔道の技術に関する科学研究が数4) 5) 9) 12) 16) 17) 18) 26) 28) 29) 38) 44) 45)多くなされてきているが、技の連絡変化に関する研究は見られない。このような意味から柔道の技の連絡変化を取りあげ、これの技術を科学的に解明することは、これからの柔道の発展にとって意味のないことではないと思われる。

柔道初心者の動きはぎこちなく、手足の動作がバラバラで、<sup>とぎ</sup>施技時の筋肉の働き方、つまり、神経の筋への伝達速度、筋の緊張・弛緩等に問題があると思われる。これらの働き方を正確につかむためには、筋電図による考察が有効であると思われる。

古くから、いろいろの方法で、姿勢や運動

動作の基礎になる。個々の骨格筋の働き方についてこの研究がなされてきているが、いづれも、起始・付着にもとづく解剖学的方法や映画分析などによる間接的な方法による推定にすぎなかった。しかしながら、身体運動というものはすべて骨格系の機構を骨子とした神経系と筋系の活動であろうと思われる<sup>47)</sup>。したがって、この運動機序を研究するには運動神経系の活動状況を知ることがより正確な現象の本態を理解するうえで望ましいことであり、筋電図は運動神経系の活動の状況を推測するひとつの有効な手段であると云われている<sup>3)</sup>。そこで、本研究では、筋電図を指標にし、技の連絡変化における技術を分析し、さらに<sup>しぎ</sup>施技における筋の活動の様相だけでなく、その背後にある、運動神経系の活動状況をも合わせて推測し、運動生理学的に観察しようとするものである。

## 第2章 関連文献の考証

筋電図の利用は、体育・スポーツにおける運動技術の解析に十分役立つであろうことが時突<sup>47)</sup>、津山等<sup>48)</sup>などによって示唆され、また、実践され続けている。

筋電図の導出法には、針電極によるものと表面電極によるものとの二種類があるが、スポーツ動作における筋活動の観察には、もっぱら表面電極が利用されている<sup>49)</sup>。

過去において種々の運動・動作に関する数えきれないほどに多くの筋電図学的研究がなされ続けている。それらには、単純な運動についてこの筋活動に関する分析が数多く含まれている。すなわち、McCloy<sup>27)</sup>は、三角筋、大胸筋、上腕三頭筋の働きを研究し、上腕の屈曲においては三角筋の前部と中央部が、上腕の前方・側方への elevation においては三角筋の前部と中央部、大胸筋の鎖骨部が、上腕の外転においては三角筋の前部と中央部が、上腕

の側方・後方への elevation においては三角筋の中央部と後部が、上腕の後方への elevation においては三角筋の中央部と後部が活動電流を記録したことを報告している。

Sigerseth<sup>40)</sup> は、肩関節での上腕の運動（伸展、屈曲、外転、内転）の中で、上腕二頭筋、三角筋、広背筋、大胸筋、大円筋そして上腕三頭筋（長頭）の働きを記録し、伸展においては、三角筋後部、上腕三頭筋長頭、広背筋が、屈曲においては三角筋の前部・中央部、上腕二頭筋の長頭が、前頭面での外転においては三角筋の前・中央・後部、上腕二頭筋長頭、広背筋が、内転においては大円筋、三角筋前部、大胸筋鎖骨部、上腕三頭筋長頭、上腕二頭筋長頭・短頭が活動電位を示したことを報告した。

小片<sup>30) 31) 32)</sup> は、四肢筋全般について筋電図学的に筋の解析を行なったという。しかしこの場合の動作はすべて無負荷で行なっているのだ、主働筋か否かの解釈に疑問が残るとして、高木

は、動作に抵抗を加えながら四肢の基本動作の筋電図を記録して、解剖学的・力学的に考察している。

一般に、この種の筋電図学的研究は、起始付着にもとづく解剖学的な分析と一致している。

しかしながら、体育・スポーツにおける運動の多くは、上記に述べた運動より、はるかに複雑な要因を含んでおり、そこに内在する巧みな運動パターン、おなわちスキルを見るためには、実際にその複雑な運動そのものの筋活動を分析することが必要である。

現在までスポーツ・スキルの解明の手段として、ゴルフ<sup>41)</sup>・テニス<sup>42)</sup>・スケート<sup>21)</sup>・円盤投げ<sup>13)</sup>等の数多くの筋電図学的研究がなされている。

Slater-Hammel<sup>41)</sup>は、ゴルフ・ストロークにおける熟練者の筋電図の観察から、ゴルフクラブの加速に貢献している筋は、左右上腕三頭筋、右広背筋、右大胸筋そして、左三角筋であることを示した。

また同じ著者<sup>42)</sup>は、テニス・ストロークのドライブにおける5人の熟練者の筋電図から、大胸筋・三角筋前部においては全被験者に、広背筋は4人に、上腕二頭筋は3人に、三角筋中央部は1人の被験者に活動電位が見られたことを観察している。

また、これらのストロークについて、個々の被験者において筋電図のパターンにほとんど variation がなく、熟練者においては、ストロークが habit pattern として十分に発達していることを示していることを報告している。しかしながら、被験者間の筋電図の比較は、

timing と general coordination において大きな variation を示していることから、少なくともゴルフ・ストロークとテニス・ストロークにおいては、motor-skill との筋電図の関係はステレオタイプでも普遍的でもなく個人によって全く違うものがあると結論している。

前嶋等<sup>21)</sup>は、スピード・スケートの滑走技術を解析する目的で、滑走中の脚筋筋電図の記

録を行ない、その結果、ストリート及びコーナー滑走時、大腿二頭筋以外の筋肉は蹴り終りの時点において最も大きく放電し、その直前は着氷時より放電が少ないことを、すなわち、脚筋の活動は、スケートの着氷の直後に盛んであり、途中やや減衰した後、蹴りの瞬間再び盛んになるパターンを示すことを指摘している。

猪飼等<sup>13)</sup>は、円盤投げの筋電図を記録し、上腕二頭筋、手根屈筋、外腹斜筋が協働して投げの主働筋になっていいることを見ている。また、円盤が手を離れる直前に上腕三頭筋、三角筋が働き、腕の伸びの最後をかためていいると報告している。

これらは、あるスポーツ種目における熟練者のみを対象とした運動技術の研究であるがこのほかに熟練者と未熟練者との比較において運動技術を分析している研究も数多く見られる。

ハンドボールの投球動作について、正木と



石井<sup>23)</sup>が筋電図を用いて、熟練者と未熟練者の比較を行なった。その結果、熟練者では体幹筋が腕の筋よりも早期に活動をはじめ、外腹斜筋、大胸筋が上腕二頭筋、上腕三頭筋の活動に先行することを報告している。すなわち、未熟練者は体幹の筋を利用することが少なく主として腕でボールを投げているといえるがこれに対して、熟練者では筋活動の時間的系列が長く、ボールに加速を与えるのに有利のようであると結論している。

小野<sup>33)</sup>は、1962年には重量挙げ選手の三種目実施中の筋電図から、一種目を行う場合の作用筋などは個人により著しい差があることを、また挙上重量が変化すれば、主働筋と共働筋が変わることを報告している。

1963年には、同じ着者<sup>34)</sup>が、重量挙げ三種目における主働筋を明らかにし、挙上点数の高いものは低いものよりも筋群の動員のされかたが少なく、運動系のトレーニング効果は拡張的ではなく集中的であることを報告した。

椿<sup>48)</sup>は、バレーボールにおけるtop classの選手とsecond classの選手とについて筋電図から観察した結果、top classの選手ほど、ひとつの動作に対して参加する筋群が少なく、放電面積もその動作に必要な筋肉で大きであり、放電時間も短いことを報告している。

Kitzman<sup>20)</sup>は、熟練者と未熟練者において、野球のバッティング・スウィング中の左右大胸筋、左右上腕三頭筋、左右広背筋の筋電図を記録し分析した結果、熟練者は未熟練者に比較して、バッティング・フォームに、ある一定の傾向を示すことを見えおり、またバッティングのより早い時期に、より強い収縮が見られることを報告している。

Herman<sup>7)</sup>は、砲丸投げ選手の砲丸投げ動作を大胸筋、三角筋、上腕三頭筋および大円筋の筋電図と同時に、毎秒24コマのシネ・カメラを使用して分析した結果、一般によい成績の被験者においては、砲丸を突き出す時に、大胸筋、上腕三頭筋、三角筋に強いはたらき

が見られ、成績の悪い被験者においては、手から砲丸が離れてしまっからピークに達するが、砲丸に最終的な力を与えるに至るまでいらないことを報告した。

以上の研究は、技術のレベルの異なる又人あるいはそれ以上の者の動作を比較したものであるが、縦断的には、動作の学習の過程を追跡した研究であろうと思われる。動作の学習の過程を筋電図学的に分析してみると、神経機構の内部については明確な結論は得られないにしても、それを外側から見たおぼたをとらえることができ、運動神経系の活動状況を大まかに知ることができる。

実際に動作の学習の過程を経時的に追跡し研究したものにKamon等<sup>15)</sup>がいる。

Kamon等<sup>15)</sup>は、鉄棒における足かけあがりの筋電図を記録し、熟練者と未熟練者のトレーニング前後において比較検討を行なった。

未熟練者には実際の動作によりのヶ月間の練習を与え、その結果、試行を通じて足かけ

あがりのフォームとタイミングに改良が見られ、筋の放電順序も修正されたことを示した。また、それにともなつて筋の放電時間が短縮され、オーバーラップある放電も減少したことを報告した。

Kamon は、この研究の中で、“スキルは、特有の habit の improvement を通じて獲得される”と仮定しており、この言葉を信じるならば、熟練者と未熟練者によつてなされる performance の間の筋活動における差異を示すこともスキル研究のための重要な方法であるが、前述したように、未熟練者に練習を与えることにより、動作の学習の過程を追跡的に研究することは、より意義があるものと考えられる。

上記の運動技術と同様に、柔道技術に関して、猪飼等<sup>12)</sup>、高橋等<sup>44)</sup>、田中等<sup>45)</sup>などにより投げ技が、また金芳<sup>17)</sup>により固め技が筋電図学的に研究されてゐる。

金芳<sup>17)</sup>は柔道の固め技を熟練者を用いて筋電

図学的に分析した結果、上四方固めにおいては、「受」のあおりと動作にともなつて、特に左右上腕二頭筋、左右腕橈骨筋、および左三角筋、左僧帽筋の放電が著しく強まるが、特に注目せられるのは、左上肢筋群と右下肢筋群が相互的關係で強く働いてゐることであると報告してゐる。

さらに金芳<sup>18)</sup>は、熟練者において巴投げの筋電図を記録し分析してゐるが、その結果、巴投げの主働筋は、腕橈骨筋、橈側手根屈筋、橈側手根伸筋、大腿直筋、大腿二頭筋および前脛骨筋であり、また、下肢筋群において、左側筋と右側筋との間に拮抗作用が著明にみられたと報告してゐる。

猪飼等<sup>12)</sup>は、柔道五輪候補選手10名について得意技の筋電図を記録し、柔道の投技における主働筋は、上腕二頭筋、上腕三頭筋、三角筋、僧帽筋、大円筋、大腿直筋であることを明らかにした。

田中等<sup>45)</sup>は、大学柔道部員について投げ技の

筋電図を記録し、猪飼等<sup>12)</sup>の行なった柔道投技の筋電図と比較を行なっている。それによると、熟練者は、肩、腕、足の順に動き始めるのが多いが、未熟練者は、肩、足、腕の順に動き始めるのが多いことを見ている。また、熟練者においては、施技直前に放電の休止が見られるのが多く、上腕二頭筋、上腕三頭筋の働きについても、熟練者の方が拮抗的な働きが見られる者が多いと述べている。

高橋等<sup>44)</sup>は、大外刈りを熟練者と未熟練者について比較した場合、作用足について、熟練者は、大腿の伸展筋である大腿直筋の放電が大きく、未熟練者は、膝関節を屈曲させる大腿二頭筋の放電が多くみられたと報告している。あるいは、未熟練者は、作用足の伸展のされかたが少ないということである。

佐藤等<sup>38)</sup>は、柔道投技を上肢筋群を中心に、熟練者と未熟練者について筋電図を記録し比較している。それによると、同一被験者において、熟練者では同一技に対する筋電図のパ

ターンは一定しているが、未熟練者では不安定であり、また、熟練者間の同一技に対する筋電図を比較してみると、技のかけ始めから終りまでの全体的経過については非常に似通ったパターンがみられるが、各筋の使われゆく順序や筋力発現の程度については多少の相違が見られると報告している。

名取等<sup>29)</sup>は、大腰しについて、熟練者と未熟練者の筋電図を比較し、検討を行なったとしているが、佐藤等<sup>38)</sup>が行なったものと同様の結論を得ている。

このように、柔道においても数多くの筋電図学的研究がなされてきているが、前述したように、柔道について、運動の学習過程を経時的に追跡した研究は見あたらない。

### 第3章 研究目的

過去において、猪飼等<sup>12)</sup>、高橋等<sup>44)</sup>、田中等<sup>45)</sup>などにより投げ技が、また金芳<sup>17)</sup>により固め技が筋電図学的に研究されてきている。

しかしながら、これまでなされてきた技の研究のほとんどが、ひとつひとつの技についてこの分析であり、技の連絡変化に関するものは見あたらない。また、未熟練者に学習させることにより、技術の習熟過程を経時的に追跡した柔道の技の研究も見つけることはできない。

そこで本研究では、柔道の投げ技のうち、大内刈りから体落しの連絡変化を取り上げ、筋電図を利用し、ゴニオ・グラムを同時記録して実験を行なった。

本研究の目的は、①柔道の熟練者と未熟練者の施技における筋電図の型を比較し、さらに、②未熟練者に対しこれは、5週間(30/週)にわたり連絡変化技の学習を与えることにより、技術の習熟の過程を経時的に追跡するこ



とである。

さらに、得られた結果より、柔道の丈内刈りから体落しの連絡変化におけるスキルの解明をも試みる。

## 第4章 実験方法

### 第1節 被験者

本研究の被験者として、健康な成人男子13名を用いた。その内訳は、熟練者として、東京教育大学体育学部武道学科柔道部の学生を5名、未熟練者として、千葉商科大学商経学部的一般学生を8名の計13名である。

特に、熟練者のうち、F.O.とY.K.は、東京教育大学柔道部の現役レギュラー選手であり、全日本学生柔道優勝大会、全日本学生柔道東西対抗試合にも数度出場しており、技術的に非常にすぐれているものと考えられる。また他の3名の熟練者においても、過去に、全国高等学校柔道大会、国民体育大会柔道高校部の出場経験をもつものがあり、技術的に十分高いレベルにあるものと考えられる。

彼等の身体的特徴・段位・経験年数などを表1.に示した。

### 第2節 被験筋

	被験者	段 位	経験年数	年 令	型 <sup>註1)</sup>	身 長 (cm)	体 重 (kg)	背筋力 (kg)	握 力(kg)		
									右	左	
取	熟練者	F.O.	4	11	22	左	163.0	68.0	150	51.0	49.0
		Y.K.	4	10	22	右	171.0	78.0	170	50.0	45.0
		T.S.	2	8	19	右	176.0	105.0	205	70.0	67.0
		H.S.	2	8	19	右	163.0	69.0	135	49.0	47.0
		T.K.	2	7	19	左	171.5	72.0	165	57.0	54.0
	未熟練者	S.S.	—	0	21	右	178.0	61.0	123	52.0	45.0
		R.K.	—	0	22	左	160.0	47.0	132	37.0	45.0
		A.S.	—	0	21	右	156.0	52.0	124	53.0	41.0
		Y.K.	—	0	20	右	163.0	53.0	106	41.0	33.0
		T.A.	—	0	20	右	171.5	80.0	150	50.0	46.0
		T.I.	—	0	20	右	175.0	74.0	181	56.0	55.0
		H.I.	—	0	20	右	168.0	70.0	145	57.0	51.5
		Y.F.	—	0	19	右	169.5	58.0	113	40.0	40.0
		受	T.E.	3	11	26	右	181.5	77.0	189	68.0
Y.S.	1		4	18	右	175.0	66.0	194	51.0	50.0	
S.S.	1		4	22	右	156.0	52.0	157	57.0	50.0	

表1. 被験者の身体的特徴および段位・経験年数

被験筋には、橈側手根屈筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、三角筋、僧帽筋について左右5対、計10部位を選んだ。

### 第3節 電極

電極は、直径5mmの円型銀板電極を用い、観測すべき筋の皮膚上をアルコールで十分拭

註1) 型の右とは、右自然体に組み、右の枝を掛ける場合のことを云い、いわゆる右利きという意味とは異なる。型の左についても同様である。

いたのち、被験筋の筋線維の方向に沿って3 cm間隔に電極糊を介して両面接着テープで貼布し、さらにその上から、エラストックバンソウユウで固定した。

アースには、同一種類の円型銀板電極を使用し、背部中央に固定した。

#### 第4節 関節角度の測定

筋電図のほか、左右の肘の関節角度変化を物理的にとらえるものとして、electro-goniometer<sup>6) 10) 18) 23)</sup>を用いた。これは、同心型の可変抵抗器の内外に二本のアームをとりつけ、そのアームの角度の変化に伴う抵抗の変化が、電流の強さの変化となるようにしたものである。その配線図と、goniogramのamplitudeと肘の関節角度との関係を現わした図をそれぞれ図1、図2に示す。

なお、electrogoniometerには、0~10 K $\Omega$ 直線型の同心型可変抵抗器(東京COSMOS: RV16YN 15SB10K $\Omega$ )を用いた。

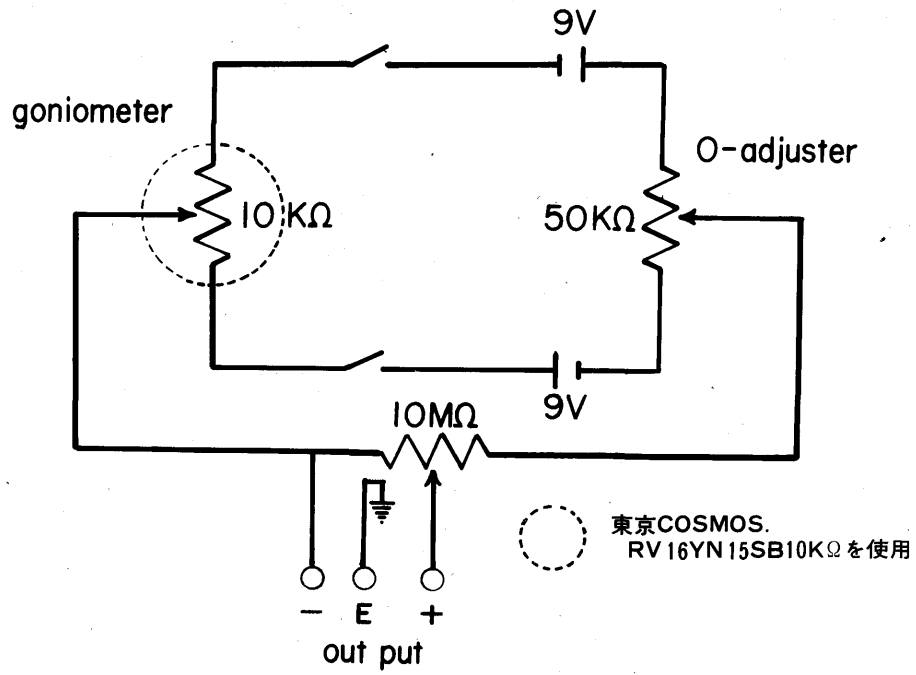


図1. Electrogoniometerの配線図

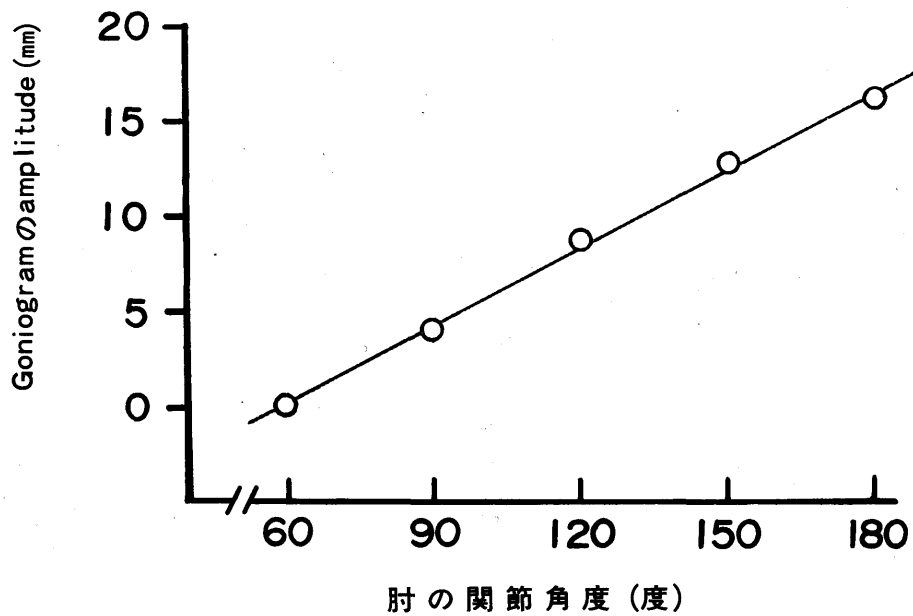


図2. Goniogramのamplitudeと肘関節角度との関係

## 第5節 記録

表面電極からの放電の記録は、日本光電製の13チャンネルの脳波計を用い、感度は $1\text{mV} = 3\text{mm}$ で行なった。ただし、被験者T.S.とT.A.については、この感度では記録された筋の活動の電位が小さすぎたため、 $1\text{mV} = 5\text{mm}$ で行なった。

感度の較正は、各被験者の<sup>しぎ</sup>演技の前後2回にわたって行なった。また、脳波計のペーパー・スピードは毎秒30mm、時定数は0.05秒にセットした。

なお、ゴニオメーターにより導出された肘関節角度の変化は、脳波計の11、12チャンネルに記録された。

また、以上の諸記録と同期して、測定された演技を8mm映画で記録した。コマ数は、毎秒24コマとした。写真と筋電図の同期シグナルとして、ストロボ(SunpakのGT-704011)の点滅を利用し、二連スイッチによつて、この光が写真にうつると同時に、電気信号に

よって脳波計のタイマーに記録されるようにした。

## 第6節 大内刈りから体落しの連絡変化の測定

大内刈りから体落しの連絡変化(本論文中では、大内刈りから体落しの連絡変化をこれ以後、連絡変化技と略称する)の測定は、各被験者が、体重の異なる3人の受(表1.)に対して、それぞれ5枚の鮮明な筋電図が取れるまで<sup>しぎ</sup>施技を行なひ、そのうち、受T.E.の場合の筋電図が3枚、受S.S.とY.S.の場合の筋電図が、それぞれ1枚ずつ、計5枚のデータが各被験者について研究のために用いられた。

なお、各<sup>しぎ</sup>施技中、十分に休息をとったので疲労の要素は入っていないものと考えられる。

## 第7節 大内刈りから体落しの連絡変化の練習

未熟練者に対して、1週間に3日の割合で

5週間、計15日間の学習期間が与えられた。

最初の2週間は、大内刈と体落しを連絡させず、ひとつひとつの技として1日に各20本ずつ、計40本の施技<sup>しぎ</sup>を行なわせた。

その後の3週間は、大内刈リと体落しを連絡<sup>註1)</sup>させ、連絡変化技として30本の打ち込みと10本の投げを行なわせた。

最初の2週間は、取どある被験者同志が投げ合い、あとの3週間は、実験で受になつてゐるT.E.とS.S.が投げられた。

学習期間中、受T.E.が立ち合い、適宜、デモンストレーションをし、注意を与えた。

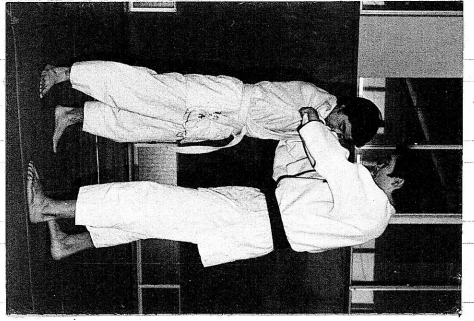
## 第8節 大内刈リから体落しの連絡変化の動作時点

連絡変化技における動作時点を技の構成から、図3に示されてゐるように、次のa~gの7つに分けた。

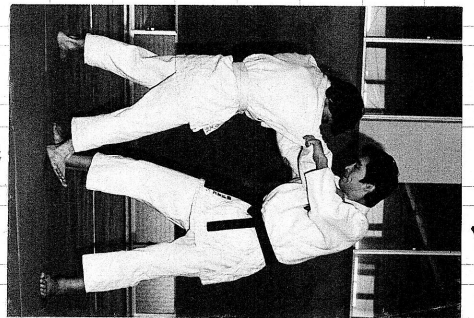
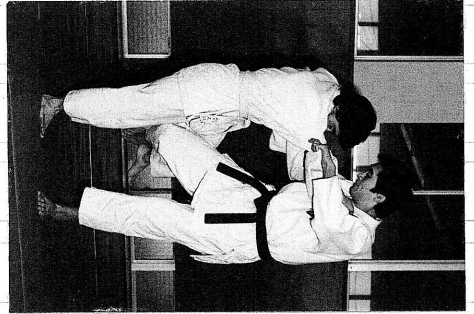
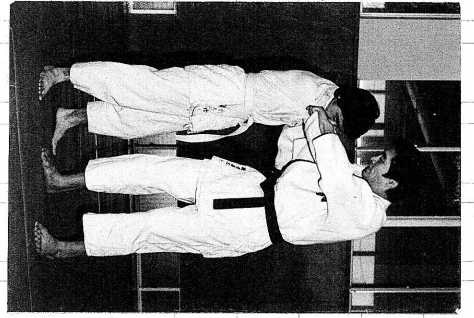
ただし、動作時点の説明は、取が右利きであるとして行なつた。

註1) 「かかり稽古」「ぶつかり稽古」のことで、相手を技をかけやむい状態にその場で、あるいは移動しながら同じ技をくりかへしてかける方法をいう。

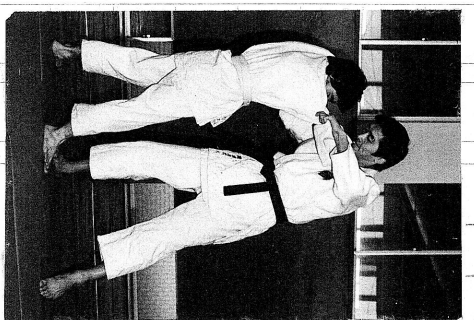




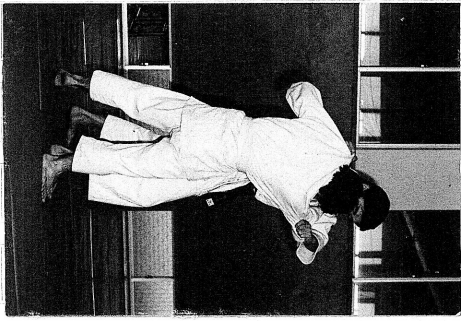
a



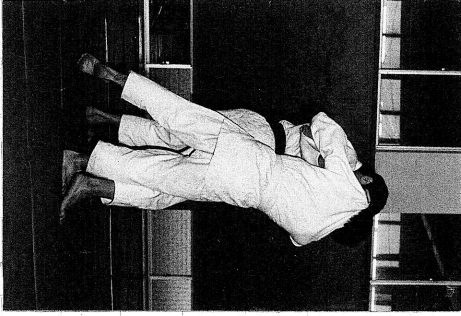
b



c



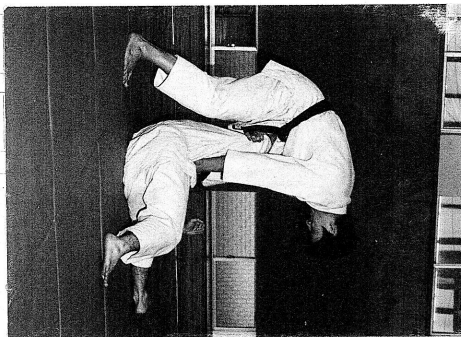
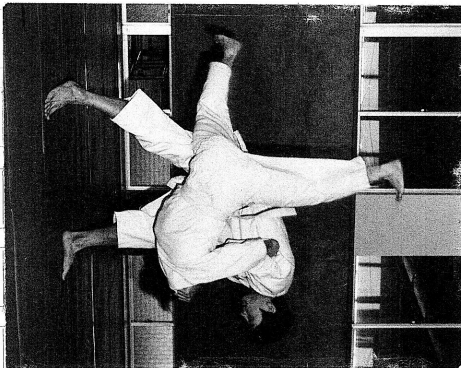
d



e



f



g



図3. 大内刈シから体落シの連絡変化の動作

- a. 取が自然体の構えから、大内刈リに入ろうと右足を動かした瞬間。
- b. 大内刈リが掛け終り、その掛けた右足が畳に着いた瞬間。
- c. 大内刈リから体落しに入るまでの間合のあと、左足後さばきをせんとし左足が動く瞬間。
- d. 後さばきの要領で左足を受の左足の前まで回して引き、その左足が畳に着いた瞬間。
- e. 左足が畳に着いたのち、右足を受の右足前に踏み出し、畳に着いた瞬間。
- f. 取の投げにより、受が宙に浮かんとする瞬間。
- g. 受が受身をとったところ。

上述の動作時点、a. b. c. d. e. f. g. が筋電図上におかれた。その方法は、例之は、aに相当する点をおくためには、8 mm 映画に写されたストロボの光とaとの間に28コマ数えられた時、筋電図の紙送り速度は毎秒24コマの割で

撮られていることから、28mmは35mmに換算され、このことより、筋電図上のマーカーから35mm測ることにより、aが筋電図上におかれた。

b. c. d. e. f. g. においても同様の方法で行なわれた。もちろん、この動作時点間の所要時間も測り得る訳である。

このようにして計測された各動作時点間の所要時間も連絡変化技の分析に利用された。

なお、実験は、1973年10月7日から11月28日まで、順天堂大学運動生理学研究室で行なわれた。

## 第5章 結果

### 第1節 熟練者の大内刈りから体落しの連絡 変化の筋電図

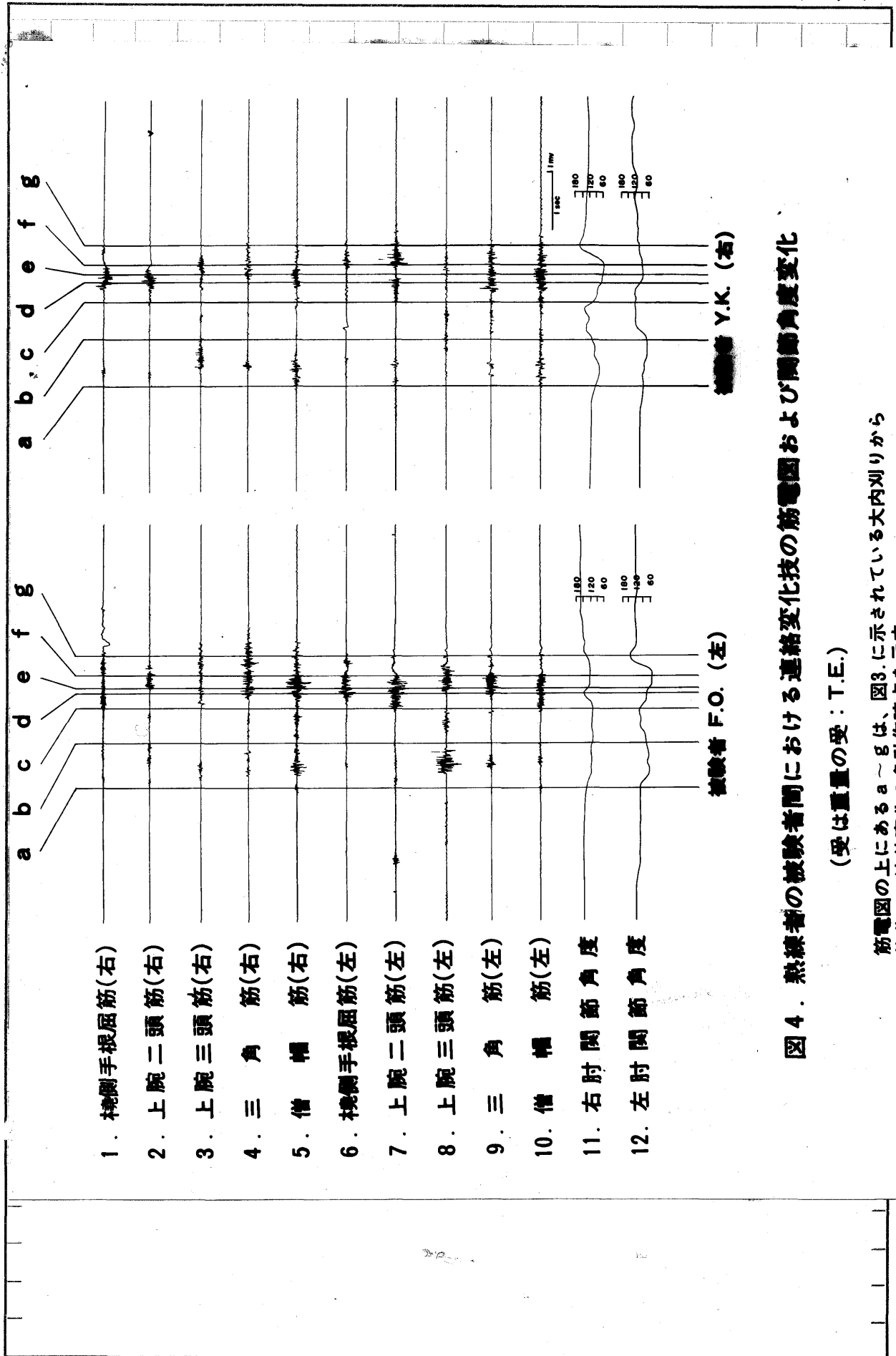
熟練者 F.O. と Y.K. は、他の3名の熟練者と比べ、非常にすぐれた技術を持っており、その差が明確であったので、熟練者の場合は、F.O. と Y.K. の2名のデータを中心に、結果を述べて、考察を行うこととする。

なお、被験者間、あるいは、同一の受に対する<sup>しぎ</sup>施技間の比較は、重量の受：T.E. の場合のデータを用いて行うこととする。これについては、後述の未熟練者の学習前・学習後とも同様である。

#### (1) 重量の受に対する筋電図

図4に示されているように、熟練者 F.O. の<sup>註1)</sup>重量の受に対する連絡変化技において、動作の開始時の筋活動を見ると、大内刈りの局面である a-b において、その初期に、利き手である左上腕二頭筋、左僧帽筋が放電を示し中期から終期に、利き手の左上腕三頭筋、左

註1) 熟練者 F.O. は、型が左のため、右腕が引き手となり、左腕が利き手となる。



被験者 Y.K. (右)

被験者 F.O. (左)

図 4. 熟練者の被験者間における連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(受は重量の受: T.E.)

筋電図の上にある a ~ g は、図 3. に示されている大内列りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す。

三角筋、左僧帽筋、そして、引き手の右上腕三頭筋、右三角筋、右僧帽筋が放電を示している。その後、右上腕三頭筋と拮抗的に、右上腕二頭筋、右橈側手根屈筋が放電を開始している。

熟練者 Y. K. <sup>註1)</sup> においては、F. O. に見られた、大内刈りの終期の引き手の橈側手根屈筋、上腕二頭筋の放電が見られないが、大内刈りの初期には屈筋群が働き、中期から伸筋群が働くという似通った筋の活動様式を示している。

また、この局面での肘の関節角度は、F. O. Y. K. とともに、a-b の中期までは、引き手・引き手の両肘ともに屈曲を示し、その後、引き手の肘関節角度は、ほぼ一定を保ち、引き手の肘関節角度は、瞬間的な小さい伸展→屈曲を示したのち、再び緩徐な伸展に移っている。

熟練者の他の3名についても、この局面においては、肘関節角度変化に、非常に似たパターンを示している。

註1) 熟練者 Y. K. は型が右であるので、右腕が引き手となり、左腕が引き手となる。

大内刈りが終了( b )し、体落としに入る( c )までの間が、初めの技から次の技に移る連絡変化の間合であるが、F.O.では、この局面 b - c においては、引き手の右僧帽筋、引き手の左上腕三頭筋に、また、Y.K.では、引き手の左上腕三頭筋、三角筋に弱い放電が見られるが、他の筋については著しい活動は見られず、熟練者では、むしろ、この局面に、各筋の放電休止を示している。この局面での平均所要時間は、0.625秒である(表2)。

		N = 2			N = 8			N = 8		
		熟練者			未熟練者(学習後)			未熟練者(学習前)		
		重量の受	中量の受	軽量の受	重量の受	中量の受	軽量の受	重量の受	中量の受	軽量の受
大内刈り	a - b	0.756	0.813	0.688	1.153	1.323	1.078	0.841	0.828	0.886
間合	b - c	0.625	0.542	0.542	0.111	0.146	0.120	0.212	0.177	0.177
体落とし	c - d	0.285	0.313	0.292	0.259	0.245	0.260	0.248	0.208	0.182
	d - e	0.097	0.083	0.083	0.276	0.302	0.260	0.330	0.417	0.281
	e - f	0.208	0.271	0.188	0.292	0.286	0.224	0.346	0.318	0.339
	f - g	0.333	0.229	0.250	0.330	0.245	0.323	0.382	0.349	0.406
	c - g	0.923	0.896	0.813	1.157	1.078	1.067	1.306	1.292	1.208

(単位: 秒)

表2. 熟練者、未熟練者の学習前・学習後による  
連絡変化技の各動作時点間の所要時間

熟練者における各動作時点間の所要時間の算出は、F.O.とY.K.の2名の平均をもって行なった。また、未熟練者については、学習前・後とも、8名の平均をもって行なった。

その後、F. O. は、体落しに入ってから、引き手の右橈側手根屈筋、利き手の左上腕三頭筋、左僧帽筋が放電を始め(c)、つづいて引き手の右上腕三頭筋、利き手の左橈側手根屈筋が放電を始め(c-d)、左右の上肢筋群が協働して受の引きつけを行なっている。

d-eにおいて、他の筋も活動を開始し、掛け(e)に入ってから、引き手の右上腕三頭筋も活動に加わり、上肢筋群のすべてを動員して崩した相手の投げに入っている。

この筋の活動様式が、受が宙に浮かんとする瞬間まで続き、その後、受が宙に浮いて後(f-g)は、利き手の左上腕三頭筋、引き手の右橈側手根屈筋、右上腕三頭筋、右三角筋の活動を残して、他の筋は弛緩をしている。

肘の関節角度変化は、利き手において緩徐な伸展を示していた左肘関節角度が体落しに入るこのあたりから、投げのfのあとまで屈曲を示し、引き手の右肘は、cのあとdを境に瞬間的に伸展を示し、その後は最後まで



ほぼ一定の値(約120度)を示している。f-gの中期から、引き手の左肘の関節角度が急激な伸展を示しているが、これは、引き手の筋の活動と結びつかず、むしろ、それ以前の引き手の瞬間的に、かつ、強力な働きの結果、ballisticに生じたものであろうと思われる。

熟練者Y.K.とF.O.とを比較すると、引き手の上腕二頭筋の活動様式に大きな差が見られ、F.O.では、c-gの体落しの局面において、e-fに短い放電が見られるのに対し、Y.K.では、c-e、f-gに放電が見られ、e-fで弛緩するという、逆の筋の活動様式が見られるが、他の筋の活動様式については、出現時期・筋力発現の程度に多少の相違は見られるが、全体的に、ほとんど同様の放電パターンを示している。

肘の関節角度変化については、引き手において、ほぼ一定の角度を示し、dの前後ごのみ瞬間的な伸展を示したF.O.に比べ、Y.K.は

bの直後に伸展を示し、それがdまで続いて  
いるという。c-dに、わずかの相違が見ら  
れるが、他においては似通ったパターンを示  
しており、特に、利き手の肘関節角度変化に  
ついては、ほとんど同様のパターンを示して  
いる。このことは、他の熟練者3名について  
も見られる傾向であった。

## (2) 中量の受に対する筋電図

熟練者では、中量の受に対する筋電図の型  
は、重量の受に対する筋電図の型と比較する  
と、きわめて似通っている。たとえば、技の  
かけ始めから終りまでの全体的経過のパター  
ンには、ほとんど明確な差はみられない。こ  
れは、5名の熟練者すべてにみられる傾向で  
ある。しかし、各筋の筋力発現の程度につい  
ては多少の相違が見られる。例えば、図5の  
②にあるように、F.O.では、大内刈りの局面  
(a-b)において、右上腕三頭筋、右三角  
筋、右僧帽筋、左三角筋の放電が非常に小さ  
くなっており、また、体落しの局面(c-g

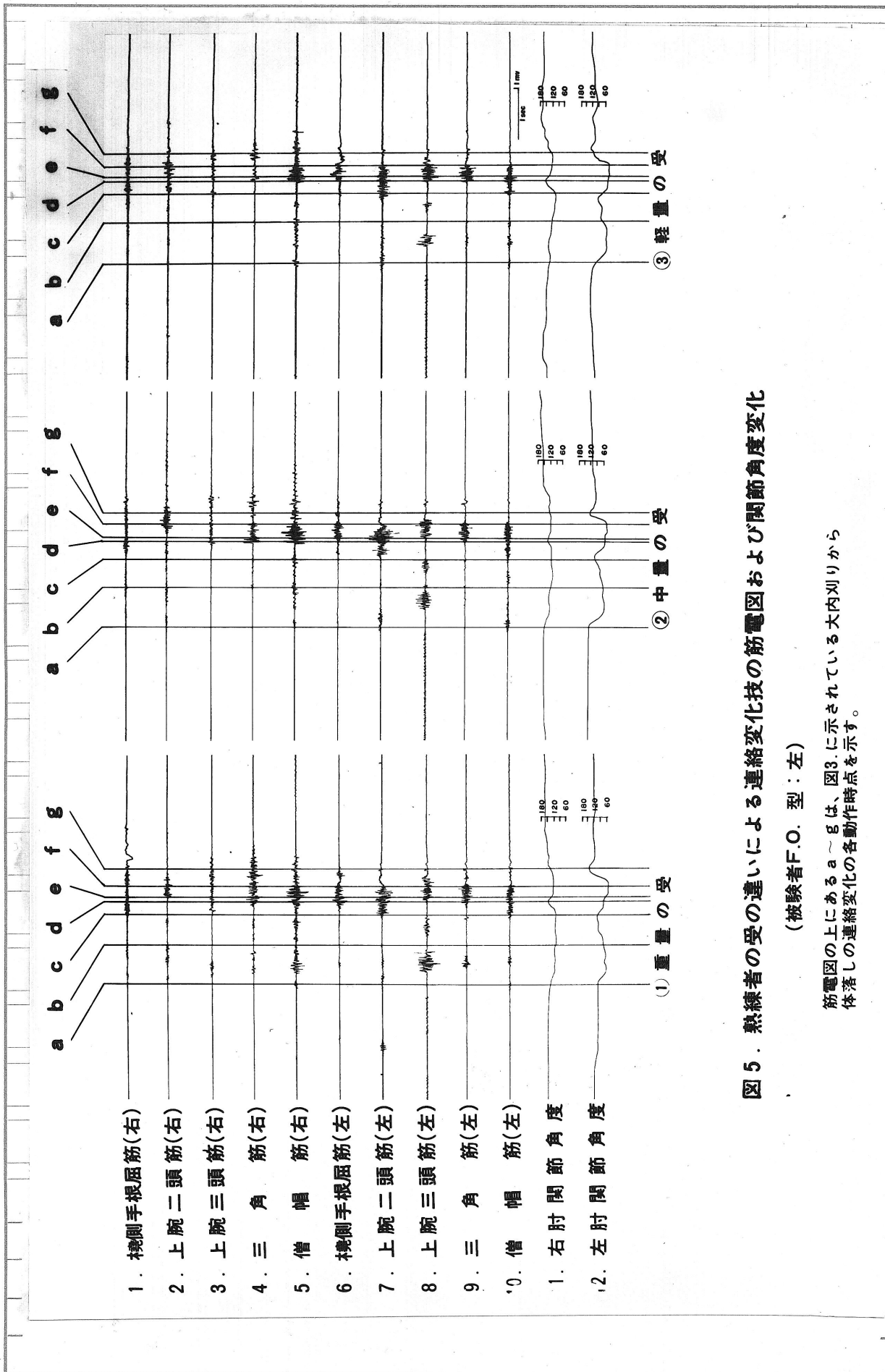


図5. 熟練者の受の違いによる連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(被験者F.O. 型: 左)

筋電図の上にあるa~gは、図3.に示されている大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す。

)においては、各筋の放電の開始及び終了の時期がわずかに早くなっている。

### (3) 軽量の受に対する筋電図

図5の③に見られるように、熟練者における軽量の受に対する連絡変化技の筋電図は、中量の受に対する場合と同様、重量の受に対する筋電図と比較すると、筋の活動様式、肘の関節角度の変化の全体的経過については、非常に似通ったパターンを示している。しかし、全体的に、各筋の筋力発現の程度がやや小さくなっており、また、左右屈筋群の放電がわずかに早めに出現している。特に、T.S.については、重量の受の場合に比較すると、軽量の受に対しこの筋の活動は、引き手の筋群の働きが非常に小さくなっており、極端に云えば、受を利き手一本で投げていることが推測される。

なお、同一の受に対する数回の施技については、図6に見られるように非常に安定したパターンを示しており、柔道の大内刈りから

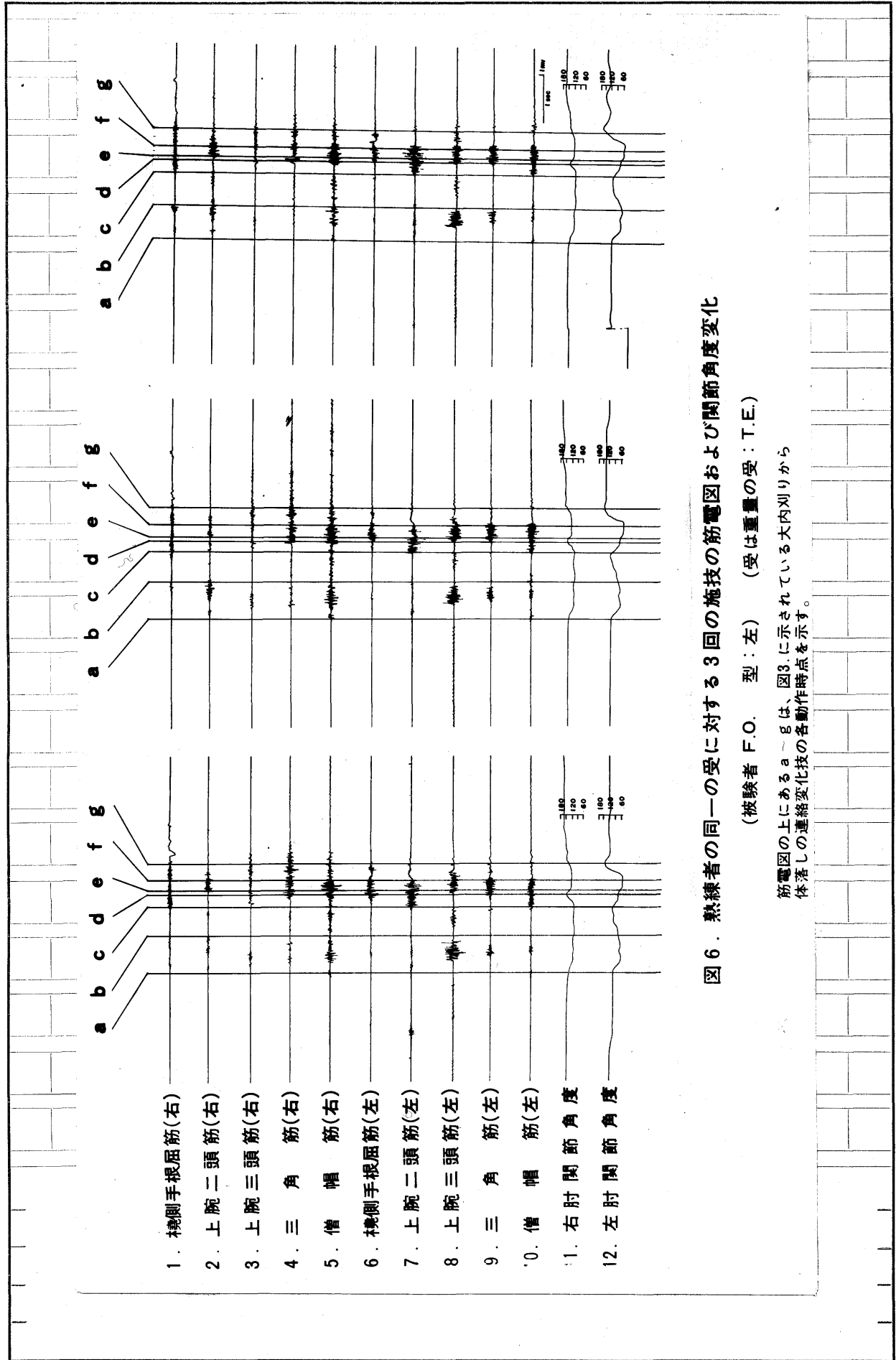


図6. 熟練者の同一の受に対する3回の施技の筋電図および関節角度変化

(被験者 F.O. 型:左) (受は重量の受: T.E.)

筋電図の上にある a ~ g は、図3. に示されている大内刈りから体落しの連絡変化技の各動作暗点を示す。

体落しの連絡変化において、熟練者では、動作のパターン化が出来ているものと思われる。

## 第2節 未熟練者の大内刈りから体落しの連絡変化の筋電図

### (1) 重量の受に対する筋電図

図7に、未熟練者 Y.K., T.I., H.I.<sup>註1)</sup> の3名の筋電図および肘関節角度の変化が示されている。

未熟練者の重量の受に対する連絡変化技について、大内刈りの局面(a-b)における筋の活動様式を見ると、引き手の右上腕二頭筋、右三角筋、右僧帽筋、引き手の左上腕二頭筋、左僧帽筋など多くの筋が、施技に入る以前から、すでに弱い持続放電を示しており、ほぼ施技全体を通して放電を示している。未熟練者 A.S. については、熟練者の場合と同様施技以前に筋の持続放電を示さなかったが、他の4名についても、Y.K., T.I., H.I. と同様の結果が得られた。

註1) 未熟練者 Y.K., T.I., H.I. の3名は、いずれも型が右であり、左腕が引き手となり、右腕が引き手となる。なお、学習後には、いずれも同様である。

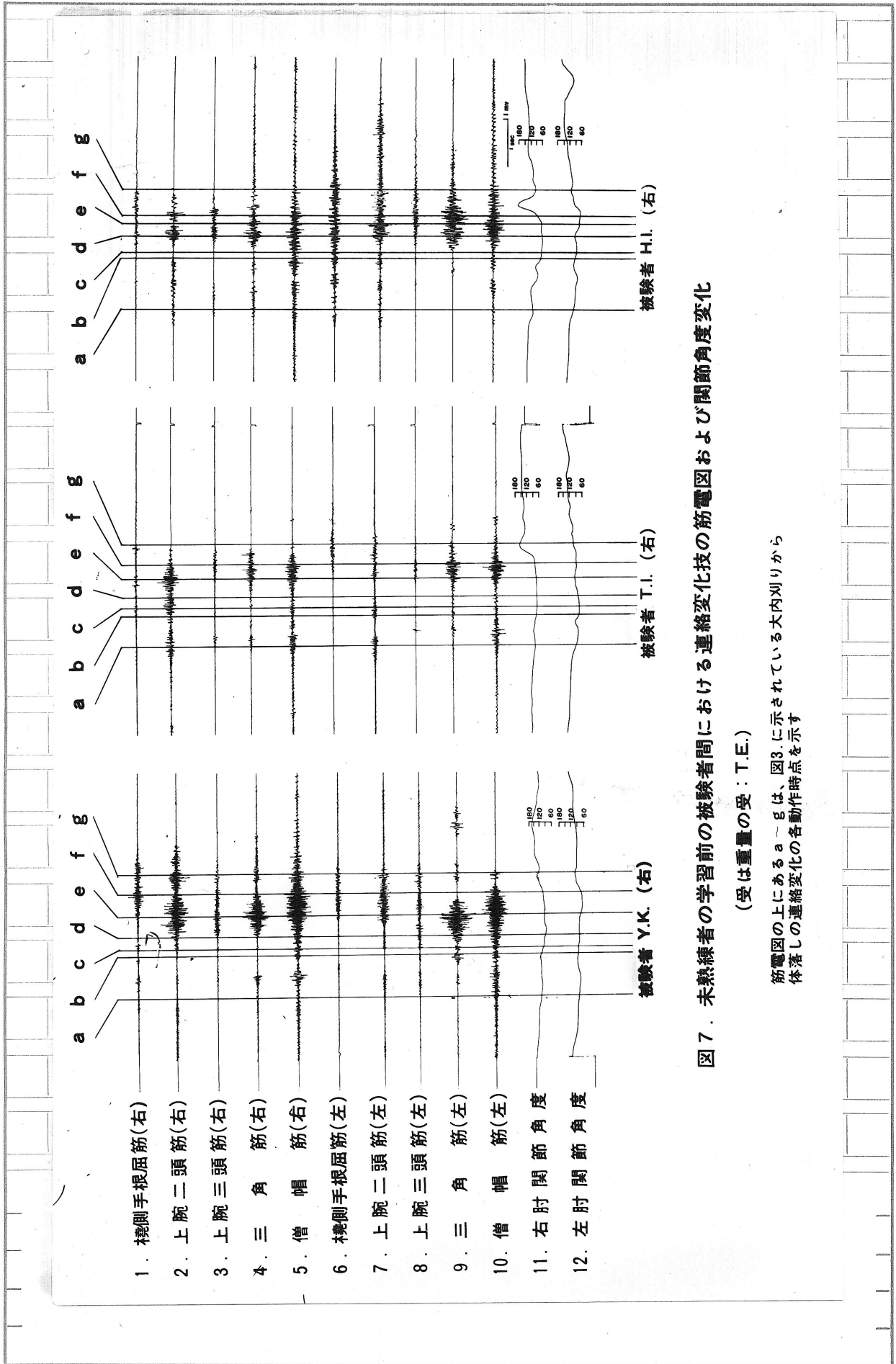


図7. 未熟練者の学習前の被験者間における連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(受は重量の受：T.E.)

筋電図の上にあるa～gは、図3.に示されている大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す

a-bにおいて放電が大きくなつていると見られる筋は、未熟練者Y.K.では、利き手の右三角筋、右僧帽筋、引き手の左上腕三頭筋、左僧帽筋などであるが、未熟練者間の比較においては、使用されていゝ筋、各筋の放電順序等がバラバラであり、個人差が非常に大きく、一定の方式は見つけられない。しかし、一般的に、未熟練者は、大内刈りにおいては、ほとんどの筋が関与してあり、特に、左右の僧帽筋の放電が著しいことが認められる。

b-cは、前述したように、大内刈りから体落しに移る、いわゆる間合という部分であるが、熟練者のそれと比較すると、この間合が非常に短かく、熟練者の0.625秒に対し、未熟練者は0.212秒となつていゝ(表2)。

この局面の筋の活動様式は、熟練者に見られた放電の休止が見られず、b以前の筋放電が持続を示していたり、bから、おびに次の放電が始まつており、この局面での筋の弛緩は、ほとんど見られない。



体落し(c-g)においては、未熟練者の多くは、各筋が同時に放電を開始しており、たとえば、Y.K.では、右上腕二頭筋、右僧帽筋、左上腕二頭筋、左上腕三頭筋、左三角筋、左僧帽筋が、H.I.では、右上腕二頭筋、右上腕三頭筋、右三角筋、左上腕二頭筋、左上腕三頭筋、左三角筋、左僧帽筋が、体落しに入った直後(cの直後)、同時に放電を開始している。

さらにそれらは、施技を通じて持続放電を示しており、その結果、熟練者にみられた、ひとつの筋群から他の筋群への活動の移行は見られず、屈筋・伸筋が、あるいは、左右の筋が、同様に活動をしている。

また、肘の関節角度の変化を見ると、利き手の右肘では、cの直前から屈曲をはじめ、fの直後で最大屈曲を示した熟練者に比べ、未熟練者では、それほど明確な肘の関節角度の変化は見られず、b-dでやや屈曲、d-gで緩徐な伸展を示している。

## (2) 中量の受に対する筋電図

未熟練者では、中量の受に対する筋電図の型は、重量の受に対する筋電図の型と比較すると、筋の筋力発現の程度、放電の開始・終了の時期等にかなり大きな差異が見られる(図8の②)。

たとえば、未熟練者Y.K.において、利き手の右橈側手根屈筋、右上腕二頭筋、引き手の左橈側手根屈筋は放電が非常に小さくなってきているのに対して、左三角筋についてはむしろ、重量の受に対する場合よりも大きくなってきている。

さらに、左右三角筋、左僧帽筋は、放電の終了の時期が重量の受に対する場合に比べ遅くなってきているのに対し、右上腕二頭筋は早くなってきている。

また、重量の受に対する場合も各筋が演技の全体を通して持続を示していたが、中量の受の場合は、いっそう、それが明確になっており、特に、右上腕二頭筋、右僧帽筋、左三

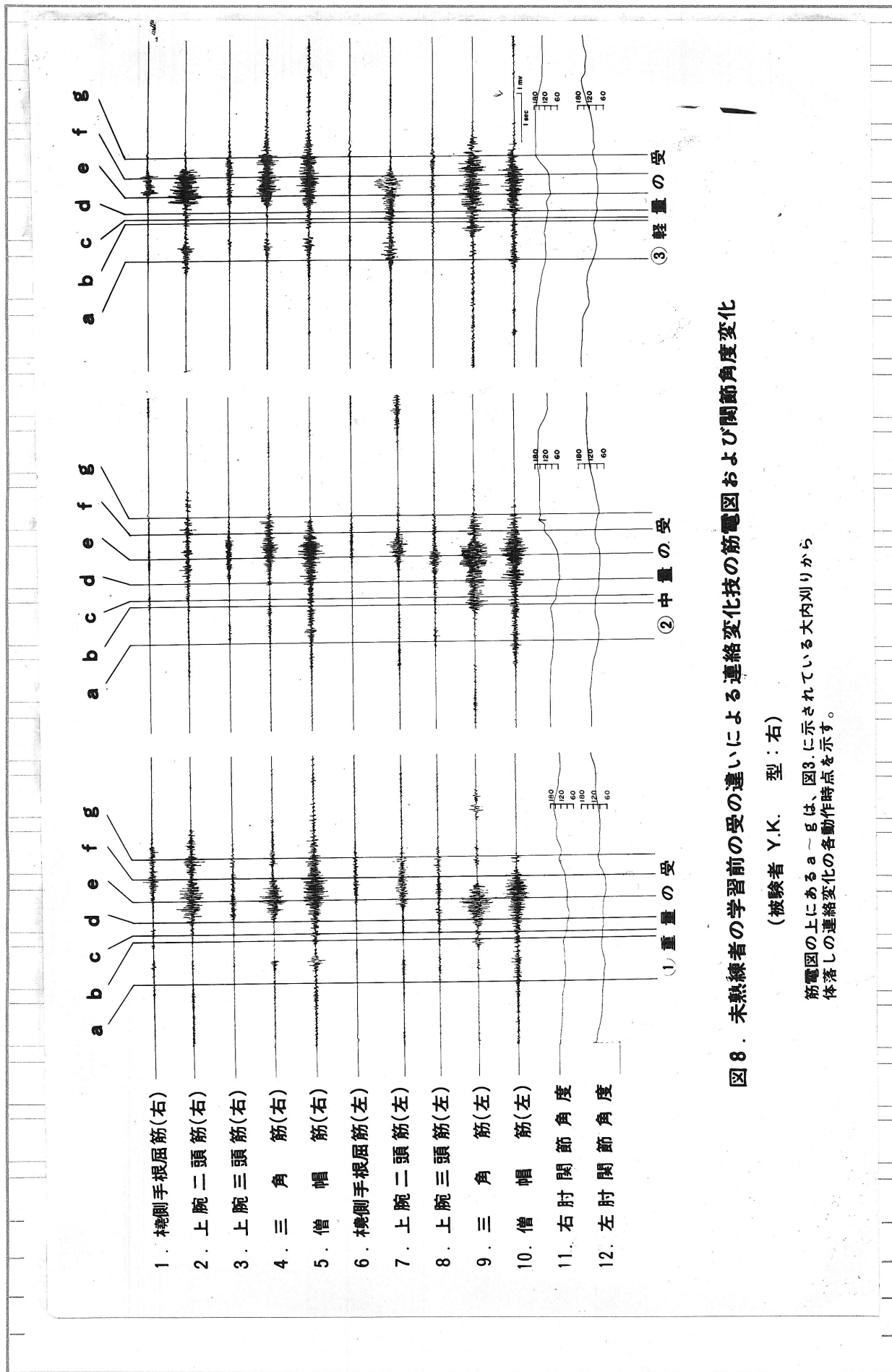


図8. 未熟練者の学習前の受の違いによる連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(被験者 Y.K. 型: 右)

筋電図の上にあるa~gは、図8.に示されている大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す。

角筋において著しい。

他の未熟練者においても、Y.K.と同様、重量の受に対する筋電図と比較すると、筋の筋力発現の程度、放電の開始・終了の時期等にかなり大きな差異がみられ、受の重量が変わったことによる筋活動のパターンは、熟練者に比べ、非常に不安定である。

### (3) 軽量の受に対する筋電図

未熟練者Y.K.の軽量の受に対する連絡変化技の筋電図が、図8の③に示されている。

重量の受、中量の受に対する筋電図に比較すると、軽量の受に対する筋電図は、緊張・弛緩の相が明確になっている。

また、左右模側手根屈筋、上腕二頭筋については、いずれも重量の受に対する場合とは異なり、放電が早い時期に終了し、上腕三頭筋、三角筋、そして僧帽筋は持続が長くなり9の局面まで続いている。

熟練者においては、受の重量が変化しても技のかけ始めから終りまでの筋の活動様式・

および、肘の関節角度変化の全体的経過については非常に似たパターンが見られたが、未熟練者Y.K.については、受の重量が変わった場合の筋電図に、かなり不安定な動作パターンが出ており、この傾向は、他の未熟練者についても同様であり、各被験者について一定の傾向は見られなかった。

しかしながら、図9に示されているように、同一の受に対する数回の演技については、熟練者と同様、未熟練者の場合も、演技全体の経過は、似通ったパターンを示していた。

### 第3節 未熟練者の学習後の大内刈りから体落しの連絡変化の筋電図

#### (1) 重量の受に対する筋電図

未熟練者の学習後の重量の受に対する連絡変化技の筋電図と肘関節角度の変化が、図10に示されている。

未熟練者の学習前には、 $\alpha$ 以前にすでに大部分の筋が弱い持続放電を示していたが、学

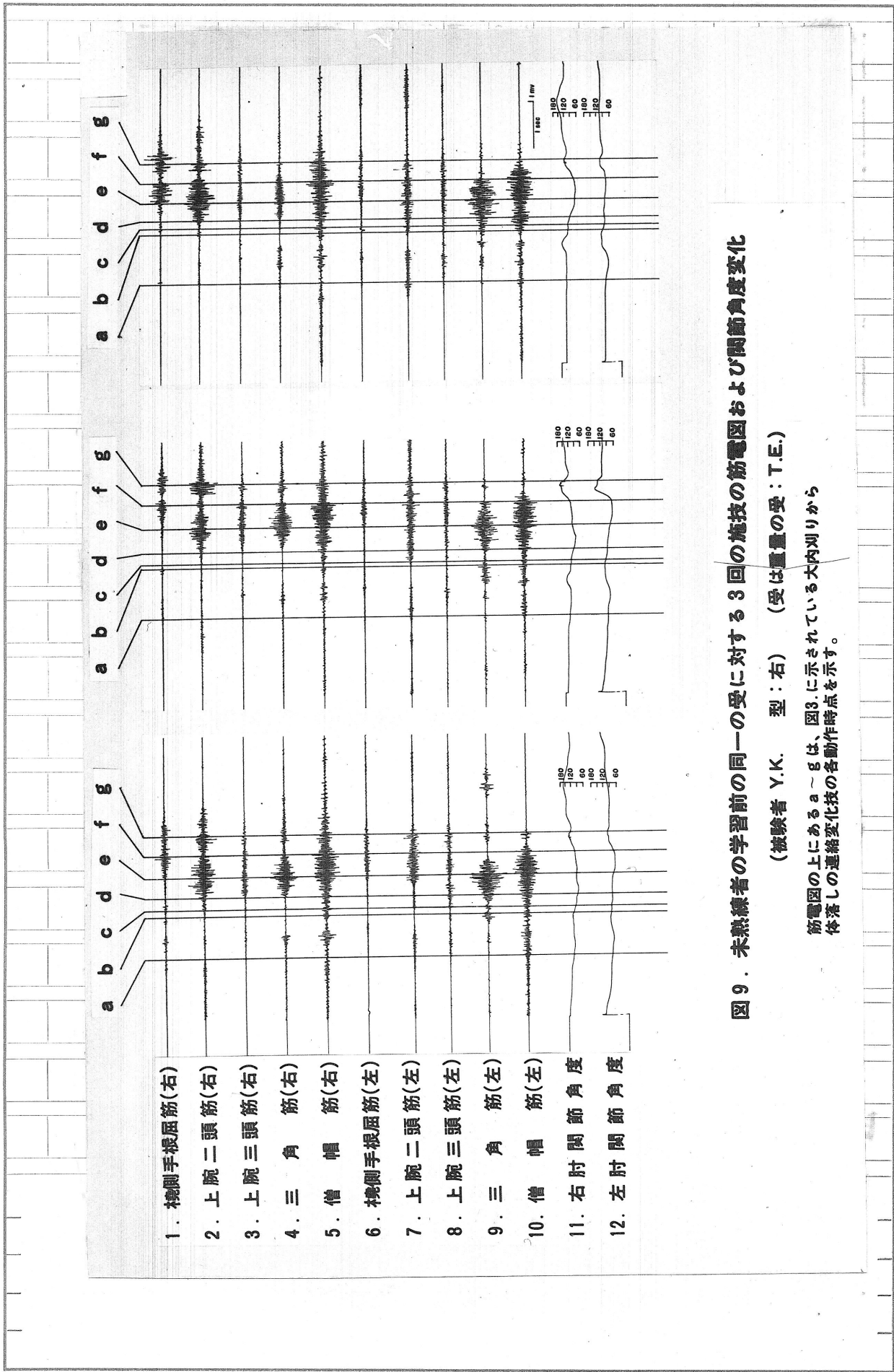


図9. 未熟練者の学習前の同一の受に対する3回の施技の筋電図および関節角度変化

(被験者 Y.K. 型:右) (受は重量の受:T.E.)

筋電図の上にあるa~gは、図3.に示されている大内刈りから体落しの連絡変化技の各動作時点を示す。

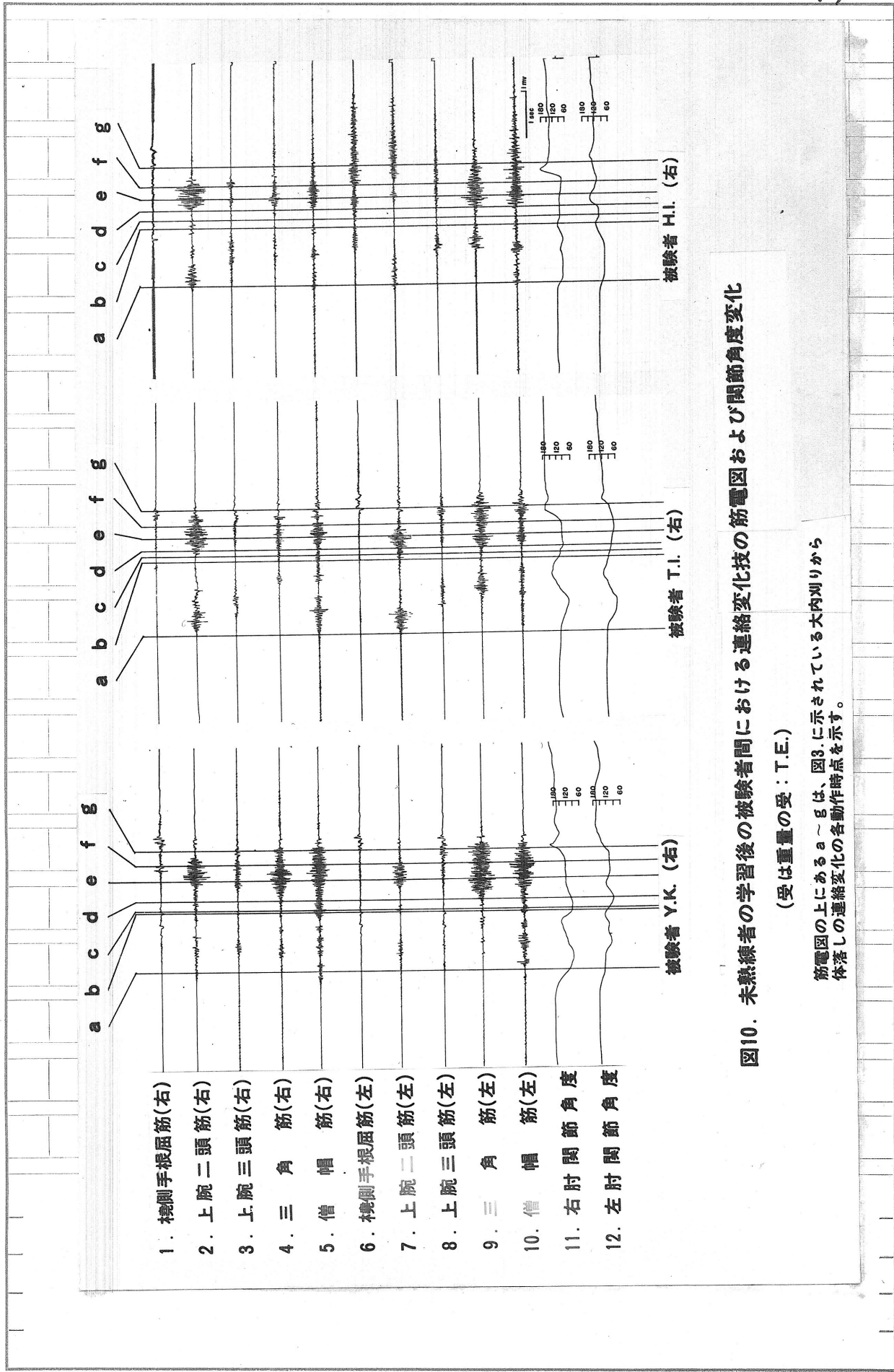


図10. 未熟練者の学習後の被験者間における連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(受は重量の受：T.E.)

筋電図の上にあるa～gは、図3.に示されている大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す。



習後には、そのほとんどが消失しており、これは8名全員に見られた傾向である。例えば未熟練者の学習後のY.K.においては、引き手左僧帽筋、T.I.においては、利き手右僧帽筋と引き手左上腕二頭筋、H.I.においては、利き手右僧帽筋に放電を示すのみで、あとの筋は弛緩している。

a-bの火内刈りの局面における筋の活動様式は、初期に、利き手の右上腕二頭筋、右僧帽筋、引き手の左上腕二頭筋の筋放電が見られ、中期から、これらに、学習後のY.K.では、利き手右上腕三頭筋、右三角筋が加わり、さらに、T.I., H.I.においては、引き手の左上腕三頭筋、左三角筋も加わっている。この局面(a-b)の肘の関節角度変化において学習前とくらべると、ほとんど改良が見られなかった者がH.I.を含め2名いたが、他の5名においては、火内刈りの初期に受を引きつけ受に近づくために屈曲を示し、中期から肘を伸展して受を後方、あるいは下方へ押す



という、熟練者に似たパターンを示している。

同様に、肘の動きの変化にともない、働く筋の活動様式も熟練者のそれと似たパターンを示している。しかしながら、熟練者のような、上腕二頭筋と上腕三頭筋の明確な拮抗作用にまでは到っておらず、また、筋の緊張・弛緩の明確な相についても同様である。

その一例として、被験筋の多くが同時期に重複して活動している相が見られている。

b-cの間合においては、表2に示されているように、熟練者のこの局面の所要時間は0.625秒、未熟練者の学習前が0.212秒、そして、学習後は0.111秒であり、学習前と比べるとおしる短縮を示している。学習後の未熟練者の中には、数回の施技にわたって、この局面に0秒を記録した者も見られた。

この局面の筋の活動様式については、上肢筋群において熟練者に見られた筋の活動の休止は見られず、間合においては、未熟練者の

学習前に比べ、学習後からは、目立った変化は認められない。

c-gの体落しの局面での筋の活動様式は、学習後の未熟練者の被験者間について見ると、筋の放電順序、筋力の発現程度等に大きな差異がみられ、個人差が大きいことから、一定の傾向は見い出せないが、大内刈りの局面に見られたと同様、学習を通してフォームとタイミングに大きな変化が見られ、それに伴ない、使用される筋、筋の放電順序に変化が認められ、筋の放電時間が短縮し、熟練者の筋電図の型に近づいてきていることが、うかがわれる。

b-c, c-gにおける未熟練者の学習後の肘の関節角度の変化を見ると、学習前に比較して、明らかに、肘の屈曲・伸展が明確になっただけであり、そのパターンも全体的に熟練者が示した関節角度変化のパターンに近づいてきているが、b-cの間合におけるパターンに著しい差が見られる。特に、利き手の

肘の関節角度変化においては、熟練者は一定かむしろ伸展のパターンを示しているが、未熟練者は屈曲の傾向を示し、学習することにより、さらにそれが明確になつてきている。

未熟練者の学習後においては、8人のあべこの被験者が、このような傾向を示していた。

### (2) 中量の受に対する筋電図

未熟練者の学習後の中量の受に対する連絡変化技の筋の活動様式と関節角度の変化(図11の②)は、熟練者の場合と同様、重量の受に対する施技のそれと比較すると、技のかけ始めから終りまでの全体的経過については、非常に似通ったパターンが出てきている。

未熟練者の学習前の筋の活動様式・関節角度の変化と比較すると、重量の異なる受に対しても、かなり安定したパターンを示していることが伺われる。

### (3) 軽量の受に対する筋電図

図11の③に、未熟練者の学習後の軽量の受に対する連絡変化技の筋の活動様式と関節角

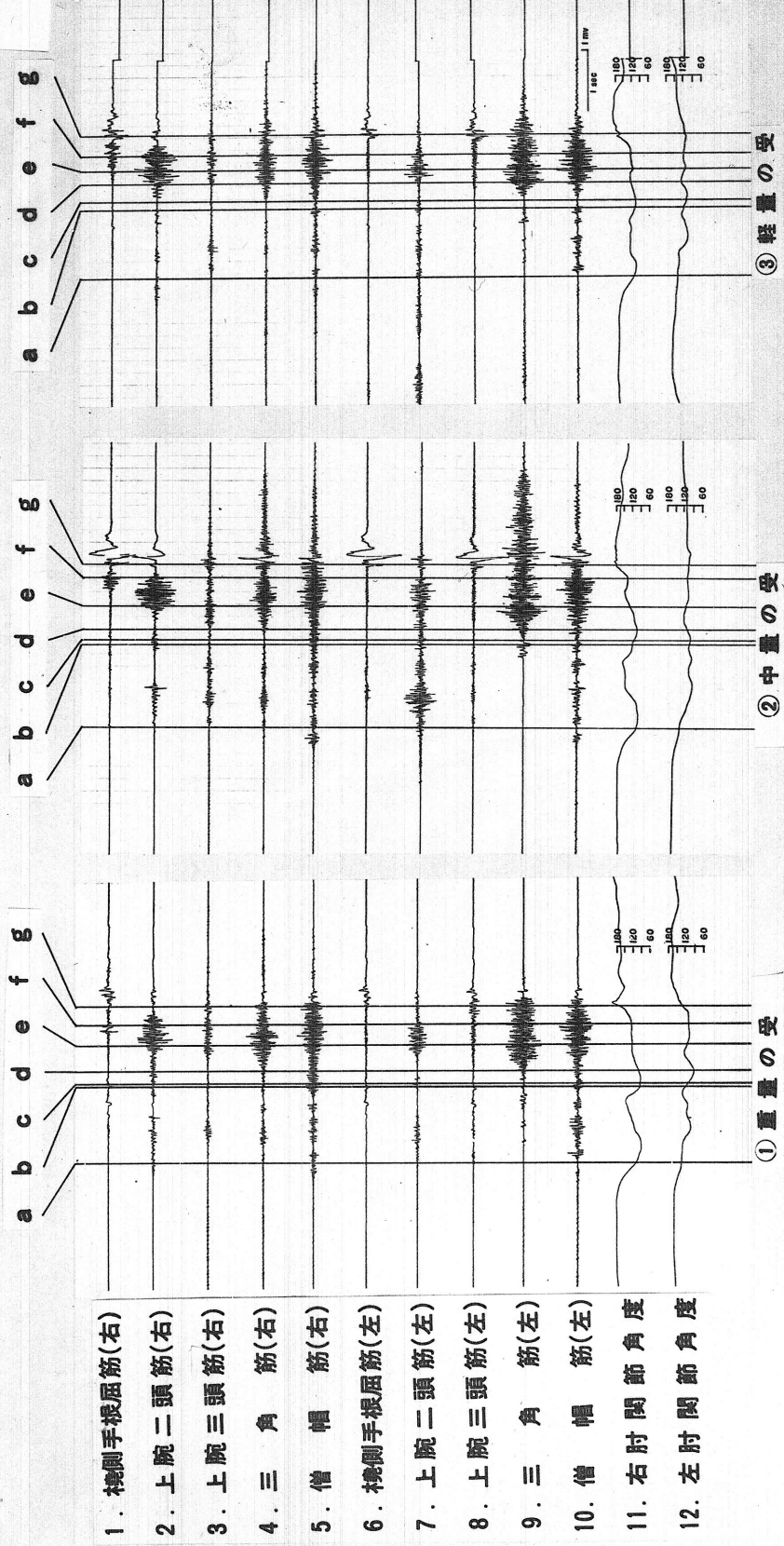


図11. 未熟練者の学習後の受の違いによる連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(被験者 Y.K. 型: 右)

筋電図の上にある a ~ g は、図3. に示されている大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す。

度の変化が示されているが、重量及び中量の受に対する施技の場合と同様、連絡変化技の施技の全体的経過については、非常に安定したパターンを示している。しかし、各筋の筋力発現の程度、放電の出現時期に多少の相違が見られる。

なお、同一の受に対する数回の施技については、熟練者、未熟練者の学習前に見られたと同様に、非常に安定した筋の活動様式・関節角度変化を示していた(図12)。

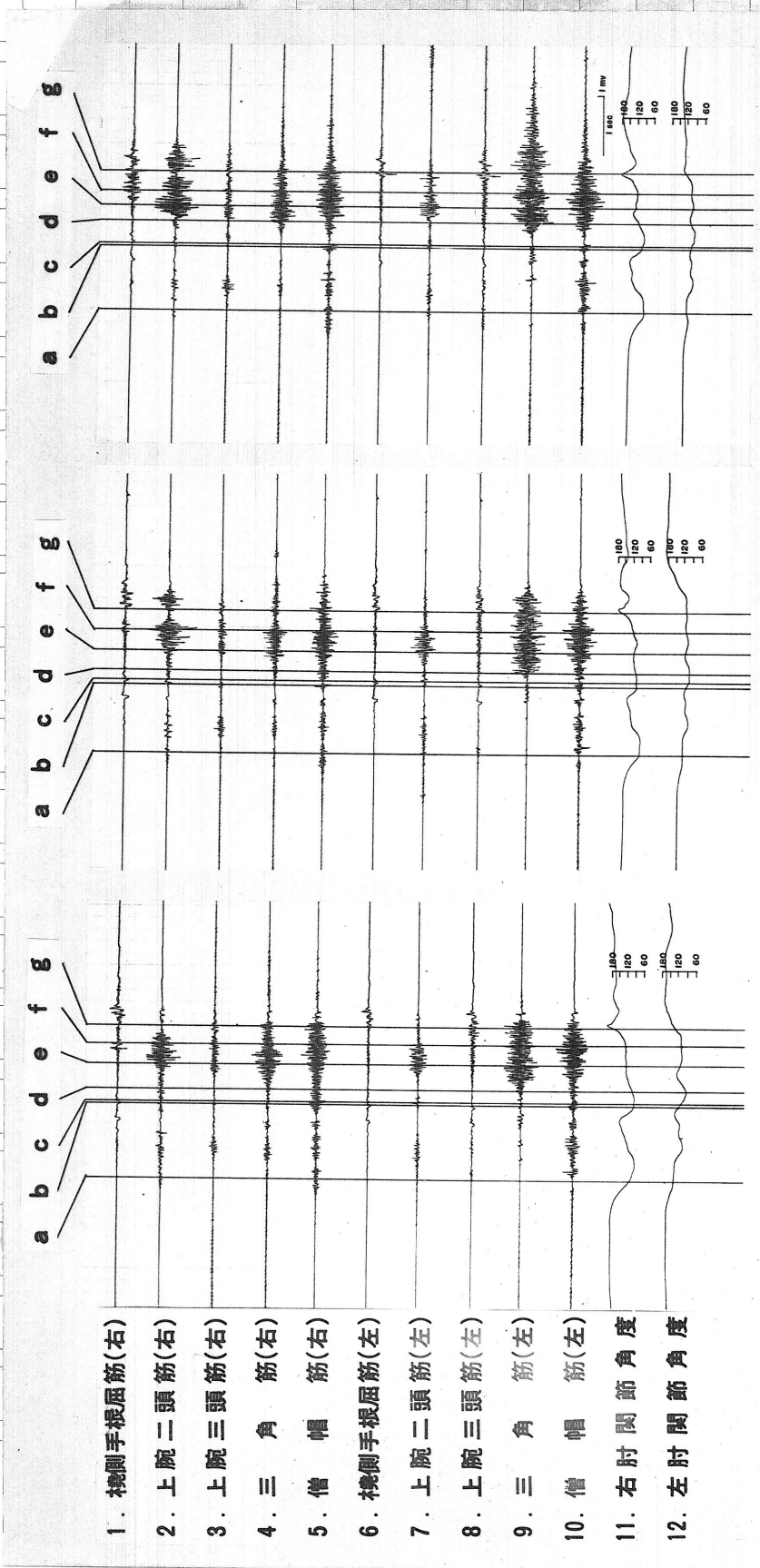
#### 第4節 大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点間の所要時間

連絡変化技の各動作時点間の所要時間を表2(P.31)に示した。

熟練者は大内刈りに要した時間<sup>註1)</sup>は平均0.756秒であり、未熟練者は0.841秒である。未熟練者は学習することにより、1.153秒と延長している。

b-cの間合については、熟練者は0.625

註1) 時間の比較は重量の受T.E.ごの値をもつて行う。  
又、技の説明は取が右の型の者として行う。



- 1. 橈側手根屈筋(右)
- 2. 上腕二頭筋(右)
- 3. 上腕三頭筋(右)
- 4. 三角筋(右)
- 5. 僧帽筋(右)
- 6. 橈側手根屈筋(左)
- 7. 上腕二頭筋(左)
- 8. 上腕三頭筋(左)
- 9. 三角筋(左)
- 10. 僧帽筋(左)
- 11. 右肘関節角度
- 12. 左肘関節角度

図12. 未熟練者の学習後の同一の受に対する3回の施技の筋電図および関節角度変化

(被験者 Y.K. 型:右) (受は重量の受: T.E)

筋電図の上にある a ~ g は、図8. に示されている大内刈りから体落しの連絡変化技の各動作時点を示す。



秒、未熟練者の学習前・学習後はそれぞれ  
0.212秒、0.111秒である。熟練者は、崩し  
た相手が十分に立ち直ることができるくらい  
の間合を取っているのに比較して、未熟練者  
は逆に、崩れた相手に立ち直すあきを与えず、  
すぐに次の大内刈リに入っている。未熟練者  
の学習後については、学習前に比較すると、  
さらに時間の短縮が見られ、間合における改  
変は見られなかった。

体落とし(c-g)に要した時間については、  
熟練者の方が早く、平均0.923秒であり、未  
熟練者の学習後1.157秒、学習前の1.306秒  
となっている。しかしながら、c-dの、体  
落としに入るため左足の後さばきが始まり、完  
了するまでの局面は逆に、未熟練者の学習前  
が最も早く、学習後・熟練者の順に時間が長  
くなっている。これは、未熟練者は、左足の  
後さばきを十分に行なうことが出来ず、単に  
横に左足を開くだけのものであり、崩しが不  
十分であることを示している。

c-dでの時間的遅れを熟練者は、次のd-eで取り返している。すなわち、完全に左足が畳についてから右足を踏み出している未熟練者に比較して、熟練者は、左足が畳に着く瞬間、あるいは、着く以前にすでに右足の移動が始まっている。すなわち、熟練者は、崩し・作りが早く、受に対して施こした体落としから逃れられないような状態をつくっている。

未熟練者の学習後については、学習前に比べて、熟練者と似た時間的なパターンを示している。

また、掛け(e)の局面である右足が畳に着いてから、相手が浮き、受身をとるまでの時間(e-g)は、熟練者が最も早く、未熟練者の学習前・学習後についてみても、明らかに学習後の方が早くなっていることが分る。

すなわち、未熟練者は学習することにより、技がスムーズになり、強烈になったことを示している。



受の体重が変わった場合の重量・中量・軽量の子者の受に対する施技については、表2が示すように、多少、時間的パターンに変化が見られる。

熟練者、未熟練者の学習前・学習後の子者に共通して見られる傾向として、受が軽量になる程、体落しに要する時間は短くなることである。

また、体落しに要する時間を熟練者、未熟練者の学習前・学習後で見ると、重・中・軽量の受すべてを包含してみても、最も時間が短かったのは熟練者であり、次に、未熟練者の学習後、そして、未熟練者の学習前となっており、未熟練者においては、明らかな学習効果が見られている。

なお、同一の受に対する数回の施技(表3)については、筋活動のパターンと同様、熟練者、未熟練者の学習前・学習後とも、時間的な動作パターンに、かなりの一定性が見られている。



## 第6章 考察

## 第1節 筋電図の解析

表面導出筋電図を用いて、スポーツ技術の解析を行う場合に、数多くの問題点が存在することが、青木<sup>2)</sup>、津山等<sup>49)</sup>、阿久津<sup>1)</sup>などにより指摘されている。

青木<sup>2)</sup>は、肘の関節角度を $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $108^\circ$ 、 $150^\circ$ において、それぞれに等尺性および等張性収縮を行なわせ、その時の力および、上腕二頭筋、上腕三頭筋からの筋電図を記録し分析した結果、それらの間には一義的な関係は見られないことから、少なくとも現在用いられている方法によって得られた表面導出筋電図およびその所見からは、スポーツの動作分析をして技術指導に資するための資料を得ることは困難であると結論している。

津山等<sup>49)</sup>は、肘関節を $90^\circ$ に屈曲した場合の等尺性収縮において、表面電極では $10\text{kg}$ 程度までは相関関係がみられるが、それ以上では、これらの関係がなくなるので、活動電位より

収縮の定量を期待することは不可能であると報告している。

阿久津<sup>1)</sup>は、導出する表面電極の大きさが異なれば、放電の大きさも異なることを報告している。

しかしながら、以下に述べたあるように、猪飼<sup>11)</sup>等や小野<sup>33)</sup>などが述べていることに留意するならば、表面導出筋電図からも、スポーツ技術における有効な解釈が可能になると思われる。

猪飼<sup>11)</sup>等は、筋電図を諸種のスポーツ運動の分析に利用する際には、①筋電図には、大脳皮質の運動領の興奮によつて誘発されたものと反射的に誘発されたものとが入り混じっていること、②同一の型の電極を用い、貼布の様式を同一にすれば、筋の筋電図にあらわれる電位の総量と筋力との間には、ほぼ一義的な関係が認められること、および、③筋電図は、筋の活動の開始と終了の時期を知る上に役立つが、電極から離れた部分の筋線維を含

む運動単位の活動は見逃されることもある—  
ことを述べ、これらの3事項を認めれば意義  
のあることであると結論している。

また、小野<sup>33)</sup>は、多チャンネルの同時誘導は  
あ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できるので極めて望  
ましいと報告しており、さらに、津山等<sup>49)</sup>は、  
それに加えて、筋活動の動作を現わす物理現  
象を同時記録することの重要性を述べている。

以上のような事項を認めたとすれば、表  
面導出筋電図は、導出筋全体としこの活動の  
有無、その程度、および、パターンを把握す  
るには都合のよいものであり、<sup>46)</sup>運動の分析に  
応用することは、意義のあることであろうと  
思われる。

そこで本研究では、①実験中一貫して同一  
の直径5mmの円型銀板電極を用い、そして、  
②貼布の様式を同一にあるため、実験中、若  
者が一貫して電極の貼布を行うことにより、

実験条件をいつも同じにし、前述の留意点のもとに筋電図の解析を次のように試みた。

①同一の被験者の同一筋については、活動電位の高さおよび放電密度から、活動の強弱の推定をした。

②どの筋が、どのような時間的経過で使用されているのか。

③筋の緊張・弛緩の状態、拮抗筋の働き。

④筋群の動員のしかたなどを見た。

⑤筋電図以外の物理現象である。electrogoniometerの記録から両肘の関節角度変化を分析した。

⑥8mm映画から連絡変化技における各動作時点に要した時間を測定し、その時間からの考察も加えた。

また筋電図の解析には、猪飼等<sup>11)</sup>のように筋電図の放電している部分を黒くぬりつぶし模式図にして解析しているもの、Kamon等<sup>15)</sup>のようにペンの振りの大きさを直接mmで計測し、そのままグラフで現わしているもの、Herman<sup>1)</sup>

のように、パンの振幅の高さをランクづけして分析しているものなど筋電図に手を加えて解析しているものも見られるが、そのほとんどは、筋電図に手を加えず、そのままのデータのまま解析している。

本研究では後者の、筋電図に手を入れず、そのままのデータのまま、前述の方法で筋電図の解析を試みた。

## 第2節 大内刈りから体落しの連絡変化における熟練者と未熟練者の比較<sup>註1)</sup>

a-bの大内刈りの局面では、熟練者は、利き手の上腕二頭筋、僧帽筋の放電開始とともに、肘の屈曲が始まっており、その後、左右の上腕三頭筋、三角筋が協同して働いている。これは、受を引きつけた後に、受を後下方へ押し下げているものと思われる。

熟練者においては、このように、大内刈りの初期には、利き手の屈筋群が働き、中期には、両側の伸筋群が働くという拮抗的な作用

註1) 図13に載せられているF.O., Y.K.の筋電図は、図4.7.10等でおどに示されているものであるが、熟練者と未熟練者の学習前後の比較を容易にするため、参考に記載したものである。

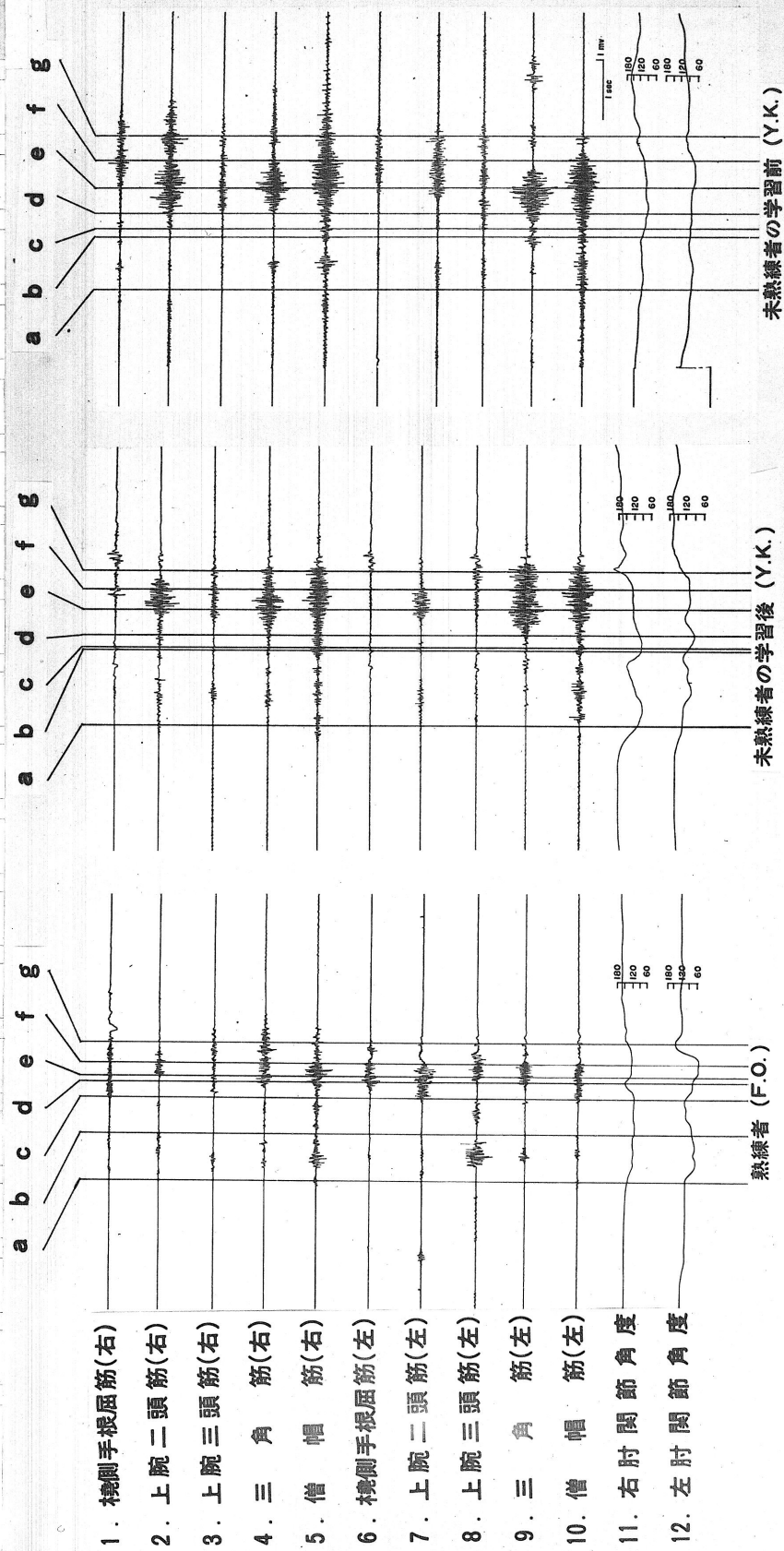


図13. 熟練者と未熟練者の学習前・学習後の連絡変化技の筋電図および関節角度変化

(受は重量の受：T.E.)

筋電図の上にあるa~gは、図3.に示されている大内刈りから体落しの連絡変化の各動作時点を示す。



が見られているが、未熟練者については、このような引き・押しのみらかな相は見られず、ほとんどの筋が関与し、弱い持続放電を示している。

また、熟練者には、施技以前には、ほとんどの筋に放電は見られないのに対して、未熟練者の場合は多くの筋に持続放電が認められる。さらに、施技を通じても、弱い持続放電が見られることから、未熟練者は、施技以前から施技を通じて、緊張がぬけず、リラクゼーションが出来ていないことを示している。これは、田中等<sup>45)</sup>が報告している結果と一致している。

b-cの間合について、熟練者と未熟練者とを比較すると、熟練者F.O.とY.K.については、この間合に要した時間は、0.625秒であり、大内刈りにより崩した受が十分に立直ることができると思われるほどの長い時間を示している。また、この間には、上肢筋群の著しい活動は見られず、この技と技との連絡の

局面においては、各筋が放電の休止を見せている。これに対して、未熟練者は、この間合が短かく0.2秒であり、筋の弛緩も見られない。すなわち、未熟練者は、大内刈りが終了する以前からあびに、体落しの準備に入っており、後に崩れつつある受の引きつけを起こしている。

しかしながら、この連絡を観察により外からの現象をとらえてみると、あたかも、大内刈りと体落しの二つの技が分離しており、なると大内刈りの作用が次の体落しにやがわり合いを持つものとは思われず、動作がぎこちなく、手足がバラバラであることを示している。

その点、熟練者は、長い間合を持ち、各筋がほとんど弛緩を示しているにもかかわらず、この二つの技の連絡が容易であり、全体としてスムーズな動作になっている。

すなわち、大内刈りから体落しのように、いったんうしろへ崩し、それから前へ投げら

連絡変化技においては、さきに施こした技の崩しに対して、むしろ、受が立ち直れるくらいの間合をおくことが、そして、筋の働きにおいても、この間は、弛緩してることが重要であると云えよう。未熟練者のごとく、大内刈りによつて、うしろへ崩れつつある受を前へ引きつけようとするのは、合理的ではないように思われる。つまり、受が、うしろへ崩された体勢をもとにもどそうとして立直つてくる力を利用して体落しを施こすことが、連絡変化技をいかすポイントであろうと思われる。

c-gの体落しにおいては、熟練者は、各筋の放電の開始・終了に明確な時間的ずれが見られ、各筋が、崩し・作り・掛けの各局面に重要な役割をはたしていることが推測される。

熟練者のF.O.とY.K.の間には、引き手の上腕二頭筋が示すように、e-fの局面に弛緩を示しているY.K.に比べて、F.O.は、e-f

に放電を示すという違いが認められたが、全体的に、技のかけ始めから終りまでの経過は、似通ったパターンを示している。

未熟練者は、全体的に、筋の持続放電が目立ち、緊張・弛緩の相が明確でなく、また、熟練者に見られた筋の拮抗的働きの見られなかった。

これらのことは、柔道においては、田中等<sup>45)</sup>や名取等<sup>29)</sup>が、また、Kamon等<sup>15)</sup>が鉄棒の足かけ上げりについて、猪飼等<sup>8)</sup>が腕の部分的動作について報告している結果と一致している。

また、未熟練者においては、筋の活動様式、肘の関節角度の変化に一定の傾向は見られず、被験者間でバラバラのパターンを示し、ひとつの方式を見つけることはできなかった。

### 第3節 未熟練者の学習効果

学習前の未熟練者は、まったく柔道の経験のない者達であり、連絡変化はもとより、大内刈り、体落としから満足に行ない得なかった

が学習の後には、試行を通して、その演技のフォームとタイミングに改良が見られた。また、筋の放電の順序、緊張・弛緩の相に修正が見られ、全体として、熟練者の型に近づく傾向が見られた。

この点については、未熟練者に学習を与之て、スキル獲得の過程を見ている、Kamon等<sup>15)</sup>や前嶋<sup>22)</sup>の報告と一致している。

すなわち、熟練者にみられたような、ある筋群からある筋群へという活動の移行が未熟練者にとっては非常にむづかしく、このため異なった筋において、明確な収縮・弛緩の相あるいは、拮抗的働きが見られず、長い持続放電が記録されたが、学習あることにより、大内刈りにおいては、ある筋群からある筋群への活動の移行が、そして、体落しにおいては、それに要する時間の短縮、筋の放電順序の変化が見られるようになり、筋の活動様式に多くの改良が見られた。

また、未熟練者の学習前に見られた演技以

前の持続放電が消失して、熟練者と同様、大部分の筋は、静止状態を示すようになった。

しかし、連絡変化のポイントであろうと見られた間合については、未熟練者は学習することにより、むしろ、時間の短縮を示しており、目立った変化は認められなかった。

これは、個々の技である大内刈り・体落しの習熟にともない、肘の関節角度の変化からも示されるように、利き手の働きが顕著になってきており、学習前に比べると、いっそう強烈な利き手の肘の屈曲を間合に入る以前から開始しており、このことは、むしろ、習熟のひとつの過程と見ることも妥当であろうと考えられる。

なぜならば、実際の動作としては、学習前のような、ぎこちなさもとれて、大内刈り・体落しの二つの技が分断することなく、動作がスムーズになってきており、パフォーマンスそのものには、進歩・改良が明確に見られるからである。

#### 第4節 重量の異なる受に対する筋の活動様式

佐藤等<sup>38)</sup>の報告によると、同一被験者において、熟練者では、同一技に対する筋電図のパターンは一定しているが、未熟練者では不安定であるとなっているが、本実験の結果からは、筋の活動様式についても、時間的な動作パターンについても、熟練者、未熟練者の学習前・後ともに、かなり安定したパターンを示していることが分る。

しかしながら、受の重量が変化することにより、未熟練者は筋の活動様式が大きく変化し、不安定になるとともに、被験者間についても全く変異にとんでおり、一定の傾向は見られない。

これに対して熟練者は、筋力発現の程度に多少の相違が見られるが、筋の活動様式の全体的経過については安定したパターンを示している。

また、未熟練者は学習することにより、熟

練者の筋電図のパターンに近づく傾向がみられ、受の重量の変化に対しても安定したパターンを示してきている。

模擬動作による重量挙げのスキル獲得の習熟過程を見た研究の中で、前嶋<sup>22)</sup>は、負荷と筋の活動様式との関係において、次のように報告している。

熟練者の筋の活動様式は、負荷の変化に伴って異なっており、未熟練者では、それが明確ではなかった。

この結果は、本研究の結果と全く逆であるが、重量挙げと柔道投技という種目の持つ特性であろう。

なお、柔道の筋電図学的研究について、受の変化にともなう、筋電図の変化を見た研究は見当らなかった。

さらに以上の結果および考察から、本研究の目的でもある、柔道の大内刈りから体落しの連絡変化のスキルについて、考察を試みた。



Kamon等<sup>(15)</sup>は、スキルを「動きの潜在意識のコントロール、努力に対する economy」という言葉で定義し、それは、「特殊な habit の improvement を通じて獲得される」との仮定を試みている。

一般にスキルという言葉に対する定義が、生理学者や心理学者等により試みられている<sup>(14)(36)等</sup>が、現在、全領域の分野に共通する明確なスキルの定義は見当らないように思える。

しかしながら、Kamon等<sup>(15)</sup>の定義は、あべこべではないが、スキルの一片を現わしていると考えられるし、少なくとも、一般的には、スキルとは、“比較的小さな努力で、performer にかなり大きな作業を達成させることも可能にある performance の一要素”であるという推測は誤りではないと思われる。

あなわち、スキルの不足している、いわゆる未熟練者は、作業を達成するうえで、ぎこちない動きを生じるという結果をもたらすし、また、同じ作業に対して、スキルのある熟練

者に比較して、ばく大なエネルギーを要することになるであろうと思われる。

このような見解に立脚するならば、柔道の犬内刈りから体落しの連絡変化を用いて、①熟練者と未熟練者の比較、および、②未熟練者の技術の習熟過程の追跡を、筋電図の利用により実験を行ない、導かれた本研究の結論からも、スキルの一断片を客観的に知ることが可能であろうと推測される。

本実験の結果から、犬内刈りから体落しの連絡変化におけるスキルは、次のように要約される。

- ①各筋に明確な緊張・弛緩の相が見られること。
- ②ひとつの筋群から他の筋群への活動の移行が見られること。
- ③拮抗筋に、明確な拮抗作用が見られること。
- ④施技以前には、各筋が弛緩を示していること。

⑤大内刈ソから体落しに連絡する場合には約0.6秒の間合をおくことが必要であり、さらに、この間には、上肢筋群の活動が静止していること。

以上が本実験から推測される筋電図から見たスキルである。もちろん、大内刈ソから体落しの連絡変化におけるスキルのあべこを現わし得ないが、スキルを客観的に解析する手段として、筋電図が好都合であることが、本実験からも認められた。

## 第7章 結論

1) 大内刈りから体落しの連絡変化における筋電図において、熟練者と未熟練者の型を比較して、次の相違点が見出された。

① 熟練者では、各筋に明確な緊張・弛緩の相がみられ、ある筋群からある筋群への活動の移行が明確であったのに比べ、未熟練者では、全体的な持続放電が目立ち、筋の拮抗的働きが明確でなかった。

② 熟練者には、<sup>しぎ</sup>施技以前にはほとんどの筋に放電はみられないが、未熟練者の場合は、多くの筋に持続放電が認められた。

③ 間合においては、熟練者は、ほとんど筋の活動は見られないが、未熟練者は上肢筋群に放電の持続が認められた。この局面に要した所要時間は、熟練者は0.625秒、未熟練者は0.212秒であり、差が見られた。

2) 未熟練者に対して、5週間(3回/週)にわたり連絡変化技の学習を行なわせると、筋電図の型は以下の点に変化がみられ、全体とし

て、熟練者の筋電図の型に近づく傾向がみられた。つまり、

① 筋の緊張・弛緩の相が明確になり、ある筋群からある筋群への活動の移行が認められるようになった。

② 施技<sup>しぎ</sup>以前に認められた持続放電が消失して、施技<sup>しぎ</sup>以前は熟練者と同様、大部分の筋は静止状態を示すようになった。

3) 以上の結果から、未熟練者に対する学習の効果は、筋電図の放電様式からは明らかに認められた。ただし、間合の時間延長については、目立った変化は認められなかった。

4) さらに、大内刈りから体落しの連絡変化において、受の体重の変化に対してこの筋電図による観察も行ったので、以下に得られた結果を要約する。

① 同一の受に対しては、熟練者・未熟練者ともに、筋の活動様式、関節角度の変化は一定値を示す。

② 受の体重の変化により、熟練者の場合

の筋電図の型は、常に一定の型が示されるが、未熟練者の場合は、受の体重の相違によって全く変異に富んだ型が得られ、一定の方式は全く認められなかった。

しかしこの点も、学習の効果として熟練者の型に近づく傾向が認められた。

5) 以上、柔道のひとつの技の習熟の経過を筋電図を用いて研究した結果、筋電図の型は熟練者と未熟練者に明確な相違が認められ、学習を経ることによって筋電図の型は未熟練者型から熟練者型に改変されることが認められた。したがって、この様な学習効果の解析に筋電図を用いることは、極めて好都合な手段であると思われる。

## 第8章 要約

柔道のひとつの技である大内刈りから体落しの連絡変化について、筋電図を利用して研究を行なった。

本研究の目的は、①柔道の熟練者と未熟練者の施技における筋電図の型を比較し、さらに、②未熟練者に対しては、5週間(3週)にわたり連絡変化技の学習を与えることにより、技術の習熟の過程を経時的に追跡することである。

被験者は、健康な成人男子13名で、その内訳は、熟練者として東京教育大学体育学部武道学科柔道部の者5名と、未熟練者として千葉商科大学の一般学生8名である。

筋電図は、表面電極により導出・記録された。その導出部位は、橈側手根屈筋・上腕二頭筋、上腕三頭筋、三角筋、僧帽筋の左右、計10部位である。

また、左右の肘の関節角度は、electro-goniometerにより観察された。

結果から次のことが示された。

1) 大内刈りから体落しの連絡変化における筋電図において、熟練者と未熟練者の型を比較して、次の相違点が見出された。

① 熟練者では、各筋に明確な緊張・弛緩の相がみられ、ある筋群からある筋群への活動の移行が明確であったのに比べ、未熟練者では、全体的な持続放電が目立ち、筋の拮抗的働きが明確でなかった。

② 熟練者には、<sup>し</sup>施<sup>ぎ</sup>技以前にはほとんどの筋に放電はみられないが、未熟練者の場合は、多くの筋に持続放電が認められた。

③ 間合においては、熟練者は、ほとんど筋の活動は見られないが、未熟練者は上肢筋群に放電の持続が認められた。この局面に要した所要時間は、熟練者は0.625秒、未熟練者は0.212秒であり、差が見られた。

2) 未熟練者に対して、5週間(3日/週)にわたり連絡変化技の学習を行なわせると、筋電図の型は以下の点に変化がみられ、全体とし



て、熟練者の筋電図の型に近づく傾向がみられた。つまり、

① 筋の緊張・弛緩の相が明確になり、ある筋群からある筋群への活動の移行が認められるようになった。

② 演技以前に認められた持続放電が消失して、演技以前は熟練者と同様、大部分の筋は静止状態を示すようになった。

3) 以上の結果から、未熟練者に対する学習の効果は、筋電図の放電様式からは明らかに認められた。ただし、間合の時間延長については、目立った改変は認められなかった。

4) さらに、大内刈りから体落しの連絡変化において、受の体重の変化に対しこの筋電図による観察も行なったので、以下に、得られた結果を要約する。

① 同一の受に対しこれは、熟練者・未熟練者ともに、筋の活動様式、関節角度の変化は一定値を示す。

② 受の体重の変化により、熟練者の場合

の筋電図の型は、常に一定の型が示されるが、未熟練者の場合は、受の体重の相違によって全く変異に富んだ型が得られ、一定の方式は全く認められなかった。

しかしこの点も、学習の効果として熟練者の型に近づく傾向が認められた。

5) 以上、柔道のひとつの技の習熟の経過を筋電図を用いて研究した結果、筋電図の型は熟練者と未熟練者に明確な相違が認められ、学習を経ることによって筋電図の型は未熟練者型から熟練者型に改変されることが認められた。したがって、このような学習効果の解析に筋電図を用いることは、極めて好都合な手段であると思われる。

## 文 献

- 1) 阿久津邦男: 筋電図の基礎的研究—表面電極誘導上の諸問題—. 東京教育大学体育学部紀要, 4 95-103 (1964)
- 2) 青木純一郎: 表面導出筋電図所見による運動技術解析の検討. 順天堂大学保健体育紀要, 第12号 7-13 (1969)
- 3) 朝比奈一男, 中川功哉: 運動生理学, 第1版. 133-140, 大修館書店: 東京 (1969)
- 4) 浅見高明, 松本芳三, 川村禎三: 柔道技術の研究—構えと崩しについて—. 講道館柔道科学研究会紀要, 4 131-136 (1972)
- 5) 東正雄, 幸山彰一: 柔道投技(釣込腰)の連続掛けについての実験的研究(その2)—筋電図及び写真撮影による—. 体育学研究, 8 (1) p.316 (1963)
- 6) Gollnick, P.D. and Karpovich, P.V. : Electrogoniometric study of locomotion and of some athletic movements. Res. Quart., 35 357-369 (1964)
- 7) Herman, G.W. : An electromyographic study of selected muscles involved in the shot put. Res. Quart., 33 85-93 (1962)
- 8) 猪飼道夫, 山川純子: 腕の部分的弛緩の筋電図学的研究.

- お茶水女子大学自然科学報告, 3 93-96 (1952)
- 9) 猪飼道夫, 松本芳三: 柔道の運動力学的研究. 講道館柔道科学研究会紀要, 1 47-58 (1958)
- 10) 猪飼道夫, 牧瀬晴子: Electrogoniometer による動作分析. 日本生理学雑誌, 22 p.686 (1960)
- 11) 猪飼道夫, 石井喜八, 宮下充正: 水泳中の筋電図. Olympia, 8 258-263 (1961)
- 12) 猪飼道夫, 浅見高明, 金子公肩, 佐々龍雄, 松本芳三: 柔道投技の筋電図学的研究. 講道館柔道科学研究会紀要, 2 81-89 (1963)
- 13) 猪飼道夫: 運動生理学入門, 第2版. 35-44, 体育の科学社: 東京 (1965)
- 14) 猪飼道夫: 生理学からみた体力と技術. 体育の科学, 18 291-294 (1968)
- 15) Kamon, E. and Gormley, J. : Muscular activity pattern for skilled performance and during learning of a horizontal bar exercise. Ergonomics, 11 345-357 (1968)
- 16) 金若保之, 根本哲郎, 荻原群次, 山中保人, 鶴田宏次, 出口庄佑: 柔道の得意技に関する研究 その4 得意技の筋電図学的解析. 体育学研究, 13 (5) p.280 (1968)

- 17) 金芳保文:柔道固技のキネシオロジック的研究. 1. 抑技の筋電図学的考察. 柔道, 41 (11) 52-59 (1970)
- 18) 金芳保文:柔道巴投の筋電図学的研究. 柔道, 43 (9) 54-59 (1972)
- 19) Karpovich, P.V., Herden, E.L. and Asa, M.M. : Electrogoniometric study of joints. U.S. Armed Forces med. J., 11 424-450 (1960)
- 20) Kitzman, E.W. : Baseball, Electromyographic study of batting swing. Res. Quart., 35 166-178 (1964)
- 21) 前嶋孝, 喜多弘, 青木純一郎, 清水達雄:スピード・スケートにおける滑走時の脚筋筋電図. 日本体育協会スポーツ科学委員会編 スピード・スケートの生理学的研究, 1-3, 日本体育協会:東京 (1967)
- 22) 前嶋孝:模擬動作によるスキル獲得に関する筋電図学的研究. 順天堂大学大学院体育学研究科 47年度修士論文(未刊行) (1973)
- 23) 正木健雄, 石井喜八:ハンドボールの投球動作の分析. 体育学研究, 3 (1) p.33 (1957)
- 24) 正木健雄:運動系に於いて. 久松栄一郎, 猪飼道夫編 スポーツ医学, 第5版. 29-44, 体育の科学社:東京 (1970)

- 25) 松本芳三, 浅見高明: 写真と図解による柔道, 初版.  
16-141. 大修館書店: 東京 (1966)
- 26) 松本芳三, 竹内善徳, 中村良三: 柔道投技における筋心の研究. 東京教育大学体育学部紀要, 12 81-92 (1973)
- 27) McCloy, C.H.: Some notes on differential actions of partite muscles. Res. Quart., 17 254-262 (1946)
- 28) 三浦修史, 佐藤守直, 鈴木輝雄, 高橋邦郎: 内股に関する研究. 柔道, 41 (10) 51-59 (1970)
- 29) 名取礼二, 小川新吉, 本間茂雄, 並井恵雄, 金原勇, 松本芳三, 松本千代栄, 豊田章, 小林和夫, 加藤舟男, 江尻岩, 松田岩男, 大石三四郎, 畚金義紀, 岩崎義正, 塚越克己: 柔道腰技を对象とした実験. 東京教育大学スポーツ研究所報, 1 18-25 (1961)
- 30) 小片保: 筋活動電流による個々の下肢筋の機能に関する研究. 人類学雑誌, 62 21-26 (1951)
- 31) 小片保: 筋活動電流による直立姿勢に関する研究. 人類学雑誌, 62 61-72 (1952)
- 32) 小片保: 筋活動電流による肩関節の運動に関与する筋の機能に関する研究. 人類学雑誌, 62 103-114 (1952)
- 33) 小野三嗣: 筋電図による解析. 体力科学, 11 135-149 (1962)

- 34) 小野三嗣:重量挙げ三種目の筋電図学的並びに運動力学的研究. 体力科学, 12 13-41 (1963)
- 35) 大滝忠夫:柔道十講(上巻), 第6版. 21-125, 不昧堂書店:東京(1968)
- 36) Paillard, J. :The patterning of skilled movements. In Field, J., Magoun, H.W. and Hall, V.E. ed. Handbook of physiology, Neurophysiology, III 1 st.ed. 1679-1708 Am. Physiol. Soc. : Washington (1960)
- 37) Robb, M.D. : The dynamics of motor-skill acquisition. 1 st.ed. 1-173, Prentice-Hall : New Jersey (1972)
- 38) 佐藤安中, 星野隆助, 高岡享, 手塚政春:柔道投技の筋電図学的研究(上肢を中心とした筋群について). 体育学研究, 7 (1) p.213 (1962)
- 39) Seashore, R.H. : Physiological Psychology. Annual Review of Physiology, 8 515-534 (1946)
- 40) Sigerseth, P.O. and McCloy, C.H. : Electromyographic study of selected muscles involved in movements of upper arm at scapulohumeral joint. Res. Quart., 27 409-417 (1956)
- 41) Slater-Hammel, A.T. : Action current study of contraction-movement relationships in golf stroke. Res. Quart., 19

- 164-177 (1948)
- 42) Slater-Hammel, A.T. : Action current study of contraction-movement relationships in the tennis stroke. Res. Quart., 20 424-431 (1949)
- 43) 高木公三郎: 筋電図解釈の一考察(上肢伸展動作の筋電図から). 体育の科学, 16 473-478 (1966)
- 44) 高橋邦郎, 秋田武, 竹内外夫, 米田吉孝: 大外刈りの研究. 柔道, 43 (12) 54-59 (1972)
- 45) 田中秀幸, 平沢彌一郎, 稲村欣作: 柔道の投技について. 柔道, 44 (1) 44-50 (1969)
- 46) 時実利彦, 津山直一: 筋電図とその臨床的応用—総覧—. 東京医学雑誌, 59 (1) 62-87 (1951)
- 47) 時実利彦: 姿勢・動作と筋肉の働き方—筋電図の Kinesiology への応用—. 科学, 23 135-140 (1953)
- 48) 橋恒成: Volleyball 基本動作の EMG. . 体力科学, 13 101-118 (1964)
- 49) 津山直一, 猪飼道夫: 動作学 Kinesiology への応用. 時実利彦, 三木威勇治編 筋電図入門, 第3版. 214-240. 南山堂: 東京 (1967)



ELECTROMYOGRAPHIC STUDY ON THE SERIAL TECHNIQUE  
FROM OUCHIGARI TO TAIOTOSHI IN SKILLED AND  
UNSKILLED PERFORMERS

Takashi ENDO

The purpose of this study was 1) to compare the movements between skilled and unskilled performers, 2) to know the motor-skill acquisition in unskilled performers.

The serial technique from Ouchigari to Taiotoshi was studied by means of electromyography.

The subjects were five skilled Judo players and eight unskilled students. Muscle action potentials were picked up through surface electrodes and were recorded on an electroencephalograph. EMG was obtained from the following muscles of the right and left sides of the body : flexor carpi radialis, biceps brachii, triceps brachii, deltoideus and trapezius. Additionally, the angle of the elbow joints was also recorded by electrogoniometers.

Results showed that :

1. In the phase of Ouchigari, skilled performers showed clear relaxation in each muscle and they expressed antagonistic function between preferred and non-preferred sides, between biceps brachii and triceps brachii. In the phase of Taiotoshi which occurred after a pause following Ouchigari, skilled performers showed extensive individual variations in muscle contraction.

However, all of them showed fast contraction of muscles, and smooth transition of activities from one muscle group to the other, which resulted in fluent performance.

2. Unskilled performers showed sustained action potentials of muscles during the performance and did not show antagonistic innervation.
3. During a pause, there were few action potentials in skilled performers in contrast to the unskilled, who had few pause and sustained action potentials during a pause.
4. The pattern of the movements was constant in spite of the skill of the performers, provided that they used same technique to a given opponent. Moreover, skilled subjects showed constant pattern of the movements to different opponents. On the contrary, the technique of the unskilled was changed according to his opponent.
5. The unskilled practiced the serial technique from Ouchigari to Taiotoshi for five weeks ( 3 days/week ) and was measured the course of the motor-skill acquisition. As a result, they were considered to be able to perform the exercise more skillfull by the following observations : (1) the phase of contraction and relaxation of muscles became discrimitive, (2)

transition of activities from one muscle group to the other became clear, (3) the pattern of technique became constant to different opponents.

6. The clear pause observed in the skilled might be an evidence of fluent movements from Ouchigari to Taiotoshi, but it was not clear for the unskilled even after the practice of exercise.