

# サッカー技術の指導に関する基礎的研究(Ⅱ)

## 一インステップによるボールストップ動作の筋電図的分析一

後藤 幸弘\*

松下 健二\*\*

根石 郁子\*\*\*

(平成10年12月10日受理)

### I. 緒言

サッカーは、(1)ルールが簡単で比較的容易にゲームができる、(2)力の弱いチームでも工夫によって勝つ可能性が生まれやすい、(3)プレーの選択性に大きな自由があるので判断力を身につけることができるなど、多くの点に教育的意義が認められる。したがって、学校体育教材として、戦後一貫して取り上げられている<sup>13) 14)</sup>。

サッカーは、キッキング、ヘディング、ドリブリング、トラッピング(ストップング)<sup>15)</sup>等の技術の連続により展開され、これらの技術がゲーム状況にあわせて正確に適切に発揮できるかどうかにより勝敗が決定される<sup>2) 22)</sup>。中でも、キックの次に使用頻度が高く<sup>2) 11)</sup>敵との兼ね合いでボールを止めるトラップ技術のレベルは、ゲーム展開に大きく作用する要因の一つである。

しかし、トラッピングについての研究は、キック<sup>3) 4) 5) 7) 8) 9) 16) 17) 19) 20) 21)</sup>やヘディング等<sup>12) 15)</sup>に比して少なく、僅かに、ゲームにおける使用頻度を明らかにしたもの<sup>2)</sup>、足のインサイド部に小型のフォースプレート<sup>1)</sup>を装着し、ボールコンタクト時の作用力、力積、加速度、接触時間、下腿の換算質量を求め、トラッピングの力学的メカニズムを定量的に明らかにしたもの<sup>1)</sup>がみられるのみである。

そこで本研究では、成人男子熟練者と未熟練者を対象に、前方より投げられたボールを、インステップでストップさせた際のフォームを16mmカメラで捉えるとともに筋電図を同時記録し、技術段階による比較、成功試技と失敗試技の比較から、ボールストップ成功の要因を見い出そうとした。

すなわち、トラップの技術構造を明らかにし、技術指導の方法を考える上での基礎資料を得ようとした。

### II. 方法

#### A. 被験者

表1は、被験者の特性、ならびにボールストップの成功率を示したものである。

技術段階別に比較するため、熟練者Ⅰ群として関西学生1部リーグに所属する選手2名、熟練者Ⅱ群として同3部リーグに所属する選手3名、ならびに大学で初めてサッカー部に入部した初心者1名の計6名を対象とした。また、初心者については、半年後にも同様の記録を

行い習熟過程について検討した。

なお、実験時におけるストップ成功率(表1)は、経験年数と所属するチームのレベルによって区別した技術段階と対応が認められた。

#### B. 記録方法

##### 1. 筋電図記録

筋電図は、直径10mmの皿電極による双極皮膚表面誘導法により、18極万能型脳波計(三栄測器社製; 1A-59型)を用いて、感度; 6mm/0.5mv, 時定数; 0.003sec, 紙送り速度; 6cm/secで記録した。

##### 2. 被験筋

キックがボールにプラスの力を加えるのに対し、ストップはマイナスの力を加える技術と考えられる<sup>10)</sup>。したがって、キックに関するこれまでの研究<sup>9) 19)</sup>や下肢筋の基本動作の筋電図結果<sup>6) 18)</sup>を参考に、ボールタッチ側(右脚)の表在筋の中から、足関節の底屈・背屈、膝関節・股関節の伸展、屈曲の主働筋、ならびに脊柱筋、上肢帯筋の計14筋を選択した。

下肢筋:

- 1) 前脛骨筋 Tibialis anterior
- 2) 腓腹筋(外側頭) Gastrocnemius
- 3) 長腓骨筋 Peroneus longus
- 4) 内側広筋 Vastus medialis
- 5) 大腿直筋 Rectus femoris
- 6) 大腿二頭筋(長頭) Biceps femoris
- 7) 大殿筋(上部) Gluteus maximus
- 8) 中殿筋(前部) Gluteus medius
- 9) 縫工筋 Sartorius
- 10) 長内転筋 Adductor longus

脊柱筋:

- 11) 腹直筋 Rectus abdominis
- 12) 仙棘筋 Sacrospinalis

上肢帯筋:

- 13) 三角筋(前部) Deltoid (Anterior portion)
- 14) 三角筋(後部) Deltoid (Posterior portion)

##### 3. フォームの記録

動作は、16mmカメラ(ボレックス社製:H16RX-51SBM型、50駒/秒)を用いて、被験者の右側方15mの地点から撮影した。

\*兵庫教育大学第5部(生活・健康系教育講座)

\*\*兵庫教育大学附属実技教育研究指導センター(体育教育分野)

\*\*\*大野東小学校

なお、図4に測定した身体各部位の角度を示した。

#### 4. ボール接触時の記録

インパクトスイッチを作成し、ボールが足にコンタクトする瞬間を電氣的に記録した。

#### 5. 関節角度の記録

エレクトロ・ゴニオメーターを用いて膝関節角度の変化を筋電図と同時記録した。

#### 6. 実験方法

5m前方から、2種類(slow; 約5m/秒、fast; 10m/秒)の速さで、膝から腰の高さに投げられたボールをインステップでストップし、地上に落とさないで、軸足を大きく移動させることなく投げ手にインステップで正確に返すことを課題とした。

本研究では、ボールを地上に落とさないで、立ち足を身長 $\frac{1}{2}$ 足長以上動かすことなく投げ手の正面に返球できた場合に、成功試技と判定した。

### Ⅲ. 結果ならびに考察

#### A. 熟練者の成功試技と失敗試技の動作パターン

##### 1. 成功時について

図1(A)は、関西学生選抜にも選ばれている熟練者T、Fがスローボールに対して最もうまくトラップできたと判断された成功試技、同(B)は、ボールの勢いを殺せずボールが前方に飛び出した失敗試技の筋電図、フォーム、ならびにゴニオグラムを示したものである。

図中左側の破線は、ボール操作に用いる右足が離床した瞬間を、中央の実線は、ストップのためのボールコンタクト時を、さらに右側の破線は、投げ手にボールを返球するためのボールインパクト時を、それぞれ示してい

る。また、線上の数字は、フォーム下の番号と対応し、16mmカメラのフレームシグナルから求めたものである。すなわち、破線から破線までを1動作とし、左側の破線から中央の実線の間は、足を持ち上げボールを迎えに行く時期であるので、以後リフト期と呼ぶことにした。

図2は、図1の2つの試技における、ボール操作側の足関節、膝関節、股関節、ならびに上体の前傾度の変化を示したものである。なお、成功試技を白丸、失敗試技を黒丸で示した。

T、Fは、表1に示すように、トラップの成功率が全被験者の中で最も高く75.0%であった。

成功試技における、長腓骨筋の放電は、リフト期前半 $\frac{1}{3}$ 頃よりみられ始め、ボールコンタクト時まで認められたが直前では減少した。前脛骨筋の放電は、リフト期中頃より現れ、ボールコンタクト直前に減少し、コンタクト後に著しくなった。

図2から分かるように、足関節は、右足離床後徐々に底屈し、ボールコンタクト約90mm sec前よりコンタクト後にかけて、ほぼ同一角度に保持し、その後急激に背屈していた。

したがって、足関節の背屈に働く前脛骨筋との同時放電がみられる前の長腓骨筋の放電は、底屈の主働筋である腓骨筋の放電はみられないもの足関節の角度変化からも底屈に働いているものと考えられた。また、前脛骨筋との同時放電の時期は、足関節を外反しながら保持してボールとの接触面を大きくしようとしているものと考えられた。さらに、コンタクト直前の両筋の放電の減少は、足関節角度を一定に保ちつつ、脱力していることを示しており、ボールコンタクト時の衝撃を和らげるため

Table 1. Physical characteristics of six subjects and their skill level.

Sub.	Age	The years of experience	Height (cm)	Weight (kg)	Belonging Team level	The ratio of success at stopping
T. F*	21	9	173	67.0	1 league	75.0 (%)
Y. M	21	9	170	61.5	1 league	66.0
K. O*	22	9	162	58.0	3 league	58.0
H. T	22	7	173	65.0	3 league	40.0
K. F	19	4	172	62.5	3 league	32.0
K. A (1)	18	0.1	173	61.0	3 league	20.0
(2)		0.7				26.0

\*picked out player of each league

# INSTEP STOP

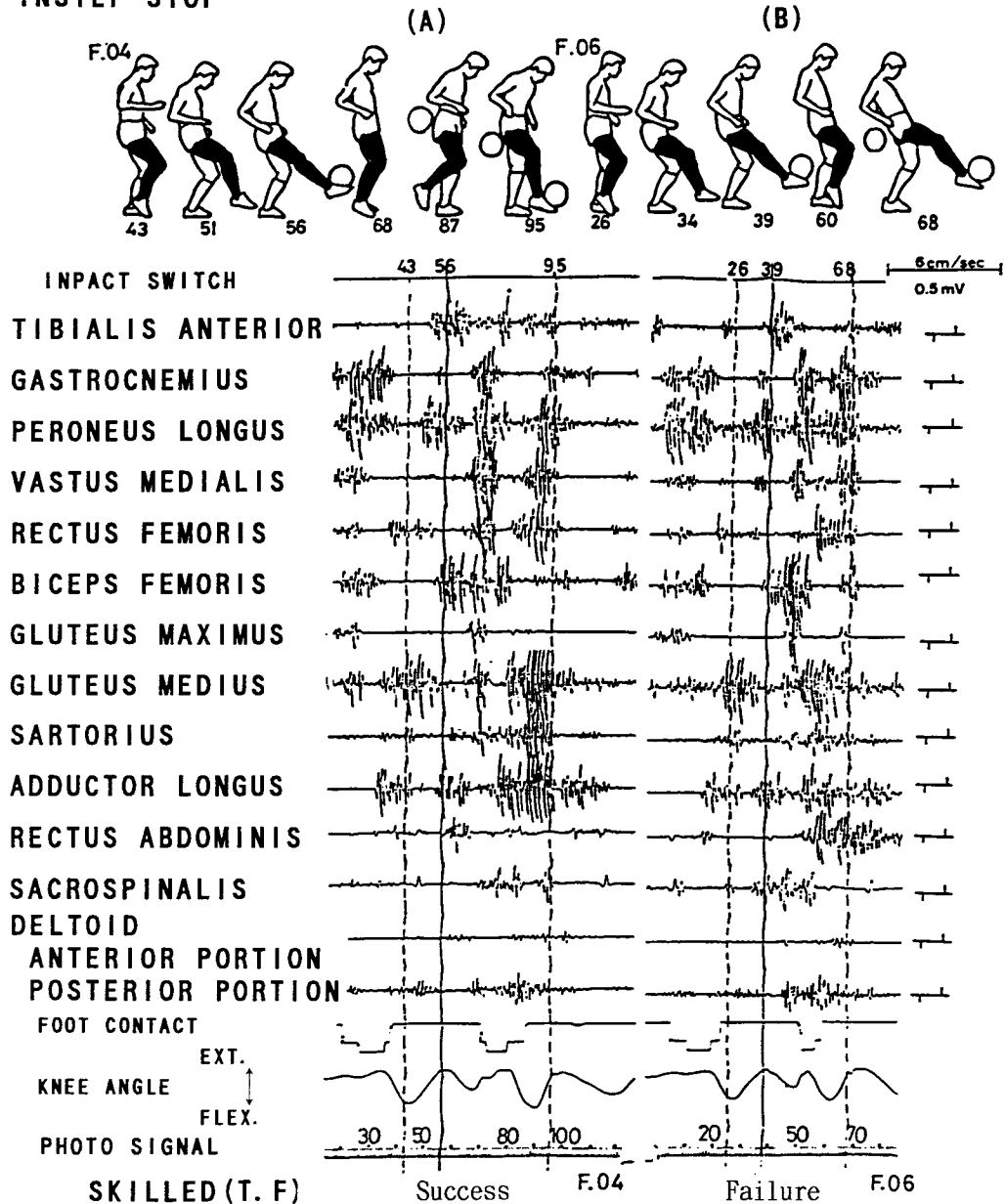


Fig. 1 EMG of the ball stopping in subject T.F. (skilled)

[legend] left dotted line : right foot off  
 middle solid line : ball-contact (stop)  
 right dotted line : ball-contact (pass)

に働いているものと考えられた。コンタクト後の背屈は、ボールを足首で挟むようにして、ボールの反発を小さくしようとしているものと推察された。

ゴニオグラムより、膝関節はリフト期に徐々に伸展され、ボールコンタクト後もしばらくの間伸展位を維持していることが認められる。しかし、この間、内側広筋に放電は殆どみられなかった。

大腿直筋、中殿筋の放電は、離床後よりみられ、ボ-

ルコンタクト前に、大腿直筋、中殿筋の順に消失し、これに呼応して、大腿二頭筋に放電が認められた。大腿二頭筋の放電は、膝関節の伸展の抑制と、ボールコンタクトの100mm sec前よりみられる股関節の伸展に働いているものと考えられる。つまり、ボールを迎えに行くため股関節を屈曲し足をあげ、ボールを捉える直前に、膝関節伸展の抑制と股関節の伸展によって足を引き、ボールの勢いを殺しているものと考えられた。

リフト期を通じて縫工筋、長内転筋の放電は殆どみられなかった。

腹直筋、仙棘筋、三角筋前部の放電は、リフト期には殆どみられず、上体はリラックスしていると推察された。

三角筋後部は、右足離床からボールコンタクト直前まで、僅かに放電がみられ、脚の持ち上げの協応動作として、肩関節の伸展に働いていると考えられた。しかし、ボールコンタクト前後では、脱力されていることが認められた。

## 2. 失敗時について

ストップの失敗には、種々のパターン（方向、強さ）がみられ、なかでも前方に大きく弾く失敗例が最も多かった。また、左右に弾く失敗は、ボールの当たる部位や角度によると考えられることから、ここでは前方に強く弾いた失敗例について検討した。

長腓骨筋の放電は、右足離床時より徐々に顕著になり、ボールコンタクト後減少しているが成功時にみられたコンタクト直前の減少、ならびに前脛骨筋のリフト期における放電は認められなかった。図2に示すように、失敗時には成功時のようなボールコンタクト直前の足底屈の停滞は認められず、足背屈の時期にも遅れがみられた。

また、内側広筋の放電は、成功試技とは異なり、リフト期後半僅かではあるが認められ、ボールコンタクト直前に角度変化（図2）として膝関節の伸展がみられた。

大腿直筋、中殿筋の放電様相には、成功時と顕著な差は認められなかった。しかし、大腿二頭筋の放電の出現が成功時に比して僅かに遅れ、股関節伸展時期に若干の遅れがみられた（図2）。

仙棘筋の放電は、リフト期中間よりみられた。しかし、腹直筋、三角筋前部の放電は、リフト期殆ど認められなかった。

すなわち、リフト期終末近くまで、股関節を屈曲、膝関節を伸展し、下肢全体に前方への勢いがついた状態でボールを捉え、さらに下肢を引き戻すタイミングの遅れたことが、ボールを前方に強く弾ませる失敗の要因と考えられた。

これらの傾向は、ファーストボールをストップする際にも、他の熟練者においても、ほぼ同様に認められた。

以上の成功試技と失敗試技の比較から、ボールストップ成功の要因として、①ボールコンタクト直前に足関節を外反しつつ角度を一定に保ち、コンタクト時より背屈すること、②リフト期後半に膝関節伸展筋を緊張させないこと、③ボールコンタクト直前に股関節の伸展を行うこと、の3点が考えられた。

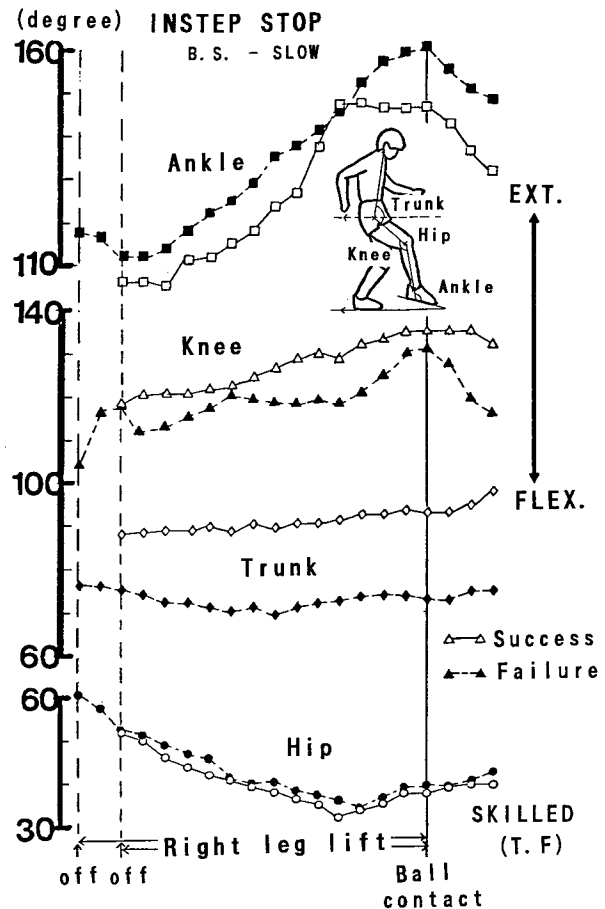


Fig. 2 Changes in angles of 4 joints in the ball stopping of subject T. F. (skilled)

## B. 未熟練者の成功試技と失敗試技の動作パターン

### 1. 成功時について

図3 (A) は、初心者K. Aがスローボールに対して最もうまくトラップできたと判断された成功試技、同(B)は、失敗試技、のそれぞれの筋電図とフォームを示したものである。

図4は、それらの試技における身体各部位の角度変化を示したものである。

本被験者は、大学で初めてサッカー部に入部した初心者で、実験時のトラップ成功率は、全被験者の中でも最も低く20.0%であった（表1）。

腓腹筋の放電は、右足離床前よりみられ、ボールコンタクト直前に減少が認められた。前脛骨筋の放電は、リフト期、ならびにボールコンタクト時にはみられず、ボールコンタクト後に僅かに認められた。しかし、図4に示すように、足関節は、ボールコンタクト直後に背屈が認められた。したがって、この足背屈は、ボールの運動量により生じたものと推察された。

内側広筋の放電は、リフト期後半にみられ、ボールコンタクト直前に減少が認められた。膝関節は、リフト期中頃急激に伸展されていたが、ボールコンタクト直前の

伸展は緩慢になっていることが認められた。これらは、内側広筋の放電と対応していた。

大腿直筋、中殿筋、ならびに縫工筋の股関節屈曲筋群の放電は、右足離床前よりみられた。しかし、大腿直筋はボールコンタクト直前に、中殿筋と縫工筋はボールコンタクト後に、減少・消失していた。これらに呼応して、大腿二頭筋に放電がみられた。この間、股関節の屈曲に停滞が認められるものの、ボールコンタクト後に股関節の伸展が殆んど見られなかったことは、大腿二頭筋の放電は、股関節伸展よりも膝関節屈曲に働いているものと考えられた。

熟練者に比して、リフト期を通じ、股関節屈曲筋群に著しい放電がみられ、リフト期、股関節を屈曲し大腿を水平位にまで引き上げていた。このことは、膝関節角度は熟練者とほぼ同じであることから、ボールを高い位置でストップしていることを意味し、実際のフォーム（図4）からも確認された。

本初心者の場合、立ち脚の膝関節の屈曲、ならびにボール操作側の腰を引く動きが観察され、これによって、熟練者にみられる足の引きを代行していると考えられた。

このような腰を引く身体操作は、ボールのストップに

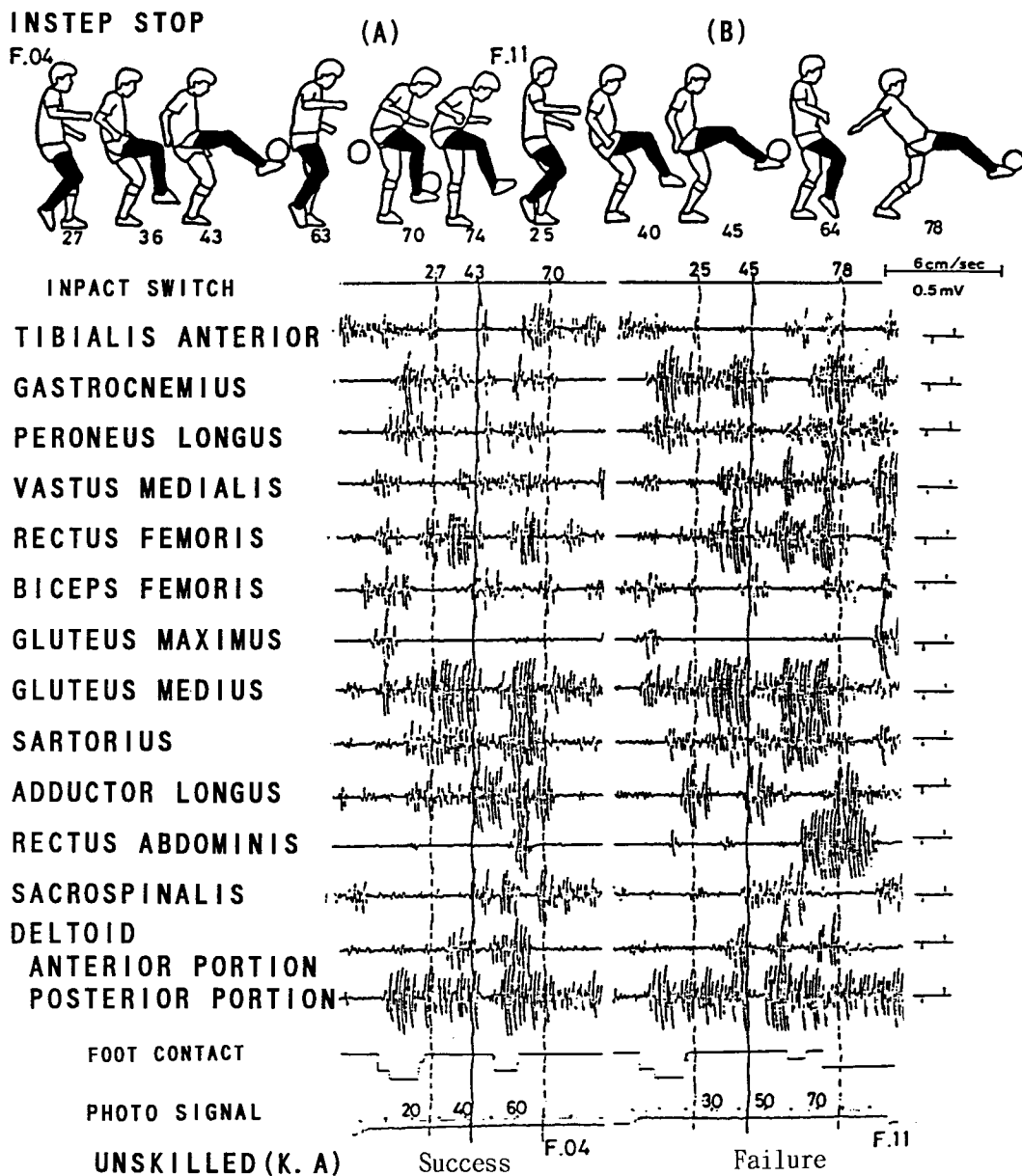


Fig. 3 EGM of the ball stopping in subject K. A. (unskilled)  
[legend] same as shown in Fig. 1

成功しても次のプレーへの移行が遅れ、ゲームで生きる合目的な動作とは考えられない。

仙棘筋と腹直筋の脊柱筋には、リフト期放電はみられなかった。

三角筋前部は、リフト期後半、同後部はリフト期を通じて顕著な放電がみられた。フォームからも分かるように、肩関節をリフト期前半には屈曲し、後半には外転気味に伸展し、上肢を身体のやや後方に広げる傾向が観察され、バランスを取るために働いていると考えられた。

## 2. 失敗時について

(B) の失敗時の放電パターンをみると、腓腹筋、長腓骨筋の放電は、右足離床前よりボールコンタクト後まで認められた。また、前脛骨筋の放電は、リフト期、ならびにボールコンタクト後も殆どみられなかった。すなわち、図4に示すように、足関節はボールコンタクト直後まで底屈されていた。

内側広筋のリフト期後半の放電は、成功時に比して顕著にみられた。しかし、膝関節角度は135度前後で殆ど変化のみられないことから、膝関節を緊張させて保持しているものと考えられた。

大腿直筋の放電は、成功時に比して減少する時期が遅れ、中殿筋の放電はコンタクト時まで顕著にみられた。また、大腿二頭筋のボールコンタクト後の放電も成功時よりも少なかった。すなわち、図4に示すように、股関節はボールコンタクト直前も屈曲されていた。

脊柱筋、上肢帯筋の放電様相には、成功時と顕著な相違は認められなかった。

ボールコンタクト時の角度をみると、成功例では足関節角度は熟練者とはほぼ同じ140度前後であるが、失敗例では130度で約10度ほど小さいことが認められた。また、膝関節角度には差はみられなかったが、股関節角度は、成功例に比して、失敗例で約10度小さいことが認められた。すなわち、大腿の引き上げすぎ、足首の曲げすぎがボールとの接触面を小さくし、失敗につながったものと考えられた。

以上の成功時と失敗時の比較から、初心者K.Aのストッピング成功の要因として、①ボールコンタクト直前に足関節足底屈筋を脱力すること、②リフト期後半に膝関節伸展筋を緊張させないこと、③ボールコンタクト時に股関節屈曲筋群を脱力すること、の3点が考えられた。

以上のように、熟練者と初心者がストッピングに成功した場合と失敗した場合のパターンには、若干の相違が認められた。しかし、両者に共通して指摘できるインステップによるボールストッピング成功の要因は、①ボールコンタクト時に足関節の背屈が行えるように、ボールコンタクト直前に足底屈筋を脱力すること、②リフト期

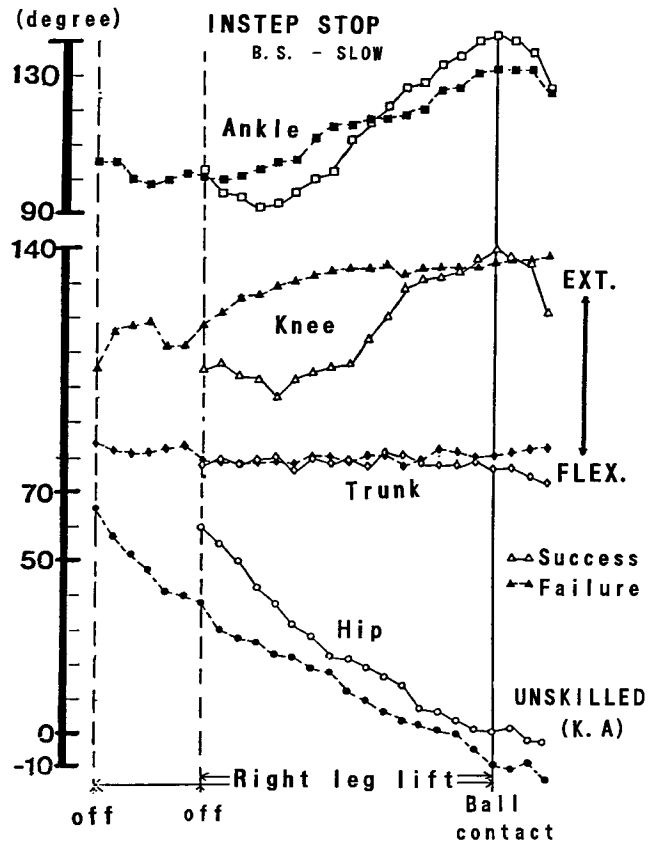


Fig. 4 Changes in angles of 4 joints in the ball stopping of subject K. A. (unskilled)

後半に膝関節伸展筋を過度に緊張させないこと、③ボールコンタクト直前に股関節屈曲筋群を脱力し、大腿二頭筋による股関節の伸展を行うこと、の3つにまとめることができると考えられた。

また、後述するように、技術レベルの高い者ほど、これらの動作を意識的に行っていると考えられた。

## C. 技術段階の比較

### 1. ストッピングの成功率について

各被験者のストッピング成功率は、経験年数の多い者ほど高く、経験年数をもとに配列した技術段階は、妥当であると考えられた(表1)。すなわち、ストッピングの成功率が50%以上を示した者では、経験年数が9年以上で、7年以下の者との間にはかなりの差が認められた。このことは、ストッピングの習熟にはかなりの練習(経験)の必要であることを示唆している。

### 2. 筋放電パターンについて

図5は、前述の熟練者I群のT.Fと初心者K.Aに、熟練者II群のK.Fを加えた三段階の技術レベルの被験者の成功試技の筋電図、ならびにフォームを示したものである。

熟練者Ⅰ群では、足底屈筋の長腓骨筋の放電が顕著であり、やや外反気味に足底屈を行っているが、技術段階の低下と対応して長腓骨筋の放電がみられなくなった。また、熟練者Ⅱ群と初心者では、腓腹筋の放電が顕著に認められた。自然に足底屈すると僅かに内反気味になることに加え、足の甲は内側の方が高いので、この状態でボールを捉えるとボールに対する接触面が小さくなり安定したストップが行いにくいと考えられる。これらのことから、熟練者Ⅰ群では、ボールとの接触面を大きくさせるために足首を外反していると考えられた。

また、熟練者Ⅱ群と初心者では、リフト期、ならびにボールコンタクト直後の前脛骨筋の放電は顕著でなく、

意識的な足背屈は行われていないように推察された。しかし、熟練者Ⅰ群では、前脛骨筋の放電はリフト期中間よりみられ、ボールコンタクト直後にさらに顕著になり、積極的に足背屈していると考えられた。

さらに、技術段階の低い者ほどリフト期の内側広筋の放電が顕著であり、特に初心者では、リフト期後半にも大腿直筋の放電が内側広筋以上に顕著にみられ、膝関節伸展筋の余分な緊張が認められた。

また、大腿直筋、中殿筋の放電が減少・消失する時期は、熟練者Ⅰ群とⅡ群では、ボールコンタクトの直前で差異は認められなかった。しかし、初心者では、ボールコンタクト時であり、熟練者に比して遅れがみられた。

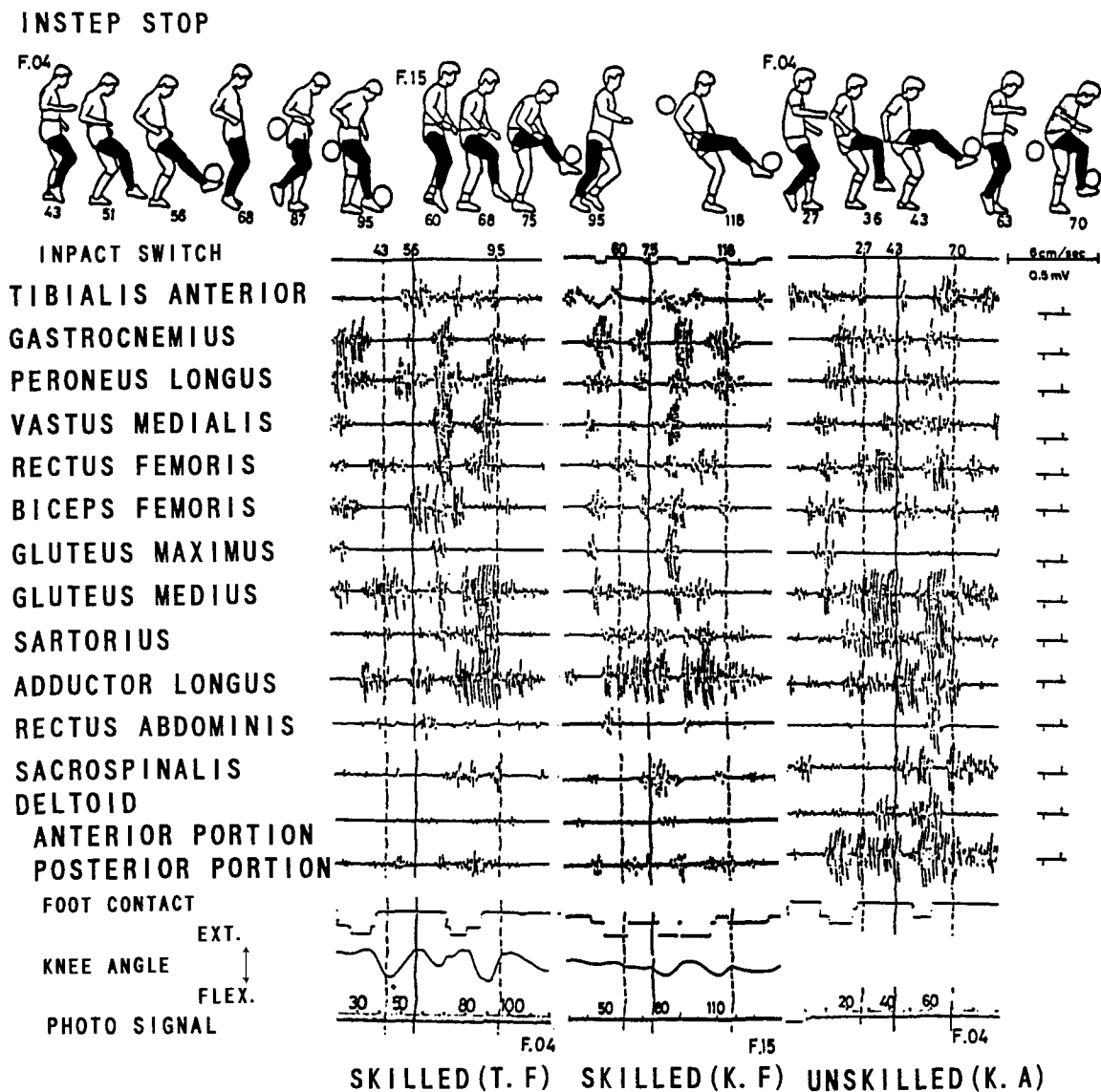


Fig. 5 EMG of ball stopping in subject T. F. (skilled), K.F. (skilled) and K. A. (unskilled)  
[legend] same as shown in Fig. 1

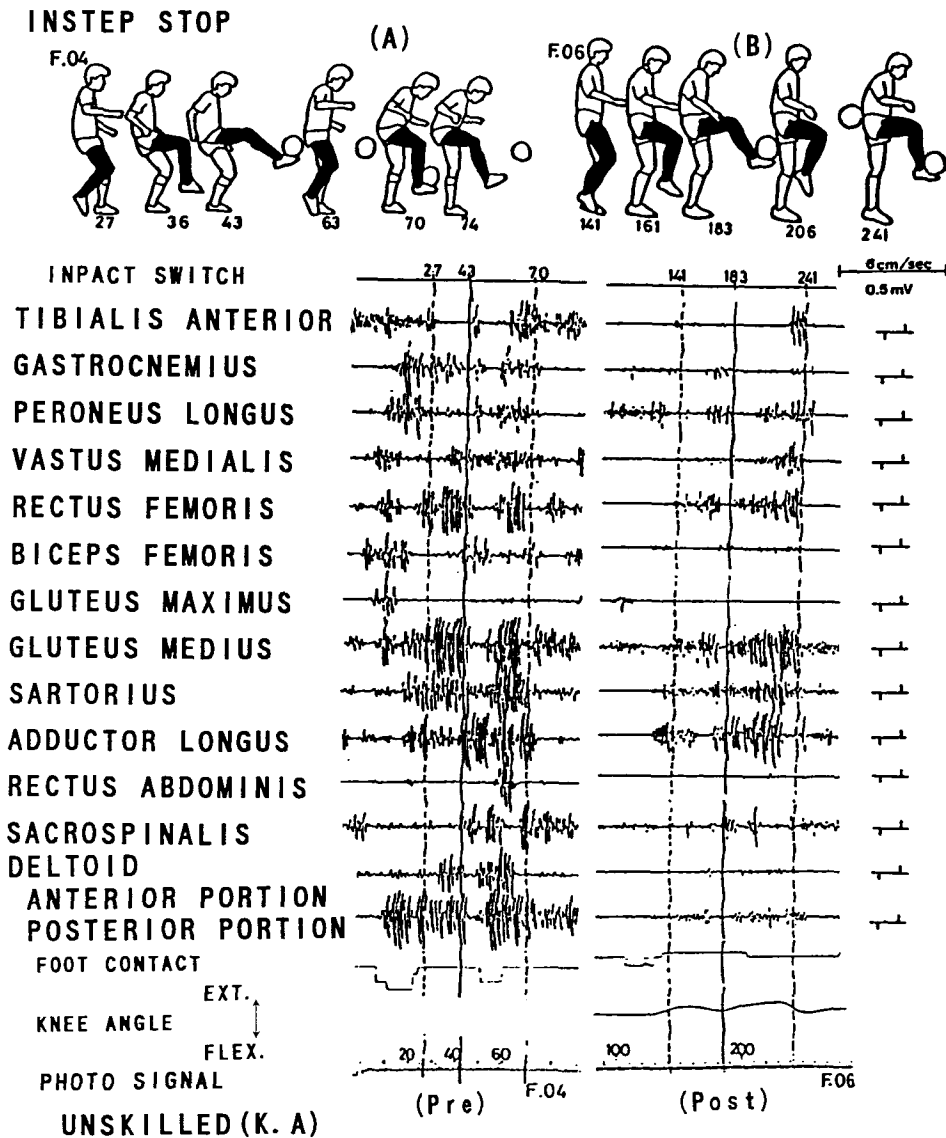


Fig. 6 Learning process of the EMG of the ball stopping in subject K. A. (unskilled)  
[legend] same as shown in Fig.1

さらに、熟練者I群では、ボールコンタクト直前の股関節屈曲筋群の減少に呼応して、大腿二頭筋に放電がみられ股関節の伸展が認められた。しかし、熟練者II群と初心者では、熟練者I群のような股関節の伸展は認められなかった。

すなわち、いずれの技術段階においても前述したストップ成功の三つの要因は、共通して認められた。さらに、技術レベルの高い者ほど、足背屈ならびに股関節の伸展が意識的に行われていると考えられた。

また、三者の筋放電パターンを比較した場合、リフト期における下肢筋、脊柱筋、上肢帯筋の殆どの筋の放電量は、技術段階の高い者ほど少ない傾向がみられた。この傾向は特に、内側広筋、大腿直筋、縫工筋、ならびに三角筋前・同後部において顕著に認められた。したがっ

て、熟練者ほどストップの成功率が高い背景には、これらの筋を余り緊張させずに足を挙上できていること、すなわち、リラックスした効率のよい動作のできていることが推察された。

三者のボールコンタクト時のフォーム (T.F;56, K. F;75, K. A;43) から分かるように、技術段階の高い者ほど低い位置でボールを捉える傾向が認められた。片足を浮かせてボールを操作し、逆足一本で身体を支える片足の競技であるサッカーの特性<sup>10)</sup>から、バランスの取り易い状態でボールを操作することは非常に重要である。ストップにおいても、低い位置でボールを捉える方が身体重心位置は低くなり、バランスが安定し、次の動作にも移り易いと考えられる。したがって、バランスの面からも、熟練者の方がより合目的な状態でス



トッピング動作を行っていると考えられた。

#### D. 習熟過程について

ここでは、技術段階で観察された動作パターンの特徴が、初心者 (K. A) の習熟過程においてもみられるかどうかを検討した。

図6は、初心者 K. A の習熟過程における成功試技の筋電図とフォームを示したものである。

(A) は、大学サッカー部に入部し約1ヶ月が過ぎた6月初旬の、(B) は、半年後の12月の記録の代表例である。この間、週4回、1日2時間程度の通常のクラブでの練習が実施された。

練習後(B) では、(A) に比して、リフト期における足関節足底屈筋(腓腹筋)、膝関節伸展筋(内側広筋)、股関節屈曲筋群(中殿筋)、ならびに肩関節筋(三角筋)に顕著な放電の減少がみられた。すなわち、リラックスして動作を行うことができるようになり、トラップ成功率も26.0%に向上がみられた。

練習後には、リフト期における長腓骨筋の放電は、腓腹筋より顕著になり、熟練者Ⅰ群と類似した傾向を示すようになった。

さらに、足底屈筋に放電の出現する時期は、練習前では右足離床直後であったが、練習後ではリフト期中頃となり、熟練者Ⅱ群と同様、足関節を緊張させないで足を上げることができるようになることが認められた。

また、練習前にみられたリフト期後半における、内側広筋、大腿直筋の放電は減少し、熟練者と同様、膝関節伸展筋を余り働かさずに足を上げボールを迎えに行けるようになることが認められた。

さらに、大腿直筋、中殿筋、縫工筋の放電が消失する時期は、練習前ではボールコンタクト時であったが、練習後にはボールコンタクト直前となり、股関節屈曲筋群を脱力するタイミングの早くなる傾向がみられた。縫工筋と長内転筋の同時放電もごく僅かなものとなり大腿の固定・緊張も弱いものになった。

また、練習後の方がボールを捉える位置も低くなった。

すなわち、成功率、筋放電パターン、ならびにフォームは、いずれも6カ月の練習によって、熟練者のものに近づく傾向が認められた。

これらの縦断的観察結果から、技術段階によって認められた相違は、被験者固有のものではなく、習熟によるものであると考えられた。

#### IV. 要約

関西学生一部リーグに所属する選手2名(熟練者Ⅰ群)、同3部リーグに所属する選手3名(熟練者Ⅱ群)、初心者1名(未熟練者)の計6名を対象に、インステップ

によるストッピング動作を取り上げ、下肢筋、脊柱筋、上肢帯筋、の計14筋について筋電図を記録するとともに16mmカメラを用いて側方よりフォームを記録した。

すなわち、同一被験者の成功試技と失敗試技の比較、技術段階による比較、ならびに初心者の習熟過程の追跡から、ボールストップ成功の要因を明らかにした。

1) 技術段階の高い者ほどボールストップの成功率は高く、ボールを低い位置で捉える傾向がみられた。

2) 熟練者の成功試技では、ボールコンタクト時まで長腓骨筋と前脛骨筋の同時放電が顕著にみられ足関節を外反しつつ保持していたが、ボールコンタクト直後に長腓骨筋の放電が減少し背屈がみられた。また、リフト期に膝関節は伸展されるが、内側広筋には放電は認められなかった。さらに、ボールコンタクト直前に、大腿直筋と中殿筋の放電が減少し、これに呼応して、大腿二頭筋に放電がみられ、股関節の伸展が観察された。

一方、失敗試技では、リフト期中、前脛骨筋の放電はみられず、ボールコンタクト後の長腓骨筋の放電の減少は少なかった。また、リフト期後半に僅かではあるが内側広筋に放電がみられ、さらに、大腿二頭筋の放電出現時期が、成功時に比して遅れることが認められた。

3) 初心者の成功試技では、前脛骨筋の放電はリフト期ならびにボールコンタクト直後にもみられず、腓腹筋と長腓骨筋のボールコンタクト直後の放電が減少・消失し、ボールコンタクトによる受動的な足背屈が認められた。

また、内側広筋の放電が、ボールコンタクト直前に減少し、コンタクト後膝関節は僅かに屈曲されていた。

さらに、ボールコンタクト後の股関節屈曲筋群の放電に減少がみられた。しかし、股関節の伸展動作は認められなかった。

一方、失敗試技では、ボールコンタクト直前の腓腹筋、長腓骨筋の放電の減少がみられず、また、成功試技に比してリフト期後半の内側広筋の放電が顕著で、さらに、股関節屈曲筋の放電の減少に遅れがみられた。

4) 技術段階に対応して、リフト期の足底屈が、腓腹筋ではなく外反の分力を持つ長腓骨筋によって行われるようになり、また、内側広筋の放電がみられなくなった。さらに、足、膝、股関節筋の放電がボールコンタクト時に減少・消失する傾向が認められた。すなわち、熟練者ほどリフト期における放電量は少なく、リラックスした効率のよい動作が行われていると考えられた。

5) 技術段階の横断的観察によってみられた筋放電様相の相違は、初心者の習熟過程においても認められた。

以上の結果、①ボールコンタクト直前に足関節の足底屈筋を脱力し、ボールコンタクト時に背屈すること、②リフト期後半に膝関節伸展筋を緊張させないこと、③ボールコンタクト直前に股関節屈曲筋群を脱力し、股関

節の伸展を行うこと、の3点がインステップによるストップ成功のポイントとして重要であることが示唆された。

注1) ストップングがボールとボール操作者の関係における技術であるのに対し、トラッピングは、これらの関係に相手加わり、ボールを相手が奪いにくいところに止める技術と定義される。

## 文 献

- 1) 浅井 武・小林一敏・松本光弘:サッカーにおけるボールストップの力学的考察、*体育学研究*、26(3)、245-251, 1981.
- 2) 浅見俊雄:サッカーの勝負を決する要因、*体育の科学*、19(3)、351-353, 1969.
- 3) 浅見俊雄・戸苅晴彦・菊地武道・足立長彦・北川 薫・佐野裕司:サッカーのキックにみられるパワーとパフォーマンスとの関係について、*キネシオロジー研究会(編)、身体運動の科学 I - Human Power の研究 -*、杏林書院、147-157, 1976.
- 4) 浅見俊雄:巧みさ(その実験的研究)-サッカーにみられる Physical Resources と Performance との関係-、*体育の科学*、23(5)、300-304, 1973.
- 5) 浅見俊雄・Nolte, V.: パワフルなインステップキックの力学的分析、*J. J. Sports Sci.*、1(1)、62-67, 1982.
- 6) 後藤幸弘・熊本水頼・山下謙智・岡本 勉:下肢の基本動作における下肢筋群の働き方について -各種垂直面内における挙上-、*体育学研究*、18(5)、269-276, 1974.
- 7) 後藤幸弘・辻野 昭・田中 譲:インステップ・キックにおけるボール速度と正確性の発達について、*大阪市立大学保健体育学研究紀要*、10、67-75, 1975.
- 8) 後藤幸弘:幼少児のキック動作の発達過程についての筋電図的研究、*兵庫教育大学紀要*、7、187-207, 1987.
- 9) 後藤幸弘・小俣主也:サッカー技術の指導に関する基礎的研究 (I) -スイングスピードとボールスピードを指標としたインステップキックの筋電図的分析-、*スポーツ教育学研究*、7(2)、41-52, 1987.
- 10) 後藤幸弘:ボールを蹴る、*学校体育*、47(13)、72-74, 1994.
- 11) 梶山彦三郎:サッカーのゲーム分析-特に基礎技術の使用、及び失敗の傾向とゲーム中の移動距離について、*福岡大学35周年記念論文集*、195-235, 1969.
- 12) Kollath E. and A. Schwirtz: Biomechanical analysis of the soccer throw., In *Science and Football*, T. Reilly, J. Lees, K. Davids and W. J. Murphy (Eds.), 456-459, 1988.
- 13) 文部省:中学校指導書 保健体育、東山書房、1978.
- 14) 文部省:小学校指導書 体育編、東山書房、1978.
- 15) 奥田援史・上向貫志・北岡慶司:児童期におけるジャンプヘディング動作様式の発達過程、*体育の科学*、41(11)、887-890, 1991.
- 16) Opavsky P.: An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two types of soccer kick., In *Science and Football*, T. Reilly, J. Lees, K. Davids and W. J. Murphy (Eds.), 456-459, 1988.
- 17) Proft E. De, J. P. Clarys, E. Bollens, J. Cabri and W. Dufour: Muscle activity in the soccer kick., In *Science and Football*, T. Reilly, J. Lees, K. Davids and W. J. Murphy (Eds.), 434-440, 1988.
- 18) 高木公三郎:四肢筋の機能の筋電図学的研究、*三重医学*、4、991-1018, 1960.
- 19) 高木公三郎・熊本水頼・伊藤一生:kickの筋電図学的研究(第一報)、*体育学研究*、5(3)、79-83, 1961.
- 20) 戸苅晴彦・浅見俊雄・菊地武道:サッカーのキネシオロジー的研究(1)、*体育学研究*、16(5)、259-264, 1972.
- 21) 戸苅晴彦:キックのスピードとフォームについての研究、5、5-12, 1970.
- 22) 八重樫茂生:サッカー、講談社、1968.

## An Electromyographic Study of Ball Stopping by Instep for Soccer Players with Different Skill Levels

Yukihiro GOTO, Kenji MATSUSHITA and Ikuko NEISHI

This study was conducted to clarify the success factors of ball stopping.

The electromyograms of ball stopping of six soccer players with different skill levels by instep were recorded from the lower limbs, spine and upper limb muscle in 14 muscles. Simultaneously, the form was taken from the side with 16mm cinecamera (50p. p. s).

That is, the data obtained from succeeding trials of the ball stopping were compared with failing one with skill levels, besides, a change of the movement pattern of beginner with learning were examined.

First of all, the success rate of ball stopping was higher for higher skill levels, as also noted the skilled player operating the ball at a low position.

In addition, it was thought that the skilled person who made efficient operation for as the amount of the electrical discharge of the ball operating leg muscle were few during lift period.

Simultaneously remarkable electrical discharge of the peroneus longus muscle and tibialis anterior muscle were seen before ball contact in skill person's succeeding trial. It was considered that ankle joint was made hold and eversion. In place of it, electrical discharge of the tibialis anterior muscle became remarkable and ankle dorsi flexion was seen after ball contact. Electrical discharge was not seen for the vastus medialis though the knee joint was extended at the lift period. Moreover, electrical discharge of the rectus femoris and gluteus medius muscle declined just before ball contact. In response to this, electrical discharge of biceps femoris with consequent extension of the hip joint was noted.

Secondly, on the other hand, the electrical discharge of the tibialis anterior muscle through the lift period was not seen in failure trials. The discharge of the vastus medialis was seen a little at the later half of the lift period. Moreover, the appearance of the discharge of the biceps femoris was slower than the time of success trial.

According to the skill level, ankle plantar flexion of the lift period was seen with the gastrocnemius muscle. For skilled player, ankle plantar flexion was seen with the peroneus longus muscle which have the component force of eversion. Discharge of the vastus medialis was not seen at the lift period and showed the tendency to which the electrical discharge of the foot, knee and hip joint muscles were decreased at ball contact in the skilled player.

Finally, differences in muscle electrical discharge pattern according to skill level were observed in the beginner's learning process in ball stopping.

The present results indicated that three factors for succeeding of the ball stopping by the instep were ① Planter flexor muscle relaxing immediately before ball contact and dorsi flexor muscle contracting at ball contact, ② knee extensor relaxing at the latter half of lift period, and ③ hip flexor relaxing just before ball contact and/or hip joint extending.