

ラジオ体操第1における脚屈伸運動の筋電図的一考察

—下肢二関節筋群の活動様式を中心として—

岡 秀 郎*

(昭和61年9月30日受理)

緒 言

ラジオ体操は昭和3年に郵政省簡易保健局により国民の健康づくりを目的として始められて以来、半世紀以上の歴史を持ち、学校教育現場においては、日常の体育科の授業のみならず体育関係行事の準備体操、整理体操等に用いられている。また、社会においても、職場の朝の体操等に用いられており、幅広く国民の間に定着している運動である。このラジオ体操に関して、伊藤ら¹⁾、片尾ら²⁾は心肺機能の面よりラジオ体操第1の運動強度について報告している。しかしながら、学校教育現場等におけるラジオ体操の良い動き、悪い動きの判断は、現場指導者の経験によるところが多く、筋の作用機序の面より検討した報告は殆んどない。

一方、我々が随意的に行なう身体活動は、熊本、高木³⁾が指摘しているように、種々の関節の動きが直列に、あるいは並列に複雑に組み合わせられた複合多関節運動系としてとらえることができる。この多関節運動系の最も簡単なものが直列二関節運動系である。例えば、膝関節と股関節が同時に伸展される場合、下肢二関節筋が同時に両関節に協同的に働き得る時相は少ないはずである。すなわち、膝関節と股関節の同時伸展時、それぞれの関節に関与する一関節伸展筋群は負荷量に関係し活動的に参画するものと考えられるが、二関節筋で膝関節伸展・股関節屈曲に働く大腿直筋は、膝関節に対しては協同的に働き得るが、股関節に対しては逆に拮抗的に働くことになる。また、膝関節屈曲・股関節伸展に働く大腿二頭筋、半膜様筋、半腱様筋等の場合は、股関節には協同的に、膝関節には拮抗的に働くことになる。このため脚の伸展時、これら下肢二関節群については複雑な活動様式が予想される。

これら下肢二関節筋群の活動様式について、Fujiwara and Basmajian⁴⁾は解剖学的な見地からの指摘を試みている。この中で、膝関節と股関節の同時運動において、大腿直筋と半膜様筋・半腱様筋との間に出現する拮抗筋抑制の出現の可能性を示唆している。また、Yamashita⁵⁾は実験条件下ではあるが、膝関節と股関節を同時に伸展させるような運動系において、この運動系の最終出力は各関節出力の和にはならず、いずれか弱い方の関節出力によって制約されること、このとき相拮抗する二関節筋のうち制約関節に協同的に働く筋は促進を受け、拮抗的に働く筋は抑制を受けることを報告している。実際の運動においても、著者⁶⁾は歩行の着地時、すなわち、膝関節・股関節が共に伸展期にあって着地を行ない、着地の衝撃に耐えて体重負荷を支えている際に存在する下肢二関節筋の拮抗筋抑制の可能性について報告している。また、この中で、上体直立位で歩いた場合と、前傾姿勢で歩いた場合とで、着地時、同じ膝関節・股関節の伸展動作であっても、股関節角度の違いにより下肢二関節筋群の放電様相に顕著な差が見られた。これらのことにより、ラジオ体操の中の膝関節と股関節の同時運動動作においても、上体の姿勢変化で下肢二関節筋群の

* 兵庫教育大学第5部（生活・健康系教育講座）

活動様式に差が現われることが十分予想される。

そこで、今回、ラジオ体操の中でも、より一般的と考えられる第1体操について、腕を振っての脚の屈伸運動時の膝関節と股関節の同時屈伸動作に着目し、一般に言われている良い動き、すなわち、上体を直立位に近い状態に保っての脚の屈伸運動と、悪い動き、すなわち、上体前傾位での脚の屈伸運動について、大腿部で相拮抗する二関節の活動様式を中心に筋の作用機序の面より比較検討せんとした。

実験方法

1. 被験者

団体徒手体操経験者1名、器械体操経験者2名、計3名の健康男子成人を被験者に選んだ。

2. 被験筋

下肢の基本的な動作の解析結果、⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ 下肢の二関節同時運動時の筋電図学的解析結果、⁵⁾¹¹⁾ 等を参照し、下肢の表在筋の中で足関節筋および膝関節・股関節の一関節筋と二関節筋を下記のごとく選択した。

足関節筋：前脛骨筋

腓腹筋外側頭

膝関節筋：内側広筋

股関節筋：大殿筋上部筋束

膝関節・股関節筋（二関節筋）

大腿直筋

大腿二頭筋長頭

内側ハムストリングス：半膜様筋・半腱様筋を直径10mmの皿状円盤電極で分離導出することは困難である故にHermanら¹²⁾の例に倣った。

3. 記録方法

1) 筋電図記録

18素子万能型脳波計（三栄測器製、1A53型）を用い、直径10mmの皿状円盤電極を筋走行に平行に約3cmの間隔で貼布し、皮膚表面誘導法により筋電図を記録した。記録感度は10mm/0.5mv、紙送り速度は6cm/秒とした。

2) 動作記録

a) フォームの記録

各被験者の動作中のフォームを観察するために、2台のビデオカメラを使用して被験者の側方および前方より同時撮影し、これらのビデオ画像を特殊効果装置（ビクター製、TF-1310）を用いて一つのビデオ画面に合成し録画した。この際、ビデオ映像パルス発生装置（ソニー製、VPG-3）を用いてビデオテープの各フレーム毎の信号を電気的に取出し、筋電図記録紙上に記録すると同時に、ビデオカウンター（朋栄社製、VC-80改造）により各フレーム毎のフレーム番号が取り出せるようにし、その数値をラジオ体操実施中のフォームと同時録画した。

b) 関節の角度変化の記録

各被験者の動作中の下肢の各関節角度変化を連続して観察するため、電気角度計を製作し、これを足関節、膝関節、股関節に取付け、動作中のこれらの関節角度の変化を電気的な変化として取出し、筋電図記録紙上に記録した。

c) バゾグラム

各被験者の動作中の左右脚の接床状態を観察するため、銅製の金網を床に貼布し、同様の金網を前足部と後足部に分けて貼布した運動靴とらの間の電気回路を工夫したフットコンタクトスイッチを製作し、左右脚の接床時と離床時を区別し、さらに接床時を踵接床、全足底接床、踵離床に分けて筋電図記録紙上に記録できるようにした。

これらの動作記録、すなわち、ビデオテープの各フレームのシグナルパルス、電気角度計からの角度変化曲線、フットコンタクトスイッチによるバゾグラムは筋電図と同時に記録された。

結 果

ラジオ体操第1は上肢および軀幹の動きを中心に構成されており、下肢筋群は動作中の上体の体重負荷を支えるために抗重力的に活動し立位姿勢を保持しているものと考えられる。しかしながら、これらの運動の中で2番目と12番目の腕を振って脚を屈伸させる運動の場合には、膝関節は積極的な屈伸運動を要求され、同時に股関節も屈伸されている。そこで、この運動の脚屈伸動作時の下肢筋群の放電様相について見る。

3名の被験者に一般に言われている良い姿勢、すなわち、上体をできるだけ直立位に近い状態に保ち動作を行なわせた場合（普通姿勢）、下肢筋群には被験者間において類似した放電様相が観察された。図1はその一例を示している。図上部の動作Aは踵離床時を、Bは膝関節屈曲開始時を、Cは膝関節最大屈曲時を、Dは膝関節伸展終了時を、Eは踵着床時を示している。また、膝関節が屈伸されるBからDの間が号令の1に相当する。膝関節が屈曲されるBからCの間、すなわち、脚の屈曲時は股関節も屈曲されており、足関節は背屈されている。足関節筋群では前脛骨筋に持続放電が観察された。また、腓腹筋には脚屈曲の後半、顕著な放電の出現が認められた。膝関節・股関節筋群では、一関節筋で膝関節伸展筋の内側広筋に脚屈曲開始時より放電の出現が認められ、脚屈曲の度合いが増すに従って放電の増大が観察された。二関節筋で膝関節伸展にも関与する大腿直筋の放電様相も内側広筋と同様の傾向が認められた。一関節で股関節伸展筋の大殿筋は持続放電を示した。二関節筋で股関節伸展にも関与する大腿二頭筋は動作開始時より顕著な放電の出現を示したが、脚屈曲の後半、急激に減少する傾向が認められた。しかしながら、同じ二関節筋の内側ハムストリングスは終始、弱い持続放電の出現を示した。

膝関節が伸展されるCからDの間、すなわち、脚の伸展時、股関節も伸展され、足関節は底屈されている。この間、前脛骨筋は脚屈曲時に引き続き脚伸展の前半まで持続放電を示し、腓腹筋は脚伸展の後半まで顕著な放電を示した。内側広筋にも顕著な持続放電の出現が認められたが、大腿直筋の顕著な放電は脚伸展の前半、大腿二頭筋の放電の増大に呼応して減少し、大腿部で相拮抗する二関節筋相互の放電活動の交代が認められた。また、大殿筋、内側ハムストリングスには脚屈曲時に引き続き持続放電の出現が観察された。

次に、一般に言われている悪い姿勢、すなわち、上体を股関節で前屈させた状態で腕を振って脚の屈伸運動を行なわせた（前傾姿勢）、この場合、脚の屈伸時、二関節筋群の放電様相に個体内および個体間において変異が認められた。図2はその標準的一例を示している。膝関節が屈曲されるBからCの間、図1の場合と同様、股関節は屈曲され、足関節も背屈されている。この脚屈曲の間、前脛骨筋には顕著な放電の出現は認められなかったが、腓腹筋には脚屈曲の後半、顕著な放電の出現が観察された。内側広筋は脚屈曲開始時より顕著な持続放電を示した。しかしながら、大腿直筋は脚屈曲開始時より弱い持続放電

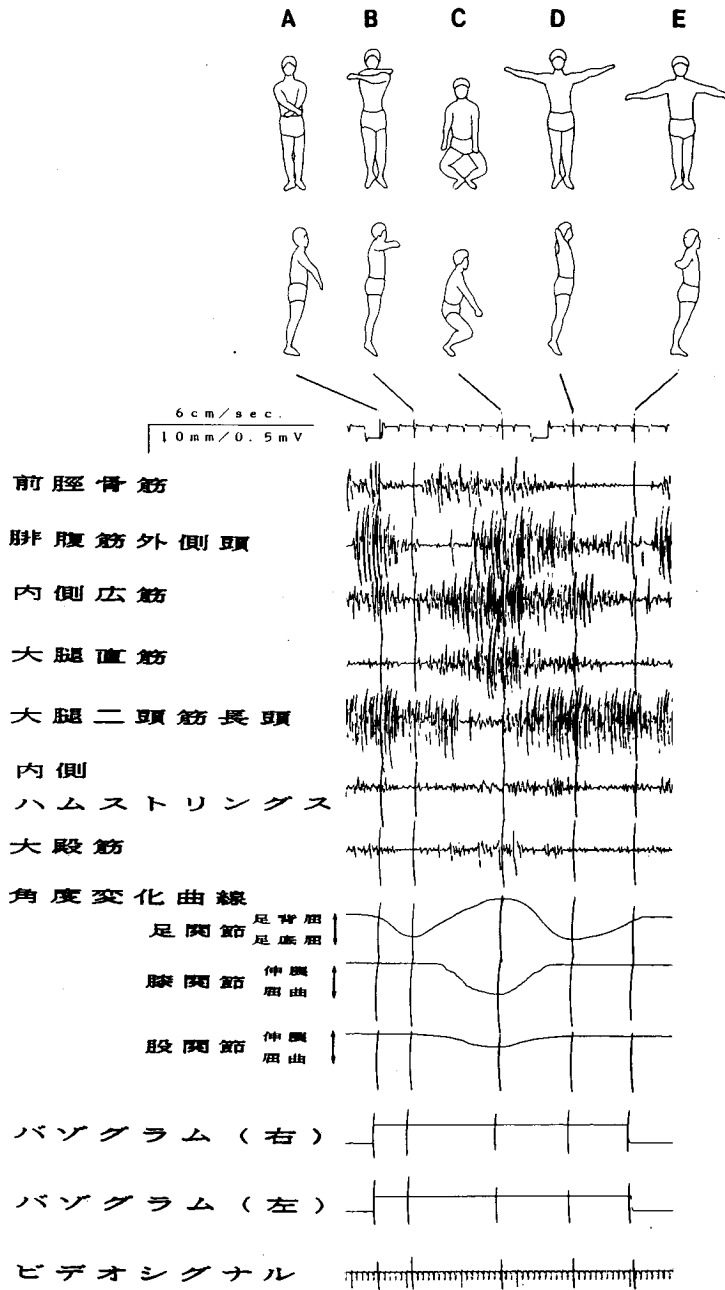


図1 腕を振っての脚の屈伸運動を普通姿勢で行なわせた時の筋電図

注 図上部の動作Aは踵離床時，Bは膝関節屈曲開始時，Cは膝関節最大屈曲時，Dは膝関節伸展終了時，Eは踵着床時を示している（図2，3のB，C，Dも図1と同様）。

を示し、その後、放電の増加は認められるものの、図1の普通姿勢時に見られたような顕著な放電の出現は観察されなかった。大殿筋、内側ハムストリングスは普通姿勢時と同様、持続放電を示した。

膝関節が伸展されるCからDの間、股関節も伸展され、足関節は底屈されている。この脚伸展の間、前脛骨筋には殆んど放電の出現は認められなかったが、腓腹筋は普通姿勢時と同様、顕著な持続放電を示した。内側広筋の脚屈曲時からの顕著な放電は減少し、脚伸展の後半には弱い持続放電のみが観察された。大腿直筋の放電は脚最大屈曲前に減少し、脚伸展の間は顕著な放電の出現は認められず、終始、弱い持続放電を示した。また、大殿筋、内側ハムストリングスには顕著な放電の出現は認められなかった。

このように、図1の普通姿勢と図2の前傾姿勢で脚の屈伸時、足関節筋では前脛骨筋、膝関節・股関節筋群では内側広筋、大腿直筋の放電様相に顕著な差異が認められた。この中で、前脛骨筋の場合、普通姿勢では脚が屈伸されるBからDの間、足部は左右それぞれ30度、計約60度外転された状態より底屈された爪先立ち姿勢になっており、脚屈曲時、膝関節は斜外方向に屈曲されることにより、足部の支点は第1指骨（親指）から第5指骨（小指）の方へ移動するものと推測される。このため、体重負荷を支えるために足関節は内反力が要求され、足関節の背屈と内反に働く前脛骨筋に放電が出現したものと解釈される。一方、内側広筋、大腿直筋の放電様相の差は上体の姿勢変化に起因するものと考えられる。

そこで、実験的に腕の振りの伴わない脚の屈伸動作を上体の姿勢を変化させて行なわせた（図3）。上体を股関節で後傾させて脚の屈伸動作を行なわせた場合（図3の左）、内側広筋は脚屈曲の後半より、脚伸展の後半にかけて顕著な放電の出現を示した。大腿直筋にも脚屈曲時、同様の放電様相が観察されたが、脚伸展の後半、内側広筋に顕著な放電が観察される間、大腿直筋の脚屈曲時からの顕著な放電は、大腿二頭筋の放電の増大に呼応して減少し、相拮抗する二関節筋相互の放電活動の交代が認められた。次に、上体直立位で脚の屈伸動作を行なわせた場合（図3左より2番目）、脚伸展時、大腿直筋と大腿二頭筋の放電活動の交代時期が脚伸展の前半に移行し、図1の普通姿勢時と同様の放電様相が観察された。上体を股関節で前方に約30度屈曲させ、脚の屈伸動作を行なわせた場合（図3の左より3番目）、前述の上体直立位と同様、二関節筋群の放電活動の交代は認められるものの、脚伸展時の大腿直筋の放電は上体直立位に比し著しく減少した。さらに前傾姿勢をとらせ、上体を股関節で前方に約45度屈曲させた場合（図3の右）、大腿二頭筋は脚屈曲の終りより顕著な放電を示し、大腿直筋の放電はより減少する傾向を示した。また、脚伸展時、内側ハムストリングスは30度前傾時に比し放電を増大させ、大殿筋には顕著な放電の出現が観察された。

このように、脚の屈伸時、上体の姿勢変化で膝関節・股関節筋群、特に、相拮抗する二関節筋群の放電様相に顕著な差異が認められた。このことより、前傾姿勢時、すなわち、一般に言われている悪い姿勢での脚屈伸時に見られた二関節筋の放電様相の変異は、上体前傾の度合いに起因するものと考えられる。

考 察

腕を振って脚の屈伸動作を行なわせた場合の屈曲時、普通姿勢（図1）の場合、足関節筋群では前脛骨筋に顕著な持続放電が現われた。これは、既に結果で述べた如く、足関節は膝関節が屈曲されるに従い体重負荷を支えるために内反力が要求されるようになり、内反筋として前脛骨筋に放電が出現したものと考えられる。一方、前傾姿勢（図2）の場合、

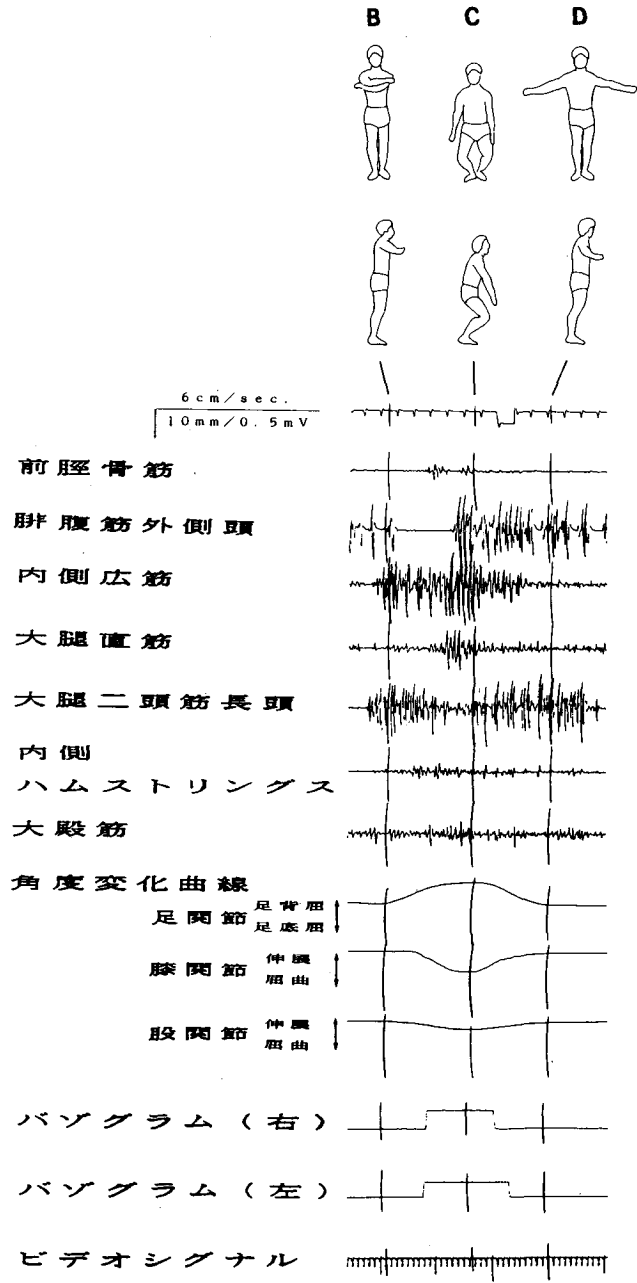


図2 腕を振っての脚の屈伸運動を前傾姿勢で行なわせた時の筋電図

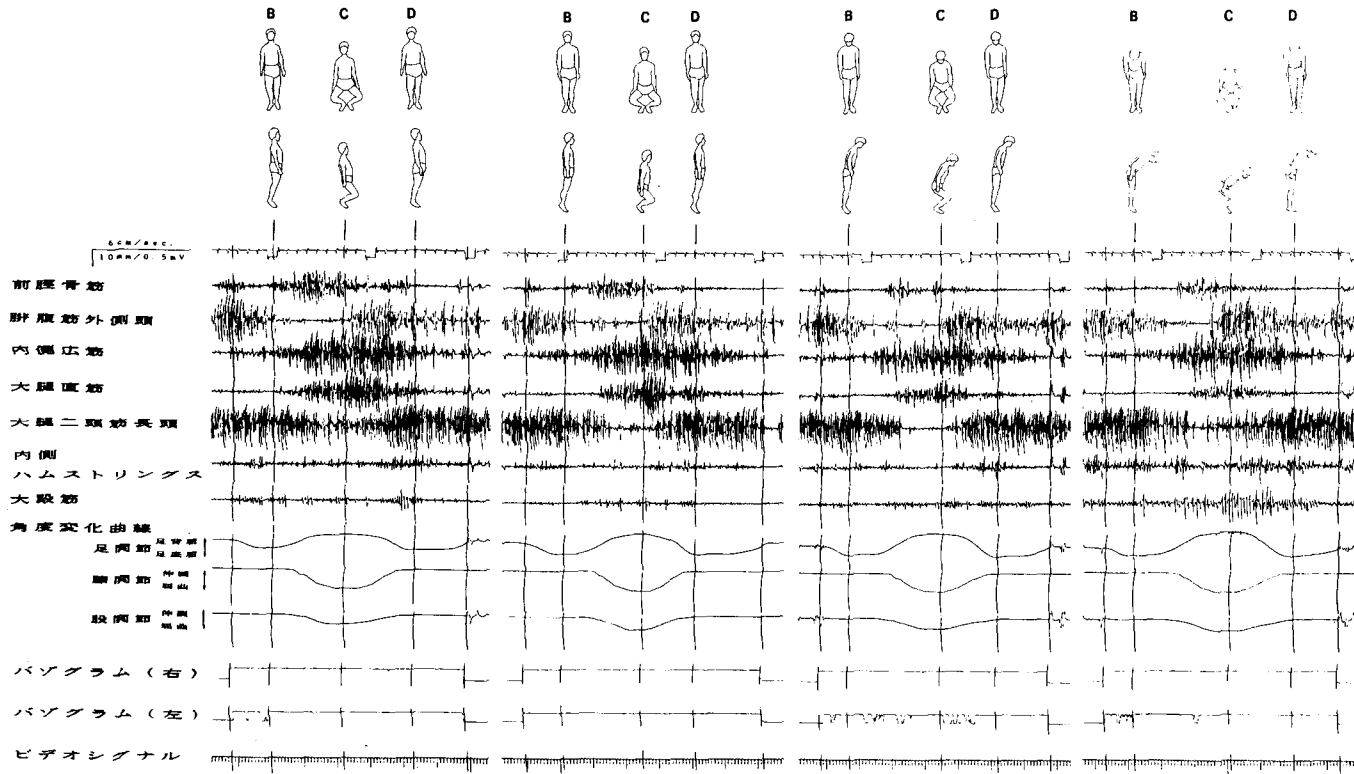


図3 上体の姿勢を変化させて脚の屈伸運動を行なわせた時の筋電図

注 左の図は後傾姿勢時、左より2番目の図は直立姿勢時、左より3番目の図は約30度前傾姿勢時、右の図は約45度前傾姿勢時を示している。

膝関節の最大屈曲前後、バゾグラムは踵の離床を示しているが、これは前傾姿勢をとることにより身体重心が前方へ移動するため、身体のバランスをとる必要上、踵が浮いたものであり、爪先立ち時のような体重負荷を支えるための足部の支点の移動もなく、従って内反力も必要とされず、そのため、前脛骨筋に顕著な放電が出現しなかったものと考えられる。また、腓腹筋は脚屈曲の後半の足関節背屈時、顕著な放電を現わした(図1)。これは腕を振りながら積極的な脚の屈曲がなされるため足関節も十分に背屈され、そのため、足底屈筋の筋紡錘が伸張され、第一種終末が興奮し、Ia線維を介した伸長反射によるものと推測される。前傾姿勢時(図2)も、普通姿勢時(図1)ほど顕著ではないが、同様の現象が起っているものと思われる。

膝関節・股関節筋群については、脚屈曲時の前半は大腿二頭筋に、後半は内側広筋、大腿直筋に顕著な放電の出現認められた(図1)。前傾姿勢時(図2)、実験的に上体の姿勢を変化させた場合(図3)においても同様の傾向が観察されたが、大腿直筋の放電は上体が前傾されるにつれて減少した。いずれの場合も膝関節・股関節は上体の体重負荷を支えながら脚の屈曲がなされており、膝関節伸展筋として内側広筋、大腿直筋が、股関節伸展筋として大腿二頭筋が抗重力的に活動したものと解釈される。また、足部の外転に伴い大腿骨も外旋されているため、同じ二関節筋でも内側ハムストリングスよりも外旋の分力を持つ大腿二頭筋に顕著な放電が出現したものと考えられる。股関節伸展筋の大殿筋に顕著な放電が出現しないのは、⁶⁾ 負荷量が少ないことによるものと思われる。事実、著者の歩行の筋電図学的研究⁶⁾においても、歩行の踵着床時、膝関節・股関節の伸展筋群が抗重力的に活動し、上体の体重負荷を支えている間、個人差はあるものの歩行速度が増大し、上体の負荷補償の量が増加するにつれて大殿筋の放電が増大し、顕著に出現するようになる傾向が認められた。一方、膝関節は屈曲されるに従い斜外方向へ申し出されるため、力学的には支点(爪先)と身体重心を結ぶ作用線より遠ざかり、より膝関節の伸展力が要求されるために大腿二頭筋に代り大腿直筋に放電が出現したものと推測される。この場合、前傾姿勢では身体重心も前方へ移動しており、作用線も後傾および普通姿勢に比し膝関節に近づくため膝関節への負担が軽減され、大腿直筋の放電も減少したものと考えられる。しかしながら、脚屈曲動作時の二関節筋群の活動様式に関する報告は著者の知る限り見当らず、力学的条件と放電様相との関係については、今後、詳細に検討する必要がある。

次に、脚の伸展時、足関節筋群では腓腹筋に顕著な放電が観察された。この間、足関節は膝関節伸展に伴い底屈されている。そのため、腓腹筋は体重負荷に抗しての足底屈に働いているものであり、膝関節・股関節筋群と異なり、上体の姿勢変化による影響をあまり受けなかった。

¹³⁾ 一方、膝関節・股関節筋群に関して、丸山ら¹³⁾は両手にかなりの負荷、20~40kgをかけながら、上体の姿勢を変化させてスクワット姿勢よりの立上り、すなわち、膝関節・股関節の同時伸展動作を行なわせ、下肢二関節筋群を中心に筋の作用機序の面より検討している。この中で、後傾および普通姿勢では終始、大腿直筋に放電が出現し、前傾姿勢時には、動作半ばで大腿二頭筋に放電が現われ、大腿直筋の顕著な放電は減少し、相拮抗する二関節筋群の拮抗筋抑制に起因すると推測される放電活動の交代を報告しており、膝関節・股関節の直列二関節運動系としての制約要因が、前傾姿勢をとることにより、膝関節から股関節へ移行することを推測している。この場合には、直列二関節運動系の立場より、後足部を床面に接触させた状態で動作を行なわせているため、力の伝達機構としての足関節の役割を無視することができるが、本実験では、図2の場合を除き、爪先立ちで脚の伸展動

作がなされており、力学的には爪先を支点とした足関節の役割を無視することはできない。しかしながら、膝関節・股関節筋群、とくに相拮抗する二関節筋群の放電様相は、前述の丸山ら¹³⁾の報告と類似した結果を得た。すなわち、膝関節・股関節の同時伸展時、膝関節伸展筋の内側広筋に顕著な放電の出現が観察される間、大腿直筋の放電は大腿二頭筋の放電の増大に呼応して減少する傾向を示した。大腿直筋と大腿二頭筋は大腿において相拮抗する二関節筋であり、片方へ活動電位の促進が起こるとき、時相が一致して他方へ抑制が起こる現象は、丸山ら¹³⁾の報告と同様、拮抗筋抑制の存在を推測させるものである。また、大腿直筋と大腿二頭筋の放電活動の交代時期が、後傾姿勢をとるときは動作の後半に、直立姿勢では動作半ばへと移行し、約30度前傾姿勢では大腿直筋の放電が減少し、約45度前傾姿勢では動作開始時より大腿二頭筋に顕著な放電が出現した。同じ二関節筋でも、内側ハムストリングスに大腿二頭筋のような顕著な放電が観察されなかったのは、脚の屈曲動作時と同様、大腿骨が外旋されていることに起因するものと思われる。一方、身体重心は後傾姿勢、直立姿勢、前傾姿勢と上体の姿勢が変化するにつれて前方へ移動し、爪先と身体重心を結ぶ作用線も、股関節からは遠ざかり、膝関節には近づくことになる。このため、身体重心の前方への移動に伴い、膝関節への負荷は軽減され、股関節への負荷は増大されることになる。事実、約45度前傾時には、大殿筋に顕著な放電が出現し、内側ハムストリングスにも放電の増大が認められた。しかしながら、前述の如く、本実験では足関節の役割を無視することはできず、制約要因となる関節について推測することは困難であるが、膝関節・股関節の同時運動系として見た場合には、丸山ら¹³⁾¹⁴⁾の報告と同様、相拮抗する二関節筋群の放電様相は、いずれの関節により負荷がかかっているかと言う力学的条件を反映しているものと考えられる。

それ故、ラジオ体操第1の中の腕を振って脚の屈伸運動を一般に言われている良い姿勢（上体をできるだけ直立位に保った姿勢）で行なわせた場合には、膝関節と股関節とでは、より膝関節に上体の負荷を集中させながら脚の屈伸動作が行なわれているものと解釈される。その上、爪先立ちで動作が行なわれており、内反筋としての前脛骨筋の活動も要求されている。一方、一般に言われている悪い姿勢（上体前傾姿勢）の場合、膝関節よりも股関節の方に負荷を集中して脚の屈伸動作が行なわれているものと考えられる。

ラジオ体操第1の場合、股関節の屈伸運動を要求される動作は、6番目の体を前後にまげる運動のように他にもあるが、膝関節の屈伸運動を要求される動作は他にはない。従って脚の屈伸時、できるだけ膝関節に上体の体重負荷を集中させる方が望ましく、できるだけ上体を直立位に保って動作を行なわせることが、大腿直筋の活動を促進させ、筋の作用機序の面からも適当と考えられる。

要 約

1. 成人男子3名を被験者とし、ラジオ体操第1の中の腕を振って脚の屈伸運動を一般に言われている良い姿勢と悪い姿勢で行なわせ、大腿部で相拮抗する二関節筋の活動様式を中心に下肢筋群について、筋の作用機序の面より比較検討せんとした。
2. 一般に言われている良い姿勢、すなわち、上体を直立位に近い状態を保って動作を行なわせた場合、脚の屈曲時、足関節筋では内反筋としての前脛骨筋の顕著な放電が観察された。膝関節・股関節筋群では脚伸展の前半は大腿直筋に、後半は大腿二頭筋に顕著な放電が出現し、伸展の前半、股関節よりも膝関節に上体の体重負荷が集中していることが推測された。

3. 一般に言われている悪い姿勢, すなわち, 上体前傾位で動作を行なわせた場合, 脚の屈曲時, 内反筋としての前脛骨筋の顕著な放電は観察されなかった。膝関節・股関節筋では脚伸展時, 大腿直筋の放電は減少し, 大腿二頭筋に顕著な放電が出現し, 伸展動作中, 膝関節よりも股関節に上体の体重負荷が集中していることが推測された。
4. ラジオ体操第1の中には, 腕と振って脚の屈伸運動以外にも股関節の屈伸運動は含まれているが, 膝の屈伸運動は他にはなく, 膝関節により上体の体重負荷を集中させる姿勢, すなわち, 上体直立位の方が大腿直筋の活動を促進させ, 筋の作用機序の面からも適当と考えられる。

稿を終るにあたり, 本実験遂行にご助力, ご助言をいただいた, 関西医科大学, 岡本勉教授に深謝の意を表します。

文 献

- 1) 伊藤 朗, 鈴木政登, 山口幸雄, 井川幸雄: ラジオ体操第1の主観的運動強度について。体育科学, 7: 22-29, 1979.
- 2) 片尾周造, 遊佐清有, 村松 茂: ラジオ体操に関する一考察。横浜市立大学紀要, 体力医学編, 10: 11-18, 1981.
- 3) 熊本水頼, 高木公三郎: 身体運動の制御。207-229, 杏林書院: 東京, 1980.
- 4) Fujiwara, M. and Basmajian, J. V. : Electromyographic study of two-joint muscles. *Am. J. Phys. Med.*, 54, 234-242, 1975.
- 5) Yamashita, N. : The mechanism of generation and transmission of force in leg extension. *J. Human Ergol.*, 4, 43-52, 1975.
- 6) 岡 秀郎: 正常歩行中の下肢筋活動様式に関する筋電図学的研究。関西医科大学雑誌, 36, 131-152, 1984.
- 7) 高木公三郎: 四肢筋の機能の筋電図学的研究。三重医学, 4, 999-1018, 1960.
- 8) 岡本 勉: 自転車走行に関する筋電図的研究。関西医科大学教養部紀要, 1, 55-61, 1966.
- 9) Okamoto, T. : Electromyographic study of the function of M. rectus femoris. *Res. J. Physical Education*, 12, 175-182, 1968.
- 10) 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。体育学研究, 18, 269-276, 1974.
- 11) Yamashita, N. and Kumamoto, M. : Force generation in leg extension. *Biomechanics V-B*, 41-45, ed. Komi, P.V. University Park Press, Baltimore, 1976.
- 12) Herman, R. M., Wirta, R., Bampton, S. and Finley, F. R. : Human solutions for locomotion : Single limb analysis. *Neural control of locomotion*, 13-49, ed. Herman, R. M., Grillner, S., Stein, P. S. G. and Stuart, D. G. Plenum Press, New York, 1976.
- 13) 丸山宣武, 熊本水頼, 山下謙智, 岡本 勉, 風井恭訖: スクワットにおける下肢筋群の放電様相とその力学的背景。日本体育学会第25回大会号, 492頁, 1974.
- 14) 丸山宣武, 熊本水頼, 山下謙智, 風井恭訖, 徳原康彦: スクワット姿勢から立位姿勢にいたる動作時の下肢二関節筋群の放電交代について。第34回日本体力医学会大会予稿集, 1979.

An Electromyographic Study of Leg Flexion and Extension Movement During Radio Program Calisthenics Series I in Terms of The Functional Mechanism of Biarticular Muscles

Hideo Oka

The leg flexion and extension movement during radio program calisthenics series I was examined in terms of the functional mechanism of muscles, mainly biarticular muscles.

Subjects employed in the present experiments were 3 healthy male adults. Electromyograms (EMGs) were recorded from the Tibialis anterior, the Gastrocnemius lateral head, the Vastus medialis, the Gluteus maximus, the Rectus femoris, the Biceps femoris, and the Medial Hamstrings by conventional method using surface electrodes. Side-view and front-view of the forms of each subject were recorded with video cameras. Angular changes of the ankle, knee, and hip joints were recorded with electrogoniometers. Basograms were recorded with foot switches attached to the forepart of the sole and the heel. The EMGs, the signals of the video cameras, the electrogoniograms, the basograms were simultaneously recorded with an 18-channel electroencephalograph. The EMGs, the signals of the video cameras, the electrogoniograms, the basograms were simultaneously recorded with an 18-channel electroencephalograph.

A remarkable discharge was observed in the Tibialis anterior as an inverter when subjects flexed their legs in a so-called right posture, an almost erect standing posture, during radio program calisthenics series I. Distinguished discharges were found in the Rectus femoris and Biceps femoris respectively in the former half and the latter half of the leg extension. These discharge patterns seem to show that the load of the upper body was exerted on the knee joint more than on the hip joint.

A marked discharge did not appear in the Tibialis anterior as an inverter when the subjects flexed their legs in a so-called wrong posture, a posture with the body leaned forward at the hip joint. The discharge of the Rectus femoris decreased and a remarkable discharge appeared in the Biceps femoris during the leg extension movement of radio program calisthenics series I. These discharge patterns seem to show that the load of body was exerted on the hip joint more than on the knee joint.

Radio program calisthenics series I includes other flexion and extension movements at the hip joint than the leg flexion and extension movement with an arm swing, but not other flexion and extension movements at the knee joint than the leg flexion and extension movements with an arm swing. Therefore, an erect standing posture facilitates the activities of the Rectus femoris and is considered more favorable from the functional mechanism of biarticular muscles.