

## 要介護者への電気刺激による筋力増強効果とその安全性

松山 旭<sup>1)</sup>・丸山 仁司<sup>2)</sup>・鈴木 康文<sup>3)</sup>

### 要 約

本研究の目的は、要介護者への電気刺激による筋力増強効果と安全性を検討することである。要介護者8名に対して、両大腿四頭筋への電気刺激を4週間行い、筋力は膝伸展筋力で、安全性を循環反応、皮膚症状、疼痛で検討した。患肢においては有意差が認められ、筋力増強効果がみられた。また、筋力の低い症例についても増強効果の可能性が考えられた。安全面の検討においては、電気刺激前後で血圧、心拍数に有意な差はなく、皮膚状態の異常、疼痛もみられなかった。これらから、筋への電気刺激を安全に施行できる可能性が示唆された。今回の研究において、要介護者への電気筋力刺激による増強効果と、安全に行える可能性が示唆されたが、今後、疾患の検討や、刺激中のモニタリング等を含め、症例数を重ねていくことが課題として挙げられた。

キーワード：高齢者、電気刺激、筋力増強、安全性

### I. はじめに

現代では、高齢化社会と言われるように、高齢者数の増加がみられる。高齢社会白書によると現在65歳以上の高齢者は過去最多の2,660万人となり、昨年より93万人増え、総人口に占める割合も20.8%となっている(2006年10月1日現在)<sup>1)</sup>。疾患、それらによる後遺症、身体機能の低下などにより介護を要する高齢者は多く、介護保険の改正により個人負担率も上昇している現代において、高齢者の介護問題は、要介護者の自立と言う側面だけではなく、介護者の介護負担、金銭的負担という問題もあり、今後も大きくなっていくことは予想しやすい。その中で、高齢者の身体機能の低下の予防を進めながら、日常生活動作(以下ADL)を維持、向上していくことが大変重要なことになってくる。

高齢期になるに従い筋力の低下は生理的变化だけでなく、運動量の減少、疾病、外傷などにより安静臥床を強いられ、二次的な筋萎縮、筋力低下、いわゆる廃用性症候群が生じることが挙げられる。また、筋力だけでなく筋量の減少(サルコペニア)も生じる<sup>2)</sup>。そして、上肢筋に比べて下肢筋力で低下する割合は大きく、日常生活の使用頻度が影響していると考えられる。

近年では、活動的な生活を取り戻し、廃用を防ぐ手段として、高齢期の生活に積極的に筋力トレーニングを取り入れるべきと述べられている。高齢者が筋力トレーニングを行うとなんらかの形で筋力増強の効果が得られることについては肯定的な研究が多い。高齢者における筋力強化の目的としては、筋萎縮の予防や筋力の増大、心血管機能低下の抑制、骨量低下(骨粗鬆症)の抑制、バランス機能の維持、歩行能力の維持、日常生活におけるADLの維持、QOLの維持、改善が挙げられる<sup>2)</sup>。これまでの先行研究において、70~80歳代の自立している高齢者の歩行速度の低下には下肢筋力の衰退が主因であること<sup>2)</sup>を示し、筋力と歩行速度が強い相関を示した。これより、高齢者の行動においては、膝伸展筋力が最も重要な因子と考えられ、最近では、トレーニング不足による廃用があるとの指摘がなされ、筋力トレーニングが介護予防に有益であるとの実践報告<sup>3)</sup>も見られる。ある程度の筋力が日常生活における動作に必要なことを考えると、早期からのリハビリテーション、日頃のトレーニングが重要なものになってくるのが考えられる。

しかし、高齢者の筋力増強効果は若年者と比べれば小さく、筋疲労からの回復も遅く、期待した効果を得るまでに時間がかかる。さらに高齢者では、循環呼吸機能、

1) 名古屋市立大学看護学部(老年看護学)

2) 国際医療福祉大学保健医療学部(理学療法学科)

3) フロンティア銚田春の場所 リハビリテーション課

## 要介護者への電気刺激による筋力増強効果とその安全性

また、神経系疾患、骨関節疾患を合併していることも多く、筋力トレーニングを始める前には、メディカルチェック、服用薬の確認等が必要となってくる。高齢者における運動、筋力強化の原則として、安全に筋力が弱い人でも行えること、自宅などでも手軽にできること、運動強度は低めの設定をして、頻度を多くして長期間行うこと、訓練中の血圧、脈拍、痛みなどの変化に注意することが挙げられる。前述したことから考えると、筋力トレーニングを行う際には、疾患を含めた安全性、手軽さを含めた継続性が必要となってくる。

リハビリテーションにおいても病棟、または、リハビリテーション室内でセラピスト、看護師等による筋力増強訓練などで、筋萎縮の予防、筋力の増強を図っているが、現状では、マンパワーの問題、リハビリテーション算定日数制限もあり、患者一人当たりにかかる時間は少ないと思われる。その中で、自分でリハビリテーションを行えるかどうかの意欲がその後のADLに関わってくる。限られたマンパワー、時間に付け加え、さらに、誰にでも簡単にできるリハビリテーションの必要性がある。そうすれば、意欲の増強、リハビリテーションの効果、その後のADLへと繋がってくるのではないかと考える。そこで、適度な強度と、手軽にどこでも行え、筋力の増強効果があると言われている電気刺激が筋力トレーニングに適しているのではないかと考え、導入を考えた。

電気刺激は、古くから物理療法の一つの手法として、様々な神経筋疾患の治療に用いられてきたが、電気刺激が生体に及ぼす影響は組織レベルにおいて、骨格筋および、平滑筋の収縮、動脈血流、静脈血流の増加、筋、靭帯および結合組織の再生がある<sup>3)</sup>。

筋への電気刺激において、強い収縮を起こさせるためには強い刺激強度が必要とされるが、同時に疼痛や不快感を与える。周波数が高くなると皮膚の電気抵抗が低くなり不快感も少なくなり、強い電流を流すことが出来る。しかし、そのままでは筋収縮を起こすことができないため、中周波や高周波を干渉させたり、断続させたりして通電できる電気刺激装置が市販されている。大腿四頭筋のような大きな筋に対しても有効とされている<sup>3)</sup>。

先行研究では、古くから行われてきた対象筋への直接刺激方法と、拮抗筋を電気刺激する事により得られる筋収縮を、主動筋の抵抗として利用したHybridがある。直接刺激方法においては、前十字靭帯損傷術後、人工膝関節全置換術後の患者の大腿四頭筋に電気刺激を用いると有効である<sup>5)-9)</sup>、ハムストリング筋にそれぞれ統計学的に有意な筋力増強が観察され、統計学に有意な大腿周囲径の増大と、体脂肪の減量がみられた<sup>8)</sup>との報告がある。Hybrid法においては、重錘などを用いた筋力増強に比べ、トレーニング時間の短縮につながる、最大随意

筋力に対する比は、伸展するにしたがい大きくなった<sup>10)-12)</sup>などの報告があり、現在も研究が続いている。

直接刺激方法においても、Hybrid法においても、電気刺激による筋力増強の報告はみられており、術後の患者、廃用性筋萎縮患者における筋萎縮の予防、筋変性の予防も述べられていることから、運動量が少ない症例、無理にリハビリテーションが行えない症例に対しての電気刺激の有効性が考えられる。

筋への電気刺激における筋力増強の研究は、前述したようにみられるが、安全面における先行研究は少ない。両側大腿四頭筋に電気刺激を行い、心拍、血圧が変化することなく心疾患患者に対しても安全に施行できる可能性が示唆された<sup>13)</sup>としているが、対象が若年者であり高齢者においては明らかではない。電気刺激の注意点と禁忌としては、各種の皮膚炎、末梢循環不全、知覚障害、易出血の場合のあるものに対しては注意あるいは禁忌とされ、妊婦、体表に近い内分泌器（生殖器、甲状腺など）、感覚器（眼）、ペースメーカ使用者では禁忌である<sup>14)</sup>。これらを踏まえ、電気刺激がどのように循環動態に影響するかも検討の必要があると考えられる。

一般的に、急性期を超えればリハビリテーションによる機能の向上、維持が必要となってくる。安静臥床中、意欲の低下などにより積極的なリハビリテーションが行えなければ筋力維持、増強は難しくなる。また、リハビリテーションの開始時期が遅れると、予後についても影響が出てくる。これらを含めて、積極的な筋力増強訓練が実施できない患者に対しても、他動的に筋力増強訓練を実施することができれば、筋力低下の予防、あるいは維持も可能なのではないかと考える。そして、手軽なものであれば継続して行なうこともできるのではないだろうか。リハビリテーションの対象者には、廃用性筋萎縮が主たる問題であることに加え、高齢であること、著しい意欲低下を有していることなどのために、運動療法の一つである通常の筋力増強訓練が実施困難な症例が少ない。このように積極的な筋力増強訓練を実施できない症例に対しては、筋力増強を目的とした電気刺激が有効な手段となってくることも考えられる。

## II. 本研究の目的

要介護者に対し一定の期間、大腿四頭筋への電気刺激を行い、電気刺激前後を観察し、電気刺激が要介護者に有効であるかの検討をする。そして、電気刺激前後の循環反応、皮膚状態、疼痛の有無を観察し、安全性の検討を行うことを目的として研究を行った。

### Ⅲ. 方 法

#### 1. 対 象

研究の意義、方法、危険性などについての説明を理解し、同意が得られた某通所リハビリテーション施設に通う要介護者8名（平均年齢73.9±9.9歳、男性2名、女性6名）であり、文書にて参加の同意を得た上で実施した。その内訳は脳血管疾患患者4名、運動疾患患者3名、血液、造血管疾患患者1名である。8名中7名が左右どちらかに麻痺、しびれ、痛みを有していた。また、歩行状態は、独歩3名、T字杖歩行2名、シルバーカー歩行3名であった。要介護1が6名、要介護2が2名であった。

#### 2. 使用機器

今回の電気刺激装置は簡単に装着でき、いつでも使用できる機器を想定し、一般に販売されている、エックスフォーマー（VUPIESSEITALIA社製）を使用する。本機器は、最大極数は12極であり、本体サイズ118×125×50mm、重量300gと小型軽量でポータブルな装置である。プログラム数は9個あり、強度と刺激時間が変わる。

リハビリテーションにおいて一般的に低周波治療器として使われている経皮的末梢神経電気刺激（TENS）の周波数は高頻度刺激で80～100Hz、低頻度で20Hz、また、干渉電流療法（IFC）では、4～5kHz、治療的電気刺激（TES）では20～30Hzが使用されている<sup>15)</sup>。今回使用するエックスフォーマーの周波数は40Hzである。また、100mA以下では生命の危険はほとんどないといわれており、エックスフォーマーの出力電流は70mAであり、一般に市販され使用されていることを考えると安全性は保障されている。

筋力測定には、ハンドヘルドダイナモメーター（アニメ社製μTasMF-1）を使用した。比較的安価で、携帯性にも優れている筋力測定器であり、臨床にも普及している、先行研究において、固定用ベルトの使用により、級内相関係数は良好であったことが確認されている。

#### 3. 実験方法

電気刺激による筋力増強を見るために、通常のリハビリテーションに加え両大腿四頭筋に電気刺激を行い、電気刺激前後の膝伸展筋力を比較した。初めに筋力測定を行い、電気刺激を開始し（以後、開始日）、その1ヵ月後、筋力測定を行う（以後、終了日）。一日につき1回、最低1日はあけて、1ヵ月間計12回電気刺激を行い、刺激強度は疼痛許容範囲とした。使用プログラムをエックスフォーマーの基礎筋力形成が目的である1MODEL（周波数40Hz、インパルス幅100～250μsec、刺激時間17

分）とし、刺激部位は、両大腿四頭筋に4極（大腿直筋2極、内側・外側広筋各1極）とした。電気刺激時は、座位にて膝屈曲90度で行った。電気刺激開始前は、施行者が体温、収縮期、拡張期血圧、心拍数を測定するなどして体調を考慮した上で行う。終了後は、収縮期、拡張期血圧、心拍数を測定し変化がなかったかを確認すると共に、心疾患をもつ患者への運動負荷量を定める目安となり、運動療法実施の可否や、中止などのリスク管理の指標として、臨床でも広く使われているAnderson基準の土肥変法<sup>16)</sup>に基づいて実験を行なった。

筋力測定方法は、訓練台上での座位にて測定下肢を訓練台の支柱にベルトと連結（以下、訓練台上端座位）し、膝高部の圧迫による疼痛を避けるため同部位にタオルを入れる。体幹は垂直を保ち、腕を組むように指示し、約5秒間の最大努力による膝伸展運動を行ってもらう。30秒の間隔をあげ、先行研究<sup>17)</sup>と同様に各脚2回の測定値のうち最大値を採用し、体重で除した値（以下、体重比：単位kg/kg）を膝伸展筋力測定値とした。なお、本測定方法は先行研究において検者間および、検者内再現性は、0.937と良好であった<sup>17)</sup>。本研究の、検者内再現性においても0.963と良好であった。

痛み、痺れ、麻痺がある側の下肢を患肢、痛み、痺れ、麻痺がない側を健肢として比較した。また、どちらにも、痛み、痺れ、麻痺がない症例に対しては、利き足を健肢として、反対の下肢を患肢とした。

#### 4. 統計処理

各電気刺激前後の筋力測定値、循環反応を平均値±標準偏差で示した。統計的手法としては、SPSS15.0Jを使用し、開始日、終了日の筋力測定値の比較、電気刺激前後の循環反応の比較にWilcoxonの符号付順位和検定を用い、有意水準は、危険率5%未満とした。

### Ⅳ. 結 果

8名すべての対象者が1ヶ月の両大腿四頭筋への電気刺激を終了した。それぞれの症例を見てみると表1のようになっている。

#### 1. 膝伸展筋力測定値

患肢においては、開始日の平均で0.22±0.08 kg/kg、終了日の平均で0.28±0.09 kg/kgであり、大腿四頭筋への電気刺激前後において有意な差を認めた（ $P<0.05$ ）（図1）。全症例において測定値の増加がみられている。患肢のほうが健肢に比べて、開始日に膝伸展筋力の大きい症例が3例（症例1、3、8）見られた。この3例の内訳として、疾患は、脳梗塞2例、脳出血1例であり、

要介護者への電気刺激による筋力増強効果とその安全性

表1 各症例の膝伸展筋力値

症例	年齢	疾患	歩行形態	要介護度	患肢 (kg/kg)		健肢 (kg/kg)		両下肢 (kg/kg)	
					開始日	終了日	開始日	終了日	開始日	終了日
症例1	71	脳梗塞	独歩	1	0.31	0.38	0.24	0.3	0.28	0.34
症例2	82	右大腿骨頸部骨折	シルバーカー	1	0.19	0.3	0.39	0.38	0.29	0.34
症例3	55	脳出血	独歩	1	0.24	0.28	0.18	0.22	0.21	0.25
症例4	75	右大腿骨頸部骨折	シルバーカー	2	0.24	0.31	0.29	0.35	0.27	0.33
症例5	69	脳梗塞	独歩	1	0.3	0.37	0.56	0.54	0.43	0.46
症例6	69	血小板減少症	T字杖	1	0.19	0.25	0.28	0.27	0.24	0.26
症例7	78	右変形性膝関節症	シルバーカー	2	0.06	0.1	0.1	0.07	0.08	0.09
症例8	91	脳梗塞	T字杖	1	0.19	0.26	0.1	0.3	0.15	0.28
平均	73.6±10.6				0.22±0.08	0.28±0.09	0.26±0.16	0.30±0.14	0.24±0.1	0.29±0.11

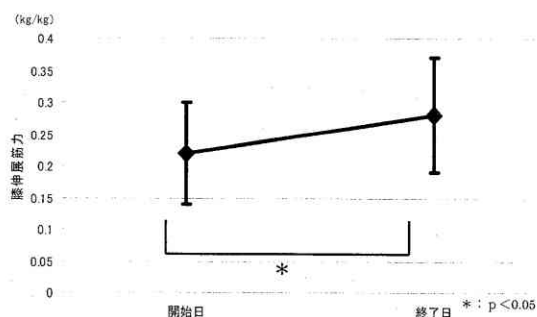


図1 膝伸展筋力値の変化 (患肢)

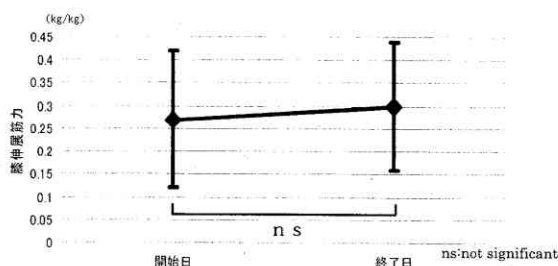


図2 膝伸展筋力値の変化 (健肢)

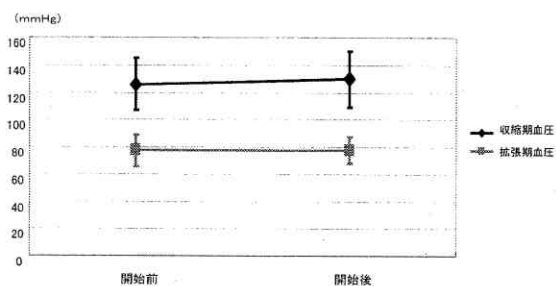


図3 電気刺激前後の血圧値

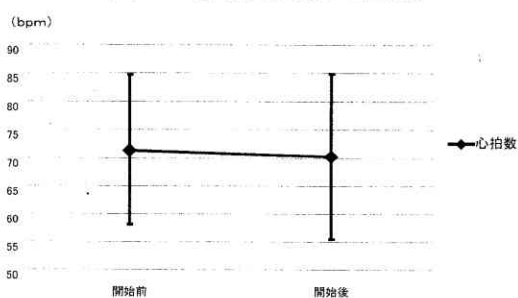


図4 電気刺激前後の心拍数

歩行形態は、独歩2例、T字杖使用1例であった。

健肢においては、開始日で $0.26 \pm 0.16 \text{ kg/kg}$ 、終了日で $0.3 \pm 0.14 \text{ kg/kg}$ であり、電気刺激前後に有意な差は認められなかった(図2)。測定値においては、全症例8例中4例(症例1、3、4、8)の増加が見られた。この4例の内訳として、疾患は、脳梗塞2例、脳出血1例、右大腿骨頸部骨折1例であり、歩行形態は独歩2例、T字杖使用1例、シルバーカー使用1例であった。

両下肢の膝伸展筋力の平均値においては、開始日で $0.24 \pm 0.1 \text{ kg/kg}$ 、終了日で $0.29 \pm 0.11 \text{ kg/kg}$ であった。先行研究において、両下肢の膝伸展筋力の平均値が $0.3 \text{ kg/kg}$ を下回る場合、歩行自立割合は減少し始め、下限値が $0.28 \text{ kg/kg}$ <sup>18)</sup>であったことが報告されている。開始日に下限値を下回ったものでは全症例8例中5例(症例3、4、6、7、8)見られた。5例の内訳として、疾患は、脳出血、右大腿骨頸部骨折、血小板減少症、右変形性膝関節症、脳梗塞であり、歩行状態は、独歩1例、T字杖

歩行2例、シルバーカー歩行2例であった。

## 2. 循環反応

各症例の循環反応においては、全症例、全期間内において、Anderson基準の土肥変法の指標とされている、訓練前の収縮期血圧 $200 \text{ mmHg}$ 以上、拡張期血圧 $120 \text{ mmHg}$ 以上、脈拍 $120 \text{ bpm}$ 以上、訓練前の動悸、息切れ、訓練中の中等度の呼吸困難、めまい、嘔気、狭心痛などの対象の自覚的及び他覚的所見に該当するものはなかった。また、皮膚状態に変化が見られることもなく、疼痛の訴えもなかった。

収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数の電気刺激施行前後において、それぞれ有意な差は認められなかった( $125.84 \pm 18.9 \text{ mmHg} \rightarrow 129.81 \pm 20.79 \text{ mmHg}$ 、 $77.56 \pm 11.41 \text{ mmHg} \rightarrow 77.59 \pm 9.91 \text{ mmHg}$ 、 $71.31 \pm 13.34 \text{ bpm} \rightarrow 70.19 \pm 14.74 \text{ bpm}$ ) (図3、4)。

## V. 考 察

今回、一定期間の大腿四頭筋への電気刺激が要介護者の筋力増強に有効であるかの検討と、安全面の検討を行うことを目的とした。

膝伸展筋力測定値において、患肢で電気刺激による筋力の増強は有意に認められた。痛み、麻痺、痺れがある場合、通常のリハビリテーションでは、自動的に十分な筋収縮を起こすことができないが、電気刺激では、他動的に十分な筋収縮を起こすことができる。そのため、痛みを引き起こすことなく、さらに、定期的に筋収縮を起こすことができ、数値の増加へとつながったのではないかと考える。患肢の測定値の中で、膝伸展筋力が健肢よりも膝伸展筋力の大きい症例が3例見られた。痛み、痺れ、麻痺等がない健肢のほうが力の発揮が大きくなることは一般的に予想しやすい。この3例については、疾患的には脳梗塞2例、脳出血1例であり、ももとの利き足が患肢になってしまったことが一つの要因として考えられる。また、その後遺症と言える麻痺があるといっても不完全麻痺であったり、生活をする中で健肢に負担をかけてしまい、痛みや疲労を有していたことが要因かとも考えられる。

健肢では、電気刺激による筋力の増強は有意には認められなかったが、全症例8例中4例の測定値の増加が見られた。先行研究で述べられた、歩行自立割合の下限値の0.28kg/kgを下回った5例の歩行状態は、独歩1例、T字杖歩行2例、シルバーカー歩行2例であり、独歩以外の4例は自立歩行が不安定であり先行研究の数値と近似していた。

筋力増強のメカニズムとして、トレーニング初期（約4週）においては、神経的要因の効果により、筋力が増加し、運動単位の動員や発火頻度の増加があるものと推測され、約4週以降は筋肥大によって、筋力が増大したことが示されている<sup>19)</sup>。電気刺激の効果の中には筋の再教育も含まれており、他動的な筋収縮によって神経系に働き、その後の筋肥大へとつながっていくことも考えられる。これらのメカニズムからも患肢、または健肢における筋力増強は推測される。

しかし、今回の実験における筋力の増強は、通常のリハビリテーションに加え、筋への電気刺激を行うことで、運動量が増えたからという見方もできる。運動量が増加すれば、その分筋収縮も起こすことができ、筋肥大へとつながっていくことも考えられる。

筋肥大につなげるためには、十分な筋収縮も必要となってくる。その中で、痛み、麻痺、痺れ、筋力低下等がある症例が十分な筋収縮を行うことができるだろうか。電気刺激の効果である筋の再教育や他動的な筋収縮ができ

ることを踏まえて考えると、他動的に筋収縮を行なえる電気刺激は、痛み、麻痺、痺れ、筋力低下等の影響を受けず、筋力増強効果が見込めることが考えられる。健肢において、増強が見られなかった症例もいたが、初めから独歩レベル以上の筋力を持つ症例に対しては、1ヶ月間での電気刺激では効果は薄かったことも考えられる。ももとの筋力が低いことや、痛み、痺れ、麻痺等で十分に筋収縮が行えない症例に対しては増強効果も大きくなっていくことが考えられる。使用した電気刺激機器は小型であるため、手軽にどこでも使用することができるため、継続性にも期待が持てる。

安全面の検討に関して、高齢者においては循環、呼吸機能、また、神経系疾患、骨関節疾患を合併していることも多く、筋力トレーニング、リハビリテーションを始める前には、メディカルチェックなど、安全面を十分に考慮しなければならない。通常のリハビリテーションにおいては、循環、呼吸機能に対してもなんらかの影響を与えることもある。難しい課題であれば継続性に問題が出てくるが、筋への電気刺激であれば、大きな活動量もなく、手軽に行なえることができる。今回の通所リハビリテーションに通う要介護者においては、大腿四頭筋に対しての電気刺激前後における血圧、心拍数の有意な変化は見られなかった。結果から考えると、今回の要介護者に対して、安全に筋への電気刺激が行えることが示唆された。

しかし、今回は症例数が少なかったことや、自立、補助具での歩行が可能である比較的自立度の高い症例、心疾患を持たない症例であったため、循環反応に変化が出なかったことも考えられる。今回、電気刺激前後の循環反応のみの測定であったが、電気刺激中のモニタリングも必要であったのではないかと考えられる。

今回の研究に関して、今後の課題としては、症例数を増やしていき、中枢性の麻痺の有無、運動器疾患の有無等により筋力増強の影響があるかの検討や長期臥床を強いられ廃用性筋萎縮を起こしている症例の検討も必要かと考える。また、電気刺激中のモニタリングや、なんらかの心疾患を持つ症例に対しての電気刺激が、循環動態に対してどのような影響を与えるか、要介護度が高い症例、長期臥床を強いられている症例に対しての安全性の検討も必要であるかと考える。これらを踏まえ、筋力が高齢者の動作、例えば、起立、歩行等にどのように影響をするかの分析も、一つの課題となってくるのではないかと感じられた。

#### IV ま と め

本研究では、要介護者8名に対し、一定期間の大腿四頭筋への電気刺激による筋力増強効果の検討、安全性の検討を目的とした。患肢において、測定値に有意差が認められ、筋力の低い症例に対しては筋力増強の可能性が考えられた。また、大腿四頭筋への電気刺激前後において、循環反応の変化に有意差は認められなかった。これより、電気刺激による筋力増強効果と安全に行える可能性が示唆された。

#### V. 謝 辞

本研究を行うにあたり、研究にご助言、ご協力を頂いた方々、ご協力くださいました被験者の方々に深謝致します。

#### 文 献

- 1) 平成19年度版高齢者白書, <http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2007/gaiyou/html/jg110000.html>, 2007.9.18.
- 2) 浅川康吉：高齢者の筋力と筋力のトレーニング, 理学療法科学, 18(1), 35-40, 2003.
- 3) 日高正巳, 武政誠一, 嶋田智明：電気刺激による筋力増強, 理学療法, 16(6), 466-470, 1999.
- 4) 前田貴司, 志波直人, 岩佐聖彦, 他：電気刺激による筋力増強の効果, PTジャーナル, 37(7), 563-568, 2003.
- 5) Delitto A, McKowen JM, McCarthy JA, et al. : electrically elicited co-contraction of thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. A description and single-case experiment, phys Ther, 68(1), 45-50, 1988.
- 6) 池田里美, 松永広枝, 竹嶋葉子：TKA術後の大腿四頭筋に対する電気刺激療法の効果, 東北理学療法学, 16, 35-41, 2004.
- 7) 赤峰拓哉, 重岡孝文, 荻田太, 他：スポーツ選手の大腿筋群に対する電気筋肉刺激の効果について, 臨床スポーツ医学, 16(1), 223-228, 1999.
- 8) Snyder-Mackler L, Ladin Z, Schepsis AA, et al. : Electrical stimulation of the thigh muscle after reconstruction of the anterior cruciate ligament. Effects of electrically elicited contraction of the quadriceps femoris and hamstring muscle on gain and strength of thigh muscle, J Bone Joint Surg, 73(7), 1025-1036, 1991.
- 9) Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, et al. : Strength of the Quadriceps Femoris Muscle and Functional Recovery after Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament, J Bone Joint Surg, 77(8), 1166-1173, 1995.
- 10) 前田貴司, 柳 東次郎, 荻野美佐, 他：拮抗筋の電気刺激による筋力増強法, 九州・山口スポーツ医・科学会誌学会誌, 12, 63-67, 2000.
- 11) 岩佐聖彦, 前田貴司, 広田桂介, 他：拮抗筋の電気刺激による遠心性収縮を伴う筋力増強法, 理学療法学, 29(6), 171-177, 2002.
- 12) 岩崎敏展, 志波直人, 岩佐聖彦, 他：6週間の大腿四頭筋電気刺激耐用強度と遠心性および求心性筋出力の変化, 運動療法と物理療法, 15(1), 32-37, 2004.
- 13) 鈴木智, 及川恵子, 小池朗, 他：健常人における下肢骨格筋の電気刺激による心拍・血圧応答, 日本心臓リハビリテーション学会誌, 9(1), 161-164, 2004.
- 14) 横串算敏：物理療法の基礎と臨床(1)電気療法, MEDICAL REHABILITATION, (8) 5-12, 2001.
- 15) 御手洗謙二：低周波治療器の最新事情, Clinical Engineering, 12(1), 44-47, 2001.
- 16) 和才嘉昭, 嶋田智明：測定と評価, 506, 医歯薬出版, 東京, 1994.
- 17) 加藤宗規, 山崎裕司, 終幸伸：ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定 固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響, 総合リハビリテーション, 29(11), 1047-1050, 2001.
- 18) 西島智子, 小山理恵子, 内藤郁奈：高齢患者における等尺性膝伸展筋力と歩行能力との関係, 理学療法科学, 19(2), 95-99, 2004.
- 19) 奈良勲, 岡西哲夫：筋力, 112-118, 医歯薬出版, 東京, 2004.

(受稿 平成19年10月12日)

(受理 平成19年12月18日)

## Electric Stimulation and Reinforcement of Muscular Strength: Its Safety and Effect on the Disabled

Akira Matsuyama<sup>1)</sup>, Hitoshi Maruyama<sup>2)</sup>, Yasuhumi Suzuki<sup>3)</sup>

1) Nagoya City University School of Nursing (Gerontological Nursing)

2) Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare  
(Department of Physical Therapy)

3) Department of Rehabilitation Medicine, Frontier Hokota Harunobasho

### Abstract

The purpose of this study was to examine the safety and effectiveness of electric stimulation in reinforcing the muscular strength of physically challenged persons. Eight participants received electric stimulation of both musculus quadriceps femoris for a period of four weeks. Strength was assessed by knee extension and safety was measured by monitoring blood pressure, heart rate, and the participants' sensation of pain. A significant difference was recognized in the injured limbs, and a reinforcement effect on muscular strength was confirmed. The reinforcement effect was also seen in the case of a 'low' muscular strength. There was no significant difference in blood pressure or heart rate before and after electric stimulation, and no pain or abnormality was observed in the skin. These results suggest that electric stimulation will have a significant effect on muscular strength, and that it will be a safe and harmless clinical procedure.

It is hoped that a further study will be conducted for the verification of this new and tentative therapeutic measure.

**Key Words:** the Disabled, electric stimulation, muscular strength, safety