

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：45405

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26750346

研究課題名(和文) 脊髄損傷による麻痺筋不随意痙攣に伴う筋の機能変化に関する研究

研究課題名(英文) Study on the effects of spasticity after spinal cord injury on the functional changes of paralyzed muscle

研究代表者

三木 由美子(Miki, Yumiko)

鈴峯女子短期大学・その他部局等・講師(移行)

研究者番号：90726217

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：脊髄損傷者の麻痺筋肉の筋活動の一つとなる不随意痙攣に関する研究を行った。その結果、脊髄損傷者の麻痺筋肉量には不随意痙攣の有無が関係していることが明らかとなった。一方で、1日に生じる不随意痙攣の総量(強度ごとの回数および継続時間から推定)は影響を及ぼしていなかった。また、損傷からの年数が10年以上である脊髄損傷者において、不随意痙攣はベッドやトイレなどへの(または、からの)移乗時に生じていた。さらに、不随意痙攣を有する脊髄損傷者において膝関節角度の変化に伴い、大腿部の筋硬度および羽状角の角度が変化することが示された。

研究成果の概要(英文)：This study was about the spasticity after spinal cord injury that is one of muscular activities of paralyzed muscle in persons with spinal cord injury. As a result, it revealed that existence of spasticity affected the paralyzed muscle mass in the persons with spinal cord injury. On the other hand, the total amount of the spasticity which occurred in a day(it estimated from the frequency and the duration time) did not affect the paralyzed muscle mass. And, about the persons with spinal cord injury who injured more than ten years ago, the spasticity occurred when they transferred to/ from bed, toilet and so on. Furthermore, it revealed that muscle stiffness and the feather angle of the thigh in person with spinal cord injury with spasticity changed in three different angles of knee joint.

研究分野：障害者スポーツ科学

キーワード：脊髄損傷者 不随意痙攣 麻痺筋肉

1. 研究開始当初の背景

脊髄損傷に対しては、急性期または長期的な医学的管理や医療技術が向上したにも関わらず、「一度損傷した中枢神経は再生しない」と言われており、脊髄損傷者の二足歩行は困難であると考えられていた。しかし、2006年、人工多能性幹細胞(iPS細胞)の出現により脊髄損傷の治療にも大きな期待がなされている。実際に、脊髄を損傷した動物に対してiPS細胞を移植させることで、2010年には首から下が麻痺した状態のコモンマーモセットが歩き回れるようになるなど運動機能が著しく改善したことが報告されている。また、2012年には脊髄損傷で後足が麻痺したマウスが歩けるまでに回復したなどの効果的な経過が報告されている。現段階では、脊髄損傷を有するヒトに対しての実用例は行われていないが、iPS細胞による治療が可能になれば、二足歩行が実現するかもしれない。

しかしながら、脊髄が正常に修復したとしても脊髄損傷者は麻痺部の筋肉が委縮しているため二足歩行を行うことは容易ではないと考える。そこで、麻痺筋肉を鍛えることで、脊髄が修復した時に二足歩行が速やかに実現できるのであれば、麻痺筋肉を鍛えることは大きな意味を持つ。麻痺筋肉に刺激を与えるものとして不随意痙攣が挙げられる。不随意痙攣は脊髄損傷後の合併症の1つであり、速度依存性の筋緊張亢進と定義される。不随意痙攣は、脊髄損傷者の体の痛みや疲労を引き起こすだけでなく、睡眠・歩行妨害、拘縮および感染症の発症、関節可動域の制限、外傷を引き起こすなど日常生活活動の制限を通じて生活の質(QOL)を低下させるという報告がある。一方で、不随意痙攣は、感覚の失われている部位に起こっている損傷や障害を察知し、血流の増加、褥瘡を解消させることが報告されていることから、必ずしも悪い影響のみを及ぼす現象ではないと考え

られる。これらのことから、脊髄損傷者の二足歩行を実現するためにも、不随意痙攣が麻痺筋肉に及ぼす影響を明らかにすることは重要である。

これまでの研究において、脊髄損傷者の不随意痙攣は麻痺筋肉の大きさに影響を与える可能性が示唆されている。しかしながら、不随意痙攣の頻度、強度および継続時間等の詳細な情報や脊髄損傷後の時間経過に伴う麻痺筋の変化については明らかとなっていない。

2. 研究の目的

本研究では、脊髄損傷者を対象とし、不随意痙攣と麻痺筋の筋肉量および筋動態に関する研究を行った。具体的には、1日に生じる不随意痙攣の強度、頻度および継続時間が筋肉量に及ぼす影響を明らかにすること、日常生活において不随意痙攣が生じる動作を調査すること、および不随意痙攣を有する脊髄損傷者の膝関節角度の変化に伴う、筋厚、筋硬度および羽状角の角度の変化を観察することを通して、脊髄損傷による麻痺筋不随意痙攣に伴う筋の機能変化に関する有益な情報を得ることを目的として行った。

3. 研究の方法

不随意痙攣と筋肉量に関する研究の対象者は、成人男性脊髄損傷者15名であった。そのうち、歩行可能な者を除いた13名(不随意痙攣のある者7名、不随意痙攣のない者6名)の分析を行った。損傷レベルは、胸髄損傷者が12名、腰髄損傷者が1名であり、損傷の程度は、完全損傷者が9名、不完全損傷者が4名であった。平均年齢は、 50.2 ± 12.8 歳(32~72歳)であり、平均損傷年数は、 25.3 ± 8.7 年(14~40年)であった。

筋量は、超音波弾性計測装置(MIZOUE PROJECT JAPAN製 MSDB04-ARM)により、大腿前面の皮下脂肪および筋の厚みを測定した。健常者では仰臥位で測定を行うが、

脊髄損傷者は脊髄損傷により脚を伸ばすことが困難であることに加え、筋の伸張により不随意痙攣が起こってしまう可能性が高いことから、車椅子のフットレストに脚を乗せた座位状態で測定した。測定は、大腿骨の50%の位置とし、大腿前面の筋（大腿直筋と中間広筋）を測定した。測定回数は左右3回ずつ行い、平均値を算出した。

筋硬度は、村木ら（2009）が開発した超音波弾性計測装置（メカトロニクス社製IES-5型）により大腿前面の皮下脂肪および筋の変位量を計測した。測定姿勢、測定位置および測定部位については筋厚と同様である。測定回数は左右2回ずつ行い、平均値を算出した。また、不随意痙攣がある者には、加速度計（マイクロストーン社製MVP-RF8-GC-2000）を用いて不随意痙攣の強度を測定した。測定の際、対象者には不随意痙攣が最も強く起こる動作を実行させた。

1日に生じる不随意痙攣については、質問紙調査および聞き取り調査を行った。なお、不随意痙攣の強度については、加速度計で測定した強度を“5”とし、主観により1~5の5段階で評価させた。加えて、1日を通して起きた不随意痙攣のレベルごとの回数および平均継続時間、および動作を記録してもらった。実験室にて誘発した不随意痙攣の強度の測定データからx軸（水平面）、y軸（矢状面）、z軸（前額面）での実行値をそれぞれ算出した。この実行値を各軸での最大強度と推定した。質問紙調査による5段階の主観的強度の各レベルは求めた実行値の相対値として算出した。次に各軸における不随意痙攣の総和を算出し、各軸での不随意痙攣の総量を合成した。これを、1日に生じた不随意痙攣の総量として考えた。

麻痺筋肉の筋動態に関する調査の対象者は不随意痙攣を有する男性脊髄損傷者1名であった。損傷レベルは頸椎6番であり、完全損傷者であった。また、損傷からの年数は4

年9カ月であった。測定には、Biodex System 3（Biodex Medical System社製）を用い、測定肢位は座位とし、上体はベルトでしっかりと固定した。膝関節角度は、90度、110度、130度とした。なお、本研究の膝関節角度は対象者が不随意痙攣を誘発しない角度として設定した。筋の動態の記録および計測には超音波診断装置 Noblus（日立アロカメディカル社製）を用いた。また、筋硬度は、NEUTONE筋硬度計（TDM-Z1）（TRY-ALL社製）を用いて計測した。測定部位は大腿前面の筋とした（周径囲43.8cm）。各膝関節角度における筋厚、筋硬度および羽状角の角度の計測は、それぞれの角度で3回行い、平均値を採用した。

4. 研究成果

超音波診断装置を用いて筋厚を測定した結果、特に不随意痙攣のない群において、皮下脂肪と大腿直筋、大腿直筋と中間広筋および中間広筋と大腿骨の境目が非常に不鮮明であった。そのため、本研究では不随意痙攣の有無に関わらず、全対象者の大腿直筋と中間広筋を1つの筋肉として扱うこととした。また、超音波弾性計測装置を用いて筋硬度を測定した結果、特に不随意痙攣のない群では、筋肉と脂肪が入り混じっていることが観察された。そのため、純粋な筋の硬度を評価することができないと判断した。よって、筋硬度は大腿前面の変位量として評価した。

不随意痙攣の有無により筋厚を比較した結果、不随意痙攣がある群（ $31.7 \pm 9.1\text{mm}$ ）が、ない群（ $16.7 \pm 4.7\text{mm}$ ）よりも有意に高い値を示した（ $P < 0.01$ ）。筋厚の値が高いほど、筋肉量が多いことを示している。また、不随意痙攣の有無により変位量を比較した結果、不随意痙攣がある群（ $8.9 \pm 1.5\text{mm}$ ）が、ない群（ $6.0 \pm 1.2\text{mm}$ ）よりも有意に高い値を示した（ $P < 0.01$ ）。なお、変位量の値が大きいということは、測定部位が柔らかいことを示す。筋厚および変位量と年齢、損傷

からの年数および損傷レベルの関係では、不随意痙攣のない群では、筋厚と有意な相関を示すものは認められなかった。一方、不随意痙攣のある群の筋厚は、年齢 ($r=0.78$, $P<0.05$) と有意な相関関係が認められた。変位量においては不随意痙攣の有無に関わらず、有意な相関を示すものは認められなかった。筋厚および変位量と1日に生じた不随意痙攣の総量との関係については、不随意痙攣のある対象者7名のうち、加速度計を装着して不随意痙攣を誘発することができた5名で検討した。その結果、1日に生じた不随意痙攣の総量は、筋厚および変位量との間に有意な相関が認められなかった。

以上の結果より、不随意痙攣がある者は、麻痺筋の筋肉量が多いことが明らかとなった。また、不随意痙攣のある群で、年齢は麻痺筋の筋肉量に正の影響を及ぼしていることが明らかとなった。このことは、加齢に伴って筋厚が減少するという健常者を対象とした先行研究とは逆の結果であった。これらのことから、脊髄損傷者は損傷後に筋肉が委縮するが、不随意痙攣によって麻痺筋の筋肉量が維持されている可能性が考えられた。また、本研究で対象とした不随意痙攣のある群(32~48歳)の筋厚の平均値は健常者における60~70歳と同等の値であった。このような情報は、これまでにほとんど明らかとされていない。そのため、本研究の結果は、脊髄損傷者の麻痺した下肢に関する有益な情報である。さらに、1日に生じた不随意痙攣の総量は麻痺筋肉量に影響を及ぼさないことが示された。ただし、本研究では不随意痙攣の総量は各軸での強度、頻度および継続時間の積を合成したものであるため、筋厚および変位量と強度、頻度および継続時間それぞれの関係を明らかにすることはできなかった。また、本研究では、誘発させた不随意痙攣を最も強いものと仮定し、この強度に対して対象者自身に主観的に評価してもらった。さらに、

最も強く不随意痙攣の起こる動作で誘発させたが、日常的に不随意痙攣が起きている対象者であっても、不随意痙攣が起こらなかった、または最も強い不随意痙攣ではなかった場合が考えられた。不随意痙攣は、精神的緊張および心理的不安のような要因により助長されることが指摘されていることから、本研究では、対象者に負担が無い間接的な方法を採用したが、今後、対象者の負担にならず、1日の不随意痙攣の総量を計測する方法を検討する必要がある。

1日に生じた不随意痙攣の回数、持続時間、および不随意痙攣が生じた動作に関する調査では、不随意痙攣の回数が著しく高い値(回数:620回以上、合計時間:14.3分)を示した者が観察されたため、この1名を除いて分析を行った。また、記録は平日と休日ともに実施したが、差が観察されなかったことから両日の平均値を採用した。その結果、1日の平均回数は 11.4 ± 6.4 回(4.5~20回)、合計時間の平均は 1.2 ± 0.9 分(0.4~2.5分)と推定された。また、不随意痙攣が生じた動作については、全員がベッドやトイレ、車、椅子・ソファ、およびトイレなどへの(または、などからの)移乗時であったと回答した。その他に、車椅子のフットレストから足を降ろす、皮膚刺激等が挙げられた。聞き取り調査の結果から、日常生活において不随意痙攣があることで、褥瘡ができない、血流が促進する等の意見が聞かれた。一方で、痛みを伴うことや車の運転時に不随意痙攣が起こってしまうことが不安であるといった意見も挙げられた。また、損傷からの年数の経過に伴い不随意痙攣の回数が少なくなっていると回答する者が多かった。しかしながら、これまでに、不随意痙攣の経年的変化と損傷からの年数の関係は明らかになっていない。このようなことから、脊髄損傷者の不随意痙攣に伴う筋の機能変化を検討するために、今後、不随意痙攣の経年的変化を観察していく

必要があると考える。

筋動態に関する測定の結果、筋厚は、膝関節角度 90 度、110 度、130 度でそれぞれ、17.3mm、17.9mm、18.0mm であった。筋硬度は、90 度、110 度、130 度でそれぞれ、12.0、5.3、3.7 であった。羽状角の角度は、90 度、110 度、130 度でそれぞれ、7.0 度、8.0 度、10.3 度であった。以上の結果から、不随意痙攣を有する脊髄損傷者の麻痺筋肉は、膝関節角度の変化に伴い、筋硬度および羽状角の角度が変化することが示された。今後、対象者を増やすことと健常者との比較を通して、これまでほとんど明らかになっていない脊髄損傷者の麻痺筋肉の筋動態に関する特徴が明らかになると考える。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

三木 由美子,山崎 昌廣: 脊髄損傷者の不随意痙攣が麻痺筋肉量に及ぼす影響 . 日本体育学会第 66 回大会, 2015.08.25 ~ 08.27, 世田谷 (東京都)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究代表者

三木 由美子 (MIKI Yumiko)

鈴峯女子短期大学・講師

研究者番号 : 90726217

(2)研究分担者

()

研究者番号 :

(3)連携研究者

()

研究者番号 :

(4)研究協力者

()