

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：37407

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012

課題番号：24650340

研究課題名（和文） 股関節可動域制限に対する他動運動時の拮抗筋活動抑制条件の特定

研究課題名（英文） Specification of inhibition of antagonist activity during passive movement to reduced joint mobility

研究代表者

中野 聡太 (SOTA NAKANO)

九州看護福祉大学・看護福祉学部・助教

研究者番号：50615317

研究成果の概要（和文）：本研究では、股関節外転における運動の速度と範囲を任意に調整できる新装置を作製し、装置を含めた計測システムを用いることで被験者の股関節内転の力を計測した。その結果、健康成人において拮抗筋に電気刺激を加えることで最大発揮力が減少した。一方、寝たきり高齢者では速い速度の運動にて力が小さくなった。

研究成果の概要（英文）：In this research, we produced a new device which can adjust optionally the speed and the range of motion in the hip abduction and measured the force of the subject's hip adduction by using the measurement system including the device. As a result, the maximum force was decreased by adding an electric stimulation to antagonistic muscle in healthy adults. On the other hand, motion with fast speed made force small in bedridden old men.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：関節可動域運動

1. 研究開始当初の背景

本邦には要介護度5の該当者をはじめ、医療療養病床など医療保険領域で相当する患者を含めると、多くの寝たきりに近い状態の高齢者がいる。臥床期間が長引いている高齢者の多くは、大なり小なり関節可動域制限を有しており、股関節に制限をきたせば、自ら座る・立つ・歩くことが困難となり、重度になればオムツ交換等の介護において問題が生じる。過去、研究代表者は、股関節可動域角度とオムツ交換の関係性について調査し、得られた知見を基に、臨床にて可動域制限の進行予防及び改善に着手してきたが困難であった。その原因として、持続伸張を中心とする他動運動を行った際に認める股関節屈曲・内転筋群の明らかな過剰収縮が考えられ

た。この過剰収縮は股関節外転・伸展方向の他動運動を困難にするものであった(図1)。持続伸張は筋緊張抑制効果が期待できる手技として報告されているが、重度な股関節可動域制限へ進行するようなケースにおいて股関節屈曲・内転筋群の過剰収縮を抑制することは困難であった。そこで重度な関節可動域制限に対する治療に今必要なことは、他動運動時の過剰収縮について分析し、その抑制方法を提案・検討した上で関節可動域治療システムを刷新することである。

2. 研究の目的

股関節外転における運動の速度と範囲を任意に調整できる新装置（以下、股関節外転運動装置）を作製し、その運動実施下において、

対象者が発揮する内転及び屈曲方向への力の計測が可能なシステム（以下、計測システム）を構築する。次に股関節外転運動装置および Electrical Muscle Stimulation 機器（以下、EMS 機器）を用い、股関節外転運動において生じる内転筋群の過剰な収縮を抑制しうる他動運動条件を明らかにすることである。



図1 股関節可動域制限

他動的に股関節を開いても内転筋群の収縮により拮抗し不動に近い状態を呈する。結果として拘縮の進行を招く。

3. 研究の方法

(1) 股関節外転運動装置の作製と計測システムを構築する。股関節に対して安定的に他動運動を提供するために、機械装置を力源とする股関節外転運動装置を作製し、計測システムの構築を目指す。以下に股関節外転運動装置を含む計測システムの要求仕様を挙げる。①対象者の股関節を外転方向へ他動的に運動させることができる。②他動運動の速度と範囲を任意の値に設定できる。③対象者が屈曲及び内転方向へ力を発揮した際に、その力を計測できる。④様々な対象者の身長、体型、股関節屈曲角度に適応できる。⑤持ち運びが可能で、ベッドへの脱着ができる。⑥対象者の安全を確保できる。以上を達成するために、単軸ロボット、パーソナルコンピュータ、小型ロードセル、データ集録処理器、計測ソフトウェア、ベッド柵、ステンレス板を組み合わせ計測システムを構築する。

(2) 股関節内転 10° 位から内外転 0° 位までの他動的股関節外転運動時における内転方向への最大発揮力（平均値）を減弱させる条件を探索する。健康成人 8 名（8 肢）を対象に他動的股関節外転運動を実施し、それに対抗するように最大限の力で股関節内転運動を実施させる。他動運動条件として、遅い角速度 2[deg/sec]（以下、slow）、普通の角速度 7[deg/sec]（以下、normal）、速い角速度 12[deg/sec]（以下、fast）、電気刺激を行いながら普通の角速度で動かす条件（以下、es & normal）の 4 つを設定する。角速度については理学療法士の経験に基づき決定した。また、電気刺激を与える際、発信周波数 2.7

[kHz]、パルス幅 5.6 [μ sec] の EMS 機器を使用し、出力電流を 40[mA] まで上昇させる。出力電流は痛みには耐えられる上限を考慮し決定した。下肢の屈曲内転拘縮を想定し他動運動の開始肢位を股関節屈曲 60° かつ内転 10° 位とする。また、同肢位で外転作用が期待できる大腿筋膜張筋走行部を電気刺激部位とする。

(3) 大腿筋膜張筋への電気刺激による股関節内転筋群への相反抑制効果を検証する。健康成人 8 名（8 肢）に股関節屈曲 60° かつ内外転 0° 位にて、最大限の力で股関節内転運動を等尺性収縮で行わせる。その際、大腿筋膜張筋に電気刺激を行った直後と行わなかった場合の内転筋群の筋放電量を計測し相反抑制の可能性について検証する。電気刺激については、(1) と同じ条件を用いる。

(4) 計測システムを用いて、寝たきり高齢者における他動的股関節外転運動に関わる抵抗値を減少させる条件を探索する。寝たきり高齢者 7 名（10 肢）において、股関節を内転位から外転位へ他動的に運動させ、内外転 0° 位に達した直後に生じる抵抗値を調査する。他動運動条件は、(2) と同じ条件を用いる。ただし、電気刺激における出力電流は、各対象者の表情を見ながら、上限を設定する。

(5) 寝たきり高齢者の股関節内転筋群活動に対する大腿筋膜張筋への電気刺激効果を検証する。寝たきり高齢者 7 名（10 肢）の股関節を内外転 0° 位にて保持し、大腿筋膜張筋に電気刺激を行った直後と行わなかった場合の内転筋群の筋放電量を計測する。電気刺激については、(4) と同じ条件を用いる。

4. 研究成果

(1) 股関節外転における運動の速度と範囲を任意に調整できる新装置を完成させた（図 2）。

(2) 健康成人における内転運動方向への最大発揮力を最も減少させる条件が es & normal であることが示唆された（図 3）。

(3) 健康成人にて、最大随意等尺性収縮における股関節内転筋群の筋放電量を、電気刺激直後と電気刺激無しで比較した結果、電気刺激直後にて低値を示し、相反抑制が生じていることが示唆された（図 4）。

(4) 寝たきり高齢者における他動的股関節外転運動直後、すなわち股関節内外転 0° 位に達した時点での抵抗値は、fast にて小さくなった（図 5）。

(5) 寝たきり高齢者の大腿筋膜張筋へ電気刺激（22.4±6.8 mA）を行った場合、電気刺激を行わなかった場合と比べて股関節内転筋群の筋放電量に有意差は認めなかった（図 6）。この原因として、対象者が意思表出困難であり、出力電流を小さく設定せざるを得なかったことが挙げられる。

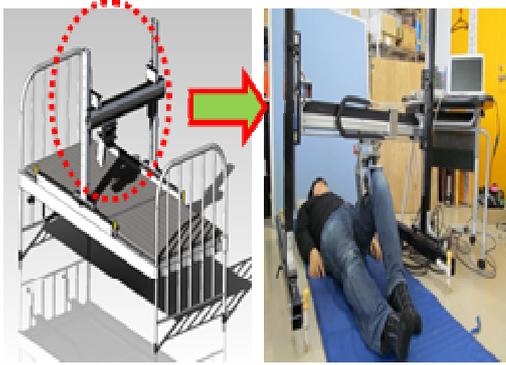


図2 計測システム

股関節外転方向へ任意の速度、範囲で動かすことが可能。

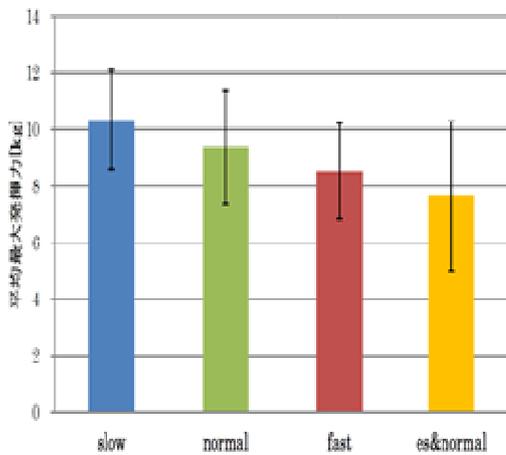


図3 他動運動試行条件別の平均最大発揮力 es&normalにて最大発揮力が減少した。

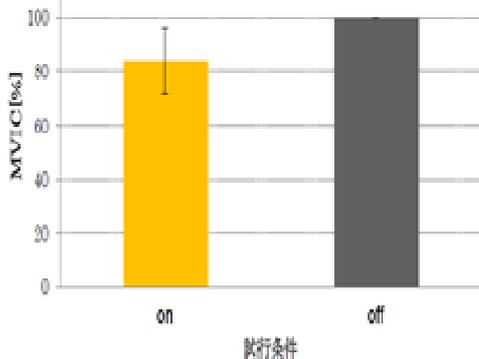


図4 健常成人(8肢)における筋放電量 電気刺激無し(off)の筋放電量を 100%として、電気刺激有り(on)を相対値で示した。onにて筋放電量が減少した。

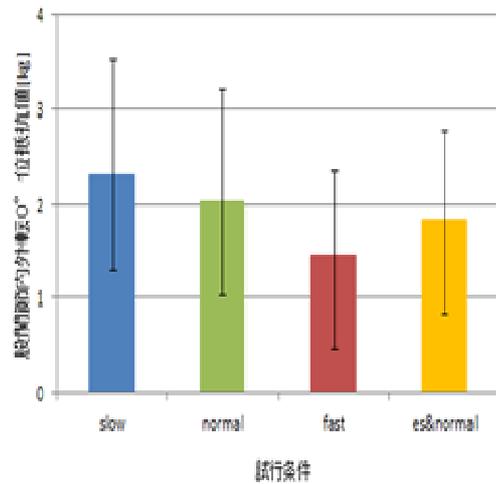


図5 他動運動直後における試行条件別抵抗値 Fastにて抵抗値が低値を示した。

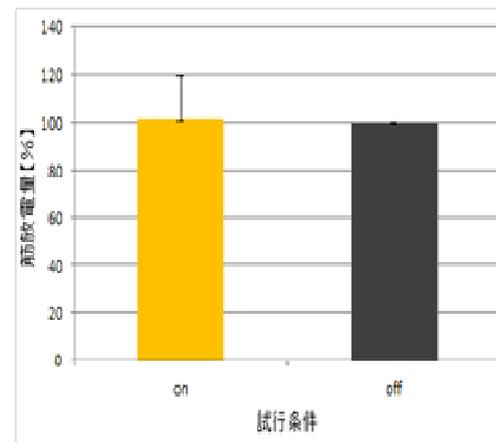


図6 寝たきり高齢者(10肢)における筋放電量 電気刺激無し(off)の筋放電量を 100%として、電気刺激有り(on)を相対値で示した。両群に有意な差を認めなかった。

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)

[学会発表] (計2件)

- ① 紺原正貴, 他動的な股関節外転運動を妨げる過剰収縮抑制条件の調査, 第53回北九州医工学会学術者会議, 2013/2/2, 九州工業大学戸畑キャンパス.
- ② 紺原正貴, 股関節可動域拡大のための他動運動時の拮抗筋抑制条件の調査, 第25回バイオエンジニアリング講演会, 2013/1/9, 産業技術総合研究所つくばセンター.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 聡太 (SOTA NAKANO)
九州看護福祉大学・看護福祉学部・助教
研究者番号：50615317

(2) 連携研究者

加藤 浩 (HIROSHI KATOH)
九州看護福祉大学・看護福祉学部・教授
研究者番号：90368721

和田 親宗 (CHIKAMUNE WADA)
九州工業大学・大学院生命体工学研究科・
准教授
研究者番号：50281837