他動的関節運動が筋出力に与える影響

Influence of Passive Joint Motion on Muscle Output

村上 茂雄¹⁾ 中原 雅美¹⁾

SHIGEO MURAKAMI, PT¹⁾, MASAMI NAKAHARA, PT¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Fukuoka International College of Health and Welfare: 3-6-40 Momochihama, Sawara-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka 814-0001, Japan. TEL +81 92-832-1166 FAX +81 92-832-1190

Rigakuryoho Kagaku 23(6): 737-739, 2008. Submitted Feb. 26, 2008. Accepted Jun. 24, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to clarify the effect of passive joint motion on maintaining or increasing muscle strength, as well as examining a practical method. [Subjects and Methods] The subjects were 39 healthy male students who were divided into a control group, a passive joint motion group, and a passive joint motion with visual alerts group. Muscle output of the three groups was measured using a Biodex System 3 muscle function assessment dynamometer. [Results] Compared to the control group the maximum torque values of both knee extension and flexion were significantly lowered in the passive joint motion group. In the visual alerts group, only the maximum torque value of knee extension showed a significant decrease, and compared to the passive joint motion group the knee flexion maximum torque showed a significantly higher value. [Conclusion] Passive joint motion accompanied by visual alerts was partially involved with muscle output, suggesting that it could possibly be used to maintain or increase muscle strength.

Key words: passive joint motion, muscle output, visual alerts

要旨: [目的] 本研究は筋力維持増強運動としての他動的関節運動（他動運動）の効果を明らかにするとともに、その具体的方法を検討することを目的とした。[対象と方法] 対象は健常男子学生39名であり、対象群と他動運動のみ実施する群、視覚的注意を伴う他動運動を実施する群に分けた。対象群と他動運動群、視覚的注意群に対し筋機能評価運動装置（BIODEX社製 BIODEX SYSTEM3）にて筋出力を計測した。[結果] 対象群と比べ他動運動群は膝伸展、屈曲ともに最大トルク値が有意に低下した。視覚的注意群では、伸展最大トルク値のみ有意な低下を示し、他動運動群と比べ最大屈曲トルク値が有意に高値を示した。[結語] 視覚的注意を伴う他動運動では部分的ではあるが筋出力発揮に繋がり、筋力維持増強運動として活用できる可能性が示唆された。

キーワード: 他動運動, 筋出力, 視覚的注意

¹⁾ 福岡国際医療福祉学院 理学療法学科: 福岡県福岡市早良区百道浜3-6-40 (〒814-0001)
TEL 092-832-1166 FAX 092-832-1190

受付日 2008年2月26日 受理日 2008年6月24日

I. はじめに

他動的関節運動（他動運動）は主動筋の随意収縮を伴わずに関節に動きを起こす運動¹⁾であるため関節可動域運動の種類として捉えられている。その一方で、他動運動はManual Muscle Testing (MMT) での段階評定がZeroまたはTraceの場合、筋力維持増強運動として適応²⁾とされている。しかし、筋力維持増強運動としての他動運動の効果に関する先行研究は少なく、他動運動の具体的方法についても報告されていない現状である。

視覚情報は脳内で運動出力処理階層レベルへ送られ行動を起こすための情報として処理される³⁾ことから、他動運動後の筋出力発揮に繋がる可能性が考えられる。そのため、関節運動を視覚的に注意し確認する作業（視覚的注意）を伴う他動運動は、筋出力発揮を高めると予測される。

そこで、本研究は筋力維持増強運動としての他動運動の効果を明らかにするとともに、その具体的方法についても検討することを目的とした。

II. 対象と方法

対象は、本研究に関する説明後同意を得た理学療法学科在学中の健常男子学生39名（年齢 24.7 ± 6.6 歳、体重 67.1 ± 12.8 kg）である。

対象者は、他動運動を実施せず筋出力のみ計測する群（対象群）、他動運動を実施し筋出力を計測する群（他動運動群）、視覚的注意を伴う他動運動を実施し筋出力を計測する群（視覚的注意群）の3群（各13名）に無作為に分けた。なお、対象者は全て両下肢に既往歴のない者とし、対象関節は右膝関節とした。

他動運動は筋機能評価運動装置（BIODEX）により、

passive mode、角速度 $30^\circ/\text{s}$ 、関節可動範囲 $0 \sim 120^\circ$ 、実施回数30回に設定し実施した。他動運動群は右膝関節他動運動に対する意識と視覚的注意の影響を軽減させるため、他動運動中100マス計算のタスクを課した。視覚的注意群は他動運動中に右膝関節が「伸びている」、「曲っている」ことを確認させるようにした。

対象群と、他動運動後の他動運動群、視覚的注意群に対する筋出力測定には、BIODEXにてisokinetic mode、角速度 $30^\circ/\text{s}$ 、関節可動範囲 $0 \sim 120^\circ$ 、測定回数3回に設定し、最大努力下において右膝関節伸展、屈曲運動を行わせた。

測定項目は、最大トルク/体重値（最大トルク値）（Nm/kg）、筋収縮開始から最大トルク出力までの時間（最大トルク発生時間）（ms）、最大トルク発揮角度（ $^\circ$ ）とした。統計学的処理には、統計処理ソフトDr.SPSS II for Windowsを使用しKruskal Wallis検定後にSteel testを採用し検討した。なお、有意水準を5%とした。

III. 結果

結果を表1に示す。他動運動群は対象群と比べ、伸展最大トルク値、屈曲最大トルク値が有意に低値を示した。視覚的注意群は対象群と比べ、伸展最大トルク値が有意に低値を示したが屈曲最大トルク値には有意差は認められなかった。他動運動群と視覚的注意群との比較では、屈曲最大トルク値において視覚的注意群の方が有意に高値を示した。

IV. 考 察

他動運動によりラットヒラメ筋に発生する他動張力はramp stretch時の方がhold stretch時と比較して有意に高

表1 各群の測定値の比較

	対象群 (n=13)	他動運動群 (n=13)	視覚的注意群 (n=13)
最大トルク値 (Nm/kg)			
伸展	3.3 $\pm$ 0.8	2.7 $\pm$ 0.7	2.9 $\pm$ 0.5
屈曲	1.3 $\pm$ 0.3	1.1 $\pm$ 0.2	1.3 $\pm$ 0.3
最大トルク発生時間 (ms)			
伸展	800.8 $\pm$ 401.0	726.9 $\pm$ 217.3	857.7 $\pm$ 251.9
屈曲	1102.3 $\pm$ 487.9	1025.4 $\pm$ 603.9	827.7 $\pm$ 346.5
最大トルク発揮角度 ($^\circ$)			
伸展	73.5 $\pm$ 10.2	78.1 $\pm$ 6.9	74.0 $\pm$ 9.0
屈曲	43.6 $\pm$ 13.7	40.7 $\pm$ 16.8	33.6 $\pm$ 12.2

平均値 $\pm$ 標準偏差, * : $p < 0.05$

値を示したとの報告⁴⁾がある。これは、ramp stretchにより強い他動張力が発生することを意味しており、この張力に対して伸張筋にはIb抑制などの抑制作用が働くと考えられる。この伸張筋への抑制作用は、足関節他動運動10回中の底屈筋群の筋緊張が1回目と2回目、2回目と3回目の間に減少が著しく、以後開始前と比べ低下した状態を保っていたという報告⁵⁾から、運動開始時から生じ運動中継続することが考えられる。よって、本研究で実施した右膝関節他動運動30回中にも右大腿四頭筋や右ハムストリングスに対して運動開始時より継続して抑制作用が生じていたことが考えられ、他動運動群での右膝関節伸展、屈曲最大トルク値の低下に繋がったのではないかと推測される。

一方、視覚的注意群は対象群と比べ他動運動後の伸展最大トルク値に有意な低下を示したが、屈曲最大トルク値には有意差が認められなかった。また、他動運動群と比べ屈曲最大トルク値が有意に高値を示した。この結果から、視覚的注意導入により部分的ではあるが筋出力発揮に繋がる可能性が考えられる。

視覚的注視に加え運動関連言語想起を行うことで運動誘発電位が有意に増大していたという報告⁶⁾や運動観察のみでも観察している運動に関与する運動経路において神経活動の選択的な増加を引き起こしたという報告⁷⁾がある。今回、視覚的注意群では「伸びている」、「曲がっている」という運動関連言語を用いて注意しながら運動観察させた状態でもあることから、視覚的注意導入により右膝関節運動に関与する神経系の活動が賦活され、他動運動で生じる伸張筋への抑制作用力を軽減させたことが筋出力発揮に繋がった一要因ではないかと考えられる。

今回の結果から、他動運動のみでは筋出力発揮に繋がる可能性が低いことが示され、筋力維持増強運動として活用するためには、視覚的注意を導入する必要性が示唆された。しかし、筋力維持のためには最大筋力の20～30%の負荷量が必要で、筋力増強には40～50%が必要とされている⁸⁾ことから、視覚的注意を伴ったとしても他動運動では筋力維持も不可能な状態である。よって、筋力維持増強運動として活用する場合は、筋力低下が著しい場合に筋出力発揮を促す目的にて運動開始段階において活用可能な方法であると思われる。

視覚は新しい運動遂行に重要な役割を担っているという報告⁹⁾から、固有受容性神経筋促通法（以下PNF）では視覚刺激を促通要素とし、PNFパターンを施行する時は必ず運動方向を目で追わせるという方法が導入

されている¹⁰⁾。また、随意運動中の視覚的フィードバック導入は機能的fMRIにより空間的位置要因を処理する後頭葉―頭頂葉―側頭葉の経路に相当する領域が賦活されたとする報告¹¹⁾があることから、他動運動中のみに限らず、自動介助運動、自動運動、抵抗運動中においても視覚的注意導入は重要であると思われる。

今後は、表面筋電図を用いて筋に生じている現象をより直接的に計測するとともに、他動運動時の角速度を脳卒中片麻痺患者対象に4°/s、8°/s、健常成人を対象に6°/s、12°/sとしている報告¹²⁻¹³⁾があることから、臨床的に応用可能にするため30°/sより遅く設定し、かつ実施回数に関しても検討していく必要があると思われる。

引用文献

- 1) 吉尾雅春：標準理学療法学専門分野運動療法学総論．医学書院，東京，2004，p170.
- 2) 河元岩男，溝田勝彦：運動療法・第2版．神陵文庫，福岡，2006，p130.
- 3) 久保田競：脳の可塑性とリハビリテーション．理学療法学，2001，**28**(6)：243-249.
- 4) 藤野英巳，武田 功，禰屋俊昭・他：他動運動による筋伸張が萎縮筋の他動張力に及ぼす効果．理学療法学，2004，**31**(1)：56-62.
- 5) 辛島修二，後藤伸介，西村真由美・他：他動運動が筋緊張に及ぼす影響．理学療法学，1988，**15**(Suppl)：129.
- 6) 門馬 博，菅原憲一，田辺茂雄・他：運動肢注視，運動関連言語想起の運動イメージ構築に及ぼす影響―TMSによるMEPを指標として―．理学療法学，2005，**32**(Suppl)：223.
- 7) 長谷川望，猪俣公宏，小山 哲：運動イメージにおける脳イメージング研究の動向．中京大学体育学論叢，2004，**46**(1)：49-54.
- 8) Th Hettinger：筋力トレーニングの条件．体育学研究，1962，**7**(1)：441-444.
- 9) Robinson ME, Doudlah AM, Waterland JC: The influence of vision on the performance of a motor act. Am J Occup Ther, 1965, **19**: 202-204.
- 10) 柳澤 健，乾 公美：PNFマニュアル改訂第2版．南江堂，東京，2005，p20.
- 11) 津吹桃子，渡邊 修，来間弘展・他：手指対立運動における視覚的フィードバックの影響―機能的fMRIによる大脳賦活の検討―．理学療法科学，2007，**22**(2)：189-193.
- 12) 田辺茂雄，村岡慶裕，神谷晃央・他：股関節・膝関節他動運動がヒラメ筋H反射に与える影響―脳卒中片麻痺患者の運動療法における基礎的検討―．理学療法学，2004，**31**(Suppl)：410.
- 13) 田辺茂雄，菅原憲一，吉田路子・他：他動運動が伸張筋以外の筋に及ぼす影響．理学療法学，2002，**29**(Suppl)：78.