

膝関節運動の定量的評価の試み

小野 武也・大島 義彦・駒 沢 治 夫・宮 下 智
毛利 光 宏・大 森 圭・古 川 順 光*

Quantitative Analysis on Knee Movements

Takeya ONO, Yoshihiko OSHIMA, Haruo KOMAZAWA, Satoshi MIYASHITA
Mitsuhiro MOURI, Kei OMORI, Yorimitsu FURUKAWA*

Abstract : It has not been appeared what exercise is needed to prevent the restriction of joint motion of bedridden elders, especially on the range and total amount of motion. As a measure to study these we developed a system recording joint motion continuously for 24 hours, using a portable recorder and electrogoniometer which is put on the market separately. There are no report about these recording method. We tried this for two cases, a normal adult and a hemiplegic old man. The result showed that we could measure quantitative knee joint motion. Total amount of knee joint motion for 24 hours in hemiplegic case was approximately 1 / 30 in the normal adult. We think this method will contribute significantly to the study of aforementioned problem.

Key words : Knee movements, Quantitative analysis, Continuous measurement

はじめに

関節可動域制限の発生機序に関する研究は組織学的¹⁻⁴⁾、生化学・生体力学的⁵⁻⁹⁾に行われているが、そのほとんどは動物の関節を人為的に固定する非生理的方法による実験である。一方、脳卒中などの中枢神経病変による麻痺性障害の多くが、関節可動域制限を有していると報告されているが¹⁰⁻¹¹⁾、この原因は上記の実験モデルとは異なり、日常生活における能動のおよび受動的な関節運動の減少が慢性的に持続することによるものと推測される。理学療法の治療対象とする関節可動域制限は、それが生じてから治療するよりも、生じないように訓練を行うことが重要である¹²⁾とされているが、これを予防するために要する必要最小限の関節運動の量は凡の目安が経験的に決められ、用いられているのが実状で、今なお明らかにされ

ていない。

また、これまで関節運動を24時間にわたり記録し定量化した報告はない。我々は、市販されている携帯型記録装置と電気角度計を組み合わせることにより膝関節運動を24時間測定することを試み若干の知見を得たので報告する。

方 法

1. 膝関節運動測定システム

膝関節運動の測定にはPenny & Giles社製、XM180型の電気ゴニオメータ(以下EGと略す)を用いた。EGからの信号は携帯型記録装置(メガ・エレクトロニクス社製データロガ)に取り込んだ。この測定機器を用いた場合のサンプリング周波数(1秒あたりのデータ数)と記録時間の関係は1Hzでは72時間、10Hzでは14時間34分、250Hzでは32分、1000Hzでは8分である。記録したデータは波形解析ソフトME3000P(メガ・エレクトロニクス社製)を用いて処理した。EGの装着は膝伸展位で行い、近位端ブロックを大腿外側部に遠位端ブロックを下腿外側部に両面接着テープと

* 山形県立保健医療短期大学理学療法学科
〒990-2212 山形市上柳260番地
* Yamagata School of Health Science
260 Kamiyanagi, Yamagata-shi, 990-2212, Japan

サージカルテープで固定した。

膝関節運動を長時間記録するためには、できるだけ少ない周波数で記録を行うほうが効率が良いので、健常被験者1名に通常速度の歩行139cm/sec¹⁴⁾を行わせ膝関節の動きをサンプリング周波数を変えて測定し、その違いによる影響を検討した。その結果、膝関節の動きを追従しているサンプリング周波数は10Hz以上であり、double knee actionが観察可能であった。よって、膝関節運動測定のサンプリング周波数は10Hzとした。

2. 対象

対象は19才健常男性と79才脳卒中患者の左膝関節である。脳卒中患者の概要を以下に示す。診断名：脳幹梗塞。現病歴：平成9年8月13日自宅にて発症し、近医受診後、救急にて入院。入院時所見：(3-3-9度方式) 200, 対光反射消失, 瞳孔不同, 左膝関節他動的可動域10-150度。平成9年9月3日より1日1回ベッドサイドにて関節可動域訓練を行い、平成9年10月22日転院となった。転院時(3-3-9度方式) 200であり意識状態に変化は見られなかった。

3. 評価方法および評価項目

健常男性については、スポーツ等の激しい運動は避けるように指示し自宅で通常の生活を行わせ、24時間にわたる左膝関節運動を記録した。脳卒中患者については、24時間の左膝関節の自動的および治療・介護による他動的に行われる運動、左膝関節可動域、左下肢の痙性を発症後2・4・8週時に評価した。なお痙性の評価にはTable 1に示すAshworth scale¹³⁾を用いた。評価にあたっては本人または家族に十分な説明を行い了承を得た。

4. 膝関節運動のデータ処理

膝関節運動のデータを積算値と相対的割合の二つの方法で分析した。前者は24時間の屈曲と伸展運動の角度の絶対値を足し合わせた値で、後者は膝関節運動範囲を屈曲0度から60度、60度から

120度、120度以上の3つに区分し膝関節屈曲位置が、それぞれの角度に占める時間の24時間に対する割合とした。

結 果

1. 関節運動の積算値

健常者の24時間における積算値は752074度であり、1時間あたりの平均値は31336度であった。1日のうちで積算値の最大は通学時の144936度/時間であり、最小は睡眠時で401度/時間であった。脳卒中患者の24時間における積算値は2週14484度、4週24228度、8週21982度であり、1時間あたりの平均値はそれぞれ604度、1010度、916度であった。(Fig. 1)

2. 積算値の継時的変化

Fig. 2は健常者の結果を1時間毎に24時間にわたり棒グラフで示したものである。時刻により積算値の変動が大きいことがわかる。また、Fig. 3は脳卒中患者を2週、4週、8週の3回測定した結果であり、これを折れ線グラフで示したものである。1時間毎の積算値は数時間間隔で周期的に増減しており、3回の測定のいずれも同様の傾向が見られた。

3. 関節運動域の相対的割合

健常者の膝屈曲0-60度は46.4%、60-120度は42.4%、120度以上は11.2%であった。脳卒中患者については、2週の0-60度は77.9%、60-120度は22.1%、120度以上は0%、4週の0-60度は15.6%、60-120度は83.1%、120度以上は1.25%、8週の0-60度は55.38%、60-120度は44.58%、120度以上は0.03%であった。(Fig. 4)

4. 関節可動域

脳卒中患者は2週、4週、8週ともに「10～150度」で変化は見られなかった。

5. 痙性 ashworth scale

脳卒中患者は2週、4週は「0」で8週は「1」であった。

考 察

人間工学の分野においてBoocock. M. G.¹⁵⁾は、本研究と同様のEGを用いて健常者の腰部の屈曲伸展の動きを1.5時間記録し、その値をもとに8時間に換算し日常業務時間における腰部の動きを推測している。しかしながら、人間の動きは昼間と

Table 1 Ashworth scale (グレード)

0=緊張なし
1=四肢を伸展や屈曲したとき、ひっかかるような緊張を呈する軽度の増加
2=緊張はより増加しているが、四肢は容易に屈曲できる
3=緊張の著しい増加で他動的に動かすことが困難
4=四肢は屈曲や伸展時に固い

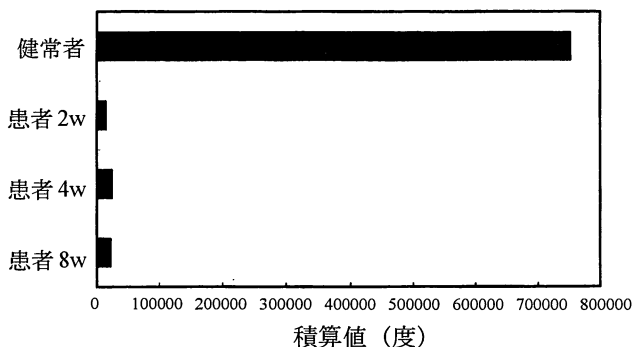


Fig. 1 24時間積算値の比較

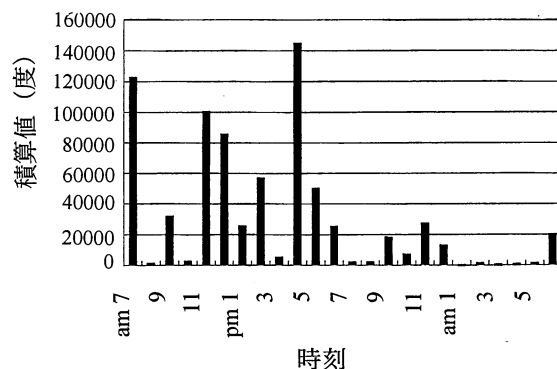


Fig. 2 健常者積算値の継時的変化

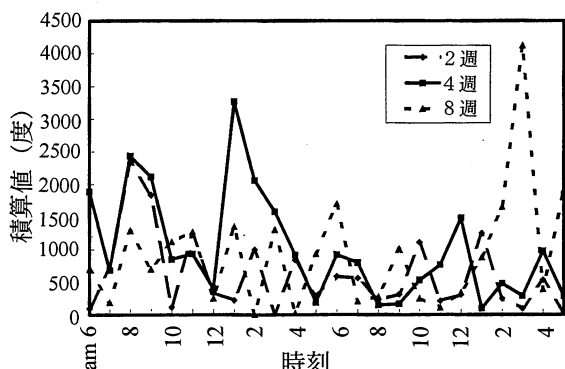


Fig. 3 脳卒中患者積算値の継時的変化

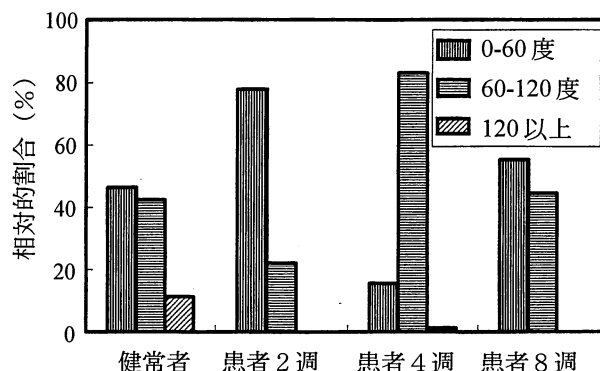


Fig. 4 相対的割合の比較

夜間ましてや睡眠時とは違いがあり、人間の動きを定量化する場合には24時間周期で行われる日常生活全体での動きを観察する方が望ましい。これまで、膝関節運動を24時間記録し定量的に測定した報告はみられない。今回の結果より24時間にわたる膝関節運動が定量的に測定することは今回のシステムを用いて可能であることが分かった。

脳卒中患者の発症後4週・8週の積算値は、発症後3週の積算値よりも増加傾向を示し、また相対的割合120度以上の、すなわち膝の最大屈曲までの関節運動は4週・8週には見られたものの、3週では見られなかった。これらは発症後3週より行われた関節可動域訓練の影響によるものと思われる。また、脳卒中患者の24時間積算値の傾向に見られた数時間ごとの関節運動は体位交換によるものと考えられる。これらは、関節可動域制限は患者を取り巻く医療環境などによってもかなり影響を受けるとする見解¹⁶⁾を支持するものと思われる。今回対象とした脳卒中患者の24時間積算値は健常人のそれとを比較すると約1/30程度であった。しかし、脳卒中患者には発症から8週間、膝関節の可動域制限は見られなかったが、これは十

分な関節運動が行われた為か、観察期間が短すぎたのか明らかではない。しかし、通常は8週間も経過すれば、痙性麻痺では関節可動域の制限が見られることを考えると有効な関節運動が行われたと考えたい。このように理学療法を実施する上で今回提示した定量化された脳卒中患者の膝関節運動は関節可動域維持を目的とした訓練量を決定する場合の目安となる可能性があると思われる。

関節運動の測定に用いたEGは人体に侵襲を与えない方法であり日常生活を制限しない。今後は、観察期間を延長する事や痙性など他の関節可動域制限発生要因を考慮する事を含め症例数を増やし関節運動の減少が関節可動域制限発生にどのように関与しているのかを定量的に評価し関節可動域維持のための訓練量を明らかにしていきたい。また、EGの信頼性は高いという報告¹⁵⁻¹⁷⁻¹⁸⁾とそうではないという報告¹⁹⁾があり同時に検討してゆく必要がある。

文 献

- 1) Evans EB, Eggers GWN, Butler KJ, Blumel J : Experimental immobilization and remobilization

- of rat knee joints. *J Bone Joint Surg* 42-A: 737-758, 1960.
- 2) Hall MC : Cartilage changes after experimental immobilization of the knee joint of the young rat. *J Bone Joint Surg* 45-A: 36-44, 1963.
 - 3) Thaxter TH, Mann RA, Anderson CE : Degeneration of immobilized knee joints in rats : histological and autoradiographic study. *J Bone Joint Surg* 47-A: 567-585, 1965.
 - 4) 矢百板沙 : 長期固定による膝関節拘縮の発生と修復に関する実験的研究. *日整会誌* 40 : 431-453, 1966.
 - 5) Akesson WH : An experimental study of joint stiffness. *J Bone Joint Surg* 43-A:1022-1034, 1961.
 - 6) Akesson WH, Woo SL-Y, Amiel D, Matthews JV : Biomechanical and biochemical changes in the peri-articular connective tissue during contracture development in the immobilized rabbit knee. *Connect Tissue Res* 2 : 315-323, 1974.
 - 7) Klein L, Dawson MH, Heiple HG : Turnover of collagen in the adult rat after denervation. *J Bone Joint Surg* 59-A : 1065-1067, 1977.
 - 8) Klein L, Player JS, Heiple KG, Bahniuk E, et al : Isotopic evidence for resorption of soft tissues and bone in immobilized dogs. *J Bone Joint Surg* 64-A: 225-230, 1982.
 - 9) Uthoff HK, Jaworski ZFG: Bone loss in response to long-term immobilization. *J Bone Joint Surg* 60-A : 420-429, 1978.
 - 10) 福屋靖子 : 成人中枢神経障害の在宅における生活動作と関節拘縮の関係について. *理学療法学* 21 (2) : 90-93, 1994.
 - 11) 嶋田智明 : 関節拘縮の基礎科学 : その発生要因・病態ならびに理学療法アプローチの現状. *理学療法学* 21 (2) : 86-89, 1994.
 - 12) 大井淑雄, 博田節夫編 : 運動療法, 第2版, p154-174. 医歯薬出版, 1993.
 - 13) Ashworth B : Preliminary trial of carisoprodal in multiple sclerosis. *Practitioner* 192, 540-542, 1964.
 - 14) 中村隆一, 斉藤宏 : 基礎運動学, 第4版, p310-313. 医歯薬出版, 1992.
 - 15) Boocock MG, Jackson JA, Continuous measurement of lumbar posture using flexible electrogoniometers. *Ergonomics* 37 (1), 175-185, 1994.
 - 16) 竹内孝仁 : 老年者における廃用症候群. 臨床老年医学大系第17巻, リハビリテーション (荻島秀男編), 情報開発研究所, 1983.
 - 17) Rowe PJ, Nicol AC, Kelly IG : Flexible goniometer computer system for the assessment of hip function, *Clinical Biomechanics* 4: 68-72, 1989.
 - 18) Maryam J, Andrew WS. : Clinical measurement of spasticity using the pendulum test : comparison of electrogoniometric and videotape analyses. *Arch Phys Med Rehabil* 77, 1129-1132, 1996.
 - 19) Goodwin J, Clark C, Deakes J, Burdon D, Lawrence C : Clinical methods of goniometry : a comparative study. *Disability and rehabilitation* 14 (1), 10-15, 1992.
- 1997. 12. 31. 受稿, 1998. 2. 5. 受理 -

要 約

関節可動域制限の発生を予防するための関節運動は経験的な方法で行われているのが実状であり, その必要最小限の量および範囲については今なお明らかにされていない。そこで我々は, これを明らかにするための研究の一手段として, 市販されている携帯型記録装置と電気角度計を組み合わせることにより膝関節運動を24時間測定する方法を考案してみた。これを健常成人と重度障害を有する脳卒中患者の2例に試みたところ, 膝関節運動の持続的, 定量的な測定が可能であり, 脳卒中の膝関節運動の積算値は健常成人のそれと比較して約1/30であった。これまで関節運動を24時間にわたって記録し定量化した報告はない。これはまた, 寝たきり高齢者の関節可動域制限を予防するための必要最小限の関節運動の解明の研究に有用であるものと考えられる。

キーワード : 膝関節運動・定量的評価・持続測定