膝蓋骨疾患における Cybex-II による膝伸展・屈曲力の検討

九州大学附属病院理学療法部

豊 永 敏 宏*・川 島 圭 司*

九州厚生年金病院整形外科

上 崎 典 雄**

九州大学整形外科

緒 方 公 介***

A Study of the Knee Extensor and Flexer Muscle Strength in the Patellar Disease using Cybex-II

by

T. Toyonaga, K. Kawashima, N. Uezaki
and K. Ogata* Division of Physical Therapy, Faculty of Medicine,
Kyushu University.

** Orthopedic Surgery, Kurosaki-Koseinenkin Hospital

*** Department of Orthopedic Surgery, Faculty of
Medicine, Kyushu University.

The authors have investigated the muscle strength about the knee with the patello-femoral joint problems (recurrent patellar dislocation; 6 cases, chondromalacia patellae; 3 cases, subluxation of the patella; 3 cases, and others; 2 cases), comparing with intact group using Cybex-II. We have also observed the electromyogram of the thigh muscles. The results were as follows: (1) All patients showed significant decrease in the extensor muscle strength of the affected limb postoperatively. (2) It was suggested that the muscle exercise was important both preoperatively and postoperatively to maintain satisfactory muscle strength about the knee.

はじめに

膝蓋骨は膝伸展機構 extensor apparatus のなかで最も重要な器官であり、習慣性膝蓋骨脱臼や膝蓋骨軟骨軟化症など膝蓋骨に起因する疾患においては、膝蓋骨が膝伸展力におよぼす影響は多大であると思われる。

しかしながら、これらの疾患の術前・術後における筋力の定量的測定や筋動作学的研究は少ない¹⁾⁶⁾。

従って、著者らは等速運動性機器として多用されている Cybex machine を使用して、膝蓋骨疾患の膝伸展・屈曲力を測定し対照群である正常人と比較検討を行なった。また、対象疾患の一部に、大腿四頭筋や

表1 対象症例

症例	疾 患 名	年令	性別	手術側 (患側)	筋電 図
M. T.	習慣性膝蓋骨脱臼	16	女	右 (術前)	あり
R. K.	"	20	女	左 (")	"
K. I.	"	18	女	両側 (術後)	"
M. F.	"	18	女	右 (")	"
A. F.	"	22	女	左 (")	"
A. Y.	"	14	男	左 (")	"
I. H.	外傷性膝蓋骨脱臼	20	男	両側 (")	"
S. K.	膝蓋骨軟骨軟化症	23	女	" (")	なし
K. S.	"	23	女	右 (")	あり
S. K.	膝 蓋 骨 亜 脱 臼	17	女	左 (")	なし
K. M.	"	30	女	右 (")	あり
S. Y.	"	14	女	両側 (術前)	なし
F. O.	膝 蓋 骨 骨 折 後	42	女	左 (術後)	"
K. Y.	膝 蓋 大 腿 関 節 症	62	男	右 (")	"

半腱様筋などから表面筋電図を描出し、筋収縮の態様も併せて検討したので報告する。

対象と方法

対象症例は九大整形外科およびその関連病院で治療を受けた14才から62才までの14症例である。術後例11例14関節の術後観察期間は6カ月より9年まで平均38カ月である(表1)。また、これらと比較するために九大病院職員の正常人と考えられる男女80名の両膝関節筋力を対照として、以下の方法で測定した。

測定はCybex-II (Lumex社, 米国)を用い, dynamometerの回転数は5 r.p.m. (1分間に5回転), 筋トルク値のscaleは180 ft.-lbsと一定にした。座位にて両手は測定台の両横を把持させ, 最大努力の膝屈伸を数回行なわせ筋トルク曲線を描出した(図1)。測定の際に, あらかじめコンピューターと連結しておき, 即時にピークトルク値, 最大仕事量など8項目が算出できるようにし, 得られたdataの統計処理を行なった⁹⁾。なお, ピークトルク値とは, 最大筋力が出せるよう下肢長に応じて変化させたアームの長さで割った値すなわちピークトルクとアームの比(単位はft.-lbs)とした。

次に筋力測定と同時に4チャンネルのテレメーター式表面筋電計(日本光電)を使用し, 大腿四頭筋の大腿直筋および内・外側広筋さらに対象の一部の半腱様筋に表面電極を貼布し, 表面筋電図を描出した。なお, Cybex-IIと筋電図の記録紙の送り速さは5 mm/secと一定にし同時計録を行なった(図2)。

図1 筋トルク値の測定

アームの長さは各々の下肢長に応じている。

症 例

症例のうちなされた術式は, Tavernier 法3例5関節, 半腱様筋腱移行術(上崎法¹⁰⁾)2例2関節, Maquet 法3例4関節, その他3関節である。

症例1. M.T., 16才, 女子。主訴: 右膝関節痛。12才頃より時々右膝関節が急に曲がり転倒していた。単純X線像では, 膝蓋骨亜脱臼位にある健側に対して患側は脱臼位となっている(図3 a, b)。筋力測定の際に検者が膝蓋骨を保持し, 脱臼しないようにすると筋力は出現するが, 脱臼時は検出不能であった(図3 c, d)。また, 筋電図では脱臼時に, 内側広筋は筋収縮が保たれていた(図3 e, f)。

症例2. A.F., 22才, 女子。10才時より左膝蓋骨が外側に脱臼を繰り返すので, 13才時に半腱様筋腱移行術を施行後, 現在日常生活には支障をきたしていない。X線像では健側の亜脱臼位はあるが, 患側の膝蓋骨の外方偏位は健側に比べて高度である(図4 a, b)。筋トルク曲線は健側と相違し伸展時の後半にピークを示す特徴的なものとなっている(図4 c, d)。筋電図の半腱様筋で, 伸展時に陽性とならない筋収縮がみられ, 屈曲時にはさらに強い収縮が出現した(図4 e, f)。

図2 表面筋電図の抽出

大腿直筋および内・外側広筋に電極が貼布されている。

図3 症例1 a, b単純軸写像(90°). 右側の膝蓋骨は外側脱臼している。
c, d筋トルク曲線。
e, f表面筋電図

症例3. I.H., 20才, 男子. 左側は14才, 右側は15才時にスポーツ外傷により, 膝蓋骨の脱臼骨折を起こし, 左側は2本の骨釘による骨片の固定後, 骨片の骨吸収が起ったので Tavernier 法を施行した. 一

方, 右側は最初から Tavernier 法を行なった(図5 a, b). 右側の筋力は, 伸展力 84.3 ft.-lbs (正常人20代の男子の平均ピークトルク値は 112 ft.-lbs) と正常値に近い値を示しているのに対し, 左側は 21.2

図 4 症例 2 a, b 軸写像 (90°). 左側膝蓋骨は脱臼傾向あり.
c, d 筋トルク曲線. 左側はトルクカーブが特徴的である.
e, f 筋電図. 半腱様筋は膝伸展時にも収縮がみられる. (矢印)

ft.-lbs で伸展・屈曲力は逆転し, 伸展力の著しい低下を認めた (図 5 c, d).

症例 4. S.K., 23 才, 女子. 約 10 年前より両膝関節痛があったが寛解していた. 疼痛が増強してきたため両側膝蓋骨軟骨軟化症の診断で, 56 年 7 月 左大腿骨内顆部切除術を施行した. 術後症状が増悪したため, 同年 11 月 Maquet 法を施行した. さらに 57 年

4 月右側に同様の手術を行なった. 術後における筋力増強効果をもてみると, 左側で 70 %, 右側で 10 % の筋力増強を認めた (図 6 a-d).

結 果

1. ピークトルク値

術前および術後の片側例 (10 例) の健・患側の筋

図 5 症例 3 a, b 軸写像. 左側骨吸収像 (矢印) あり.
c, d 筋トルク曲線. 伸展筋力低下が左側で著しい.

力は、伸展力において健側が 51.5 ± 17.1 ft.-lbs, 患側 34.2 ± 14.8 ft.-lbs であり、屈曲力においては健側が 27.3 ± 8.4 ft.-lbs, 患側が 22.7 ± 9.2 ft.-lbs であった。この健・患側間の筋力の有意差をみると、伸展力では危険率 $p < 0.01$ で差を認めたが、屈曲力では有意差を示さなかった。さらに片側性の習慣性膝蓋骨脱臼例 (5 例) では、伸展力のみならず屈曲力においても $p < 0.01$ で健側と患側の間に有意差を認めた。女子の場合のピークトルク値の伸展・屈曲力を正常人のそれと比較すると、術後例では手術側のみならず非手術側の筋力低下が伸展力において、特に著しかった (図 7, 8)。

2. 最大仕事量の比較

ピークトルク値と同様に、片側例 10 例の最大仕事量の平均値は、伸展力において健側が 53.9 ± 18.2 ft.-lbs, 患側が 28.8 ± 13.0 ft.-lbs であり、屈曲力の最大仕事量は、健側 34.0 ± 13.4 ft.-lbs, 患側 $23.5 \pm$

10 ft.-lbs であった。得られた値の健・患側間の比較をすると、伸展力は $p < 0.01$, 屈曲力は $p < 0.05$ で有意差を認めた。この有意差は 5 例の習慣性膝蓋骨脱臼の場合も同様にみられた。

3. 伸展力と屈曲力の比

健側に対する患側の筋力比 (%) を求めると、片側例 10 例では、ピークトルク値が伸展力 64.2 ± 19.5 (%), 屈曲力 83.9 ± 26.3 (%) となり、仕事量では伸展力 51.7 ± 20 (%), 屈曲力 75.5 ± 38.5 (%) であった。

考 察

膝蓋骨亜脱臼や膝蓋骨軟骨軟化症など膝蓋骨に関する疾患の病因や病態さらに治療についての文献が、最近数多くみられ、これらの疾患が究明されつつある⁹⁾。しかしながら、習慣性膝蓋骨脱臼の原因のひとつとされている内外側広筋の筋力不均衡の実態、あるいは

図 6 (a-d) 症例 4 筋トルク曲線. 筋力増強が左側で著しい.

図 7 正常人との筋力比較 (伸展力)

△印は術前例. 実線は正常人女性の筋力である.

は膝蓋骨軟骨軟化症における Maquet 法によるレバーアームの延長効果は, 実際にどの程度かなどは解明されていない²⁾⁵⁾. いずれにしても筋力の定量的測定は後療法プログラムのひとつの目安となるため重要であると思われる.

本研究の結果では, ピークトルク値と最大仕事量は

図 8 正常人との筋力比較 (屈曲力)

△印は術前例. 実線は正常人女性の筋力である.

ともに $p < 0.01$ で伸展力に有意差を認めたが, 両側例を追加しても, 患側のみならず健側の伸展筋力の低下が正常の伸展力に比べて明らかであり, 特に術後例の筋力低下が顕著にみられた. しかし, 術前の M.T. 例では健側の膝蓋骨は亜脱臼位にもかかわらず, 筋力は正常に保たれていた. これは本例が創道の選手であり日頃のトレーニングによるものと考え.

Nicholas ら (1976) は, 6 群の疾患群のうち膝

蓋骨に関する疾患群において、伸展力は $p < 0.005$, 屈曲力は $p < 0.01$ で対照群と有意差を生じ、この疾患群が最も伸展力の影響を受けやすいとしている。これはピークトルク値の比較をしたものであるが、本研究の結果からも、筋力の比較は最大仕事量など筋力持久力を含めた検討も必要と考える。

次に Maquet 効果についてであるが、対象例のなかで効果のあった例と筋力増強が得られなかった例がみられたが、少なくとも patello-femoral joint の alignment が正常である状態での膝蓋骨腱前方移動術でなければ、筋力増強は得られないであろうと推測する。

また、筋電図の所見で半腱様筋腱移行術後の移行筋に特異な筋収縮を認めたが、この事実は膝伸展時に、移行腱の脱臼予防の効果であろうと考える。また、内外側広筋の筋収縮を分析する場合、定性的検討だけでなく、積分計などによる定量的検討が必要となろう。

以上より、膝蓋骨に関する疾患では、特に伸展力に影響が強く出現するため、日常のトレーニングが筋力低下を防ぐものと考え、ランニングや四頭筋訓練を怠らないことが肝要である。

結 語

膝蓋骨疾患10例14関節の膝伸展・屈曲力を Cybex-II で測定し、正常人の対照群と比較した。また、表面筋電計で大腿四頭筋などの筋収縮を検索しその様態を検討し次の結果を得た。

- 1) 半腱様筋腱移行術で伸展時に移行腱の筋収縮がみられたが、筋力回復は認められない。
- 2) 膝蓋骨、大腿関節の適合が良好な場合、Maquet 法の効果が出ると考えられる。
- 3) 膝蓋骨疾患は伸展力および屈曲力ともに筋力低下がみられる。とくに術後の伸展力低下が著明であった。
- 4) 以上の結果から、膝蓋骨疾患においては術後はもちろん、術前よりの四頭筋訓練を中心とし筋力増強訓練が大切である。

文 献

- 1) Campbell, D. E., and Glenn, W.: Rehabilitation of knee flexor and extensor muscle strength in patients with meniscectomies, ligamentous repairs, and chondromalacia. Phys Therapy, 62: 10-15, 1982.
- 2) 片岡 治: いわゆる 習慣性膝蓋骨脱臼, 臨整外, 3: 222-231, 1968.
- 3) 川島圭司・他: Cybex-II データ解析法. 理・作・療法, 18: 283-284, 1984.
- 4) 小林 晶: Chondropathia patellae の臨床像. 臨整外, 14: 26-35, 1979.
- 5) Mapuet, P.: Advancement of tibial tuberosity. Clin Orthop, 115: 225-230, 1976.
- 6) Nicholas, J. A., Strizak, A. M., and Veras, G.: A study of thigh muscle weakness in different pathological states of lower extremity. Am. J. Sports Med. 4: 241-248, 1976.
- 7) 須津富鶴: Chondromalacia patellae の成因に関する実験的研究. 日整会誌, 55: 1535-1553, 1981.
- 8) 上崎典雄・他: 習慣性膝蓋骨脱臼の治療. 臨整外, 6: 587-590, 1977.

質 問

九州労災病院 井原 秀俊

脛骨結節前方移動した例で筋力が術前より増強したものがいましたが、それは関節内圧が減少したために筋力が増強したのでしょうか、それとも疼痛が軽減したためでしょうか。というのも、水腫などで関節内圧が上昇すると大腿四頭筋の筋力訓練もしにくいし、筋力も減少するという文献があるものですから。また、術後の患者の関節水腫と筋力の関係について調べられでしょうか。

解 答

九大理学療法部 豊水 敏宏

① 疼痛の減退が筋力増強を得たと考える。関節内圧との関連については検討していないが、大腿骨、膝蓋骨関節の正常な位置関係での脛骨粗面前方移動術が筋力増強につながると考える。

② 関節水腫は存在していなかった。