

反復性膝蓋骨脱臼の病因としての大腿四頭筋回旋度の研究

—超音波を用いた, 性別, 年齢別の比較—

新潟大学医学部整形外科科学教室 (主任: 高橋栄明教授)

高 橋 純 一

Ultrasonographic Study of the Quadriceps Muscle Rotation
for Pathogenesis of Recurrent Patellar Dislocation
—Comparison by Sex and Age—

Junichi TAKAHASHI

*Department of Orthopedic Surgery,
Niigata University School of Medicine
(Director: Prof. Hideaki TAKAHASHI)*

Recurrent patellar dislocation occurs mainly in young women, pathogenesis of which being considered to involve the abnormal knee extensor mechanism. Then, using ultrasonography, comparative study was made of the rotatory condition of the quadriceps muscle between healthy subjects in growing period and dislocated patients to consider its pathogenesis.

The subjects were 129 normal males and 124 normal females from 3 to 18 years of age, and 18 females with the dislocation. Using ultrasonography, the direction of lateral intermuscular septum of the quadriceps muscle and posterior condyles of the femur were detected. From the picture of scanning, the angle (E. R. A.) between the sagittal plane and the direction of lateral intermuscular septum of the quadriceps muscle was calculated and corrected by the angle between the horizontal plane and the tangent of the posterior condyles of the femur as an index of external rotation of the quadriceps muscle. Comparison of E. R. A. by sex and by age in healthy subjects and that between healthy subjects and dislocated patients were made.

Reprint requests to: Junichi TAKAHASHI,
Department of Orthopedic Surgery,
Niigata University School of Medicine,
Asahimachi-dori, 1, Niigata City,
951-8510, JAPAN.

別刷請求先: 〒951-8510 新潟市旭町通1番町
新潟大学医学部整形外科科学教室 高橋純一

As a result, for healthy normal subjects, mean E. R. A. was significantly greater in females, but no significant inter-age difference was noted in either sex. E. R. A. on the affected side for female dislocated patients was significantly greater compared with healthy females. These results suggested that E. R. A. was greater by nature in females than in males and was far greater especially for dislocated patients, which was partially responsible for the occurrence of the recurrent patellar dislocation.

Key words: recurrent patellar dislocation, ultrasonography, pathogenesis, quadriceps muscle

反復性膝蓋骨脱臼, 超音波, 病因, 大腿四頭筋

緒 言

反復性膝蓋骨脱臼の病因には、膝伸展機構を形成する骨や軟部組織の解剖学および機能的異常が考えられているが、過去の報告では、Wiberg¹⁾、Brättstrom²⁾らによる、膝蓋骨や大腿骨外顆の形成不全など先天的な骨性構築の異常を重要視する考え方が主流であった。

しかし、脱臼という病態は、膝蓋大腿関節の自動活動時に生じる動的な現象であり、その病因を追及するには膝蓋骨に直接作用する大腿四頭筋についての考察がより重要と考える。

また本症が女性に多く、成長期後半に多発するという特徴より、性差や年齢差を加味して検討する必要がある。

Merchant³⁾は、真の外傷性を除けば全ての脱臼、亜脱臼は、膝蓋大腿関節形成不全というカテゴリーで統一すべきであり、その重症度の違いによって個々の病状を呈するだけであるとして、反復性膝蓋骨脱臼はそのひとつの stage に過ぎないと考えている。また本邦の小林⁴⁾も、若年女子に多くみられる膝蓋大腿関節障害を、膝蓋大腿関節不安定症としてまとめることを提案しており、X 線計測を行って正常群から軽症群への移行の可能性を示唆している⁵⁾。このように、膝伸展機構の解剖学的個人差の程度により本症が発症すると見る考えが多い。

Stanisavljevic⁶⁾は、手術例の検討から先天性恒久性膝蓋骨脱臼の原因を、胎生期における大腿四頭筋と膝蓋骨を含む筋節の大腿骨に対する相対的内旋障害であると述べており、大腿四頭筋の走行の個体差が生来存在するという考えを示した。

以上より、著者は大腿四頭筋の走行状態に注目し、その先天的な内旋障害が反復性膝蓋骨脱臼にも関与している可能性があると考え、超音波を用いた非侵襲的手法により健常者を調査する方法を考案し、性差や成長を加味

しながら、本症の発生機序における大腿四頭筋の走行の関連を以下の研究により検討した。

対 象

本研究への協力をお願いした新潟市内の幼稚園児（3～5歳）および小（6～11歳）、中（12～14歳）、高校生（15～17歳）を健常群とし、新潟大学付属病院および関連病院に通院中の反復性膝蓋骨脱臼患者を脱臼群とした。健常群は、各学年から男女とも約10名ずつ無作為に抽出し300例に行ったが、超音波画像の不鮮明なものは検討から除外したため、男129名、女124名（3～17歳）計253名を対象とした。脱臼群は、男性例が非常に少ないため、全例女性で、患肢に手術の既往がなく、30歳代までの関節症変化のない18名（12～32歳、平均21歳）を対象とした。なお検査の対象肢は、健常群では左側253肢、脱臼群では患側26肢（右10肢、左16肢）であった。

方 法

1. 測定装置

大腿四頭筋の回旋状態を映し出すには、CT や MRI が考えられるが、前者はレントゲンの侵襲が大きく健常者に安易に使うことはできず、後者は費用の点で問題があり、多数の健常者を扱う今回の研究にはどちらも適さなかった。そこで、簡便で安価であり、使用場所を選ばない点で多数の調査には特に便利であり、しかも解像力にすぐれた超音波を利用した。

使用装置はアロカ社製超音波エコー（SSD-500）とプリンター、および水準器を取り付けた5MHz リニア型プローベとした。撮影は、健常群については各学校で、脱臼群については外来で、全例著者自身が行った。

2. 撮影部位と方法

撮影部位は、大腿四頭筋の大腿骨に対する相対的回旋度を計測するレベルとして、大転子上端と腓骨頭上端を

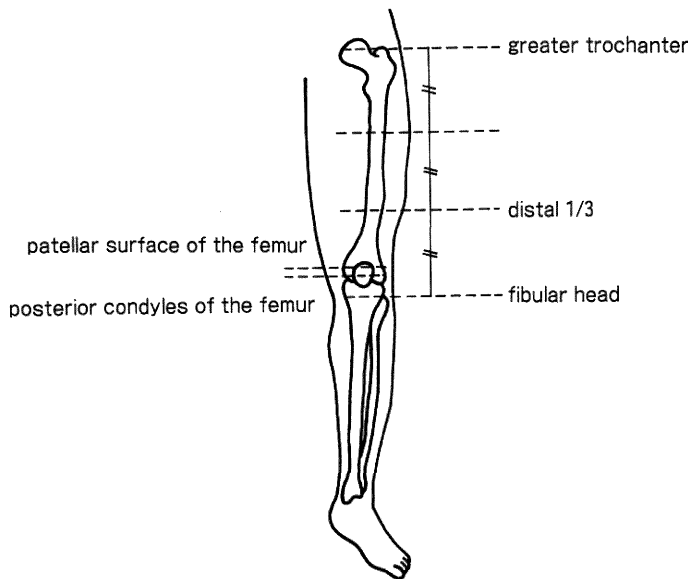


Fig. 1 Three parts of scanning

結んだ線の遠位 1/3 の部位を用い、大腿骨の回旋の指標として大腿骨後顆部を、また骨性要素として大腿骨膝蓋面の 3 部位とした (Fig. 1)。

撮影方法は、まず被検者をリラックスさせた状態で、腹臥位、膝伸展位とし、下腿を助手が保持し固定した。このとき股関節の回旋には特に注意しなかったが、大腿四頭筋が緊張しないように十分気をつけた。大転子および腓骨頭を触れ計測した後、遠位 1/3 の大腿外側にプローベをあてて大腿外側筋間中隔、同肢位にてプローベを大腿部下端に移動し大腿骨後顆を連続して撮影した。それぞれの撮影時にはプローベの水平面からの傾きを水準器から読み取って記録した。最後に、膝を 90 度に屈曲し下腿が垂直となるようにして、膝蓋骨のすぐ近位でプローベを水平面より 45 度上方に向けて大腿骨膝蓋面にあって同部を撮影した (Fig. 2)。

使用するパラメータの計測方法は、プリントされた画像の傾きを水準器の数値で補正し、同一水準にてプローベをあてた場合の画像に変換させた後、大腿外側筋間中隔と垂直面のなす角度 A を大腿骨後顆の接線と水平面との傾き B で補正し、大腿外側筋間中隔外旋度 (以下 E. R. A. と略す) を求め、これを大腿四頭筋外旋度の指標とした。すなわち大腿骨顆部後接線を基準線とした場合の大腿外側筋間中隔の矢状面からの外旋角度であり、次の式で求めた。 $180^\circ - (A + B)$ また、膝 90° 屈曲位での画像から大腿骨膝蓋面の sulcus angle (以下 S. A.

と略す) を計測した (Fig. 3)。

3. 検討項目

以上の方法での測定値について以下の検討を行った。なお、統計処理は相関分析、t 検定および F 検定を用いた分散分析で行い、危険率 5 % 以下を有意限界とした。

1) 健常群全体について E. R. A. と S. A. それぞれの性別比較を行った。

2) 健常群を 3 歳ごとに区切って、年齢別に 5 つのサブグループに分け、E. R. A. と S. A. それぞれについて、サブグループ間の比較およびサブグループごとに性別比較を行った。

3) E. R. A. と S. A. それぞれについて、脱臼群と健常女性との比較を行った。

4. 本検査法における超音波の精度について

健常者 2 名、脱臼患者 2 名、計 8 肢について、超音波の他に MRI を用いて、E. R. A. の計測を行い両者の値を比較した。また脱臼患者 10 名、20 肢について、S. A. の 60° X 線軸射像を用いて計測した値と超音波による値を比較した。

E. R. A. は、超音波と MRI とでは平均 2° (0 ~ 3°) の差 平均 1.5 % の誤差を生じた。S. A. は超音波と X 線とは平均 2.7° (0 ~ 6°) の差、平均 1.8 % の誤差であり、両者の相関係数は 0.94 であった。

以上より、超音波の精度は MRI や X 線とはほぼ同等と考えられた。

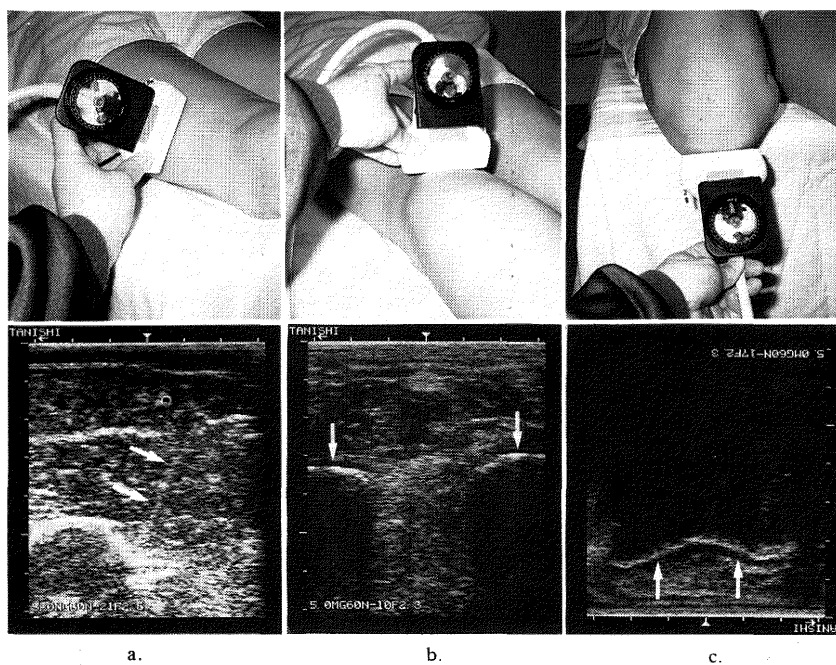


Fig. 2 Scanning method of three parts and obtained images

- a. lateral intermuscular septum of the femur
- b. posterior condyles of the femur
- c. patellar surface of the femur (arrows)

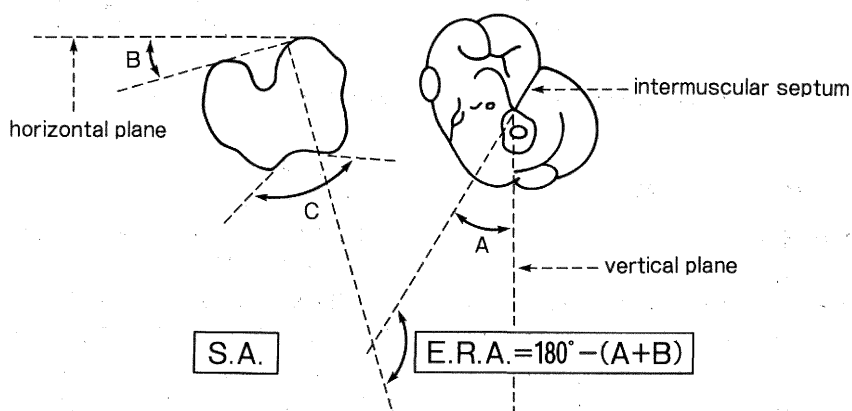


Fig. 3 Measurement of two parameters

1. external rotation angle of lateral intermuscular septum
(E. R. A.) = $180^\circ - (A + B)$
2. sulcus angle (S. A.) = C

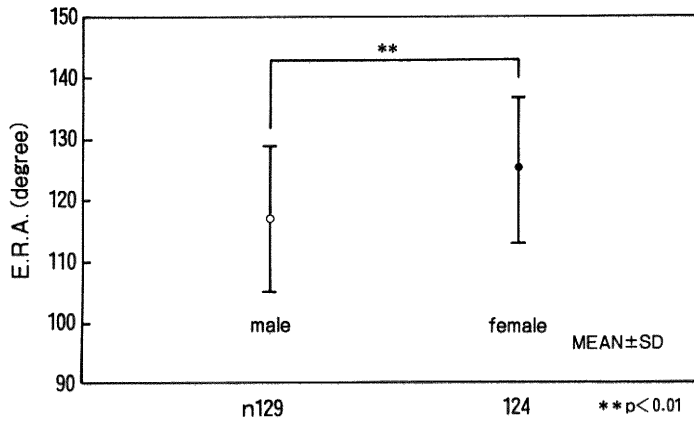


Fig. 4 Comparison of E. R. A. by sex in healthy subjects

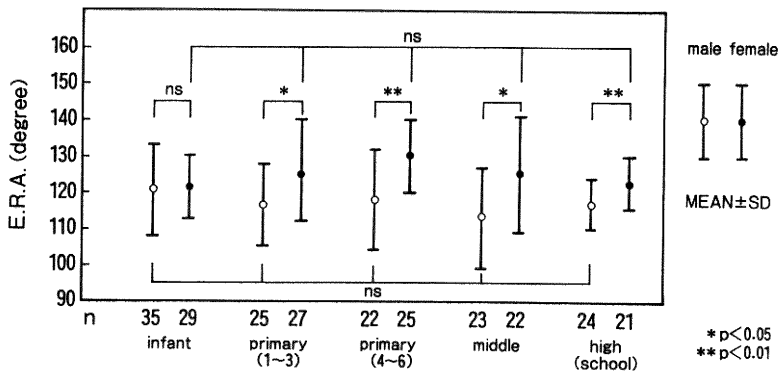


Fig. 5 Comparison of E. R. A. by age in healthy subjects

結 果

1. 健常群間の比較

1-1. E. R. A.

健常群全体では、男性 $117.3^\circ \pm 12.0^\circ$; 女性 $124.7^\circ \pm 12.1^\circ$ となり、女性のほうが有意に ($p < 0.01$) 大きかった (Fig. 4). これを年齢別のサブグループに分けると、幼稚園から順に、男性 $120.7^\circ \pm 12.0^\circ$; $117.0^\circ \pm 11.1^\circ$; $117.9^\circ \pm 13.8^\circ$; $112.7^\circ \pm 14.0^\circ$; $116.5^\circ \pm 7.6^\circ$, 同じく女性 $121.1^\circ \pm 9.3^\circ$; $125.8^\circ \pm 14.1^\circ$; $129.6^\circ \pm 10.1^\circ$; $124.5^\circ \pm 16.7^\circ$; $122.5^\circ \pm 7.3^\circ$ となり、男女とも各年齢間に有意差は見られなかったが、サブグループごとに性別比較を行うと、幼稚園児では性差はなかったが、小学校低学年 ($p < 0.05$) , 高学年 ($p < 0.01$) , 中学生 ($p < 0.05$) , 高校生 ($p < 0.01$) では女性の方が有意に大きかった (Fig. 5).

た (Fig. 5).

1-2. S. A.

健常群全体では、男性 $148.3^\circ \pm 10.0^\circ$; 女性 $144.4^\circ \pm 8.5^\circ$ となり、男性の方が有意に ($p < 0.05$) 大きかった (Fig. 6). これを同じく年齢別サブグループに分けると、男性 $159.6^\circ \pm 6.9^\circ$; $150.9^\circ \pm 6.6^\circ$; $142.9^\circ \pm 5.3^\circ$; $138.4^\circ \pm 6.2^\circ$; $143.7^\circ \pm 4.9^\circ$, 女性 $155.7^\circ \pm 5.2^\circ$; $142.4^\circ \pm 5.7^\circ$; $139.2^\circ \pm 5.4^\circ$; $139.5^\circ \pm 6.7^\circ$; $142.4^\circ \pm 5.5^\circ$ となり、男女とも年齢が高くなるにつれて小さくなる傾向にあった ($p < 0.01$) が、中学生ごろより男女とも一定の値に達した. 同じくサブグループごとの性別比較を行うと、幼稚園児 ($p < 0.05$) , 小学校低学年 ($p < 0.01$) , 高学年 ($p < 0.05$) では有意に男性の方が大きかったが、中学、高校生では男女差が認められなくなった (Fig. 7).

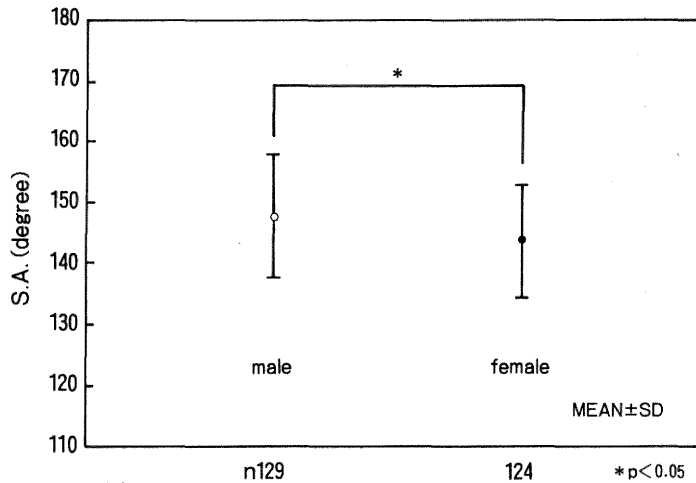


Fig. 6 Comparison of S. A. by sex in healthy subjects

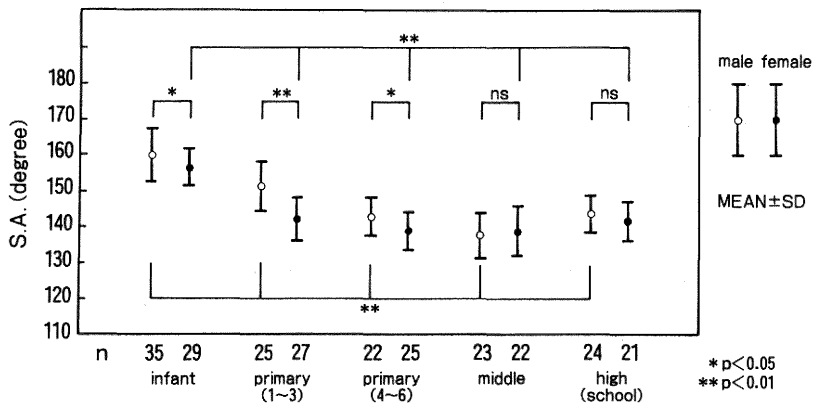


Fig. 7 Comparison of S. A. by age in healthy subjects

2. 健常群と脱臼群の比較

2-1. E. R. A.

女性脱臼患者全体では $134.9^\circ \pm 8.0^\circ$ となり、年齢間に差がないため健常女性全体と比較してみると、脱臼患者の方が有意に ($p < 0.05$) 大きかった (Fig. 8). また10歳代の患者は9名おり (12~19歳, 平均16歳), 健常女子高校生 (平均16歳) と比較すると、それぞれ $134.0^\circ \pm 9.2^\circ$, $122.5^\circ \pm 7.3^\circ$ となり、やはり患者の方が有意に ($p < 0.01$) 大きかった (Fig. 9).

2-2. S. A.

女性脱臼患者全体では $146.4^\circ \pm 5.6^\circ$ となり、年齢間に差のなくなる中学, 高校生の健常女性 $140.9^\circ \pm 6.2^\circ$

と比較すると有意に ($p < 0.01$) 大きかった (Fig. 10).

考 察

反復性膝蓋骨脱臼の病因は、形態的あるいは機能的に Q angle を大きくする因子であり、これらの因子には、骨性の異常と膝伸展機構を形成する軟部組織の異常が報告されているが、いまだ明確な結論は得られていない。本邦では片岡⁷⁾が、いわゆる習慣性膝蓋骨脱臼の病因を詳細に分類したが、福林ら⁸⁾はこれを簡略化して、外傷、全身的靱帯弛緩、膝蓋骨高位、外反膝、反張膝、大腿骨の内捻と脛骨の外捻、大腿四頭筋異常、大腿骨顆部形成不全、腸脛靱帯附着部異常、の9項目に整理して

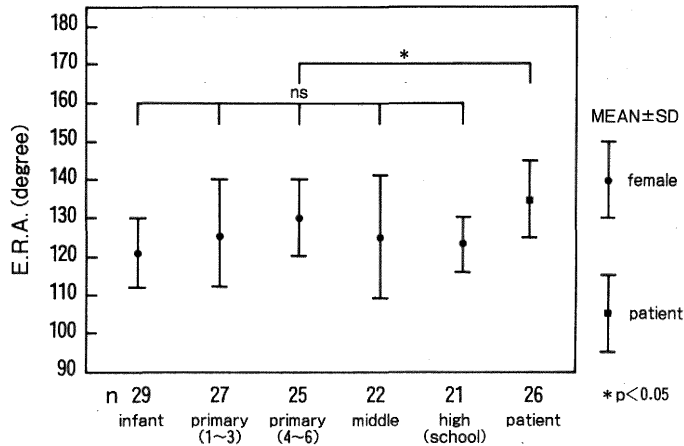


Fig. 8 Comparison of E. R. A. between healthy females and patients

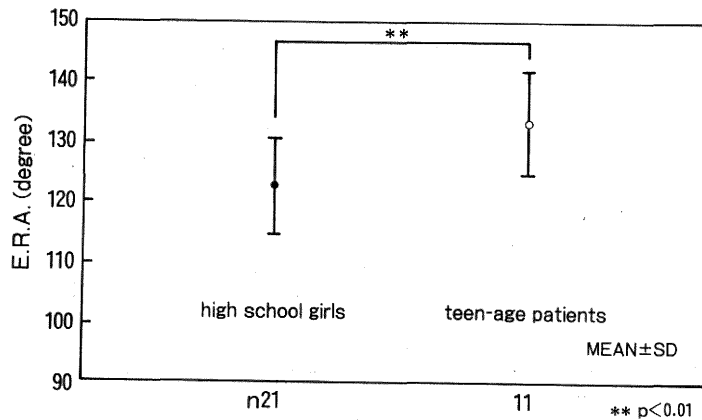


Fig. 9 Comparison of E. R. A. between high school girls and teen-age patients

いる。Kettelkamp³⁾によれば、反復性膝蓋骨脱臼の病態は動的なものであり、McKeever¹⁰⁾が言うように、通常は亜脱臼状態でない膝蓋骨が大腿四頭筋の働きで脱臼し本症を発症することから、著者は大腿四頭筋異常を病因として特に注目した。同じように大腿四頭筋異常を重視した報告では、Mariani and Caruso¹¹⁾、鈴木¹²⁾らは、筋電図の手法を用いて内側広筋と外側広筋の筋力不均衡を証明し、内側広筋の筋力低下が膝蓋大腿関節障害の原因として重要であると報告している。また桜庭¹³⁾は、大腿四頭筋の収縮形態に注目し、短縮性収縮力に比べて過大な伸張性収縮力が脱臼の発症に関与していると述べているが、いずれも機能面からの研究が主体となっ

ている。大腿四頭筋の形態異常の面からは、Jeffreys¹⁴⁾は、腸脛靭帯の附着部異常を原因とする3例の反復性膝蓋骨脱臼を報告し、Fox¹⁵⁾は内側広筋の形成不全を動揺性膝蓋骨の原因としているが、本研究のきっかけとなったのは、大腿四頭筋の回旋形態の異常についてのStanisavljevicの報告である。

発生学的に、下肢芽は発生第4週末胚子の腹外側面にへら状の突出物として現れる。大腿骨は発生第6週までにいわゆる硝子軟骨原型として認められ、血管の侵入に伴って徐々に軟骨内骨化が進行する¹⁶⁾。大腿四頭筋の初兆は発生第6週末下肢芽の基部近くの間葉密集として認められ、下肢芽の伸長に伴って発生第7週には4つの

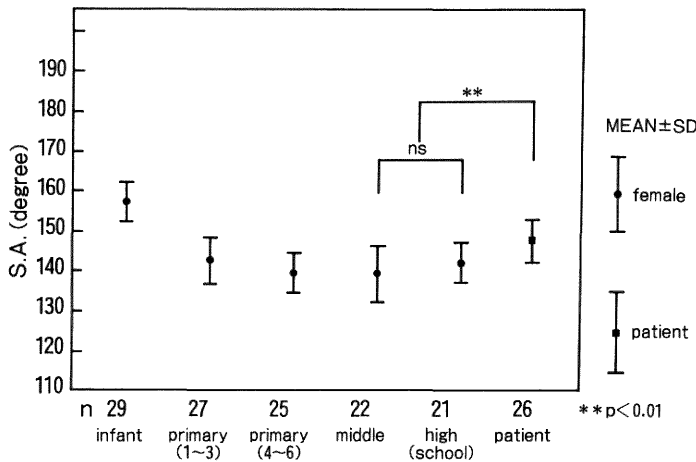


Fig. 10 Comparison of S. A. between healthy females and patients

要素に分かれ、その遠位深部には膝蓋骨の原基が現れる¹⁷⁾。この段階において、大腿四頭筋および膝蓋骨は下肢の外側に位置するが、発生第7週末に下肢は肢軸に対して90度内旋する。結果として大腿四頭筋および膝蓋骨は下肢の前面に位置するようになる¹⁸⁾。筋間中隔の出現は胎生16週であり、筋間の結合組織が分岐し徐々に緻密になって、生下時には深筋膜から大腿骨に付着する解剖形態として認められる¹⁹⁾。すなわち、大腿四頭筋の回旋形態は生下時すでに決定されており、E. R. A. は年齢間に有意差がなかったという今回の結果からは、成長に伴う変化はないと考えられる。

玉木ら²⁰⁾は CT を使って大腿四頭筋の回旋を調べ、健常者、膝蓋骨亜脱臼障害、習慣性膝蓋骨脱臼、先天性恒久性膝蓋骨脱臼の順で外旋傾向にあることを男性についてのみある程度明らかにしたが、症例が少ないために結論には至らなかった。大腿四頭筋走行の病的状態を知るためには健常者における検討も必要であり、著者はその簡便さから多くの症例に使用可能な超音波の利用を考えた。Moulton²¹⁾、Terjesen ら²²⁾は大腿骨の前捻角を超音波を用いて測定し、容易かつ非侵襲的であり、CT と同等の正確さであると述べている。

さらに過去の報告²³⁾から、反復性膝蓋骨脱臼は圧倒的に女性に多く、10代前半に発症しやすいことが特徴とされているが、その理由について言及した報告は見あたらない。今回の結果では、E. R. A. は幼稚園児を除き各年齢で有意に女性の方が大きかった。すなわち女性は男性より大腿四頭筋の外旋傾向が強く、膝蓋骨の外方安定

性に関して不利な状況にあり、これが本症が女性に多い原因の一つと考えられる。また S. A. は小学生以下では有意に男性のほうが大きく、中学、高校生では差がなかった。すなわち膝蓋骨への大腿骨外顆による外側からの支えは、小学生以下では女性の方が強いが、中学、高校生では等しくなってしまう。Hughston²⁴⁾は反復性膝蓋骨脱臼は運動選手に多いとしているが、中学、高校生の時期は膝関節運動すなわち大腿四頭筋の活動が高くなる頃であり、10代の女性に多発する一因かもしれない。

今回の研究で、大腿外側筋間中隔の計測部位を大腿遠位部に取ったのは、腸脛靭帯が発達しているためプローベの圧迫による画像の歪みが無いことと、膝蓋大腿関節により近い方が膝蓋骨への影響も強いと考えたからであり、これより遠位では筋間中隔の画像が曲線となり計測が困難となる。また大腿骨膝蓋面を撮影するさいプローベの位置に多少のばらつきが出るが、長谷川²⁵⁾は X 線計測的研究にて、S. A. は撮影肢位に影響されずほぼ一定した値が得られると述べており、天内ら²⁶⁾も、X 線入射角が前額方向、矢状方向とも20度以内のばらつきでは S. A. に影響はないとしていることから、精度上問題ないと考えた。

E. R. A. すなわち大腿四頭筋の外旋度は年齢間に差はなく、また小学生以上では常に女性の方が大きく、女性脱臼患者ではさらに大きかった。このことから、脱臼患者では生下時より大腿四頭筋の外旋度が健常者より大きいために、膝蓋骨への外方ベクトル、すなわち脱臼傾向もそれだけ大きくなると考えられ、これが本症の病

因のひとつの要素と思われた。

S. A. は小学生以下では男性のほうが大きい、中学、高校生では男女差がなくなり、また男女とも一定の値に達する。これは男性では女性より骨成長の速度が遅れるためと考えられ、また健康人では、大腿骨膝蓋面の最終形態は中学生頃完成し性差は無くなると思われる。Walmsley は、発生学的に大腿骨膝蓋面は胎生初期、すなわち膝蓋大腿関節が動き出す前に形成され膝蓋骨とは独立して発達するとしており、Ficat ら²⁷⁾は大腿骨膝蓋面の形態は一義的、遺伝的に決定されると考え、その形成不全は遺伝的欠損によるものとした。また Fox は、大腿四頭筋メカニズムの形成不全が一義的で大腿骨膝蓋面の形成不全は二次的なものとしている。どちらが先行するか明確な結論は得られていないが、今回の結果では、脱臼患者は健康群と比べ明らかに大腿骨膝蓋面の形態は浅く、これも膝蓋骨の外方不安定性の重要な要素と考えた。

結 語

反復性膝蓋骨脱臼の病因としての大腿四頭筋の関与を知る目的で、超音波を使って健康な成長期の男女と脱臼患者の、大腿四頭筋の回旋状態を比較検討し、以下の結論を得た。

1. 大腿四頭筋の大腿骨に対する外旋度は、年齢に関係なく常に女性のほうが男性より大きかった。
2. 大腿骨膝蓋面の形態は、小学生以下では性差が認められ男性のほうが浅かったが、中学生以上ではその差がなくなった。
3. 脱臼患者を健康女性と比較すると、大腿四頭筋の外旋度はより大きく、大腿骨膝蓋面の形態はより浅かった。

以上の結果から、女性は大腿四頭筋の外旋傾向が生下時より男性に比べて強く、大腿四頭筋の活動性が徐々に高くなり、大腿骨膝蓋面の形態に性差の無くなる、中学、高校生ごろはかなり膝蓋骨の外方不安定性の大きい時期であり、この不安定性のより大きな群が反復性膝蓋骨脱臼を発症しやすいと考えた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました高橋栄明教授に深謝致します。また、本研究を進めるにあたり、直接御指導、御協力頂いた古賀良生先生、ならびに膝班の諸先生方に感謝致します。

なお、本論文の要旨は、第65回日本整形外科学会学術集会において発表した。

参 考 文 献

- 1) Wiberg, G.: Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. Acta orthop. Scand. (Suppl.). 12: 319~410, 1941.
- 2) Brättstrom, H.: Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. Acta orthop. Scand. (Suppl.), 68: 2~148, 1964.
- 3) Merchant, A.C.: Classification of patellofemoral disorders. J. Arthroscopy, 4: 235~240, 1988.
- 4) 小林 晶: 不安定膝蓋大腿関節障害の診断と治療. 日整会誌, 64: 993~1015, 1990.
- 5) 泊 一秀, 小林 晶: 正常膝蓋大腿関節の X 線学的検討. 整形外科, 40: 1185~1190, 1989.
- 6) Stanislavljjevic, S.: Congenital, irreducible, permanent lateral dislocation of the patella. Clin. Orthop., 116: 190~199, 1976.
- 7) 片岡 治: いわゆる習慣性膝蓋骨脱臼 (1) 分類および原因について. 臨整外, 3: 222~231, 1968.
- 8) 福林 徹, 鈴木勝己, 中嶋寛之, 近藤 稔, 小出清一, 長坂与一, 黒沢 尚, 古賀三郎, 土肥徳秀, 渡辺修助: いわゆる習慣性膝蓋骨脱臼について. 災害医学, 21: 63~71, 1978.
- 9) Kettelkamp, D.B.: Current concept view. Management of patellar malalignment. J. Bone Joint Surg., 63-A: 1344~1348, 1981.
- 10) McKeever, D. C.: Recurrent dislocation of the patella. Clin. Orthop., 3: 55~60, 1954.
- 11) Mariani, P.P. and Caruso, I.: An electromyographic investigation of subluxation of the patella. J. Bone Joint Surg., 61-B: 168~169, 1979.
- 12) 鈴木 倫: 膝蓋大腿関節障害に対する大腿四頭筋の役割について. 日整会誌, 61: 905~916, 1987.
- 13) 桜庭景植: 反復性膝蓋骨脱臼膝における等速性筋収縮の特性. 日整会誌, 66: 657~667, 1992.
- 14) Jeffries, T.E.: Recurrent dislocation of the patella due to abnormal attachment of the iliotibial tract. J. Bone Joint Surg., 45-B: 740~743, 1963.
- 15) Fox, T.A.: Dysplasia of the quadriceps mechanism. Surg. Clinic. North America. 55: 199~226, 1975.
- 16) Gardner, E., and Gray, D.J.: The prenatal development of the human femur. Am. J. Anat., 129: 121~140, 1970.

- 17) Walmsley, R.: The development of the patella. J. Anat., 74: 360~370, 1939.
- 18) Langman, J.: Medical embryology. Williams & Wilkins, Baltimore, 1975.
- 19) Peri, G., Valenza, V., Farina-Lipari, E., Ridola, C.: A contribution to knowledge of the compartments and the fascial and septal formations of the popliteal fossa in the human fetus and the adult. Arch. Ital. Anat. Embryo., 96: 201~217, 1991.
- 20) 玉木満智雄, 古賀良生, 浅井 忍, 中村 尚, 島垣 斎, 朴 鐘大, 高橋栄明: 膝蓋骨脱臼例における下肢 CT 像による大腿四頭筋走行の検討. 東北整災紀要, 30: 6~11, 1986.
- 21) Moulton, A., and Upadhyay, S.S.: A direct method of measuring femoral anteversion using ultrasound. J. Bone Joint Surg., 64-B: 469~472, 1982.
- 22) Terjesen, T., and Anda, S.: Femoral anteversion in children measured by ultrasound. Acta Orthop. Scand., 58: 403~407, 1987.
- 23) MacNab, I.: Recurrent dislocation of the patella. J. Bone Joint Surg., 34-A: 957~967, 1952.
- 24) Hughston, J. C.: Subluxation of the patella. J. Bone Joint Surg., 50-A: 1003~1026, 1968.
- 25) 長谷川清: 膝蓋骨および大腿骨膝蓋面の X 線計測的研究. 日整会誌, 58: 295~306, 1984.
- 26) 天内 広, 池野 徹, 佐々木稔, 三谷康博: Skyline View の X 線入射基準について. 日本放射線技術学会雑誌, 39: 154~164, 1983.
- 27) Ficat, R.P. and Hungerford, D.S.: Disorders of the patello-femoral joint. Williams & Wilkins, Baltimore, 1977.

(平成11年1月8日受付)