

日本人健康男児の膝関節軟骨厚の発育変化に関する横断的検討

早稲田大学スポーツ科学学術院

鳥 居 俊

要 旨 小学校1年生から6年生までの日本人健康男児100名を対象に、膝関節の大腿骨内側顆荷重面を超音波断層装置により撮像し、軟骨厚を測定した。

軟骨厚は1, 2年生で最も厚く、5, 6年生で最も薄くなっており、低学年、中学年、高学年の間で有意差が見られた。また、軟骨厚と月齢の間には有意な負の相関が見られ、月齢が大きいほど軟骨厚は小さくなっていた。

本研究の結果から、膝の荷重部関節軟骨厚は、少なくとも小学生の間、発育に伴い減少することが示唆された。

緒 言

長管骨の骨端部は骨端核の出現前では関節軟骨から骨端軟骨まで一塊となっている。Ogden⁴⁾によれば、大腿骨遠位の骨端核の出現は出生前であり、閉鎖年齢は16~19歳とされている。その間、骨端核は大きさを増し、骨端核より先端の軟骨塊は徐々に厚みを減らしていくと考えられる。従って、発育途上の軟骨の厚さの変化を定量化することで、骨端部の発育状態を評価することができる。と考えることができる。

発育途上の関節軟骨の形態的变化に関する研究にはMRIを用いたもの²⁾³⁾と超音波断層装置を用いたもの⁵⁾があり、体積を推定できるため前者を用いた研究が最近は増加している。一方、超音波断層装置の利点は短時間で撮像可能なこと、装置を持ち運びできる携帯性などであり、小児を長時間閉所に拘束することなく検査できる。

本研究では、日本人小児の関節軟骨の発育変化を知る目的で超音波断層装置を用いて膝関節の軟骨厚を測定し、年齢との関係を検討した。



図1. 関節軟骨厚の計測位置
大腿骨内側顆荷重面に垂直に探触子を当てる。

対象と方法

発育に影響する傷病既往がなく、エリートジュニアスポーツには参加していない健康な男子小学生100名(1年生~6年生)を対象に、膝関節の大腿骨内側顆の関節軟骨厚を測定した。

軟骨厚の測定は、対象を平坦な台の上に仰臥位にさせ、股関節を90度屈曲し、膝関節を最大屈曲させた状態で行った。超音波断層装置(Aloca社製SSD-1000)の探触子(7.5MH)を大腿骨長軸方向に向け(図1)、膝蓋骨の内側縁のすぐ内側に置いて撮像した。図2のように大腿骨内側顆の軟骨表面と軟骨下骨表面との距離を軟骨厚とし、0.5mm単位で読み取った。撮像ならびに軟骨厚の読み取りは全て同一検者によって行われた。

なお、測定に際して対象とその保護者に本研究の内容について説明し、同意を得て測定を行った。

Key words : Japanese boy (日本人男児), joint cartilage (関節軟骨), growth change (発育変化)

連絡先 : 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15 早稲田大学スポーツ科学学術院 電話(04)2947-6746

受付日 : 2013年3月26日

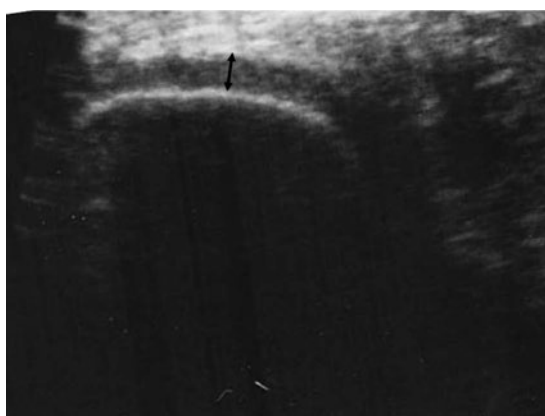


図2. 超音波画像での軟骨厚の計測
軟骨表面から軟骨下骨表面までの厚さを計測(0.5 mm まで読み取る)。

表1. 学年別の対象数, 身長

学年	人数(名)	学年別身長(cm)	学年群別身長(cm)
1年	8	117.1 ± 3.7	120.6 ± 4.8
2年	11	123.1 ± 3.9	
3年	3	127.4 ± 6.0	133.2 ± 6.9
4年	21	134.0 ± 6.7	
5年	28	140.7 ± 7.9	143.8 ± 8.1
6年	26	147.1 ± 6.9	

軟骨厚と年齢(月齢に換算), 身長との関連性を Pearson の相関分析により検討するとともに, 小学校の学年間, 低学年群(1, 2年生), 中学年群(3, 4年生), 高学年群(5, 6年生)の学年群間で比較した。学年間, 学年群間の比較には一元配置分散分析を用い, post-hoc test には Fisher 法を用いた。危険率5%未満をもって有意差ありとした。

結 果

対象の人数と身長を表1に示す。年齢(月), 身長と軟骨厚との関係を図3, 図4に示す。左右どちらの膝の軟骨厚とも年齢(月)や身長と有意な負の相関を示した。

次に, 1年生から6年生までの左右の軟骨厚の平均値を図5に示す。全体として軟骨厚は学年が大きくなると有意に($p < 0.001$)減少していたが, 1・2年生間, 3・4年生間, 5・6年生間には差がなかった。

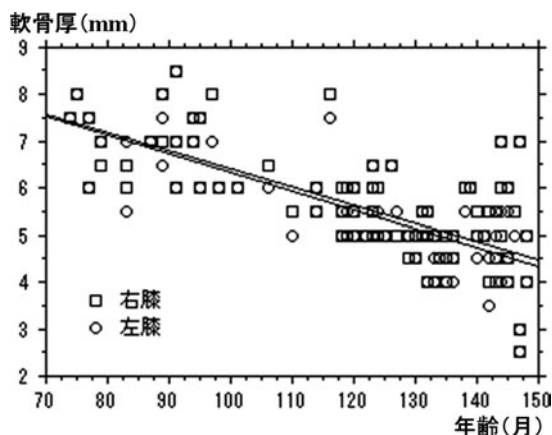


図3. 年齢(月)と軟骨厚との関係
両膝とも年齢と軟骨厚との間に有意な負の相関(相関係数: 右膝-0.707, 左膝-0.738, ともに $p < 0.0001$)を認め, 年齢の増加とともに関節軟骨は菲薄化する。

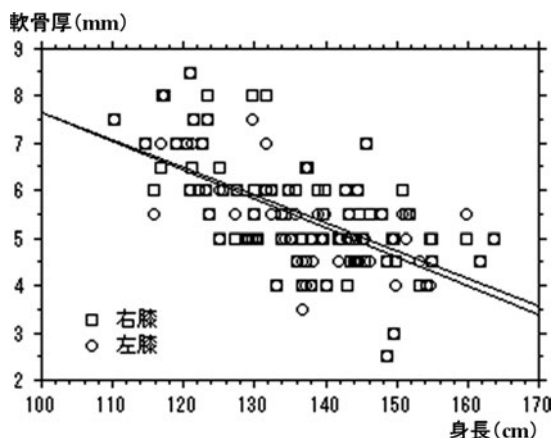


図4. 身長と軟骨厚との関係
両膝とも身長と軟骨厚との間に有意な負の相関(相関係数: 右膝-0.595, 左膝-0.621, ともに $p < 0.0001$)が認められ, 身長の増加とともに関節軟骨は菲薄化する。

低, 中, 高学年の3群間で比較すると(図6), 全ての学年群間に有意差が見られた。

考 察

超音波断層装置により測定した小児の関節軟骨厚に関する報告は Spannow ら⁵⁾による7歳から16歳までの394名の男女を対象とした報告があり, 膝を含めた5つの関節の軟骨で年齢とともに有意な減少が示されている。この報告での膝関節の軟骨厚の測定はリウマチ疾患を評価するガイド

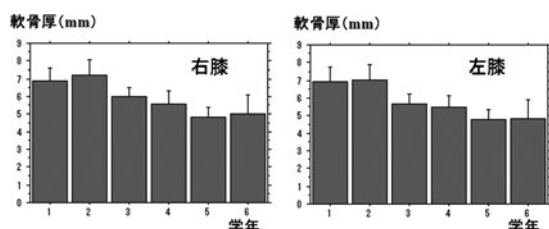


図5. 学年別の軟骨厚

1, 2 年間, 3, 4 年間, 5, 6 年間以外は学年間に有意差あり。

ライン¹⁾に従って大腿骨の膝蓋面で行われており、本研究とは測定部位が異なるため数値が異なる。

本研究の結果から、少なくとも小学生の間には年齢とともに関節軟骨の厚さは減少し、身長の高さともある程度相関があるということになる。

骨格発育、特に骨端軟骨の閉鎖時期は骨により異なることが知られ、膝以外の部位では本研究の結果とは異なる年齢変化を示す可能性がある。また、一般的に発育の早い女児では小学校高学年で関節軟骨厚の変化が停止する可能性が考えられる。

本研究の対象数は100名に過ぎないため、日本の小児全体の軟骨厚の発育変化を論じるには充分と言えないが、今後対象を蓄積することで以下のような活用が考えられる。第1は関節リウマチなど関節疾患において軟骨損傷の有無を量的に評価するために、日本人の標準値が必要であるという点である。また、第2に小児期の身体活動などの力学的刺激が軟骨の発育にどのような影響を与えるかを検討する場合にも比較すべき標準値が必要となる。

結 語

小学校1年生から6年生までの健康男児100名

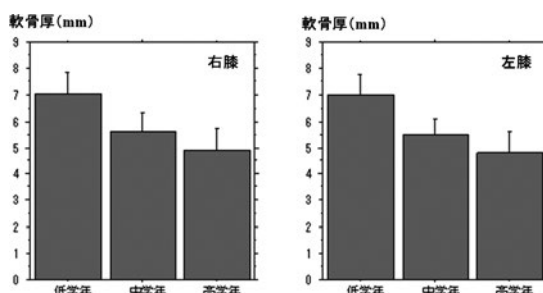


図6. 低学年, 中学年, 高学年での比較

学年群間に有意差が認められ($p < 0.001$), 年長になるほど軟骨厚は菲薄化する。

の膝関節軟骨厚を超音波断層法により測定した。軟骨厚は年齢(月)や身長と負の相関を示した。

参考文献

- 1) Backhaus M, Burmester G-R, Gerber T et al.: Guidelines for musculo- skeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis* **60** : 641-649, 2001.
- 2) Craig JG, Cody DD, van Holsbeeck M: The distal femoral and proximal tibial growth plate: MR imaging, three-dimensional modeling and estimation of area and volume. *Skeletal Radiol* **33** : 337-344, 2004.
- 3) Jones G, Ding C, Glisson M et al.: Knee articular cartilage development in children: a longitudinal study of the effect of sex, growth, body composition, and physical activity. *Pediatr Res* **54** : 230-236, 2003.
- 4) Ogden JA: *Skeletal injury in the child* (1sted.). Lea & Febiger, Philadelphia, pp. 56-57, 1982.
- 5) Spannow AH, Pfeiffer-Jensen M, Andersen NT et al.: Ultrasonographic measurements of joint cartilage thickness in healthy children: age- and sex-related standard reference values. *J Rheumatol* **37** : 2595-2601, 2010.

Abstract

Natural Course of Cartilage Thickness in the Knee Joint : A Large Cross-Sectional Study of Healthy Boys at Primary School in the General Population in Japan

Suguru Torii, M. D.

Faculty of Sport Sciences, Waseda University

Author report a cross-sectional study of the natural development of the cartilage thickness at the knee joint in 100 healthy boys in the general population of Japan. The subjects were all those boys in all grades 1-6 attending a small primary school. The cartilage thickness at the knee joint (weight bearing area of the femur medial condyle) was measured using ultrasonography. Results showed significant differences among the three groups ; grades 1-2, grades 3-4, and grades 5-6, with cartilage thickness decreasing with increasing age. These findings suggested that during primary school ages that the knee cartilage thickness decreases with increasing age and height.