

- 節置換膝の位置・姿勢の推定. 信学技報102(89): 37-40, 2002.
- 2) 石谷周一, 林豊彦 他: 3次元骨モデルの鏡視画像への重ね合わせ表示システム—水中におけるカメラ校正及び切断肢を用いた精度評価—. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 30: 509-514, 2009.
 - 3) 古賀良生, 寺島和宏 他: 3次元膝運動解析結果の評価法. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 18: 383-386, 1994
 - 4) 織田広司, 林豊彦 他: 膝の透視X線画像における骨輪郭の半自動抽出法. 信学技報108(52): 33-38, 2008
 - 5) 織田広司, 林豊彦 他: 3次元骨モデルの鏡視画像への重ね合わせ表示システム—骨輪郭の半自動抽出法を用いた2D/3Dレジストレーション—. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 30: 501-507, 2009.
 - 6) 佐々木俊行, 林豊彦 他: 関節鏡ナビゲーション手術における骨モデルの鏡視画像への重ね合わせ精度評価. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 29: 241-246, 2008.
 - 7) Yasuo N, Toyohiko H et al.: Automatic head positioning system using PSD-equipped camera-based photostereometry and a 5-degree-of-freedom robotized chair: calibration and accuracy verification. *Frontiers Med Biol Engng* 8 (1): 47-63, 1997.

特集
変形性膝関節症の治療戦略

疫学調査からみた 危険因子と生活指導

Risk factor of knee osteoarthritis and
management in daily life

大森 豪

G. Omori : 新潟大学超域研究機構

Key words

- 変形性膝関節症(knee osteoarthritis)
- 危険因子(risk factor)
- 疫学調査(epidemiological study)
- 機械的因子(mechanical factor)
- 生活指導(management in daily life)

24 (1000) 関節外科 Vol.29 No.9 (2010)

はじめに

変形性膝関節症(膝OA)は、膝関節軟骨の磨耗変性を主体とした慢性退行性疾患である。膝OAの発症を予防し進行を抑制するためには、本症の病態としての自然経過や発症、進行に関与するrisk factorを解明することが不可欠であり、これまでに疫学調査や生体工学、生化学、生理学、栄養学、遺伝子などさまざまな研究が行われ、いくつかの危険因子が明らかになってきている。

本稿では、過去の疫学調査の結果から考えられている膝OAの危険因子について概説し、さらに、日常生活において指導、対処可能な内容について言及する。

膝OAの危険因子

■年齢および性別

過去いずれの疫学調査においても膝OAの発生頻度は、基本的に年齢とともに増加し、かつ50歳以降では女性で1.5~2倍程度頻度が高くなっている(図1)。しかし、40歳以下の膝OA発症率や外傷との関連性についての研究は少なく不明な点が多い^{1)~6)}。

■人種

それぞれの調査法が同一ではないことが多く単純比較には注意を要するが、人種間での著しい発生率の差はこれまでのところ報告されていない(図1)。米国で行われたNHANES-I⁷⁾では、黒人は白人に比べて男性で1.4倍、女性で2.8倍膝OAに対する危険度が大きくなっている。Yoshidaら⁷⁾は長崎県での調査をFramingham studyと同一の方法で比較し、日本人女性は白人女性に比べて1.9倍危険度が高いと述べている。

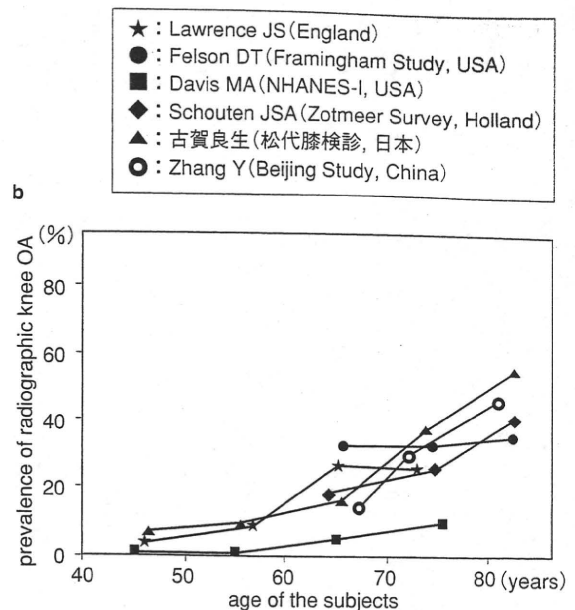
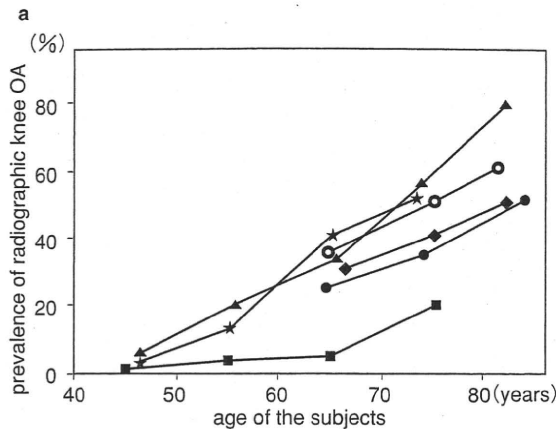
■肥満

過去の研究において肥満と膝OAとの有意な

0286-5394/10/¥400/論文/JCOPY

図1 代表的な疫学調査における膝OAの発生率

a : 女性。b : 男性。

(文献⁴³⁾より)

関連性を示す報告は多い。NHANES-I³⁾では、BMI (body mass index; kg/m^2) >30 の場合は男性で4.78倍、女性で3.87倍危険度が増加するとしている。また、Schoutenら⁴⁾はオランダで行った調査(Zoetermeer study)で、BMIが23以上で1.56倍、25以上で3.82倍に危険度が増すと報告した。わが国では、著者らが行った松代膝検診⁹⁾では、BMI >25 の場合オッズ比が男性で2.63、女性で3.11となっており、Yoshimuraら⁹⁾や須藤ら¹⁰⁾もBMIと膝OAの有意な相関関係を述べている。また、肥満が膝OAに与える影響のメカニズムについては、膝関節にかかる荷重負荷による直接的作用が大きいと考えられる。

■代謝性疾患

膝OA患者の関節液では50~60%にピロリン酸カルシウム結晶(CPPD)を含めた結晶性物質が存在し、OAの進行とともに増加するといわれている¹¹⁾。しかし、全身的高尿酸血症の影響については否定的な報告が多い。その他、高脂血症、血糖値、高血圧についてもさまざまな報告があるが一定の見解はなく、現時点では全身的な代謝性疾患の膝OAへの直接的な関与は

明らかではない。

■喫煙

NHANES-I³⁾やFramingham study¹²⁾では喫煙習慣は膝OAに予防的に作用することを示しており、Hartら¹³⁾はChingford studyの解析から喫煙は骨棘形成、関節裂隙狭小化のいずれにも影響しないと述べている。しかし、生物学的メカニズムはほとんど解明されていない。

■職業、生活様式、日常活動性と運動

炭鉱夫、港湾労働者、大工、農夫など重労働や膝屈伸を多用する仕事では、有意に膝OAの発生率が高いという報告がみられる¹⁴⁾。また、日常生活動作では、しゃがみ込み動作や階段昇降は膝OAを増加させ、逆に椅子の腰掛けは予防的に作用するという研究がみられる⁹⁾。運動と膝OAの関連については、ジョギングなど膝関節に対して軽度~中等度の負荷に留まる運動の継続は膝OAへの影響は少ないとする報告が多い¹⁵⁾。

■膝外傷

疫学調査における膝外傷と膝OAとの関連性については、Gelberら¹⁶⁾は1,321名を対象とした

36年間の調査で、膝外傷の既往がある場合、膝OA発症の相対危険度が5.2と報告している。一方、患者を対象とした研究では、Englundら¹⁷⁾は変性半月板の断裂と切除量が多いことが膝OA発症に影響するとしている。また、前十字靭帯損傷ではSegawaら¹⁸⁾やRoos¹⁹⁾が受傷後12～14年で半数近くに膝OAが発症していると述べている。

■ 下肢筋力

Slemendaら²⁰⁾は、膝OAの女性では膝伸展力が対照群に比べて15～18%低いと報告している。渡辺ら²¹⁾は松代膝検診で、膝OAの病期進行に伴う大腿四頭筋力の低下を報告している(図2)。また、日常生活動作(ADL)における大腿四頭筋の反応時間や膝屈筋とのバランス、関節位置覚が影響するとした報告もみられる²²⁾。

■ 下肢アライメント、スラスト運動

Sharmaら²³⁾は膝OA患者を調べ、膝内反(femollo-tibial angle; FTA)・外反アライメントが内側・外側型膝OAを有意に進行させると報告し、著者らも松代膝検診²⁴⁾において膝内反アライメントが膝OA発症の危険因子であることを明

らかにしている(図3)。また、立脚歩行初期にみられる膝の急激な内反運動であるスラストは、膝OAの有力な危険因子と考えられており、その関連性が松代膝検診(図4)²⁴⁾やChangら²⁵⁾によって示されている。

■ 骨粗鬆症

Framingham study²⁶⁾やChingford study²⁷⁾では高骨密度と膝OAの関連性が示され、わが国でも須藤ら¹⁰⁾が同様の結果を報告している。しかし、近年の研究では高骨密度は膝OA発症に影響するが、膝OAの進展には低骨密度が関連するという報告もあり、骨粗鬆症と膝OAの関連性は明らかであるが、その作用機序については解明されていない。

■ 性ホルモン

Framingham study²⁸⁾やChingford study²⁹⁾では、エストロゲン補充療法(ERT)は膝OAに予防的に作用する結果が示されたが有意ではなかった。近年、ERTとアレンドロネートの併用が膝OAの軟骨下骨変性に予防的に作用することが示されており³⁰⁾、今後疫学研究においても大規模な前向き調査が必要と考えられる。

図2 松代膝検診における大腿四頭筋力値と膝OA-gradeとの関連性

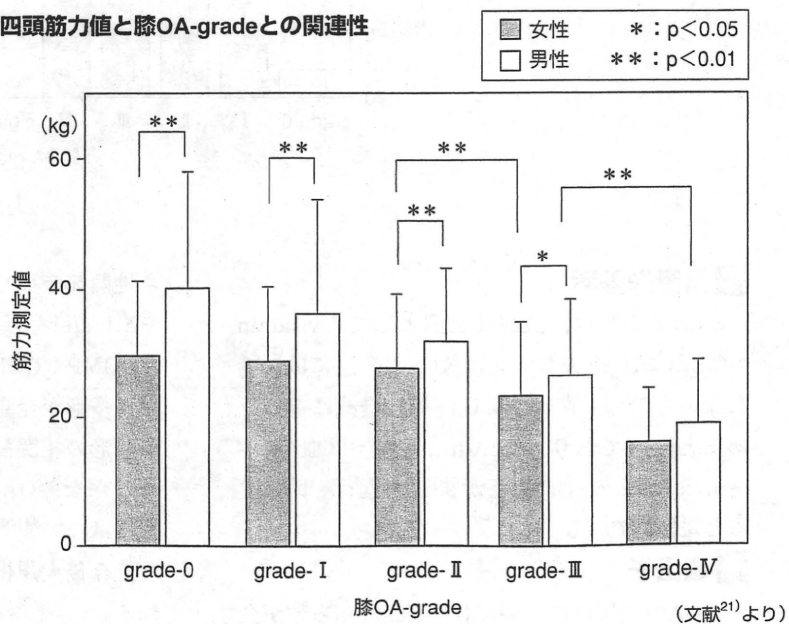


図3 松代膝検診におけるFTAと膝OA-gradeとの関連性

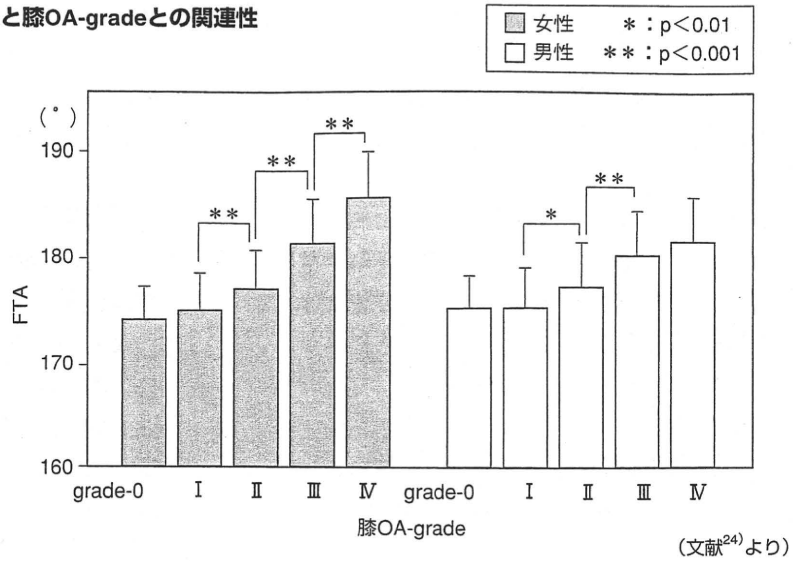
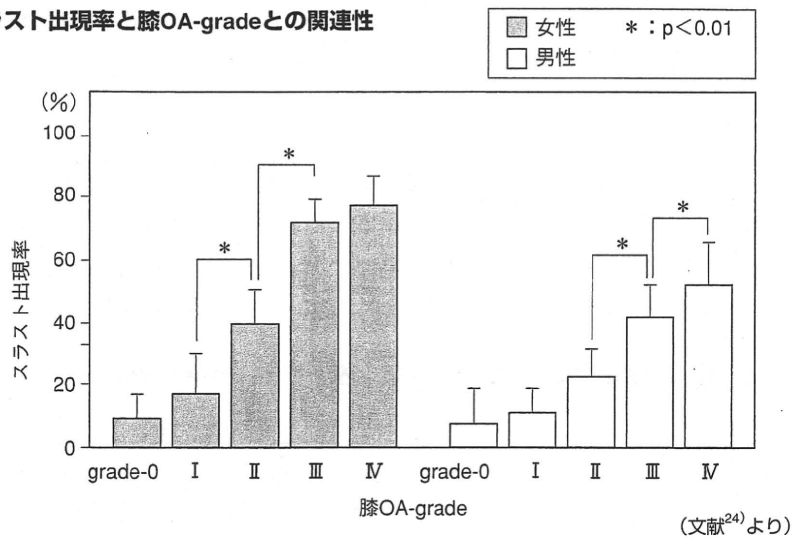


図4 松代膝検診におけるスラスト出現率と膝OA-gradeとの関連性



■ 微量栄養素

Sowersら³¹⁾は、抗酸化物質としてのvitamin A,C,Eおよびβ-カロチンは膝OAの発症には影響しないものの、進行および疼痛の軽減に有効であると述べており、McAlindonら³²⁾は血中25-hydroxy vitamin Dの低下が膝OAの進行を助長すると報告している。

■ 遺伝子

膝OAの遺伝性については、Kellgrenら³³⁾が全

身性関節症(GOA)の報告以後、軟骨形成不全症やStickler症候群の原因遺伝子として同定されたCOMPやCOL2A1を足がかりにして多くの遺伝子多形が発見された。さらに、これらの遺伝子多形の相関解析が行われているが、現在まで明らかな膝OAの候補遺伝子として特定されたものはない^{34),35)}。本疾患の複雑な病態を考えると、今後大規模な集団での解析が必要と考えられる。

膝OAの危険因子からみた生活指導

前項で述べた膝OAの危険因子を要約すると、現時点では膝OAの発症・進行に大きく影響するのは機械的因子であり、日常生活においてもいくつかの対応が可能であることが理解できる(図5)。さらに、膝関節の基本的な機能は可動性と支持性であり、この2つの機能を維持することも重要と考えられる。

■減量

最近の研究では、肥満の膝OA患者に対して減量、もしくは減量+下肢筋力訓練により、膝痛や歩行能力などが有意に改善することが報告されている^{36)~38)}。また、わが国においても戸田³⁹⁾が減量+歩行、または筋力訓練を行った場合の有効性を示している。したがって、減量が膝OAの症状改善に有効であることは明らかと考えられるが、実際の目安についてはこれまでの危険因子に関する国内の研究結果を参考にすれば、BMIで24~25を1つの目安にするのが妥当と考えられる。しかしながら、現時点で減量の効果が期待できるのは、膝OAもしくは膝痛

を有する肥満者に対する疼痛や膝機能の改善であって、膝OA自体の発症予防や進行抑制への効果については明らかではないことを認識する必要がある。

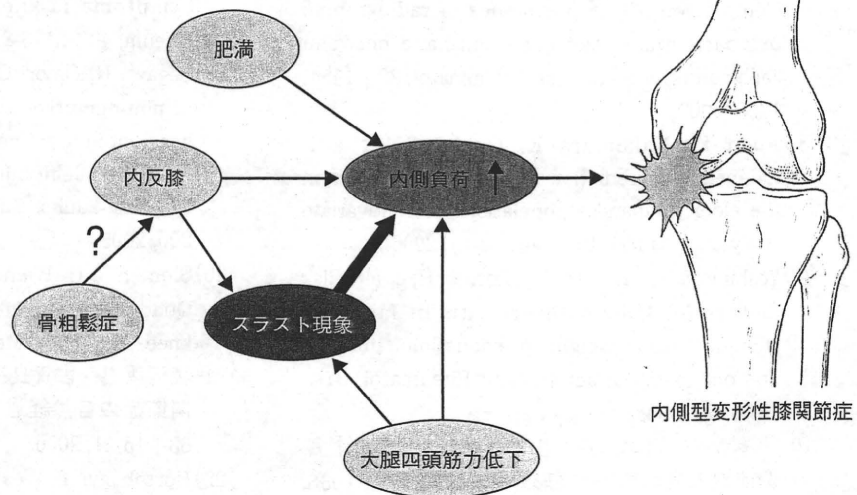
■下肢筋力訓練

近年、膝OA患者に対する下肢筋力訓練の効果についての研究がみられ、膝痛軽減や関節機能の改善、NSAIDs使用群と同等の効果などが報告されている^{40)~42)}。これらの結果からは、下肢筋力訓練は膝OAの症状改善に有効であるが単一の治療法としては十分ではなく、前述した減量や別項で述べられている装具療法などほかの保存療法と併せて行うことが望ましいと考えられる。また、筋力訓練の方法についてもさまざまな報告がなされているが、膝関節への荷重負荷の少ないSLR訓練や大腿四頭筋セッティング、運動ではステーションナルバイクや水中運動が勧められる。

おわりに

膝OAの発症と進行には多因子が関与するが、そのなかでも機械的因子は最も影響が大きく、

図5 膝OAの発症・進行における機械的因子の影響



かつ各因子への具体的な対応策が求められている。しかし、現時点では肥満に対する減量、筋力低下に対する強化訓練といった単純な対応し

か見出せていない。今後は、膝内反やスラストとの関連性も評価し、新しい観点に基づいたより有効な対応策を考える必要がある。

文献

- 1) Lawrence JS, Bremner JM, Bier F : Osteoarthritis : Prevalence in the population and relationship between symptoms and X-ray changes. *Ann Rheum Dis*, 25 : 1-24, 1966.
- 2) Felson DT, Naimark A, Anderson JJ, et al : The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly : The framingham osteoarthritis study. *Arthritis Rheum*, 30 : 914-918, 1987.
- 3) Anderson JJ, Felson DT : Factors associated with osteoarthritis of the knee in the first national health and nutrition examination survey. *Am J Epidemiol*, 128 : 179-189, 1988.
- 4) Schouten JSAG, van den Ouweland FA, Valkenburg HA : A 12 year follow-up study in the general population on prognostic factors of cartilage loss in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*, 51 : 932-937, 1992.
- 5) 大森 豪, 古賀良生, 瀬川博之ほか : 変形性膝関節症に対する21年間の疫学的縦断調査—松代膝検診2000の経験. *膝*, 26 : 243-246, 2001.
- 6) Zhang Y, Xu L, Felson DT, et al : Comparison of the prevalence of knee osteoarthritis between the elderly Chinese population in Beijing and whites in the United States : The Beijing osteoarthritis study. *Arthritis Rheum*, 44 : 2065-2071, 2001.
- 7) Yoshida S, Aoyagi K, Felson DT, et al : Comparison of the prevalence of radiographic osteoarthritis of the knee and hand between Japan and United States. *J Rheumatol*, 29 : 1454-1458, 2002.
- 8) Aoda H, Nakamura K, Omori G, et al : Independent prediction of knee osteoarthritis in the elderly Japanese population : A multivariate analysis. *Acta Med Biol*, 54 : 33-41, 2006.
- 9) Yoshimura N, Nishioka S, Kinoshita H, et al : Risk factors for knee osteoarthritis in Japanese women : Heavy weight, previous joint injuries, and occupational activities. *J Rheumatol*, 31 : 157-162, 2004.
- 10) 須藤敬弘, 宮本 憲, 田島正捻ほか : 変形性膝関節症の疫学調査. *整形外科*, 50 : 1033-1038, 1999.
- 11) Martin K, Lethbridge-Cejku M, Muller DC, et al : Metabolic correlations of obesity and radiographic features of knee osteoarthritis : data from the Baltimore longitudinal study of aging. *J Rheumatol*, 24 : 702-707, 1997.
- 12) Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, et al : Does smoking protect against osteoarthritis? *Arthritis Rheum*, 32 : 166-172, 1989.
- 13) Hart DJ, Doyle DV, Spector TD : Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis in middle-aged women. *Arthritis Rheum*, 42 : 17-24, 1999.
- 14) Anderson JAD : Arthrosis and its relation to work. *Scand J Work Environ Health*, 10 : 429-433, 1984.
- 15) Panush R, Hanson C, Caldwell J, et al : Is running associated with osteoarthritis? An eight-year follow-up study. *J Clin Rheumatol*, 1 : 35-39, 1995.
- 16) Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA, et al : Joint injury in adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis. *Ann Intern Med*, 133 : 321-328, 2000.
- 17) Englund M, Roos M, Lohmander LH : Impact of type of meniscal tear on radiographic and symptomatic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 48 : 2178-2187, 2003.
- 18) Segawa H, Omori G, Koga Y : Long-term results of non-operative treatment of anterior cruciate ligament injury. *Knee*, 8 : 5-11, 2001.
- 19) Roos EM : Joint injury causes knee osteoarthritis in young adults. *Curr Opin Rheumatol*, 17 : 195-200, 2005.
- 20) Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, et al : Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med*, 127 : 97-104, 1997.
- 21) 渡辺博史, 古賀良生, 大森 豪ほか : 変形性膝関節症の自然経過と運動療法. *MB Med Reha*, 63 : 15-21, 2006.
- 22) Hortobagyi T, Westerkamp L, Beams S, et al :

- Altered hamstrings-quadriceps muscle balance in patients with knee osteoarthritis. *Clin Biomech*, 20 : 97-104, 2005.
- 23) Sharma L, Song J, Felson DT, et al : The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA*, 286 : 188-195, 2001.
- 24) 大森 豪, 古賀良生, 日向野行正ほか : 変形性膝関節症に対する疫学調査 - 松代膝検診の検討. *別冊整形外科*, 42 : 7-11, 2002.
- 25) Chang A, Hayes K, Dunlop D, et al : Thrust during ambulation and the progression of knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 50 : 3897-3903, 2004.
- 26) Hannan MT, Anderson JJ, Zhang Y, et al : Bone mineral density and knee osteoarthritis in elderly men and women : The framingham study. *Arthritis Rheum*, 36 : 1671-1680, 1993.
- 27) Hart DJ, Mootoosamy I, Doyle DV, et al : The relationship between osteoarthritis and osteoporosis in the general population : the chingford study. *Ann Rheum Dis*, 53 : 158-162, 1994.
- 28) Zhang Y, McAlindon TE, Hannan MT, et al : Estrogen replacement therapy and worsening of radiographic knee osteoarthritis : The framingham study. *Arthritis Rheum*, 41 : 1867-1873, 1998.
- 29) Spector TD, Nandra D, Hart DJ, et al : Is hormone replacement therapy protective for hand and knee osteoarthritis in women? : The chingford study. *Ann Rheum Dis*, 56 : 432-434, 1997.
- 30) Hayami T, Pickarski M, Wesolowski GA, et al : The role of subchondral bone remodeling in osteoarthritis : reduction of cartilage degeneration and prevention of osteophyte formation by alendronate in the rat anterior cruciate ligament transection model. *Arthritis Rheum*, 50 : 1193-1206, 2004.
- 31) Sowers M, Lachance L : Vitamins and arthritis : The roles of vitamins A, C, D and E. *Rheum Dis Clin North Am*, 25 : 315-332, 1999.
- 32) McAlindon TE, Biggee BA : Nutritional factors and osteoarthritis : recent developments. *Curr Opin Rheumatol*, 17 : 647-652, 2005.
- 33) Kellgren JH, Lawrence JS, Bier F : Genetic factors in generalized osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*, 22 : 237-255, 1963.
- 34) 池田敏之, 馬淵昭彦, 張 軍衛ほか : 変形性膝関節症の遺伝的背景 - 感受性遺伝子の同定へ向けて. *別冊整形外科*, 42 : 17-20, 2002.
- 35) Peach CA, Carr AJ, Loughlin J : Recent advances in the genetic investigation of osteoarthritis. *Trends Mol Med*, 11 : 186-191, 2005.
- 36) Christensen R, Astrup A, Bliddal H : Weight loss : the treatment of choice for knee osteoarthritis? A randomized trial. *Osteoarthritis Cartilage*, 13 : 20-27, 2005.
- 37) Riecke BF, Christensen R, Christensen P, et al : Comparing two low-energy diets for the treatment of knee osteoarthritis symptoms in obese patients : a pragmatic randomized clinical trial. *Osteoarthritis, Cartilage*, 18 : 746-754, 2010.
- 38) Jenkinson CM, Doherty M, Avery A, et al : Effects of dietary intervention and quadriceps strengthening exercises on pain and function in overweight people with knee pain : randomized control trial. *BMJ*, 339 : e-pub, 2009.
- 39) 戸田佳孝 : 肥満した変形性膝関節症患者に対する各種保存的療法の治療効果比較. *リウマチ*, 42 : 795-800, 2002.
- 40) Hurley MV, Scott DJ : Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheumatol*, 37 : 1181-1187, 1998.
- 41) Robby E, Zhang W, Doherty M : Aerobic walking or strengthening exercise for osteoarthritis of the knee? A systemic review. *Ann Rheum Dis*, 64 : 544-548, 2005.
- 42) Doi T, Akai M, Fujino K, et al : Effect of home exercise of quadriceps on knee osteoarthritis compared with nonsteroidal antiinflammatory drugs : a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*, 87 : 258-269, 2008.
- 43) 大森 豪 : 変形性膝関節症の疫学要因. 変形性膝関節症 - 病態と保存療法 -, 第1版, 古賀良生編. 南江堂, 東京, 2008, p69-85.

小児骨折の疫学

大森 豪*

骨折は小児の代表的な外傷であり、近年発生増加が指摘されている。我々が新潟市において長期に行ってきた疫学調査では、骨折発生率は27年間で3.46倍に増加しており、中学2年生に発生のピークがみられた。また、骨折部位は手指や前腕骨など上肢に多く、受傷状況は部活動や体育などスポーツ活動時が多かった。すなわち、骨折増加の背景因子として成長スパート期の活発な運動による受傷パターンが想定され、運動過多によるover useが影響していることが示唆された。

Bone and joint diseases in children.

Epidemiology of childhood fractures.

Center for Transdisciplinary Research, Niigata University.

Go Omori

Epidemiology of childhood fractures in Niigata city was longitudinally evaluated. Incidence of fracture was increased by 3.46-fold in 27 years follow-up period with the peak incidence at 14 years of age (second grade of junior high school). Most affected site was upper extremity and main cause of fracture was sports activity. From the current study, one risk factor of the childhood fracture could be aggressive sports activity and additional effect of growth spurt and over use.

はじめに

骨折は小児期における代表的な外傷であり、近年、その発生が増加傾向にあることが国内外の研究で指摘されている^{1)~4)}。小児期の骨折はその後の成長や身体機能に重大な影響を与える場合もあるため、適切な治療とともに発生予防が重要であ

る。そのためには、小児期の骨折発生頻度、骨折部位、受傷状況を評価した上で危険因子を明らかにする目的での疫学調査が不可欠と考えられる。

我々は、新潟市において小中学校の生徒を対象とした学校管理下での骨折発生調査を長期にわたって行ってきた。その調査結果について概説する。

*新潟大学超域研究機構・教授(おおもり・こう)

新潟市における小中学生の骨折発生調査の概要

我々は、1981年に当時新潟市の小中学生を対象にして学校管理下の骨折発生状況について、日本体育学校健康センター（現日本スポーツ振興センター）の災害報告書をもとに、骨折発生数、受傷部位、受傷時期などについて調査した。さらに、中学校3年生を対象として骨折既往および生活状況に関するアンケート調査を実施した⁵⁾。以後、9年間隔で第2回調査（1990年）、第3回調査（1999年）を実施、2008年には第4回調査を行った。そして、骨折発生状況の変化のみならずスポーツ活動との関連や平衡機能訓練の効果などについても報告してきた^{6)~8)}。

新潟市における小中学生の骨折発生調査（第4回調査：2008年）結果と過去調査との比較

第4回調査は、新潟市教育委員会の協力のもと2008年7月に実施した。新潟市は2007年に政令指定都市となり、教育単位も大きく変更となったため、過去の調査と同じ合併前の旧新潟市の小中学生41,198名（小学生：27,666名、中学生：13,532名）を対象とした。調査は過去4回と同様に、まず、各学校から提出された災害報告書から学校管理下の骨折について過去9年間（1999年～2007年）の骨折発生数、骨折部位、受傷状況について調べた。さらに、今回は対象者全員に対して骨折の既往および生活状況（食生活、運動状況など）について無記名でのアンケート調査を行った。なお、本研究は、新潟大学医学部倫理委員会の承認を受け、さらに、新潟市教育委員会の協力を得て各小中学校および父兄に十分な説明を行ったうえで実施した。

小中学生100人当たりの骨折発生数は、1999年では1.89件であったものが2007年には2.39件に増加していた。さらに、1981年の初回調査では小中学生100人当たりの骨折発生数は0.69件であり、27年間で3.46倍に増加してい

た。2007年度の学年別、男女別の骨折発生数は、男女とも小学校1年生から学年とともに増加し、男子では中学校2年生、女子では中学校1～2年生に骨折発生のピークが認められた。また、中学3年生は男女とも大きく減少しており、これは部活の引退や受験による運動量の低下によるものと思われた（図1）。また、学年別の骨折発生数を過去4回の調査と比較してみるとすべての調査で同様に中学2年生に骨折発生のピークがみられた（図2）。骨折部位は手指および前腕、上腕といった上肢が多く、この傾向は過去4回の調査でも同様であった（図3）。受傷状況を学校管理下の活動内容で評価してみると、1981年の初回調査では休み時間中での受傷が最多で、部活動および体育が10%程度のほかは、受傷状況が多岐にわたっていた。しかし、調査回数とともに部活動と体育中の受傷が増加し、2008年の第4回調査では部活動と体育と休み時間中の受傷がほぼ1/3ずつを占める結果となっていた（図4）。

考察

小児期の骨折発生に関する欧米の疫学調査では、Landinらはスウェーデンのマルモ地域における1950年から1979年までに発生した8,682骨折を解析し、骨折部位は前腕骨、手指の順に多く、発生率は30年間で2倍に増加したと報告している⁴⁾。また、Cooperらは1988年から1998年に英国で生じた84,129件の骨折を評価し、骨折発生率は年間100人当たり1.33件で部位はやはり前腕骨に多いとしている⁹⁾。近年、Rennieらは同じ英国のスコットランドで2000年に発生した2,198件の骨折を調査し、発生率は年間100人当たり2.02件としている³⁾。すなわち、同じ英国の調査においても小児骨折は増加の傾向にあると考えられる。一方、わが国においてもいくつかの調査が行われている。高沢らは昭和57年に全国6地区（北海道、東京、千葉、神奈川、

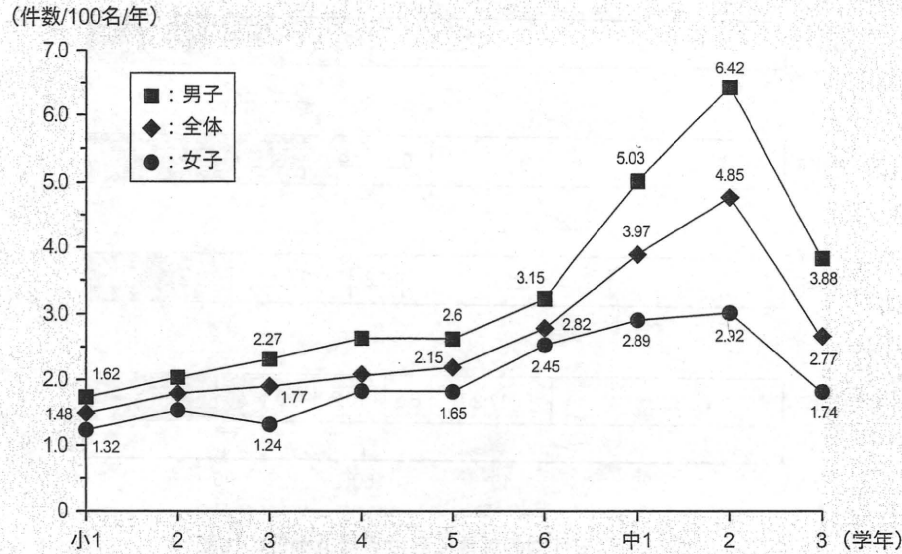


図1 第4回調査における男女別・学年別骨折発生数

男女とも小学校1年生から学年とともに増加し、男子では中学校2年生に、女子では小学校6年生～中学校1年生に骨折発生数のピークが認められる。

(筆者作成)

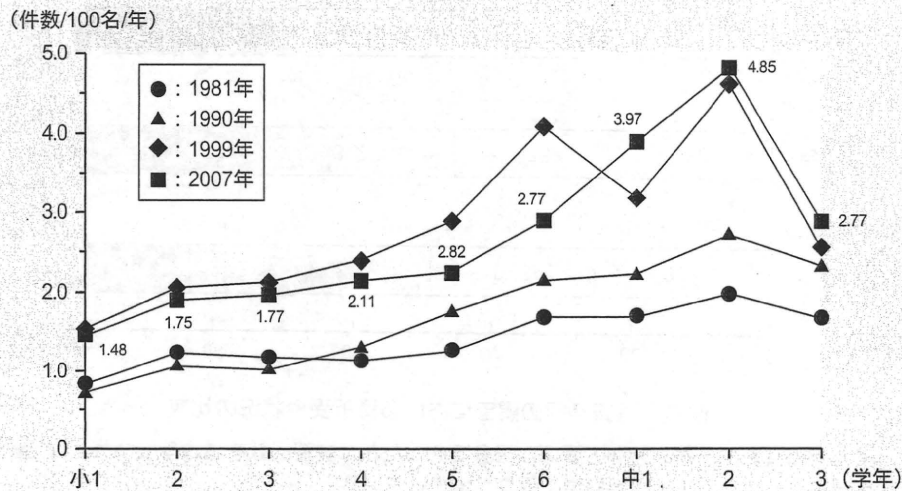


図2 過去4回の調査における学年別骨折発生数の比較

過去4回のいずれの調査においても骨折発生は小学校1年生から学年とともに増加し、中学校2年生に発生数のピークがみられる。

(筆者作成)

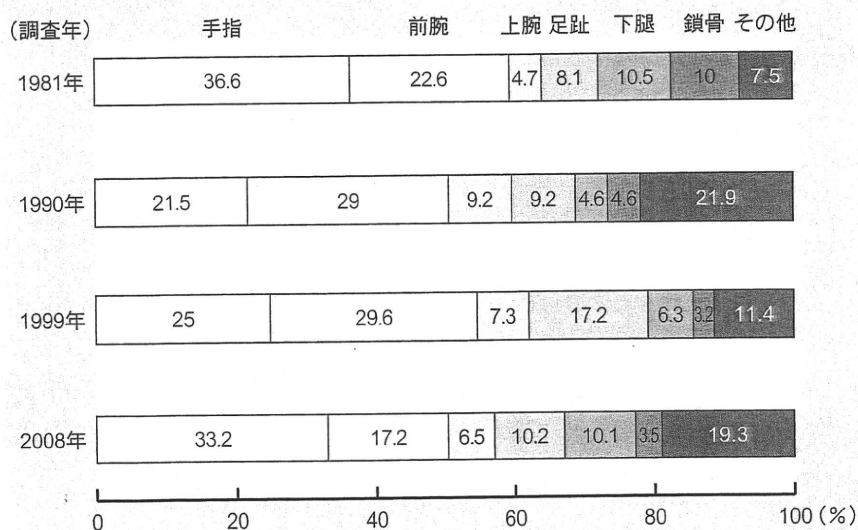


図3 過去4回の調査における骨折部位の比較

いずれの調査においても手指、前腕骨、上腕骨といった上肢骨の骨折が多く認められる。
(筆者作成)

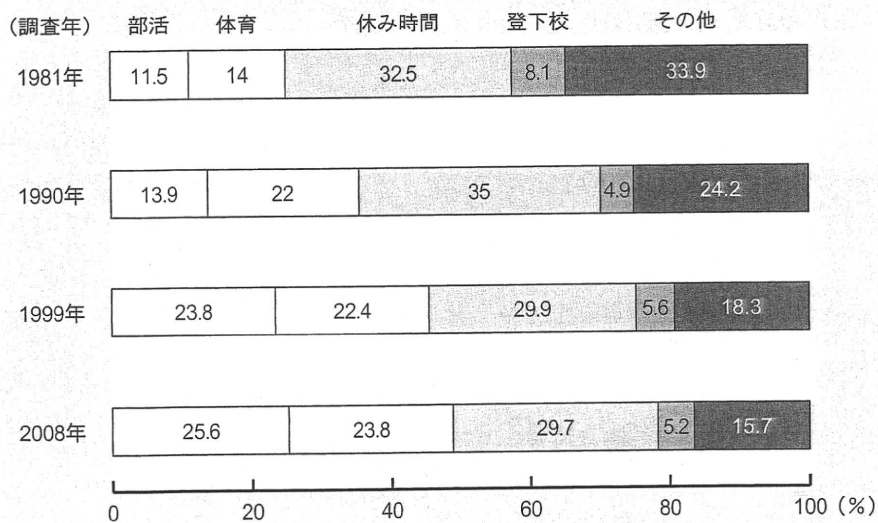


図4 過去4回の調査における骨折受傷状況の比較

第1回調査では、休み時間の受傷が最多であったが、調査回数を重ねるにつれて部活動や体育時間といったスポーツ活動中の受傷が増加している。

(筆者作成)

新潟、高知)における975例の小児骨折を評価し、男子は12歳、女子は11歳に発生のピークがあり、部位は前腕骨や手指骨に多いと報告し

た¹⁰⁾。また、杉森らは平成13年度の千葉県小中学生55,464名の災害報告書を分析し、骨折発生率は男子で1.9%、女子で0.9%であり、男子は

中学1～2年生、女子では小学校5～6年生に骨折発生のピークがあると述べている¹⁾。さらに、鳥居らは日本スポーツ振興センター(学校管理下)およびスポーツ安全協会(地域のスポーツクラブなどを含む)の2つの保険統計を横断的、縦断的に解析し、骨折発生率が学校管理下では30年間に約2倍に、地域のスポーツクラブなどでは20年間に約3倍に増加していることを示している²⁾。

我々が今回、新潟市において行った調査では、骨折発生数は100人当たり2.39件で、前述したほかの報告(1.4～2.0件)に比べてやや高い値となっていた。一方、骨折発生率の変化については、我々の調査では27年間で3.46倍の増加率であり、鳥居やLandinの報告と類似している。また、骨折部位や受傷状況については、手指や前腕骨など上肢骨が骨折部位として多く、部活動や体育などスポーツ活動時の受傷が多いという結果は、我々の調査およびほかの調査においても共通した結果であった。さらに、骨折発生のピークは、男子で中学校1～2年生、女子で小学校6年～中学校1年生に共通して認められ、いわゆる成長スパート期との関連性が示唆される。

小児の骨折発生増加に影響する因子には、運動能力や栄養状態、生活習慣などの多くの内容が関連していると思われる(表1)。我々が行ってきた新潟市の調査では、骨折の受傷状況として部活動や体育などスポーツ活動中が多く、また、中学3年生に対する骨折既往に関するアンケート調査から得られた結果は、過去に骨折を経験したことの

表1 小児骨折の増加に関与すると想定される因子

小児骨折増加の背景には栄養や成長、運動時間や医療の進歩など複数の因子が関与している。

- ・食生活の変化⇒骨脆弱性増加
- ・身体発育状況の変化⇒体型変化⇒運動機能・平衡機能低下
- ・スポーツ活動の増大⇒over use, 外傷の機会増加
- ・医療の進歩⇒骨折発見の増加

(筆者作成)

ある群が骨折をしていない群に比べて身長が有意に高く、体重も有意に多くなっていた。さらに、運動時間も骨折経験群が長い結果となっていた。すなわち、これらの結果からは骨折の背景因子のひとつとして比較的体格の大きい子が運動を活発にやっけていて受傷するパターンが想定され、さらに、成長スパート期の身体特性や長時間練習によるover useなどが影響すると考えられる。一方で、鳥居は小児骨折増加の背景因子として運動を含めた日常活動性の低下により体力、運動能力の低下、肥満の増加が生じ、結果として転倒や転落時の回避能力の低下を招いて骨折が発生すると述べている。おそらく、近年の小児骨折増加の背景には、この相対する2つの要素が両方とも存在することが考えられ、今後、さらに詳細な解析を進めるとともに有効な予防策を構築する必要がある。

おわりに

小児の骨折は確実に増加しており、その背景には複数の因子が影響しているが、いまだ不明な点も多く存在する。しかし、骨折増加に歯止めをかけることは急務であり、今後もさらなる研究の発展が期待される。

文 献

- 1) 杉森裕樹, 小田島 剛, 山口勝正: 我が国のこどもの骨折の疫学. CLINICAL CALCIUM 18 (6): 844-850, 2008.
- 2) 鳥居 俊: 小児骨折の疫学的検討. 日小整会誌 14: 125-130, 2005.
- 3) Rennie L, Court-Braun CM, Mok JY, et al: The epidemiology of fractures in children. Injury 38: 913-922, 2007.
- 4) Landin LA: Epidemiology of children's fracture. L Pediatr Orthop B 6: 79-83, 1997.
- 5) 古賀良生, 高橋栄明, 浅井 忍ほか: 新潟市における学童生徒の骨折に関する分析. 整災外 26: 347-354, 1983.

- 6) 武田和夫, 古賀良生, 杉本英夫ほか: 新潟市における学童生徒の骨折に関する調査—スポーツ活動との関連について—. 日本整形外科スポーツ医学学会誌 **11**: 275-278, 1992.
- 7) 武田和夫, 古賀良生, 五十嵐秀一ほか: 小児スポーツ外傷(骨折)の予防としての平衡機能訓練. 日本整形外科スポーツ医学学会誌 **12**: 257-259, 1993.
- 8) 古賀良生, 武田和夫, 高橋栄一: スポーツ外傷. 小児科 **48**: 809-813, 2007.
- 9) Cooper C, Dennison EM, Leufkens HG, et al: Epidemiology of childhood fractures in Britain: A study using the general practice research database. J Bone Miner Res **19**: 1976-1981, 2004.
- 10) 高沢晴夫: 児童・生徒の骨折について. 臨床スポーツ医学 **2**: 233-239, 1985.



やさしい 変形性膝関節症の自己管理

大分大学医学部整形外科学教授 鳥巢 岳彦 著

A 4判 32頁 定価 1,890円(本体 1,800円+税 5%)送料実費
ISBN4-7532-2127-X C0047

おもな内容

I. はじめに

II. 変形性膝関節症のエックス線検査

1. 大腿脛骨関節のエックス線撮影
2. 膝蓋大腿関節のエックス線撮影

III. 保存療法(手術をしないで治す方法)

1. 日常生活での留意点(関節軟骨を保護する動作)
2. 温熱療法や冷療法
3. 薬による治療
4. 薬局や通信販売で手に入る薬や食品
5. 運動療法

IV. 付録

1. 膝の解剖と変形性膝関節症の病態
2. 膝に急に痛みが生じる他の病気
 1. 関節リウマチ
 2. 膝周囲の滑液包炎
 3. 偽性痛風
 4. 痛風発作
 5. 膝の特発性骨壊死
 6. 特発性老人性膝関節血症



株式会社 医薬ジャーナル社

〒541-0047 大阪市中央区淡路町3丁目1番5号・淡路町ビル21 電話 06(6202)7280(代) FAX 06(6202)5295 (振替番号) 009104-33353
〒101-0061 東京都千代田区三崎町3丁目3番1号・TKIビル 電話 03(3265)7681(代) FAX 03(3265)8369

<http://www.iyaku-j.com/>

書籍・雑誌バックナンバー検索, ご注文などはインターネットホームページからが便利です。

人工膝関節置換術における大腿骨-脛骨間の回旋変位

渡邊 聡¹⁾, 山際浩史¹⁾, 佐藤 卓²⁾, 谷藤 理²⁾, 古賀良生²⁾, 大森 豪³⁾

人工膝関節置換術(TKA)において,しばしば内外反や屈曲変形のみならず,回旋変位の強い症例が存在し,慎重な術前計画が必要とされることがある¹⁾.これはOAの進行にともなう脛骨の内捻の変化と考えられるが²⁾,個体差も大きい.コンポーネントの回旋設置位置は,臨床成績に与える影響は大きく重要であるが³⁾,現行の術式では,それぞれの骨を参照して回旋位置が決定される為,コンポーネントが正確に設置されたとしても,元々の大腿骨-脛骨間での回旋不適合が存在すれば,術後にも残存することが危惧される.しかしTKAによりこの回旋不適合が改善したかどうかについての報告は少なく不明である.本研究の目的は,TKA前後において,大腿骨-脛骨間の回旋変位がどのように変化したか調べることである.

対象と方法

TKA (Advance[®] medial pivot knee system, Wright Medical)症例 50 膝を対象とした.回旋設置目標は,大腿骨側は後顆接線から 3°外旋または上顆通過軸(transsepicondylar axis; TEA),脛骨側はAkagiらが提唱するPCL 付着部中心と脛骨結節内縁を結ぶAP軸とし⁴⁾,independent cut法で骨切りを施行した.膝回旋角の定義は,大腿骨はTEAの垂線,脛骨はAP軸を参照軸とし,この2軸のなす角により,大腿骨に対する脛骨の回旋角度とした(図1).これは正常膝ではほぼ0°となることから⁴⁾,本研究では10°以内を回旋適合,10°以上の過剰な内外旋変位を回旋不適合と定義した.測定には立位3D下肢アライメント評価システム(Knee-CAS[®], LEXI)を用いた.これは,立位2方向下肢全長のX線画像と,CTより構築した3D骨モデルを用い,イメージマッチング法によりアライメントを計測する方法で,任意に設定した骨の基準座標か

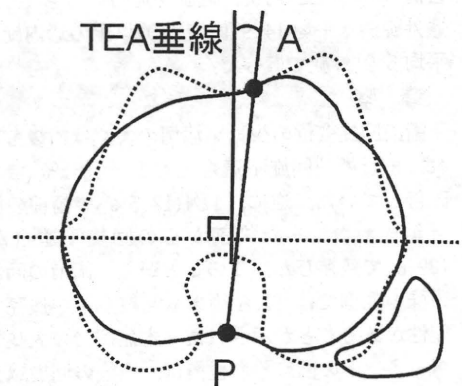


図1 膝回旋角の定義;TEA(大腿骨上顆通過軸)の垂線と,A(脛骨結節内縁)とP(脛骨PCL 付着部中心)を結ぶ脛骨AP軸のなす角

ら,骨および設置されたコンポーネントの相対的な位置姿勢を計測することができる.これを用い,術前及び術後の膝回旋角,大腿骨に対する大腿骨コンポーネント,大腿骨コンポーネントに対する脛骨コンポーネント,そして脛骨に対する脛骨コンポーネントのなす回旋角度を測定した.

結果

膝回旋角(平均±S.D)はTKA術前で内旋9.1±9.3°,術後は外旋2.1±8.9°であった.10°以内の回旋適合例は,術前32例(64%)から術後39例(78%)と改善した.術前回旋適合例のうち,4例(12.5%)は術後回旋不適合となり,術前回旋不適合18例のうち,11例(61%)は改善,7例(39%)は不適合が残存した.この結果,術後回旋適合例は平均2.9°内旋,回旋不適合例では,脛骨の過外旋5例で平均15.8°外旋,過内旋6例では平均14.1°内旋してい

Rotational mismatch of the femur and the tibia in total knee arthroplasty : Satoshi WATANABE et al. (Division of Orthopaedic Surgery, Niigata University)

1) 新潟大学整形外科 2) 新潟こばり病院整形外科 3) 新潟大学超域研究機構

Key words : Total knee arthroplasty, Rotational alignment, Osteoarthritis

た。大腿骨コンポーネントは大腿骨に対し、回旋適合例で平均1.4°内旋、不適合例で平均1.9°内旋、大腿骨コンポーネントに対する脛骨コンポーネントは、回旋適合例で平均0.8°内旋、不適合例では平均2.7°内旋であった。脛骨コンポーネントは、回旋適合例で平均4.2°内旋、回旋不適合のうち10°以上の過外旋例は平均14.9°内旋、10°以上の過内旋例では平均5.9°外旋であった。

考察

術前回旋変位の少ない症例の多くは術後も維持され、また術前回旋不適合例も11例(61%)では術後改善していた。逆に、4例(12.5%)で術前の回旋適合が失われ、また術前からの回旋不適合が7例(39%)で残存した。このことから、術前の回旋変位の強い症例ではTKA術後も回旋変位が残存する可能性があることが示された。本症例での大腿骨コンポーネントの回旋設置位置は、術後の回旋適合例、不適合例で有意差なく膝回旋角に与えた影響は少ないと考えられた。術後の大腿骨に対する脛骨の過外旋5例では、脛骨コンポーネントが内旋位設置(平均14.9°)されており、これは手術手技により改善できる可能性があると考えられた。また、脛骨の過内旋6例では、脛骨コンポーネントは外旋位設置(平均5.9°)であったがばらつきは少なく、むしろ術前の脛骨の過内旋が残存することが原因と考えられた。これがどの程度臨床成績に影響するか不明であり今後の検討を要する。両コンポーネント間のなす回旋角は回旋適合、不適合例で有意差はなかったが不適合例ではよりばらつきが大きく(内旋16°~外旋11°)、ポリエチレンへの過剰なストレスや、膝関

節運動への影響が危惧された。本研究では軟部組織バランスが膝回旋角に与える影響は検討していないため不明である。また、冠状面あるいは矢状面でのコンポーネント設置位置や臨床成績との関連を検討する必要もある。さらに今回用いた機種では回旋許容範囲が比較的広いデザインであるため、関節面の拘束性の高い機種での検討も必要である。

まとめ

- 1) TKA 50例に対し、膝回旋角の術前後での変化を検討した結果、大腿骨-脛骨間の10°以内の回旋適合例は術前32例(64%)から術後39例(78%)に改善した。
- 2) 術後10°以上の回旋不適合例のうち、脛骨の過外旋例5例は脛骨コンポーネントの内旋位設置、過内旋例6例は術前の脛骨過内旋の残存が主な原因と考えられた。

文献

- 1) Uehara K, Kadoya Y, Kobayashi A, et al. Bone anatomy and rotational alignment in total knee arthroplasty. Clin Orthop 2002 ; 402 : 196-201.
- 2) Yagi T, Sasaki T. Tibial torsion in patients with medial-type osteoarthritic knee. Clin Orthop 1986 ; 213 : 177-182.
- 3) Berger RA, Crosssett LS, Jacobs JJ, et al. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. Clin Orthop 1998 ; 356 : 144-153.
- 4) Akagi M, Oh M, Nonaka T, et al. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. Clin Orthop 2004 ; 420 : 213-219.

全身振動刺激装置を用いた トレーニングが筋力と筋量に及ぼす影響

Effect of whole body vibration training on muscle strength and lean body mass

栗生田博子*¹, 大森 豪*², 山崎 健*³, 田中正栄*⁴, 西野勝敏*⁴

キー・ワード : whole body vibration, muscle strength, lean body mass

全身振動刺激, 筋力, 筋量

〔要旨〕 全身振動刺激トレーニング(WBVT)が筋力と筋量に与える影響について検討した。健常男子大学生20名を対象とし、無作為にWBVT実施群と非実施群に分け、12週間のトレーニング導入前後の下肢等速性・求心性筋力および下肢筋量について比較、検討を行った。その結果、WBVT実施群に筋力、筋量とも若干の増加が認められたが、有意な差は見られなかった。運動選手に対するWBVT効果について、今後さらにトレーニング強度や期間を再検討し、継続して調査を行う必要がある。

■ 緒 言

全身振動刺激トレーニング(Whole Body Vibration Training : WBVT)は、振動板の上に立つことによって身体機能を向上させるトレーニング方法である。振動板の上に立つことで加えられる振動刺激は、筋の反射性収縮を誘発し、運動効果をもたらすと考えられており、これまでは高齢者の運動機能向上や転倒予防トレーニングとしての報告が多かったが、近年は、スポーツ競技における新しいトレーニングとして導入され始めている。トレーニング効果の即時的な報告では、身体の血液循環が促進され、筋柔軟性が向上したとする報告¹⁾や、神経筋協調性の改善に対する効果の報告²⁾などが見られる。一方、筋力についてはト

レーニング期間や評価項目も様々であり、効果に相違が見られる^{3~7)}。また若年健常人に対する報告は少なく、トレーニングによる筋量の変化は明らかとなっていない。今後、トレーニング処方に活用するためにも筋力と筋量の関連を明らかにする必要が考えられる。そこで本研究では、健常成人男性に対してWBVTを実施し、筋力と筋量の変化を調べ、その有効性を検討することを目的とし、トレーニングの実施による影響について分析を行った。

■ 対象と方法

1. 対 象

運動部所属の健常男子大学生20名(年齢 20.8 ± 1.2 歳;平均 \pm 標準偏差)を対象とした。これらを、通常練習内容に加えWBVTを実施する者10名(以下WBVT群)と、通常練習のみでWBVTを実施しない者10名(以下非実施群)の2群に無作為に分類した。このうち、測定開始後に試合等で外傷発生し、トレーニング継続不可能になった3

*1 新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科

*2 新潟大学超域研究機構

*3 新潟大学教育学部

*4 新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター

表1 対象者の身体特性

	WBVT 群 (n = 9)	非実施群 (n = 8)	p-value
身長(cm)	171.6±2.7	169.5±5.3	n.s
体重(kg)	67.6±7.7	68.4±8.4	n.s
BMI(kg/m ²)	23.0±2.6	23.7±1.8	n.s

平均値±標準偏差

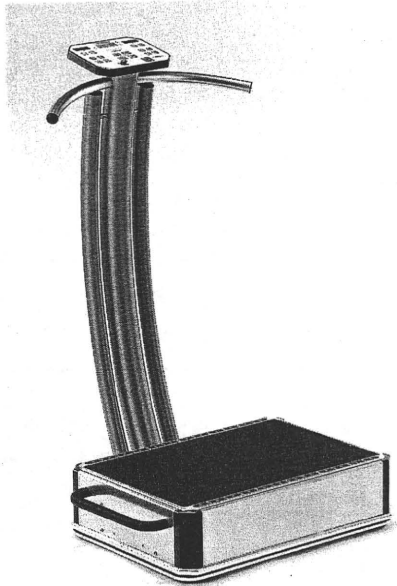


図1 振動刺激装置
G-Sport® (Novotec Medical GmbH,
Germany).

名を除いた17名を今回の分析対象とした(表1).
対象者には研究概要の説明を口頭および文書にて

行い, 同意を得た上で測定を行った.

2. 方法

a. 使用機器

使用機器は振動刺激トレーニング装置 G-Sport® (Novotec Medical GmbH, Germany) とした. 本装置の振動板は正中部を中心に左右交互に振動する. 被験者は振動板上で姿勢を維持する. そこで振動刺激による緊張性収縮が促進され, 高頻度で筋収縮の学習効果を得ることができると考えられる. 振動周波数は5~30Hzで変更可能で, 振幅は開脚幅を変えることによって調整することができる(図1).

b. トレーニング内容

振動板上における姿勢保持および動作は先行研究¹⁾に準じ, 以下の6課題を設定した. ①②18 Hz, 26Hzの2種類の周波数を用いた30秒間軽度膝関節屈曲位の閉脚静止立位保持, ③26Hz, 60秒間軽度膝関節屈曲位の開脚静止立位保持, ④26Hz, 60秒間の静止スクワッティング保持, ⑤26Hz, 60秒間で4秒に1回膝関節屈曲60°までの反復スクワッティング動作, ⑥左右各30秒間のフォワードランジ姿勢保持(図2). 振動板上の開脚位置は中心から左右32cmの幅(振幅: 6 mm, 最大変位: 12 mm)で統一した.

トレーニング期間は12週間, 頻度は週3回, 1回の実施時間は5分とし, 対象者の部活動練習時間の前後いずれかにWBVTを行うものとした. 対象者の部活動における練習内容は特に指定せず, 2群とも同じ練習を実施した.

- ①閉脚静止立位(軽度膝屈曲): 18Hz, 30秒保持
- ②閉脚静止立位(軽度膝屈曲): 26Hz, 30秒保持
- ③開脚静止立位(軽度膝屈曲): 26Hz, 60秒保持
- ④静止スクワッティング: 26Hz, 60秒保持
- ⑤反復スクワッティング(膝関節60°屈曲)を4秒に1回, 26Hz, 60秒間
- ⑥フォワードランジ姿勢保持(左右): 26Hz, 各30秒間

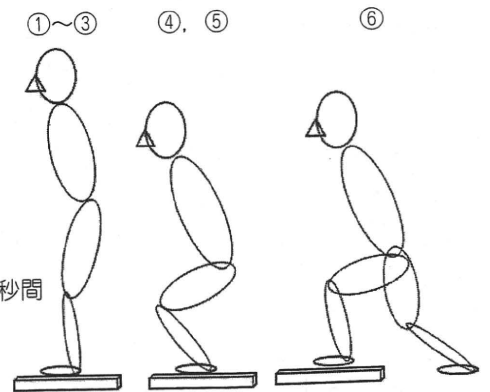


図2 実験試技
WBVT 群に上記プログラムを実施した.

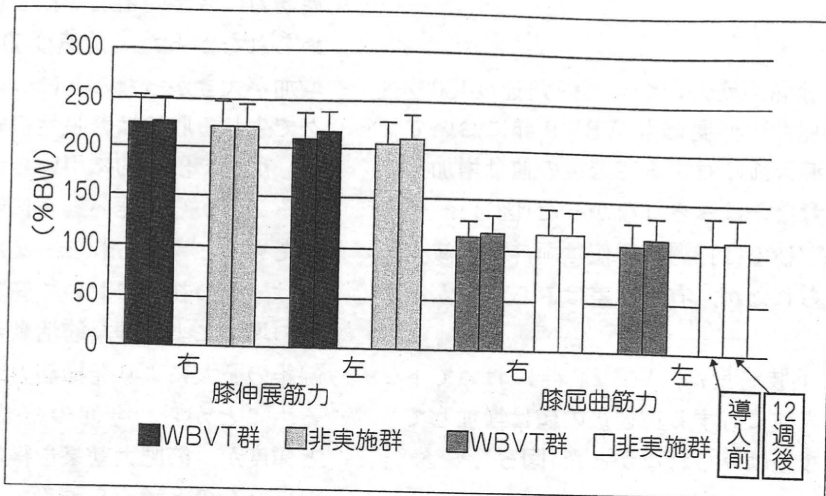


図3 各群のWBVT導入前後における体重比膝屈伸筋力(180°/sec)の比較

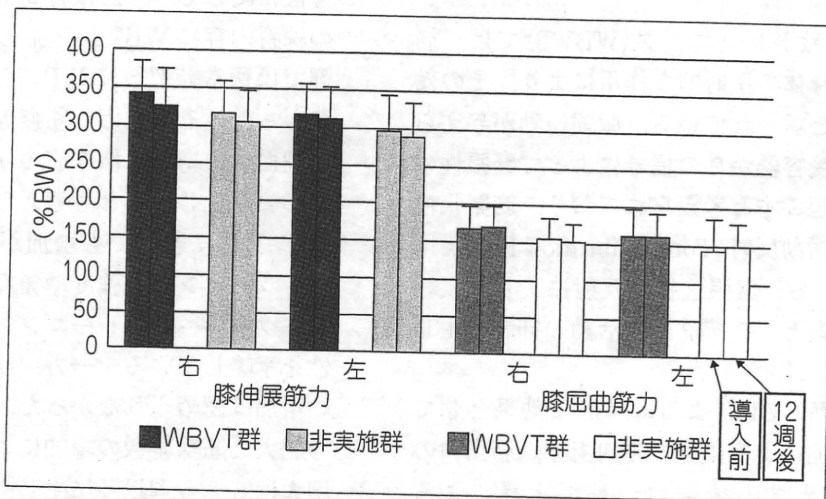


図4 各群のWBVT導入前後における体重比膝屈伸筋力(60°/sec)の比較

c. 評価項目

筋力は角速度60°/秒および180°/秒における等速性・求心性筋力とし、膝関節屈曲・伸展最大トルクとした。測定にはBIODEX SYSTEM3(BIODEX社製)を使用した。下肢筋量の測定には、QRP4500A(HOLOGIC社製)を使用した。各評価項目は、対象者全員に対し、トレーニング導入前および12週間後に計測した。分析にあたり、膝屈伸筋力値および下肢筋量について、得られた計測値を対象者の体重で除した値を用いた。

d. 統計処理

得られた値について、WBVT群、非実施群の2群間で比較・検討を行った。2群間における筋力、筋量の検定にはウィルコクソン符号付順位和検定を用いた。有意水準は5%とした。

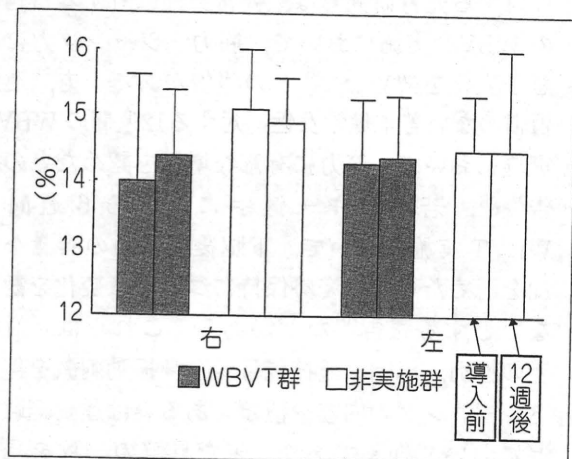


図5 各群のWBVT導入前後における体重当たり下肢筋量の比較

■ 結 果

体重当たり膝屈伸筋力について、角速度180°/秒では膝関節屈曲・伸展ともWBVT群においてトレーニング導入前に対する12週後の値は増加していたが、有意な差はみられなかった(図3)。一方、角速度60°/秒では12週後の値は両群とも減少する傾向がみられたが、有意な差はみられなかった(図4)。

体重当たり下肢筋量は、WBVT群においてトレーニング導入前に対する12週後の値は増加していたが、有意な差はみられなかった(図5)。

■ 考 察

全身振動刺激トレーニング(WBVT)では、筋収縮に対する身体の反射的な作用により、その効果が得られると言われている。微細振動が与えられた筋は感覚受容器からの信号によって緊張性の筋収縮を引き起こすと考えられており、筋緊張性反射や緊張性振動反射(Tonic Vibration Reflex: TVR)と呼ばれる。緊張性振動反射により、収縮筋の持続的収縮と、拮抗筋の筋活動の抑制が生じる⁸⁾。

これまで、WBVTによる即時的な効果として筋血流量の増加による柔軟性の向上や、筋出力の増加を認めるとする報告^{1,2)}、筋温上昇によるウォーミングアップ効果⁹⁾などが報告されている。また中・長期間の振動刺激トレーニング効果に対する先行研究では、健常男性に対する11週間のWBVT実施において、筋力・ジャンプ力に有意な変化を認めない⁶⁾との報告がある一方、運動習慣のない若年健常女性に対する12週間のWBVT実施において、筋力に有意な増加を認めたとの報告⁵⁾や、若年スキー選手に対する6週間のWBVT実施において、下腿後面筋力の有意な増加を認めたものの姿勢保持については変化を認めないとする報告¹⁰⁾などがある。これらは、対象者の性別、年齢や競技種目、全身振動刺激を伴うトレーニングの内容や種類、あるいは運動経験などにおいて様々であり、未だ見解の一致を見ない。

今回、運動部所属の健常成人男性に対し、12週間のWBVTの効果について筋力、筋量における検討を行った。まず、筋力では膝関節屈伸角速度180°/秒において、体重当たりの膝関節屈曲・伸

展筋力に若干の増加が見られたが、有意な差は認められなかった。角速度60°/秒よりも180°/秒の増加が大きかったことについて、振動トレーニングで生じる収縮は緊張性振動反射によるものであり、反射で優先的に用いられる組織は速筋線維であることから、速い動きに対応する筋出力が増加したものと考えられる。また、筋力トレーニングでは、その初期において筋収縮に参加する筋線維数の増加により神経筋活動が改善し、その後、筋線維の肥大により発揮筋力が増大するとされている¹¹⁾ことから、今回の結果はトレーニング強度と頻度が、筋肥大効果を得るための刺激に至らなかったものと考えられる。またトレーニング導入方法に関して、今回は時間帯の指定をせず、通常の練習内容にWBVTを加え実施したが、WBVT群では通常練習後にWBVTを実施する対象者が多かった。そのため、筋疲労後の振動刺激による微細血流量増加に伴う筋のリラクセーション効果の影響が生じたことも考えられる。しかしながらWBVT群に若干でも増加が見られたことは、今後トレーニングの強度や頻度を検討することでスポーツ選手へのトレーニング効果が得られる可能性を示唆している。一方、筋量に関しては、著しい増加は認められなかった。筋量の増加は筋線維の肥大と筋線維数の増加によるとされており、筋肥大は6~8週以降に生じやすいとの報告があるものの、アイソメトリック筋活動の時間と強度の両者に依存する¹²⁾ことから、今回の設定はトレーニング期間として肥大が可能な期間であったが、強度や頻度の設定では筋量増加に対する影響が少なかったものと考えられる。

また、今回の測定において、トレーニング方法はクローズドキネティックチェーン(CKC)である一方、筋力測定はオープンキネティックチェーン(OKC)であり、単純な等速性・求心性筋力測定だけでは筋力増強効果が評価しにくいことも考慮する必要がある。したがって、今後、WBVTを用いたトレーニング方法や評価方法などを検討し、さらにWBVTが筋力と筋量に与える効果を検証する必要があると考える。

■ 結 語

健常男子大学生17名に対する12週間のWBVTの効果を検証した。筋量、筋力とも若干増加が見られたが、有意差は認めなかった。今後、トレ