

幼児期に膝関節周囲の部分骨端線損傷に対して骨性架橋切除、遊離脂肪移植術を行った3例

静岡県立こども病院 整形外科

田 中 紗 代・滝 川 一 晴・矢 吹 さゆみ・松 岡 夏 子

要 旨 幼児期に治療した膝関節周囲の部分骨端線損傷の3例をもとに、若年であることによる骨性架橋切除、遊離脂肪移植術(以下、L法)の適応や効果の違いについて検討した。【症例1】4歳男児。跛行の精査時に左脛骨近位骨端線中央に骨性架橋と1 cmの脚長差があり、L法を行った。術後、脚長差の増大はない。【症例2】乳児期の右化膿性膝関節炎術後の男児。2歳3か月頃より左膝関節の外反変形を生じ、6歳でL法を施行。術後外反変形の増悪は予防できたが、1.5 cmの脚長差を生じた。【症例3】低出生体重の男児。乳児期の左化膿性膝関節炎治療後に、内反変形15度を伴う左脛骨近位内側骨端線損傷が出現した。左膝関節の内反変形が進行し1歳9か月でL法および脛骨粗面下矯正骨切り術を行った。術後、変形の再発や脚長差はない。脚長差や変形のある幼児の部分骨端線損傷に対し、短縮や変形を予防するためにL法は有用である。

はじめに

部分骨端線損傷の外科的治療法として、主に変形に対して成長終了後に矯正骨切り術が行われてきた。1975年頃にLangenskiöld法(以下、L法)として骨性架橋切除・遊離脂肪移植術が発表され⁵⁾、本邦でも1982年以降、変形が生じている部分骨端線損傷に同方法が用いられてきた^{8)~10)}。骨性架橋切除術の成績には、骨性架橋の占拠率、変形角度、また残存している骨成長の期間や距離、そして年齢が関与している。例えば、骨性架橋切除の成績良好因子として、残存する骨長軸成長が4 cm以上あること、もしくは年齢が10歳以下であることが報告されているが、その中でも幼児期に同治療を行った場合、骨性架橋の占拠率や変形角度といったその他の因子が成績に変化をもたらすかを検討した報告は本邦ではない。当院で経験した幼児期に膝関節周囲の部分骨端線損傷

を生じた3例および過去の文献による報告をもとに、その結果と治療成績、また若年であることによるL法の有用性につき検討した。

症 例

症例1 : 4歳9か月 男児

主 訴 : 跛行

既往歴 : 外傷や感染の既往なし

生育歴 : 特記すべき事項はなし

現病歴 : 初診時の3か月前(4歳6か月)より誘因なく出現した跛行の精査目的に、他院より紹介受診した。

現 症 : 初診時通常の歩行では跛行はなかった。また、左膝関節に腫脹、疼痛、圧痛、関節可動域制限はいずれもなかった。棘果長(spina malleolar distance : 以下、SMD)は右49.5 cm、左49.0 cmで、左が0.5 cm短縮していた。

画像所見 : 初診時左膝関節X線では、正面像

Key words : partial injury of epiphyseal plate(部分骨端線損傷), epiphyseal bar resection(骨性架橋切除), autogenous fat graft(遊離脂肪移植), infant(幼児)

連絡先 : 〒420-8660 静岡県静岡市葵区漆山860 静岡県立こども病院 田中紗代 電話(054)247-6251

受付日 : 2013年4月29日



図1. 症例1：MRI 左膝冠状断 T1 強調像
左脛骨近位骨端線中央に低輝度の幅5 mm にわたる変化がある。

にて左脛骨近位骨端線中央から外側寄りに約0.5 cmの不整像があり，側面像では同部位に陥凹が確認できた。

初診時全下肢正面立位X線像ではFTAが右174°，左172°と変形はなかった。オルソレントゲノグラムで，脛骨長は右19.6 cm，左18.9 cmと左が0.7 cm短縮していた。全下肢長は右45.4 cm，左44.4 cmと左が1.0 cm短縮していた。

MRIでは冠状断，矢状断ともに左脛骨近位骨端線中央にT1強調像で低輝度，T2強調像で低輝度～等輝度の幅約0.5 cmにわたる骨性架橋があった(図1)。

血液検査：血算・生化学はすべて正常範囲内であった。部分骨端線損傷の原因として血栓塞栓症などの凝固異常が言われており，精査目的にプロテインCおよびプロテインS活性を測定した。プロテインS活性の基準値が74～132%であるのに対し，65%と軽度低下していた。プロテインC値は92%(正常値64～146%)と異常はなかった。

部分骨端線損傷の占拠率を検討するために，Carlson²⁾の2方向断層撮影X線像から骨性架橋範囲を計測する方法を参考に，MRI像の各スライスについて骨性架橋部分を記入して範囲を算出

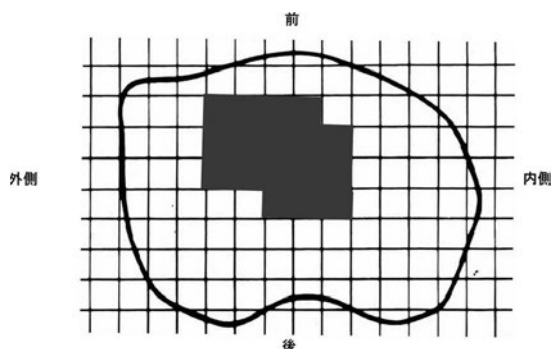


図2. 症例1：骨性架橋範囲
Carlson の計測方法を参考に骨性架橋範囲を算出し，骨端線閉鎖率は16%である。

した。骨端線閉鎖率は16%で中央に位置していた(図2)。骨成長が長期間残存していることより，4歳11か月でL法を行った。

術後経過：術後左脛骨は身長増加とともに10 cm以上長軸成長し，脚長差の増大はなく術後6年まで経過した。最終診察時にはgrowth spurt中であり，オルソレントゲノグラムでは全下肢長右71.8 cm，左70.9 cmと左は0.9 cm短縮していたが，脚長差の増悪はなかった(図3)。

症例2：6歳7か月 男児

既往歴：アトピー性皮膚炎

術前経過：生後8か月時に右化膿性膝関節炎および右大腿骨遠位外側骨髄炎に対し切開排膿・搔爬，4日間の持続灌流および5週間の抗生剤投与を行った。血液培養，関節液培養，創部培養，カテーテル培養のいずれの培養にても起因菌は同定されなかった。その後感染は鎮静化し，外来経過観察したが，2歳1か月時右膝関節に5°の外反変形を生じた。その後も外反の改善はなく4年6か月経過し，growth spurt時の増悪が予想された。

現 症：跛行はなかった。膝関節の外反は視診では明確ではなかった。SMDは両側58 cmであった。股関節・膝関節ともに可動域制限はなかった。

画像所見：右膝関節X線では，正面像にて乳児期に感染した右大腿骨遠位骨端線外側に不整像があった。MRIでは右大腿骨外側顆後方1/3にT1強調像で低輝度，T2強調像で低輝度～等輝度



図3. 症例1：最終受診時オルソレントゲノグラム
術後6年で脚長差は0.9 cm と術前から増悪はない。



図4. 症例2：MRI 冠状断 T1 強調像
右大腿骨遠位外側骨端線に幅8 mm にわたる変化を示す。

の幅約8 mmの骨性架橋があった(図4)。全下肢正面立位X線像ではFTAが右174°，左180°と健側と比較し6°の外反があった。オルソレントゲノグラムで大腿骨長は右27.5 cm，左27.0 cm，全下肢長は右48.9 cm，左48.7 cmと脚長差はなかった。MRIにて算出した骨端線閉鎖率は27%であった。

以上より，角状変形は軽度，また脚長差がほとんどなかったが，骨成長が長期間残存していることより，6歳7か月時にL法を行った。

術後経過：術後FTA右177°，左180°と角状変形は増悪を予防できた。しかし，術後4年目よりgrowth spurtを迎えて，術前になかった脚長差が出現した。最終診察時(術後6年)の13歳時にはオルソレントゲノグラムで下肢長右75.4 cm，左76.4 cmと1.5 cmの脚長差を生じた(図5)。

症例3：1歳9か月 男児

術前経過：32週6日，1742 gで出生した。生後4日より発熱，炎症反応の上昇があり複数の抗生剤を投与したが改善せず，左臀部の腫脹があり当科へ紹介となった。左化膿性股関節炎および左

化膿性膝関節炎と診断し，生後15日で切開排膿，その後持続灌流を行い治療した。培養はMRSAが陽性であり術後56日まで抗生剤投与を行った。治療により感染は鎮静化し，外来で経過観察をしていたが，術後1年で進行性の内反膝が出現した。

現 症：跛行はなかった。視診上，立位時の左膝関節の内反があった。股関節・膝関節ともに可動域制限はなかった。

画像所見：左膝関節X線正面像にて，左脛骨近位内側骨端線に不整像があった。MRIでは左脛骨近位内側にT1強調像で低輝度，T2強調像で低輝度～等輝度，幅約12 mmの骨性架橋があった。全下肢立位X線正面像ではFTAが右180°，左195°と健側と比較し15°の内反があった。脛骨長は右12.0 cm，左12.0 cmで，全下肢長は右28.0 cm，左28.2 cmと脚長差はなかった(図6)。MRIから算出した骨端線閉鎖率は24%であった。

以上より，骨端線占拠率は24%，脚長差はなかったが角状変形が生じており，骨成長が長期間残存していることより，L法および下腿矯正骨切



図5. 症例2：最終診察時オルソレントゲン像

FTA 右 177°，左 180°と改善しているものの，術後6年で1.5 cmの脚長差を認めた。



図6. 症例3：術前 全下肢正面臥位 X 線像

FTA 右 180°，左 195°と，左下肢に15°の内反がある。



図7. 症例3：最終診察時 全下肢立位 X 線像

術後6年経過したが変形，脚長差ともに再発はない。

り術を行った。

術後経過：最終診察時には術後6年経過し，全下肢立位正面 X 線像で FTA 右 178°，左 178°，脛骨長右 23.4 cm，左 23.4 cm，全下肢長右 53.4 cm，左 53.5 cm と角状変形および脚長差はともに改善した状態で成長している(図7)。

考 察

部分骨端線損傷とは，骨端線内に骨性架橋が形成され，成長障害が生じている状態を言う⁶⁾。原因は骨折が最も多く，その他敗血症など重度の感染症，腫瘍，熱傷や凍傷，ビタミン A 中毒といった内分泌異常，血栓塞栓症などの凝固異常⁷⁾が言われている。今回乳児期に骨端線損傷を生じ，骨性架橋切除，遊離脂肪移植術を行った3例のうち，2例は重度の感染症が原因であった。症例1は既往がないことより，原因として感染症や外傷は否定的であった。抗凝固作用があり，減少することで血栓が生じると考えられているプロテイン S が減少していたことより症例1では凝固機能異

常による部分骨端性損傷の可能性がある。

骨端線内に生じる骨性架橋は，さまざまな部位に出現するが，特に中央に位置する骨性架橋は脚長差をきたしやすく，治療を必要とする⁷⁾。下肢の成長の60%は膝関節周囲で起こることを考慮すると¹⁾，いずれの症例も成長に伴い脚長差の増大や変形が生じる可能性が極めて高く，治療を要すると判断した。

治療法としては補高装具などの保存治療や骨性架橋切除，骨端線閉鎖，変形矯正，骨切り術といった外科的介入が行われている⁷⁾。Langenskiöld は 1975 年より，部分的に閉鎖した骨端線を切除し遊離脂肪を移植することにより，骨端線での成長の再開を図り，変形の自家矯正が可能であると報告した⁶⁾。その後，同治療法が他の施設でも多く行われており，骨性架橋切除の適応につき骨端線閉鎖の占拠率，角状変形などを中心に考察されてきた。

まず，骨性架橋の骨端線内の占拠率に関しては，初期の報告では50%程度の骨性架橋があっても

表1. 現在までに報告されている幼児期の症例と当院の3例の比較

	年齢	占拠率・変形・短縮	予後
Langenskiöld ¹⁾²⁾	2歳4カ月	変形30度、短縮(-)	(+矯正骨切り) 経過良好
	4歳	短縮10mm	経過良好
	4歳	変形10度	経過良好
	4歳	変形10度	変形角度不変
Peterson ³⁾	5歳	変形10度、短縮12mm	経過良好
佐々木ら ⁴⁾	6歳4カ月	占拠率40%、変形30度	変形角度の悪化
Broughton ⁵⁾	4歳	占拠率7%、変形5度、短縮13mm	経過良好
Haslerら ⁶⁾	4歳	占拠率40%	経過良好
当院	4歳11カ月	占拠率16%、短縮10mm	脚長差の増悪なし
	6歳7カ月	占拠率27%、変形6度	脚長差出現
	1歳9カ月	占拠率24%、変形15度	経過良好

有効との報告があるが⁶⁾，近年では八木らをはじめ，20%以上の大きさがあると効果が不十分であり脚長差や変形が残存するとの報告が多い^{7)~10)}。

次に変形角度に関しては，20°以下の角状変形角度である場合は骨性架橋切除のみでモデリングが可能であり，機能障害を生じて日常生活に支障をきたさないとされている。しかし，20°以上の場合には矯正骨切りも併せて行うことが推奨されている^{6)8)~10)}。

年齢に関しては，残存する骨の長軸成長能と関係しており，10歳以下であること，病変のある骨の長軸成長能が2 cm以上または1年以上見込まれることが適応として報告されている^{6)~9)}。

これらの条件と，現在まで報告された幼児期症例の年齢，占拠率，短縮，変形角度，予後の項目につき考察を行うことにより，低年齢である幼児期では許容できる範囲が拡大できる可能性があるか検討した(表1)¹⁾³⁾⁵⁾⁸⁾。

平均年齢は3歳6か月(1歳9か月～6歳7か月)であった。今回我々が手術を行った症例3の1歳9か月が，報告された症例の中でも最も若いという結果になった。

占拠率は実際に報告されている文献は少ないが，その中でも4歳時に手術を行い占拠率が40%あっても経過良好なものの報告があった³⁾。また，変形は5～40°の範囲で報告があり，2歳時

に変形が30°ありL法のみの手術を行った症例でも経過良好であったという報告があった⁵⁾⁶⁾。その反面，40°以上の症例では予後不良であった⁸⁾。当院で経験した6歳の症例では占拠率が27%でもgrowth spurt時に脚長差が生じている。佐々木ら⁸⁾は同じく6歳で占拠率40%，変形30°の症例も変形角度の悪化を報告している。したがって，5歳以下の症例では骨端線閉鎖率30%まではL法の適応となる可能性があると考えられる。また，過去の文献より，角状変形も30°まではL法を行う許容範囲内となり得るため，今後も検討が必要である。

幼児期のL法の特徴として，「手術時年齢が若いほど効果が期待できる」とLangenskiöldは述べている⁶⁾。手術を行い術後CTにて二次性架橋が出現したり，移植した脂肪が骨内を移動してしまうといった合併症が生じた報告もあるが，4歳時では結果的に脚長差や変形の出現がなく経過している。その要因として，低年齢であったことが関係しているのではないかとされている³⁾。

以上のことより，占拠率および変形角度は，低年齢であれば手術可能な範囲を拡大できるのではないかと推定できる。しかし，症例数が少なく，今後も調査の必要性がある。

さらに，今回の症例のように幼児期に手術を行っても骨成長終了まで期間が長く，術後数年経

過して出現していなかった脚長差が思春期に growth spurt を迎えることで生じることもあるため，長期経過観察が必要である。

結 論

脚長差や変形のある幼児期の部分骨端線損傷3例に対し，短縮や変形を予防するために骨性架橋切除，遊離脂肪移植術を行い有効であった。

文献

- 1) Broughton NS, Dickens DFV, Cole WG, et al: Epiphyseolysis for partial growth plate arrest. J Bone Joint Surg **71-B** : 13-16, 1989.
- 2) Carlson W, Wenger D. A: Mapping method to prepare for surgical excision of a partial physal arrest. J Pediatr Orthop **4** : 232-238, 1984.
- 3) Halser CC, Foster BK: Secondary Tethers After Pyseal Bar Resection. Clin Orthop Relat R **405** : 242-249, 2002.
- 4) Khoshhal KI: Physal bridge resection. J Am Acad Orthop Surg **13** : 47-58, 2005.
- 5) Langenskiöld A, Österman K.: Surgical Treatment of Partial Closure of the Epiphyseal Plate. Reconstr Surg Traumat **17** : 48-64, 1979.
- 6) Langenskiöld A: Surgical treatment of partial closure of the growth plate. J Pediatr Orthop **1** : 3-11, 1981.
- 7) Peterson H: Partial growth plate arrest and its treatment. J Pediatr Orthop **4** : 246-258, 1984.
- 8) 佐々木聡，中原治彦，橋本 淳ほか：外傷性骨端線閉鎖に対する Langenskiöld 手術の経験. 日小整会誌 **3** : 310-314, 1994.
- 9) 高橋右彦，中塚洋一，川崎啓介ほか：骨端線早期閉鎖を伴う先天性内反足加療後の後遺症に対して変形矯正と脚延長を行った1例. 中四整会誌 **22** : 119-124, 2010.
- 10) 八木知徳，平岡正毅，安田和則：早期骨端線閉鎖例に対する Langenskiöld 手術の経験. 日小整会誌 **1** : 310-313, 1991.

Abstract

Partial Injury to the Epiphyseal Plate of the Knee : Report of Three Cases during Infancy

Sayo Tanaka, M. D., et al.

Department of Pediatric Orthopedics, Shizuoka Children's Hospital

We report three cases of partial injury to the epiphyseal plate of the knee occurring during infancy and successfully treated using physal bar resection and autologous fat graft. Case 1 involved a 4-year-old boy presenting a limp. Radiographs and MRI showed a central bar in the epiphysis of the left tibia, and the left leg was 1 cm shorter than the right leg. We performed epiphyseal bar resection and autologous fat graft to prevent further length discrepancy. Case 2 involved a 2-year-old boy presenting a history of septic arthritis in the right knee and valgus deformity. We performed epiphyseal bar resection and autologous fat graft at 6-years-old to prevent further valgus deformity. However during later growth spurt, a leg discrepancy of 1.5 cm developed. Case 3 involved an 21-months-old boy presenting a history of low birth weight and septic arthritis in the left knee with 15° valgus deformity. We performed corrective osteotomy in addition to epiphyseal bar resection and autologous fat graft. There has been no recurrence and development of length discrepancy. These findings suggested that epiphyseal bar resection and autologous fat graft are effective for treating partial injury to the epiphyseal plate of the knee in infants to prevent leg length discrepancy and progression in deformity.