

小児の下肢変形の評価と矯正

徳島大学医学部整形外科学教室

安井 夏生・川崎 賀照

はじめに

小児期に下肢変形脚長差をきたす原因には、外傷や化膿性膝関節炎後の骨端線発育障害や先天性片側肥大症、先天性腓骨列欠損、先天性下腿偽関節症などの先天性疾患、腫瘍や Blount 病などがある。ここでは小児の下肢変形脚長不等に対する評価方法、治療方針、手術方法について述べる。

下肢長の評価

下肢長の計測には orthoroentogenogram または slit scannogram を用いることが好ましい。単純 X 線像では拡大率が一定せず正確な計測はできない。一般病院では立位長尺単純 X 線撮影で計測される場合が多いかと思うが、せめて管球とフィルム面の距離を 2 m 以上とり拡大率を減少させる工夫が必要である。下肢長の予測は Moseley の straight line graph を用いるのが一般的である¹⁾²⁾。骨年齢と下肢長からおよその最終下肢長が予測できるが、実際には成長終了を予測するのが難しい。Paley の Multiplier の計算式³⁾は簡便であるが日本人にもあてはまるかどうかは不明である。筆者らは外来で簡便に成長予測をする方法として両親の身長を参考にしている。たとえば、大腿骨遠位の外傷に伴う骨端線閉鎖で受診した 10 歳の女子の身長が 138 cm で 3 cm の下肢長左右差を有したとする。両親は正常で日本人の平均身長(父親：170 cm, 母親：158 cm)であった場合、本人は母親とほぼ同じ最終身長になると予測されるから、今後身長が約 20 cm 伸びることになる。そのうち半分は脊柱で伸びるため下肢は約 10 cm 伸びると予測される。すなわち大腿骨で 5 cm, 下

腿骨で 4 cm, 足部で 1 cm の伸びが予測される。大腿骨は遠位の骨端線で 70%伸びるから、今後の成長障害は 3.5 cm ということになる。つまり今後の下肢長差は $3+3.5=6.5$ cm と予測できる。この予測はおおまかではあるが、原理的には Mosley 法や Paley 法と同じ方法である。いずれの方法で最終下肢長差を予測しても誤差は少なくない。

変形の評価

正面像と側面像の長尺 X 線像で下肢アライメントの評価を行う。まず Paley の提唱する malalignment test⁴⁾により大腿骨と下腿骨のアライメントをみる。次にそれぞれの骨の変形中心(center of rotation of angulation; CORA)をもとめ変形プレーンと真の矯正角度を計測する。大腿と下腿がともに変形していれば左右の評価を行い、反対側が正常範囲であればそれを基準にして患側を評価し、両側とも変形していれば正常人の平均値を用いて評価する⁴⁾(図 1, 2)。

手術適応と時期

脚長不等や変形により下肢機能軸に偏位が生じ、歩容異常、可動域制限を認める場合には、その時点で無症状でも矯正延長術の適応がある。変形が軽度で脚長差が少ない場合は成長終了まで待って、正確に矯正と等長化を行う。重度四肢奇形や乳児期の骨髄炎などの場合は変形や短縮の程度が重く、成長過程で複数回の手術が必要な場合がある。このようなときは最終脚長差や変形を予測し計画的に治療を行うが、最終補正手術を成長終了前後に行うのがよい。下肢変形の原因が大腿と下腿にある場合は原則として両方の手術を行

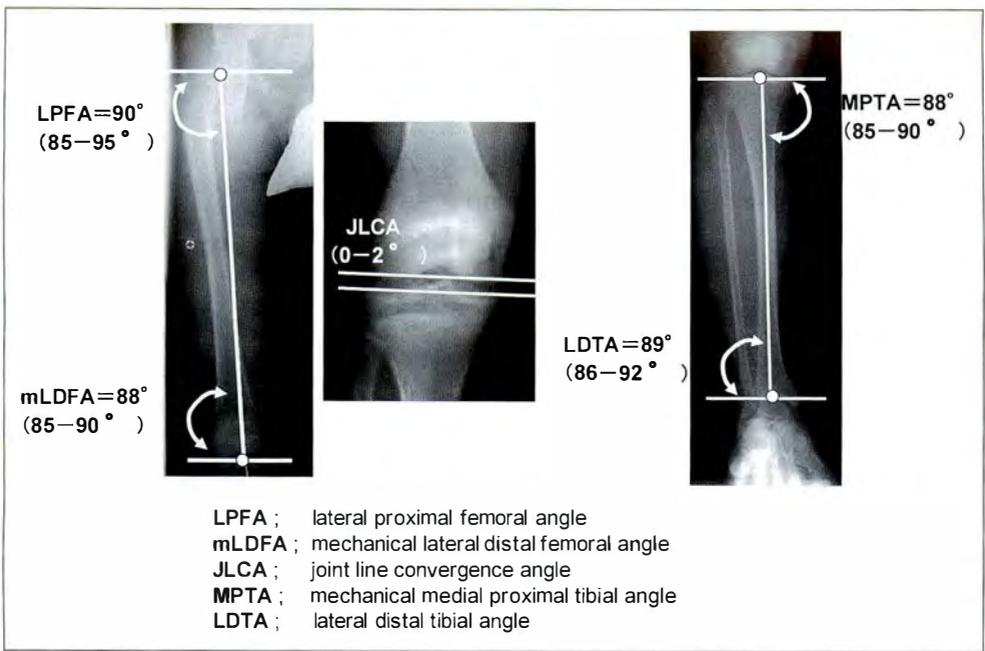


図 1.
正常の下肢正面
アライメント

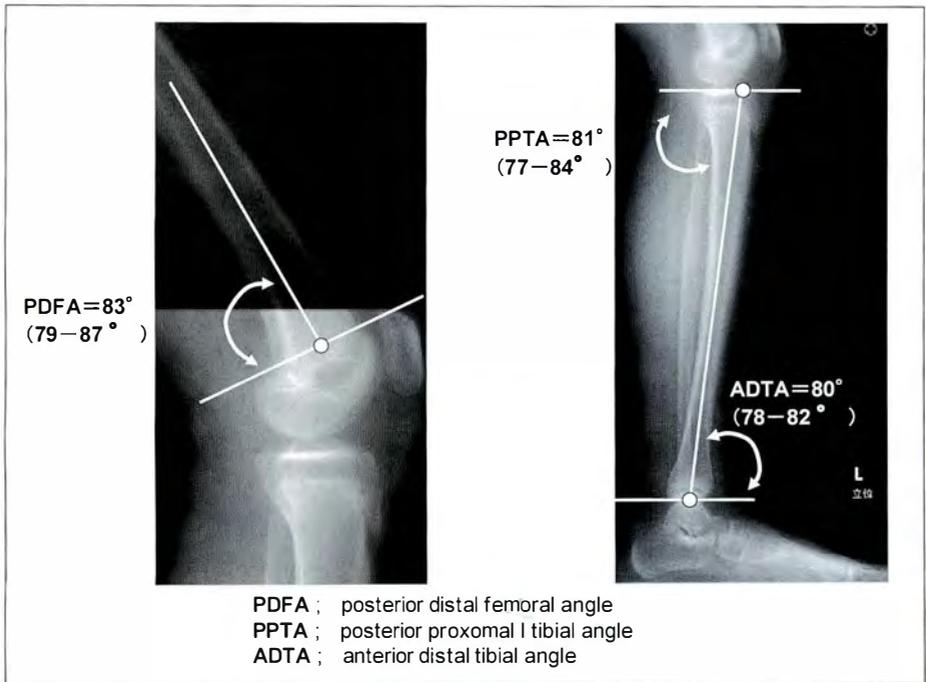


図 2.
正常の下肢側面
アライメント

う。変形の程度が軽い場合は一期的に矯正を行うことも可能であるが、矯正角度が大きい場合や延長が必要な場合、または一期的矯正により神経麻痺が生じる危険性がある場合は暫時矯正を行う。外傷後の過成長や片側肥大症など、長い下肢が患側である場合には骨端線閉鎖術の適応がある。ただし成長終了まである程度期間が残っていないと等長化ができない。ある時期を過ぎると反対側の脚延長で対応するしかない。

成長終了時の変形と脚長差の予測

変形や脚長差が進行性で成長終了前に矯正手術を必要とする場合、成長終了時の変形や脚長差の予測が重要である。

治療方法

最終的に下肢全体の等長化と下肢機能軸が膝中心を通ることを目標とし、膝の高さに多少左右差

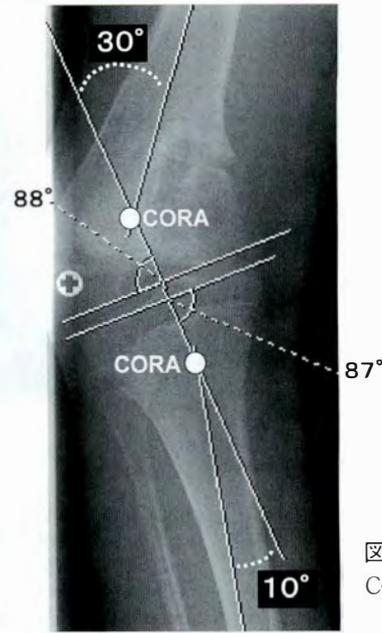


図 3. CORA と変形角度

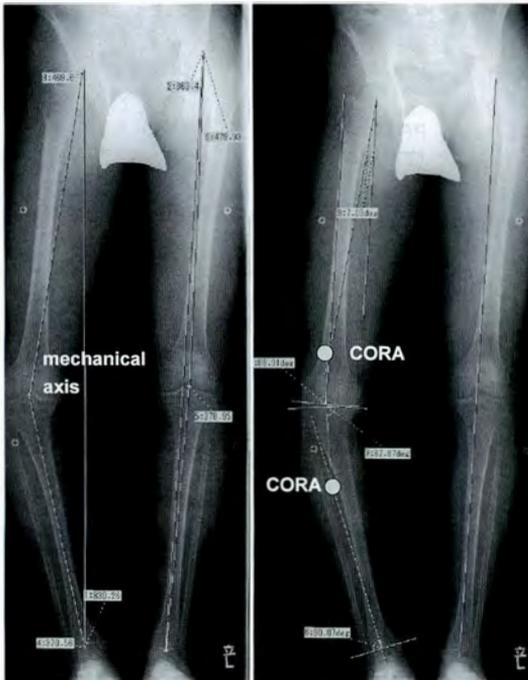


図 4. 電子カルテ上で計測ツールを用いての変形の評価

が生じても機能障害を起すほどでなければ、左右の大腿下腿長を等しくすることに厳密にこだわっていない。ただし変形の原因が大腿と下腿の両方にある場合は CORA 法の概念に基づき大腿と下腿の矯正手術を行う(図 3, 4)。通常 CORA の位置にできるだけ近く骨切りし変形矯正を行う。

関節近くに CORA が位置し、その部位での骨切りが困難な場合は、できるだけ CORA に近い骨幹端で骨切りし CORA を中心に回転矯正し軸偏位が生じないようにしている。Taylor spatial frame を用いれば CORA の概念を知らなくても矯正可能である。その場合でも骨切りは CORA レベルで行うのがよく、矯正後の骨変形が少なく、コンピュータ入力も容易である。CORA の概念は熟知しておくべきである。我々の施設ではフィルムレス時代に対応した電子カルテ上で計測ツールを用いて、容易に脚長差、CORA、変形角度を求めることができるソフトを立ち上げている。従来の X 線写真をトレースして作図するのに比べ、ずっと簡便で再現性が高く、変形の評価や手術説明時に役立っている(図 5)。

手術術式

延長のみの場合は、大腿骨は単支柱式創外固定器を用いることが多いが、下腿骨は原則として Ilizarov 創外固定器を使用することが多い。延長と同時に矯正も必要な場合、Taylor spatial frame を用いている⁵⁾。

片側肥大症または外傷後の過成長に対しては、骨端線抑制術か閉鎖術またはその併用で行うが、最近は 8 プレートを受用している。骨端線閉鎖術は、時期を過ぎると脚延長で対応するしかなくま



図 5.
CORA と変形角度

た手術時期の決定が難しい。

変形矯正、延長術の骨切り

骨切りは特殊なドリルガイドを用いて percutaneous multiple drilling を行いドリル穴をノミでつなぐように経皮的に骨切りする方法を用いている⁶⁾。この方法を用いると、大腿骨でも脛骨でも約 1.5 cm の皮切で周囲の軟部組織への侵襲を最小限に骨切りすることができ、骨形成が極めて良好である。我々はこの骨切り方法を用いるようになってから、これまで仮骨形成不全を認めた症例はなく、この方法に伴う合併症も経験していない⁶⁾。

まとめ

CORA 法による変形の評価法と創外固定器を用いた仮骨延長法の進歩により、小児の変形脚長不等に対する治療方法はほぼ確立され一般的に行われるようになってきている。特に近年では Taylor spatial frame の使用により、Ilizarov 創外固定器のような複数の部品の組み合わせを行う必要がなく、角状、短縮、回旋を伴うような複雑な変形に対して容易に矯正可能となってきた³⁾。よって小児期に変形と脚長差が生じて、軽度であれば成長終了時まで待って手術を行えば、1 度の手術で確実に変形矯正と等長化を得ることができ、問題となるのは、先天性疾患や骨髄炎後の骨

端線障害のように変形と脚長差が重度でかつ進行性の疾患の場合である。機能障害も生じてくるため成長終了時まで待って 1 度の手術で脚長補正と変形矯正を行うわけにはいかない。たとえ 1 度の手術で延長と矯正は可能であったとしても、創外固定期間が長期になり感染や関節可動域制限などの問題が生じる危険性が高い。はじめから手術を数回に分けて計画し、成長終了前後に最終的な矯正と等長化手術を行うのが望ましい。

文 献

- 1) 安井夏生：下肢長不等の程度予測。骨・関節・靭帯 5：1133-1140, 1992.
- 2) Moseley CF et al：A straight-line graph for leg-length discrepancy. J Bone Joint Surg 59-A：174-179, 1977.
- 3) Paley D et al：Multiplier method for predicting limb-length discrepancy. J Bone Joint Surg 82-A：432-446. 2000.
- 4) Paley D：Principles of Deformity Correction. Springer, 2002.
- 5) Taylor JC：Correction of general deformity with the Taylor Spatial Frame Fixator. www.jchrlestaylor.com. November 2004.
- 6) Yasui N et al：A technique of percutaneous multidrilling osteotomy for limb lengthening and deformity correction. Journal of Orthopaedic Science 5：104-107, 2000.