

# 先天性内反足後期手術例における治療経過の X 線学的検討

神奈川県立こども医療センター整形外科

杉山正幸・亀下喜久男・町田治郎  
長岡亜紀子・山口祐一郎・奥住成晴

**要旨** 先天性内反足における保存療法の限界,ならびに変形再発のメカニズムについて X 線学的に検討した.対象は 11 年間に当センターで診療した特発性先天性内反足前医無治療 2 年以上経過観察例の後期手術例 51 例 73 足である.ギプス矯正終了時・変形再発時(術前)・術後で,ストレス X 線像で,距踵角・脛距角・脛踵角に加え,踵骨に対する立方骨の転位を表す center edge angle(CE 角), edge edge angle(EE 角)を計測した.矯正終了時の CE 角は 35.7°, EE 角は 9.9°, 変形再発時の CE 角は 50.4°, EE 角は 18.5°, 術後の CE 角は 37.7°, EE 角は 3.0°であった.背底像の距踵角,側面像の脛距角・脛踵角はそれぞれ,矯正終了時で 35.9°, 98.1°, 69.5°, 変形再発時ではそれぞれ 30.2°, 108.2°, 81.7°で,術後はそれぞれ 35.8°, 93.1°, 61.8°であった.CE 角, EE 角の計測値は,変形再発時の増大は当然のことながら,ギプス矯正終了時にもかなりの転位がみられた.

## はじめに

今回は,保存療法の変形矯正の限界すなわちギプス矯正によるみかけの矯正を含む不完全矯正と,それによる変形再発の因果関係について, X 線学的に,従来の距踵角,脛距角,脛踵角の計測に加え,踵立方角(CE 角, EE 角)および距・踵骨重なり面積比を計測し検討した.

## 対象

1989~99 年までの 11 年間に当科で治療した特発性先天性内反足の前医無治療例は 127 例 184 足で,このうち 2 年以上経過観察できたものは 103 例 140 足である.治療経過別では,保存療法経過良好例が 36 例 40 足,早期手術(後内方解離術<sup>1)</sup>)例が 16 例 27 足,後期手術(後内方解離術<sup>1)</sup>)例が,

51 例 73 足である(図 1).今回は,この後期手術例 51 例 73 足を対象とした.

性別は,男性 38 例 53 足(73%),女性 13 例 20 足(27%)であり,罹患側は,両側 22 例 44 足(60%),右側 19 例 19 足(26%),左側 10 例 10 足(14%)である.また,重症度分類(初診時の徒手矯正操作後の内転・内反変形遺残角度)では,重症(内転・内反変形遺残 20°以上)25 足(34%),中等症(0°以上 20°未満)39 足(54%),軽症(0°未満)9 足(12%)であった.

## 方法

### 1. X 線計測法

ストレス X 線 2 方向撮影で,従来の指標である距踵角(Talocalcaneal angle: 以下 TCA と略す),脛距角(Tibiotalar angle: 以下 TtTA と略

**Key words:** congenital club foot(先天性内反足), center edge angle(CE 角), edge edge angle(EE 角), ratio of the talus to the overlapped the calcaneus(距・踵骨重なり面積比), equinovarus deformity of the hindfoot(後足部内反尖足変形)

連絡先: 〒240 8585 神奈川県横浜市区保土ヶ谷区釜台町 43-1 横浜船員保険病院整形外科 杉山正幸

電話(045)331-1251

受付日: 平成 15 年 12 月 5 日

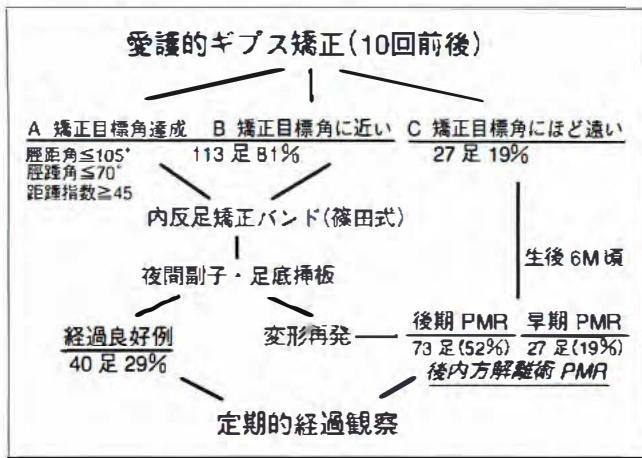


図 1.

我々の先天性内反足の治療方針  
愛護的ギブス矯正(みせかけの矯正を防止する molding cast : (亀下法<sup>23)</sup>)を 10 回前後施行し、矯正目標角<sup>4)</sup>(ストレス X 線検査による背底像・側面像の距踵指数 45 以上、最大背屈側面像で脛距角  $105^\circ$  以下、脛踵角  $70^\circ$  以下)を越えたもの、またそれに近くまで(脛踵角  $80^\circ$  前後)矯正できたものは内反足矯正バンドによる装具療法に移行した。一方、矯正目標角まで矯正するにはほど遠いものは矯正が進行しなくなった時点でギブス矯正を中止し、生後 6 か月頃まで待って早期手術として後内方解離術 (posteromedial release : 以下 PMR と略す) を行った。装具療法に移行したもののうち、経過観察中に変形再発が明らかになったものは後期手術としての PMR を行った。

す)、脛踵角(Tibiocalcaneal angle : 以下 TiCA と略す)に加え、踵立方角(図 2・3)と、距・踵骨重なり面積比(図 4)を計測した。

踵立方角は、踵骨に対する立方骨の転位を center-edge angle(以下 CE 角と略す)(図 2)と edge-edge angle(以下 EE 角と略す)(図 3)の 2 種類の計測を行った。

まず、CE 角の計測法である(図 2)。線 A は踵骨外側縁の接線である。線 B は踵立方関節踵骨関節面の延長線である。線 C は立方骨の中心点と、線 A、線 B の交点 P を結ぶ線である。CE 角は線 A と線 C のなす角  $\alpha$  である。

次に、EE 角の計測法である(図 3)。線 A は踵骨外側縁の接線である。線 B は踵立方関節踵骨関節面の延長線である。線 C' は立方骨外側縁の接点と、線 A、線 B の交点 P を結ぶ線である。EE 角は線 A と線 C' のなす角  $\beta$  である。

次は距・踵骨重なり面積比  $[A/A+B \times 100(\%)]$

の計測法である(図 4)。ストレス X 線背底像で踵骨面積(A+B ;  $\text{mm}^2$ )および距骨と踵骨の重なり面積(A ;  $\text{mm}^2$ )をエリアカーブメーター(図 5)を用いて計測し算出した。計測値は、同一検者の 5 回計測の平均値である。

## 2. 計測の時期

保存療法経過良好例では、初診時(生後約 1 か月)、生後 3~6 か月(ギブス矯正<sup>23)</sup>終了後)、3 歳ならびに 6 歳で行った。後期手術例では、初診時(生後約 1 か月)、矯正良好時(生後 3~6 か月)、変形再発時(約 3 歳)、術後調査時(約 6 歳)で行った。なお、正常値は、片側例の健側および該当年齢の正常足で、生後 1 か月、生後 3~6 か月、1 歳、3 歳、6 歳で行ったものである。

## 3. 計測値の検討

後期手術例の計測値と保存療法経過良好例および正常足の計測値を比較検討した。

統計処理は二元配置分散分析法を行い、 $p <$

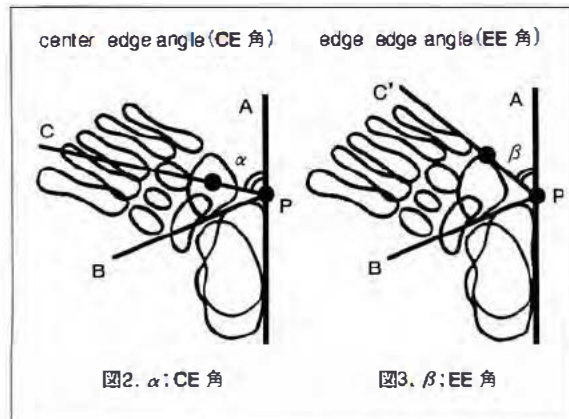


図 2・3.

踵立方角計測法

図 2. center edge angle(CE 角)

線 A は踵骨外側縁の接線である。線 B は踵立方関節踵骨関節面の延長線である。線 C は立方骨の中心点と、線 A、線 B の交点 P を結ぶ線である。CE 角は線 A と線 C のなす角  $\alpha$  である。

図 3. edge edge angle(EE 角)

線 A は踵骨外側縁の接線である。線 B は踵立方関節踵骨関節面の延長線である。線 C' は立方骨外側縁の接点と、線 A、線 B の交点 P を結ぶ線である。EE 角は線 A と線 C' のなす角  $\beta$  である。

図 4.

距・踵骨重なり面積比計測法

エリアカーブメーターで、距骨面積(A+B; mm<sup>2</sup>)および距骨と踵骨の重なり面積(A; mm<sup>2</sup>)を計測し、A/A+B×100(%)を距・踵骨重なり面積比とした。

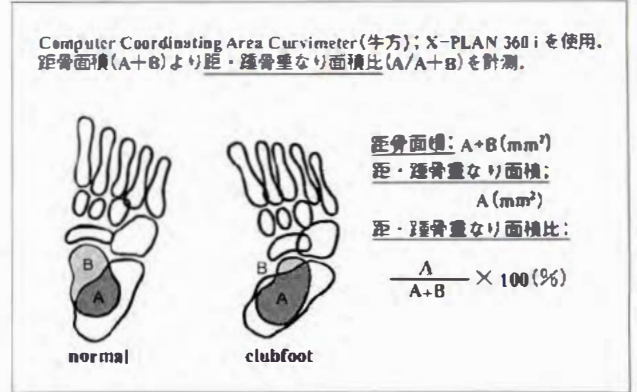


図 5.

Computer Coordinating Area Curvimeter

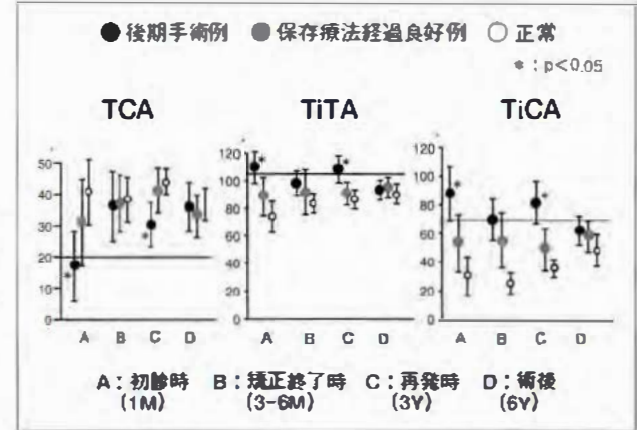
エリアカーブメーターは、測定の種類と条件を設定することで、面積・全長・辺長・座標・半径の測定が可能である。トレースレンズの視野に見えるトレースマークを図形上の点に合わせ、測定キーを押すとユーザーの要求に沿った結果が表示される(点測定・直線測定・曲線測定・円弧測定・面積測定などに使用される)。



図 6.

後期手術例の TCA, TiTA, TiCA の計測値

変形が最もよく矯正されていたギプス矯正終了時 B では、後期手術例の距踵角 TCA は、矯正目標角 20° を十分に越え、正常足、保存療法経過良好例とほぼ同等の値であった。ギプス矯正終了時 B で、TiCA は矯正目標角にはやっと達したものの、正常足と比較すると明らかに大きかった。なお、変形再発時 C では、全ての計測値で保存療法経過良好例、正常足と明らかな差が見られた。



0.05 を統計学的に有意とした。

結果

まず TCA, TiTA, TiCA について検討した(図 6)。変形が最もよく矯正されていたギプス矯正終了時 B では、後期手術例の TCA は 35.9±11.2° で、矯正目標角 20° を十分に越え、正常足、保存療法経過良好例とほぼ同等の値であった。しかし、ギプス矯正終了時 B の TiTA, TiCA はそれぞれ 98.1±8.7°, 69.5±14.4° で、矯正目標角 105°, 70° には達していたが、正常足と比較すると明らかに

その値は大きかった。

なお、変形再発時 C では TCA, TiTA, TiCA はそれぞれ 30.3±7.0°, 108.2±9.8°, 81.7±14.6° で、全ての計測値で保存療法経過良好例、正常足と明らかな差が見られた

術後 D では TCA, TiTA, TiCA はそれぞれ 35.8±7.8°, 93.1±7.0°, 61.8±10.0° で、全ての計測値は正常足に近くまで改善されていた。

次に、躰立方角の正常値である(図 7)。CE 角は 3~6 か月で 25.5±6.5°, 1 歳時で 35.5±4.1°, 3 歳時で 35.1±6.2°, 6 歳時で 35.6±3.7° であり、EE

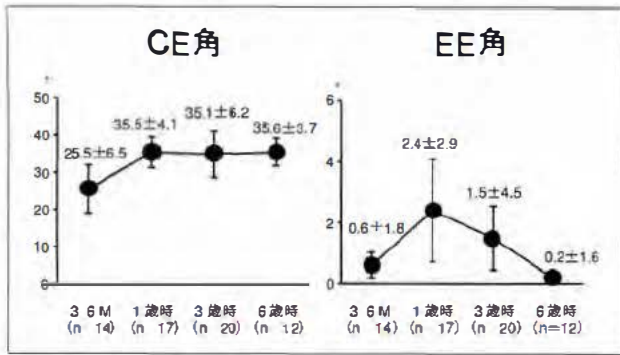


図 7. CE角とEE角の正常値  
CE角の正常値は、年齢で多少の差がみられた。

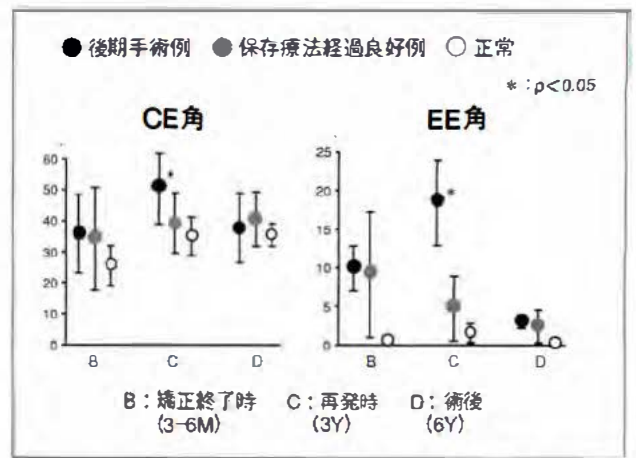


図 8. 後期手術例のCE角とEE角の計測値  
後期手術例のCE角は保存療法後で35.7°、変形再発時は50.4°と大きくなったが、術後は37.7°と正常に近く矯正されていた。また、EE角では保存療法後で9.9°、変形再発時は18.5°と大きくなったが、術後は3.0°と正常に近く矯正されていた。

角は、3~6 か月で  $0.6 \pm 1.8^\circ$ 、1 歳時で  $2.4 \pm 2.9^\circ$ 、3 歳時で  $1.5 \pm 4.5^\circ$ 、6 歳時で  $0.2 \pm 1.6^\circ$  であり、年齢差がみられた。

後期手術例における踵立方角の経時的変化では、CE角・EE角は、ギプス矯正終了時Bにはそれぞれ  $35.7 \pm 12.6^\circ$ 、 $9.9 \pm 12.5^\circ$  で、保存療法経過良好例、正常例の値近くまでよく改善されていた。しかし、変形再発時CにはCE角は  $50.4 \pm 11.3^\circ$  と増大し有意差が見られた。EE角も同様に、変形再発時Cには  $18.5 \pm 14.4^\circ$  と増大し有意差が見られた。術後Dでは、CE角・EE角はそれぞれ  $37.7 \pm 11.2^\circ$ 、 $3.0 \pm 9.9^\circ$  で、正常足に近く改善されていた(図8)。

次は、距・踵骨重なり面積比の正常値である(図9)。初診時では  $19.9 \pm 10.3\%$ 、3~6 か月では  $24.4 \pm 10.2\%$ 、1 歳時では  $23.3 \pm 2.8\%$ 、3 歳時では  $40.6 \pm 8.1\%$ 、6 歳時では  $45.9 \pm 3.5\%$  であり、成長による距踵骨の骨化の進行に伴い増大がみられた。

後期手術例の重なり面積比は、初診時  $59.9 \pm 25.3\%$  で、ギプス矯正終了時でも  $33.8 \pm 16.5\%$  と、保存療法経過良好例および正常足に比較すると有意に大きかった。なお、変形再発時では  $56.5 \pm 12.8\%$  と有意に増大し、術後は  $48.1 \pm 9.9\%$  と正常に近く減少していた(図10)。

## 考 察

我々は従来、本症の単純 X 線診断を共著者の亀下の方法に従い最大矯正位 2 方向撮影(ストレス X 線像)で行っている。変形矯正の診断に当たっては、まず足根骨の配列をみる一方、数量的には、最大外転外反背底像の距踵角、最大背屈側面像の距踵角、脛距角、脛踵角に加え、最近では一部の症例で、踵立方角、距・踵骨重なり面積比の計測を行っている。

今回は、ギプス矯正で矯正目標角前後まで矯正でき一旦装具療法に移行したが、経過観察中に変形再発が明らかになり手術(後内方解離術<sup>1)</sup>)を施行した後期手術例について検討した。

まず、従来の距踵角、脛距角、脛踵角についてみると、内反変形の指標である背底像の距踵角は、保存療法後の経過良好時は当然のことながら、変形再発時でも矯正目標角を達成していたものが多かった。これは、背底像の距踵角が、そのみでは内反変形の指標としては十分ではないことを示している。変形再発時にみられる距踵角の増大は、病理解剖学的には、尖足変形の遺残に伴うみかけの矯正である垂直距骨変形が関与しているものと考えられる<sup>9)</sup>。

次に、尖足変形の指標である脛距角、脛踵角に

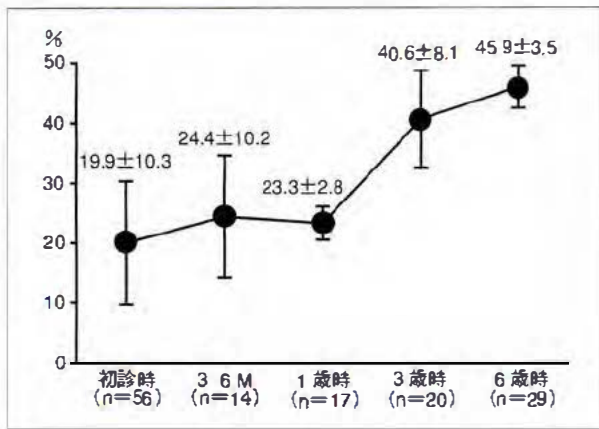


図 9. 距・踵骨重なり面積比の正常値  
距・踵骨重なり面積比の正常値は、年齢とともに増大する。

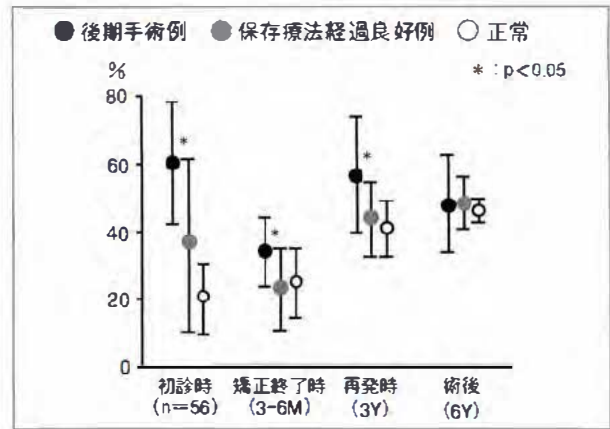


図 10. 後期手術例の距・踵骨重なり面積比の計測値  
後期手術例の距・踵骨重なり面積比は、面積比は初診時59.9%で、ギプス矯正終了時でも33.8%と、保存療法経過良好例および正常足に比較し有意に大きかった。変形再発時には56.5%と増加し、術後は48.1%と正常に近く減少していた。

ついてみると、経過良好時には大多数は矯正目標角に達していた。しかし、正常値と比較すると尖足変形の遺残はなお明らかであった。

このことは、我々が設定した矯正目標角<sup>4)</sup>(脛距角105°, 脛踵角70°)が、正常足の脛距角、脛踵角よりもはるかに大きく、変形再発の防止には、十分でないといえる。

そこで、我々は内転内反変形のX線診断のより明確な指標として、今回、踵立方角と距・踵骨重なり面積比の計測を行った。

後期手術例では、変形再発時には、CE角・EE角ともに保存療法経過良好例、正常足に比べ、有意に増大しており、術後では、CE角・EE角はともに正常足に近く矯正されていた。このことから、CE角・EE角は内転変形の矯正状態を表すよい指標の一つであると思われる。

また、後期手術例の距・踵骨重なり面積比は、矯正終了時には、保存療法経過良好例および正常足に比較し有意に大きく、術後では正常足に近く改善されていた。これらは、ギプス矯正終了時でも後足部内反変形の遺残があったことを示している。

距・踵骨重なり面積比は、病理解剖学的には、踵骨の距骨下へのroll inによる内反尖足変形<sup>6)</sup>と関連した指標である。この面積比が矯正終了時で

も大きかったことは、後足部内反尖足変形の遺残を示しており、この不十分な矯正が変形再発の原因の一つであったと考えられた。

日常診療における後足部内反変形のX線診断では、重なり面積比を計測するまでもないが、距踵角の計測のみでなく、距骨と踵骨の骨化核の重なりをみることは重要なことである。

#### まとめ

1) 今回我々はストレスX線撮影で、従来のTCA, TiTA, TiCAに加え、踵立方角(CE角, EE角)、距・踵骨重なり面積比の計測を行い検討した。

2) 後期手術例のギプス矯正終了時では、背底像TCAは保存療法経過良好例、正常足とほぼ同等に達していた。しかし、TiTA, TiCAおよび距・踵骨重なり面積比では、変形矯正はなお不十分な状態であった。

3) 踵立方角(CE角・EE角)は変形再発時には明らかな増大がみられ、内転変形の矯正状態を表すよい指標であると思われた。

4) 距・踵骨重なり面積比が矯正終了時でも大きかったことは、後足部の内反尖足変形の遺残を示しており、これが変形再発の原因の一つであったと考えられた。

## 文 献

- 1) 亀下喜久男：距踵関節解離を行わない先天性内反足の新しい後内側解離術。骨・関節・靭帯 14(6)：507-516, 2001.
- 2) 亀下喜久男：先天性内反足。新臨床整形外科全書 下腿・足 11 A：113-211, 金原出版, 1981.
- 3) 亀下喜久男：先天性内反足。整形外科外来診療 南江堂, 399-412, 1995.
- 4) 亀下喜久男：先天性内反足のX線診断(1)。整形外科Mook 先天性内反足 17：41-62, 1981.
- 5) 杉山正幸：先天性内反足のX線診断 後足部内反変形について 距・踵骨重なり面積比の計測。日小整会誌 12(1・2)：47-51, 2003.
- 6) PONSSETI, IV：Congenital Clubfoot, Fundamentals of Treatment. OXFORD UNIVERSITY PRESS, 37-48, 1996.

## Abstract

### Radiographic Evaluation for Treatment in Idiopathic Congenital Clubfoot

Masayuki Sugiyama, M. D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Kanagawa Children's Medical Center

We report a retrospective study of patients with congenital club feet attending our orthopaedic clinic from 1989 to 1999. The purposes were to evaluate our methods of conservative treatment and to identify the mechanism for foot deformity in congenital club foot. Of 103 patients, involving 140 idiopathic club feet, followed for more than 2 years, we chose all the 51 patients with 73 feet treated by late posteromedial release. The stress dorso plantar radiographs were evaluated before and after the operation. The measurements were talocalcaneal angle (TCA), tibiotalar angle (TiTA), tibiocalcaneal angle (TiCA), center edge angle (CE : the angle between the lateral tangent of the calcaneus and the line from calcaneocuboid joint to the mid point in the cuboid), and edge edge angle (EE : the angle between the lateral tangent of the calcaneus and the line from calcaneocuboid joint to the lateral tangent of the cuboid).

In this group treated by late posteromedial release, CE was  $35.7 \pm 12.6^\circ$  and EE was  $9.9 \pm 12.5^\circ$  after the cast treatment (3-6 months), and CE was  $50.4 \pm 11.3^\circ$  and EE was  $18.5 \pm 14.4^\circ$  at the time of recurrence (1-3 y.). After the operation, CE was  $37.7 \pm 11.2^\circ$  and EE was  $3.0 \pm 9.9^\circ$ . The values of TCA, TiTA, TiCA were  $35.9 \pm 11.1^\circ$ ,  $98.1 \pm 8.7^\circ$ ,  $69.5 \pm 14.4^\circ$  after the cast treatment and the values of TCA, TiTA, TiCA were  $30.2 \pm 7.0^\circ$ ,  $108.2 \pm 9.8^\circ$ ,  $81.7 \pm 14.6^\circ$  at the time of recurrence. After the operation, the values of TCA, TiTA, TiCA were  $35.8 \pm 7.8^\circ$ ,  $93.1 \pm 7.0^\circ$ ,  $61.8 \pm 10.0^\circ$ . In this group treated by late posteromedial release, the mal alignments of the calcaneocuboid joint were seen not only at the time of recurrence, but also after the cast treatment.