

## 小児における内側楔状足底挿板の高さと歩容の変化

京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学(整形外科学教室)

浦出英則・金 郁喆・毛利尚史・久保俊一

**要旨** 我々は易転倒性を有する内旋歩行児に対して、転倒予防の目的で楔状部の高さが5 mmの内側楔状足底挿板を用いた治療を行っている。しかし転倒予防に対して最も効果が得られる足底挿板の形状についてはいまだ明らかではない。

今回足底挿板の形状の変化が歩容に及ぼす影響について調査し、転倒を予防するために最も有効な形状について検討した。

足底挿板は足底支持のみを行ったもの、足底支持に加えて内側を5 mm高、10 mm高とした内側楔状足底挿板を使用した。3種類の足底挿板の形状の変化による、身体各部の振れ幅の変化と足部内転度の変化を動作解析装置を用いて解析した。

いずれの足底挿板においても、足底挿板内側楔状部の高さの増加に伴って足部の触れ幅が減少し、体幹部での振れ幅が増加した。内側楔状足底挿板は足部の不安定性を改善させるが代償的に体幹部での振れ幅を増加させたと考えた。

### はじめに

幼児期は中枢神経機構や筋骨格系による制御が発達途上であるため歩行が不安定であり、日常生活において容易に転倒する。

周囲の同年代児と比べて転倒する回数が多いと危惧する親に連れられて診察を受ける小児は少なくないが、歩行の不安定性は成長につれて自然軽快するため、そのまま経過観察とされることが多い。

我々は転倒しやすいという理由で受診した小児で、内旋歩行を認める場合には転倒予防の目的で内側楔状足底挿板を使用している。5 mm高内側楔状足底挿板を靴内に装着することで歩行の安定化と転倒予防効果があることを確認してきた。しかし、個々の患者に対して最も効果が得られる足底挿板の形状、特に高さについてはいまだ明らかではない。

### 目的

健常小児を対象として内側楔状足底挿板の形状や高さの変化が歩容に及ぼす影響を明らかにすることである。

### 対象

明らかな四肢麻痺や機能障害を認めない健常児11例(男児7例, 女児4例)を対象とした。平均月齢64か月(43~113か月)、平均身長107.3 cm(90~131 cm)、平均体重18.1 kg(14.0~25.0 kg)であった。下肢アライメントは、外観上の大腿脛骨角が平均175.7°(170~178°)、大腿足角が平均内旋9.9°(5~16°)であった。前足部内転度は第1趾を1、第5趾を5とすると平均2.5であった。また股関節の可動域は内旋が平均56.8°(40~70°)、外旋が平均56.5°(40~80°)であった。

**Key words** : gait analysis(歩行解析), toe-in gait(内旋歩行), easiness of fall in down(易転倒性), inner wedge insole(内側楔状足底挿板)

**連絡先** : 〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路上の梶井町465 京都府立医科大学整形外科 浦出英則  
電話(075)251-5549

**受付日** : 平成19年3月15日

図 1.  
 a : 体幹部, 水平面での振れ幅の変化  
 b : 体幹部, 前額面での振れ幅の変化

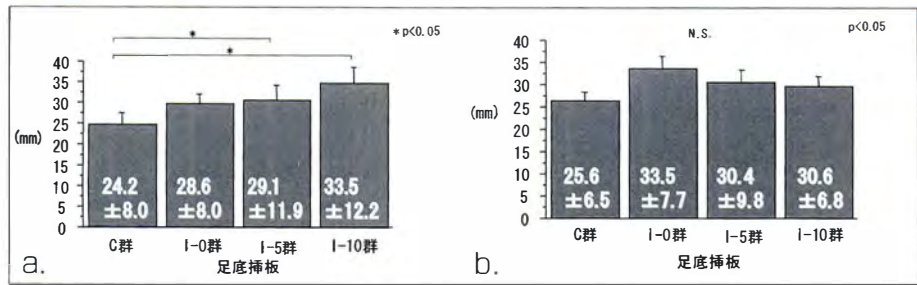
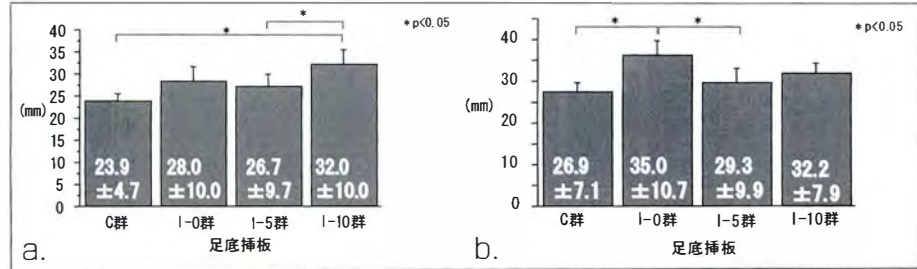


図 2.  
 a : 骨盤部, 水平面での振れ幅の変化  
 b : 骨盤部, 前額面での振れ幅の変化



## 方法

### 1) 足底挿板の形状

足底挿板を装着せずに裸足で行った歩行をC群とした。

足底挿板の形状は足底支持のみを行ったもの(以下I-0群), 足底支持に加えて足底内側部に楔状に5mmと10mmの高さを加えたもの(以下I-5群, I-10群)の3種類とした。

### 2) 反射マーカの位置

被験者の左右の肩峰, 大腿骨大転子部, 大腿骨外顆部, 足関節外果部, 第5中足骨頭部の10点の体表面上に直径約10mmの赤外線反射マーカを貼付した。

### 3) 歩行方法

被験者が計測時に装着する靴と靴内に装着する足底挿板は, 各児が日常的に使用するものと同サイズを, 治験者側で準備して形状を統一した。そして約10mの特設廊下を進行方向の指示を与えて自由歩行させた。

### 4) 歩行解析

三次元動作解析システムにはVICON-MX(VMS社)を使用した。MXカメラ(VMS社)8台を使用して歩行を同期計測し, Workstation(VMS社)を用いてマーカの3次元座標でのマーカの移動量を解析した。歩行計測はそれぞれ3回施行し安定した歩行が得られた6歩行周期を抽出して解

析した。また各歩行の立脚期は同期撮影したビデオモニターの視認で抽出した。

### 5) データ解析

足底挿板非装着時と装着時での進行方向に対する各マーカの上下の振れ幅, および前額面での足部の内外方変位の変化量を算出して比較した。

両肩峰部マーカの中点を体幹部の指標に, 両大腿骨大転子部マーカの中点を骨盤部の指標に用いた。立脚期での体幹部, 骨盤, 足関節外果部のマーカの前額面と水平面での移動量を振れ幅として計測した。また第5中足骨頭部では前額面での振れ幅を計測し, 水平面における足関節外果部マーカと第5中足骨頭部マーカの2点を結ぶ直線の進行方向に対する傾きを足部内転度として算出した。

## 結果

#### ・体幹上部の振れ幅の変化(図1)

水平面においてC群は $24.2 \pm 8.0$ mmであった。装着時にはI-0群で $28.6 \pm 8.0$ mm, I-5群で $29.1 \pm 11.9$ mmと振れ幅の増加傾向が見られ, I-10群では $33.5 \pm 12.2$ mmと非装着時に比べて有意に増加していた。前額面ではC群の $25.6 \pm 6.5$ mmに対してI-0群で $33.5 \pm 7.7$ mm, I-5群で $30.4 \pm 9.8$ mm, I-10群では $30.6 \pm 6.8$ mmと振れ幅が増大する傾向を認めた。

#### ・骨盤部の振れ幅の変化(図2)

水平面でC群は $23.9 \pm 4.7$ mmであった。I-0

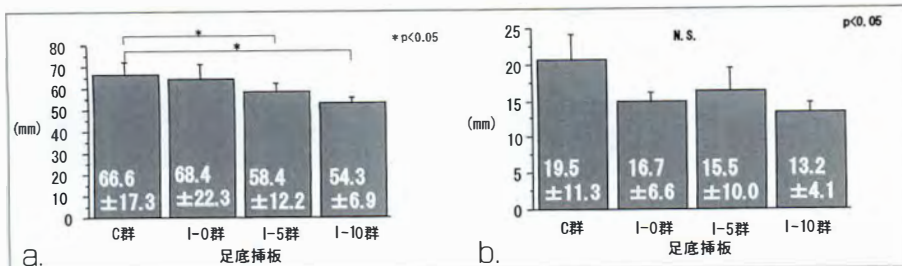


図 3.  
 a : 足関節外果部, 水平面での振れ幅の変化  
 b : 足関節外果部, 前額面での振れ幅の変化

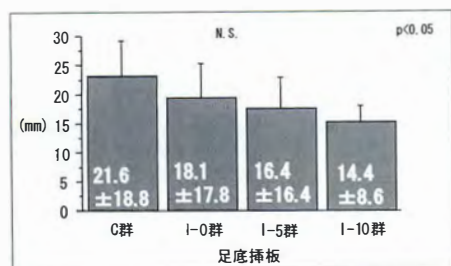


図 4. 第5中足骨頭部, 前額面での振れ幅の変化

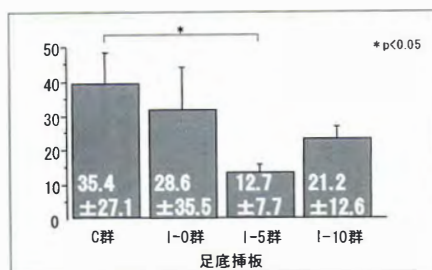


図 5. 足部内転度の変化

群で  $28.0 \pm 10.0$  mm, I-5 群で  $26.7 \pm 9.7$  mm, I-10 群で  $32.0 \pm 10.0$  mm と変化し I-10 群での振れ幅は C 群および I-5 群と比べて有意に増加していた。前額面で C 群  $26.9 \pm 7.1$  mm に対して I-0 群で  $35.0 \pm 10.7$  mm と有意に増加していた。また I-5 群で  $29.3 \pm 9.9$  mm, I-10 群で  $32.2 \pm 7.9$  mm と楔状部の高さの増加につれて振れ幅の増加傾向を認めた。

#### ・足関節外果部の振れ幅の変化(図3)

水平面での C 群  $66.6 \pm 17.3$  mm に比べて, I-0 群は  $68.4 \pm 17.3$  mm, I-5 群は  $58.4 \pm 12.2$  mm, I-10 群は  $54.3 \pm 6.9$  mm であった。C 群と比べて I-5 群と I-10 群では振れ幅が有意に減少した。前額面で C 群は  $19.5 \pm 11.3$  mm で, I-0 群は  $16.7 \pm 6.6$  mm, I-5 群は  $15.5 \pm 10.0$  mm, I-10 群は  $13.2 \pm 4.1$  mm と減少傾向を示した。

#### ・第5中足骨頭部の振れ幅の変化(図4)

前額面で C 群  $21.6 \pm 18.8$  mm で, I-0 群は  $18.1 \pm 17.8$  mm, I-5 群は  $16.4 \pm 16.4$  mm, I-10 群は  $14.4 \pm 8.6$  mm と内側楔状部の高さの増加につれて減少傾向を認めた。

#### ・足部内転度の変化(図5)

C 群の傾きが  $35.4 \pm 27.1$  であったのに対して I-0 群では  $28.6 \pm 35.5$  と減少傾向を示し, I-5 群では  $12.7 \pm 7.7$  と C と比べて有意に減少した。しかし, I-10 群では  $21.2 \pm 12.6$  と I-5 群での減

少から再び増加傾向を認めた。

## 考 察

健常小児における歩行時の易転倒性は筋骨格系だけでなく, 歩行の広範囲にわたる機能が発達途上であることが原因としてあげられる。そのため多くの場合, 易転倒性は成長ともなって改善する。しかし, 小児の外傷は転倒に起因することが多く<sup>1)4)6)</sup>, 外傷予防の観点からも転倒予防は有用であると考えられる。

内旋歩行は幼児期の歩行不安定と易転倒性の原因のひとつで, 生理的 O 脚に合併する下腿内捻<sup>2)</sup>や股関節外旋制限, 足部内転などによって生じる。しかし, 生理的 O 脚が消失後も内旋歩行が持続するために易転倒性を訴える幼児は多い。我々は内旋歩行による易転倒性に対して転倒予防を目的として内側楔状足底挿板を用いた治療を行って転倒予防効果を得ている<sup>3)</sup>。

しかし, 個体差が大きい各幼児に対する最も効果的な形状についてはまだ明らかではない。そこで本実験では下肢アライメントや関節可動域に異常を認めない小児で易転倒性を有しないものに対して, 足底挿板の形状の変化が歩行に及ぼす影響を調査し, 今後易転倒性を有する小児との比較を行うことで最適な形状を明らかにすることをめざしている。今回用いた足底挿板は, 小児の軟部組

織が成人と比べて弛緩していることで生じる足部不安定性を軽減する目的で足底アーチを支持したものと、足底アーチ支持足底挿板の内側部に5 mm 高, 10 mm 高の2種類の楔状板を貼付したものの3種類を使用した。

今回の結果では、内側楔状部の高さの増加によって、立脚期における足部の振れ幅と進行方向に対する足部の内転度に有意な減少を認めた。この結果は運動発達途上で歩行が不安定<sup>5)</sup>な小児での立脚期における荷重を足底内側部で補助的に支持させたことで、踵着床から爪先離床までの足部の重心移動が円滑となったことと、足部の回外位が保持されることで爪先離床時の蹴り出しが容易になったことで歩行が安定したためと考えた。しかし、足部の内転度は5 mm 高で最も顕著に減少したものの10 mm 高では再び増加傾向を示した。このことは内側楔状部の高さの増加につれて体幹部の触れ幅は増加するのに対して、神経系を含めた中枢側の股関節、骨盤、体幹部での代償能力には限界があり、10 mm 高では上体の不安定性を制御できず、再び足部の触れ幅が増加したと考えた。

今回使用した3種類の足底挿板では、5 mm 高の内側楔状足底挿板がもっとも効果的であった。しかし、5 mm であっても足部よりも中枢部での代償機能に関しては今後検討が必要であると考えられる。

## 文 献

- 1) 小久保吉恭, 山崎隆志, 斯波卓哉ほか: 小児骨折の実態調査. 整形外科 55:1621-1626, 2004.
- 2) 日下部虎夫: 小児期生理的反内膝の診断と治療. 京二赤医誌 11: 12-29, 1990.
- 3) 毛利尚史, 金 郁喆, 浦出英則ほか: 易転倒性を有する内旋歩行患児の歩行解析と inner wedge 足底板の効果. 日小整会誌 14: 119-122, 2005.
- 4) 永沼 亨, 小島忠士, 佐藤克己ほか: 小児骨折の治療 宮城県における小児骨折の疫学的研究. 整・災外 42: 5-10, 1999.
- 5) Sutherland DH, Olshen R, Cooper L et al: The development of mature gait. J Bone Joint Surg Am 62: 336-353, 1980.
- 6) 鳥居 俊: 小児骨折の疫学的検討. 日小整会誌 14: 125-130, 2005.

## Abstract

### Gait Analysis in Children with Innerwedge Insoles

Hidenori Urade, M. D., et al.

Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science,  
Kyoto Prefectural University of Medicine

An inner wedge insole has been reported to be useful with toe-in gait for a child with to prevent falling down easily. However, the optimal contour of the insole has not yet been clarified. The aim of this study was to investigate the influence on gait of normal children with different types of insole ; no insole, arch support, arch support and 5 mm inner wedge and arch support and 10 mm inner wedge. A Gait analysis system was utilized. Each child walked freely three times along the system track. The range of the foot progression angle, any foot deviation and any trunk shift during the standing phase analyzed. The higher the height of insole, then the wider was the trunk swing. The range of the foot progression angle and foot deviation during the standing phase significantly decreased in those children with an insole of arch support and 5 mm inner wedge. The insertion of an inner wedge insole made the foot more stable but the trunk became less stable. An insole with 5 mm inner wedge was concluded to be the best insole. This insole may be most effective for a child with toe-in gait who can compensate for the trunk swing at the hip joint, pelvis and spine.