

二分脊椎による踵足変形に対するアキレス腱固定術の長期成績

野上 健¹⁾・伊藤 弘紀¹⁾・古橋 範雄¹⁾
門野 泉²⁾・沖 高司¹⁾

1) 愛知県心身障害者コロニー中央病院整形外科

2) 名古屋大学医学部 リハビリテーション科

要旨 二分脊椎による踵足変形の代表的な治療法は前脛骨筋後方移行術であるが、移行による背屈筋力低下により、術後に下垂足が生じる症例も存在する³⁾。当院では、背屈筋力を温存しつつ背屈制動効果を得る方法としてアキレス腱固定術を施行してきた。今回はその長期成績を報告する。対象は、アキレス腱固定術を単独で行った6例8足と、アキレス腱固定術に前脛骨筋後方移行術を併用した3例4足である。術後は、全例踵足変形の再発はなく経過し、下垂足発生もなく、独歩可能であった。最終評価時の足関節他動的背屈角度は、アキレス腱固定術単独施行例では平均8.8°、最大15°(術後平均17年2か月)であり、前脛骨筋後方移行術併用例においては、10°の尖足変形が1足で生じたが、残りの3足の背屈角度はいずれも5°(術後平均10年2か月)という結果であった。アキレス腱固定術は長期経過においても、背屈制動効果が維持される有用な方法であると考えられる。

序文

二分脊椎による踵足変形は、足関節背屈筋群が活動性を残し、底屈筋群が弛緩した麻痺で生じる。このレベルの麻痺は原則的に歩行可能で、治療として前脛骨筋の後方移行術が支持性の獲得、変形矯正、再発防止、褥瘡予防を目的に行われることが多く、良好な結果が報告されている²⁾³⁾⁸⁾。しかし、この術式においては、主な足関節背屈筋である前脛骨筋を底屈筋として利用するため、術後に下垂足を生じる症例があることも報告されている²⁾。そこで我々は、足関節背屈筋力を可及的に残しつつ、踵足変形を矯正し、足関節の背屈制動効果、荷重支持性を獲得することを目的に、アキレス腱固定術を施行してきた⁶⁾。今回は、このアキレス腱固定術の長期成績につき、前脛骨筋後方移行術併用例も含めて報告する。

対象・方法

当院において1979年から2002年までの間に、二分脊椎による踵足変形に対し、アキレス腱固定術を施行した症例は17例25足存在した。アキレス腱固定術の長期成績を検討するため、これらの症例から、転居、カルテの欠落等で、長期経過を知り得なかった3例3足を除外した。また、アキレス腱の固定法が現在行っている方法(10°尖足位で、Z状に切離したアキレス腱末梢端を脛骨後面にスクリュー固定する方法)と異なり、足関節中間位でアキレス腱固定をした症例、もしくはプルアウト法で固定した症例、計9足も、現在の手術法と異なるため除外した。その他、術後3か月でアキレス腱固定部分が破綻し、踵足変形が再発した症例1足を除外した。この症例に関しては、調査対象に含めることが、術後の長期成績を検討す

Key words : achilles tenodesis(アキレス腱固定術), spina bifida(二分脊椎), calcaneal deformity(踵足変形), long term result(長期成績), posterior transfer of the anterior tibial tendon(前脛骨筋後方移行術)

連絡先 : 〒 480-0392 愛知県春日井市神屋町 713-8 愛知県心身障害者コロニー中央病院(勤務先) 野上 健
電話 (0568) 88-0811

受付日 : 2014年4月8日

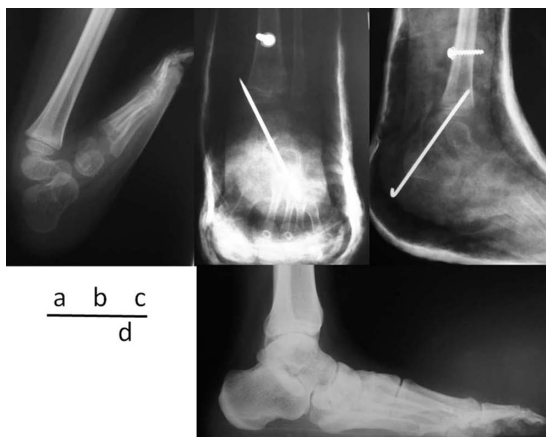


図1. アキレス腱固定術単独施行例(症例4)

- a: 術前
- b: 術後正面(ギプス中)
- c: 術後側面(ギプス中)
- d: 術後11年2か月

る今回の目的に沿わないため、基本的に除外とし、別項で検討した。これらの症例を除いた、残り8例(男性5人、女性3人)12足につき、その長期成績を、足関節の他動的背屈角度を中心に検

討した。

対象となった症例は、前脛骨筋延長術を併用することはあっても、基本的にはアキレス腱固定術が単独で施行された群と(図1, 表1), より強力な背屈制動効果を期待して前脛骨筋後方移行術をアキレス腱固定術に併用した群とに分けられた(図2, 表2)。前者は6例8足で、手術時年齢は平均8歳5か月(3歳1か月~14歳1か月)、術後経過観察期間は平均17年2か月(13年0か月~22年11か月)であった。一方、後者は3例4足で、手術時年齢は平均8歳10か月(9歳5か月~11歳1か月)、術後経過観察期間は平均10年2か月(5年8か月~14年1か月)であった。これらの症例の中には、片側をアキレス腱固定術単独で施行し、反対側は前脛骨筋後方移行術とアキレス腱固定術を併用した症例が1例存在している。

手術法の選択においては、原則的には前脛骨筋、長趾伸筋、長母趾伸筋、第三腓骨筋等の足関節伸筋群の筋力が、それほど強くないと考えられた症例では背屈筋力を温存するため、前脛骨筋後

表1. 前脛骨筋後方移行術を併用せずアキレス腱固定術を行った症例

症例	麻痺レベル	術前足関節背屈筋力	手術時年齢	前脛骨筋延長	術前可動域 (KE)		最終可動域 (KE)		*術後筋力		独歩	経過観察期間
					背屈	底屈	背屈	底屈	背屈	底屈		
1	L5	5	9歳5か月	なし	背屈 Full	背屈 10°	背屈 3-	前足部	可	17年4か月		
2	L5	5	5歳11か月	なし	背屈 Full	背屈 15° 底屈 20°	底屈 3-	なし	可	20年11か月		
3	L4	3	3歳1か月	なし	背屈 Full 底屈 60°	背屈 0°	背屈 3-	なし	可	22年11か月		
4	L4	3	3歳1か月	なし	背屈 Full 底屈 60°	背屈 0°	底屈 3-	なし	可	22年11か月		
5	L5	4	14歳1か月	延長	背屈 Full 底屈 5°	背屈 15°	底屈 3-	なし	可	6年8か月		
6	L5	4	13歳4か月	延長	背屈 Full 底屈 0°	背屈 10° 底屈 10°	背屈 3-	踵部	可 長下肢装具使用	19年3か月		
7	L5	4	10歳3か月	延長	背屈 Full 底屈 10°	背屈 10° 底屈 15°	底屈 3-	なし	可	13年0か月		
8	L5	5	7歳11か月	延長	背屈 Full 底屈 0°	背屈 10° 底屈 5°	なし	可	14年7か月			
平均			8歳5か月			背屈 8.8° (0°~15°)	全例 足底接地歩行			17年2か月		

*術後筋力の測定時期は最終評価時とは異なる

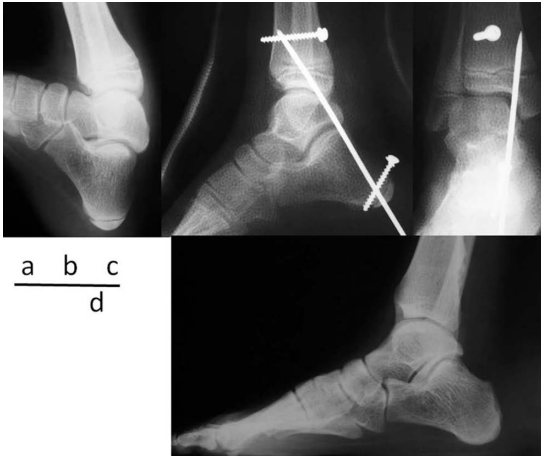


図2. アキレス腱固定術, 前脛骨筋後方移行術併用例 (症例 11)

- a: 術前
 b: 術後正面(ギプス中)
 c: 術後側面(ギプス中)
 d: 術後4年0か月

方移行術を行わずにアキレス腱固定術のみを施行した。なお、拘縮による底屈制限が強い場合は、前脛骨筋の fractional 延長術を併用している。一方、足関節背屈筋群の筋力が非常に強く、前脛骨筋移行術後も下垂足を生じないと考えられた症例に対しては、底屈力増強、背屈制動効果補強(再発防止効果の増強)を目的に、前脛骨筋後方移行術をアキレス腱固定術に併用した術式を施行した。

アキレス腱固定術手術法

踵骨の内外反に応じ、図3に示すようにアキレス腱を遠位側(踵骨側)が幅2/3となるように切離し(踵骨外反変形を伴う場合は、幅広の遠位側を内側に設定し、踵骨内反変形を伴う場合は、幅広の遠位側を外側に設定して切離する)、この遠位側断端を脛骨後面にスクリューで固定している⁷⁾。また、中枢側(頭側)断端は遠位側の腱に縫

表2. アキレス腱固定術と前脛骨筋後方移行術を併用した症例

症例	麻痺レベル	術前足関節背屈筋力	手術時年齢	前脛骨筋	術前可動域		褥瘡形成	独歩	経過観察期間
					(KE)背屈底屈	(KE)背屈底屈			
9	L5	5	9歳5か月	後方移行	背屈 Full 底屈 15°	背屈 5° 底屈 5°	なし	可 短下肢装具 使用 (夜間)	10年6か月
10	L5	5	9歳6か月	後方移行	背屈 Full 底屈 0°	背屈 5° 底屈 10°	なし	可 短下肢装具 使用 (夜間)	10年5か月
11	L5	5	11歳1か月	後方移行	背屈 Full 底屈 20°	背屈 5°	なし	可	14年1か月
12	L5	5	5歳5か月	後方移行	背屈 Full 底屈 -10°	背屈 -10° 底屈 20°	なし	可	5年8か月 アキレス腱 延長術施行
平均			8歳10か月						10年2か月

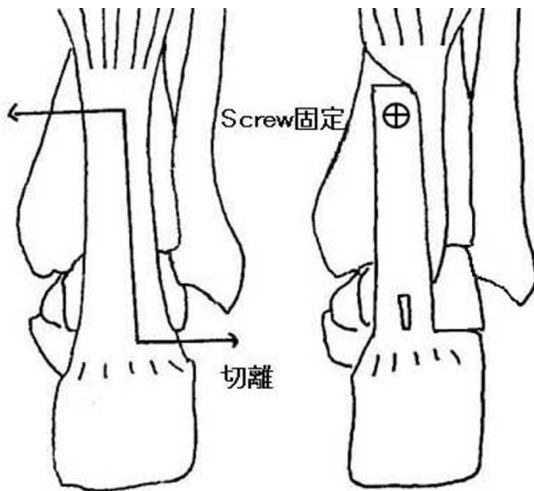


図3. アキレス腱の切離と固定(踵骨外反例)

着させている。なお、腱を固定する際には、足関節を 10° 底屈位に鋼線固定した後、腱の緊張を維持して腱固定を行うことが再発防止のために重要と考えている(図1, 2)。

術後療法

手術後は約4週間の膝上ギプス固定を行い、その後膝下のギプスへ変更した。術後6週で足関節を固定した鋼線を抜去し、術後8週でギプスを短下肢装具に変更し、荷重訓練を開始した。

結果

前脛骨筋後方移行術を併用せず、アキレス腱固定術を単独で施行した6例8足における最終評価では、足関節の他動的背屈角度は平均 8.8° 、最大 15° で、全例独歩可能、足底接地歩行可能であり、装具の使用に関しては、使用なし、もしくは靴型装具を使用する症例が5例で、長下肢装具使用は1例であった。術後の褥瘡形成については2足で認められ、足は前足部、もう1足は踵部に褥瘡を形成した。踵足変形の再発は生じなかった(表1)。

前脛骨筋後方移行術を併用した症例3例4足における最終評価では、足関節の他動的背屈角度は3足で 5° であり、踵足変形再発は認めなかった。しかし、1足では 10° の尖足変形を生じ、術後5年8か月でアキレス腱延長術を施行した。装具の

使用に関しては、1例で夜間短下肢装具を使用していたが、残り2例では装具は使用していなかった(表2)。

最終評価時の足関節背屈角度は、アキレス腱固定術単独施行例6足では平均 11.7° であり、尖足発生例1足を除いた前脛骨筋後方移行術併用例3足では全例 5° であった。両群間には有意差を認めた($p=0.003$)。

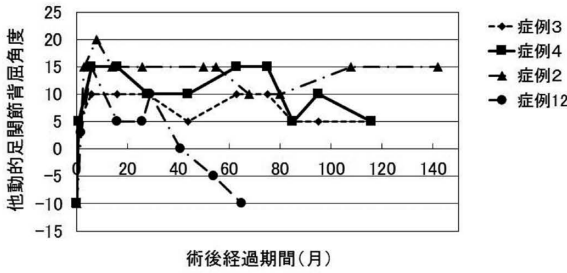
術后背屈角度の経時変化を手術時年齢層別に検討した(図4)。いずれの年齢層においても、術後早期に足関節の他動的背屈角度は 10° 以上に増大したが、以降の変動は少なく、最終評価時においては、アキレス腱延長術を要した1例を除き、 5° から 15° の範囲に収束していた。

考察

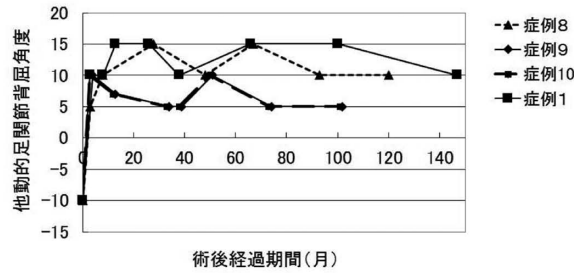
踵足変形に対する代表的な治療法は前脛骨筋後方移行術であるが、術後に背屈筋力が低下するため、下垂足を発生する症例もあることが報告されている²⁾。そのため、当院では前脛骨筋以外の総趾伸筋、長母指伸筋、第3腓骨筋といった足関節背屈筋力が比較的弱く、前脛骨筋移行により背屈筋力のさらなる低下が生じた場合、術後に下垂足が発生する可能性があると考えられた症例を中心に、足関節背屈筋力を温存する目的でアキレス腱固定術を施行してきた。結果として、術後の下垂足発生は認めておらず、目的は達成できたと考えている。

下垂足の発生予防以外のアキレス腱固定術の利点としては、静的な背屈制動効果を持つ点が挙げられる。前脛骨筋後方移行術の報告の中には、踵足変形の再発は防げるものの、立脚期における足関節の過剰背屈は防げないため、効率的な歩行を得るためには短下肢装具の使用が望ましいとするものがある⁸⁾。それに対し、アキレス腱固定術では静的な背屈制動効果が得られるため、術後、装具非装着時においても立位の重心動揺性が減少し、装具の固定範囲が縮小することが報告されている⁶⁾。アキレス腱固定術術後の歩行時安定性の変化については未評価であるが、立位時と同様の

(6歳未満)



(6歳以上10歳未満)



(10歳以上)

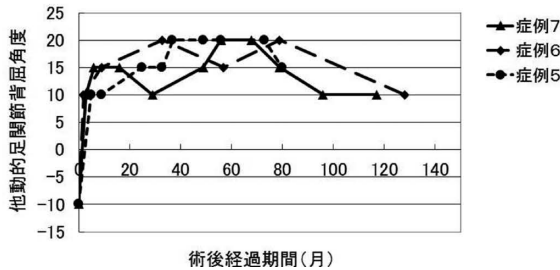


図4. 術後足関節背屈角度経時変化(手術時年齢層別)

効果が期待できると考えている。このことは、本邦のように、室内で装具を外すことを希望される方が多い環境においては、より価値があることと考える。今回の調査対象患者らにおいても、術後の歩行に関しては、長下肢装具を用いた一例を除き、装具着用なし～靴型装具で歩行しており、装具非装着時における下肢の支持性の向上という目的は達成できていたと考えている。

今回の対象群における術後の足関節背屈角度の経過をみると、12足中、4足において最大20°に達し、大きな背屈角度を示す時期が存在していた。しかし、踵足変形の再発はなく経過しており、最終評価時における足関節背屈角度は、尖足を生じた1足を除き平均7.7°、最小0°、最大15°という結果であった。この結果については、歩行周期における平均的な足関節最大背屈角度が15°前後であること、また、麻痺により底屈力が大きく減少した症例に対する短下肢装具の背屈制動の角度は5～10°が推奨されていること等を考えると⁹⁾、良好な結果であったと考えている。

一方で、手術により足関節に背屈制動を加えることは、立脚期後期における前足部への荷重を増加させるため、前足部での褥瘡発生のリスクとな

る可能性も予想された。しかし、今回の結果では、術後に前足部に褥瘡を生じた症例は12足中1足であり、褥瘡形成の発生リスクが大きく上昇することはなかった。逆に、踵部に褥瘡を生じた症例が1例あったが、この症例において踵足変形の再発はなく、褥瘡の原因は患者の高い活動性と体重増加にあったと推測している。

足関節の可動域を制限し得る因子として、骨性要素の影響について検討した。今回の症例群においては、脛骨側における足関節の変形は認めなかったが、距骨の扁平化が生じた症例は多く存在した。距骨の扁平化率を、浜崎らが報告した「距骨滑車長に対する滑車高の比(正常 $32.8 \pm 2.2\%$)」⁴⁾を用い評価し、30%未満を距骨の扁平化ありとした。評価し得た12足(術後平均10年10か月におけるレントゲン評価)の中で、距骨の扁平化の発生は5足で認められた。しかし、変形の程度に関しては、尖足変形を生じた1足において14%の高度な扁平化を認めたが、他の4足は26%以上の比較的軽度の変形であり、強い可動域制限を生じさせる変形とは考えにくかった。このことから、今回の症例群における背屈制動効果は、主に固定されたアキレス腱によるものである

と考えている。

踵足変形に対するアキレス腱固定術の成績に関しては、中、短期での成績において良好な成績が報告されているが¹⁾⁵⁾¹⁰⁾、長期経過後の問題として尖足発生の可能性をWestinらは示唆している¹⁰⁾。彼らは麻痺性踵足変形60人(二分脊椎患者1人、ポリオ患者59人)に対するアキレス腱固定術(平均経過観察期間5.7年)の結果から、固定された腱は、その後の腱長変化が骨成長に伴わないため、成長とともに尖足変形を生じさせる原因になる可能性があるとして指摘し、手術時期を10歳以降にすることを勧めている。今回の二分脊椎の患児らにおける結果では、アキレス腱固定術を単独で施行した6例8足における最終評価(術後平均17年2か月)をみると、尖足変形は生じておらず、足関節の他動的背屈角度は平均8.8°で、手術時平均年齢も8歳5か月(3歳1か月~14歳1か月)という結果であった(表1)。このことから、固定されたアキレス腱は身体発育に伴い、適切な長さに成長していたと推測され、尖足予防のために手術時期をあえて10歳以降にする必要はないと考えている。そのため、患者の状況によっては早期の手術施行も可能と考えるが、その一方で、今回、対象から除外した症例群の中に、2歳11か月という早期に手術を施行し、固定後3か月で再発した症例1足が存在した。再発の原因は、再手術が行われていないため不確定であるが、背屈制動の消失は徐々に進行したわけではなく、突然消失したという経過であったため、スクリュー固定部の破綻が生じたと推測している。年少児においては、固定するアキレス腱も細く、腱固定部分が破綻する可能性も高くなると考えられた。そのため、年少児に対するアキレス腱固定術の適応に関しては、患児が4歳未満の場合は慎重な検討が必要と考える。

今回の症例群において、術後に尖足変形を生じた症例が1足存在した。この症例は、アキレス腱固定術と前脛骨筋後方移行術を併用した症例であった。前脛骨筋後方移行術後の尖足変形についてはStoot, Gregory, Blissらが報告している²⁾³⁾⁸⁾。

彼らは原因として前脛骨筋の痙縮を挙げ、移行術の施行時期については痙縮の有無を見極めるため、Stootらは3歳以降、Gregoryらは4歳以降、Blissらは5歳以降を勧めている。当報告における尖足変形を来した症例に関しては、手術時年齢は5歳5か月であり、早期に行われた手術ではなかった。しかし、この症例においては術後、尖足変形とともに長趾伸筋、長母趾伸筋の緊張亢進によると思われる鉤状趾変形を生じており、成長に伴い、伸筋群の痙縮が出現していた可能性が考えられた。そして、この伸筋群の痙縮が後方移行した前脛骨筋にも生じていたため、それが尖足を生じさせたのではないかと推測している。ただし、今回の調査における最終評価時の足関節背屈角度を術式別に検討すると、前脛骨筋後方移行術併用群においては、アキレス腱固定術単独施行群よりも小さい値を示し、両群間に有意差を認めた($p = 0.003$)。このことから、併用法自体が尖足発生のリスクであった可能性も否定できないと考えている。

アキレス腱固定術と、前脛骨筋後方移行術の併用法については、移行した前脛骨筋による動的・静的背屈制動効果をアキレス腱固定による静的制動効果に加えることで、より安定した背屈制動効果を得ることが期待でき、また、腱固定部の破綻による変形再発の危険性も低下させる、優れた方法であると考えている。しかし、今回、アキレス腱固定術単独施行例においても、良好な結果が得られていたこと、また、併用により尖足発生のリスクが増加する可能性が示唆されたことを考慮すると、併用法の施行には、より慎重な検討が必要と考えられた。今後、背屈筋力が強い症例に対する手術法の選択に関しては、各症例に応じ、アキレス腱固定術、前脛骨筋後方移行術、それぞれの併用法を、装具の必要性、再発の可能性、尖足発生の可能性等を考慮しながら選択していきたいと考えている。

今回、どの症例においても手術時に10°底屈位で固定された足関節が、術後3か月ほどで大きく背屈可動域を広げ、10°から15°背屈可能となっ

ていた。この可動域増加の原因は不明だが、これだけの角度変化を生じるには、固定したアキレス腱に1~2 cm以上の伸長、もしくはスクリュー固定部での緩みが生じる必要があると考える。ただし、この緩みがスクリュー固定部に集中して生じたのであれば、術後に固定破綻例が頻発しても不思議ではなかったと考える。そのため、可動域増加の原因は、実際にはさまざまな因子の複合的な結果であろうが、腱全体の伸張がその主因となっているのではないかと推測している。そのことから、アキレス腱固定時には、足関節を10°尖足位で鋼線固定したうえで、できるだけ腱に緊張をかけて固定することが再発防止には重要と考えている。

結 語

今回、踵足変形に対するアキレス腱固定術施行例8例12足につき、その長期成績を検討した。結果、踵足再発、下垂足を生じることなく、長期にわたって背屈制動が得られていた。このことから、アキレス腱固定術は踵足変形の治療において有用な方法であると考えている。特に、足関節背屈筋群の筋力が徒手筋力検査4未満の踵足変形で、前脛骨筋後方移行術による治療で術後に下垂足の発生が危惧される症例に対して有用性が高いと考える。一方、背屈筋力が4以上の症例に対しては、アキレス腱固定術、前脛骨筋後方移行術、それらの併用法といった術式を症例に応じて使い分けていく必要があると考える。

文献

- 1) Banta JV, Sutherland DH, Wyatt M: Anterior tibial transfer to the os calcis with Achilles tenodesis for calcaneal deformity in myelomeningocele. *J Pediatr Orthop* 1 : 125-130, 1981.
- 2) Bliss DG, Menelaus MB: The results of transfer of the tibialis anterior to the heel in patients who have a myelomeningocele. *J Bone Joint Surg* 68-A : 1258-1264, 1986.
- 3) Georgiadis GM, Aronson DD: Postero transfer of the anterior tibial tendon in children who have a myelomeningocele. *J Bone Joint Surg* 72-A : 392-398, 1990.
- 4) 浜崎 允, 渡辺好博, 小野勝雄ほか: 先天性内反足における距骨滑車の扁平化について. *整・災外* 24 : 1879-1881, 1981.
- 5) Oberlander MA, Lynn MD, Demos HA: Achilles tenodesis for calcaneus deformity in the myelodysplastic child. *Clin Orthop* 292 : 239-244, 1993.
- 6) 沖 高司, 小野芳裕, 野上 宏ほか: 二分脊椎症における踵足変形に対するアキレス腱固定術. *日小整会誌* 3 : 183-188, 1993.
- 7) 沖 高司: 弛緩性麻痺 二分脊椎の足部変形に対する手術療法. *新 OS NOW* 15号, メジカルビュー社, 東京, 108-115, 2002.
- 8) Stott NS, Zionts LE, Gronley JK et al: Tibialis anterior transfer for calcaneal deformity: a postoperative gait analysis. *J Pediatr Orthop* 16 : 792-798, 1996.
- 9) 渡邊英夫: 脳卒中の下肢装具—病態に対応した装具の選択法. *医学書院*, 東京, 66-68, 2012.
- 10) Westin GW, Dingeman RD, Gausewitz SH: The results of tenodesis of the tendo achillis to the fibula for paralytic pes calcaneus. *J Bone Joint Surg* 70-A : 320-328, 1988.

Abstract

Achilles' Tenodesis for Calcaneal Deformity in Spina Bifida

Ken Nogami, M. D., et al.

Central Hospital of Aichi Prefectural Colony

Posterior transfer of the tibialis anterior to the heel is widely performed for calcaneal deformity in children with spina bifida. However, this can lead to the postoperative development of drop-foot deformity. Here we suggest an alternative as Achilles' tenodesis and report the long-term results in 8 cases, involving 6 patients (Group-A), and in 4 cases involving 3 patients (Group-B) that underwent Achilles' tenodesis combined with posterior transfer of the anterior tibial tendon. The mean follow-up duration was 17 years 2 months in Group-A, and was 10 years 2 months in Group-B. There was no recurrence in calcaneal deformity in any of the 12 cases. In Group-A at most recent follow-up, the mean passive dorsal flexion angle in the ankle was 8.8° . In Group-B, talipes equinus occurred in 1 case, and at most recent follow-up, the mean passive dorsal flexion angle in the ankle in the other 3 cases was 5.0° . These findings suggest that Achilles' tenodesis was effective to prevent recurrence of calcaneal deformity and to maintain ankle joint stability in spina bifida in the long term.