

Fig. 3c Vertical component (Hemiplegia)

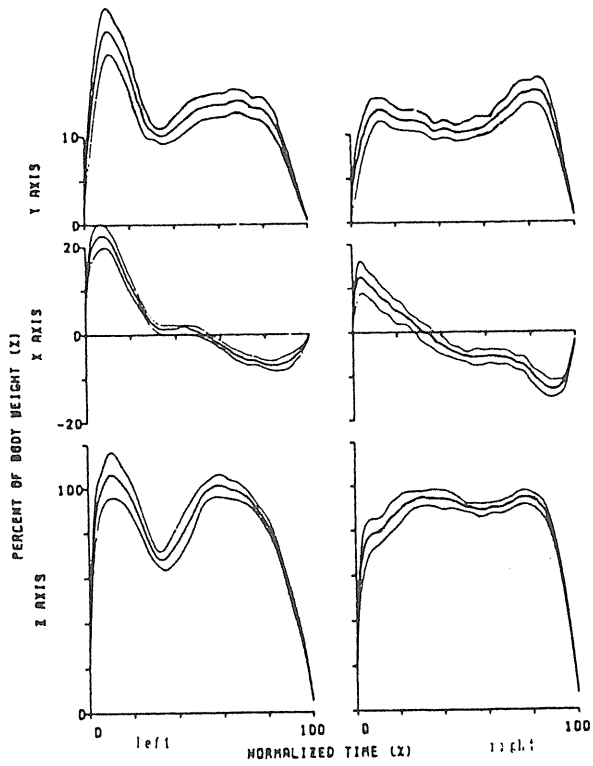


Fig. 3d Case 2 left Hemiplegia (5 y. o. male)

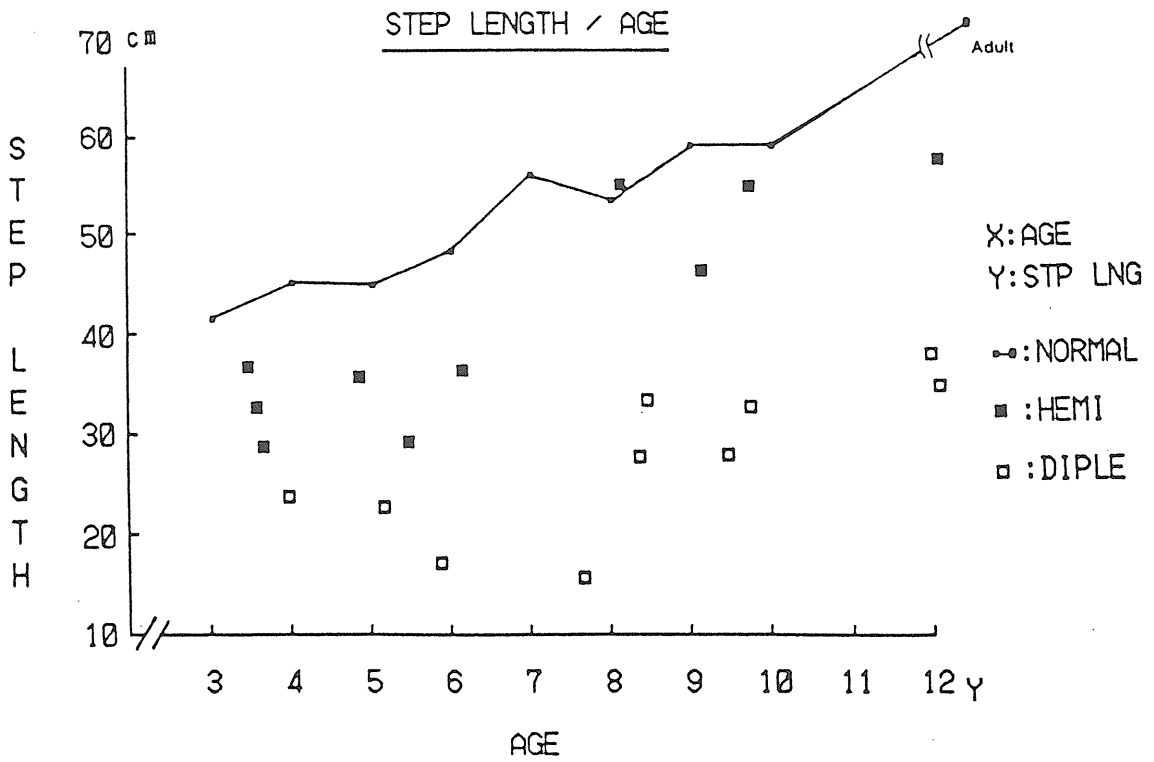


Fig. 4 age vs step length

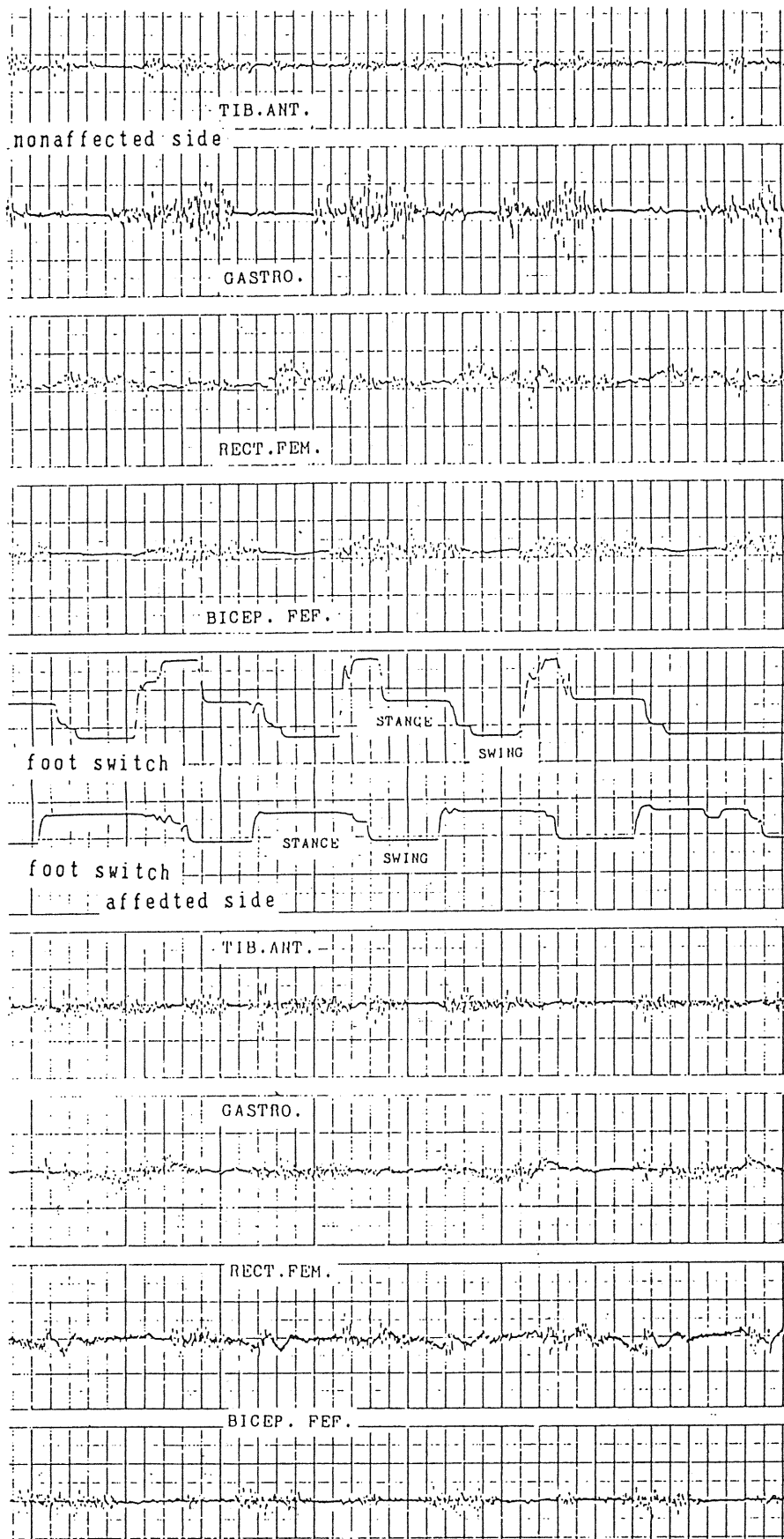


Fig. 5 EMG (Diplegia, 8 y. o, male)

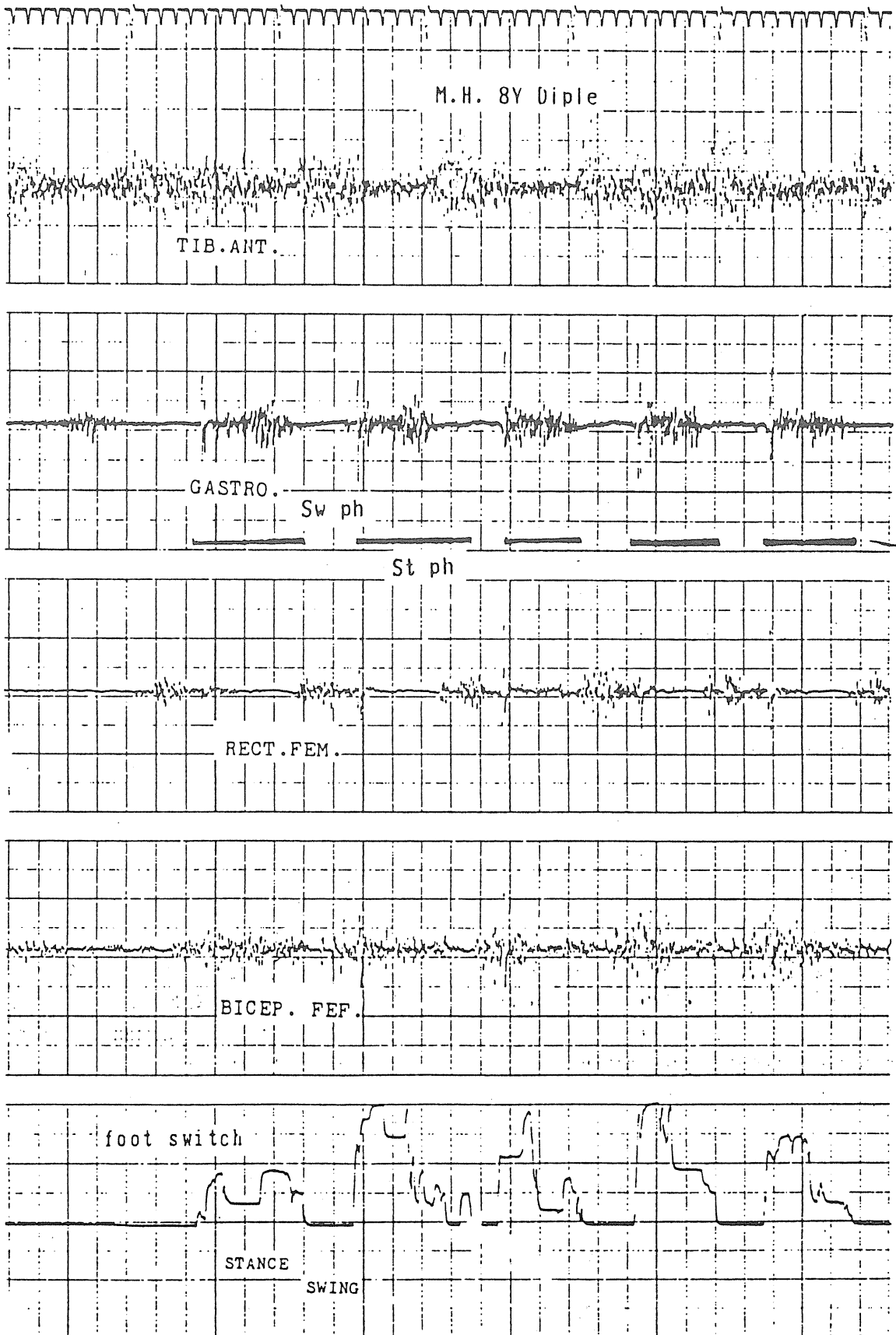


Fig. 6 EMG (Lt. Hemiplegia, 9 y. o, female)

小児の歩行の発達

小児における運動の発達は目ざましいものであり、多くの視点からの見方があるが、A. Milani が小児の運動発達を見る統一的な parameter として、funzione statica(イタリア語でありこれに相当する適切な日本語及び英語は無いが、あえて訳するなら anti-gravity control of the body axis となる)を取り、基本的な発達検査に用いたのはけだし卓見である⁹⁾。発達は頭尾方向に進む。すなわち、まず頸部が固定し、次いで座位が安定し、立位を取り、遂には歩くようになる⁵⁾。すなわち歩行とは重力に抗して体幹をコントロールし連続的に体の重心を移動させることにほかならない

(J. Perry は、歩行を「持続的に安定とバランスを保ちながら、身体を前進させる立位姿勢の結果」と定義したが¹³⁾、脳性麻痺児に於て、立位は可能だが歩行できない例ばかりでなく、その逆もまた存在し、必ずしも歩行が静的な立位姿勢の結果とは考えにくい)。この場合、人間においては安定した重心移動に重点があり、一般的進化の方向としてのスピードが速くなる方向への進化ではない。人間は、スピードを犠牲にしても二足で安定して立位歩行ができる方向へと進化してきたのであり、これにより手は抗重力姿勢を保つ役割から解放されその後の進化を決定的にした。これは解剖学的にも明らかであり、バランスを得るために、人間の足は足底全体を着床し、必要な時には尖足位ともなりうるが、進化したスピードの早い動物は多くの場合尖足位のみである。

障害児の歩行の評価の限界と有効性

脳性麻痺児の尖足は、痙性及び異常な緊張性反射の影響であり、二足でバランスをとっていく上では非常に都合の悪い状態である¹¹⁾。そのため、歩くことより、安定した立位を取ることのほうが困難な症例もしばしば存在する(もっともこの場合の歩行は倒れ込むような制動の困難な歩行ではあるが)。それゆえ、尖足位は最も治療の対象として注目されるが、勿論、尖足のみが単独で存在する事は稀

であり、多くは股関節や膝関節の拘縮を伴っており、その全体象から尖足位は評価されなければならない。床反力計は個々の関節の拘縮や動きを評価するものではなく、その意味では、歩行の全体像をみるためにはかえって好都合である。理想的な床反力計としては、被検者に何の制限も与えず、ごく普通の歩行ができる床反力計が理想であるが、現時点ではそれを満足させるようなものはない。ある程度それを満足させるものとして、今回用いた大型床反力計があるが、左右を踏み分けなければならないという事は、やはり小児にとっては大きな制約である。このため、小児で、障害が強ければ強いほど、床反力計上で通常とは異なった歩行を呈するようになり、より細かなコントロールが要求される。このため、床反力計上での障害児の歩行は、通常の歩行というより、うまくバランスをとるよう負荷をかけられた状態での歩行であり、逆に、障害の程度がより鮮明に反映される。極端な例では、通常は歩けるがこの床反力計上では立ち往生してしまうこともある。従って、ここに示された障害児の歩行のデータは、左右を踏み分けるといった条件下でどのように小児が歩けるかというデータである。もちろん、これは正常児にもいえることであり、正常児のデータと比較する事には、何の支障もない。

個々のデータの信頼性

障害児、特に脳性麻痺のような障害の強い児では、正常児と比べて個体内変動が大きき⁷⁾歩行分析に於ては信頼性が低いのではないかと考えられがちだが、Skrotzky は、確かに脳性麻痺児では個体内変動が大ではあるが痙性の軽いものの方が中程度の麻痺のものより変動が大きかったとしている。その理由として障害の少ない児の方が歩行 pattern に於て多様に component を変化させうるが、正常児ほどには自律的に運動をコントロールできないことを示しているとした¹⁵⁾。Sutherland も、脳性麻痺児の筋電図などにおいても、個々のケースで歩行周期の再現性は極めて高く、筋活動時間の延長やいくつかの筋が同時収縮す

るなど、ケースに見合った pattern がみられたと記している¹⁷⁾。今回調査した痙性麻痺児の床反力の平均 pattern の SD の幅をみると、正常小児のものとは比べ著明に広いわけではなく、検査の条件さえ一定にすれば歩行分析の信頼性は脳性麻痺においても高いといっている (Fig. 2d, 3d)。筋電図においても、各筋の活動は Sutherland が述べるように個々のケースで一定の歩行周期に見合った pattern がみられた。

小児の脳の可塑性

今回の結果を総合的にみると、両麻痺児の歩行は、正常児はもとより、片麻痺児の歩行と比べても、不安定でダイナミックな動きに欠け、歩行速度は増すものの（これには加齢による身長伸びが一番関係しているのではないかと考えらる¹⁵⁾、床反力・筋電図でみる限り、加齢とともに余り変化のみられない歩行であると考えられる。

一方、小児片麻痺の例においては、成人片麻痺から考えられるよりはるかに良好な機能を獲得し、健側下肢での代償機能を十分に発揮しながらうまく適応しているように考えられる。これは小児の脳の可塑性によるものであり、片麻痺では、脳の損傷部位がかなり限局しており、健康な脳の組織による代償がまだ脳の機能分化が未熟な段階でおこるからであろう。さらに下肢は、歩行のためには、是非両脚が必要であるという絶対的要求から、一側のみで用が足りてしまう上肢と比べ、機能的回復は良好である。

両麻痺でこの代償が十分発揮されていないようにみられるのは、それだけ脳に対するダメージが大きく、全般的な酸素供給不足などにより、局所的にではなくび漫性に脳全体が障害を受けているからであろう。ただしこれは CT での所見とは必ずしも一致しない。片麻痺の CT が大きな変化を示すのに対して、両麻痺のそれが軽度の脳萎縮以外余り変化を示していないこともしばしばである。小児の脳の可塑性は驚くべきものであり、CT 上でみる限り、特にこれは小児片麻痺の例で明らかであるが、成人では当然寝たきりになるで

あろうと考えられるような損傷を脳に受けた小児が平気で歩いている。脳性麻痺児の歩行の大きな特徴は、脳の受けたダメージから考えられるより遥かに良好な機能を小児が獲得していることにある³⁾。

正常児と痙性麻痺児

野口は、年少ほど制動期のピークは大きく、側方分力も大きく、歩幅は短かく、cadence は年少ほど多く、遊脚期は年少ほど少ない、としているが¹⁰⁾、これはとりもなおさず両麻痺児の歩行の特徴でもある。成人 pattern への移行は、前後分力では 5 歳、垂直分力では 6 歳、側方分力では 9 歳前後と考えられると、述べているが、麻痺児では、これはかなり遅れるかあるいは生涯異なった pattern を示すと考えられる。

Beck らは、歩幅と床反力は歩行速度と年齢に関係しているが、身長が時間的距離的因子の変化の主要な要因であるとし、4 歳以下の小児では成長と共に 3 カ月もすれば計測値は変化するとした²⁾。麻痺児においても、身長伸びが時間的距離的因子の変化の主要因であると考えられるが、変化の割合は比較的小さく、3 カ月程度で目だって変化するものではない。

岡本は小児の歩行の筋電図上の発達の詳細な報告において、7 歳で成人歩行形式がほぼ完成。2 歳の終わりごろ、heel push off による成人歩行形式に変化しだし、多くの筋が成人 pattern に類似してくる。前脛骨筋は 1 歳、腓腹筋、大腿二頭筋は 2 歳の終わり、大腿直筋は 3 歳頃成人 pattern へ移行するとしているが¹¹⁾、麻痺児の筋活動はもっと未熟な段階にある。鈴木は、小児ほど多くの筋が支持期全体にわたって活動し、蹴りだしに強く働く筋がなく、これを代償するために大腿直筋のような筋が遊脚期に働き、支持期の不安定を補うため下肢筋の多くが作用し、蹴りだしのきいた力強く経済的な歩行ができないとしているが¹²⁾、これはまさに麻痺児の歩行の特徴でもある。言い替えれば、痙性麻痺児の未熟な筋電図 pattern は、弱い蹴り出しや支持期の不安定さを補うための代償作用といってい

いだろう。Sutherland らの研究では、痙性麻痺児では calf muscle が遊脚期に過剰に働いているとしているが¹⁷⁾、今回の結果ではそれほどではなく、遊脚期後期から立脚期を中心に働いており、むしろ前脛骨筋の活動性が目だつ。又、別の著書において4例の脳性麻痺児のそれぞれにおいて、いくつかの筋群が同時に収縮し活動時期の遷延がみられ、拮抗筋と非拮抗筋が同時に働き、これは極めて安定してみられたと記している¹⁶⁾。今回のケースでは、活動時期の遷延に伴い、拮抗筋と非拮抗筋が時間的に同時に活動していることはあっても、各々の筋は独立して働いているように見受けられたのは、左右の踏みわけが可能な比較的軽度の痙性麻痺児を対象にしたからかもしれないが、痙性麻痺児であっても、筋の相反性活動はある程度保たれていることを示している。

成人片麻痺と小児片麻痺

佐鹿らは、成人片麻痺の歩行の特徴として、

結

床反力、筋電図を用いて、両麻痺や片麻痺を呈する痙性麻痺児の歩行を分析した。

両麻痺

1. 両麻痺児の歩行は、正常児や片麻痺児の歩行と比較しても、不安定で側方分力が大きく、年長児でも必ずしも改善していくわけではない。

2. 両麻痺児は歩行速度が遅いが、歩幅が正常児らと比較して著明に減少し、cadence を多くする事で歩行速度を補っている。

3. 両麻痺児の歩行は、制動力・駆動力ともに小さく、小刻みな非ダイナミックな歩行である。

4. 筋電図では、臨床的に痙性であっても、絶えず活動しているわけではなく、遊脚期にも大腿直筋の活動がみられたり、筋の活動時間は延長するなど、正常幼小児の pattern を

患肢の麻痺が重症であるほど、1. スピードが低下し周期が延長する 2. 健側での立脚期が延長する 3. 患肢の伸展 pattern および床反力での支持性と推進の力の低下が顕著となる 4. 健肢の代償機能としてのバランス機能の発揮 などの所見が見られたとしているが¹⁴⁾、これは小児片麻痺の例においても同様である。健側下肢に異常 pattern が強いのも、不安定な患肢に対する代償機能として理解するのが妥当であろう。君塚等の小児片麻痺例の歩行解析においても、今回の結果と同様、小児片麻痺の歩行を pattern としてみると成人との差は少なく、脳性麻痺の症例と外傷や血管障害との間の差は見られなかったとしている⁴⁾。

総じて小児片麻痺では、Brunnstrom stage に見合った成人片麻痺と同じような pattern を示し、両麻痺では、より低年齢の幼児の pattern を示すと要約できる。ただし筋電図では、共に低年齢児の pattern を示す。

語

示す。

片麻痺児

1. 制動期成分は、垂直、側方分力において麻痺側が大きい。駆動期のピークは、健側より麻痺側の早期に出現し、その前後成分は患側が小さい。

2. 全体として成人片麻痺と同様の傾向を示し、小児片麻痺児を特徴づけているのは、年齢ではなく、麻痺の存在とその程度であり歩幅の増加と側方分力の制動期成分の減少傾向に加齢的变化(改善)が認められる。

3. 筋電図では両麻痺児と同様の幼小児の pattern を示す。

4. 小児片麻痺児の歩行が改善していくのは、バランスの発達により、側方動揺がコントロールされてくるのが一つの大きな要因ではないかと推論される。

脳性麻痺の痙性尖足手術に関する研究

主任研究者 君塚葵 心身障害児総合医療療育センター

研究要旨 前に報告した脳性麻痺尖足の手術結果について、現在の研究の臨床的基盤となるので改めて、付録のように追加添付した。 両麻痺では過矯正に、片麻痺では再発に注意しての手術・後療法が必要である。

はじめに

昭和55年よりの6年間に脳性麻痺両麻痺型の痙性尖足にアキレス腱延長術などの手術を施行した経験について報告する。また第10回足の外科学会で発表した小児片麻痺例の足部矯正手術の結果とも比較する。

対象および術式

症例は69例98足で男44、女25、両側28、左24、右16である。初診時年齢は0~30才平均6.8才である。両麻痺の原因は2,500g以下の低体重出生が48例と約7割を占めてもっとも多い。次いで仮死単独9で重症黄疸はみられない。低体重出生の48例の平均体重は1890gで、そのうちSFD (small for date) が14例であった(表1)(図1)。

両麻痺の障害程度を臨床像より4群に分けた。痙直型1は全身の筋緊張パターンがみられ、歩行はできず、坐位は割り坐のみで胡坐をとれない。歩行は

低体重出生	48# (13)
仮死	9
黄疸	0
他 . 不明	8

() : 仮死合併
 # : 平均 1890g
 SFD 14例

表1 CP両麻痺の原因

不可能であるが車椅子や便器への移乗のため立位をとりやすくすることを目的とした手術適応がある。痙直型2は下肢の屈曲パターンが強く、しゃがみ込み姿勢 crouching posture をとり鋏状肢位 scissor-

ing を伴う。体幹と下肢の抗重力機構が弱く杖歩行となる。痙直型3は股関節や膝関節に問題があるが痙直型2よりは軽度で多くは杖なし歩行が可能である。痙直型4は問題が主に足部に限局し良好な歩行能力を持つが、尖足変形のため立位保持が十分に行えない。各群の症例数はそれぞれ4例, 18例, 18例, 29例である(表2) 歩行開始時年齢は痙直型2が平均4.3才, 痙直型3が平均3才, 痙直型4が平均2才である(片麻痺例では平均2.2才であった)(図2)。

手術時年齢は4才より30才で平均9.7才であり、各群別ではそれぞれ平均7.8才, 10才, 10才, 9.7才であった。

尖足矯正手術の適応は歩行可能あるいは歩行可能となる見込みの症例で、手術により歩行能力の改善を計ることにある。膝関節を屈曲しても足関節の他動的背屈が不可能なものはアキレス腱延長術、膝関節伸展位でのみ他動的背屈ができないものはVulpus法あるいはBaker法で腓腹筋のみの延長を行った。必要に応じて趾屈筋腱の延長術や前脛骨筋腱や後脛骨筋腱の移行術を併用した。施行した術式はWhiteのslidingによるアキレス腱延長術ETA 67足, Vulpus法あるいはBaker法8足, ETAと後脛骨筋腱延長術6足, さらに長母趾屈筋腱と長趾屈筋腱の延長術を加えたもの11足, ETAと後脛骨筋腱の後方移行術(踵骨アキレス腱は着部へ移行)あるいは前脛骨筋腱の外方移行術を併用したものの6足である。

痙直型2と3の36例中13例に股部または膝部の屈筋解離術を施行している。

結 果

術後経過期間は6ヵ月より6年平均3年2ヵ月で

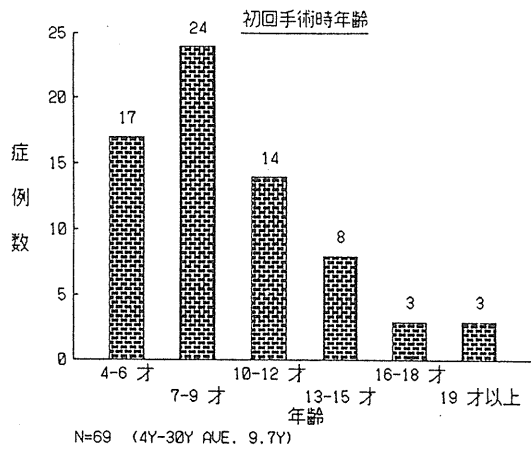


図3 初回手術時年齢

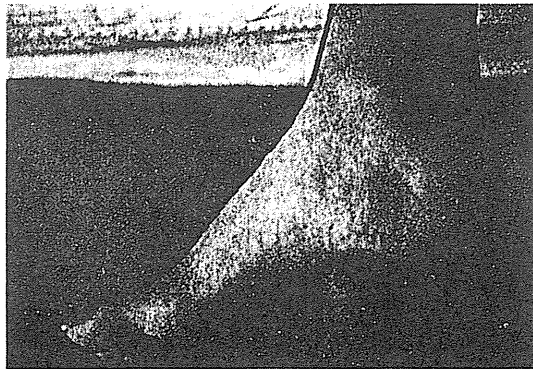


図4 後足部はアキレス腱延長術により背屈できるが、前足部の底屈がみられて立位で踵部が浮く。

	両麻痺例 98足	片麻痺例 30足
尖足再発	19 (13) 19 %	9 (8) 30 %
過矯正	16 (1) 16 %	1 3 %

() : 再手術施行例

表4 手術結果

時に左尖足に対してアキレス腱延長術を施行したところ、術直後は立位アライメントの改善を見たが、徐々に屈曲姿勢が増悪し術前には無かった膝関節の屈曲拘縮が出現してきた。12才7ヵ月時に両膝屈筋および腸腰筋の延長術を施行した。同時に左アキレ

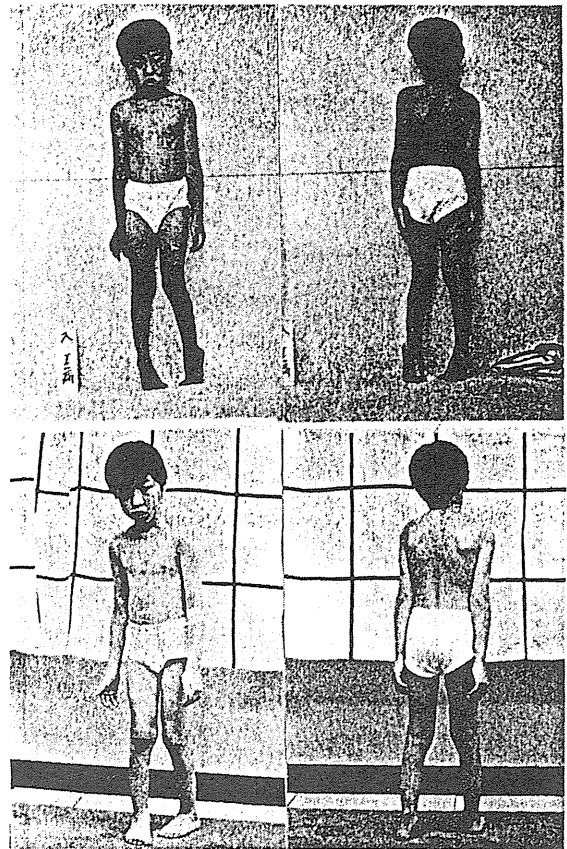


図5 症例1. 痙直型、4歳時に左アキレス腱延長術をうけている。

上段: 6歳8ヵ月

ス腱の十分な縫縮と術後尖足位ギプス固定を行った。股・膝の屈曲解離により屈曲姿勢の改善を得ているが、左踵足の状態は変化なくアキレス腱縫縮術の効果はなかった(図6)。

考 察

脳性麻痺の両麻痺型 spastic diplegia の歩行および立位の典型は屈曲姿勢 crouching posture と 鋏み肢位 scissoring で踵部を浮かせてつま先で歩く。尖足に対して手術を施行した両麻痺型の症例は、低体重出生が多く仮死や重症黄疸は少なかった。低体重出生の両麻痺型の特長のひとつとして体幹の低緊張や cocontraction の不足あるいは屈筋スパズムの優勢による抗重内機構の低下が指摘されている。そして反射的な全身の伸筋促通を用いて代償していて、その結果として尖足を呈してくる例が多いと考えられる。これに対して片麻痺例では伸筋優位で相反神経支配が正常に作用せず尖足となってゆく(図7)。この点に関連して足部背屈の自動運動の有無やその程度を術前に評価することは重要である。

両麻痺型の尖足をアキレス腱延長術により矯正する場合、再発しないに越したことはないが、それ以上に過矯正とならないように再発を恐れず少な目の

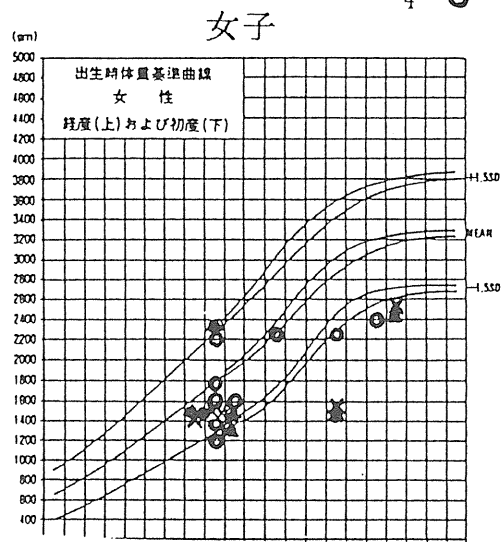
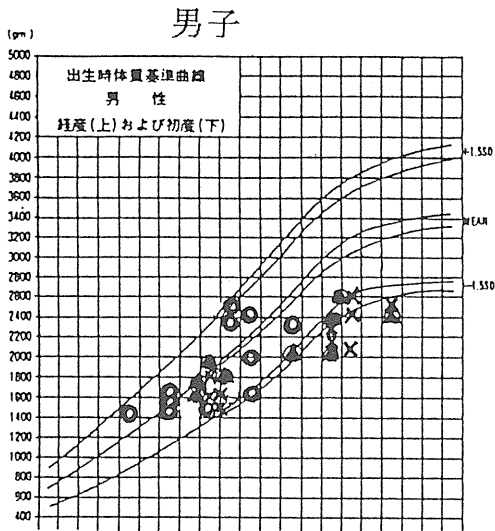


図 1 出生時体重

両麻痺の程度と現在の移動

痙直型 4例	1. 全身の筋緊張パターン 坐位は割り坐のみ	車椅子移動	4
痙直型 18例	2. 下肢の屈曲パターン 蹠状肢位 クラウチング姿勢 抗重力機構の低下	杖歩行 独歩	15 3
痙直型 18例	3. 股、膝の屈曲は軽い 抗重力機構はより良い	杖歩行 独歩	1 17
痙直型 29例	4. 足部に限局した軽症例	独歩	29

図 2 歩行開始年齢

ある。尖足再発は軽度なものを含めて 19 例 19% で症例の約 1/5 に相当した。この中には前足部の底屈が残存しているこのために踵部が浮いている例も含まれる (図 4)。

過矯正は膝関節の屈曲を増悪させるなど明らかなもの 4 例、軽度なもの 12 例で全体の 16% 約 1/6 に相当した。

再発および過矯正とも痙直型 1 を除いて各群の間に発生率の差は認められなかった。再発例の手術年齢は平均 6.4 才で全体の平均より 3 才以上小さいが、過矯正例では平均 8 才で差は少ない。

この結果を片麻痺例と比較すると再発は少なく過矯正が多い。片麻痺例では再発は明らかなものだけで 30% であり、過矯正は混合型の hemiathetosis 1 例 3% のみであった (表 3)。

症 例 供 覧

症例 1. 痙直型 3 で 2 才 3 ヶ月より歩行を開始した。4 才時左尖足に対してアキレス腱延長術を施行したが、次第に両尖足がみられるようになり 7 才 3 ヶ月で両アキレス腱延長術を施行した。術後足趾の

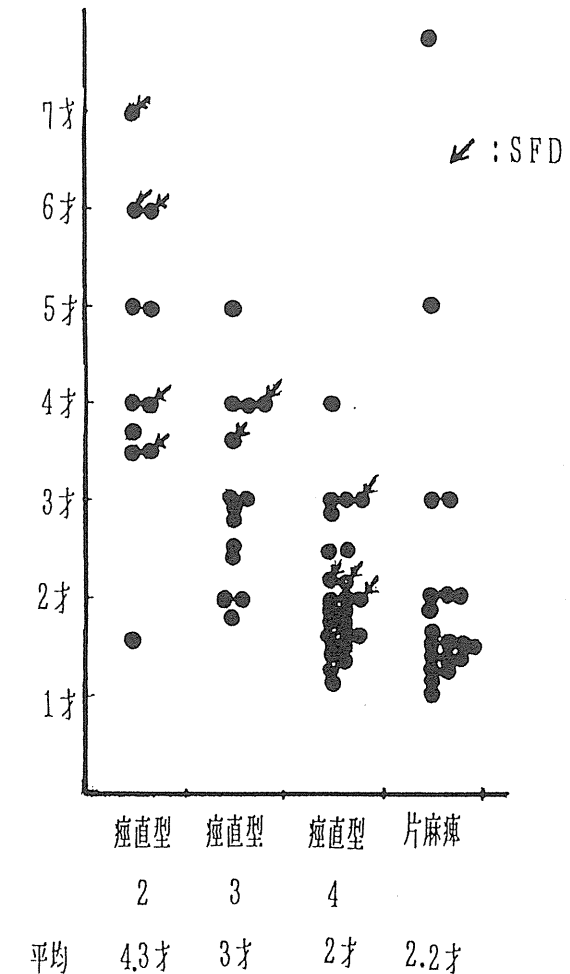


表 2 両麻痺の程度と現在の移動

屈曲がみられたがその後改善し、14 才の現在左前足部の軽度底屈と外反がみられる (図 5)。

症例 2. 痙直型 3 で 2 才 11 ヶ月で歩行を開始した。未熟児早産による両麻痺例である。8 才 8 ヶ月

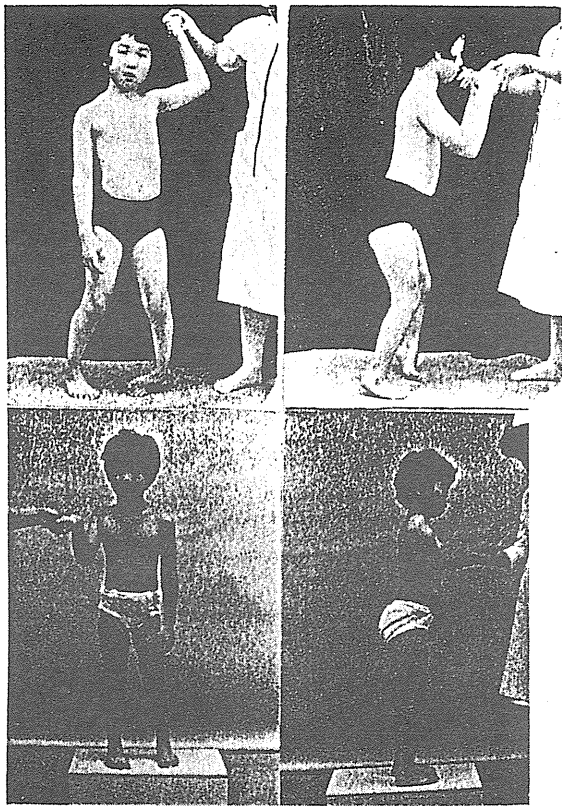


図 6-1 症例 2. 痙直型 3
a) 上段: 8歳8カ月

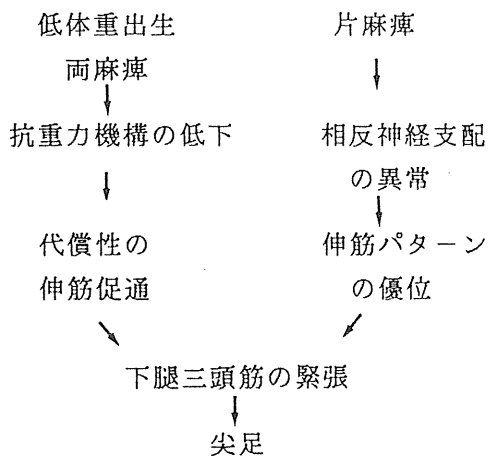


図 7 尖足発生機序

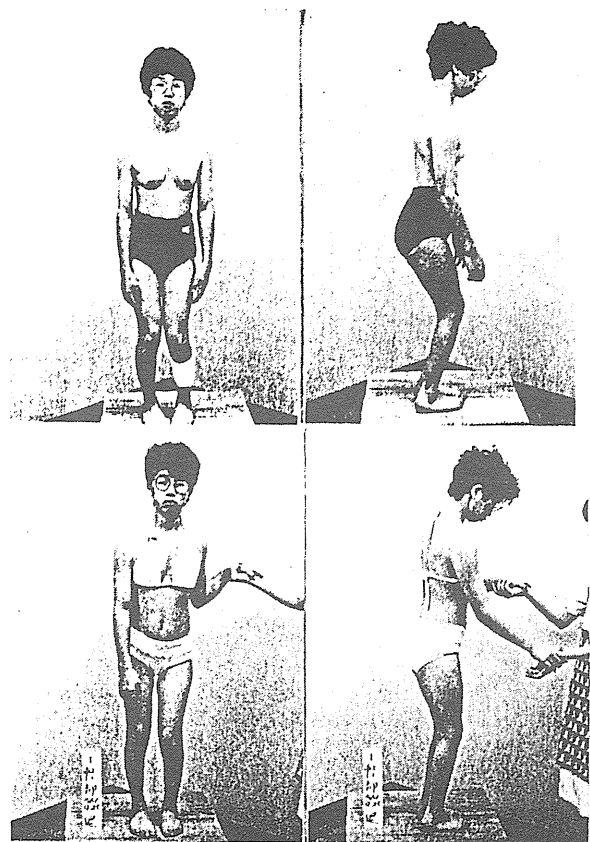


図 6-2 c) 上段: 12歳7カ月, 屈曲姿勢が増悪している
d) 下段: 12歳9カ月, 両膝屈筋解離術, 月延長術, 左アキレス腱縫縮術施行後, 2.

延長としている。それでも約 1/6 の症例に過矯正傾向がみられ、長期には屈曲姿勢を強くする可能性がある。アキレス腱を延長する場合膝伸展力の良好なことが必要であり、股や膝に屈曲傾向があれば屈筋解離術を併用するほうが妥当と考える。

手術結果は長期間経過するほど成績が悪くなってくるものであり、思春期以降成長終了時などに過矯正で踵足となる心配がつきまとい、両麻痺型では特に慎重にする必要がある。

脳性麻痺の運動特性に関する研究 1999

平成11年3月 心身障害児総合医療療育センター

君塚 葵

〒173 東京都板橋区小茂根1-1-10 電話 03-3974-2146 FAX 03-3554-6176

