

19990260

厚生省障害保健福祉総合研究事業

脳性麻痺の運動特性に関する研究

平成11年度研究報告書

平成12年3月

主任研究者 君塚 葵

厚生科学研究費補助金
厚生科学特別研究事業
国庫補助金精算所要額 (円) =7, 000, 000
「脳性麻痺の運動特性に関する研究」 (総合研究報告書)
研究期間=1997-1999
研究年度 1999

主任研究者=君塚葵 (心身障害児総合医療療育センター)

分担研究者=山口和正 (宮崎県立こども療育センター) 鈴木伸治
(伊豆医療福祉センター) 石塚和重 (静岡医療短期大学)

研究目的=脳性麻痺の運動機能を床反力・三次元動作解析・動作時表面筋電図・酸素消費量計測・重心図などを用いて、客観的に評価し種々の治療効果の判定あるいは手術方法の選択や新しい装具の開発に役立たせる。

研究方法=大型床反力計・複数のCCDカメラをもちいて三次元動作解析・動作時表面筋電図・重心図のシステムを立ち上げ、各タイプの脳性麻痺児の歩行あるいは動作時の解析をおこない、二次処理をして健常児との比較あるいは治療前後の比較をおこなう。

結果と考察=脳性麻痺の各型の特徴が客観的に判定的に特徴を把握することができ、治療法の効果・問題点が複数の解析から多々判明し、今後の発展が期待された。

結論=脳性麻痺における本研究は我が国では小規模に散発的に報告されてきたが、まとまったものはないといえる中で、3年間の継続した研究により今後のための手が係りが確保された。

目 次

総括研究報告

1. 脳性麻痺の評価に関する文献的研究
2. 脳性麻痺痙直型四肢麻痺はさみ足歩行に対する股関節外転保持歩行用長下肢装具(M型 KAFO) の開発
3. スニーカー型短下肢装具の開発と機能について
4. S. W. A. S. H. 装具 (はさみ足歩行防止・股関節外転保持装具) の臨床的検討 (2)
5. 片麻痺児の痙性歩行に対する手術効果-床反力計による長期的変化の検討
6. 脳性麻痺に伴う脊柱側弯と股関節脱臼、骨盤側傾に関する研究 (第2報)
7. 脳性麻痺児の立位と歩行-病態生理学的検討-
8. 脳性麻痺の立位姿勢調節に関する研究

厚生科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）
「脳性麻痺の運動特性に関する研究」

主任研究者=君塚葵（心身障害児総合医療療育センター）

分担研究者=山口和正（宮崎県立こども療育センター）鈴木伸治
（伊豆医療福祉センター）石塚和重（静岡医療短期大学）

研究目的=脳性麻痺（以下CP）の複雑な運動障害は従来は長年の経験にのみに頼っていたものであるが、歩行解析の科学の進歩とともにCPにもその応用が欧米で進んできたが、我が国では系統だった研究はなされておらず、臨床の第一線で本症の経験をもつ立場から、種々の解析手段を用いて脳性麻痺の動作解析の研究を行った。

結果と考察=以下、各研究課題に沿って結果の要旨をまとめた。まず、脳性麻痺の評価に関する文献的検討を行い、WeeFIMとGMFM（gross motor functionnaal measurement）を中心にまとめた。

1）君塚はまず「脳性麻痺痙直型四肢麻痺はさみ足歩行に対する股関節外転保持歩行用長下肢装具（M型KAFO）の開発」と題して、股関節外転保持での歩行用下肢装具（仮称 M型KAF O）を開発し、その評価として床反力計測・三次元動作解析などの歩行解析をおこなった。脳性麻痺痙直型両麻痺あるいは四肢麻痺では体幹が弱く、骨盤と股関節の左右が分離した交互運

動が筋の痙性のため悪く、いわゆるはさみ足歩行となり、左右の下肢が絡んで前に振り出せない。今回重度な四肢麻M型KAF Oの股関節外転角度は、外転保持器の支柱の曲げ加工により調節可能であり、進行方向への動きは滑らかであり歩行に支障しない。解析結果では歩隔が7 cmから30 cmと大きくなり左右への重心移動の振幅は正常の約2倍であるが、裸足の75%に減少と安定し、両下肢がかつ絡むことはなくなった。歩行速度は倍となり歩行効率も改善していると考えられた。また、普通靴へ短下肢支柱をつけた軽くて、外観が好まれる装具を作成しその装具の効果を歩行解析にて評価した。さらに昨年にひきつづけての第2報として「SWASH装具の利用に関する研究」において、より多数症例にSWASH装具を処方してその経験を大きくした結果を検討していて、股関節の外転に有用な装具であることが再度確認された。歩行解析を行った例では装着による変化を明らかにすることができなかった。

2) 鈴木らは筋緊張亢進とそれによる運動制御の障害は脳性麻痺の中でもっとも重要な役割を演じる。それは運動の協調を妨げ関節変形をきたすと考えられことから、立位と歩行の観点よりエネルギー消費測定と表面筋電図計測を行い、整形外科手術例の検討を行った。下肢の柔軟性について、関節拘縮、2関節筋の例としてハムストリングスと大腿直筋の状態と股関節と膝関節の関節角度を検討したところ、6相からなる幾何学的にモデル化できた。そして、柔軟性と起立との関連では角度可変式の斜面上での立位のアライメントにおいて、膝関節と足関節との間に大きな関連があり、それらは股関節へ影響をあたえていることが把握できた。これは昨年の研究であった「起立時の歩行効率関連要因」を進めたもので、痙性による伸張負荷が腓腹筋にかかりやすく、股関節中心に体幹を前方へ回転させるモーメントが発生しやすく、同時にハムストリングスにも伸張負荷がかかり、股関節中心に体幹を前方へ回転させるモーメントが膝関節の可動域で吸収できにくいことをさらに検討して、このモデルは本症の動的柔軟性の評価の目安となることを確認している。多変量解析を用いた柔軟性と歩行との関連の検討でも、下肢近位部の屈曲の状態と歩行能力の程度との間に関連があること、トレッドミルでの歩行時のエネルギー効率より脳性麻痺では歩行速度の範囲が狭く、ばらつきが大きいたことが確認された。この効

率が拘縮との間に高い相関性をしめしていた。歩行時の下肢筋活動量は正常児に比べて脳性麻痺児では有意に大きく、この高い活動量が大きなエネルギー消費ともなっていると考えられた。筋力と歩行能力との間には関連があるが脳性麻痺では動的な筋力の発揮が低下しており、水意中運動に類似した等粘性筋力訓練が安全な方法であると考えられた。歩行速度・歩行時心拍数・エネルギー消費効率より歩行時のエネルギー消費の特徴を検討し、脳性麻痺例では心拍数の増加が増すこと、エネルギー効率の悪いこと、その結果として持久力の小さいことが観察された。全身持久力のトレーニングとして無酸素性作業閾値以下に運動強度を設定することが合理的であると考えられた。自転車エルゴメーターで運動強度をこのレベルに設定では安全に効果をあげられた。短下肢装具の効果をエネルギー効率から検討したところ、効率を悪くすることがあり、推進力を補い腓腹筋への張力の加わらないものが望まれた。下肢の手術前後の比較では、歩行速度は術後有意に増大しており、歩行効率を改善していると予想され、トレッドミルでのエネルギー消費で一部に大きな改善が得られていた。また、ハムストリングス延長術前後の歩行時筋活動の比較では、活動位相の正常化が多くみられた。

3) 山口は「片麻痺児の痙性歩行に対する手術効果-床反力反力計による長期的変化の検討」において、7名のアキレス腱延

長手術後平均11年の経過を床反力計測にて観察し、手術効果の持続と加齢による変化を検討した。これは昨年「手術によるCP児の歩行の変化に関する研究」の脳性麻痺児の手術前後の歩行パターンを比較検討の継続であり、片麻痺の尖足に対するアキレス腱延長術は変形が再発しやすいものであることを踏まえて、今回は片麻痺例の長期に関するものである。歩行速度が増大し、歩幅は手術後大きくなるがそれでも健側に比べると有意に小さく、両脚支持期が長い状態で歩調がわりに健常児に比べて大きいと認めている。抜重効果を検討し、ばらつきの大きなこととさまざまな形がみられ、個人差あるいは歩行速度による変化の大きいとしている。加齢にともなうこととして、両脚支持期は10歳以降あまり変化しないこと、制動期のピーク値は年長になるにつれて小さくなり早期に駆動期になること、駆動期ピーク値は小さなままであったと報告している。

また、山口は「脳性麻痺に伴う脊柱側弯と股関節脱臼、骨盤傾斜に関する研究」において、従来から不明である重症度や股関節脱臼との関係を明らかにするため、重度脳性麻痺児(者)73名(うち側弯あるもの46名、ないもの27名)を対象に、股関節脱臼のと骨盤傾斜 pelvic obliquity との関連を年齢を含めて検討した。

側弯のない例では平均年齢が9歳であり、側弯の有る例では骨盤傾斜の有無にかかわらず平均年齢13歳であり、両者に差がみられたこと、股関節手術では側弯の改善は得られなかったとの昨年の研究の上に、今回股関節脱臼の頻度は骨盤傾斜のある群(72.4%)が

ない群(29.4%)に比し有意に多いことを明らかにし、同時に側弯の程度が異なり、側弯の程度と骨盤傾斜との間には直線的な相関が見られる(相関係数0.7)ことを認めている。

また、骨盤傾斜のある場合には顔の向きぐせによる側弯方向が後頭側凸になることが圧倒的に多いことから、骨盤傾斜の有無で側弯について検討することが妥当としている。

4) 石塚らは「脳性麻痺の立位姿勢調整に関する研究」で、22名の脳性麻痺児、20名の健常児の座位・膝立ち位・立位での重心動揺を測定し、立位姿勢能との関連を検討して、痙直型脳性麻痺児では各姿勢から求めた股関節から足部にかけての重心図の数値が立位の重心図の数値と相関が高かったことから、痙直型では下肢機能が立位姿勢調節に大きく関与していること、アテトーゼ型脳性麻痺児では座位・膝立ち位での数値と相関が認められたので、体幹機能と立位姿勢調節機能との相関が示唆されたと報告している。このことは臨床的になんとなく把握している点であるが、これらの数値化は型あるいは個別例の特徴やその程度を客観的にとらえるのに有効である。

考察と結論=運動解析の最新のレベルと考えられる手段を駆使して、いままで取組みの遅れていた脳性麻痺について研究を継続して行うことができた。客観的であるだけでなく、違った方向から観察検討する機会となり、あらたな展開がなされたと考えている。

平成11年度厚生科学研究費
厚生省障害おん験福祉総合研究事業
「脳性麻痺の運動特性に関する研究」

主任研究者 君塚葵 (心身障害児総合医療療育センター)

「脳性麻痺の評価に関する文献的研究」

疾患概念

1. 脳性麻痺は新生児期までに生じた非進行性の脳病変による運動機能障害と定義されることが多い。原因が明確になっているのは、脳性麻痺とせずにそれぞれの病名を冠する。未熟児医療の進歩により脳性麻痺児の重度重複化が進むとともに、ハイハイ・ニリン、ハイハイ・ニックス分野からの参加の増大・バリアフリー対策の進展などによる変化、障害把握についてのWHO提案(ICIDH:1980 IDH, ICIDH-2 :1997)など脳性麻痺をめぐる環境も大きく変化してきている。
2. 早期診断・早期療育をもとに、神経発達学的なアプローチ、痙性のコントロールの訓練を核に、薬物や装具・手術などの多面的な対応が個々に応じて、子育ての概念の中において長期的になされる。脳波の継時検査による機能障害の把握の進歩、CTやMRIによる脳室周囲白質軟化症 periventricular leucomalacia(PVL)の確認がすすみ、30週前後の体重2000gほどの出生でおおい。痙直型両麻痺では前頭放線冠(皮質脊髄路)を含んでいることが多い。
3. 運動発達障害の原因としてもっとも多くなっている極少未熟児の予後は、1/4が障害児、1/2がボーダーラインと考えられていて、ボーダーライン児の長期予後は4歳時点での検査により

その異常を判明でき早期からの対応が勧められている。

早期診断の流れ

低体重未熟児や新生児仮死などのリスク要素の有無、原始反射の残存・反応の未出現、筋緊張や自動運動の異常、運動発達の遅れなどを中心として早期診断をめざすが、早期診断では確実性に問題があることがあり、多くは生後6カ月以降に判明するので早期にレッテルを貼ってはいけないとされている。軽症例は1歳過ぎでの歩行或は立位姿勢の異常によってきずかれることも多いとしている。診断の手がかりとなる所見には筋のトーン、姿勢、原始反射、平衡反応、姿勢反応発達の遅れなどがあり、異常低筋緊張は痙直型或はアテトーゼ型であるかもしれない。にぎり母指、下肢交差、後弓反張の継続は本症を疑わせる。座位の遅れが両親が最初にきずく異常であることが多い。1歳までに利き手が明らかなのは片麻痺の可能性がある。

一方、新生児期の経時的脳波測定は診断や予後予測さらには脳損傷の時期特に急性期か慢性期の判定に大変有用とされる。この脳波での検討によると未熟児での脳性麻痺の1/4が出生前、2/3が周産期、出生後はまれであるとされる。原因

不明のPVLでは胎児の異常心拍および脳波異常と関連し出生の原因によると考えられると報告されていて、早期診断に役立つものである

病型分類と運動特徴

もっとも多い痙直型両麻痺、ついでアテトーゼと痙直型の混合型があるが

病型は変容することがあり、経過を追わなければならない。AAPCの分類やエジンバラ分類あるいは重症度を加味したボバースの分類などがある。

型別の運動機能の特徴がある(表5)。たとえば痙直型両麻痺では体幹が弱く、下肢の痙性がよりトータルパターンをとり、立位・歩行では鉗姿勢 scissoring や屈曲姿勢 crouching を呈しやすい。痙直型片麻痺は成人の片麻痺と類似している。けいれんをとまなうことがしばしばあるが、とまなう場合には集中力や知的レベルの問題のあることがおおい。アテトーゼ型脳性麻痺は複雑な運動状態を示し、頸部上肢の異常が多く、変形性頸椎症による頸髄症などが問題となりやすい。重症度例(total involvement)では寝たきりのものがおおい、呼吸機能障害では中枢性無呼吸、舌根沈下や氣道分泌物の増加などによる閉塞性呼吸障害、異常筋緊張や脊柱変形による拘束性呼吸障害などがかさなり、脊柱変形・股関節脱臼が高頻度にみられる。本症における脊柱側彎症の原因として考えられているのは、脊柱の抗重力伸展力の弱さと、頸部・体幹・骨盤下肢の左右差であり、頸部が一侧のみを向いていると後頭側の胸椎凸の側彎変形が生じやすいですし、1側のみのGalant反射の残存では、そのサイドの

体幹の短縮を生じ、1側の股関節脱臼では骨盤挙上を生じてくる。

医学的リハ

訓練については家族・医師・専門スタッフでのチームにより運動面に限らず総合的に捉えて、goalを共有して発達の促進、代償機能の利用、二次障害の予防を行う。運動面ではhandling, positioningが基本となり、家庭で行える内容を指導する。訓練は楽しく、一緒にやれて完成感のあるもので、自信や自己認識に役立つものであるべきである。摂食・セルフケア・装具や自助具の活用・拘縮や変形などの予防なども併用する。

聴覚・視覚機能を調べ、言語訓練はその障害があればすぐに開始する。同様に学習能力についても就学前よりチームで対応してゆく。認知能力、心理的検討が必要となるが、専門スタッフは肢体不自由を知っている者でなければならない。

運動機能の予後は型によってことなるが、座位をとれる時期は一つの目安となる。以前より多くの報告で2歳までに独立座位がとれれば、いづれ独歩可能となり、4歳までであれば杖などでの実用歩行が可能になり、8歳までにできなければ歩行できないと考えられている。平田は四つ這い異常の機能を獲得した脳性麻痺児102例の運動発達を検討し、寝返りか四つ這い獲得までの期間が関連していて、1年以内の例では独歩を、2年を超える例では歩行不能例が多いと報告している。横関ら18歳以上に達した264名の脳性麻痺例の幼少時の能力50項目を調査し、多変量解析にて成人期の能力予測について検討している。移動では3歳までの肘立て、寝返りの

完成が重要であり、独歩については四つ這いの完成時期、首の坐りの完成時期、麻痺領域、幼少時のIQの4項目の相関が高く、的中率は83%であったと報告している。

長期予後では家族の援助・本人の意欲が大きく関連していることが知られている。種々のアプローチにおける評価としては、患者・家族の満足度の検討が求められている。

疾病構造と評価

障害構造

発達してゆく小児の脳障害であり、脳機能のあらゆる障害が脳性麻痺には合併しうるので、多面的な評価・治療が必要であり、療育の父とよばれる高木憲次博士は「時代の科学を総動員して」「脳障害には脳への対応を」と提唱されている。

ライフステージからの療育の流れは、予防・早期発見・早期療育に始まり、総合的なチームアプローチによる療育を継続し、教育とともに社会性・親離れ子離れといった自立・就労、二次障害などへの対応、「親亡きあと」といわれている問題など広範なものがあります。障害者の加齢における二次障害として疼痛、疲労、機能低下への対応、心肺機能・筋力・関節機能の障害予防の面でのアドバイス特に健康増進の必要性が強調される。脊柱の変形は軽症例にも多くみられたこと、70%以上に疼痛が生じること、60歳以上の四肢では、上肢には歩行例多く全体の半数に、下肢では筋緊張によるものが多く4分の3に疼痛が出現しているとの報告もある。二次障害に望まれる対応としての戦略では自己責任（自覚して予防に努める）、単なる歩行や車椅子移動は訓練にならないので体操の方法などの教育指導の必要性、生活習

慣の見直し（飲酒、喫煙など）が挙げられており、若いときからのプログラムに沿っての毎日短時間で手軽にできる訓練の習慣化が勧められる。

機能障害の評価

運動機能は知的あるいは精神的側面と関連しており全人的に評価されなければならないし、発達途上の脳の可塑性の大きな年齢では正常発達との対比さらには治療的介入との関連で把握されなければならない。運動機能と直接関連しないが、脳性麻痺などの脳障害に自閉症の合併が時々みられ、その評価を同時にする必要もあり、Children Autism Rating Scale(CARS)などを持ちいて、直感に頼るのではなく観察と実証的なデータを重視して、評価する

粗大運動だけに限定しても重度児用には機能が大きく低下していて、変化が少ないので別の評価内容が必要で、わずかな変化を捕らえるには記述式が優ると考えられる。重症心身障害児とよばれる重複障害は大島の分類では、25までに分けたうち1-4のである。また、似た内容ながら文部省および厚生省の定義がある。なお、全国の重心施設に入所している約15,000名の姿勢・移動の障害あるいは変形拘縮程度は大きい。また、医療保険上で、障害児の呼吸機能に関連して「超重症児の判定基準」が設けられていて、保険点数化されている（一日200点）。

評価の目的は広範囲及び医療的のみならず、福祉行政での等級判定とも共通した内容であることが望ましい。国の身体障害児への特別児童扶養手当（1級では月5万円+ α 、2級では月3万円+ α ）を受けている者が約8万人いる。そして介護保険の介護度の6段階分けもあるように、また、

アメリカでのFIM-FRGのような観点からのリハビリテーションの内容・合理的期間などにも関連する内容を含んでいる。

Ketelaar ら文献レビューを行い、脳性麻痺児の機能評価に17の方法が用いられていて、機能の変化を評価できる方法の必要性が高いにもかかわらず、多くは発達に関していて記述的であり、Gross Motor Function Measure(GMFM)、と WeeFIM の二つだけが変化への応答性で価値と信頼性があったと報告している。

日本では motor age test が簡便さと年齢で指数化されていてわかりやすい印象をあたえるため、比較的よく用いられている。やはり脳性麻痺の訓練や療育による効果あるいはちいさな発達変化をとらえるには不十分なもので、今後適切な評価法の出現が望まれている。

Gross motor function measure

カナダの Russell らにより脳性麻痺児の粗大運動機能評価法として作られたもので85項目におよびそのマニュアルを含めると分量の大きなもので、一人の評価に1時間前後の時間を要する。これは北米での脳性麻痺運動評価の中心となって普及してきているが、膨大であることと変化への反応性が不十分で、かゆいところに手が届かない点があり、日本の障害児施設での使用は低く、今後この点の改正がなれば普及してゆくと思われる。そしてそれをおぎなうかのように、その後遂行能力に焦点をあてた Gross motor performance measure を作成している

GMFM ではないが、上田粗大運動発達の個人差について、日本版デンバー式発達スクリーニング検査を用いて、健常な2、515名の日本人小児を対象にして、報告している。

Nordmark ら脳性麻痺など脳障害児にGMFMを用いて、治療後あるいは時間の経過のなかでの変化評価して、再現性の良好で有用なことを報告している。

本法利用者の教育にビデオテープを用いた方法は確実性を大きくするのに大変有用であったと報告している。その後、Russell ら本法をダウン症123例に用いて、本法の有用性を検討している。ダウン症でも再現性が良好で、予想される変化量を探求できるものであった。しかし変化の応答性では、そのほかの評価法よりの優れていたが、両親やビデオテープからの判定よりも低く、課題として残っているとしている。

脳性麻痺の下肢機能の評価には移動あるいは歩行を軸にしての評価が考えられ、運動解析手法が活発である。それに対して、手の機能については目との協調や認知との関連が大きく、かつ運動を司る中枢神経部位が大きくことなり、上肢の手術が下肢に比べて大きく限定されているように脳性麻痺の上肢の評価異なるものとなってくる。

Oded Bar-Orexercise testing を重視し、その理由として physical fitness の決定と治療効果の判定評価2つをあげている。日常生活における活動の不十分さがあり、それが physical fitness を小さくしている考え、fitness の各要素の検討によりその低下の原因を探ることを提案している。そして(1)移動におけるエネルギー効率、(2)各部筋の endurance、(3)各部の筋力の3つにわけ、与えられた歩行速度についてみると痙直型脳性麻痺例では健常例の約3倍のエネルギーを使うとし、そのため疲れやすく、拮抗筋の緊張を高

めるとしている。これを治療前後で測定すれば効率が算定でき、例えば短下肢装具では5-6%の軽減があると述べている。Wingate Aerobic TestはGross Motor Function Measureの日常生活動作項目と関連しているとしている。また、最大筋力の減少があり、とくに作動筋と拮抗筋との間の不均衡が問題となり移動や動作能力に影響を与えると考えている。その上で、これらだけでは障害因子を分析するために、床反力計や3次元動作解析、動作筋電図が必要であるとの考えがあり、多くの脳性麻痺の解析が行われている。また、歩行解析は手術術式の選択において有用な手段となり、術前後の比較が手術の効果判定に客観的な評価となると考える報告が増えてきている

歩行解析

脳性麻痺の痙直型両麻痺はcrouchingやscissoringの固定した肢位を取り易く、股・膝・足部の関節拘縮解離術の対象となることがある。膝歩きの分析では足部変形を除外できるため、体幹下部、骨盤、股関節の運動機能評価に有用で、脳性麻痺痙直型の膝歩きの特徴を把握する目的で、床反力計を用いて計測した。

参考までに床反力を用いた研究例として、脳性麻痺児の膝歩きを中心とした時間距離因子による自身の計測の要点をつぎに掲げた。

[対象と方法] 対象は25例の痙直型両麻痺(13.1±6.1歳)と25例の片麻痺(16.3±5.0歳)で、歩行と膝歩きを床反力計をもちいて測定し、数回の平均加算値を用いて、健常者40名(10例の平均年齢8.4歳の健常児,20例の平均年齢30.8歳,10例の平均年齢61.2歳の高齢者)と比較検討した。パラメーターとしては、歩行あるいは膝歩き速度、

歩行周期に対する立脚期比率、歩調、歩幅、歩隔などの時間距離因子とともに、床反力各成分のピーク値などを用いた。両麻痺ではsacrofemoral angleと独歩、杖歩行とにわけての歩行能力の点からの比較もおこなった。

[結果] 歩行速度は両麻痺で44.8±14.9m/min,片麻痺で50.5±12.6m/min,controlで60.2m/minであり、膝歩きではそれぞれ15.4±7.0m/min,20.0±12.0m/min,2.4±9.4m/minで、歩行速度に対する膝歩きの比率はそれぞれ0.35,0.40,0.47であった。歩調は各群の歩行、膝歩きでの差が小さく、身長に対する歩幅は両麻痺の歩行で13.7±6.0%,膝歩きで9.1±6.7%,片麻痺でそれぞれ31.2±19.7%,18.8±10.9%であり,controlでそれぞれ34.3±3.1%,15.7±3.0%であった。立脚期比率は、健常例が歩行時に66.9±2.0%ともっとも小さいが、膝歩きではもっとも大きく83.0±6.8%と逆転している。両麻痺の独歩群11例、短下肢装具群11例,crutch歩行群3例でのsacrofemoral angleはそれぞれ35.6±13.2°,32.5±10.2,20.0±5.0°でcrutch歩行群で小さい。また歩行速度はそれぞれ49.6±15.6m/min,42.5±10.9m/min,28.8±12.5m/minであった

ADL評価

全国の肢体不自由児施設に入園している脳性麻痺を含めた脳原性疾患児は3,093名の日常生活動作をみると、全介助は歩行が51%、食事が38%、更衣が54%、言語が41%と高率である。

WeeFIMは出生から7歳までの小児のために、成人用のFIMのうち移動・コミュニケーション・社会的認知の項目を修飾したもので、18

項目に分けられている。再現性の良いとの報告が多くみられる

Yung ら脳性麻痺19例をふくむ104例の障害児に用いて、障害の程度の判定、発達のモニター、情報伝達の促進、治療効果判定やリハビリテーションの有益性の客観化などに有用と述べている。

Liu M et al 健常日本小児110例に用いて、津守式との比較ではやや解離があったこと、得点は5-6歳でプラトになり、年齢との関係で3つのパターンに各項目がわけられたと報告している。おなじFIMではレーダーチャートによる表示で比較が一目瞭然にプロフィールの把握に有用であると述べられている

Barthel Index

Barthel index は1955年にアメリカメリーランドの理学療法士の Barthel によって開発された日常生活の活動能力を評価するためのものであり、10項目100点満点となっている。食事の用意・家事・社会参加は含まれておらず、各項目は自立・部分介助・全介助の3段階に分けられていて、少しでも介助や監視が必要であれば、満点とはならない。本法は簡潔であり、誰にでも短時間で正確に行えリハビリテーション開始前後などでの比較検討に用いられ、脳卒中でのそのスコアの意味が検討されているが、発達可能性を残している脳性麻痺で年長児の訓練変化をみるには応答性が劣り、リハビリテーションの処方内容の検討には役立たない。

コミュニケーション

脳性麻痺ではさまざまなコミュニケーション障害がみられるが、知的に大変良好なのに運動機

能障害の高度なため発語がまったく不自由な場合には、本人の不満・ストレスはおおきい。特殊スイッチの作成と訓練によりコンピューター機器やそのたの器具などの利用が重要となり、多くの工夫研究が報告されている。279名の脳性麻痺者のコミュニケーションに関する検討で、31%に言語障害があり、8%は加齢にもとずいた悪化に気がついていて、35%がAAC (augmentive and alternatice communication) を利用して44%が常にコミュニケーションにおいて介助を受けているなどの報告があり、AAC利用での専門家のアドバイスを受けることが指摘されている。

文献

1. Watanabe K, Hayakawa F, Okumura A: Neonatal EEG: a powerful tool in the assessment of brain damage in preterm infants. Brain Dev 21:361-372, 1999.
2. 平田淳: 脳性麻痺児における歩行能力の予測に関する研究. リハ医学 34: 205-211, 1997.
3. 横関仁、中島雅之輔ほか: 脳性麻痺の長期予後予測. リハ医学 34: 337-341, 1997.
4. 佐々木正美: 自閉症児への理解と治療教育. 発達障害医学の進歩 1: 71-86, 1991.
5. Ketelaar M, Vermeer A, Helder PJ: Functional motor abilities of children with cerebral palsy: a systematic literature review of assessment measures. Clin Rehabil 12:369-380, 1998.
6. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT,

Gowland C, Hardy S, Jarvis S : The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. Dev Med Child Neurol 31(3):341-52, 1989

7. 上田礼子ほか：日本版デンバー式発達スクリーニング検査-JDDST-R と JPDQ. 医歯薬出版、1983.

8. Nordmark E, Hagglund G, Jarnlo GB: Reliability of the gross motor function measure in cerebral palsy. Scand J Rehabil Med 29:25-28, 1997.

9. Russell D, et al: Evaluating motor function in children with Down syndrome: validity of the GMFM. Dev Med Child Neurol 40:693-701, 1998.

10. Bar-Or O: Role of exercise in assessment and management of neuromuscular disease in children. Med Sci Sports Exerc 28: 421-427, 1996.

11. Parker D F, Carriere L, Bar-Or O et al: Muscle performance and gross motor function in children with spastic cerebral palsy. Devel Med & Child Neurol 35:17-23, 1993.

12. Lee EH, Goh JC, Bose K: Value of gait analysis in the assessment of surgery in cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil

73:642-646, 1992.

13. Ottenbacher KL, et al: Interrater agreement and stability of the Functional Independence Measure for children (WeeFIM): Use in children with developmental disabilities. Arch Phys Med Rehabil 78:1309-1315, 1997.

14. Yung A, Wong V et al: Outcome measure for paediatric rehabilitation: use of the Functional Independence Measure for children (WeeFIM).

A pilot study in Chinese children with neurodevelopmental disabilities. Pediatric Rehabil 3:21-8, 1999.

15. Liu M, et al: Functional Independence Measure for Children (WeeFIM): a preliminary study in nondisabled Japanese children. Am J Phys Med Rehabil 77:36-44, 1998.

16. 問川博之、里宇明元、ほか：こどものための機能的自立度評価法 (WeeFIM) による小児のADL評価. 総合リハ 25: 549-555, 1997.

17. Mahoney F I & Barthel D W: Maryland State Medical Journal 14:61-65, 1965.

18. 正門由久ほか：脳血管障害のリハビリテーションにおけるADL評価-Barthel index を用いて. 総合リハ 17: 689-694, 1989.

脳性麻痺の評価一覧

	障害	評価方法	評価項目・目的
機能障害	運動機能	GMFM	88項目の四肢体幹の運動機能
		MAT	四肢体幹の運動機能
	痙性麻痺	Ashworth Scale	痙性なしを含めて5段階
	反射・反応		原始反射・平衡反応・姿勢反応
	変形・拘縮・筋力	ROM・MMT	側弯・股脱
	歩行・動作分析	床反力・3D動作解析・表面筋電図・酸素消費	
	総合発達	遠城寺式乳幼児分析的発達検査、新版K式発達検査、津守式乳幼児精神発達質問紙	
	言語・聴覚発達	ITPT言語学習能力検査、PVT絵画語彙発達検査、S-S法国リハ言語発達遅滞検査	
	知的機能	田中ビネー、WISC-R知能検査、WPPSI知能診断検査	
	知覚・認知障害	フロステイグ視知覚発達検査、J-MAP心理教育アセスメント	
	感覚障害	感覚統合検査、ムーブメント教育	
	呼吸障害	換気機能検査	
	摂食障害	金子の評価法	
能力障害	日常生活動作	Wee-FIM	18項目の7段階尺度
		Barthel index	11項目100点満点
	ソーシャルスキル	S-M社会生活能力検査	6領域130項目、領域別社会生活年齢・粗点合計130点
	IADL, 老研式活動能力指標	対人関係・感情のコントロールを含めて	

脳性麻痺直型四肢麻痺はさみ足歩行に対する 股関節外転保持歩行用長下肢装具 (M型KAFO) の開発

心身障害児総合医療療育センター 君塚 葵
大栄製作所 清水直美 小嶋正臣 大塚栄次 田村一郎
都立北療育医療センター城北分園 高久徳子

研究要旨：脳性麻痺直型四肢麻痺あるいは四肢麻痺では体幹が弱く、骨盤と股関節の左右が分離した交互運動が筋の痙性のため悪く、いわゆるはさみ足歩行となり、左右の下肢が絡んで前に振り出せない。今回重度な四肢麻痺例をモデルとして、股関節外転保持での歩行用下肢装具（仮称 M型KAFO）を開発し、その評価として床反力計測・三次元動作解析などの歩行解析をおこなった。M型KAFOの股関節外転角度は、外転保持器の支柱の曲げ加工により調節可能であり、進行方向への動きは滑らかであり歩行に支障しない。解析結果では歩隔が7cmから30cmと大きくなり左右への重心移動の振幅は正常の約2倍であるが、裸足の75%に減少と安定し、両下肢がかつ絡むことはなくなった。歩行速度は倍となり歩行効率も改善していると考えられた。

1. はじめに

脳性麻痺直型四肢麻痺・軽度の四肢麻痺では、体幹の前屈・股関節の屈曲内転・膝関節屈曲・下腿三頭筋痙性による尖足を呈し、歩行は、はさみ足歩行となりやすく、いわゆる crouching 及び scissoring が特徴的である。その上に下肢筋群の痙性のために振り出しが小さく、歩幅が稼げず歩行効率が悪い。

従来から散発的に股関節継手の工夫などの報告がみられ、歩行可能な長下肢装具として、脊髄損傷者の歩行訓練に用いられている Walkabout や WBC 5 型装具を使用しようと考えた。しかし、Walkabout は単軸のため股関節の生理軸と股継手軸が一致しない。また、WBC 装具のリンク式股関節は、それ自体が大きいため外観的に好まれなかった。オーストラリア製の高価な

walkabout の脊髄損傷での最近報告でも歩行速度は大きくならずその有効性には特別なものはなく、適応が限られ汎用されるには問題がある。そこで脳性麻痺直型四肢麻痺児のはさみ足歩行に対する股関節外転保持歩行用長下肢装具の開発をしたので、この装具を装着するとどのような効果がみられるかを計測評価した。

2. 股関節外転保持器の開発

図2のE、Dには歩行中Dが上に跳ね上るのを防ぐためストッパーがついているが、膝伸展時生理的股関節屈曲伸展可動域（屈曲0～90度、伸展0～15度）の中では、図1のA、B、Cの3軸ともフリーである。

また、この可動域範囲の中では、どこにでも D 軸が移動するため、装着者の進行方向の生理的股関節軸に常に対応でき、この外転保持器の軸は、装着者の歩行中の股関節軸と同じであるといえる。股関節外転角度は、この外転保持器の支柱の曲げ加工により調節可能である。

従来の長下肢装具に容易に取り付けられ、価格も安く押さえられた。

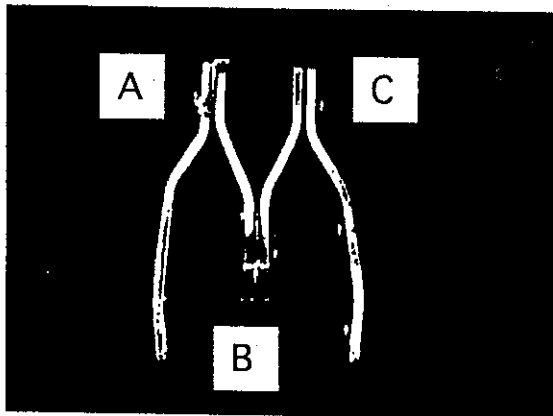


図1 股関節外転保持器

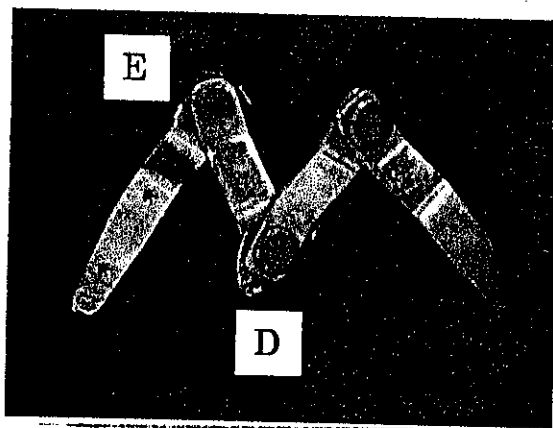


図2 股関節外転保持器のストッパー

3. 対象症例

対象は脳性麻痺直型四肢麻痺の12歳男児1名で、身長135cm、体重25kgである。座位では骨盤が後傾した中等度の円背を呈し、胡座が不十分である。裸足での歩行は、ロフストランドクラッチを使用すると少し可能だが、屋内移動はズリ遣いにちかく

おしりをわずかに持ち上げた変形四つばいで交互性が不良な移動を行っている。

過去金属支柱付き短下肢装具を使用しており、常にロフストランドクラッチを使用していたが、年長になるにつれて股関節内転内旋・膝関節屈曲・尖足拘縮が強まり歩行能力の低下がみられたため股関節外転位を保持しつつ、歩行可能な長下肢装具を装着することとなった。

この開発した股関節外転保持器（以下M型と称する）を用いて股関節外転保持歩行用装具（以下M型KAFOと称する）の股関節外転角度を歩隔が30cm（対象者の肩幅と同様）になるように設定した。装着はとくに難しいことはなく一般の長下肢装具と同程度であった。十分に歩行練習した後に計測を行った。

4. 計測方法

歩行は歩調などは決めず自由歩行とした。

歩行距離は3mとし裸足・M型KAFOの順で3回ずつ5分間以上経過後、床上のアルミホイルの上を歩き、その足跡から歩隔・歩幅を計測。計測は、3m歩行のうち歩容、スピードともに安定していると思われる中間の1.5mで行った。また床反力計と3次元動作分析システムを使用し、歩行速度・左右の重心移動を計測した。



図3 計測風景

6. 結果および考察

1. 歩隔・歩幅および歩行速度

歩隔は表1に示すように、裸足平均は7.14cm、M型 KAFO 平均は30.07cmとなった。これは、股関節外転角を歩隔30cmに設定して製作したためであり、歩行中に外転が保持されていたことを示しており、はさみ足歩行の防止が可能であった。長下肢装具のたわみは 0.7 ± 1.5 cmではないかと考えている。

表1に示すようにM型 KAFO と裸足では、歩幅はM型 KAFO が大きく、約5.3cmの差があり、大きく振り出せる用になっていた。同時に歩調が大きくなり歩行速度はM型 KAFO が裸足より約2倍大きくなっていった。M型(股関節外転保持器)が、立脚・遊脚の内転を制限することで側方の安定性を保ち、両脚支持期の割合が減少していることから考えられた。

表1 歩隔・歩幅および歩行速度

	歩隔(cm)	歩幅(cm)	歩行速度(m/s)
裸足	7.14 ± 3.2	24.4 ± 3.0	0.09 ± 0.01
M型 KAFO	30.7 ± 1.5	29.7 ± 9.0	0.17 ± 0.04

2. 左右の重心移動

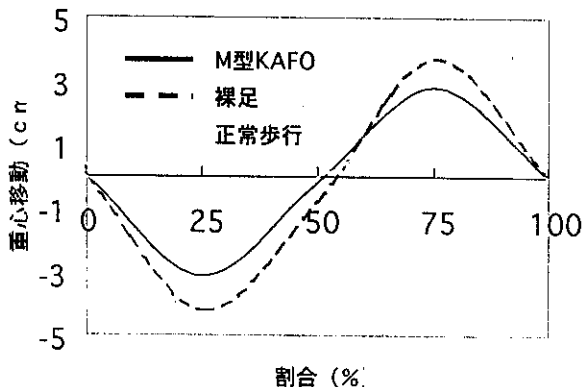


図4 左右方向重心移動

左右への重心移動の振幅は、正常歩行3.0、M型5.9、裸足7.9cmであった。

M型 KAFO は、裸足に比べ2cm振幅が少なくなり、歩

行時の安定性が、正常歩行に近づいた。これははさみ足がM型によって抑えられ、スムーズな下肢の振り出しが可能になったためと考えられる。

7. まとめおよび今後の課題

脳性麻痺児に、M型 KAFO を開発した。従来の物と比較して機能的に劣ることなく、簡便に実用に用いることができた。歩行分析でも歩行速度での良好な結果が得られた。今後の課題としては、耐久性の検討をおこない、はさみ足により歩行が困難な症例への利用を拡大してゆく予定である。

文献

1. Middleton JW, Fisher W, Davis GM, Smith RM. A medial linkage orthosis to assist ambulation after spinal cord injury. *Prosthet Orthot Int.* 1998 Dec;22(3):258-64.
2. Harvey LA, Davis GM, Smith MB, Engel S. Energy expenditure during gait using the walkabout and isocentric reciprocal gait orthoses in persons with paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998 Aug;79(8):945-9.
3. Nene AV, Patrick JH. Energy cost of paraplegic locomotion with the ORLAU ParaWalker. *Paraplegia.* 1989 Feb;27(1):5-18.

(第6回P Oアカデミー研究会において発表した)

君塚葵

心身障害児総合医療療育センター

小嶋正臣、清水直美、大塚栄次、田村一郎

(大栄製作所)

研究要旨=外観と重さの点よりスニーカー型短下肢装具の開発をおこなったが、床反力パターン、関節角度、歩行速度において良好な結果を示し、計測例のような拘縮のない dynamic な変形の場合では装具としての機能は十分に満たしていた。症例を選べば外観と機能が両立することが数値的にも確認された。変形や歩容の悪い例では靴底の摩耗が激しいことから耐久性に問題が残ると考えられた。

はじめに

痙直型脳性麻痺では足部の筋緊張の異常により外反尖足あるいは内反尖足の変形を生じやすく、歩行への支障となるので抑制・予防する必要がある、そのための下肢装具は重要な役割を担っている。そのため短下肢装具にはプラスチック製や靴型装具などがあるが、前者は軽く色の多様でかつ衣服の下に装着できて外観上問題は少ないが、屋外で用いる後者の靴型短下肢装具は重かったり外観が好まれないことが多い。そこで軽くカラフルでデザインの豊富なスニーカーに支柱をとりつけて、靴型装具のマイナスをカバーする工夫を試み歩行解析をおこなった。

1. スニーカー短下肢装具の開発

多種あるスニーカーの中で装具として使用する条件をまず設けた。1) 足底面が広くかつ硬く安定性のあるもの 2) 足関節の側方安定性のあるハイカットのもの 3) 足部を支持するための踵の十分に硬いものとした。これに支柱およびあぶみを取り付けて作成した(図1)。

2. 歩行解析例

脳性麻痺痙直型右片麻痺の dynamic な内反尖足を呈する10歳男児例に本装具を作成して、床反力と三次元動作解析をおこなった。一応独歩が可であるが100m裸足で歩くと疲れてしまい、内反尖足歩行が強まる。足関節の拘縮はなかったため底背屈の制限のないフリーな足継手とした。

計測では自由速度で裸足、スニーカー型短下肢装具（重さ420g）、靴型装具（重さ720g）での歩行を計測した。

左右への重心移動（図2）は裸足では患側への移動が少なく、荷重が明らかに少ないことを反映しているが、スニーカー型短下肢装具および靴型装具での歩行では正常に近く、立脚期中央でピークをもち左右均等化が認められた。

足関節の歩行時の関節角度をみると、裸足では接地直後に底屈して、toe-heel gait を反映しており、toe-off では30以上の過背屈して

り出しの作用が減少している。これにたいしスニーカー型短下肢装具では立脚期の背屈が軽度保たれていて、heel-toe gait であり、装具の目的は果たされていた。しかも背屈が50%ほどのところで早期に生じていて足底のロッカーの役割が十分に認められた。膝関節の歩行時関節角度（図3）では裸足では床反力遊脚期の膝の屈曲がおおきく、そのまま接地に入り、尖足と重なって、踵接地ができないのが判る。立脚期では伸展が少ない。スニーカー型短下肢装具では立脚期の伸展と抜重現象があり、遊脚期にもすばやく膝の屈曲を生じ、toe-clearance が滑らかにみられている（これは旧来の支柱付き短下肢装具での歩行でも同様であった。スニーカー型短下肢装具の方が関節可動域は大きく立脚期の伸展と遊脚期の屈曲が旧来の支柱付

き短下肢装具よりも大きく柔軟であり、歩きやすいものと考えられた）。

歩行速度の比較では裸足歩行、スニーカー型短下肢装具での歩行、靴型装具での歩行で5mでみると、それぞれ0.97m/sec, 1.09m/sec, 0.57m/sec であり、靴型装具での歩行で大きく減少しているのに比較して装具の悪影響を受けておらず、装具での安定性と患側への支持および蹴り出しの改善などから、歩行速度が裸足よりも大きくなっていた。

3. 考察

外観と重さの点よりスニーカー型短下肢装具の開発をおこなったが、拘のない片麻痺では装具としての機能は十分に満たされていた。症例を選べば外観と機能が両立することが数値的にも確認された。変形や歩容の悪い例では靴底の摩耗が激しいことから耐久性に問題が残ると考えられた。

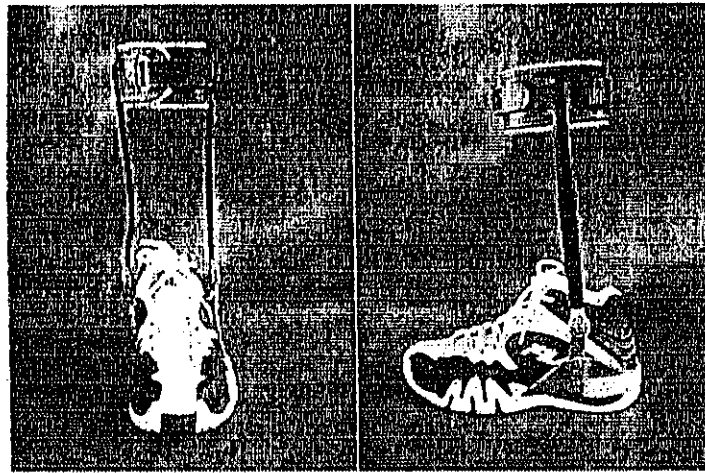


図1 スニーカー短下肢装具

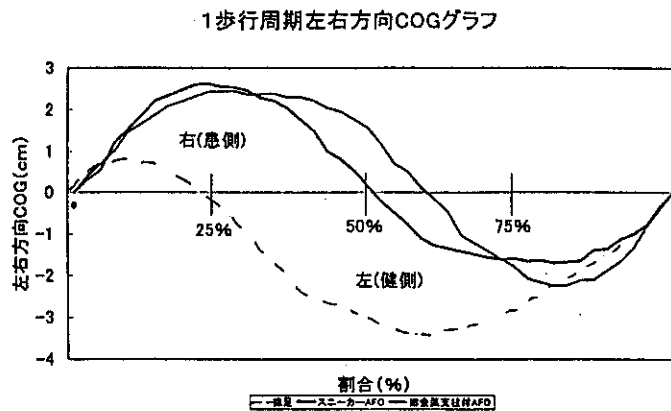


図2 左右方向の重心移動

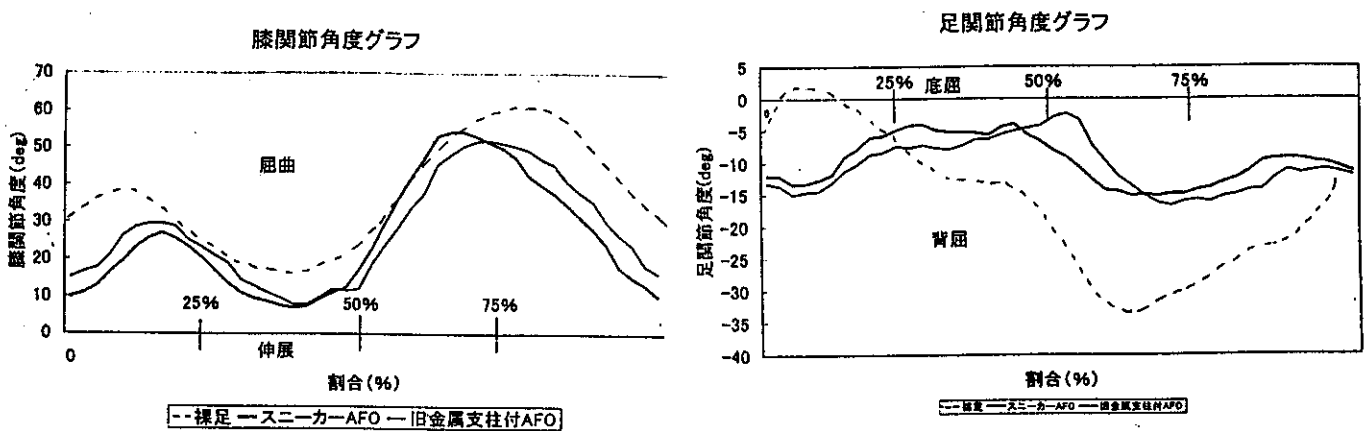


図3 関節角度 (下段は足、上段は膝)

厚生科学研究補助金

平成11年度厚生省障害保健福祉総合研究事業

「脳性麻痺の運動特性に関する研究」

脳性麻痺の立位姿勢調節に関する研究

分担研究者 石塚 和重 静岡医療科学専門学校

研究要旨 直立姿勢は坐位、膝立ち位、立位などがあるが、それぞれ重力に抗して直立姿勢を保持している。そして直立姿勢は静止するものではなくわずかな動揺を繰り返して維持されている。坐位、膝立ち位のバランス能力のたかいものが立位の姿勢調節が高いのであろうかと予想される。そこで直立姿勢の基本として、坐位、膝立ち位、立位について着目し、健常者20名と脳性麻痺児22名について立位姿勢調節が姿勢のそれぞれとどのような関係にあるのかを重心図から検討した。その結果、健常者と独歩可能か痙直型脳性麻痺児では、各姿勢調節能から求めた股関節から足部にかけての重心図の数値が立位の重心図の数値と高い相関が認められ、下肢機能が立位姿勢調節に大きく関与していることが想定された。一方、アテトーゼを主徴とする脳性麻痺児では坐位、膝立ち位の重心図の数値が立位の重心図の数値との相関が認められ、体幹機能がより関与していることが示唆された。