

## 口述演題 A 調査・研究1

## A-1

脳性麻痺児における歩行時の筋活動および Synergy に対するリズム聴覚刺激の効果  
～非負値行列因子分解 (NNMF) により抽出した Synergy を用いた検討～橋口優<sup>1,2</sup>・大畑光司<sup>1</sup>・北谷亮輔<sup>1,2</sup>・阿河由巳<sup>1</sup>・大迫小百合<sup>1</sup>・正木光裕<sup>1</sup>・山田重人<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻・<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員

【はじめに、目的】リズム聴覚刺激 (Rhythmic Auditory Stimulation: RAS) は脳性麻痺児の歩行を改善させる可能性を有する方法として知られるが、その神経学的なメカニズムは明確ではない。近年、運動時の筋活動を非負値行列因子分解 (Non-negative matrix factorization: NNMF) により、筋活動を協同的に制御する Synergy として分析する方法が報告されている。本研究では RAS の効果を NNMF によって検討し、RAS による Synergy 数の変化を明示した。

【方法】脳性麻痺児 13 名を対象とした。手拍子を用いて RAS を与える条件 (wR) と RAS を与えない条件 (woR) を設定した。重度側下肢 8 筋の筋活動を 5 歩行周期分測定し、平均および最大筋活動量を算出した。また NNMF により Synergy パターンと各筋への重みづけを抽出し、適合度指標 (VAF) によって Synergy 数を同定した。筋活動量と Synergy 数の比較には Wilcoxon の符号付順位検定と二元配置分散分析を用いた。本研究は当施設の医倫理委員会の承認を得て本人とその家族の同意を得て測定を行った。

【結果】筋活動は wR にて前脛骨筋の最大筋活動量のみが有意に増加していた ( $p=0.02$ ) が、Synergy 数を反映する VAF に対する 2 条件の主効果と交互作用は認められなかった。

【考察】NNMF で示される Synergy は Central Pattern Generator (CPG) が生成するパターンを反映すると考えられている。本研究では RAS によって前脛骨筋の最大筋活動量は増加したが、Synergy 数には増加が認められなかった。先行研究では RAS による運動前野の賦活が報告されており、本研究の前脛骨筋の活動増加も同様の機序によると考えられる。しかし Synergy 数の変化がないことから、RAS は基本的な筋活動パターンは変化させないことが示唆された。

## A-2

## 整形外科手術と術後理学療法を行うことで脳性麻痺児の粗大運動機能は改善する

阿部広和<sup>1</sup>・吉岡明美<sup>1</sup>・白子淑江<sup>1</sup>・神原孝子<sup>1</sup>・花町芽生<sup>1</sup>・碓井愛<sup>1</sup>・根本菜穂<sup>2</sup>・平良勝章<sup>2</sup><sup>1</sup>埼玉県立小児医療センター保健発達部・<sup>2</sup>埼玉県立小児医療センター整形外科

【目的】本研究の目的は、整形外科手術後における脳性麻痺児の粗大運動機能の変化を後方視的に調査することである。

【方法】対象者は整形外科手術を行い、術後 1 年まで経過を評価できている痙直型脳性麻痺児 7 名 (平均年齢 12 歳 2 ヶ月 ± 2 歳 1 ヶ月、男性 5 名・女性 2 名) であった。GMFCS の内訳はレベル I が 6 名、レベル II が 1 名であった。粗大運動機能は粗大運動能力尺度 (GMFM-66) と GMFM-66 centile で評価した。GMFM-66 は、信頼性・妥当性の高い GMFM-66 Basal & Ceiling approach で行った。GMFM-66 centile は GMFM-66 と評価時年齢をもとに換算表から算出した。整形外科手術はすべて軟部組織手術であった。術後理学療法は、術後～退院まで週 3-5 回・40 分、退院後は 1-3 ヶ月に 1 回・40 分で行った。内容としてはストレッチング・筋力トレーニング・歩行練習・GMFM-66 で目標となる項目などを中心に行った。GMFM-66 の変化をみるために反復測定分散分析を行った。また、有意差を認めた場合、post-hoc テストを行った (すべて有意水準 5%)。統計処理には統計ソフト R2.8.1 を使用した。GMFM-66 centile の結果は、Bolster EA らの方法である 20 パーセンタイルを有意な変化として解釈した。本研究はヘルシンキ宣言に沿って行い、データは既存のものであり、当センターの個人情報保護規定に基づいて取り扱った。またデータは匿名とし、個人情報が特定できないよう十分配慮した。

【結果】GMFM-66 は、術前  $83.9 \pm 6.6$ ・術後 6 ヶ月  $87.7 \pm 11.3$ ・術後 12 ヶ月  $91.2 \pm 8.9$  であった。反復測定分散分析を行ったところ、有意な主効果が得られた ( $p=0.01$ )。Bonferroni の方法で post-hoc テストを行ったところ、術前と術後 12 ヶ月の間で有意差を認めた ( $p=0.005$ , 差の平均  $7.4$  [95%CI:  $3.2-11.6$ ], 効果量  $0.94$ )。また、GMFM-66 centile の術後 1 年での 20 パーセンタイル以上の変化は、5 名で認められた。

【結論】GMFM-66 と GMFM-66 centile の結果より整形外科手術と術後理学療法を行うことで、術後 1 年後に粗大運動機能が改善されることが明らかになった。

## 脳性麻痺児整形外科手術の状況調査 ～9年間で振り返って～

鈴木奈恵子<sup>1</sup>・松波智郁<sup>1</sup>・廣田とも子<sup>1</sup>・翠川麻理絵<sup>1</sup>・鳴海豊<sup>1</sup>・岩島千鶴子<sup>1</sup>・脇口恭男<sup>1</sup>・安藤加奈子<sup>1</sup>・安田紀子<sup>1</sup>・町田治郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 地方独立行政法人神奈川県立病院機構神奈川県立こども医療センター発達支援局理学療法室・

<sup>2</sup> 地方独立行政法人神奈川県立病院機構神奈川県立こども医療センター副院長整形外科部長（兼）

【はじめに、目的】脳性麻痺児の経年的変化に対して、痙性のコントロール、拘縮・変形への対応は重要なものである。当センターでは、1996年より整形外科的手術を実施している。今回は、過去9年間に実施してきた手術の状況を調査した。

【方法】2004年1月から2012年12月までの9年間に、整形外科的手術を施行した脳性麻痺児のべ211例を対象に後方視的調査を行った。麻痺分類、機能分類、手術時年齢、術式、手術部位、術後の機能改善状況などを調査した。機能分類は、GMFCSI～IIを軽度群、III～IVは中等度群、Vは重度群とした。術後の機能回復は、改善・維持・低下に分類した。集計を行うに際して、個人が特定されることのないよう十分な配慮を行った。

【結果】麻痺分類と手術部位の関係で、四肢麻痺は、股関節・膝関節、片麻痺は、足関節の手術が多かった。機能分類別で、軽度群では足関節の手術が多く、重度群で股関節、膝関節の手術が多かった。手術時年齢と機能分類の関係は重度群・軽度群は5歳にピークがあり、中等度群は5、6歳と12歳にピークがあった。術後の機能改善の状況は、概ね改善であった。機能分類との関係を見ると軽度群で改善が最も多かった。中度群の機能低下は小学校高学年以上に多かった。複数回の手術を実施した症例は15例であった。

【考察】就学前は、集中した理学療法を行いやすく、環境変化に備える時期であり、手術に適した時期ではないかと考える。加えて、中等度群の場合は、成長期の機能低下を契機に手術を実施していることが考えられた。術後機能低下した症例は小学校高学年以上に多かった。ことから、成長期に入り、変形・拘縮の進行が生じてからの手術ではなく、進行前に手術の適応について検討をすることが必要ではないかと考える。重度群での機能低下理由の多くは痛みであった。痛みが生じてからの手術ではなく、予防的な観点が必要ではないかと考える。

## 脳室周囲白質軟化症による痙直型両麻痺児に対するリハビリテーションの長期効果

島恵<sup>1</sup>・鳥瀬義知<sup>1</sup>・荒井洋<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 森之宮病院リハビリテーション部・<sup>2</sup> 森之宮病院小児神経科

【はじめに、目的】脳性麻痺児のGMFMはGMFCSレベルIIIで5歳、レベルIVで7歳にピークに達し(Palisano, 2000)、入院による集中リハの顕著な効果は6歳までに見られるとされている(朝貝, 2003)。我々は、脳室周囲白質軟化症(PVL)による痙直型両麻痺児において入院、外来リハを組み合わせ、6歳を超えても良好な粗大運動機能の向上を認めたので報告する。

【方法】PVLによる痙直型両麻痺と診断され、発達遅滞が軽度であり、保護者に対して文書を用いて説明し同意を得た3例を対象とした。入院は初回4ヵ月で、以後状態に合わせて期間を調整し、平日PTおよびOTを各1時間施行。外来は地域の療育施設を併用しながら週1回PTまたはOTを1時間施行した。評価の厳密性を保つため、小児の治療経験が10年以上で評価方法に習熟し、症例の治療に携わっていない理学療法士2名がGMFMを測定した。解析は%GMFMおよび領域ごとの達成率を用いた。

【結果】症例1(男・GMFCSレベルIII)：評価期間6～10歳(4年5ヵ月)。入院4回(合計10ヵ月)。外来52回。8歳時に腱延長術を施行。%GMFMは62.9から75.0に増加(+12.1、うち術後9ヵ月間での増加は2.5)。E領域が最も増加し、室内移動はPCW歩行から独歩になった。症例2(女・GMFCSレベルIII)：評価期間5～9歳(4年10ヵ月)。入院3回(合計9ヵ月)。外来68回。%GMFMは55.9から69.4に増加(+13.5)。D領域が最も増加し、室内移動はPCW歩行から両側クラッチ歩行になった。症例3(女・GMFCSレベルIV)：評価期間4～8歳(4年)。入院2回(合計8ヵ月)。外来52回。%GMFMは38.2から56.3に増加(+18.1)。C領域が最も増加し、介助下PCW歩行が可能となった。

【考察】過去の報告では対象の病態や発達レベルが考慮されておらず、評価も治療者が行っていた。本研究では対象を軽度の発達遅滞を有するPVLによる痙直型両麻痺児に限定し、第3者が厳密に評価することで、GMFCSレベルIIIおよびIVにおいても6歳以降の期間を含めて報告されていた以上の機能向上が見込まれることを証明した。

## A-5

### 画像解析法を用いた脳性麻痺児に対するボツリヌス治療後の歩容変化

松田真由美<sup>1</sup>・富田和秀<sup>2</sup>・岩崎信明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>茨城県立医療大学付属病院リハビリテーション部・<sup>2</sup>茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科・

<sup>3</sup>茨城県立医療大学付属病院小児科

【はじめに、目的】下肢痙縮を有する小児患者に、ボツリヌス毒素 (Botulinum toxin A, 以下 BTA) 治療を行い、治療前後について、二次元動作解析を用いて歩行分析を行い比較検討したので報告する。

【方法】症例は7歳男児。脳性麻痺直型両麻痺 (GMFCS レベル III) である。BTA は合計 150 単位を左右の股関節内転筋、内側ハムストリングス、腓腹筋、ヒラメ筋にそれぞれ一側 15, 15, 20, 25 単位ずつ医師により施注された。被験者の体表面にマーカーを貼り、自然歩行をハイスピードカメラで矢状面から撮影した。撮影は BTA 治療施注前と 2, 4, 8 週間後に行った。画像解析は Dipp-Motion(DITECT 社製)を用いた。マーカーの座標データから、下肢関節角度と時空間変数を算出し、BTA 前後で比較した。本研究はヘルシンキ宣言に基づいた説明を行い、本人と保護者より書面にて参加への同意を得た。

【結果】Foot contact scale (FCS) は4で経過中変化を認めなかった。BTA 治療前と4週間後の歩行中の足関節背屈角度の変化量は、立脚初期、中期、後期で右側はそれぞれ 17.5°, 22.0°, 29.2°, 左側はそれぞれ 8.8°, 9.1°, 5.5° 増加した。BTA 治療前と8週間後を比較し、歩行速度は 0.71m/s から 0.82m/s に、歩幅は 0.35m から 0.39m に、歩行率は 122 歩/分から 128 歩/分になった。

【考察】BTA 前後で歩行周期中の足関節背屈角度、歩行速度、歩幅、歩行率に改善がみられ、歩容の変化を客観的に捕らえることができた。二次元動作解析は、簡便に客観的な歩行分析が可能で、BTA 治療による歩行機能の変化を詳細に把握することが可能になると思われた。

## A-6

### ボツリヌス治療前後における立位時の身体重心及び足圧中心動揺の変化 ～脳性麻痺児2例による検討～

小林佳雄<sup>1</sup>・小川智美<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉県千葉リハビリテーションセンター

【はじめに、目的】A型ボツリヌス毒素 (BTA-X) 投与前後における身体運動の変化を定量的に捉えた検討は十分ではない。本研究では、BTA-X 投与前後における、立位時の身体重心 (center of mass; COM) 及び足圧中心 (center of pressure; COP) 動揺について、どのような変化が観察されるか検討した。

【方法】対象者は、脳性麻痺児2名である (A:9歳, B:7歳)。対象者及び保護者には十分な説明を行い、同意を得た。対象者には、開眼・閉眼の2条件で直立姿勢を30秒間保持させた。抽出したCOM及び麻痺側、非麻痺側両下肢のCOP動揺から、座標面上の単位軌跡長を求めた。COP動揺は座標面上の単位軌跡長に加え、左右及び前後方向の単位軌跡長、外周面積を求めた。また、周波数解析によりCOP動揺のパワースペクトル密度を算出後、1Hz未満の低周波成分及び1Hz以上10Hz未満の高周波成分を抽出し、各成分の領域面積を求めた。さらに、COM及びCOP動揺の時間的關係について検討するため、前後方向のCOM速度と両下肢のCOP動揺に対して相互相関解析を行った。相互相関解析では、相関係数の正のピーク値及び時間遅れをそれぞれ求めた。本研究はヘルシンキ宣言に則り、倫理委員会の承認を得た。

【結果】BTA-X投与前後におけるCOM及びCOP動揺の各統計量は、個人によってそれぞれ異なる変化を示す事が観察された。BTA-X投与前後では、麻痺側下肢より非麻痺側下肢において、個人間で共通した変化を示す統計量が多く観察された。

【考察】BTA-X投与前後におけるCOM及びCOP動揺の変化は、麻痺側、非麻痺側下肢及び視覚入力の有無の条件によって、個人間で異なるふるまいを示す事が観察された。これらの変化が、身体運動の協調性、個人の姿勢調節の違いとどのような関係性があるかは今後の検討課題である。

## ボツリヌス治療前後における立位時の足圧中心動揺の時間的パターンの抽出 ～脳性麻痺児 2 例による検討～

小林佳雄<sup>1</sup>・小川智美<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉県千葉リハビリテーションセンター

【はじめに、目的】A型ボツリヌス毒素(BTA-X)投与によって、運動指令の伝達に関わる標的筋に変化が生じた場合、足圧中心(center of pressure: COP)動揺の時間的パターンにどのような変化が観察されるかわかっていない。本研究では、Stabilogram-diffusion analysis法(SDA法)(Collins JJ et al. 1993)を用い、BTA-X投与前後におけるCOP動揺の時間的パターンについて、どのような変化が観察されるか検討した。

【方法】対象者は、脳性麻痺児2名である(A:9歳, B:7歳)。対象者及び保護者には十分な説明を行い、同意を得た。対象者には、開眼・閉眼の2条件で直立姿勢を30秒間保持させた。COP動揺は麻痺側、非麻痺側の各下肢で抽出した。SDA法は、座標面のCOP軌跡について、異なる時間間隔 $\Delta t$ とそれぞれの時間間隔 $\Delta t$ における2点間の距離 $\Delta r^2$ の平均距離 $((\Delta r^2)_{\Delta t})$ との関係性からCOP動揺の確率論的性質を評価する。時間間隔 $\Delta t$ と $((\Delta r^2)_{\Delta t})$ の関係性は、2つの領域(short-term, long-term)において、傾きが異なる2本の直線で特徴づけられる放物線となる。COP動揺の時間的パターンとして、short-termに当てはまる傾き( $D_{rs}$ )を求めた。本研究はヘルシンキ宣言に則り、倫理委員会の承認を得た。

【結果】BTA-X投与前後で麻痺側下肢の $D_{rs}$ の減少が観察された。麻痺側、非麻痺側両下肢ともに、開眼条件よりも閉眼条件で、 $D_{rs}$ の減少が観察された。

【考察】COP動揺の時間的パターンについて、 $D_{rs}$ の減少はCOP動揺の確率論的活動が減少する事を示唆している。BTA-X投与前後では麻痺側下肢、視覚入力の有無では、麻痺側および非麻痺下肢のCOP動揺の確率論的活動が減少する事が観察された。

## 成人アトローゼ型脳性麻痺者におけるGMFMおよびGMFCSの使用

佐藤優<sup>1</sup>・横井裕一郎<sup>2</sup>・吉田順一<sup>3</sup>・中川亜里沙<sup>3</sup>・石山輝一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>登別市児童デイサービスセンターのぞみ園・<sup>2</sup>北海道文教大学人間科学部理学療法学科・

<sup>3</sup>北海道社会福祉事業団福祉村

【はじめに、目的】脳性麻痺のアトローゼ型(以下, AT)は、不随意運動や筋緊張の変動を特徴とする障害である。臨床では成人脳性麻痺者に対しての機能評価として、Gross Motor Function Measure Manual(以下, GMFM)やGross Motor Function Classification System(以下, GMFCS)が用いられる。しかし、これらの評価スケールは脳性麻痺児を対象に作成されており、成人脳性麻痺者に対し使用した研究はされていない。そこで、本研究では成人AT者に対しGMFMおよびGMFCSを用いて、その有用性を調査した。

【方法】ATを主体とする脳性麻痺者15名(男性12名, 女性3名)、平均年齢は $49.3 \pm 8.8$ (30~61歳)に対し、GMFMを測定し、GMFCSは施設内移動と最大移動能力での分類を行った。統計処理は、Kruskal-Wallis検定(以下, K-W)を使用、有意水準は危険率5%とし、施設内移動および最大移動能力で分類した各GMFCS間でGMFMに差があるか比較した。

【結果】施設内移動でのGMFCS間に差は認められなかった。最大移動能力でのGMFCS間には、GMFMの立位、歩行・走行とジャンプ、総合点の項目で差が認められた。

【考察】GMFMの立位、歩行・走行とジャンプ、総合点の項目では、最大移動能力で分類したGMFCS間に差があることが示唆された。しかし、施設内移動で分類したGMFCS間では、GMFMに差が認められなかったことから、成人AT者は日常生活での移動は最大機能で行っておらず、自ら移動手段を選択していることが考えられる。特に、独歩や歩行器などを用いての歩行機能を有する成人AT者が、車椅子や電動車椅子での日常生活移動を行っていることが考えられる。今後、対象者を増やし、さらなる比較、検討を行い、成人脳性麻痺者の将来像を明らかにしていきたいと考えている。