

O-0710

脳性麻痺児における歩行時 Synergy の経年変化 非負値行列因子分解によって抽出される Synergy の変化と運動機能の変化との関係

橋口 優^{1,2)}, 大畑 光司¹⁾, 大迫小百合¹⁾, 阿河 由巳¹⁾, 北谷 亮輔^{1,2)}, 正木 光裕¹⁾,
脇田 正徳^{1,3)}, 真嶋 優希⁴⁾, 門田 栞⁴⁾, 前田 絢香⁴⁾, 山田 重人¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾日本学術振興会特別研究員,

³⁾関西医科大学附属枚方病院, ⁴⁾京都大学医学部人間健康科学科

key words 脳性麻痺・Synergy・歩行

【はじめに, 目的】

Synergy とは中枢神経が筋骨格系における多自由度を調整し, 四肢の複雑な運動をコントロールするために, 個々の筋では無く複数の筋を同期させる活動を指す。近年, 非負値行列因子分解 (以下 NNMF) という解析を用いて, 計算論を基に歩行時の Synergy を定量化する報告が成されており, その結果から脳卒中後片麻痺者では Synergy 数と歩行速度との関係 (Clark et al, 2010) が明らかとなっている。我々は, これまでに脳性麻痺児を対象として, Synergy 数が痙性の程度や歩行時の足圧中心の移動量 (以下 dCOP) と関係することを報告した。しかし, 脳性麻痺児の発達過程における, 歩行時 Synergy の経年変化については未だ報告されていない。そこで, 本研究では脳性麻痺児の歩行時 Synergy の 1 年間における経年変化と運動機能の変化との関係を縦断的に検討した。

【方法】

対象は脳性麻痺児 10 名とした (年齢 13.3 ± 3.8 歳 GMFCS1 レベル 2 名, 2 レベル 7 名, 3 レベル 1 名)。1 年間に 2 度の測定を行い, 各時期での歩行時筋活動を, Delsys 社製 Trigno Wireless System を用いて重度側下肢 8 筋にて測定した。得られた筋電波形を NNMF によって Synergy の活動波形 (以下 Coefficient) と Synergy が各筋に寄与する重みづけ (以下 Weightings) として算出した。さらに, Synergy の経年変化の指標として, 以下の 2 つの経年変化の指標を算出した。Coefficient については, 各 Synergy の活動波形における年度間の差分の絶対値の総和として示した (ΔCo)。また, Weightings は, 後年度の値が基準値 (0.3) 以下の筋を選択して, その平均値を算出し, 同一筋の前年度における weightings の平均値との差を算出することで Synergy の選択性的変化を表す指標とした (ΔW)。運動機能は, 歩行速度およびケーダンスを測定し, Zebris 社製足圧分布計を用いて立脚期における dCOP を測定した。また, Pediatric Evaluation of Disability Inventory (以下 PEDI) の移動項目尺度化スコアを算出した。各運動機能指標は年度間の変化率として示した。統計解析については, ΔCo および ΔW と各運動機能指標の変化率との間の Spearman の順位相関係数を算出した。

【結果】

NNMF 解析の結果, 前脛骨筋を含む Synergy (以下 TA-Synergy), 下腿三頭筋を含む Synergy (以下 GS-Synergy), そしてハムストリングスを含む Synergy (以下 Ham-Synergy) の三つが認められた。TA-Synergy の ΔCo は, dCOP の変化率と有意な相関関係を認めた ($\rho = 0.96$ $p < 0.01$)。また, Ham-Synergy における ΔW は PEDI の変化率との間に有意な相関関係を認めた ($\rho = 0.86$ $p < 0.01$)。

【考察】

TA-Synergy の活動波形の変化量が COP の移動量の変化率に関係し, Ham-Synergy の選択性的向上が日常生活機能の改善と関係した。先行研究において, Coefficient は Synergy に対する皮質からの入力を反映し, Weightings は Synergy が支配する各筋への出力の割合を反映するとされている (Delis et al, 2013)。本研究において, TA-Synergy の ΔCo と dCOP の変化が関係したことから, 脳性麻痺児の歩行指標の改善に皮質の活動の変化が関与していると考えられた。さらに, ΔW と PEDI の変化が関係したことから, 日常生活動作の向上に Ham-Synergy の選択性的向上が関連していた可能性が高い。先行研究にて運動学習に伴う Weightings の変化が報告されていることから (Kargo et al, 2003), 脳性麻痺児は運動機能の発達の過程において, Weightings を変化させて Synergy の選択性を向上させている可能性が示唆された。

【理学療法学研究としての意義】

脳性麻痺児を対象とした, 運動制御の背景となる Synergy の性質に関する報告は少ない。さらに, Synergy の経年的な変化について明示した報告は未だ認められていない。本研究の結果から, 脳性麻痺児の長期的な Synergy の発達について NNMF を用いて明らかに出来る可能性があると考えられる。