

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350619

研究課題名(和文) 傍脊柱筋へのボツリヌス毒素投与と夜間姿勢ケアによる重度脳性麻痺児の体幹変形改善

研究課題名(英文) Postural care at night in combination with botulinum toxin injections of the spine muscles to help improve postural deformities

研究代表者

佐藤 春彦 (Sato, Haruhiko)

北里大学・医療衛生学部・准教授

研究者番号：30274062

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：脳性麻痺児に見られる体幹変形に生活姿勢が及ぼす影響を調査し、姿勢へのアプローチの可能性を検証した。その成果は以下の3点にまとめられる。骨盤に対する体幹の傾斜やねじれの量(角度)で表す体幹変形評価は、信頼できるものである。睡眠時に体幹と頭部が非対称的な肢位を取る時間の長さは、変形の大きさに関係しない。夜間姿勢ケアは快適な寝姿勢を作ることは可能だが、器具の取り回しの手間の解消など、さらなる改善が必要である。

研究成果の概要(英文)：We have been tried to investigate whether body position in daily life has any effect on postural deformities in people with severe cerebral palsy, and the possibility of postural assistance to prevent the deformities. The results are summarized as the following three points: Proposed trunk deformity evaluation method expressed as rotational and lateral lean angles between the trunk and the pelvis using 3D positions of 6 front body surface landmarks appears to be a reliable and valid approach for bedridden people with physical disabilities. Head-trunk symmetry during sleep was not related to the direction of postural deformities and/or degrees of the deformities. Postural care at night is useful to make a comfortable sleep position, but we might pay more attention not to aggravate the tasks of caregiving.

研究分野：運動解析

キーワード：脳性麻痺 変形 日常生活活動 姿勢計測 ウエアラブルモニタ

1. 研究開始当初の背景

(1) 脳性麻痺児における左右非対称な日常生活姿勢と変形との関係：脳性麻痺は受胎から生後4週以内に発生した脳障害であり、通常、出生直後には筋骨格の異常は見られない。しかし、寝たきりレベルの重度脳性麻痺児では、成長するにつれ側弯に代表される体幹変形が高頻度で見られる。なぜ側弯が必発するのか。非対称的な筋緊張がその要因と見られがちだが、筋緊張が優位な側と側弯の凹側は必ずしも一致していない。脳障害に基づく一次的要因だけでは説明がつかないことから、最近では固定化した姿勢といった二次的要因が側弯の進行に強く関わると見られている。重症児は自発的な姿勢変換が困難なため、同じ姿勢を長時間取り続けることが多い。重度脳性麻痺児を対象とした大規模な調査では、生後1年間で見られた脳性麻痺児の非対称的な姿勢が、成長に伴って見られた変形の方角と一致することが報告されている。

(2) 夜間姿勢ケアによる変形予防の取り組み：重度脳性麻痺児に見られる側弯、骨盤傾斜といった体幹変形は、『非対称的な姿勢』が、『長時間』積み重なった結果として表れるのなら、その点に介入することで変形を改善できるかもしれない。このような観点から、欧米では脳性麻痺児に対する夜間姿勢ケアが取り組まれている。夜間姿勢ケアとはポジショニングのためのマットやパッドを使い姿勢を『対称的』に整え、睡眠中の『長時間』に渡って肢位を保つケアである。このケアの発想自体は論理的であり、脳性麻痺児への適用が推奨されている。しかし、その効果を客観的に示した研究はなく、主観的な評価にとどまっている。

(3) 脳性麻痺に対するボツリヌス毒素治療：脳性麻痺児に対するA型ボツリヌス毒素(BTX-A)の治療は、機能レベルの高い脳性麻痺児を対象に、主に歩行の改善を目的に行われている。BTX-Aの痙性筋への投与で筋緊張は確実に軽減するものの、運動機能を改善するためには、BTX-A単独で治療するのではなく、理学療法や作業療法と併用した方が効果的であることがシステマティックレビューで示されている。よって、重度脳性麻痺児の体幹変形の改善を目的とした場合、BTX-Aと夜間姿勢ケアを併用することで、効果が発揮されることが期待できる。

2. 研究の目的

(1) 体幹変形評価システムの信頼性および妥当性の検証：脳性麻痺児に見られる体幹変形は、側弯のような前額面上の変形だけでなく、『風に吹かれた股関節』と呼ばれるような、水平面上の回旋変形も伴う。そこで、考案した解剖学的ランドマークの三次元計測に基づく体幹変形の幾何学的分析について、その信頼性と妥当性を検証する。

(2) 夜間睡眠時における頭部・体幹の左右対称性と側弯との関係：側弯を有する重度脳

性麻痺者を対象に、頭部の向きを検出する加速度ロガーからなる計測システムを使い、夜間睡眠時の頭部と体幹の左右対称性を調査し、変形との関係を探る。

(3) 寝たきりレベルの重度脳性麻痺児に対する姿勢ケア導入の効果検証：BTX-Aは機能レベルの高い脳性麻痺児を対象に、主に歩行の改善を目的に使われている。夜間姿勢ケアも欧米では広まりつつあるが、国内では一部の施設で取り組まれているに過ぎない。本研究は改善が難しいとされる重度脳性麻痺児の変形に対し、BTX-Aと姿勢ケアを合わせ積極的に介入し、その効果を検証する。

3. 研究の方法

(1) 体表ランドマークから幾何学的計算によって割り出された体幹の傾斜および回旋変形角度の信頼性と妥当性の検証

対象は重度脳性麻痺者22名(男性11名、女性11名、年齢35歳から52歳)および健常成人22名(男性16名、女性6名、年齢21から26歳)とした。変形計測のために用いたランドマークは6点(両肩、両肋骨下部、両上前腸骨棘)で2台のデジタルカメラによるステレオ撮影にて各マークの三次元位置を割り出した。両肩を結んだベクトルを上部体幹ベクトル、両肋骨下部を結んだベクトルを下部体幹ベクトル、両上前腸骨棘を結んだベクトルを骨盤ベクトルとし、ベクトルどうしの相対角度から、側屈角度や回旋角度を割り出した。健常成人を対象として、検者を変えて繰り返して計測を行い、信頼性を検証し、重度脳性麻痺者を対象とした計測では、レントゲンによるCobb角と比較することで妥当性を検証した。

(2) 重度脳性麻痺児の夜間睡眠時における頭部・体幹の左右対称性の計測および側弯の弯曲方向と重症度との関係

対象は側弯を有する重度脳性麻痺者13名(男性8名、女性5名、年齢35歳から72歳)とした。体幹変形はレントゲン画像による前額面上でのCobb角と側弯の凸側の方向、体表ランドマークによる体幹と骨盤間の側屈角度と回旋角度で評価した。睡眠中の頭部と体幹の肢位は、頭部、体幹に装着した加速度ロガーにより計測した。体幹に対して、頭部が右か左に回旋していれば非対称な肢位として評価し、睡眠中の左右非対称な時間の長さを算出した。

(3) 寝たきりレベルの重度脳性麻痺児に対する姿勢ケア導入

対象は重度脳性麻痺者4名(男性2名、女性2名、年齢10歳から30歳)であった。うち2名はBTX治療も併用した。姿勢ケアは夜間の姿勢を左右対称に整えるため、空気の出し入れにより自由に形を整えられる整形フォームとマットレスからなるポジショニングシステムを使用した。ポジショニングシステム自体の有効性、安全性の確認のため、圧力分布測定システムを用い体圧分布の測

定を行った。また、変形に対する効果については、体表ランドマークによる体幹と骨盤間の側屈角度と回旋角度で評価した。

4. 研究成果

(1) 体表ランドマークから計算された体幹の傾斜および回旋変形角度は、信頼性が高く、結果も妥当であることを確認した。

体表ランドマークの三次元位置から計算された体幹の回旋角度と側屈角度は、検査者が異なっても(検者間信頼性)、繰り返し計測しても(検者内信頼性)再現性が高く、その差は平均で2度未満であった。レントゲン計測による Cobb 角でも、誤差は5度程度見られることから、本手法は従来の変形評価に劣らない方法である(図1)。

体表ランドマークから計算された傾斜角度は Cobb 角との間に高い相関が認められた。一方、回旋角度と Cobb 角との相関はそれほど高くはないことから、本手法では Cobb 角では捉えきれない体幹のねじれのような変形を捉えていることもうかがえた(図2)。

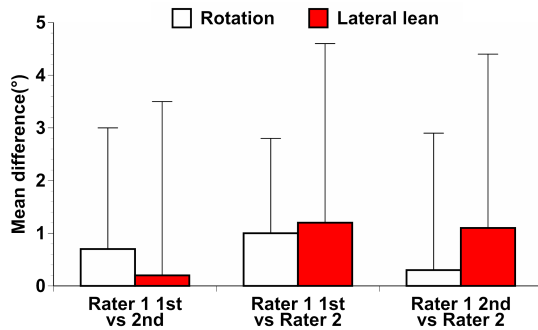


図1 体表ランドマークの位置から割り出した体幹回旋角度および傾斜角度の検者間・検者内の平均誤差。Rotation: 回旋角度、Lateral lean: 傾斜角度、Rater 1: 検者1、Rater 2: 検者2。

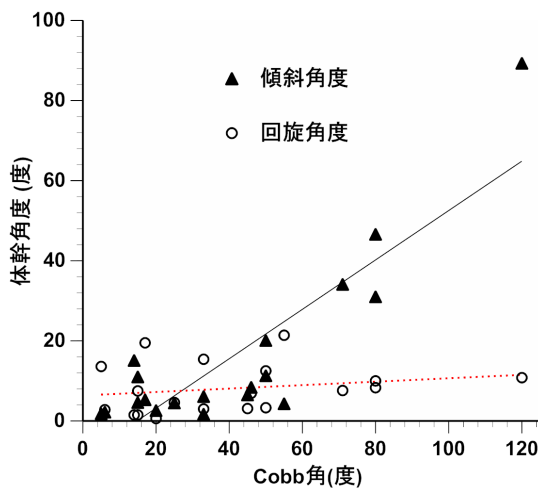


図2 体表ランドマークによる傾斜および回旋角度と Cobb 角の関係。傾斜角度との間には有意な相関($r = 0.863$, $p < 0.001$)が見られたが、回旋角度との間には見られていない($r = 0.211$, $p = 0.386$)。

(2) 頭部と体幹の左右非対称性と変形の大きさ、方向には関係性が認められなかった。

睡眠中に頭部が体幹に対して右か左に回旋する非対称な位置にあった時間の長さとは変形の大きさには相関関係が認められなかった。すでに変形が生じている対象者においては、非対称な肢位を取る時間の長さとは変形の大きさとは無関係である(図3)。

睡眠中の頭部が回旋方向と変形の向きの間にも相関関係が認められなかった(図4)。以上のことから、変形予防としては、睡眠中の頭部の対称性について、特に配慮すべきことではないように思われた。むしろ、『風に吹かれた股関節』のような、下肢の左右対称性に目を向けるべきかもしれない。

(3) 姿勢ケア導入は、接触面積の増大による過大な圧力の減少という効果は認められるものの、対象者の肢位を変えづらく排泄介助がしにくいなどの理由で継続的な使用に至らなかった。

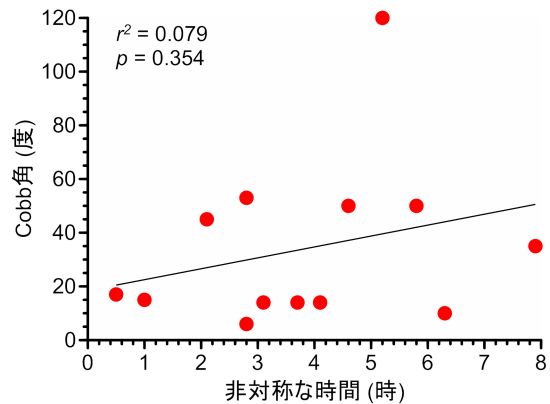


図3 睡眠中に頭部と体幹が非対称な位置にあった時間の長さとは Cobb 角の関係。非対称な姿勢を取る時間が長い者が多く見られたが、変形の大きさとは無関係であった。

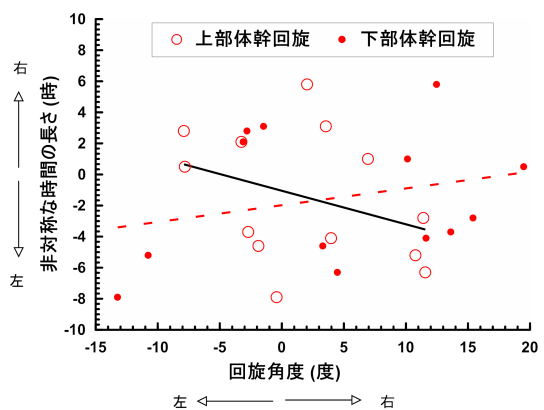


図4 体幹の回旋角度(方向)と睡眠中の非対称肢位(頭の向き)との関係。回旋角度も非対称性の時間もプラスが右方向、マイナスが左方向を表す。黒の実線は上部体幹回旋角度と非対称時間の相関($r = 0.347$)を表し、赤の点線が下部体幹回旋角度と非対称時間の相関を示す($r = 0.260$)。

マット内部の空気の出し入れで自在に形を変えることのできるマットとクッションによって、対象者4名全員で、使用していた寝具と比較し、接触面積の増大と局所圧力の減少を確認し、快適性が増加することを確認した(図5、図6)。

対象者4名中3名は、使用して1ヶ月ご以降に、「おむつ替えの際に肢位を変えにくい」「マット使用で位置が高くなる」など、介助のしにくさを理由に使用を中止された。使用を継続している1名については、導入前とBTX治療を併用した導入後について、体幹変形量は傾斜が5.6度から5.1度、回旋が3.9度から3.1度と改善は1.0度未満であった。夜間姿勢ケアは有効な1手かもしれないが、介助のしやすさに対する配慮がより必要だと思われた。

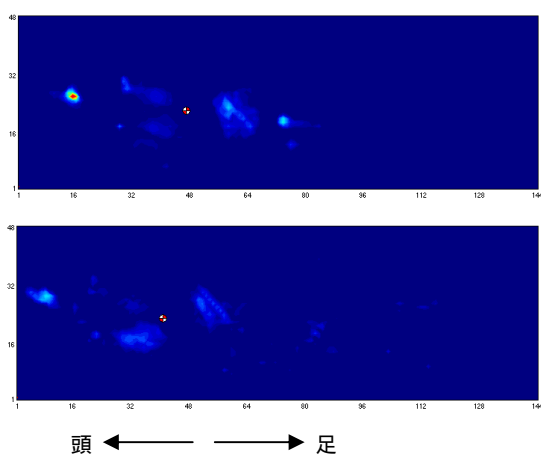


図5 姿勢ケア導入前に使っていた寝具(上)と姿勢ケア導入後(下)の体圧分布の比較(例)。導入前は頭部に圧が高い部位(赤色部分)が見られたが、導入後には消失している。

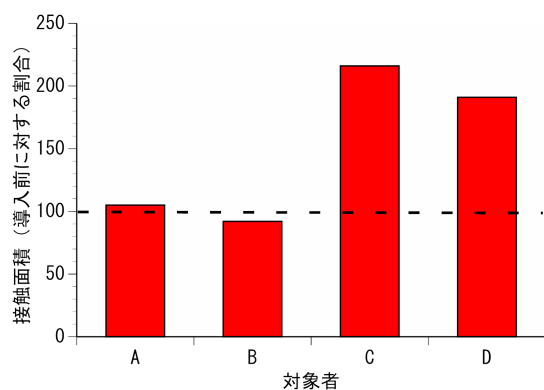


図6 各対象者における姿勢ケア導入前後の接触面積の変化。1名を除き、姿勢ケア導入により、それまで使用していた寝具よりも接触面積が増加していた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

佐藤春彦. 脳性マヒ者の24時間姿勢計測: 日常の姿勢を「見える化」して変形予防. *福祉介護テクノプラス*. 2017; 10(4): 22-5. 査読なし

Sato H, Kondo M, Ojima I, Fukasawa H, Higuchi S. Trunk deformity evaluation based on 3D measurements of front body surface landmarks in people with severe physical disabilities. *Developmental Neurorehabilitation*. 2016:1-7. 査読有 DOI: 10.1080/17518423.2016.1211188

Sato H, Ikura D, Tsunoda M. Assessing head and trunk symmetry during sleep using tri-axial accelerometers. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2015; 10(2): 113-7. 査読有 DOI: 10.3109/17483107.2013.860634

Sato H, Iwasaki T, Yokoyama M, Inoue T. Monitoring of body position and motion in children with severe cerebral palsy for 24 hours. *Disabil Rehabil*. 2014; 36(14): 1156-60. 査読有 DOI: 10.3109/09638288.2013.833308

〔学会発表〕(計2件)

Sato H, Fukasawa H, Higuchi S. Head and trunk positions during sleep in adults with severe cerebral palsy and their relation to postural deformities. International Cerebral Palsy Conference; 2016年7月1日, スtockホルム・スウェーデン

Sato H, Kondo M, Ojima M, Fukasawa H, Higuchi S. Trunk deformity evaluation based on 3D measurements of front body surface landmarks in people with severe physical disabilities. East European and Mediterranean Cerebral Palsy & Developmental Medicine Meeting; 2015年6月17日, ポズナン・ポーランド

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等

<http://csnw.ahs.kitasato-u.ac.jp/~haru/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 春彦 (SATO HARUHIKO)
北里大学・医療衛生学部・准教授
研究者番号：30274062

(2) 研究分担者

井上 剛伸 (INOUE TAKENOBU)
国立障害者リハビリテーションセンター
研究所・福祉機器開発部・部長
研究者番号：40360680
岩崎 俊之 (IWASAKI TOSHIYUKI)
北里大学・医学部・准教授
研究者番号：70265627
横山 美佐子 (YOKOYAMA MISAKO)
北里大学・医療衛生学部・講師
研究者番号：70439149

(3) 研究協力者

小林 愛 (KOBAYASHI AI)
東京都立東大和療育センター・理学療法士