

一般口演 | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | 一般口演

一般口演17

広域保健医療・連携医療支援

2020年11月21日(土) 11:15 ~ 12:21 C会場 (コンgresセンター4階・41会議室)

[4-C-1-01] 重症心身障害児に特有な表情筋の微細変化とその特徴量抽出

*横関 恵美子¹、池本 有里¹、児島 知樹¹、木田 菊恵¹、山本 耕司¹ (1. 四国大学)

*Emiko Yokozeki¹, Yuri Ikemoto¹, Tomoki Kozima¹, Kida Kikue¹, Kohji Yamamoto¹ (1. 四国大学)

キーワード : Severely Handicapped Children, Changes in Response, Facial Muscles

【目的】

相手の感情を読み取る際、言葉以上に重要になるのが表情やしぐさなどの非言語コミュニケーションであると言われているが、その解釈は、人種や社会的背景、生活習慣などによっても異なる。そのため、表情解析の評価における感情レベルをそのまま日本人に適用することは難しい。特に、重症心身障害児（以下、重症児）は意思表示や反応が微細であるため、その変化が捉えにくく、家族も専門職者も重症児と時間をかけて関わり理解している。そこで、筆者らは「重症心身障害児の微細な反応を検知し、解析結果をお知らせするシステムの研究開発」に取り組み、重症児のケアに関わる家族や専門職者の負担軽減を目指している。その過程で重症児の反応を表す表情筋変化に着目し、重症児特有の変化と共通の変化の存在することを見出した。そこで、今回は健康な成人の表情筋変化についてデータ採取し、重症児の変化と比較検討した。

【方法】

調査は、連続した24時間のデータ収集を可能とするIoTセンサーを利用した。データ収集の種類は、生理学データ、表情筋の変化、音声データ変動である。心拍数の時間変化と表情筋変化について、イベントとの相関をとって違いを分析した。時間軸で変化する表情筋のアクセスユニットデータを抽出して解析し、生理学データの変化、イベントとの相関関係、研究協力者の応答も合わせて解釈分析した。表情筋の収縮変化は、統計ソフトSPSSVer26を用い、Mann-WhitneyのU検定（有意水準は5%）を行った。

【結果】

イベント前後で、心拍の変化及び特定の表情筋収縮に変化がみられ、統計学的にも有意差があった。

【結論】

健康な成人と重症児の表情筋収縮変化には、共通する項目と異なる項目が存在することを見出し、その特徴量の抽出ができた。

重症心身障害児に特有な表情筋の微細変化とその特徴量抽出

横関恵美子^{*1}、池本有里^{*1}、児島知樹^{*1}、
木田菊恵^{*1}、山本耕司^{*1}

^{*1} 四国大学

Characteristic Fine Changes in Facial Muscles of Severely Handicapped Children and Extraction of Feature and Amount

Emiko Yokozeki^{*1}, Yuri Ikemoto^{*1}, Tomoki Kojima^{*1}
Kikue Kida^{*1}, Kohji Yamamoto^{*1},
^{*1} Shikoku University

Abstract

Non-verbal communication is frequently more important than words, especially facial expressions and gestures, when we read the facial expression of others. The interpretation, however, differs depending on race, social background, lifestyle, and other aspects of the persons involved. Accordingly, the emotional level in evaluating one's emotional state by analyzing his/her facial expression is not always applicable to Japanese as it is. Children with severe physical and intellectual disabilities (hereinafter, severely handicapped children) tend to indicate a limited range of intentions and reactions, and it is not easy to grasp the changes in their expressions. Families and professionals spend time to understand the will of severely handicapped children. We have been working on the research and development of a system to detect minor reactions of severely handicapped children and to deliver the analytical results. This study aims to reduce the burden on the families and professionals involved in the care of handicapped children. During the research process, we focused on the facial muscle changes that reflect the reaction of handicapped children and found that they elicited characteristic responses common to them. In the present report, we analyzed and compared the data on the facial muscles of healthy adults and of severely handicapped children.

Keywords: Severely Handicapped Children, Changes in Response, Facial Muscles

1. 結論

近年、医療技術の進歩や在宅医療の推進によって、医療的ケアを必要とする重症心身障害児者(以下、重症児)が、家庭で養育されている。重症児は、言語的コミュニケーションが難しく¹⁾、体調の見極めも難しい²⁾ため、養育者は、重症児であるわが子との日々の関わりのなかでニーズを理解しようと努力している。

言葉を発せられない人のニーズや感情を理解しようとする際に、表情やしぐさなどの非言語コミュニケーションが重要となる。乳児の欲求を泣き声から音声解析によって理解する研究³⁾や、眉や瞼、唇や顎の変わり具合に応じた表情を分類し、感情の変化からFacial Action Coding System (FACS)が開発されている⁴⁾。このように、非言語的コミュニケーションのなかでも顔は重要な情報源である。しかし、その解釈は人種や社会的背景、生活習慣、状況などによって異なる⁵⁾。そのため海外における表情解析の感情レベルをそのまま日本人に適用することは難しい⁶⁾。

特に、重症児は表情の変化や手足を動かすなどの意思表示のための反応も微細であるため、これらを理解することは極めて難しい⁷⁾。

そこで、筆者らは「重症心身障害児の微細な反応を ICT 機器を用いて検知し、その解析結果をお知らせするシステムの研究開発」に取り組み、重症児のケアに関わる家族や専門職者の負担軽減を目指している。その過程で重症児の反応が現れ

る表情筋変化に着目し、重症児個有の変化と共通の変化が存在することを見出した。そこで、これらの変化が、一般化できるかどうか、重症児の表情筋変化についてデータ採取し、健康な成人の変化と比較検討したので報告する。

2. 目的

重症児の不快時における表情筋の変化について、健康な成人の不快時に現れる表情筋の変化と比較し、共通点と相違点を特定する。

3. 方法

3.1 お知らせシステムの概要

筆者らが開発中のお知らせシステムの概要は図 1 の通りである。まず、①重症児の反応をセンシングし、それらのデータ群②がいつもの状態かどうかを常にチェック③し、いつもの状態であれば普段時の生体モデル④として捉えておく。ある時只今の生体モデル②のセンシングデータが普段時生体モデル、つまりいつもと異なる状態を検知した時その反応⑤が異常であることを、アラートで知らせるといふものである。センシングは図 2⁸⁾に示すようにバイタルデータ、表情筋の動き、呼吸音など複数の指標を用い、生体モデルとして常にいつもの状態を学習しデータベースを更新する。

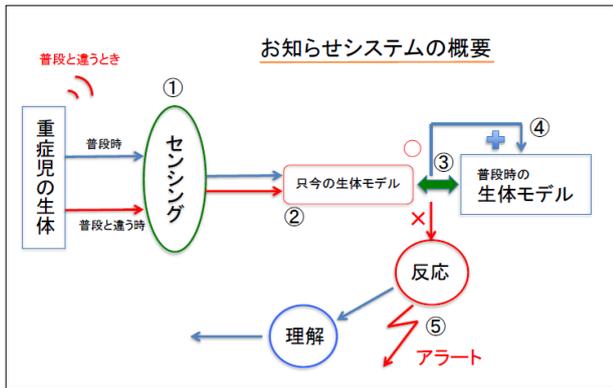


図 1. お知らせシステムの概要

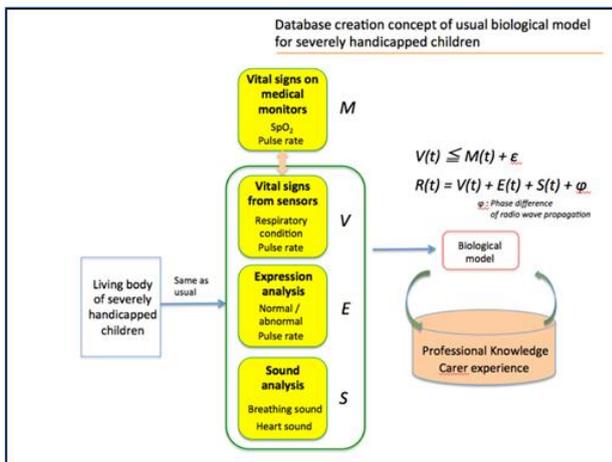


図 2. 生体モデルデータベース作成の方法⁸⁾

3.2 研究協力者の募集

重症児は、所属機関の研究倫理委員会における倫理審査承認(承認番号:2019045)後、施設の承諾を得て、施設に入院する重症児の保護者(家族)に説明文と協力同意書、返信用切手を貼った封筒を配り、研究協力者を募集した(A群)。

健康な成人は、倫理審査承認(承認番号:20200013)後、募集した(B群)。

3.3 データ収集の方法

不安や苦痛などのストレスが加わると交感神経系のはたらきが活発になり、心拍数や呼吸数が上昇する⁹⁾。そこで、本研究において、心拍数の増加がみられるときはストレスを感じている状況であるとした。

日常生活の中で、心拍数および表情筋の動きをセンシングし、データ収集する上で、それ自体がストレスとなる可能性もある。そこで、事前に使用する機器の検討やデータ収集の際の留意すべき点についても検討⁸⁾を重ねた。

a. データ収集の場面

ストレスによってどのように表情が変化するかを知るため、ストレスが加わる前と後での表情の違いを調べた。A群は日常の様子を撮影する中から、心拍数の上昇のタイミングと長年養育してきた家族や専門職者が重症児にとって不快と考えるイベントのタイミングについてデータ収集

した。B群に対しては、被検者が安静に臥床した状態から両足を1〜2分挙上する負荷をかけ、ストレスを感じる状態に遷移することを複数回繰り返し、その間の連続的データを採取した。

b. 心拍数測定に使用した機器

機器 A:パルスオキシメータ リストックス2モデル 3150BLE

機器 B:MIO_VR-BB Ver.027(ミオ・コーポレーション製)

機器 C:Face Reader8 (Noldus 社製)

なお、機器 B、C は非接触センサーである。これらの機器による測定値を機器 A と比較し、機器の違いによる心拍数の捉え方の変化を図 3 に示した。

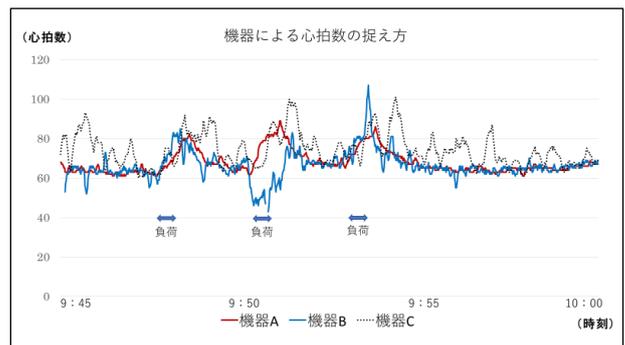


図 3. 機器による心拍数の捉え方

c. 表情筋の動き

小型カメラを顔の表情及び体の動きがわかる位置・角度に固定して設置し、その撮影データを、Face Reader 8 (Noldus 社)で、リアルタイムに解析しながら表情筋の動きを抽出収集した。Face Reader 8 は、顔のリハビリテーションの効果判定に表情筋の表面筋電図測定と合わせて用いられ、その有効性が報告されている¹⁰⁾。500箇所の特徴点を検出することができる特徴をもつ。

d. 被験者への配慮

表情をビデオカメラで撮影することに対し、被検者(研究協力者および重症児の家族)がプライバシーに不安を感じる可能性があるため、収集した表情解析データは、その場で被験者にも確認してもらい、安心と信頼を得る配慮をした。

e. データ収集時の留意点

本研究で対象とした重症児は、慣れない刺激による筋緊張の増大に伴う呼吸抑制やてんかん発作の誘発と、それに伴う呼吸抑制や呼吸障害も合併している。そのため感染症に罹患すると呼吸障害の悪化を招き、生命維持の危機的状態に至ることもある。そこで、専門職者の協力を得ながら、十分な感染対策を実施してデータ収集を行った。

3.4 分析方法

時間とともに変化する被検者の心拍数の変化(機器 A の示す値)と表情筋の特徴点座標を解析して得たデータ(Face Reader 8)について、イベントとの相関関係を統計ソフト SPSS Ver26 を用いて統計学的に分析した。

分析1として、心拍数の変化と Face Reader 8 で抽出した表

情筋の動き 20 項目についてデータを概観し、Shapiro-Wilk 検定にて非正規性を確認した。そこで Mann-Whitney の U 検定を実施して、心拍数に有意差のあったイベント前後の表情筋の動きについても Mann-Whitney の U 検定を行った(有意水準は 5%)。

分析 2 として、A 群と B 群の両群で、表情筋の動きを示す値の振幅の程度を評価するために、Mann-Whitney の U 検定(有意水準は 5%)を行った。

3.5 倫理的配慮

研究協力者である被験者に対し、研究目的と方法について文書と口頭で説明を行い、同意書にて同意を得た。研究の自由参加と中断を保証し、それによって不利益が生じないこと、匿名性の確保、結果の公表方法などについての説明を行い、同意を得た。調査の承諾後であっても調査参加の取り消しができることを説明し、同意撤回書を渡し、データ収集の拒否や中断、調査後の使用について撤回できることを説明した。

4. 結果

4.1 研究協力者の概要

研究協力者は、口腔気管内吸引、経管栄養、酸素吸入等を実施している大島分類 1~4 に該当する重症児 13 名(A 群)と基礎疾患のない成人 4 名(B 群)である。A 群は、3 歳~37 歳に分布(17.7±15.6 歳)し、B 群は、34~49 歳(41.8±6.9 歳)であった。

本研究では、継続してデータ収集できた A 群の 2 事例(事例 1、2)と B 群の 2 事例(事例 3、4)、計 4 事例(表 1)をもとに

報告する。

表 1. 研究協力者の概要

	性別	年齢	大島分類	イベント
事例1	男	11	1	喀痰吸引
事例2	女	18	1	口腔ケア
事例3	男	46	/	下肢挙上
事例4	女	38		下肢挙上

4.2 イベント前後の表情筋の動きの変化

まず、イベント前後の心拍数の変化と表情の変化を示す変数について、Shapiro-Wilk 検定を行った。その結果、全項目において、p 値はいずれも有効桁 3 桁で $p < 0.05$ であり、これらのデータの分布は非正規性を示すことがわかった。そこで、Mann-Whitney の U 検定を行い(共に有意水準は 5%)、表 2 の結果を得た。

4 事例全てにおいて、心拍数に有意差があったイベントの前後で、有意差があった表情筋の動きは、「6. 脛を緊張させる」、「17. 顎を下げずに唇を開く」という 2 項目が共通していた。

全ての事例ではないが、A 群 B 群ともに有意差があった項目は、「1. 眉の内側を上げる」、「2. 眉の外側を上げる」、「18. 顎を下げて唇を開く」、「20. 閉眼」の 4 項目であった。

次に個別に見ていくと、事例 1 のみに有意差があった項目は、「4. 上脛を上げる」、「8. 上唇を上げる」、「19. 口を大きく開く」であった。また、事例 2 のみに有意差があった項目は、「12. オトガイを上げる」、「15. 唇を固く閉じる」の 2 項目であった。

表 2. 4 事例のイベント前後の表情筋の動き

	事例1	事例2	事例3	事例4
イベント	喀痰吸引前後 n=492	口腔ケア前後 n=310	下肢挙上前後 n=348	下肢挙上前後 n=395
変化の状態	p値	p値	p値	p値
心拍数	0.00 **	0.00 **	0.00 **	0.00 **
表情筋の動き	1 眉の内側を上げる	0.02 *	n.s	0.00 **
	2 眉の外側を上げる	0.00 **	n.s	0.00 **
	3 眉を下げる	n.s	n.s	n.s
	4 上脛を上げる	0.00 **	n.s	n.s
	5 頬を持ち上げる	n.s	n.s	0.00 **
	6 脛を緊張させる	0.00 **	0.00 **	0.02 *
	7 鼻にしわをよせる	n.s	n.s	n.s
	8 上唇を上げる	0.02 *	n.s	n.s
	9 唇両端を引き上げる	n.s	n.s	0.00 **
	10 えくぼを作る	n.s	n.s	n.s
	11 唇両端を下げる	n.s	n.s	n.s
	12 オトガイを上げる	n.s	0.00 **	n.s
	13 唇をすぼめる	n.s	n.s	n.s
	14 唇両端を横に引く	n.s	n.s	n.s
	15 唇を固く閉じる	n.s	0.00 **	n.s
	16 唇を押しつける	n.s	n.s	n.s
	17 顎を下げずに唇を開く	0.00 **	0.04 **	0.00 **
	18 顎を下げて唇を開く	0.00 **	0.00 **	0.02 *
	19 口を大きく開く	0.00 **	n.s	n.s
	20 閉眼	0.00 **	n.s	0.00 **

Mann-Whitney の U 検定 * $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. n.s=有意差なし

また、事例1(A群)と事例3(B群)には見られ、事例2(A群)と事例4(B群)に見られなかった項目としては、「1. 眉の内側を上げる」、「2. 眉の外側を上げる」であった。

4.3 表情筋の動きの程度

表情筋の動きの振幅について、A群とB群を比較するために、これら20項目について、Mann-WhitneyのU検定(有意水準は5%)を行った(表3)ところ、15項目において有意差があった。

有意差のあった15項目の振幅値の最小値は4事例すべて0であった。AB群間で有意差のあった15項目の最大値の割合を比較した(図4)。「17. 顎を下げずに唇を開く」、「20. 閉眼」は4事例ともに50%以上の振幅があった。「9.唇両端を引き上げる」は、B群の2事例のみ50%以上の振幅があり、「19. 口を大きく開く」はA群の事例1が50%以上の振幅があった。A群の事例2では、振幅の割合としては小さいが、「11. 唇両端を下げる」、「12. オトガイを上げる」、「15. 唇を固く閉じる」、という表情筋の動きがみられた。

表3. AB群間での表情筋の動きの振幅

表情筋の動き	Mann-WhitneyのU検定の結果
1 眉の内側を上げる	0.00 **
2 眉の外側を上げる	0.00 **
3 眉を下げる	0.03 *
4 上瞼を上げる	0.00 **
5 頬を持ち上げる	0.00 **
6 瞼を緊張させる	0.00 **
7 鼻にしわをよせる	n.s
8 上唇を上げる	0.01 *
9 唇両端を引き上げる	0.00 **
10 えくぼを作る	n.s
11 唇両端を下げる	0.00 **
12 オトガイを上げる	0.00 **
13 唇をすぼめる	n.s
14 唇両端を横に引く	n.s
15 唇を固く閉じる	0.00 **
16 唇を押しつける	n.s
17 顎を下げずに唇を開く	0.00 **
18 顎を下げて唇を開く	0.00 **
19 口を大きく開く	0.00 **
20 閉眼	0.00 **

Mann-WhitneyのU検定 *p<0.05. **p<0.01. n.s=有意差なし

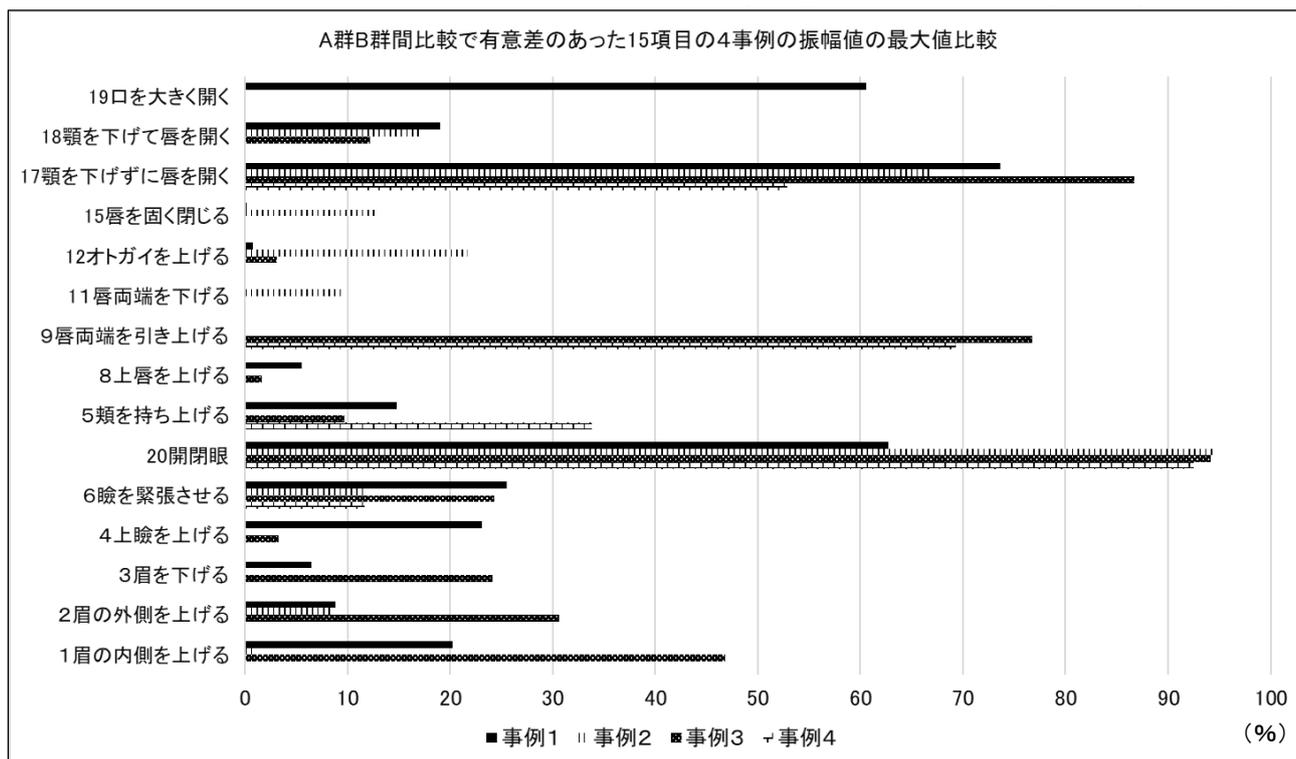


図4. A群B群間比較で有意差のあった15項目の4事例の振幅値の最大値比較

5. 考察

ストレスが加わると、交感神経系のはたらきの亢進により心拍数は上昇する⁹⁾。本研究では、この心拍数の値と日常生活の中での苦痛と思われるイベントや、重症児が好きではないと思われるケアを手掛かりに、重症児の不快時や苦痛時の表情筋の動きの変化について定型発達の成人と比較し検証した。

5.1 イベント前後の表情筋の動きの変化

分析1の結果から、AB群ともに、「1. 眉の内側を上げる」、「2. 眉の外側を上げる」、「18. 顎を下げて唇を開く」、「20. 閉眼」の項目にイベント前後で有意差があり、不快や苦痛というストレスを受けた時には、障害や発達段階に関わらず共通して変化する表情筋がある可能性がわかった。

また、事例1では、喀痰吸引前後で、「4. 上脛を上げる」、「8. 上唇を上げる」、「19. 口を大きく開く」、事例2の場合は、口腔ケア前後で、「12. オトガイを上げる」、「15. 唇を固く閉じる」という、肉眼的には見えてこなかった重症児の表情が推測でき、ケアの内容と合わせた妥当性が示されていると考える。

また、イベント前後でB群のみに有意差があった項目に、「5. 頬を持ち上げる」、「9. 唇両端を引き上げる」の2項目であった。これらの項目は、鯨岡¹¹⁾も「重い障害を抱えている子どもは、養育者からのケアを引き出すための十分な力(笑顔や心地よい声など)をもっていない」と述べているように、表情筋の動きが小さい可能性がある。

5.2 表情筋の動きの程度

分析2の結果から、A群の重症児は表情筋の変化の振幅がB群に比べて全体的に小さい項目があることがわかった。重症児は、ストレスを感じる状況で共通して変化した4項目のうち、「1. 眉の内側を上げる」、「2. 眉の外側を上げる」という眉の動き2項目が小さかった。口周辺の項目については、A群の重症児に大きい項目もあったが、重症児のイベント内容が口周辺の処置やケアであったためと考えられる。

A群B群ともに振幅が大きい項目として、「17. 顎を下げずに唇を開く」と「20. 閉眼」がある。筆者らによる先行の質問紙調査においても、知識や経験の長いほど顔のしかめ方や口の動きに着目して観察していた¹²⁾、という結果があり、肉眼的にも捉えやすいと言える。

5.3 今後の課題

重症児は、自分の思いやニーズを言葉で伝えることが難しく、うまく伝わらないことによってさらに心身にストレスを蓄積し、筋緊張の増加、呼吸障害へと悪循環を招く。

本研究では、重症児がストレスを感じていると考えられるイベントと心拍数の変化を手掛かりに、健康な成人との比較により、ストレスによって変化する表情筋の動きを明らかにした。確かに、ストレスを感じる時に必ずしも常に心拍数に変化が現れるわけではなく、ストレスとを感じる程度によっても表情筋の動きが変化すると考えられる。しかし、心拍数の変化する時に何らかのストレスを感じ、このことが特定の表情筋の動きを誘発する。表情筋と心拍数の変化からストレスを検知できることにつながるものである。

今後は、ストレスの程度、イベントを統一し、データ収集分析していくことが必要である。また、心拍数以外にも、呼吸音と表情筋の動きの変化との関連など評価し、ストレス検知の精度を向上させていくことが必要と考えられる。そしてさらに、重症児を養育してきた養育者やケアに関わっている専門職者の知見も合わせた重症児のデータと比較し検討していくことが必要である。また、重症児は、言語でストレスを説明することが難しいため、健康な被検者からの言語によるフィードバックを得て、データの妥当性を評価しながらすすめていくことも有効である。

6. 結論

本研究の成果は、表情の変化が捉えにくい重症児と定型発達した成人において、ストレス時には、表情筋に共通した動きがあることがわかったことである。しかし、表情筋の振幅に差があり、重症児のそれは小さいため、肉眼的にイメージできないことが重症児特有の課題であることもわかった。

参考文献

- 1) 鈴木真知子:人工呼吸管理中の障がいの子どものコミュニケーション力に対する親の認識, 小児保健研究 2013;72(5):713-720.
- 2) 田中千鶴子・濱邊富美子・俵積田ゆかり他:医療的ケアの必要な重症心身障害者とその家族が求める在宅支援 横浜市におけるサービス利用の調査から, 日重障誌 2014;39(3):405-414.
- 3) 荒川薫. 乳幼児泣き声の定量的解析と啼泣原因推定. 電子情報通信学会 基礎・境界サイエティ Fundamentals Review2007;1(2):21-25.
- 4) P. エクマン, W. V. フリーゼン. 表情分析入門—表情に隠された意味をさぐる(工藤力). 誠信書房, 1987.
- 5) Miles L.Patterson. ことばにできない想いを伝える—非言語的コミュニケーションの心理学(大坊郁夫). 誠信書房, 2019:51-75.
- 6) 松尾貴司, 小川一美. 顔表情の研究における表情判別システムの利用可能性. 愛知淑徳大学論文集—心理学部篇—2013;3:29-38.
- 7) 横関恵美子, 山本耕司, 小川佳代. 在宅で重症児を養育する家族の負担を軽減する AI 活用場面の検討. 第39回医療情報学連合大会論文集 2019;39:791-793.
- 8) 横関恵美子, 池本有里, 児島知樹, 小川佳代, 山本耕司. 重症心身障害児における微細な反応を知らせるシステム構築に向けた生体モデルの確立. 電気学会知覚情報/次世代産業システム合同研究会資料 2020:67-72.
- 9) 坂井建雄, 岡田隆夫. 内臓機能の調節. 系統看護学講座 専門基礎分野人体の構造と機能[1]解剖生理学. 医学書院, 2020; 262-272, 304.
- 10) 岡本るみ子, 足立和隆, 水上勝義. 顔リハビリテーション運動によるパーキンソン病患者の気分, 表情, 表情筋活動の効果. 日老医誌 2019;56:478-486.
- 11) 鯨岡峻. 原初のコミュニケーションの諸相. ミネルヴァ書房, 2013; 198.
- 12) 横関恵美子, 池本有里, 児島知樹他. 症心身障害児の微細な反応の理解に関する情報の共有化. 第21回日本医療情報学会看護学術大会論文集 2020:19-22.

謝辞

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究により得られたものである。

本研究の実施にあたり、技術協力いただいた株式会社ソフィア・サイエンティフィック様、株式会社ミオ・コーポレーション様に深く感謝する。関係の皆様方に心より感謝申し上げます。

なお、本論文に関して開示すべき利益相反はなし。