

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2023

課題番号：17K17316

研究課題名（和文）小児歯科におけるリアルタイムストレスモニタリング法の開発

研究課題名（英文）Development of real-time stress monitoring system in pediatric dentistry

研究代表者

関矢 多希 (Sekiya, Taki)

東京医科歯科大学・東京医科歯科大学病院・非常勤講師

研究者番号：10732696

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：小児歯科診療では、低年齢児や障害児など様々な患児を対象としている。安全で快適な歯科診療を寄与するためには彼らの内的ストレス変動の把握が重要である。本研究では自律神経活動と脳波に着目し、チェアサイドでのリアルタイムストレスモニタリングによる客観的評価を行った。上記生理学的指標を用い、コンポジットレジン修復処置中のストレス変化の客観的評価を行ったところ、自律神経活動解析については様々な年齢層において処置内容別に有意な変化が認められ、モニタリングツールとして有用であることが示された。脳波については6歳以上の患児について応用の可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歯科臨床現場において小児患者は心身ともに発達過程にあることより非協力状態を示すことも少なくない。患者に対し安心かつ安全な治療の提供のために、歯科治療への恐怖心や不快感を未然に防止し、患児の状態に応じた適切な行動調整を行うことが求められる。そのため患児の表出する行動や歯科診療に対して抱く恐怖や不安の状態を客観的かつ定量的に把握していくことが重要である。本研究より生理学的指標を用いて、小児らのストレス変化の把握が可能であると示唆された。これにより、診療現場でのリアルタイムモニタリングが可能となり、歯科診療時の小児患者の行動調整に役立てられ、患者に対する快適な治療環境の提供に寄与できる。

研究成果の概要（英文）：Understanding the emotional changes in children during dental treatment is necessary for providing stress-free care. In this study, we assessed the stress associated with dental treatment in children, based on the autonomic nervous activity and the electroencephalogram (EEG).

Elevations in sympathetic activities accompanied by decreased parasympathetic activities induced by stress were observed during rubber dam setting (RD) in the age group of 4-6 years and during infiltration anesthesia (IA), RD, and cavity preparation with a dental turbine (CP-T) in the age group of 6-9 years. Stress-related beta wave increments in EEG were observed during IA and CP-T in the age group of 6-9 years but not in the age group of 4-6 years.

Monitoring the autonomic nervous activities during treatments is useful in assessing stresses in a wide age of young children, and EEG monitoring showed potential for application to children aged 6 years and older.

研究分野：小児歯科

キーワード：小児歯科 脳波 自律神経活動 リアルタイムモニタリング ストレス反応

1. 研究開始当初の背景

小児歯科の診療現場では、低年齢児や障害児に加え、診療への非協力児など様々な患児を対象としている。彼らは成長過程にあり、自身の感情や心的ストレス状態を、明確に言語化し術者へ伝達することが容易ではないといえる。診療に対し不適応行動を起こし、非協力状態のために診療内容が制限される場合もある。また、一見診療に対して協力状態にあったとしても、内部にストレスを喚起している場合があると報告されている。安全で快適な歯科診療の提供、質の高い医療を寄与するために、術者は彼らの内的ストレス変動を知り、それぞれの患児の個々の状態に適した対応をとることが望まれる。

我々はこれまで自律神経活動に着目し、その動態から治療に対するストレス状態を把握することが可能であることを明らかにしてきた(文献 1、2)。これまでの研究から、交感神経活動がある程度ストレスと関連することが示されているが、情動との密接な対応関係はまだ十分に把握されていない。

一方、予備的調査として主観的情動の聴取が可能であることから、成人被験者を対象として、歯科治療時のビデオ映像視聴により惹起される情動について、自律神経活動からのストレス解析、脳波からの感性解析[感性スペクトル解析システム]、ならびに筋電図による顔面表情筋活動の解析を行った。その結果、浸潤麻酔や切削治療の映像視聴時に交感神経活動の上昇、リラックス感の低下、ならびに皺眉筋活動の上昇が生じ、これらの指標を歯科診療に対する情動のモニターとして利用可能であることが示され、歯科診療の現場においても活用できる可能性が示唆された。(文献 3)

そこで、これまでの研究を基に、本研究では、小児において、主観的情動を表出可能なツールを使用し、歯科治療に対する主観的ストレスを最もよく反映し、リアルタイムでモニターできる客観的指標を探索することとした。

2. 研究の目的

チェアサイドで感情変化やストレス変動を可視化し、リアルタイムモニタリングシステムを構築し、モニター装置を開発する。安全な治療、歯科恐怖感の芽生えの防止、患児に対する行動変容のためのフィードバックとすることでの医療の質の向上を目指す。

3. 研究の方法

歯科治療が必要な患児を対象とし、治療中の生理学的指標の記録を行う。

(1) 治療内容

記録を行う歯科治療内容は浸潤麻酔下におけるコンポジットレジン修復で、口腔内診査・表面麻酔・浸潤麻酔・ラバーダム防湿・タービンとコントラによる窩洞形成と齶蝕除去・コンポジットレジン充填・研磨の一連の流れとした。治療は経験年数 5 年以上で、患児の行動調整等において同程度の技術を持つ小児歯科医 2 名を術者とした。診察台に仰向けに横たわった状態で治療を開始する前に、安静時状態を 1 分間記録した。治療に要する時間は通常 30 分前後とする。

(2) 自律神経活動の記録と解析

患児の胸部皮膚上 3 か所に記録電極を貼付し、アクティブトレーサー (AC-301 A, GMS 社, 日本) を用いて心電図を連続的に記録した。心電図の R-R 間隔の変動から心拍ゆらぎ解析プログラム (MemCalc /Win ver.2Tawara, GMS 社, 日本) を用いてパワースペクトル解析を行い、自律神経活動を計測した。0.25 Hz にピークをもつ高周波成分 (HF : 0.15 Hz ~ 0.40 Hz) を副交感神経活動の指標とし、低周波成分 (LF : 0.04 ~ 0.15 Hz) には交感神経活動と副交感神経活動の両成分が含まれているため、LF/HF を交感神経活動の指標とした。

(3) 脳波の記録と解析

情動活動には前頭前野が重要な役割を担っていることから、記録電極を国際 10-20 法における Fp1, Fp2 に、不閉電極を左耳朶に装着した。脳波の記録と解析には、Mind Sensor V for Windows Version 1.12 (脳力開発研究所, 日本) を用い、PC モニター上に随時表示される脳波波形によりノイズの混入が無く正確に記録されていることを確認しながら、治療開始から終了

まで連続的に記録を行った。本装置付属の記録電極はバンド型で、小児には形状が合わず安定した記録が取れないため、代わりに外径 11 mm の Ag-AgCl 皿電極を使用することで小児においても安定した記録を可能とした。また、脳波信号は電池駆動式の送信装置に入力されるため、電源を介する周辺装置からのノイズ混入は生じないようにしているが、記録に使用する診察台の周囲にある装置の電源はすべて落とした状態で記録を行った。本装置の解析ソフトにより記録した脳波をパワースペクトル解析し、 α 波 (4~6 Hz)、 β 波 (7~14 Hz) および δ 波 (15~23 Hz) の各成分の大きさを求め、単位時間帯で 3 成分のうち最も優位な成分を抽出したうえで、各処置時間帯における 3 成分の割合を算出した。

(4) 統計学的解析

自律神経活動については個人による変動が大きいことから、Z 変換を行った後に統計解析を行った。統計学的解析は、脳波解析、自律神経活動解析とも、Dr. SPSS II for Windows (Japan IBM Co., 日本) を用いた。

4. 研究成果

(1) 学童期の小児を対象とし、コンポジットレジン修復処置中の客観的生理学的指標のデータ記録を行った結果、安静時と比較した場合に交感神経活動は、浸潤麻酔とラバーダム防湿処置中に有意に上昇した。リラックスレベルを評価できる副交感神経活動は、口腔内診査からコントラ切削まで有意に減少した。脳活動は、ベータ波の変動率が表面麻酔、浸潤麻酔中に上昇傾向にあったと示された。これらの結果よりいずれも、学童期の小児に対してストレス反応を評価する有用な指標として利用できることが示唆された。これらの結果を学会発表したのち論文を作成し学術雑誌にて報告した。

(2) 幼児を対象にコンポジットレジン修復処置中のデータを記録解析したところ、学童期の患児を対象とした場合と異なる結果を示したため、それぞれの年齢層での結果を比較検討した。自律神経活動解析では、安静時の状態と比較し、4歳~6歳の年齢層ではラバーダム防湿時に、6歳~9歳においては、浸潤麻酔・ラバーダム防湿・タービンによる窩洞形成時に、ストレスによる交感神経活動の有意な上昇と副交感神経活動の低下が観察された。脳波解析では、6歳~9歳の年齢層において、安静時の状態と比較し、浸潤麻酔・タービンによる窩洞形成時に α 波の上昇が認められた。幼児期では有意な結果は得られなかった。これらの結果をもとに論文を作成し、国際誌にて報告した。

上記の結果から、自律神経活動を記録解析した客観的指標は、低年齢児を含む幅広い年齢層で応用可能であり、小児歯科医が安全で快適な治療を提供するための有益な情報を得られることが示された。一方、脳波解析でも6歳以上の年齢層では有意なストレス状態の変化を示すことができ、その応用の可能性を示すことができた。しかし低年齢層においては脳機能が発達段階にあるため、脳波の数値からストレス変動を評価することは困難であり課題が残った。

<引用文献>

Uehara N, Takagi Y, Miwa Z and Sugimoto K: Objective assessment of internal stress in children during dental treatment by analysis of autonomic nervous activity. Internatl J Paediatric Dent 22(6): 331-341, 2012.

Tsuchihashi N, Uehara N, Takagi Y, Miwa Z and Sugimoto K: Internal stress in children and parental attitude to dental treatment with passive restraint. Pediatric Dent J 22(2): 170-177, 2012.

Sekiya T, Miwa Z, Tsuchihashi N, Uehara N, Sugimoto K: Analysis of physiological responses associated with emotional changes induced by viewing video images of dental treatment. J Med Dent Sci 62 (1): 11-18, 2015.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sekiya Taki, Sugimoto Kumiko, Kubota Ayako, Tsuchihashi Natsumi, Oishi Atsushi, Yoshida Naomi	4. 巻 32
2. 論文標題 Assessment of psychological changes in young children during dental treatment: Analysis of the autonomic nervous activity and electroencephalogram	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Paediatric Dentistry	6. 最初と最後の頁 418 ~ 427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ipd.12921	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 関矢多希	4. 巻 22 (2)
2. 論文標題 小児への対応法 歯科治療中の小児の感情を知る	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 小児歯科臨床	6. 最初と最後の頁 20-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 関矢多希, 杉本久美子, 宮新美智世
2. 発表標題 小児歯科におけるストレスモニタリングシステムの開発 生理的指標から小児の情動変化を知る
3. 学会等名 第57回日本小児歯科学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sekiya T, Sugimoto K, Nakano T, Miyashin M
2. 発表標題 Objective monitoring of psychological states of children during dental treatment
3. 学会等名 The American Academy of Pediatric Dentistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sekiya T, Sugimoto K, Nakano T, Miyashin M
2. 発表標題 Objective monitoring of psychological states of children during dental treatment
3. 学会等名 The American Academy of Pediatric Dentistry 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関