

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01760

研究課題名(和文) 口腔顎顔面筋刺激が顎口腔機能異常患者の睡眠・ストレスに及ぼす効果の検討

研究課題名(英文) Examination of the effect that oral and maxillofacial muscle stimulation have on sleep and stress of a patient with stomatognathic function abnormality.

研究代表者

温水 佳世子 (Nukumizu, Kayoko)

宮崎大学・医学部・医員

研究者番号：20648117

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：顎顔面と気道周囲筋の非生理的な弛緩や過緊張は、至適刺激を加えるリハビリ訓練により改善されるという仮説の検証と、至適な機能刺激を行う携帯型機能制御装置の開発のための検討を行った。1) 顎口腔機能異常を伴う小下顎症患者では嚥下やクレンチング時の顎筋の過活動と咬筋の活動不足を示したが、トレーニング装置により筋活動が正常化され、訓練の有用性が示唆された。2) 微弱な頸部筋活動を検出する装置を作成して顎二腹筋、斜角筋の筋活動を測定し、周波数とピークスペクトルは睡眠時に低下し、SAS患者では正常群より低いことが示された。3) 睡眠時の脳波の指数スペクトルの傾きは睡眠深度の自動判定に使用できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)： In this study, we investigated a hypothesis "The non-physiological loosening and hypertonus of jaw face and the airway circumference muscle are improved by rehabilitation training to add optimal stimulation". Another purpose is a fundamental experiment to develop portable function control equipment giving optimal load stimulation to oral circumference muscle. 1) It showed overactivity of the mentalis at deglutition and clenching and low activity of masseter muscle in the hypognathous patients, but a muscle activity balance was improved by a training device. 2) We made the device which detected weak cervical muscle activity and measured digastric and scalenus muscle activity. Frequency and the peak spectrum decreased during sleep, and it was shown that it was lower than normal group in the SAS patients. 3) It was suggested that the gradient of the electroencephalographic index spectrum during sleep could be used for an automatic judgment of the sleep depth.

研究分野：矯正歯科

キーワード：顎口腔機能異常 異常習癖 筋電図 筋活動 口腔周囲筋 頸部筋

1. 研究開始当初の背景

子どもの攻撃的・破壊的問題行動は睡眠時間や眠気、睡眠障害に関係している可能性が示唆されている。小児の睡眠障害の一つとして閉塞性睡眠時無呼吸症候群(OSAS)が挙げられる。小児期の睡眠時の慢性的な低酸素状態や、睡眠-覚醒リズムの乱れは精神・社会性の発達や成長ホルモン分泌障害につながる。また、小顎症などの不正咬合者では、顎口腔機能異常や閉塞性睡眠時無呼吸症候群を伴うことがわかっている。また、睡眠時ブラキシズム(SB)やクレンチング(TCH)などの顎口腔機能異常は、自律神経活動や睡眠リズム、消化管の活動異常と関連し、子どもの問題行動に繋がっている可能性が指摘されている。

2. 研究の目的

口腔顎顔面筋や気道周囲筋の弛緩や非生理的な過緊張に対し、筋肉のリハビリ訓練として口腔顎顔面筋に好ましい刺激を与えれば、これらの問題の根本的な改善につながると考えられるが、こうした観点からの検討はほとんど行われていない。そこで、顎口腔機能異常と自律神経活動、睡眠リズム、身体的・神経学的な疲労などとの関連、および機能的負荷刺激を行った場合の変化を調べることを目的とした。

3. 研究の方法

歯科管理中の患者およびボランティア被験者を対象に、顎口腔機能異常と自律神経活動、睡眠リズム、身体的・神経学的な疲労などとの関連を調べるため、脳波・心電図・筋電図・胃電図モニターを用いてデータを採取して検証した。また、顎口腔機能異常の改善プログラムとして口腔機能訓練や装置を用いた機能的負荷刺激プログラムを実施し、これらのデータに及ぼす影響を調べた。さらに、本プログラムを応用した携帯型機能制御装置の開発を目指すための検討を行った。なお、いずれも宮崎大学臨床研究倫理委員会の認証を受けた説明・同意書を用いてインフォームド・コンセントを行い、了承を得た。

4. 研究成果

【テーマ1】小下顎患者における頭頸部筋活動の特徴とトレーニングの効果

(1) 目的

小下顎症患者では一般に顎口腔機能異常を伴うことが多い。そこで、小下顎症患者と顎機能異常のない者を対象に、頸部筋と咀嚼筋の活動を比較するとともに、口腔周囲筋トレーニングを行った場合の変化を調べることを目的とした。

(2) 対照と方法

対象は、5mm以上のオーバージェットとセファロ分析から下顎後退を伴う上顎前突患者

5名(上顎前突群)とオーバージェットおよび骨格形態の適正なもの5名(対照群)である。側頭筋、咬筋、オトガイ筋、顎二腹筋相当部の皮膚に電極を貼付し、表面筋電図を採得した。また、上顎前突群では5mm前方位で作成したバイオネーターを装着し、日に8時間以上の装着と朝夕50回ずつの口唇安静位での噛み締め訓練を行わせた。対照群では全く訓練を行わなかった。1か月後に表面筋電図を採得し、訓練開始前と比較した。

(3) 結果

嚙下動作

嚙下動作において、上顎前突群では被験者全員にオトガイ筋の過緊張を認めた(図1)。筋電図では、まずオトガイ筋が大きく活動した後、側頭筋、咬筋、続いて顎二腹筋が活動した(図2)。トレーニング装置を装着下での筋活動では、咬筋の活動がすべての被験者でやや増大した。オトガイ筋の活動は全ての被験者で大きく減少した。対照群では嚙下の直前に咬筋が活動していた(図3)。



図1. 嚙下・クレンチング動作時に見られたオトガイ筋の過緊張

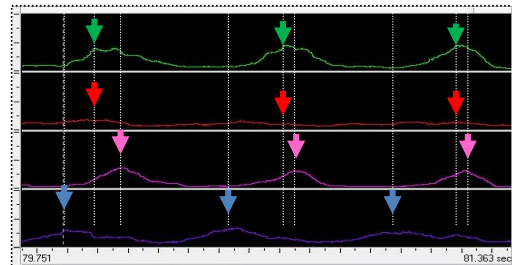


図2. 上顎前突群における嚙下動作時の筋活動のタイミング

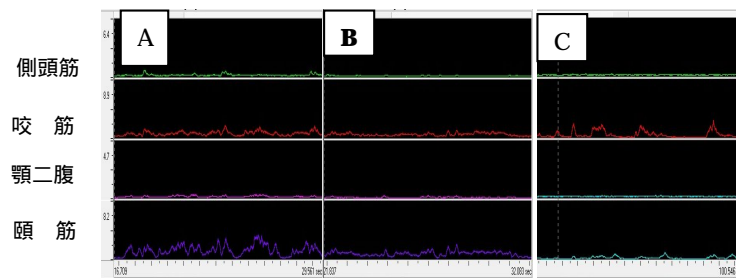


図3. 嚙下動作時の筋活動(A: 装置なし, B: 装置あり, C: 対照群)

クレンチング動作

クレンチング動作において、上顎前突群ではまず側頭筋と顎二腹筋が大きく活動し、咬筋の活動が低かった(図4)。トレーニング装置を装着下での筋活動では、装着なしに比べて咬筋と顎二腹筋の活動はすべての被験者で増大した。オトガイ筋の活動は全ての被験者で大きく減少した(表1)。側頭筋の活動は大きく減少するものと増大するものがあり、被験者により差が大きかった。

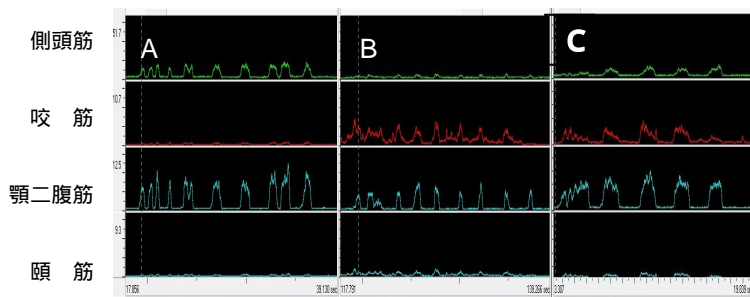


図4. クレンチング動作時の筋活動 (A: 装置なし, B: 装置あり, C: 対照I群)

ンプリング周波数:1000Hz、筋電位倍率:22000倍)を用いた。

被験者に PSG 検査を行い、これと同期して表面筋電位を採得し、覚醒時と睡眠時の呼吸筋電位を調べた。解析には 10 分間のデータを用いた。周波数について、取得した呼吸の生波形に高速フーリエ変換 (FFT) をかけ、ピーク周波数および呼吸のピークスペクトルを求めた。



図5. 表面筋電位測定装置の外観

表 1. 装置使用によるクレンチング動作時の筋活動の変化

計測項目	装置なし		装置あり		差
	Mean	SD	Mean	SD	
側頭筋	81.8	21.3	81.9	39.4	NS
咬筋	23.5	12.9	64.8	60.7	*
顎二腹筋	78.2	43.9	114.2	41.1	**
頤筋	53.0	34.6	32.6	33.3	**

トレーニング装置使用による変化

トレーニング装置使用から 1 か月後の変化をみると、装置なしでも嚙下時の頤筋と側頭筋の緊張は低下し、咬筋の活動が向上していた。

《考察と結論》

上顎前突患者では臼歯を咬み合わせて嚙下する正常な嚙下パターンの獲得がなされておらず頤筋の過緊張を認めた。また、クレンチング動作でも咬合が不安定なため主に咬筋が活動する正常なクレンチングパターンを認めなかった。トレーニング装置開始直後に嚙下動作での頤筋の過緊張が緩和され、クレンチング動作での咬筋活動の増大と頤筋活動の減少を認め、装置使用自体が咬合を安定させ正しい顎口腔機能パターンに誘導されることが示された。また、オトガイ筋活動が増大したことから、トレーニング装置の使用が睡眠時無呼吸などの減少につながる可能性も示唆された。

【テーマ2】睡眠が頸部筋活動に及ぼす影響の基礎的検討

(1) 目的

頸部筋の効率的な検出条件の検討、および覚醒下と睡眠時における舌骨上筋と斜角筋の活動の違いを調べることを目的とした。

(2) 対照と方法

健康で顎口腔機能異常のない学生 3 名 (正常群) と SAS 患者の男性 1 名 (SAS) を対象に検討を行った。

舌骨の位置及び呼吸に関連する筋肉として、舌骨上筋 (顎二腹筋) と斜角筋を選び、表面筋電位を採得した。なお、頸部筋の表面筋電位は小さく検出が困難なため、宮崎大学工学部において開発した表面筋電位測定装置 (サ



図6. 頸部筋の表面筋電位測定

(3) 結果

ピーク周波数とピークスペクトルの比較

健常群において、覚醒時のピーク周波数の平均は 166.8Hz、睡眠時のピーク周波数の平均は 116.5Hz で、ピーク周波数、ピークスペクトルともに睡眠時で覚醒時より低いことが示された (図 7, 8)。

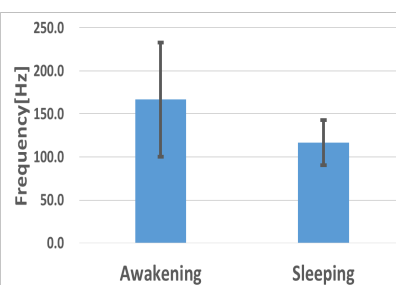


図7. 周波数による比較

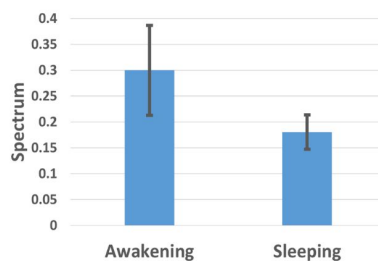


図8. ピークスペクトルによる比較

呼吸のピークスペクトルの比較

ウェーブレット変換後の呼吸のピークスペクトルから、縦軸を顎二腹筋、横軸を斜角筋として散布図を作成した(図9)。SAS患者では顎二腹筋、斜角筋ともピークスペクトルが低いことが示された(表2)。

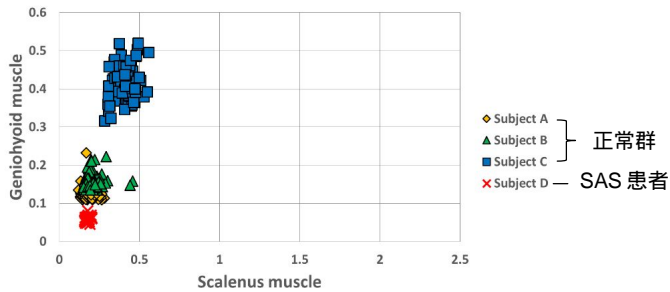


図9. 頸部筋の周波数分布

	N1[%]	N2[%]	N3[%]
Subject A	9.52	76.19	14.29
Subject B	4.55	72.73	22.73
Subject C	9.52	71.43	19.05
Subject D	14.29	85.71	0.00

表2. 被験者の睡眠ステージの割合(10分間)

(4) 考察と結論

周波数とピークスペクトルは睡眠時に低下することが示された。

睡眠時は覚醒時に比べスペクトルの傾きが大きいことが示された。

SAS患者では睡眠時の舌骨上筋と斜角筋活動が低い可能性が示唆された。

[テーマ3]最大エントロピー法を用いた睡眠段階の自動解析システムの検討

(1) 目的

携帯型機能制御装置の開発を行うには、脳波を用いた睡眠深度の判定が必要であるが、睡眠ステージの判定は polysomnography (PSG) による脳波、眼球電図、筋電図を視覚的に判定する睡眠段階判定法が一般的である。そこで、脳波導出が可能な携帯型機器開発の準備段階として、睡眠時の脳波の指数スペクトルの傾き(Trend)を調べ、睡眠段階との関連性を検討した。

(2) 対照と方法

小下顎を伴う上顎前突患者7例の PSG データから睡眠認定検査技師の視覚判定により、R & K 国際基準に基づき、30秒1エポック単位で Non-REM Stage 1, 2, 3, 4 と REM、および Wake の five-stage に分類した。また、同じ PSG データから脳波 1Ch(C3-A2)の時系列データを MemCalc/Win データをテキスト変換し、MemCalc によるスペクトル解析を行い、

技師の判定と同じ開始時刻と終了時刻を使用して 30 秒ごとにスペクトルの傾き (Trend) を算出した。判定結果は技師によって差があるため、技師3名の判定が一致していた睡眠ステージを正しいステージと仮定し、このステージごとに Spectral Trend の平均値を算出した。

(3) 結果

睡眠段階ごとにスペクトルの傾きの平均値をプロットすると WAKE、REM、Non-REM Stage1 ~ 4の順に Spectral Trend の値が低下していた(図10)。視覚判定と trend から算出した睡眠ステージとの一致率は Stage 1 で 64%、Stage 3, 4 の深睡眠では 90% を超え、全体でも 80% を超えていた。

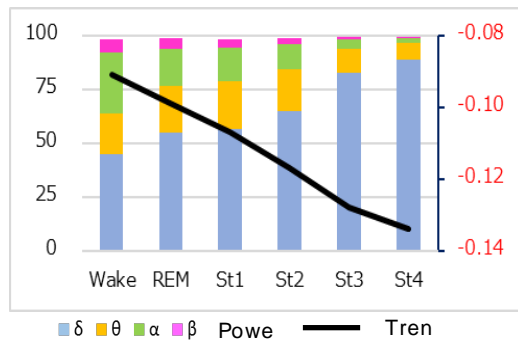


図10. 脳波パワーの分布とトレンドとの関係

(4) 考察とまとめ

Spectral Trend を睡眠深度の自動判定に使用できる可能性が示唆された。

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 3 件)

Nagata J, Igawa K, Nukumizu K, Sakoda S, Yamashita Y.: Orthodontic treatment of a traumatically intruded and ankylosed permanent tooth with surgical corticotomy. *Pediatr Oral Maxillofac Surg* 26(3), 117-126, 2017. [査読有]

Ito K, Sao H, Nagamatsu T, Nagata J, Takada K.: Formulation of diagnostic expertise in oral health care and its application to clinical education. *HCI International* 532-539, 2017. [査読有]

Kajii TS, Takamura Y, Hata S, Nukumizu K 他 4 名: Prevalence of Maxillary Lateral Incisors and Eruptive Direction of Maxillary Canine in Japanese Unilateral Cleft Lip and Alveolus and Unilateral Cleft Lip and Palate Patients. *J Dent & Oral Disord* 2, 1045-51, 2016. [査読有]

[学会発表](計 5 件)

山下善弘, 永田順子: 特別講演, 宮崎大学医学部附属病院における口唇口蓋裂・先天異常の集学的治療. 第 61 回西日本歯科矯正

学会，福岡市，2018.07.01

馬場園恵、山下義弘、永田順子、近藤雄大、田中太邦、長井健太郎、上村洋平、甲斐真貴子、荒木彩：小児患者に対する周術期口腔ケアの取り組み．第34回日本口腔腫瘍学会総会・学術大会，横浜市，2016.01.21-22

永田順子：シンポジウム講演，小児の睡眠障害における医療連携-小児の睡眠障害における医療連携．第27回一般社団法人日本小児口腔外科学会総会・学術大会，宮崎市，2015.11.07

山下善弘、永田順子：特別講演，宮崎大学医学部附属病院における顎口腔領域先天異常疾患の口腔外科的治療について．第60回西日本歯科矯正学会，福岡市，2015.08.02

鈴木好乃、永田順子、井川加織、馬場園恵、近藤雄大、山下善弘：顎関節症患者に対する上下歯列接触癖（TCH）是正訓練の治療効果と歯科保健指導における歯科衛生士の役割．第12回日本口腔ケア学会・総会学術大会，下関市，2015.06.27-28

〔図書〕(計 1 件)

迫田隅男、永田順子、温水佳世子：CHAPTER 3-1 口のなかの機能の異常・病変？．3 - 1 舌のくせ（舌癖），3 - 2 嚥下障害．子どもの口と顎の異常・病変 何をみる？何をみる？何をしてはならない？．クインテッセンス出版，東京，2018年12月発刊予定

〔産業財産権〕

なし

〔その他〕

なし

6．研究組織

(1)研究代表者

温水 佳世子（NUKUMIZU，Kayoko）

宮崎大学・医学部・医員

研究者番号：20648117

(2)研究分担者

山下 善弘（YAMASHITA，Yoshihiro）

宮崎大学・医学部・教授

研究者番号：30254634

永田 順子（NAGATA，Junko）

宮崎大学・医学部・講師

研究者番号：50264429

井川 加織（IGAWA，Kaori）

宮崎大学・医学部・助教

研究者番号：90423722

小泉 淳一（KOIZUMI，Junichi）

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：00150334

（平成29年度より削除）

(3)連携研究者
なし

(4)研究協力者
なし