

学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

小島 弘充

論文題目

ガム咀嚼時の咀嚼周期の違いが前頭前野の活動性におよぼす影響：機能的近赤外分光法による検討

I. 緒言

運動がメタボリックシンドロームの防止など身体機能の改善だけでなく、脳機能の改善にも役立つ可能性のあることが、研究者の関心を集めている。

歯科領域では、ポジトロン断層法(PET)、あるいは機能的核磁気共鳴画像法(fMRI)を用いたガム咀嚼運動時の脳活動の観察により、運動野、島、小脳、あるいは視床に脳活動に伴う血流の増加が確認されている。また、ガム咀嚼運動は、学習や記憶などの高次脳機能に関連する前頭前野の血流を増加させ、認知機能を向上させることも報告されている。したがって、ガム咀嚼運動を利用して前頭前野の血流を効率良く増加させることが出来れば、認知機能をさらに向上させることに繋がると考える。

現在まで、ガム咀嚼運動時の脳活動を検討した報告は、ガム咀嚼時間を非常に短く設定した研究と、両側の前頭前野に対してそれぞれ1チャンネルのみ配置し測定した研究のみである。そのため、前頭前野全体における活動状況については十分解明されていないのが現状である。そこで、本研究では、機能的近赤外分光法(fNIRS)を用いてガム咀嚼運動を行った際の前頭前野全体における基本的な活動状況を把握し、前頭前野の活動を増加させるための条件を検索することとした。

II. 対象および方法

1. 被験者

被験者は、顎口腔機能に異常を認めず、利き手および習慣性咀嚼側が右

側の健常有歯顎者 16 名 (男性 11 名、女性 5 名、平均年齢 29.6 ± 4.5 歳) とした。また、その他の選択条件として、第 3 大臼歯以外に歯の欠損を認めない者、ガム咀嚼運動により顎関節および咀嚼筋に疼痛を自覚しない者、神経学的または精神医学的に障害の既往がない者とした。なお、本研究は、愛知学院大学歯学部倫理委員会の承認 (承認番号: 135) を得て実施した。

2. ガム咀嚼の課題および試料

ガム咀嚼の課題は、任意の咀嚼周期で行う自由ガム咀嚼運動、習慣性咀嚼側での咀嚼周期が 1 Hz および 2 Hz のガム咀嚼運動とした。なお、ガムを咀嚼する際の咀嚼周期は、メトロノームを用いて規制した。また、咀嚼試料は、大きさが $10\text{mm} \times 20\text{mm} \times 3\text{mm}$ に成形された無味・無臭のガム (ミディアムタイプ・ガムベース: 株式会社 ロッテ、東京) を用いた。

3. 機能的近赤外分光法 (fNIRS) 測定システム

脳活動に伴い変化する酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) の測定には、2 つの近赤外光の波長 (695nm および 830nm) を用いた多チャンネル fNIRS 測定システム (ETG-4000: 株式会社 日立メデイコ、東京) と、これに付属する 22 チャンネルのプロープを用いた。測定用のプロープは、照射部と検出部の距離が 3 cm、光ファイバーの配列は 3×11 のものを使用した。プロープは、前頭前野領域を対象として、プロープ最下列が脳波測定時に利用される T3-Fpz-T4 (国際 10-20 システム基準点) のラインと一致するように配置し、バーチャル・レジストレーション法を用いて各チャンネルと脳の解剖

学的部位の対応関係を同定した。なお、測定対象とした 22 チャンネルのプローブに対する解剖学的脳部位は、上前頭回 (Ch2、Ch3、Ch7、Ch12、Ch16、Ch21)、中前頭回 (Ch1、Ch4、Ch5、Ch6、Ch8、Ch9、Ch10、Ch11、Ch13、Ch15、Ch17、Ch20、Ch22)、下前頭回 (Ch14、Ch18、Ch19) である。

4. 脳活動の測定とタイムスケジュール

脳活動の測定のタイムスケジュールは、5 分間の安静ののち、課題である自由ガム咀嚼運動、1 Hz ガム咀嚼運動あるいは 2 Hz ガム咀嚼運動を 1 回ずつランダムに行わせ、最後に 5 分間の安静をとり測定を終了した。また、前頭前野に位置する 22 チャンネルからサンプリングタイム 0.1 秒にて得られた oxy-Hb を分析の対象として用いた。

5. データの分析

1) fNIRS データの性差

fNIRS 測定により得られたデータに性差が存在する場合、前頭前野の活動性について男女に分けて検討する必要がある。そこで先ず、得られた fNIRS データに性差があるか否かを自由ガム咀嚼運動により得られたデータを基に検討した。検討に先立ち、ガム咀嚼運動を行う直前の安静時およびガム咀嚼時のそれぞれ 1 分間における oxy-Hb の平均値 (oxy-Hb 値) を求めた。次に、ガム咀嚼時の値から安静時の値を減じて oxy-Hb の変化量 (oxy-Hb 変化量) をチャンネルごとに算出した。統計学的検討として、oxy-Hb 変化量を男女に分け、チャンネルごとに t 検定を行い性差の有無を

検討した。

2) ガム咀嚼運動時における前頭前野の活動状況

自由ガム咀嚼運動時、1 Hz ガム咀嚼運動時および2 Hz ガム咀嚼運動時の前頭前野における oxy-Hb の増加あるいは減少の程度を把握するために、それぞれ oxy-Hb 変化量を求めた。また、統計学的検討として、各ガム咀嚼運動時における前頭前野の活動状況を把握するため、安静時およびガム咀嚼時の oxy-Hb 値を Paired t-test を用いてチャンネルごとに探索的検討を行った。

3) ガム咀嚼運動時の周期の違いによる前頭前野の活動状況の差異

ガム咀嚼運動時の咀嚼条件の違いによる前頭前野の基本的な活動状況の把握だけでなく、ガム咀嚼運動時の速度の違いのみにより前頭前野の活動状況に差異が生じるか否かについても検討した。統計学検討として、1 Hz ガム咀嚼運動時と2 Hz ガム咀嚼運動時の oxy-Hb 変化量を Paired t-test を用いて p 値を算出し、ボンフェローニ調整により多重比較補正を行い、差異を有する脳部位を同定した。なお、上記の分析についての統計学的有意性は、すべて有意水準5%で判断した。

III. 結果

1. fNIRS データの性差

男女別に求めた自由ガム咀嚼運動時における oxy-Hb 変化量をチャンネルごとに t 検定により比較した。その結果、有意差を示したチャンネルはみ

られなかった。そのため、以下の分析は性差を考慮せずに行った。

2. 自由ガム咀嚼運動時における前頭前野の活動状況

自由ガム咀嚼運動は、被験者任意の周期で運動を行わせた。そこで、どの程度の咀嚼周期なのかを把握するために、実験者が目視により課題遂行中(1分間)の咀嚼周期を算出した。その結果、被験者の咀嚼周期は平均で1.2Hzであった。また、自由ガム咀嚼運動により、対象とした22チャンネルすべてのoxy-Hb変化量は減少した。さらに、自由ガム咀嚼運動時にoxy-Hb値が有意に減少したチャンネルは、Ch1、Ch2、Ch5-Ch13、Ch15-Ch17、Ch19-Ch21の17チャンネルであった。

3. 1 Hz ガム咀嚼運動時における前頭前野の活動状況

1 Hz ガム咀嚼運動により、oxy-Hb変化量が増加したチャンネルは、Ch14、Ch17、Ch18の3チャンネルであり、その他の19チャンネルは減少した。また、1 Hz ガム咀嚼運動時にoxy-Hb値が有意に減少したチャンネルは、Ch2-Ch4、Ch6-Ch8、Ch10-Ch13の10チャンネルであった。

4. 2 Hz ガム咀嚼運動時における前頭前野の活動状況

2 Hz ガム咀嚼運動により、oxy-Hb変化量が増加したチャンネルは、Ch5、Ch9、Ch10、Ch14、Ch15、Ch17-Ch19、Ch22の9チャンネルであり、その他の13チャンネルは減少した。また、2 Hz ガム咀嚼運動時にoxy-Hb値が有意に増加したチャンネルは、Ch5、Ch14、Ch18の3チャンネルであり、有意に減少したチャンネルは、Ch2、Ch3、Ch6-Ch8、Ch11、Ch12の7チャンネル

であった。

5. ガム咀嚼運動時の速度の違いによる前頭前野の活動状況の差異

1 Hz ガム咀嚼運動時と 2 Hz ガム咀嚼運動時の oxy-Hb 変化量を比較した結果、2 Hz ガム咀嚼運動時の oxy-Hb 変化量は、1 Hz ガム咀嚼運動時の oxy-Hb 変化量と比較して、Ch8 の 1 チャンネルにおいて有意に増加した。

IV. 結 論

本研究では、fNIRS を用いてガム咀嚼運動を行った際の前頭前野全体における基本的な活動状況を把握し、前頭前野の活動を増加させるための条件を探索するために、咀嚼周期を自由、1Hz および 2Hz に設定し検討を加え、以下の結論を得た。

1. 自由ガム咀嚼運動を行った際の前頭前野における活動に性差は認められなかった。

2. 自由ガム咀嚼運動により、活動が有意に減少した脳部位は、両側の上前頭回と中前頭回および右側の下前頭回であった。

3. 1 Hz ガム咀嚼運動により、活動が有意に減少した脳部位は、両側の上前頭回および中前頭回であった。

4. 2 Hz ガム咀嚼運動により、活動が有意に減少した脳部位は、両側の上前頭回および中前頭回であった。また、有意に増加した脳部位は、右側の中前頭回および両側の下前頭回であった。

5. ガム咀嚼運動時の運動周期を 1 Hz から 2 Hz に変更することにより、

(論文内容の要旨)

No.7.....

愛知学院大学

活動が有意に増加した脳部位は、2 Hz ガム咀嚼運動時の左側下前頭回であった。

6. ガム咀嚼運動により前頭前野の活動を増加させるためには、咀嚼周期を増すことが一つの条件になり得ることが示唆された。

平成28年 1月14日