

# 学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

杉本 恵里

論文題目 食物性状が大脳皮質の血流動態に及ぼす影響

緒言

食べる機能は生まれつき備わっているものではなく、新たな機能を獲得しながら発達していくものであり、出生直後から営まれる乳汁摂取に関連した動きのほとんどは原始反射によって行われる。この反射様の一体動作が、各器官で少しずつ分離して自分の意識によって動けるようになり、より複雑な摂食動作ができるように発達していく。子どもの摂食機能は、乳汁を吸うことから、食物をかみつぶして飲み込むことへと発達する。口蓋の前方部にある口蓋ヒダは、食物の性状を感知して、物性に応じた食物の処理運動が引き出され、舌運動の指標となる。離乳が開始されると、それまで哺乳により摂取していた乳汁とは異なる性状や大きさの食物を舌と口蓋前方部で認知し、それに応じた摂食嚥下に関連する諸筋の運動を制御する過程において、大脳の活動領域が変化することが予想される。

そこで触点が多く集まり、捕食時の食物性状や大きさの認知に有利であると考えられている口蓋の前方部で、異なる性状の食物を舌で押しつぶさせ、舌と口蓋前方部で認知した際の脳の活性部位の違いを、大脳皮質の脳血流動態を比較検討することを目的に実験を行った。

研究1では、異なる性状の食物を押しつぶした際の口腔内での感覚の違いを検討することを目的にアンケート調査を行い、研究2では、異なる性状の食物を押しつぶした際の脳血流動態を分析し、食物性状の違いが脳活動にどのように影響するかを検討した。

## 対象と方法

### 1) 研究1

対象は、摂食嚥下障害の訴えがない機能正常咬合を有する右利き成人男性 22 名 (平均年齢:  $27.0 \pm 4.2$  歳) とした。脳血流動態の計測には、光トポグラフィー装置とこれに付属する 52 チャンネルプローブを用いた。

常温の試料でそのままの硬さのものを固形群、ミキサーで 25 秒間攪拌し、ペースト状に調整したものをペースト群として、それぞれを 1 回に 4 g ずつ捕食させた。

タスクは試料を 10 秒間舌尖部と口蓋前方部にて押しつぶす動作を 1 回行った後に、80 秒間のレストを設け、その間に自由嚥下させた。測定は、固形群およびペースト群それぞれ 5 回ずつ行った。同日に固形およびペースト試料の測定を行い、実験順序はランダムになるように行った。

実験終了後にアンケートを行った。アンケート内容は、①固形とペーストどちらの食物が気になったか (捕食した際、より意識した試料を選択するように指示した)、②固形とペーストをそれぞれ捕食した際の味、食物の性状 (それぞれの性状を捕食した際にどの程度意識したか)、食べやすさ、の計 3 項目とした。それぞれの問いは、5 段階で評価項目を設け、当てはまる項目に印を記載させた。また、自由記載欄も設けた。

統計学的検討は $\chi^2$ 検定を用いて行い、統計学的有意水準は5%に設定した。

研究に先立ち、全ての被験者に対して研究の主旨を説明し、研究に参加することの同意を得た上で行った。

本研究は、本学歯学部倫理委員会の承認（承認番号：548）を得て実施した。

## 2) 研究2

研究1の被験者のうちタスクの指示が実施できていなかった被験者12名を除外した10名（平均年齢：27.0±2.8歳）を対象とした。

研究1のタスクを行なった際にfNIRSから得られた固形群、ペースト群の酸素化ヘモグロビン（oxygenated hemoglobin 以下oxy-Hb）のデータをそれぞれ加算平均した後、本研究ではタスク中の筋収縮による特異的なノイズの除去を目的に主成分分析を行った。そして、チャンネルごとにタスク開始前の5秒間のデータの平均値（レストデータ）と10秒間の押しつぶしタスク後半5秒間のデータの平均値（タスクデータ）をそれぞれ求め比較した。また、固形群、ペースト群間の比較には、タスクデータからレストデータを減じたoxy-Hbの変化量をチャンネルごとに算出し行った。統計処理にはPaired t-testを用いた。多重比較法としてボンフェローニ補正を用いて比較検討した。統計学的有意水準は5%とした。

結果

1) 研究1

アンケート項目①

ペーストが気になると回答した被験者は14名で、固形が気になる者は8名であった。

アンケート項目②

性状について、ペーストが気になる、どちらかといえば気になると回答した被験者は12名(55%)、固形が気になる、どちらかといえば気になると回答した被験者は4名(18%)で、ペーストが有意( $P < 0.05$ )に多かった。

味について、ペーストがとてもおいしい、どちらかといえばおいしいと回答した被験者は10名(45%)、固形がとてもおいしい、どちらかといえばおいしいと回答した被験者は13名(59%)であった。

食べやすさについて、ペーストが食べやすい、どちらかといえば食べやすいと回答した被験者は12名(55%)、固形が食べやすい、どちらかといえば食べやすいと回答した被験者は14名(64%)であった。

なお、味と食べやすさについては、有意差を認めなかった。

実験後の感想(自由記載)では、ペーストの方が甘く感じたと記載した被験者は8名であったが、固形を甘く感じたと記載した被験者は1名のみであった。

## 2) 研究2

レスト時に比べタスク時で oxy-Hb が有意に増加したチャンネルは、固形群では、両側中心後回 (CH12 CH31)、両側上側頭回 (CH22 CH32 CH41)、右側中心前回 (CH23)、左側下前頭回弁蓋部 (CH30)、左側下前頭回三角部 (CH40)、両側中側頭回 (CH42 CH43)、左側側頭極 (CH51) であった。

ペースト群では、上述の部位に加え、左側中心後回 (CH20)、左側縁上回 (CH21)、右側上側頭回 (CH33 CH44)、左側下前頭回眼窩部 (CH50)、左側中側頭回 (CH52) であった。

レスト時からタスク時での oxy-Hb の変化量は固形群とペースト群間ですべてのチャンネルにおいて有意な差がなかった。

### 考察

研究1より同じ食物でもペーストの性状の方が意識することが明らかとなった。また、自由記載の内容から、同一食物であってもペーストの性状の方がより甘味を感じていることが読み取れた。食物の硬度や粘性値が高くなるほど、その力学的性質から化学成分の口腔内への拡散が遅くなり、味覚やにおいの感覚強度は低くなる。このことから、今回の実験ではペースト状の食物の方が押しつぶした際に固形状の食物より口腔内で早く広がるため、触覚や味覚信号が多くを受容器を介して伝達された結果であると考えられる。

研究2では、両群共に oxy-Hb が有意に増加したチャンネルのうち、中心

後回は体の各部位から体性感覚の入力を受け取る領域であり、機能的な分類では一次体性感覚野と呼ばれる。中心前回は、中心溝を挟んで中心後回と接しており、機能的な分類では一次運動野であり、前運動野と共同して運動の計画、実行を行う領域である。一次体性感覚野と一次運動野を合わせた感覚運動野は、随意運動の制御に密接に関連している。感覚情報は、三叉神経によって大脳皮質の一次体性感覚野に伝えられ、その情報は解析されて一次体性感覚野に送られ、嚥下運動を調節、修飾することより、ゼリーの感覚情報が解析され、押しつぶし運動を調節、修飾したと考える。

さらに側頭極は、意味記憶や物体認知に影響を及ぼし視覚的記憶を担う領域である。今回の研究では、市販されているゼリーを試料として使用したため、被験者は試料が今まで経験した硬さ、味、風味であったかを確認し、想起することによって活性化すると推測される。

本研究では嚥下運動を行っていないにも関わらず、主に味覚野や感覚野に関連する領域を含め運動野の活性が認められた。このことから、捕食と食物の口腔内保持が運動野に関する脳部位の活性と関連している可能性が考えられた。ペースト群のみで有意に増加したチャンネルは、左側下前頭回眼窩部のほか5チャンネルであった。fMRIを用いた味覚野の同定に関する研究では、島と前頭弁蓋部が一次味覚野、眼窩前頭皮質が二次味覚野であると報告されている。今回の結果では、ペースト群のみで下前頭回眼窩部の血流が増加しているが、ペースト群のみで活性化したという点につい

では、前述の通り固形試料よりもペースト試料の方が舌で押しつぶした際に口腔内で広がりやすいため、ペースト群のみで味覚野がより活性化した可能性がある。また、縁上回は言語に関係すると言われており、視覚による単語認知に関与する領域である。本研究では、タスクをボードに書いた文字で指示を出しているため、この領域が活性化した可能性があるが、さらなる検討が必要であると考えます。

今回の実験は、舌による押しつぶしを行なった際の大脳皮質の活性化部位を脳血流動態にて評価したが、ペースト群は固形群より血流量が有意に増加したチャンネルが多く、脳活動がより活性化していた。

#### 結論

異なる食物性状の食物を舌で押しつぶさせ、舌と口蓋前方部で認知した際の脳の活性部位の違いを把握するため、fNIRS を用いて比較検討を行なった結果、レスト時に比べタスク時で脳血流量が有意に増加したチャンネルは、固形群では、両側中心後回 (CH12 CH31)、両側上側頭回 (CH22 CH32 CH41)、右側中心前回 (CH23)、左側下前頭回弁蓋部 (CH30)、左側下前頭回三角部 (CH40)、両側中側頭回 (CH42 CH43)、左側側頭極 (CH51) であった。

ペースト群では、固形群の部位に加え、左側中心後回 (CH20)、左側縁上回 (CH21)、右側上側頭回 (CH33 CH44)、左側下前頭回眼窩部 (CH50)、左側中側頭回 (CH52) であった。



(論文内容の要旨)

No. 8

愛知学院大学

レスト時からタスク時での脳血流の変化量はペースト群と固形群間で有意な差を認めなかった。