

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500982

研究課題名(和文)咀嚼を考慮した欠食と認知機能の関連性の検討

研究課題名(英文)Effect of breakfast on cerebral blood flow in the temporal region during a facial memory task

研究代表者

澤井 明香(sawai, asuka)

神奈川工科大学・応用バイオ科学部・准教授

研究者番号：00454330

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では咀嚼の異なる食事が生体に及ぼす影響について顔認知課題回答時の脳血流動態に着目して調べた。エネルギー量と三大栄養素比率を統一した固形食・流動食・固形食と同数の咀嚼をした流動食、欠食、糖質100%飲料の5種類を摂取し、顔認知課題を回答した。回答時間は欠食が最長であった。酸化Hbは欠食が最も高く、糖質流動食、流動食、咀嚼有流動食、固形食の順に低く安静時も回答時も同様であり、咀嚼し摂取した流動食は固形食と流動食の中間的な脳血流動態を示した。また、子どもや高齢者の日常的な咀嚼能力を表すデータが少ないため、複数の簡易咀嚼能力検査を実施し、特にグミゼリー法による咀嚼評価が優れていることがわかった。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research was to investigate the influence of breakfast on cerebral blood flow during a facial memory task. University students were measured with fNIRS. Each student ate a breakfast of liquid food (glucose 100%), liquid food (protein: carbohydrates: fat ratio =13:27:60), or solid food, each controlled at 700 kcal of energy, before the test. The subjects wore fNIRS of their head, and the test was undertaken after resting following ingestion of the breakfast. The task was to memorize the picture of one face and search for that face among 56 faces. The concentration of oxyhemoglobin in the subjects who skipped breakfast was the highest, and it decreased in the order of glucose 100%, liquid food, and solid food. We tried to apply objective evaluation method for masticatory ability to the preschool children, elementary school children, aged people and discussed its utility and problems. The test gummy jelly might be useful for them.

研究分野：臨床栄養学

キーワード：咀嚼 脳血流 認知機能 顔認知 咀嚼能力 評価 グミゼリー

1. 研究開始当初の背景

朝食欠食率の増加が知られている。我々は欠食日と摂取日の比較において、精神課題（暗算、ストループ試験、顔再認）の成績、自律神経活性や脳血流、心拍数等の循環動態の変動の違い、3種課題では顔認知課題が影響を受け易いことを報告した。また小学生の調査では主食主菜副菜の揃った朝食摂取者は全体の4割程度であり、牛乳や栄養補助食品の飲用のみの者も観察された。単品の摂取や栄養価は充足していても補助食品を利用した場合、固形食の摂取とは何が異なるのかを調べる必要があると思われる。一方、咀嚼は食物の粉碎や唾液との混合による食塊の形成の他にも脳や神経への刺激が生じ、これらが健康維持や増進に繋がると考えられている。また近年では咀嚼能力を日常生活で客観評価する検査法が開発され、その幾つかは実用化された。しかし食品栄養分野ではこれら検査法の活用には至っておらず、その背景に評価が必要な年代の咀嚼能力の情報が不十分な点にあると考える。

2. 研究の目的

本研究は欠食や様々な食事が認知機能（特に顔認知）に及ぼす影響を、咀嚼の面を考慮して検討する。その際には、咀嚼能力の情報が不足する年代（子どもや高齢者）の簡易咀嚼評価の測定値も得ることを目的とし、咀嚼を考慮した様々な朝食（無咀嚼食品（栄養飲料）、固形食）欠食が、精神活動（顔認知）課題回答時の脳血流に及ぼす影響を f-NIRS や代謝測定器を用いて調べた。

3. 研究の方法

(1) 簡易咀嚼検査法による子どもと高齢者福祉施設利用者の咀嚼能力の評価

幼児、小学生、高齢者に対して咀嚼能力の簡易評価を行った。評価法には、検査用グミゼリーを用い30回グミを咀嚼した後の吐出片を、目視スコアにより評価したもの（目視スコア法）、グミを試験水に溶かし、溶出した

グルコース濃度を評価したもの（グルコース法）、オクルーザルフォースメータによる咬合力検査、「山本らの総義歯の性能判定表」、「平井らの摂取可能食品アンケート表」を使用した。有意水準を危険率5%とした。

(1) - 「幼児の咀嚼能力の評価」

幼稚園の5歳児89名と6歳児83名を目視スコア法と簡易咬合計で評価した。目視スコア法は通常1つのスコア値を用いるが、本対象者はグミ咬断片の大きさが不揃いで、1つでは判定が困難なため、咬断片を大小2群に分類し大小スコアの平均値を判定に用いた。咬合力は両側第一乳臼歯にて測定した。

(1) - 「児童の咀嚼能力の評価」

「検査用グミゼリーを用いたグルコース法による児童の咀嚼能率の評価」

愛知県内の小学校6年生2学級を介入学級（39名）と対照学級（38名）に分け、グルコース法と第一大臼歯の簡易咬合計測定で評価し、検査の前後では質問紙調査も実施した。検査後、介入クラスは、硬質ガムを用いた1カ月間の咀嚼訓練を実施した。

(1) - 「児童を対象とした検査用グミゼリーの目視による咀嚼能力の評価と教育」

千葉県内の小学校5年生72名を対象に、45分間の授業で、目視スコア法による評価と吐出片の観察を児童と教員が別々に行い、両者を比較した。最大咬合力の測定は、左右第一大臼歯を各々3回ずつ実施した。

(1) - 「検査用グミゼリーを用いた児童の咀嚼能力の学年比較と咀嚼訓練の効果」

愛知県内の小学校4年生1学級（30名、男子13名、女子17名）を目視スコア法で評価し一日2回各10分間、訓練用ガムを用いた咀嚼訓練を1か月間実施し、6年生（39名、男子18名、女子21名）(1) - と比較した。

(1) - 「高齢者の咀嚼能力の評価」

「通所高齢者福祉施設を対象として検査用グミゼリーを用いた咀嚼能力測定」

通所介護施設の高齢者37名（男性14名、女

性 23 名, 平均 85.1 歳) に溶出グルコース量の評価と簡易咬合力計, アンケート調査, 唾液分泌量を比較した。

・「高齢者に対する検査用グミゼリーの全量と半量による咀嚼能力測定について」の検査でグミを咬断できない者が生じたため, 半量のグミによる検査を施行した。高齢者 45 名 (男性 18 名, 女性 27 名, 平均 84.3 ± 7.5 歳) に現行のグミと 2 分割した半量グミにてグルコース濃度と目視スコアにより測定した。質問紙の調査も実施した。

・「デイサービスセンター利用高齢者の介護認定度と各種咀嚼能力検査の検討」神奈川県を通所高齢者福祉施設の利用者 46 名に介護認定度を調査したのち, 調査票による評価, グルコース溶出量検査, 咬断片状況の目視スコア評価, 唾液分泌量検査(5 分間), 残存歯の調査を実施した。

2) 欠食下, 低咀嚼食品摂取下, 高咀嚼食品摂取下の精神活動時の生体への影響
大学生に対して欠食, 糖質食 (100% グルコース), 流動食(咀嚼有), 流動食(咀嚼なし), 固形食を提供し, 脳血流計 (f-NIRS (ETG7100)) で脳血流の動態脳血や課題成績を比較した。流動食および固形食の栄養比率は, PFC 比: 13:27:60 であり, 全ての食事は 700kcal に統一し, 流動食の咀嚼回数は固形食と同回数とした。

食事内容の違いが「顔再認知 (記憶と選択)」課題回答時の脳流に及ぼす影響
男子大学生 28 名に一枚の顔写真を 30 秒間提示し記憶させ, 56 名の顔写真から記憶した写真を選ぶ顔再認試験を行い, 両側頭部の脳血流中の酸化ヘモグロビン (HbO₂) と還元型ヘモグロビン (Hb) の変化量を 0.1 秒ごとに測定した。顔写真毎に平均値を算出し, 重回帰分析を行った。

様々な朝食の摂取下における「相手の視線」が脳血流に及ぼす影響

男子学生 19 名に以下の課題を回答させた。

(1) (2) (3) (2) (1) (4) (4) (1) (2)
(2)の順にスクリーン表示し 1 ブロックとした。

- (1) 安静(画像なし)
- (2) 顔写真(瞳が外側)
- (3) 顔写真(瞳が正面)
- (4) モザイク画像



顔写真を 4 人分用いて 4 ブロック作成し, これを 1 セットとしたものを 10 回繰り返し, 暗室にてスクリーンに表示した。

測定値を課題の序盤, 中盤, 終盤で分け, 画像 1 枚 (タスク) ごとの平均値を算出し, 摂取した朝食の種類ごとに検定を行った。

4. 研究成果

(1) - 「幼児の咀嚼能力の評価」

咀嚼能力の平均スコア値は, 5 歳児 (4.2 ± 1.88) が 6 歳児 (4.7 ± 0.75) よりも有意に低値を示した。最大咬合力は 5 歳児 (0.167kN) が 6 歳児 (0.126kN) よりも有意に高値を示した。大小 2 群の咬断片の平均で咀嚼能力を評価する方法は, 咬断状況が均一でない幼児に有用と思われた。

(1) - 「児童の咀嚼能力の評価」

「検査用グミゼリーを用いたグルコース法による児童の咀嚼能率の評価」

授業前のグルコース溶出量は両群に有意差はなかったが, 咀嚼訓練後は介入学級で有意に上昇した。咬合力は訓練前後で有意差はなかった。質問紙の結果は, 介入学級は咀嚼への関心に上昇傾向がみられた。グルコース法は, 児童の咀嚼訓練前後の咀嚼能率の変動を捉えることができ, 咀嚼能率が低い児童が成人スコアでは 3 割程存在した。グミゼリー法の活用で子どもの咀嚼能力の簡易評価が可能になることが示唆された。

(1) - 「児童の検査用グミゼリーを用いた目視による咀嚼能力の評価と教育」

グミゼリーを全く噛み切れない児童が 12.5% 存在した。目視スコアは, 児童の自己評価と教員の評価では児童が有意に高値を示し自己評価の高さが現れた。咀嚼への関心

は、授業前は5段階評価で平均値2.9が、授業後では4.0に有意に上昇した。最大咬合力は、右側が0.19kN、左側が0.17kNを示し左右差はなかった。検査用グミゼリーの目視スコア法の活用で小学校の授業時間内で咀嚼能率の評価が行え、検査体験で咀嚼に対する関心が高まった。

1) -2 「児童の検査用グミゼリーを用いた咀嚼能力の学年比較と咀嚼訓練の効果」

4年生のグルコース濃度は、訓練前は約191.6mg/dl、訓練後は約321.4mg/dlであり、有意に上昇し、上昇率(訓練後/訓練前)は約1.68倍となった。調査票による咀嚼の意識の高さは、3.1点から4.8点へ有意に増加した。

6年生のグルコース濃度(訓練前:279mg/dl、訓練後:407.1mg/dl、上昇率:1.46)との比較では、4年生よりも訓練前で有意に高値を示し成長に伴う咀嚼能力の向上が推察された。訓練後の上昇率は4年生が高く、意識調査も6年生(訓練前2.7点、後4.2点)よりも高値を示し、4年生の方が訓練の影響を受けやすいと考えられた。

(1) - 「高齢者の咀嚼能力の評価」

「通所高齢者福祉施設を対象として検査用グミゼリーを用いた咀嚼能力測定」

検査用グミゼリー試験は短時間で検査の遂行が可能であり、咬合力と同程度の咀嚼能力測定の正確さを示し、介護度との間にも有意相関が示された。質問紙は殆どの対象者に質問者が付き添う必要があり時間を要し、理解力の低下がみられる対象者では主観が大きく反映されバイアスが増えた。唾液量の測定は適切な採取が困難であった。グミゼリーによる咀嚼検査は測定者の資格が制限されず、対象者の負担も少なく、ある程度の正確性を持つことが示唆された。

「高齢者に対する検査用グミゼリーの全量と半量による咀嚼能力測定について」

半量と全量のグミの間にはグルコース濃度も目視スコア法も有意相関がみられた。半

量グミは、グルコース溶出量は残存歯数や調査票と有意正相関がみられ、目視スコアは、山本らの判定表とのみ有意相関が得られた。全量グミは、グルコース溶出量は残存歯の本数、介護支援度と、その目視スコアは調査票と有意正相関を示した。以上より、全量グミで十分咀嚼能力の判定は可能であるが、全量では咬断できない被験者の場合は、半量グミが役立つと考えた。

「デイサービスセンター利用高齢者の介護認定度と各種簡易咀嚼能力検査」

介護認定度は、要支援1と2は各々1名と7名、要介護1~5は順次11名、18名、4名、4名、1名であった。質問紙調査は1件約10分、グミゼリー検査は約1分、唾液分泌検査は約5分、看護師による残存歯の調査は約2分を要した。質問紙調査は信憑性に疑問の残る解答が目立った。介護認定度はグミ検査のグルコース溶出濃度やスコア評価との間に有意な正の相関が認められた。全被験者の介護認定度を4群(A群:要支援1~2、B群:要介護1、C群:要介護2、D群:要介護3以上)に分類すると、グミゼリー検査の目視スコア評価では全ての群間で有意差が認められ、グルコース濃度はA群およびB群とD群との間に有意傾向がみられた。その他の咀嚼検査法では有意相関はなかった。グミゼリー法は、良好な精度と測定の簡便性を有し、臨床の現場での有用性が示唆された。

2) 「様々な形態の朝食が顔認知課題回答時の脳血流動態に及ぼす影響について」

食事内容の違いによる「顔の記憶」が脳流に及ぼす影響

血糖値は、欠食 流動食 固形食 糖質食の順に高くなり、呼吸商は欠食 流動食・固形食 糖質食の順に高値を示した。課題の成績や回答時間の平均値は、欠食で低値を示したが、有意差はなかった。

fNIRSは開始時の脳血流値を0値として変化量を測定する。安静状態ではHbO₂は開始点

より低下し負を示し安定する場合が多いが、欠食日は安静時でも HbO₂ が高値のまま持続し課題回答時でさらに上昇した。5 食の比較では、安静時が負のものは固形食や流動食(咀嚼有)であり、欠食は最も高値であり課題回答時も同様の傾向を示した。脳血流の変化の詳細は、糖質食と流動食(咀嚼無)は、安静時は欠食と類似して高値であったが、回答後は欠食のような上昇はみられず固形食や流動食(咀嚼有)に類似した。

Hb は、固形食や流動食(咀嚼有)で最も高く、欠食で最も低かった。課題回答時では固形食や流動食(咀嚼あり)はさらに上昇したが、欠食では殆ど変化がみられなかった。

欠食の HbO₂ の高値は糖の供給のための脳血流の亢進や交感神経の上昇によるもの、固形食の課題回答時の Hb の上昇は糖の代謝で酸素が利用されたためと推察する。また咀嚼の有無は、脳血流に影響を及ぼし、咀嚼有が無しよりも固形食の変動に類似した。これは咀嚼により被験者の覚醒状態が増したためと推察される。摂取した朝食の内容により、顔再認課題回答時の脳血流への影響が異なり、同じ栄養成分であっても咀嚼の有無で脳血流への影響の異なることが示唆された。

様々な朝食の摂取下における「相手の視線」が脳血流に及ぼす影響

脳血流の平均値は、脳の部位別にみると、どの朝食も左側頭部より右側頭部で、より反応がみられた。課題の序盤や中盤では、摂食日で Hb の高値と HbO₂ の低値、欠食日で Hb の低値と HbO₂ の高値が観察され、有意差がみられた。その有意差は、欠食と流動食よりも、欠食と固形食との比較でより多くの部位でみられた。課題の終盤では、HbO₂ の測定値は摂食日に高く、Hb は欠食日に高く有意差がみられた。つまり課題が終盤へ進むにつれ、摂食日と欠食日で HbO₂ と Hb 測定値の結果の逆転が観察された。顔写真の種類、顔写真とモザイク画像との差、瞳の向きには有意差は

みられなかった。以上より当課題では、摂取した朝食の内容で、写真を個別に識別して脳血流に異なる反応が生じるほどの影響はないが、欠食や栄養素が偏った食事では、動くものに対する反応が、栄養比率が適切な食事の摂取時とは異なることが考えられた。

5 . 主な発表論文等 (研究代表者には下線) 〔雑誌論文〕(計 5 件)

澤井 明香、工藤 典代、細山田 康恵、野首 孝祠、杉崎 幸子、吉牟田 陽子、安井 栄、検査用グミゼリーを用いた幼児の咀嚼能力の評価、日本咀嚼学会誌 2015、1-7、査読有

安井 栄、吉牟田 陽子、野首 孝祠、楠智恵、野首 文公子、山本 孝文、横田 和則、小野 高裕、澤井 明香、検査用グミゼリーとフルオート型測定装置による咀嚼能力測定法における適正な測定条件、日本口腔検査学会雑誌、6(1)、2014、8-14、査読有

澤井 明香、黒柳 令子、野首 孝祠、工藤 典代、吉牟田 陽子、安井 栄、検査用グミゼリーを用いた児童の咀嚼能力の評価、日本咀嚼学会雑誌 23(2)、2013、69 - 74、査読有

工藤 典代、澤井 明香、黒柳 令子、小児の安静時唾液分泌量の検討、小児耳鼻咽喉科、35(1)、2014、17-20、査読有

澤井 明香、工藤 典代、細山田 康恵、黒柳 令子、野首孝祠、吉牟田 陽子、安井栄、管理栄養士養成課程における検査用グミゼリーを用いた咀嚼機能に関する教育への取り組み、日本咀嚼学会雑誌、22(1)、2012、44 - 51、査読有

〔学会発表〕(計 14 件)

Asuka Sawai, Satomi Ohmukai, Mayu Takahashi, Keiko Kato, Hitoshi Fujii, Hidenobu Takao. Effect of breakfast on cerebral blood flow in the temporal region during a facial memory task.

ACN2015,14-18 May 2015

Yokohama, Japan.

古屋 晴香、澤井 明香、藤井 仁、野首 孝祠、高齢者に対する検査用グミゼリーの全量と半量による咀嚼能力測定について、2014年9月、第25回日本咀嚼学会学術大会(静岡県立大学)

澤井 明香、藤井 仁、古屋 晴香、野首 孝祠、デイサービス利用高齢者の介護認定度と各種簡易咀嚼能力検査の検討、2014年9月、第25回日本咀嚼学会学術大会(静岡県立大学)

澤井 明香、岡本 裕子、工藤 典代、藤井仁、デイサービスセンター利用高齢者を対象とした検査用グミゼリーによる咀嚼能力の測定、2014年6月、第13回日本健康・栄養システム学会総会(東京)

澤井 明香、黒柳 令子、工藤 典代、野首 孝祠、検査用グミゼリーを用いた子どもの学年による咀嚼能力の比較、第67回日本栄養食糧学会大会、2013年5月 名古屋 吉牟田 陽子、安井 栄、楠 智恵、澤井 明香、工藤 典代、山本 孝文、野首 文公子、横田 和則、加登 聡、塚本 慎平、咀嚼能力評価法における検査用グミゼリーの新たな取り組み、第24回日本咀嚼学会、2013年10月、新潟大学

吉牟田 陽子、野首 孝祠、安井 栄、野首 文公子、横田 和載、澤井 明香、小野 高裕、前田 芳信、咀嚼能率スコア法を利用した一般歯科医院通院患者の咀嚼能力調査、第51回日本顎口腔機能学会、2013年10月、新潟大学

工藤 典代、澤井 明香、黒柳 令子、小児の安静時唾液分泌量 学年、性別による検討、小児耳鼻咽喉学会、2013年6月、前橋テルサ

安井 栄、吉牟田 陽子、野首 孝祠、楠 智恵、來田 百代、野首 文公子、澤井 明香、工藤 典代、池邊 一典、小野 高裕、

前田 芳信、横田 和則、加登 聡、山本 孝文、安井 康順、グミゼリーと視覚資料を用いた咀嚼能率スコア法の信頼性、第22回日本歯科医学会総会、2012年11月、大阪国際会議場

山本 孝文、安井 栄、吉牟田 陽子、野首 孝祠、澤井 明香、工藤 典代、新しい咀嚼能率スコア法の臨床活用について、第22回日本歯科医学会総会、2012年11月、大阪国際会議場

澤井 明香、工藤 典代、細山田 康恵、野首 孝祠、杉崎 幸子、吉牟田 陽子、安井 栄、検査用グミゼリーを用いた幼児の咀嚼能力の評価、第23回日本咀嚼学会総会、2012年10月

野首 孝祠、吉牟田 陽子、安井 栄、楠智恵、澤井 明香、工藤 典代、山本 孝文、野首 文公子、横田 和則、加登 聡、塚本 慎平、咀嚼能力評価法における検査用グミゼリーを用いた新たな取り組み、第23回 日本咀嚼学会総会、2012年

澤井 明香、工藤 典代、野首 孝祠、山内 好江、児童を対象とした検査用グミゼリーを用いた目視による咀嚼能力の評価と教育、第34回日本臨床栄養学会総会、47、2012年10月、都市センターホテル、東京 澤井 明香、黒柳 令子、工藤 典代、検査用グミゼリーを用いた児童の咀嚼能力の評価および食育、第59回日本栄養改善学会総会、2012年。

6. 研究組織

(1)研究代表者

澤井明香 (ASUKA SAWAI) 神奈川工科大学・応用バイオ科学部・准教授、研究者番号：00454330

(2)研究分担者 なし(3)連携研究者 なし