

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K10402

研究課題名(和文) 捕食およびフードプロセスの特徴解析から小児の食物窒息リスクを検証する

研究課題名(英文) Risk evaluation of food suffocation from feature analysis of food capturing and processing in children

研究代表者

中村 由紀 (Nakamura, Yuki)

新潟大学・医歯学系・准教授

研究者番号：70452779

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本申請研究では、小児期の食物窒息という社会の問題について、『窒息事故のリスク要因となり得る小児の摂食行動が食物認知からフードプロセスの過程にある』という仮説のもと、小児における捕食時の口唇閉鎖機能と呼吸パターンについて、成人との比較検討を行い小児期の特徴解明を進めてきた。本研究結果より、未就学児および小学校低学年の小児と成人とでは口唇閉鎖力およびスプーン操作に違いを認めた。食品の種類に応じて口唇圧の発現パターンを変化させた成人と比較して小児では食品による違いはみられなかった。口唇機能の発達・成熟を評価する際には、食物の多様性の重要性を考慮する必要性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
生涯を通じた口腔機能の獲得や維持・向上の重要性が社会的に認識され、小児期の口腔機能の客観的発達指標が臨床の診断や訓練に求められており、なかでも摂食機能の評価指標は食の安全を考える上で不可欠である。本研究の研究成果として報告された、食品の物性や量の違いが捕食時の口唇閉鎖機能や食具操作へ与える影響についての小児と成人との違いは、摂食機能の発達評価における新しい知見として、小児期における摂食機能の評価指標の確立の一助になると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Understanding the refinement of self-feeding skills is useful for the assessment of oral functional development in children. To determine normative data on lip closing during food intake in the development of independent spoon-feeding in normal children, we tested the hypothesis that lip-closing pressure and spoon operation differ depending on food type. Lip-closing force and spoon operation varied depending on food type in preschool and early elementary school children compared to adult. Our findings suggest the need to consider the importance of food diversity when assessing the development and maturation of lip function.

研究分野：小児歯科学

キーワード：摂食 捕食 発達

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2009年5月、食品による窒息事故の度重なる発生を受けて内閣府は「食品による窒息事故に関するワーキンググループ」を設置し、「窒息事故の実態の把握」「窒息の多い食品の把握」「窒息の要因分析」「海外における対応等の把握」の4つのテーマで分析評価が行われた。2010年6月に公表された報告書では、小児における窒息の要因は「歯列咬合の発育、摂食機能の発達といった要因が関連する」と述べられたが、具体的な指標を呈示するには至らなかった。さらにその後の5年間においても食品による窒息事故死は100件以上発生し、減少する傾向が認められなかったことから、消費者庁は2017年3月に再び注意喚起の資料を公表している。窒息事故の要因は複合的であること、また窒息のシナリオを想定した実験は基礎的な研究も含め倫理上の問題があることから、摂取許容値などを示すといった一般的なリスク評価が困難であることは否めない。一方で、生体側の要因に深く関わる摂食行動の基礎的データ収集・解析が小児では不十分であり、日常で指摘される摂食行動の問題点についても、十分な検討がなされているとは言い難い。

### 2. 研究の目的

小児期の食物窒息における摂食行動の問題点は、必ずしも摂食の咽頭期におけるものだけでなく、食物認知から捕食に相当する先行期および咀嚼等のフードプロセスや移送の過程における問題も経験上決して少なくない。申請者は予備実験等の結果を基に、『窒息のリスク要因となり得る小児の摂食行動が食物認知からフードプロセスの過程に存在している』と考え、経験的に日常場面で指摘される摂食の問題点と照らして、下記3つの仮説を立てた。

小児では成人と比較して、捕食時の口腔運動が視覚および触覚の情報に影響しやすい。

小児では成人と比較して、捕食時の呼吸様式は吸気の割合が優位である。

鼻閉・口呼吸に伴う捕食および咀嚼運動の変化が大きい。

本研究の目的は、この仮説の検証を通して、捕食からフードプロセスの過程における小児の口腔機能の特徴解析を行い、結果に立脚した食品の窒息事故を予防するための具体的な対応について検討することとした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 捕食時の口唇閉鎖機能と食具操作に関する解析

健康な小児15名(平均年齢6歳5か月)と若年成人男性20名(平均年齢24歳5か月)を対象とした。捕食の動作計測には、顔面・体幹・上肢・スプーンに反射マーカを貼付し、光学三次元動作解析装置(VICON: Vicon Motion Systems)を用いて記録を行った。動作計測と同期して、小型圧センサ(PSS-AE: 共和電業)を埋入したステンレス製スプーンを用い、捕食時の口唇閉鎖圧を計測しADコンバータにて記録を行った。被験食品は市販のヨーグルト(ブルガリアヨーグルトLB81: 明治)とクリームチーズ(キリ: ベルジャポン)それぞれ3, 5gとし、被験動作は被験食品を配したスプーンを保持した姿勢(初期姿勢)からの自由摂取とした。解析区間は初期姿勢から被験食品を捕食した後、口腔内に挿入されたスプーンを口腔外に引き抜くまでとし(図1)この区間におけるスプーンおよび頭部と体幹の三次元運動と捕食時口唇圧について小児と成人との比較検討を行った。解析項目は、口唇圧最大値、口唇圧作用時間、スプーン挿入時間およびスプーン・頭部・体幹の移動量とした。統計解析にはt検定およびMann-Whitney U検定を用い、有意水準は5%とした。

#### (2) 捕食時の呼吸パターンに関する解析

健康な小児10名(平均年齢9歳4か月)と若年成人22名(平均年齢25歳3か月)を対象とした。捕食の動作計測には、顔面・体幹・上肢・手指・食具に反射マーカを貼付し、光学三次元動作解析装置(VICON: Vicon Motion Systems)を用いて記録を行った。動作計測と同期して、胸郭周囲に装着したベルト式の歪みゲージトランスジューサ(AD Instruments)にて呼吸運動の記録を行った。被験食品および被験動作は、米飯5gとプリン5gのスプーン使用、素麺(汁に浸かったもの)5gのフォーク使用、ピーナツ1粒の手づかみでの自由摂取とした。食品が口腔内に入った時点を「捕食時」とし、解析項目は、捕食時呼吸相、捕食時とその前後の3つの呼吸サイクル時間および振幅の大きさとし、解析の有意水準は5%とした。

### 4. 研究成果

#### (1) 捕食時の口唇閉鎖機能と食具操作に関する解析

##### 若年成人

口唇閉鎖に伴って生じる陽圧については、食品の種類と量の間には有意な交互作用は見られず、粘着性の高いクリームチーズ摂取時の陽圧は、ヨーグルト摂取時の陽圧より有意に大きかった( $P < 0.001$ )。また、食品量が増加すると、食品の種類によらず、陽圧は有意に減少した( $P < 0.01$ )。

口唇閉鎖時に陽圧に先行して陰圧が認められたが、陰圧は粘着性食品のクリームチーズ摂取

時に多く出現し、ヨーグルト摂取時の陰圧は非常に小さいか、もしくは認められなかった。陰圧は食品の種類と量の間有意な交互作用を認めたため、食品の種類と量の主効果は限定的ではあるが、クリームチーズ摂取時の陰圧の方がヨーグルト摂取時の陰圧よりも有意に大きく、摂取量による違いはないと考えられた。

最大開口はスプーン挿入相で、閉口はスプーン引抜き相でみられた。口唇閉鎖に伴う陰圧・陽圧の発生、最大圧力の発生、圧力消失といったすべての圧力イベントは、スプーン引抜き相に出現した。食品量が増加するにつれて、陽圧と最大圧力の発生タイミングは、正規化された時間スケールでより遅れて現れた。

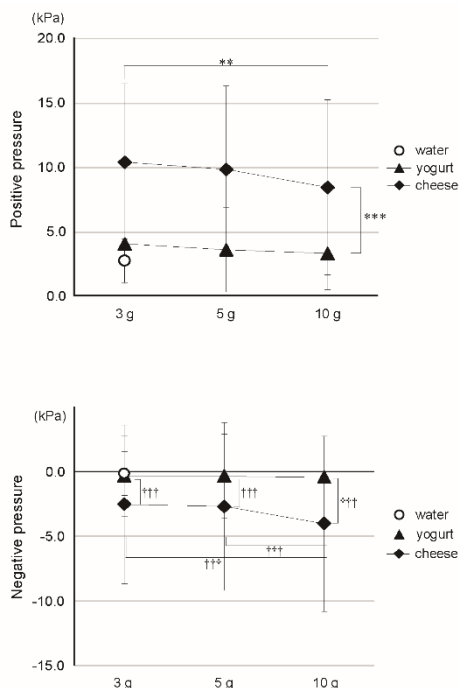


図1 口唇閉鎖圧（最大陽圧と最大陰圧）

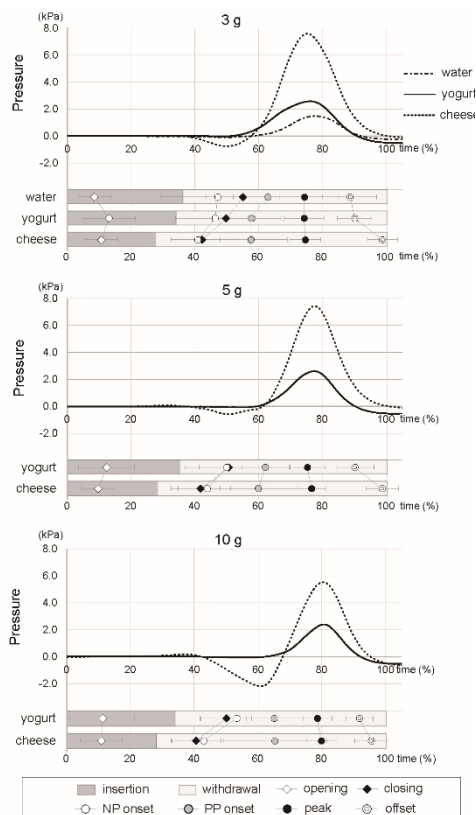


図2 口唇閉鎖圧の平均波形と捕食動作事象

### 小児

小児対象では、捕食時の口唇閉鎖圧は4つの波形を認めた。パターン1では、最初に陰圧が発生し、その後に陽圧が発生した。パターン2では、陽圧のみが発生し、パターン3では、陰圧のみが発生した。パターン4では、陽圧が先に発生し、その後に陰圧が発生した。パターン2が最も多く、70.0%~82.1%の試行で発生し、次いでパターン1が14.8%~22.2%と比較的低い割合で出現した。

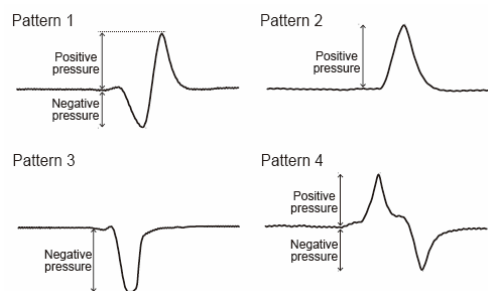


図3 小児にみられた捕食時口唇閉鎖圧波形

	Pattern 1	Pattern 2	Pattern 3	Pattern 4
Yogurt, 2 g	14.8	77.8	7.4	-
Yogurt, 3 g	16.7	70.0	10.0	3.3
Yogurt, 5 g	16.0	80.0	-	4.0
Cream cheese, 2 g	17.9	82.1	-	-
Cream cheese, 3 g	22.2	74.1	-	3.7
Cream cheese, 5 g	14.8	70.4	-	14.8
Total	17.1	75.7	2.9	4.3

表1 捕食時口唇圧の各波形の割合 (%)

各被験食品における最大陽圧と最大陰圧については、食品の種類と量の間有意な交互作用はみられなかった。クリームチーズ摂取時の陽圧は、ヨーグルト摂取時よりも有意に大きかった ( $P < 0.001$ )。

口唇閉鎖圧の発生は、水とヨーグルト摂取時にはスプーン引抜き相の早い段階に現れ、クリームチーズ摂取時には挿入相から引抜き相への転換点付近に現れた。最大圧力発生と圧力消失のタイミングは、いずれの被験食品においても正規化された時間スケールの後半、スプーン引抜き相において出現した。

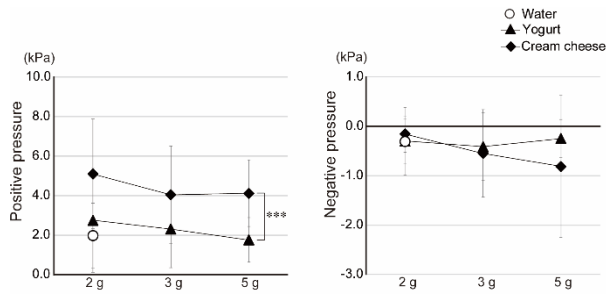


図 4 口唇閉鎖圧 (最大陽圧と最大陰圧)

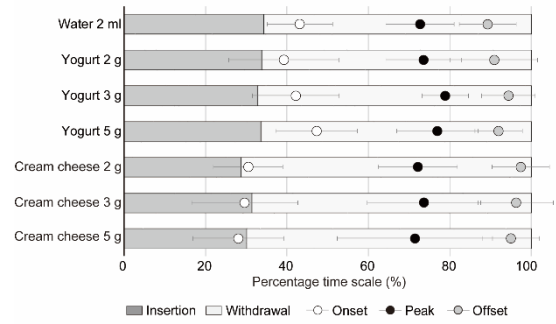


図 5 スプーン操作と捕食時口唇圧のタイミング

## (2) 捕食時の呼吸パターンに関する解析

捕食時口腔内に食品が入る時点における呼吸相が吸気相であるか呼気相であるかは、被験食品および捕食様式と有意な関連を認めた。小児と成人ともに、捕食時呼吸相は吸気相である割合が高かったが、手づかみでのピーナツ摂取では、他被験食品の摂取と比べて呼気相の占める割合が高く、吸気相と呼気相の割合が同程度であった。呼吸サイクル時間は、総じて成人より小児の方が有意に短かった。小児と成人ともに、捕食時とその前後で呼吸サイクル時間は変化し、その変化は食品によって異なっていたが、全体的には捕食時呼吸サイクル時間はその前後サイクルに比べて長い傾向にあった。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Sasakawa Yuki, Nakamura Yuki, Saitoh Issei, Nakajima Tsutomu, Tsukuno Saeko, Hozawa Mio, Sotome Tetsuya, Nogami Yukiko, Kurosawa Mie, Iwase Yoko, Hayashi Toyohiko, Hayasaki Haruaki	4. 巻 48
2. 論文標題 Lip closing pressure during food intake from a spoon in normal children	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Oral Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 711 ~ 719
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joor.13155	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 -

1. 著者名 Nakamura Yuki, Nakajima Tsutomu, Sasakawa Yuki, Tsukuno Saeko, Sakurai Ryusuke, Kurosawa Mie, Iwase Yoko, Saitoh Issei, Hori Kazuhiro, Hayashi Toyohiko, Hayasaki Haruaki	4. 巻 214
2. 論文標題 Influence of food adhesivity and quantity in lip closing pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physiology & Behavior	6. 最初と最後の頁 112743 ~ 112743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physbeh.2019.112743	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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 笹川祐輝、中村由紀、中島 努、築野沙絵子、朴沢美生、五月女哲也、岩瀬陽子、齊藤一誠、早崎治明
2. 発表標題 小児のスプーンを用いた捕食時口唇圧に食品の差異が及ぼす影響
3. 学会等名 第58回日本小児歯科学会学術大会（誌上開催）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村由紀
2. 発表標題 口唇と関連運動器官の機能変化からみる摂食スキルの発達
3. 学会等名 第60回日本小児歯科学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022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
研究 分担者	林 豊彦  (Hayashi Toyohiko)  (40126446)	新潟大学・自然科学系・フェロー   (13101)	
研究 分担者	早崎 治明  (Hayasaki Haruaki)  (60238095)	新潟大学・歯医学系・教授   (13101)	
研究 分担者	堀 一浩  (Hori Kazuhiro)  (70379080)	新潟大学・歯医学系・准教授   (13101)	

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
---------	---------