

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25463174

研究課題名(和文) 乳幼児の捕食動作に関する研究

研究課題名(英文) Motion Analysis of Food Intake during Weaning Period

研究代表者

早崎 治明 (Hayasaki, Haruaki)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：60238095

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)：乳幼児の捕食動作については、解析が報告されておらず、食育の観点からも重要である。家庭用ビデオカメラを用いて三次元動作解析を行ったが、医科をはじめとする他の分野の報告にもあるように、乳幼児の計測は困難を極めた。捕食時の乳幼児の開口は下顎の下方への移動量に比べ、頭部の後屈が大きかった。これは、頭蓋の全身における相対的サイズが生直後に最も大きく、徐々にその比率が減じることが関与していると推察された。一方、成人女性を対象として、異なる米飯量を被験食品とした捕食後から嚥下直前までの咀嚼の進行に伴うサイクルの変化を検討したところ、捕食量により以後の咀嚼から嚥下の運動動態が変化することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Food intake during weaning period has been paid little attention. However, this motion may be crucial for the development of oral morphology and function. Three-dimensional measurement and analysis of this motion was performed, however, children of this period were too young as subjective person to obtain the precise data. Their food intake motions consisted of the backward tilting motion of the head rather than the downward motion of the mandible.

Measurement of the motion of the mandible during mastication from female adults revealed that the weight of the subjective foods affected the entire cycle time and ranges along three orthogonal axes.

研究分野：小児歯科

キーワード：捕食動作 Motion Capture 哺乳 離乳食

## 1. 研究開始当初の背景

平成 17 年に制定された食育基本法により、国民全体に「食育」への関心が高まっている。この食育基本法制定の効果を、地域行政の施策例として、新潟市における乳幼児を対象とする事業で見ると、妊婦の健康診査、安産教室、赤ちゃん訪問事業、乳幼児の定期健診(1歳、1.5歳、3歳)、離乳食・幼児食講習会、など様々な機会に食育に関する情報提供がなされている。これにネットからの情報も加わり、保護者の哺乳から咀嚼、そして咬合異常など、歯科領域の成長発育に関する知識や疑問は高度化しつつある。このような国民の著しい食育に関する意識向上の中、歯科医師は、専門家としてエビデンスに基づいた説明を行う責任がこれまで以上に高まっている。捕食動作は、口腔機能の中で最も重要な咀嚼運動の開始の合図でもある。よって、乳歯の萌出前後から習慣化される離乳食に伴う捕食や、それに続く咀嚼-嚥下における舌や口唇の動き(ファンクショナルマトリックス)が、乳歯の萌出位置や咬合(形態)に影響を及ぼすことは必然であり、乳幼児の捕食動作は極めて重要と考えられる。

## 2. 研究の目的

哺乳から始まる摂食行動は、離乳、手づかみ食べを経て、自ら食具を用いる咀嚼へと習熟していく。しかし、乳幼児におけるこれらの報告は、症例提示や経験則の域を出ていない。一方、食育の啓発により、保護者や保育の現場における食物の与え方や食べ方、そして歯列咬合への関心の高まりは著しく、曖昧模糊とした小児の口腔機能の発達過程に関するエビデンスの提供は急務である。中でも、食物を口腔内に取り込む捕食動作は、離乳食開始時期から学習により獲得される複雑な協調運動であるとともに、その動作の終了が咀嚼-嚥下のトリガーとなることから極めて興味深い。そこで本研究の目的は、捕食動作の発達過程を明らかにすることである。その特徴を明らかにするため、成人における摂食動作の解析も同時に行った。

## 3. 研究の方法

### 捕食および咀嚼運動の計測

計測には 2 台の家庭用デジタルビデオカメラ SONY 社製 AX100(動画有効画素数 1,420 万画素。東京)を用いた。この 2 台の家庭用デジタルビデオカメラが、被験者の前方方向から、それぞれ光軸 60 度、被験者からの撮影距離が 150cm 程度、そして撮影軸が可及的に床面と平行になるように設置した。家庭用デジタルビデオカメラの動画は、30fps における静

止画の連続撮影である。2 台の家庭用デジタルビデオカメラから同期した連続画像を Dipp-Motion V/3D ソフトウェア(Ditect 社:東京)を用いて三次元運動解析を行った。計測に先立ち一辺が 30cm のワイヤフレームの頂点に反射材を付与したものをを用いてキャリブレーションを行った。被験者の特定の部位に貼付した反射材の運動軌跡を 2 台の家庭用デジタルビデオカメラにより追尾することにより、被験者のその部位の三次元的運動軌跡を求め、その特徴を Multilevel Model Analysis によって解析した。

## 4. 研究成果

### (1) 乳幼児の捕食動作

まず、乳幼児の捕食・摂食動作を計測することが極めて困難であることが明らかとなった。今回は、乳幼児にとって優しい環境下で計測を行うため、乳幼児の自宅での計測を行うこととした。しかし、乳幼児は被験者であるものの、指示等を理解することが不可能であること、計測環境への順応が容易でないこと、空腹の設定が容易でないこと、などから、誤解を恐れず言えば、研究対象としては動物実験より難しい点があった。特に計測者や環境への反応(泣いたり、興味を持ったり)、下の写真にあるマーカーの貼付およびそれを維持すること、計測カメラからの距離を保つ(静止)こと、手が自由に動くこと、などが大きな問題であった。



食塊認識前



頭部前方移動

最大開口

頭部後屈

捕食動作: 上図の通り、捕食時には頭蓋全体が前方に移動するとともに、頭部は後屈していた。しかし、その後屈量は成人に比較して量が大きく、開口量に対して下顎の移動量は限られていた。

### 2) 成人における捕食(初期咀嚼量)による下顎(Pogonion)の三次元運動動態について

米飯を被験食品として、初期咀嚼量を 5g, 10g, 20g に設定して、下顎(Pogonion)の運動を比較したところ、時間的要素として、米飯量により嚥下までに要する時間が異なることが明らかとなったが、どの重量でも初期のサイクル時間は 0.90 秒であった。

	5g	10g	20g
時間**	21.3 (5.3)	29.4 (6.3)	41.3 (9.8)
サイクル数**	22.3 (5.4)	34.5 (8.8)	49.1 (12.0)
サイクル時間			
初期	0.90 (0.25)	0.89 (0.27)	0.91 (0.27)
最終	0.78 (0.21)	0.91 (0.36)	1.03 (0.56)

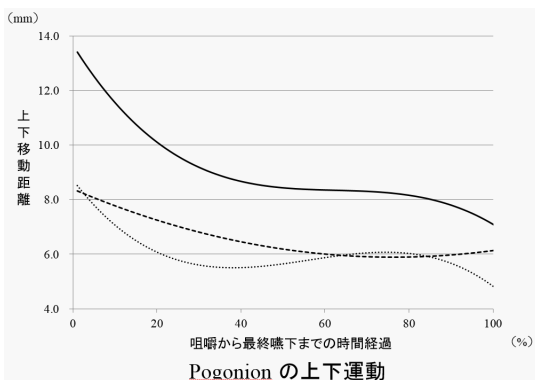
mm (SD), \*\* : p < 0.01.

初期の下顎の運動量を米飯量間で比較したところ、5gと10gには上下方向にも有意な差が認められず、10gという量が成人女性にとって、5gを「少量」と考えた場合、下顎の運動量を変化させずに対応できる範囲内である一方で、20gは、5g、10gのおよそ1.5倍の運動量を認め、有意な差があった。

	5g	10g	20g
上下	8.44 (0.73) ***	8.54 (1.03) **	12.80 (1.07) **, ***
左右	4.29 (0.51) ***	4.01 (0.53) **	5.79 (0.51) **, ***
前後	4.65 (0.67) ***	4.36 (0.78)	6.75 (0.85) ***

mm (SE) P < 0.05: \*, 5g - 10g, \*\*: 10g - 20g, \*\*\*: 5g - 20g

3種類の米飯量による、Pogonionの上下方向の移動量について、咀嚼初期から嚥下直前までの時間経過に伴う変化量を指数関数で描記した。その結果、実線の20gと点線の5gは相似形を示していたが、米飯量10gでは統計学的に有意に異なる曲線を示した。



これらのことから、1) 乳幼児の捕食・摂食については、環境に関して事前に十分な順応を行うか、あるいは定量的な計測よりもむしろ定性的な評価を考案した方が評価しやすい可能性が示唆された。2) 成人の計測については、乳幼児の写真で示したように、同様に頭部に3点のマーカーを貼付し、Pogonionの動態に

関して、今回の結果でも示した「頭部から見たPogonion」の解析を可能とした。しかし、乳幼児の特徴となった頭蓋の運動は、「対地」データが必要である。現存のデータを再解析すれば「対地」についても検討ができることから、今後も続けて解析を行う所存である。3) 乳幼児の頭蓋の後屈は、成長発育の過程における全身に対する頭蓋の大きさの比率が異なることにより変化することが推察された。生直後、全身に対する頭蓋の大きさは、計測項目により多少異なるが、およそ1/4~1/3である。成人においては、これが1/7~1/8程度になると言われている。成長発育を考える時、頭蓋は脳頭蓋と顔面頭蓋に分けることができ、前者はスキャモンの成長発育曲線において神経型であり、顔面頭蓋(下顎骨を含む)は一般形である。すなわち、乳幼児の下顎は頭蓋の中で相対的にも小さいこと、また開口と同時に捕食、摂食等を短時間で続けてコントロールする困難さ、等を補っている可能性があるかと推察された。

## 5. 主な発表論文等

(学会発表)(計3件)

1: Hayasaki H, Murakami N, Murakami T, Saitoh I, Hanasaki M, Nakajima T, Soda M, Nogami Y, Nakakura-Ohshima K, Sawami T, Iwase Y. Chewing and Food Intake Over the Course of a Meal. 93rd General Session of the IADR, 2015 03 13, Boston USA.

2: Nakajima T, Saitoh I, Murakami N, Hanasaki M, Murakami T, Iwase Y, Nogami Y, Nakakura-Ohshima K, Hayasaki H. Food Intake Volume May Affect Bolus Size during Swallowing. 93rd General Session of the IADR, 2015 03 13, Boston USA.

3: 切手英理子, 中島 努, 花崎美華, 村上望, 野上 有紀子, 左右田美樹, 大島邦子, 齋藤一誠, 早崎治明. 捕食量による咀嚼運動の相違. 平成26年度新潟歯学会第2回例会, 平成26年11月8日, 新潟市.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

早崎 治明(HAYASAKI HARUAKI)  
新潟大学・医歯学系・教授  
研究者番号:60238095

### (2) 研究分担者

齋藤 一誠(SAITOH ISSEI)  
新潟大学・医歯学系・准教授  
研究者番号:90404540

大島 邦子(KUNIKO  
TAKAKURA-OHSHIMA)

新潟大学・医歯学総合病院・講師  
研究者番号:80213693

齊藤 陽子(YOKO SAITOH)  
新潟大学・医歯学総合研究科・特任助教  
研究者番号:30404487

澤味 規(TADASHI SAWAMI)  
新潟大学・医歯学総合研究科・特任助教  
研究者番号:90710442

岩崎 智憲(TOMONORI IWASAKI)  
鹿児島大学・医歯(薬)学総合研究科・  
准教授  
研究者番号:10264433

山崎 要一(YAMASAKI YOUICHI)  
鹿児島大学・医歯(薬)学総合研究科・  
教授  
研究者番号:30200645