

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：32622

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K10453

研究課題名(和文)超音波エコー装置を用いた小児の口腔機能規格評価法の確立

研究課題名(英文) Establishment of evaluation method of oral function standard of children using ultrasonic echo system

研究代表者

弘中 祥司 (Hironaka, Shouji)

昭和大学・歯学部・教授

研究者番号：20333619

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：口腔機能発達不全症は不明な点が多い。本疾患の特性を超音波エコー装置その他の計測機器を用いて、病態の解明を行ったが、今回、咀嚼運動を筋電計を用いてその特徴を明らかにした。

対象は保育園に通う96名のうち、5歳以上でガム咀嚼を行うことに同意を得た42名(男児17名、女児25名)である。診断基準から、口腔機能発達不全症16名と非該当26名に分類を行った。咀嚼筋活動の分析は小型表面筋電計を用い、咀嚼チェックガムを60回自由咀嚼した際の咬筋の筋活動を記録した。口腔機能発達不全群では咬筋の筋活動量が少なく、咀嚼間隔が長いことから、咀嚼時の筋活動が弱く、咀嚼能率が低い事が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

上手に食べられない子供が増加している。今回の研究により、上手に噛めない幼児は咬筋の筋活動量が少なく、咀嚼間隔が長いことが分かった。すなわち、咀嚼時筋活動が弱いために、咀嚼能率が低い事が示された。また、筋活動の左右差もみられたため、上手に食べるためには、バランスの良い咀嚼と、リズム形成が重要である事がわかった。

研究成果の概要(英文)：There are many unknowns the actual condition of Developmental Insufficiency of Oral Function. We have focused on elucidating the causative pathology of this disease by using electromyography to characterize the mastication movements of subjects.

The subjects were 42 (17 boys and 25 girls) out of 96 children attending nursery school who were 5 years old or older and who gave consent to chew gum. Based on the diagnostic criteria, the children were classified into 16 with Developmental Insufficiency of Oral Function and 26 without. Masticatory muscle activity was analyzed using a small surface electromyograph, and the muscle activity of the masseter muscle was recorded during 60 free chewing of chewing gum.

It is thought that the muscle activity of masseter muscle in the group of Developmental Insufficiency of Oral Function is low and the muscle activity during mastication may be weak and the mastication efficiency may be low, probably because of the long mastication interval.

研究分野：口腔衛生学

キーワード：口腔機能 摂食機能 咬筋 発達不全 咀嚼

1. 研究開始当初の背景

老年歯科医学会は2016年に図1の概念を公表し、それぞれ大規模調査による結果を示している¹⁾。この研究は協力の得られる高齢者から示されたもので、健康～要介護までのデータを用いている。

一方で、小児に関しては、協力性の高い幼稚園児～学齢期までのデータの蓄積はこれまで数多くの研究施設から集まって来ており、学齢期以降の筋力低下や日本歯科医学会でも保護者の悩みとして報告している(図2)²⁾。しかしながら、本調査はアンケート調査であり、実際に「保護者の悩み=小児の口腔機能の低下?」であることに疑問を感じることも多い。その観点から、小児の口腔機能を客観的に評価することが出来ないものであろうか?また、地域格差はあるのであろうか?という点が、本研究課題の当初の背景としてあげている点である。

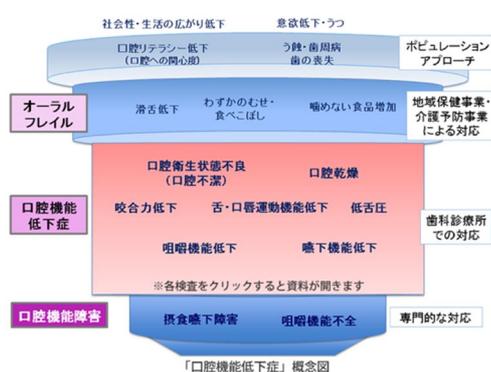


図1: 高齢期における口腔機能低下症

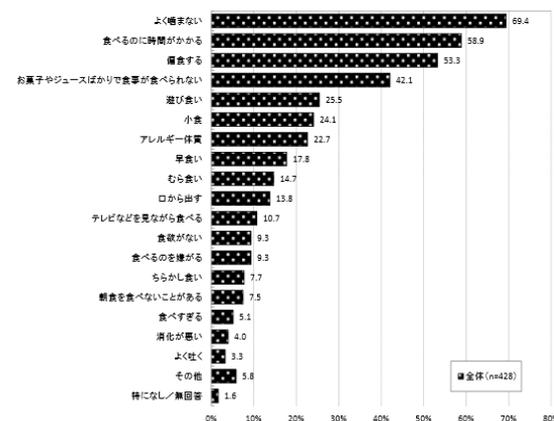


図2: 「子どもの食に関する調査」報告書

- 1) 高齢期における口腔機能低下 学会見解論文 2016 年度版 .水口 俊介ほか, 老年歯誌 31 (2) p. 81-99, 2016. DOI <https://doi.org/10.11259/jsg.31.81>
- 2) 「子どもの食に関する調査」報告書 平成27年1月 (日本歯科医学会)

2. 研究の目的

本研究の目的は、超音波エコー装置を用いて咬筋・舌筋ならびに口輪筋の筋肉を全身の骨格筋量と比較して評価するとともに、全国の4つの地域から同一方法を用いて測定することで、口腔機能の規格評価方法を確立する事、ならびに地域格差を検証する事である。

研究代表者の弘中祥司は、日本歯科医師会ならびに日本歯科医学会の新病名検討委員として、「口腔機能発達不全症」の保険収載に携わり、「口腔機能発達不全症評価マニュアル」(日本歯科医学会 平成30年3月)の分担執筆を行なった。これまで、食べる機能の障害について、研究・教育・臨床を行なって来ているが、临床上では個への対応が多く、また研究面では小児を対象とするため規格化・標準化が大きな課題であった。

平成25年から現在まで、国立長寿医療研究センターならびに東京都立健康長寿医療センターとの疫学調査に同行する機会に恵まれ、高齢者の大規模研究ならびに口腔機能低下症の調査現場に一部分担させてもらっている。我が国の高齢者研究は、大規模かつ組織化された研究体制で大いに学ぶことが多かったが、同時に要介護高齢者の研究手法は、乳幼児期の小児や障害児にも有効であることを確信した。現在の小児歯科領域研究は遺伝子解析や再生治療が多い中で、現実困っている小児患者ならびに保護者への対応を要介護高齢者の疫学手法をもとに、超音波エ

コー装置のように非侵襲的な検査機器を用いて行う点で学術的に独自性と創造性があると言える。また、実際に予備研究として平成 26 年度から平成 28 年度にかけて、保育園児およそ 300 名を対象とした中規模調査を行い、小児の筋肉量測定法³⁾・うがい機能の発達⁴⁾・小児の舌圧測定⁵⁾に関する知見を平成 28 年度に報告し、「口腔機能発達不全症」の基礎的なデータとして用いることが可能となった。本研究は、最小の年齢層を 2 歳代から募っており、前述した幼児期後半ではなく、口腔機能発達の獲得期からデータ採取できる環境ができた点で独自性が高い。また文献 4 における筋肉量測定は、これまで DEXA 法（マルチインピーダンス測定法）の欠点と言われていた 6 歳未満の筋肉量測定の予想値を計算値として正しく有用であることを証明しており、低年齢児の筋肉量の改良 DEXA 法とも言える方法を用いれば理論値として筋肉量が測定できることに着目し、低年齢児における全身の筋肉量測定が、口腔周囲筋の評価によりやく正しく利用できる事となった。

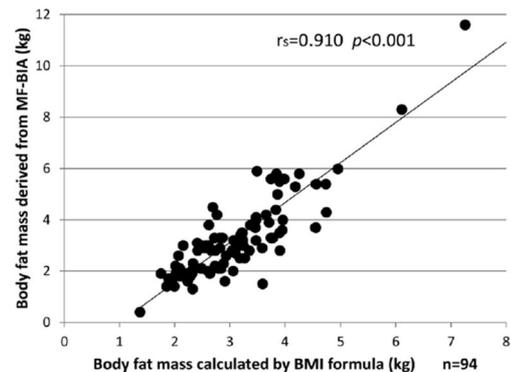


図 3：改良 DEXA 法と BMI 計算式との相似

- 3) K Fujii, A Ishizaki, A Ogawa, T Asami, H Kwon, A Tanaka, N Sekiya, S Hironaka. Validity of using multi-frequency bioelectrical impedance analysis to measure skeletal muscle mass in preschool children. J Phys Ther Sci, 2 (5) , 863-868 , 2017.
- 4) Ogawa A, Ishizaki A, Asami T, Kwon H, Fujii K, Kasama K, Tanaka A, Hironaka S. Effectiveness of a Mouth Rinsing Function Test for Evaluating the Oral Function of Children. Pediatr Dent J, 27 (2) , 85-93 , 2017.
- 5) T Asami, A Ishizaki, A Ogawa, H Kwon, K Kasama, A Tanaka, S Hironaka. Analysis of factors related to tongue pressure during childhood. DOCR , 3 (7) , 1-7 , 2017.

3 . 研究の方法

本調査は昭和大学歯学部倫理委員会により承認された（No.2018-007,2019）。また、都内某区および参加保育園の代表者から同意書を提出し、参加児童の保護者から参加への同意を得た。当初の予定では、全国 4 箇所で開催予定であったが、Covid-19 の影響により、全国実施が不可能となり、同意の得られた都内の保育園のみでの計測となった。

2020 年 11 月から 12 月にかけて横断的研究を実施した、データ不足のため 1 名を除外し、合計 41 名とした。子どもの年齢、性別、成長歴、家庭環境、生活習慣、口臭、発音、運動習慣、鼻疾患、食事・授乳行動などについて、子どもの保護者からアンケートを収集した。また、口腔内検査、舌圧、咬合力、口唇閉鎖力、うがい機能テスト、うがい機能については、Ota et al. の先行研究⁶⁾と同様に評価した。その結果、日本歯科医学会の「口腔機能発達不全症チェックリスト（離乳後）」⁷⁾を用いて、小児歯科医および嚥下障害専門の歯科医師により発達不全症と診断され、15 名が発達不全症陽性、26 名が発達不全症陰性に分類された（図 4）。

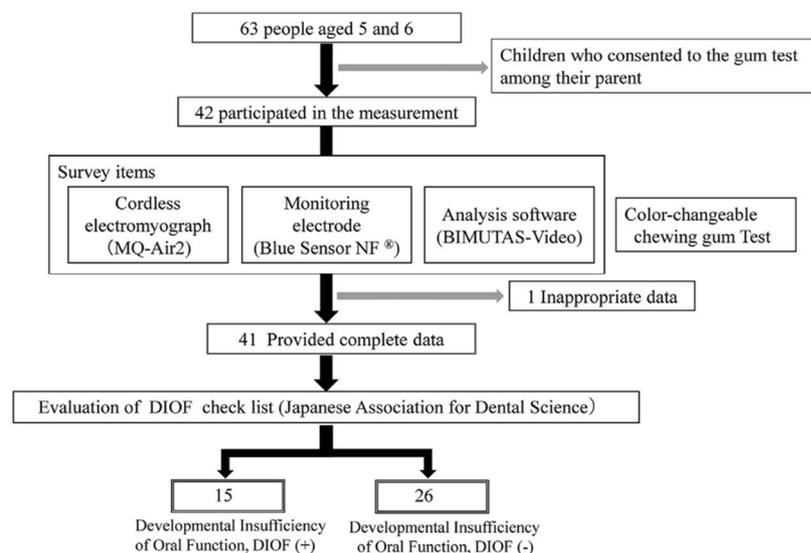


図 4：研究のフローチャート

また、臨床的に正常咬合と判定された被験者のうち、第一大臼歯が閉鎖面に達していない被験者を Hellman IIA-IIC に分類した。

試験食は色調を変化させるチューインガム 1/3 量を中舌の口腔内に置き、チューインリズムは 1 秒に 1 回と指示し、被験者は 60 回噛んだ。筋量計の位置は左右の筋量計の表在比を評価した。コードレス選択式筋電計 (MQ-Air2、KISSEI COMTECCO、LTD、日本、定時：0.016s、サンプリング周波数：1000Hz) にブルーセンサーNF-00-S[®] (メッツコーポレーション、日本、二極表面電極：AgAl 電極) 使用した。電極は、咬合後の触診で筋繊維が垂直水平に走るように各中心に約 15mm 取り付け、顎関節の境目には無指向性の電極を取り付けた。パッチは、表面抵抗値ができるだけ小さくなるように、アルコールで拭いた後に皮膚表面に貼り付けた。EMG 記録はできるだけ自然な状態で行い、被験者は頭を固定せず、足の裏が床に接する垂直座位とした。2.5. 筋電図解析方法 BIMUTAS-Video (KISSEI COMTECCO, LTD, Japan) を使用し、記録した表面筋電図 (sEMG) を積分筋電図 (iEMG) に変換してデータ解析した。筋活動量は、振幅が 2SD を超えた時点と、2SD を下回った時点とで定義した。測定項目は以下の通りである：A は行動電位が発生した時間 (咀嚼時間)、B は筋電位波形の終点と次の筋電位波形の始点の間の時間 (咀嚼間隔) である、C は筋電位波形の始点から次の筋電位波形の始点までの時間 (咀嚼周期)、D は咀嚼の最大振幅 (a) から次の最大振幅 (b) までの時間 (最大ピーク間隔)、E は咀嚼時間の積分値 (筋活動量) を表す。また、60 回繰り返したのち、部分旋回の割合を比較した。動画に基づき、ガムの作業側が左右どちらにあるかを判断し、右咀嚼、左咀嚼を判定した。

発達不全症群と非発達不全症群の測定データおよび測定項目間の比較を用い、データ解析には統計ソフト JMP[®]Pro16 (JMP[®]Pro SASInstitute Japan 株式会社) を用い、p 値 < 0.05 は有意と判断した。

- 6) OtaC, IshizakiA, YamaguchiS, UtsumiA, IkedaR, KimotoS, et al. Predictors of developmental insufficiency of oral function in children. *PediatrDentJ*2022;32:6e15. <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2021.12.002>.
- 7) Japanese Association for Dental Science. Basic Approach to developmental insufficiency of oral function, <https://www.jads.jp/basic/pdf/document200722-3.pdf> [accessed December 2022] [in Japanese].

4. 研究成果

被検者の中央値は73.0か月であり、表1に年齢別の測定値の中央値と範囲を示す。子どもの体重と身長は同じ年齢の日本の子どものもものとほぼ同じであった。さらに、この研究グループは、5歳および6歳の身体発育（身長および体重）に関して、平均的な研究グループとみなすことができる（Table 1）。身長、体重、ふくらはぎ周径、最大握力、最大舌圧、中央口唇閉鎖力は、5歳児より6歳児の方が高い。DIOFを有する者は、DIOFを有しない者に比べ、体重、頭囲、最大握力、最大舌圧、最大閉口力、閉口力の中央値が有意ではないが低い傾向にあった（Table 2）。

Table 1 – Relevance of survey items for 5 and 6 age.

	5 years (n = 25)	6 years (n = 16)	N = 41 Total (n = 41)
Height (cm)	110.0 (100.0–118.5)	117.0 (107.0–123.3)	114.9 (100.0–123.3)
Body weight (kg)	18.0 (15.5–24.0)	20.0 (15.8–32.7)	19.3 (15.5–32.7)
Calf Circumference (cm)	24.3 (22.8–28.1)	26.1 (23.3–31.6)	25.4 (22.8–31.6)
Maximum grip strength (kg)	6.1 (3.7–9.9)	7.4 (3.7–9.9)	8.0 (3.7–9.9)
Maximum tongue pressure (kPa)	22.4 (11.3–46.7)	24.5 (7.7–38.6)	23.4 (7.7–46.7)
Maximum occlusal force (N)	498.4 (141.0–1221.1)	491.3 (156.8–915.6)	491.4 (141.0–1221.1)
Median Lip-closure strength (N)	7.1 (4.4–14.5)	8.6 (3.7–13.5)	8.0 (3.7–14.5)
Mouth Rinsing Function Test	5.0 (4.0–5.0)	5.0 (4.0–5.0)	5.0 (4.0–5.0)
Number of present tooth	20.0 (19.0–23.0)	20.0 (19.0–24.0)	20.0 (19.0–24.0)
Number of “df” tooth	0.0 (0.0–3.0)	0.0 (0.0–2.0)	0.0 (0.0–3.0)
Median (range)			

Table 2 – Comparison of Developmental Insufficiency of Oral Function (DIOF) and non-corresponding group.

	DIOF + (n = 15)	DIOF + (n = 26)	N = 41 p-value
Height (cm)	115.0 (108.0–123.3)	114.5 (100.0–123.0)	0.255
Body weight (kg)	19.0 (17.0–32.7)	20.0 (16.0–27.8)	0.818
Calf Circumference (cm)	25.3 (23.3–30.4)	25.8 (22.8–31.6)	0.521
Maximum grip strength (kg)	5.9 (3.5–9.9)	6.1 (3.6–9.9)	0.542
Maximum tongue pressure (kPa)	22.8 (7.7–38.6)	23.4 (13.6–46.7)	0.846
Maximum occlusal force (N)	436.2 (136.4–1055.8)	456.9 (146.4–1221.1)	0.719
Median Lip-closure strength (N)	7.9 (3.7–14.5)	8.8 (6.0–12.5)	0.471
Mouth Rinsing Function Test	5.0 (4.0–5.0)	5.0 (4.0–5.0)	0.650
Number of present tooth	20.0 (19.0–24.0)	20.0 (19.0–24.0)	0.523
Number of “df” tooth	0.0 (0.0–3.0)	0.0 (0.0–2.0)	0.994
Median (range)			t-test, N.S.

偏咀嚼の割合 60咀嚼中80%以上が偏咀嚼であった。両群とも左咀嚼優位の割合が高かった。DIOF群と非DIOF群の平均咀嚼時間は、それぞれ左側0.37、右側0.36 ($p < 0.533$)、DIOF群と非DIOF群で左側0.36、0.35 ($p < 0.050$)となった。また、左右の平均咀嚼筋量は、DIOF群と非DIOF群でそれぞれ右側が0.36、0.29、DIOF群と非DIOF群でそれぞれ左側が0.38、0.31 ($p < 0.089$)である。

DIOF群と非DIOF群の左右の質量筋の平均咀嚼周期は、それぞれ右側0.74秒 ($p < 0.034$)、左側0.66秒 ($p < 0.029$)となった。また、左右の質量決定筋の平均最大ピーク値は、DIOF群と非DIOF群で、それぞれ右 ($p < 0.035$)、左 ($p < 0.032$) 0.74sとなった。DIOFの咀嚼周期と最大ピーク間隔は、有意に長い傾向にあった。60セッションの左右質量決定筋の総筋活動は、DIOF群と非DIOF群の右側でそれぞれ0.74sMV、1.07sMV ($p < 0.049$)、DIOF群と非DIOF群の左側でそれぞれ0.94sMVと1.00sMV ($p < 0.638$)であった (Fig.7)。これまでの超音波エコー装置での解析では、筋の性質は表されるものの、筋電図測定によって筋活動を評価することで、作業側と非作業側の筋活動量の比較が、DIOFの評価と治療に有用であることが本研究で分かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ota Chihiro, Ishizaki Akiko, Yamaguchi Satoko, Utsumi Akemi, Ikeda Risa, Kimoto Shigenari, Hironaka Shouji, Funatsu Takahiro	4. 巻 32
2. 論文標題 Predictors of Developmental Insufficiency of Oral Function in children	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Pediatric Dental Journal	6. 最初と最後の頁 6~15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.pdj.2021.12.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔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	石崎 晶子 (Ishizaki Akiko) (00710386)	昭和大学・歯学部・講師 (32622)	
研究分担者	村田 尚道 (Murata Naomichi) (10407546)	昭和大学・歯学部・兼任講師 (32622)	
研究分担者	渡邊 裕 (Watanabe Yutaka) (30297361)	北海道大学・歯学研究院・准教授 (10101)	
研究分担者	林 佐智代（三田村佐智代） (Hayashi Sachiyo) (40343579)	日本大学・松戸歯学部・講師 (32665)	

6. 研究組織（つづき）

	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	佐藤 秀夫 (Sato Hideo) (40507125)	鹿児島大学・医歯学域鹿児島大学病院・講師 (17701)	

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