

令和 6 年 6 月 8 日現在

機関番号：34507

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11477

研究課題名（和文）「食物の硬さ」が学童期の発育・発達に及ぼす影響を検証するための縦断研究

研究課題名（英文）A longitudinal study to examine the effect of hardness of the habitual diets on growth and development in schoolchildren

研究代表者

郡 俊之（Kohri, Toshiyuki）

甲南女子大学・医療栄養学部・教授

研究者番号：80440999

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）：加工食品の増加により、ヒトが摂取する食物は昔より格段に柔らかくなっている。動物では「食餌の硬さ」と、発育・発達との関連が報告されているが、「食物の硬さ」がヒトに与える影響は、ほとんど知られていなかった。成長期の子供を対象として、習慣的な「食物の硬さ」と体型などの身体状況の関連について、3年間追跡した。その結果、特に女兒では、「食物の硬さ」が柔らかいほど体脂肪率や肥満度、腹囲径が高くなる傾向が確認された。一方、男児においては、食べる速さが速いほど、体脂肪率や肥満度が高くなる傾向がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

加工食品の増加により、ヒトが摂取する食物は昔より格段に柔らかくなっているが、「食物の硬さ」の急激な変化が、ヒトに及ぼす影響は、ほとんど知られていなかった。本研究結果から、特に女兒においては、ある程度の噛み応えのある食事を、意識して摂取することが肥満抑制や生活習慣病予防に繋がる可能性が示唆された。また、男児、女兒ともに、食事を食べる速さが速いほど、太りやすくなる可能性が示唆された。本研究結果は、成長期の子供から、柔らかい食品だけでなく、噛み応えのある食品も加えて、よく咀嚼して摂取するべきという食育の根拠が得られた。ただし、男児と女兒で性差があるため、今後さらに検討を要する。

研究成果の概要（英文）：Due to the increase in processed foods, the foods that humans consume have become much softer than in the past. Although the relationship between “hardness of the habitual diets” and growth and development has been reported in animals, little was known about the effects of “hardness of the habitual diets” on humans.

We followed growing children for three years to investigate the relationship between habitual “hardness of the habitual diets” and physical conditions such as body mass index.

The results showed that, especially among girls, the softer the “hardness of food,” the higher the body fat percentage, body mass index, and abdominal circumference diameter. On the other hand, in boys, the faster they ate, the higher their body fat percentage and body mass index tended to be.

研究分野：栄養学

キーワード：食物の硬さ 子供 食べる速さ 肥満 BMI 咀嚼

## 1. 研究開始当初の背景

現代においては、食品加工技術の発達により食物が非常に柔らかくなっている。そのため、現代日本人の咀嚼回数は弥生時代の 1/6 未満となり、昭和初期との比較でも約 60%減少していると推定されている。一方、現代人は遺伝的に 1 万年前とほぼ同じであることが報告されている。そのため、急速な食物の軟化に身体が適応できず、顎の発達不良や肥満・生活習慣病が増加していることが指摘されている。さらに、超高齢社会で要介護者が急増しているが、その予防に口腔機能が注目されており、子供からの口腔ケアが重要と考えられている。

動物実験では、硬い餌で肥満抑制や内臓脂肪量の減少が多数報告されているが、ヒトでは、習慣的な食物の硬さを評価する方法がなく、不明であった。しかし、研究協力者の村上健太郎および我々は、女子大学生を対象として、習慣的な食物の硬さを評価するアルゴリズムを用いて、食物の硬さと腹囲径の関連を初めて報告した(Am J Clin Nutr 2007;86:206-213)。また、高齢者を対象に食物の硬さと「認知機能」との関連について報告した(J Oral Rehabil 2019;46:151-160)。しかしながら、習慣的な「摂取食物の硬さ」が子供の発育・発達に及ぼす影響に関するエビデンスはない状態であった。

## 2. 研究の目的

成人や高齢者と異なり、学童期の児童は口腔機能が発達途上であり、身体の発育・発達時期である。多様な食物を食べ始める時期でもあるため、食物の硬さによる身体の発育や発達への影響が大きいと予想した。今回は 4 年生をベースラインとして、6 年生まで 2 年間追跡することで、成長期における食物硬度の影響を縦断的に検証することを目的とした。

また、食物の硬さだけでなく、食べる速さの影響についても検討する。男児、女児を対象としているために、性差についても検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 調査対象者

2020 年度および 2021 年度の A 小学 4 年生の男女を対象として、調査に参加同意が得られた児童が 10 月～11 月に実施した調査に参加した。さらに 2 年後の 6 年生時にも同じ項目の調査に参加して頂いた。

### (2) 子供の習慣的な食事摂取量および食物の硬さ

習慣的な摂取食品の種類と量(エネルギー、栄養素摂取量含む)は、妥当性が検証されている食事歴法質問票(J Epidemiol 1998;8:203-215)を用いて推定した。各食品を摂取する際に使用する咀嚼筋活動量を文献(小児歯科学雑誌 1989;27:74-84)から参照し、各食品摂取量と咀嚼筋活動量を掛け合わせた合計を、摂取食物の硬さの指標とした。このアルゴリズムは研究協力者の村上健太郎および我々が初めて報告しており(Am J Clin Nutr 2007;86:206-213)、本研究でもそのアルゴリズムを使用した。

### (3) 咀嚼力の評価

「咀嚼力」は、咀嚼力判定用ガム(咀嚼により緑から赤色に変化するガム)を使用し、咀嚼後のガムの色調変化を色彩色差計で測定することで評価した。

咀嚼力判定ガムをメトロノーム(60 拍/1 分)に合わせて 1 分間咀嚼させた。

咀嚼後ガムの色調を色彩色差計で測定(L\*, a\*, b\*値)した。

下記の式より E 値を算出し咀嚼力評価値とした(J Prosthodont Res 2014;58:102-106)

$$AE = \sqrt{(L^* - L^*_0)^2 + (a^* + a^*_0)^2 + (b^* - b^*_0)^2}$$

(L\*<sub>0</sub>, a\*<sub>0</sub>, b\*<sub>0</sub> は、咀嚼前ガムの L\*, a\*, b\*値)

### (4) 体型(体組成)の測定

身長は、直近の学校健診データから得た。体重、体組成(体脂肪率、内臓脂肪レベル、筋肉量)、腹囲径などは、InBody470 で測定した。これらは肥満関連指標とした。

### (5) 食生活習慣調査

身体活動、睡眠、友達と比較した食べる速さなどの食生活習慣については、自記式質問紙票を用いて調査した。

### (6) 統計解析

習慣的な「摂取食物の硬さ」と「体型」の関連、および「食べる速さ」と「体型」の関連について縦断的に解析した。対象者を「食物の硬さ」の 3 分位値で 3 群、または「食べる速さ」(遅い、普通、速い)で 3 群に分け、体脂肪率など肥満関連指標について 3 群間で傾向性の検定を実施した。また、共分散分析より共変量を調整した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 調査対象者の基本特性

調査対象者の特性は表1に示した。

男児、女児ともに、令和4年度全国学校保健統計における平均身長・体重と大きな差はなかった。6年生女児では、体脂肪率の平均値が男児よりも高くなっていた。

食事調査から推定した習慣的な食品の硬さは4年生より6年生で増加がみられたが、これは摂取量が増加したことが要因と思われる。ガムで評価した咀嚼力は、4年生より6年生で向上していた。また、女児は男児より咀嚼力は低い傾向がみられた。

表1. 調査対象者の基本特性

	男児 n=134		女児 n=100	
	4年	6年	4年	6年
身長(cm)	134.8±6.0	152.2±8.4	133.7±6.3	149.7±8.0
体重(kg)	32.0±7.4	44.4±10.7	30.0±6.1	42.0±8.9
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	17.4±2.9	19.0±3.1	16.6±2.4	16.2±3.0
体脂肪率(%)	19.4±8.4	19.9±7.9	20.1±7.3	29.0±4.6
ウエスト(cm)	59.9±4.9	66.1±7.5	58.8±4.0	67.2±7.7
骨格筋量(kg)	13.0±2.1	18.9±4.2	12.0±2.0	18.7±3.5
筋肉量(kg)	23.8±3.3	33.1±6.6	22.2±3.1	25.5±7.6
エネルギー(kcal)	2160±448	2308±549	1974±509	1995±573
咀嚼力(E)	39.2±6.1	43.9±5.4	37.7±6.4	42.0±6.1
食品の硬さ(mv-s/1000kcal)	173.6±29.9	178.7±29.9	173.7±27.6	178.2±28.8

##### (2) 食べる速さ(図1)

男児は4年生、6年生ともに食べる速さが速いと回答した割合は30%近くあり、女児よりも多かった。

また食べる速さが遅いと回答した割合は、4年生、6年生ともに女児の方が多かった。

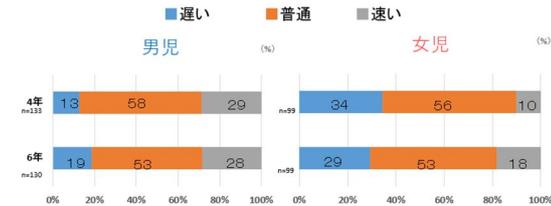


図1. 食べる速さ

##### (3) 食物の硬さとBMIの関連

男児では調整前、食べ物の硬さとBMIの間に有意な関連は見られなかった(p=0.144)が、食べる速さと運動頻度で調整後、有意な正の線形傾向が見られた(p=0.023)が見られた(図2)。女児では調整前、食物の硬さとBMIとの間に有意な関連は見られなかった(p=0.398)が、運動頻度と食速度で調整後には、負の線形傾(p=0.000)が見られた(図2)。

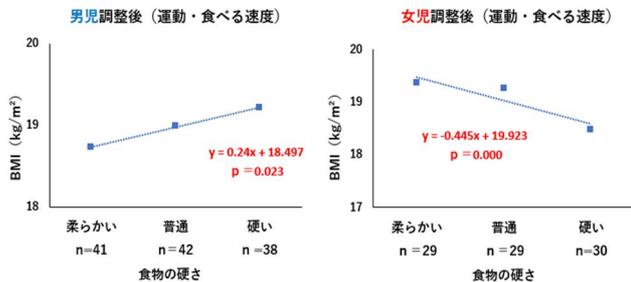


図2. 食物の硬さとBMIの関連

食物の硬さとBMIの関係は、男児と女児で逆の結果となった。女児については先行研究の女子大学生の腹囲径以外にBMIや体脂肪率においても、食物の硬さと負の関連がみられたため、成人よりも成長期の女児の方が体型に及ぼす影響は大きい可能性が示唆された。性差については、今後の課題である。

##### (4) 食べる速さとBMIの関連

男児では調整前、食べる速さとBMIの間に有意な正の線形傾向が見られた(p=0.000)。また運動頻度で調整後も同様に有意な正の線形傾向(p=0.000)が見られた(図3)。女児では調整前、食べる速さとBMIとの間に有意な関連は見られなかった(p=0.173)が、運動頻度で調整後には、有意な正の線形傾向が見られた(p=0.000)。食べる速さとBMIの関連は、男女ともに早食いによりBMIが上昇することが子供でも示唆された。

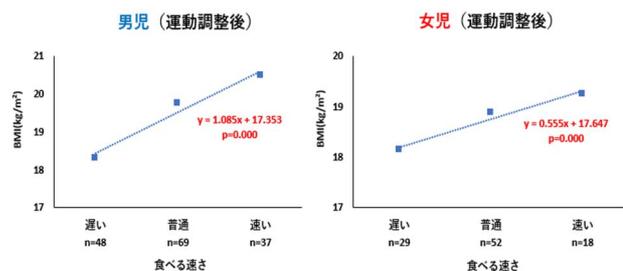


図3. 食べる速さとBMIの関連

##### (5) 咀嚼力とBMIの関連

男児においては、食べる速さで調整後に、咀嚼力が高い方がBMIが高くなる傾向がみられた。

一方、女児においては、食べる速さで調整後に、咀嚼力が低い方がBMIが高くなる傾向がみられた。

この関係は、食物の硬さとBMIの関係において男児と女児で逆の傾向がみられた結果と一致している。この性差については、今後の課題である。

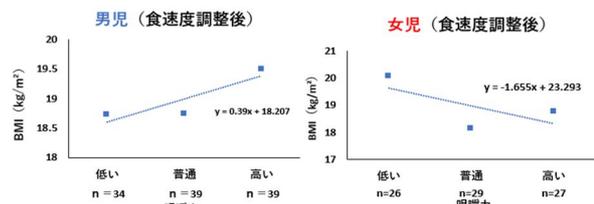


図4. 咀嚼力とBMIの関連



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Toshiyuki Kohri, Kentaro Murakami, Masako Kawanishi, Chiho Myojin, Nozomi Okamoto, Tomoko Ojima, Mikiko Sekiya, Mako Yamamoto, Yuko Higashine, Nobuko Amano, Rie Hashimoto, Tomotake Hiroyuki
2. 発表標題 Hardness of the Habitual Diet in Relation to Body Mass Index, Waist Circumference, and Body Fat Percentage in Japanese Elementary School Children Aged 9-10 years
3. 学会等名 8th Asian Congress of Dietetics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本 希、郡 俊之、川西正子、明神千穂
2. 発表標題 小学生における肥満と主観的な食速度との関連
3. 学会等名 日本学校保健学会 第68回学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nozomi Okamoto, Masako Kawanishi, Chiho Myojin, Toshiyuki Kohri
2. 発表標題 Relationship between obesity and subjective eating speed in elementary school students
3. 学会等名 8th Asian Congress of Dietetics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 郡 俊之
2. 発表標題 食べ物の硬さが体型に及ぼす影響
3. 学会等名 伊那谷アグリイノベーション推進機構 第 19 回シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiyuki Kohri, Kentaro Murakami, Masako Kawanishi, Chiho Myojin, Nozomi Okamoto, Tomoko Ojima, Mikiko Sekiya, Mako Yamamoto, Yuko Higashine, Nobuko Amano, Rie Hashimoto, Tomotake Hiroyuki
2. 発表標題 Hardness of the Habitual Diet in Relation to Body Mass Index, Waist Circumference, and Body Fat Percentage in Japanese Elementary School Children Aged 9-10 years
3. 学会等名 8th Asian Congress of Dietetics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本 希、郡 俊之、川西正子、明神千穂
2. 発表標題 小学生における肥満と体成分と生活習慣との関連
3. 学会等名 第33回日本疫学会学術総会 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 郡 俊之、村上健太郎、川西正子、明神千穂、岡本 希、関谷美喜子、尾島朋子、山本真子、東根裕子、友竹浩之
2. 発表標題 「食物の硬さ」が小学生の体型に及ぼす影響を検証するための縦断研究
3. 学会等名 第77回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2023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	岡本 希  (Okamoto Nozomi)  (70364057)	兵庫教育大学・学校教育研究科・教授    (14503)	

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	川西 正子  (Kawanishi Masako)  (20221038)	近畿大学・農学部・准教授    (34419)	
研究 分 担 者	明神 千穂  (Myoujin Tiho)  (90529752)	近畿大学・農学部・講師    (34419)	

	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 協 力 者	村上 健太郎  (Murakami Kentaro)		

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