

Relationship between the nutrition intake situation and the intestinal microbiota of infants at a nursery center

Hiro Iriki¹, Sayaka Mitarai¹, Ryoko Yano², Manami Sawamura³, Sayaka Takajou⁴,
Konatsu Tanaka⁵, Izumi Dan⁶, Yoshimi Minari^{1,7}, Noritaka Tokui⁸

1. Faculty of Nutritional Sciences, Nakamura Gakuen University

2. HOKUTO Corporation

3. Fukuchi town Ikata elementary school

4. Chikujou town Chikujou elementary school

5. Medical corporation Keishinkai Keishinkai Hospital

6. Omuta Municipal Minato elementary school

7. Institute of Preventive and Medicinal Dietetics, Nakamura Gakuen University

8. Institute of Industrial Ecological Science, University of Occupational and Environmental Health, Japan

保育所幼児の栄養摂取状況と腸内細菌叢との関連

入来 寛¹・御手洗早也伽¹・矢野亮子²・澤村真奈美³・高城さやか⁴
田中小夏⁵・壇いづみ⁶・三成由美^{1,7}・徳井教孝^{7,8}

1. 中村学園大学 栄養科学部 2. ホクト株式会社 3. 福智町立伊方小学校
4. 築上町立築城小学校 5. 医療法人啓心会 啓心会病院
6. 大牟田市立みなと小学校 7. 中村学園大学薬膳科学研究所
8. 産業医科大学産業生態科学研究所健康予防食科学研究室

(2017年3月3日 受理)

キーワード

保育所幼児、栄養摂取状況、腸内細菌叢

要 約

【目的】 我が国では、幼児期の栄養素等摂取量を定量的に示した研究が少なく、日本人の食事摂取基準（2015年版）では小児の十分な資料が存在しない場合は、成人の値から外挿して栄養素等の基準値が求められている。本研究では、保育所幼児の栄養素等の摂取状況を明らかにし、食生活、生活習慣と関わりのある腸内細菌叢を評価指標として検討した。

【方法】 調査期間は平成26年12月から平成27年3月である。調査対象者は福岡県上毛町の同意が得られた保育

所幼児83名である。調査内容は、1) 食事の実態調査は秤量記録法で食品名を食事記録シートに記入および同日の食前食後の料理写真撮影、2) 排便調査、3) 採便後の腸内細菌叢の分析である。分析は(株)テクノスルガ・ラボに依頼し、Nagashima法によりT-RFLPで解析した。解析は全て統計解析ソフトSPSS Statistics ver.22を用いた。この研究は中村学園大学の倫理委員会から承諾を得ている。

【結果】 1日あたりの栄養摂取状況で、男女ともに推定エネルギー必要量、たんぱく質の推奨量、脂質と食塩相当量の目標量は基準値よりも高い数値を示した。食物繊維、炭水化物の目標量、カルシウムと鉄、ビタミンAの

推奨量は基準値に対して低い数値を示した。栄養素と腸内細菌叢の関連をみるとカルシウムの *Bifidobacterium* の割合は低摂取群に比べ高摂取群が有意に高い数値を示した。特に、食物繊維の摂取量では基準値に対して不足している人が38.3%を占め、食物繊維摂取量と腸内細菌叢の関連をみると基準値である中摂取群が低摂取群に比べ、推定される菌群の *Lactobacillales* 目の割合が高い数値であった。

【考察】 幼児の健康増進や生活習慣病予防には腸内環境改善が重要であり、栄養的にバランスのよい食事の摂取が不可欠であると考えられる。

I. 緒 言

幼児期は、望ましい食生活や生活習慣を形成する時期であり、小児生活習慣病の予防を考慮した健康に良い影響を与える食事のあり方や食育の推進が重要である¹⁾。しかし、幼児の食生活の状況を見ると生活時間の夜型化や食事に対する価値観の多様化などにより、家族と共食する機会の減少、おやつとの与え方の配慮不足、偏食、生活習慣病の若年化など様々な問題があると報告されている^{2)~5)}。保育所の給食における給与栄養目標量については、食事摂取基準(2015年版)に準じ算定することが勧められているが、乳幼児期の栄養素等の摂取量を定量的に示した有用な研究が少なく、食事摂取基準(2015年版)の策定過程において十分な資料が存在しないため、成人の値から外挿して栄養素の基準値が定められている。

また、小児の頻度の高い健康障害の1つに便秘があり、便秘と関連のある食物繊維については、1~5歳児の小児における摂取量の評価が難しく、摂取実態は明らかになっていない⁶⁾。動物実験による研究では、食物繊維が少ない食生活を送っていると、子孫の腸内細菌の多様性が失われ、さらにその食習慣が続くと元に戻らないという報告がある⁷⁾。一方、腸内細菌叢は健康や生活習慣病との関わりがあり^{8) 9)}、腸内細菌叢の肥満菌といわれるファーミキューテスなどは肥満と関わりがあると報告されている¹⁰⁾。幼児期の食生活の管理は主として母親に委ねられており、母親の影響を大きく受けると報告されている¹¹⁾。平成21年4月には改定「保育所保育指針」が施行され、「食育の推進」が盛り込まれ、保育所における目標は子どもの保育に関する子育て援助と保護者に対する子育て支援の2本柱になっている¹⁾。その背景として、平成17年に「食育基本法」が制定され、平成23年度に第2次食育推進基本計画が策定された。その内容は生涯にわたるライフステージに応じた間断ない食育の推進、生活習慣病の予防および改善などであり、保育所

乳幼児にも新しい指針が施行された^{12) 13)}。

特に、保育所は保護者が基本的に就労していることが前提になっており、女性の社会進出に伴い預けられる幼児が増加している。保育所は保育の一環として給食が義務づけられ1歳未満児から、給食やおやつなど食事を提供する割合が高い¹⁴⁾。しかし、給食やおやつの評価に関する報告は少ない。

また、沖縄県離島の保育所幼児において人工栄養と混合栄養に比較して母乳栄養の幼児が腸内細菌叢の有用菌の割合が高いという報告はあるが¹⁵⁾、保育所幼児における腸内細菌叢に関係する研究は少ない。このことより、世代を超えた食育が重要であり、日本の伝統的な食事を継承することで、次世代の腸内細菌叢は改善し、大きな健康問題に寄与する可能性がある。

そこで、本研究では幼児期の栄養摂取状況を明らかにし、問題点を抽出し、さらに栄養摂取状況と腸内細菌叢との関連について検討し、幼児の健康増進に寄与するための食育プログラム開発に活用したいと考える。

II. 研究方法

1. 調査期間

上毛町の町立保育所幼児を対象とし、調査の期間は平成27年12月から平成28年4月である。

2. 対象者の選定方法

調査依頼は、福岡県築上郡上毛町の町立保育所の保護者87名に行った。対象地域は、福岡県東部の田園地域に属し、平成28年12月31日現在、人口約7,862人の町である。この研究は、上毛町の町長、役場の食育担当課、保育所そして保護者に協力を得て、調査の目的、意義、方法について説明を行い、質問紙の内容と調査方法、健康診断の結果の取り扱いなどについて協議し同意を得て実施された。対象者の保護者からはインフォームド・コンセントを受理しており、中村学園大学の倫理委員会からの承認を得て実施された。

3. 調査方法

調査については保護者に説明会を開き、調査の質問紙と同意書を封筒に入れて配布し、本研究に同意した場合のみ回答するように依頼した。同意が得られた83名の1~2歳児が20名、3~5歳児が47名、6歳児が16名を本研究の対象とした。調査は対象の保護者に自己記入式で実施した。

4. 調査内容

(1) 身体状況調査

身体状況は保育所の健康診断調査結果から身長、体重に関する情報を収集した。身長と体重から体格指数であるカウプ指数を算出した。

カウプ指数=体重(g) / {身長(cm) × 身長(cm)} × 10
カウプ指数は厚生労働省の21世紀出生児縦断調査に準じて14以下をやせぎみ、15～17をふつう、18以上をふとりぎみとした¹⁶⁾。

(2) 食事調査

食事調査は食事記録シートの秤量法による調査とインスタントカメラを用いた食前食後の料理の写真撮影により実施した。内容は、平日連続3日間の朝食、夕食、間食の食事区分ごとに摂取した献立名、食品名、摂取量の記録を依頼した。また、食事記録シートに記入した同日の食前食後の写真撮影を依頼した。その際、食品や器の大きさが分かるように1円玉を置いた¹⁷⁾。

昼食の栄養素は保育所で摂取されているため児童福祉施設における「食事摂取基準」を活用した食事計画に沿って保育所給食の給与栄養目標量を使用した²⁾。

(3) 腸内細菌叢の分析

腸内細菌叢の分析は、対象者の保護者に幼児の採便を依頼し、便は㈱テクノスルガ・ラボで分析した。分析方法は、糞便から菌類のDNAを抽出し制限酵素で切断した後にPCR法で増殖しDNA断片を解析することで菌類の種・量を分析し、推定される各細菌とその量をピーク面積比で示した。本研究では、生体に有用であることが実証されている *Bifidobacterium* や *Lactobacillales* 目に注目して解析を行った。

5. 解析方法

排便習慣調査の結果は χ^2 検定を行った。また、腸内細菌叢の2群間の比較は等分散性の検定を行い、Studentのt検定を行った。3群間の比較は1元配置分散分析を行った後、群間における平均値の差について全ての対比較をBonferroniの多重検定により行った。解析は、すべて統計解析ソフトSPSS Statistics ver.22を用い、有意水準は5%で両側検定とした。また、*Bifidobacterium* と *Lactobacillales* 目を70%マイル値で対象者を低占有群、高占有群の2群に分類して解析を行った。

摂取した食材の栄養素等の栄養価等は日本食品標準成分表2010に準拠したエクセル栄養君 Ver.7 (建帛社) で算出した。対象者の栄養素摂取量の評価は、食事摂取

基準(2015年版)に準じて、年齢別に1～2歳児、3～5歳児、6歳児、また性別に男児と女児と区分し、身体活動レベルⅡとして目標の栄養素等摂取量を設定した⁶⁾。

食事摂取基準(2015年版)の指標で、エネルギーは、推定エネルギー必要量(EER)、たんぱく質、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅、ヨウ素、セレン、ビタミンA、B1、B2、B6、B12、C、ナイアシン、葉酸は推奨量(RDA)、脂質エネルギー比、炭水化物エネルギー比、食物繊維、食塩相当量は目標量(DG)、カリウム、リン、マンガン、ビタミンD、E、K、パントテン酸、ビオチンは目安量(AI)とした。

保育所における給与栄養目標量は食事摂取基準(2015年版)の値を基に1～2歳児は全ての栄養素において50%、3～5歳児、6歳児はエネルギーとたんぱく質は45%、それ以外は50%とした。また、エネルギー比率は男児、女児各年齢共通で、脂質は25%、炭水化物は57.5%とした²⁾。

なお、食事摂取基準(2015年版)の指標から保育所給食での給与栄養目標量を差し引いた値を家庭での給与量の基準値とし、その基準値-9%以下を低摂取群、基準値±10%を中摂取群、基準値+11%以上を高摂取群とした。

Ⅲ. 結 果

1. 回収率および有効回答率

質問紙と採便キットの回収率と、有効回答率を表1に示した。有効回答数で食事記録シートと料理写真は64名であり、採便キットは72名であった。

2. 対象者の性別、年齢別、身体状況

対象者の身体状況は身長、体重、カウプ指数を表2に示した。

身体状況については、男児の1～2歳、3～5歳、6歳の身長はそれぞれ、83.2±6.3cm、100.0±6.6cm、114.8±4.1cm(平均値±標準偏差)であり、体重はそれぞれ、12.1±2.0kg、16.3±2.6kg、20.5±1.5kgで

表1 回収率および有効回答率

項目	n=83			
	食事記録シート	カメラ	排便調査	採便キット
回答者数(名)	83	70	83	82
回収率(%)	(100.0)	(84.3)	(100.0)	(98.8)
有効回答者数(名)	64	64	83	72
有効回答率(%)	(77.1)	(77.1)	(100.0)	(86.7)

あった。

次に女兒の1～2歳、3～5歳、6歳の身長はそれぞれ、84.6±5.7cm、100.4±7.5cm、113.3±7.8cmであり、体重はそれぞれ、12.3±1.5kg、16.8±2.8kg、20.8±3.0kgであった。対象者は、食事摂取基準(2015年版)の参照体位にほぼ一致していた。また、カウプ指数18以上のふとりぎみの幼児は全体の7.1%を占め、カウプ指数14未満のやせの幼児は、2.4%を占めていた。

3. 対象者の栄養摂取状況

対象者の性別、年齢別に、1日当たりの栄養素摂取状況を算出し、総エネルギー摂取量、たんぱく質、脂質および炭水化物のエネルギー産生栄養バランス(%エネルギー)、食物繊維、食塩相当量について表3-1に示した。

エネルギーは推定エネルギー必要量に対して1～2歳、3～5歳、6歳の男児でそれぞれ149.4%、

104.9%、112.7%であり、女兒でそれぞれ155.9%、104.7%、135.3%で男児、女兒ともに過剰摂取であった。たんぱく質の推奨量、脂質のエネルギー産生栄養バランスの目標量の25%と比較して、男児、女兒の各年齢で過剰摂取であった。炭水化物のエネルギー産生栄養素バランスは目標量の57.5%に対して、男児、女兒の各年齢で不足していた。

食物繊維については、1～5歳児で目標量が設定されていないため成人の基準値に準じて1000Kcal当たりで計算した値を目標量として用いた。食物繊維は目標量に対して1～2歳、3～5歳、6歳の男児でそれぞれ116.7%、92.6%、98.3%であり、女兒でそれぞれ202.9%、96.2%、162.2%であり、男児の3～6歳、女兒の3～5歳で不足していた。

食塩相当量は目標量に対して1～2歳、3～5歳、6歳の男児でそれぞれ193.3%、160.0%、152.0%であり、女兒はそれぞれ211.1%、126.1%、128.6%で男児、女兒ともに過剰摂取であった。

対象者の性、年齢別に1日当たりの栄養摂取状況のミネラル類について表3-2に示した。

カルシウムは推奨量の1～2歳、3～5歳、6歳の男児でそれぞれ68.2%、61.2%、75.5%であり、女兒でそれぞれ99.4%、56.4%、120.4%であり、女兒の6歳以外で不足であった。

鉄は推奨量に対して1～2歳、3～5歳、6歳の男児でそれぞれ94.3%、94.0%、94.9%であり、女兒でそれぞれ131.6%、111.5%、133.5%であり男児の各年齢において不足がみられた。

表2 対象者の身体状況

	男児			女兒		
	1-2歳 (n=13)	3-5歳 (n=22)	6歳 (n=11)	1-2歳 (n=7)	3-5歳 (n=25)	6歳 (n=5)
身長(cm)	83.2±6.3	100.0±6.6	114.8±4.1	84.6±5.7	100.4±7.5	113.3±7.8
体重(kg)	12.1±2.0	16.3±2.6	20.5±1.5	12.3±1.5	16.8±2.8	20.8±3.0
カウプ指数 ^α	17.4±1.1	16.2±1.2	15.5±1.1	17.1±0.6	16.5±1.0	16.0±1.3
(kg/cm ² ×10 ⁴)	[15.7-20.0]	[13.9-19.1]	[14.3-17.7]	[16.3-18.2]	[14.5-19.0]	[13.9-17.2]
参照体位 ^β						
身長(cm)	85.8	103.6	119.5	84.6	103.2	118.3
体重(kg)	11.5	16.5	22.2	11.0	16.1	21.9

※平均±標準偏差【最小値-最大値】
α:カウプ指数 14未満(やせ) 14以上18未満(普通) 18以上(太りぎみ) β:食事摂取基準の参照体位

表3-1 1日当たりの栄養摂取状況
(エネルギー、たんぱく質、脂質エネルギー比率、炭水化物エネルギー比率、食物繊維、食塩相当量)

栄養素等 基準値の指標	男児									女兒								
	1-2歳(n=10)			3-5歳(n=18)			6歳(n=8)			1-2歳(n=7)			3-5歳(n=18)			6歳(n=3)		
	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)
エネルギー(kcal) EER	475	716 [369-1034]	149.4	715	750 [341-1029]	104.9	853	961 [749-1159]	112.7	450	755 [458-903]	155.9	688	720 [450-972]	104.7	798	1080 [1005-1204]	135.3
たんぱく質(g) RDA	10.0	25.4 [15.4-36.2]	251.5	13.8	26.7 [8.9-38.1]	193.5	19.3	37 [28-48.5]	191.7	10.0	28.1 [10.6-35.4]	253.0	13.8	26.7 [11.0-41.9]	193.5	19.3	37.6 [29.4-44.3]	194.8
脂質(%E) DG	25.0	29.2 [13.3-30.3]	116.8	25.0	29.6 [13.9-41.6]	118.4	25.0	32.6 [20.1-44.2]	130.4	25.0	29.6 [20.4-39.4]	118.4	25.0	29.2 [23.8-42.2]	116.8	25.0	28.7 [25.2-33.3]	114.8
炭水化物(%E) DG	57.5	54.8 [45.3-158.8]	95.3	57.5	54.6 [39.9-139.4]	95.0	57.5	50.3 [79.3-144.6]	87.5	57.5	55.5 [45.6-63.3]	96.5	57.5	54.3 [42.7-60.5]	94.4	57.5	55.9 [51.8-61.7]	97.2
食物繊維(g) DG	3.6	4.2 [2.2-6.1]	116.7	5.4	5.0 [1.9-9.5]	92.6	6.0	5.9 [3.2-8.3]	98.3	3.4	6.9 [5.0-8.5]	202.9	5.2	5.0 [2.6-8.2]	96.2	5.0	8.1 [6.2-9.6]	162.2
食塩相当量(g) DG	1.5	2.9 [1.7-4.6]	193.3	2.0	3.2 [1.0-6.9]	160.0	2.5	3.8 [1.8-6.5]	152.0	1.8	3.8 [2.3-5.0]	211.1	2.3	2.9 [0.8-4.5]	126.1	2.8	3.6 [2.4-5.0]	128.6

α:1日の基準値から給食の基準値を除いた値 β:基準値に占める割合 摂取量:平均値[最小値-最大値]
EER:推定エネルギー必要量 EAR:推定平均必要量 RDA:推奨量 AI:目安 UL:耐用上限量 DG:目標量

保育所幼児の栄養摂取状況と腸内細菌叢との関連

また、小学校の栄養摂取量において重要視されているミネラルでマグネシウム、亜鉛、マンガンは、男児、女児の各年齢において過剰であった。

対象の性別、年齢別に、1日当たりの栄養摂取状況のビタミン類について表3-3に示した。ビタミンAは推奨量に対して1~2歳、3~5歳、6歳の男児でそれぞれ66.2%、69.9%、105.6%であり、男児の1~2歳と3~5歳においてビタミンAが不足しており、女児でそれぞれ108.5%、103.4%、145.1%であり6歳児にお

いて過剰であった。

4. 対象者の腸内細菌叢の割合

対象者の各個人における推定される菌群の *Bifidobacterium* の割合と *Lactobacillales* 目の割合を図1に示した。*Bifidobacterium* の割合の最大値は49.1%で、最小値は0.0%であった。*Lactobacillales* 目の割合の最大値は29.8%で、最小値は0.3%であった。*Bifidobacterium* の割合と *Lactobacillales* 目の割合どちら

表3-2 1日当たりの栄養摂取状況 (ミネラル類)

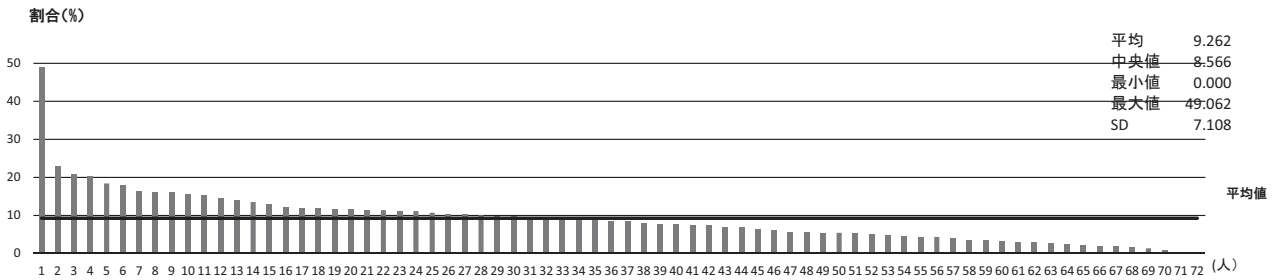
栄養素等 基準値の指標	男児									女児								
	1-2歳(n=10)			3-5歳(n=18)			6歳(n=8)			1-2歳(n=7)			3-5歳(n=18)			6歳(n=3)		
	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)
ナトリウム(mg) ^γ	591	1104 [680-1714]	186.8	787	1286 [464-2631]	163.4	984	1545 [712-2548]	157.0	709	1533 [899-1982]	216.2	906	1132 [295-1780]	124.9	1102	1435 [974-1964]	130.2
カリウム(mg) AI	450	779 [430-1032]	175.4	550	859 [242-1378]	156.7	650	1046 [757-1373]	160.5	400	1200 [449-1957]	287.7	500	907 [469-1374]	181.0	600	1336 [1171-1640]	214.6
カルシウム(mg) RDA	225	153 [74-251]	68.2	300	187 [58-521]	61.2	300	228 [144-359]	75.5	200	204 [71-317]	99.4	275	154 [65-377]	56.4	275	336 [235-515]	120.4
マグネシウム (mg) RDA	35	73 [42-111]	207.1	50	83 [28-160]	164.6	65	108 [64-158]	164.8	35	109 [38-180]	293.9	50	84 [41-138]	169.4	65	148 [104-205]	218.8
リン(mg) AI	250	360 [208-490]	143.5	400	389 [139-660]	96.9	450	505 [426-597]	111.5	250	427 [168-581]	157.7	300	392 [177-598]	130.2	450	582 [443-732]	122.7
鉄(mg) RDA	2.3	2.2 [1.1-3.2]	94.3	2.8	2.7 [1.0-4.4]	94.0	3.3	3.2 [1.8-4.5]	94.9	2.3	3.3 [1.3-4.4]	131.6	2.5	2.8 [1.5-4.8]	111.5	3.3	4.6 [3.1-5.5]	133.5
亜鉛(mg) RDA	1.5	2.9 [1.8-3.8]	187.5	2	3.1 [1.1-4.2]	154.1	2.5	3.9 [3.3-4.9]	156.2	1.5	3.2 [1.6-4.1]	204.9	2.0	3.3 [1.7-5.1]	167.0	2.5	5.3 [4.1-6.6]	185.7
銅(mg) RDA	0.15	0.38 [0.19-0.57]	251.3	0.20	0.4 [0.16-0.65]	202.6	0.25	0.51 [0.28-0.72]	204.2	0.15	0.52 [0.21-0.73]	330.3	0.20	0.43 [0.22-0.62]	215.2	0.25	0.73 [0.5-0.86]	273.1
マンガン(mg) AI	0.75	0.88 [0.53-1.37]	115.2	0.75	0.94 [0.38-1.24]	125.6	1.00	1.03 [0.63-1.52]	103.7	0.75	1.05 [0.69-1.56]	133.7	0.75	0.93 [0.48-1.57]	124.5	1.00	1.42 [1.27-1.63]	126.0
クロム(μg)	-	2 [1-5]	-	-	2 [0-5]	-	-	4 [1-10]	-	-	4 [2-6]	-	-	3 [1-7]	-	-	5 [4-6]	-
モリブデン(μg)	-	68 [30-180]	-	-	69 [23-118]	-	-	74 [41-140]	-	-	110 [34-190]	-	-	73 [19-135]	-	-	123 [82-154]	-

α:1日の基準値から給食の基準値を除いた値 β:基準値に占める割合 摂取量:平均値[最小値-最大値]
 γ:ウチムネン(文部科学省)が日本食品成分の値を平成25年11月11日に変更しているため、エクセル栄養素Ver7は、値が変わっている。しかし日本人の食事摂取基準2015年の基準値は変わっておらず、基準値と比較できないため除外している。
 AI:ナトリウムに関しては基準値がないため、食塩相当量から換算して求めた。
 EAR:推定平均必要量 RDA:推奨量 AI:目安量 UL:耐用上限量 DG:目標量

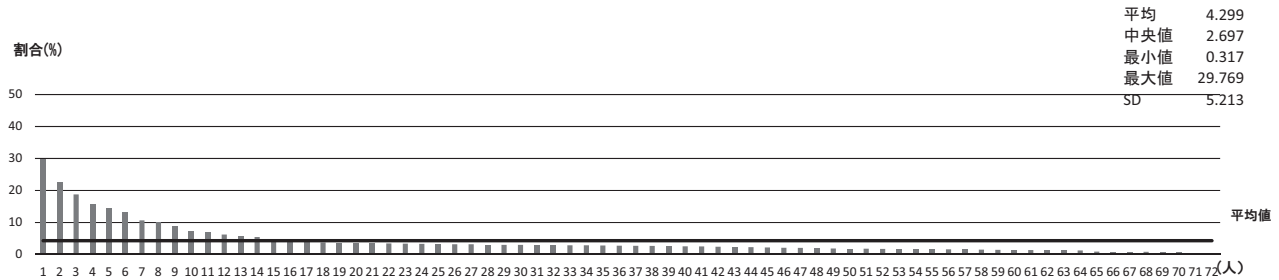
表3-3 1日当たりの栄養摂取状況 (ビタミン類)

栄養素等 基準値の指標	男児									女児								
	1-2歳(n=10)			3-5歳(n=18)			6歳(n=8)			1-2歳(n=7)			3-5歳(n=18)			6歳(n=3)		
	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)	基準値 ^α	摂取量	基準値 割合 ^β (%)
ビタミンA(μg) RDA	200	129 [57-246]	66.2	250	172 [41-302]	69.9	225	239 [170-364]	105.6	175	216 [123-347]	108.5	200	208 [91-677]	103.4	200	301 [257-333]	145.1
ビタミンD(μg) AI	1.0	1.3 [0.4-3.2]	166.9	1.3	2.3 [0.3-8.3]	176.3	1.5	3.0 [0.9-6.1]	201.9	1	4.3 [0.2-11.8]	322.1	1.3	3 [0.4-10.1]	234.1	1.5	3.4 [2.6-4.0]	223.2
ビタミンE(mg) AI	1.8	2.1 [1.3-2.9]	124.5	2.3	2.5 [0.9-4.8]	106.6	2.5	3.1 [1.7-5.1]	122.9	1.8	2.8 [1.9-4.7]	129.6	2.3	2.2 [1.2-3.4]	94.4	2.5	3 [2.5-3.6]	114.9
ビタミンK(μg) AI	30	73 [17-291]	254.4	35	83 [21-219]	234.0	43	112 [38-252]	257.8	30	183 [52-422]	483.7	35	97 [26-175]	277.0	43	184 [41-264]	426.5
ビタミンB1(mg) RDA	0.25	0.38 [0.24-0.53]	148.7	0.35	0.35 [0.13-0.48]	100.2	0.4	0.46 [0.34-0.64]	115.8	0.25	0.38 [0.16-0.49]	137.7	0.35	0.34 [0.15-0.54]	96.5	0.40	0.44 [0.42-0.45]	104.9
ビタミンB2(mg) RDA	0.30	0.4 [0.24-0.58]	133.8	0.4	0.45 [0.11-0.76]	110.5	0.45	0.56 [0.39-0.86]	124.0	0.25	0.52 [0.12-0.88]	188.5	0.4	0.47 [0.17-0.81]	116.6	0.45	0.7 [0.46-0.83]	150.5
ナイアシン(mg) RDA	2.5	5.7 [3.8-7.9]	231.7	3.5	5.8 [1.6-9.1]	164.3	4.5	7.3 [6.1-8.7]	162.7	2.5	6.8 [1.9-9.9]	245.1	3.5	6.2 [1.5-10.5]	174.6	4.0	7.3 [5.9-8.5]	171.5
ビタミンB6(mg) RDA	0.25	0.39 [0.22-0.53]	161.4	0.3	0.42 [0.12-0.72]	139.7	0.4	0.52 [0.42-0.76]	129.8	0.25	0.55 [0.22-0.75]	205.5	0.3	0.75 [0.21-5.81]	235.2	0.35	0.58 [0.50-0.67]	156.2
ビタミンB12(μg) RDA	0.45	1.66 [0.24-2.76]	368.8	0.5	1.85 [0.22-5.39]	370.0	0.65	2.56 [1.55-4.86]	393.8	0.45	1.97 [0.59-4.86]	437.7	0.5	2.69 [0.20-5.77]	538.0	0.65	2.93 [1.38-4.52]	450.8
葉酸(μg) RDA	45	84 [53-139]	190.7	50	108 [30-194]	217.2	65	124 [71-163]	189.8	45	143 [58-275]	293.4	50	98 [4-194]	195.7	65	172 [100-240]	256.3
パントテン酸(mg) AI	1.50	2.27 [1.36-3.68]	152.4	2	2.33 [0.67-3.55]	116.4	2.5	3.12 [2.17-4.72]	124.0	1.50	3 [0.91-4.25]	187.9	2.00	3.64 [1.14-23.39]	182.5	2.50	3.44 [2.32-4.13]	130.7
ピオチン(μg) AI	10	11.8 [5.6-19.2]	120.6	10	12.9 [4.7-19]	127.1	12.5	13.3 [8.3-19.1]	105.6	10.00	17.6 [5.5-29]	167.3	10.00	15 [8.8-28.4]	153.1	12.50	21.2 [8.4-31.7]	167.5
ビタミンC(mg) RDA	18	26 [16-42]	152.9	20	36 [6-78]	184.1	23	43 [12-78]	185.7	18	38 [28-78]	201.9	20	30 [9-59]	151.1	23	39 [33-51]	167.5

α:1日の基準値から給食の基準値を除いた値 β:基準値の割合 摂取量:平均値[最小値-最大値]
 EAR:推定平均必要量 RDA:推奨量 AI:目安量 UL:耐用上限量 DG:目標量



各個人における*Bifidobacterium*の割合



各個人における*Lactobacillales*目の割合

図1 各個人における腸内細菌叢の割合

表4 性別と腸内細菌叢の割合

推定される菌群	性別		p値 [†]
	男児(n=43)	女児(n=29)	
<i>Bifidobacterium</i>	7.3 ± 2.5	7.0 ± 2.0	0.826
<i>Lactobacillales</i> 目	2.9 ± 2.5	2.7 ± 2.2	0.724
<i>Bacteroides</i>	38.2 ± 11.0	41.2 ± 10.4	0.251
<i>Prevotella</i>	8.0 ± 4.6	6.2 ± 6.6	0.808
<i>Clostridium cluster IV</i>	13.7 ± 6.0	10.8 ± 5.9	0.050
<i>Clostridium subcluster XIVa</i>	16.6 ± 4.5	18.7 ± 5.3	0.077
<i>Clostridium cluster IX</i>	3.2 ± 3.2	3.0 ± 2.3	0.799
<i>Clostridium cluster XI</i>	1.4 ± 2.9	1.0 ± 3.2	0.265
<i>Clostridium cluster XVIII</i>	1.4 ± 2.3	1.3 ± 1.9	0.682

平均値±標準偏差
† 等分散性の検定後、Student's t検定

表5-1 栄養摂取状況と腸内細菌叢の割合(エネルギー摂取量別3群)

推定される菌群	エネルギー摂取量		
	低摂取群 ^a (n=11) 531±137kcal ^b	中摂取群 ^b (n=11) 703±136kcal ^b	高摂取群 ^c (n=38) 848±119kcal ^b
<i>Bifidobacterium</i>	7.2 ± 2.1	9.0 ± 1.6	7.1 ± 2.7
<i>Lactobacillales</i> 目	2.2 ± 2.5	3.0 ± 1.4	3.0 ± 2.6
<i>Bacteroides</i>	38.4 ± 9.4	39.7 ± 11.1	39.6 ± 11.8
<i>Prevotella</i>	5.6 ± 5.5	16.7 ± 1.2	10.9 ± 5.5
<i>Clostridium cluster IV</i>	12.1 ± 7.2	16.0 ± 7.4	11.4 ± 5.0
<i>Clostridium subcluster XIVa</i>	18.5 ± 4.6	16.1 ± 3.9	17.7 ± 5.6
<i>Clostridium cluster IX</i>	4.0 ± 2.3	2.4 ± 3.2	2.9 ± 2.9
<i>Clostridium cluster XI</i>	1.3 ± 2.2	1.1 ± 2.6	0.9 ± 3.3
<i>Clostridium cluster XVIII</i>	0.9 ± 2.9	1.4 ± 2.7	1.5 ± 1.8

平均値±標準偏差
一元配置分散分析後、Bonferroniの多重検定
低摂取群^a: 食事摂取基準の基準値の9%以下、中摂取群^b: 食事摂取基準の基準値±10%、高摂取群^c: 食事摂取基準の基準値の11%以上、^b: 各群の平均値±標準偏差

においても個人差があることが示唆された。

性別と腸内細菌叢の割合を表4に示した。男児、女児の*Bifidobacterium*の割合はそれぞれ7.3±2.5%、7.0±2.0%を占めており、*Lactobacillales*目の割合はそれぞれ2.9±2.5%、2.7±2.2%であり、性別における有意な差は認められなかった。

5. 栄養摂取状況、排便習慣と腸内細菌叢

(1) 栄養摂取状況と腸内細菌叢

1) エネルギー摂取量別3群と腸内細菌叢

対象者のエネルギー摂取量別3群と腸内細菌叢の割合を表5-1に示した。対象者のエネルギー摂取量別に低摂取群、中摂取群、そして高摂取群の3群で、*Bifidobacterium*の割合はそれぞれ、7.2±2.1%、9.0±1.6%、7.1±2.7%であり、有

意な差は認められなかった。*Lactobacillales*目の割合は2.2±2.5%、3.0±1.4%、3.0±2.6%であり、同様に有意な差は認められなかった。

2) 食物繊維摂取量別3群と腸内細菌叢の割合

対象者の食物繊維摂取量別3群と腸内細菌叢の割合を表5-2に示した。食物繊維摂取量別に低摂取群、中摂取群、そして高摂取群の3群で*Bifidobacterium*の割合はそれぞれ8.0±1.8%、7.0±5.3%、7.1±2.1%であり、有意な差は認められなかった。*Lactobacillales*目の割合はそれぞれ2.3±1.5%、5.6±2.8%、2.8±2.7%であり、中摂取群は低摂取群に比べ有意に高い値を示した。

3) カルシウム摂取量別3群と腸内細菌叢の割合

対象者のカルシウム摂取量別3群と腸内細菌

表5-2 栄養摂取状況と腸内細菌叢の割合（食物繊維摂取量別3群）

推定される菌群	食物繊維摂取量 (%)		
	低摂取群 ^a (n=23)	中摂取群 ^b (n=8)	高摂取群 ^c (n=29)
	3.9±1.4g ^d	4.3±1.2g ^d	6.6±1.4g ^d
<i>Bifidobacterium</i>	8.0 ± 1.8	7.0 ± 5.3	7.1 ± 2.1
<i>Lactobacillales</i> 目	2.3 ^a ± 1.5	5.6 ^b ± 2.8	2.8 ± 2.7
<i>Bacteroides</i>	40.0 ± 10.2	33.6 ± 13.5	40.5 ± 10.9
<i>Prevotella</i>	14.5 ± 2.7	19.3 ± 0.0	4.2 ± 7.0
<i>Clostridium cluster IV</i>	14.3 ± 7.5	11.2 ± 6.2	11.2 ± 4.4
<i>Clostridium subcluster XIVa</i>	16.6 ± 4.5	15.8 ± 6.6	18.8 ± 5.1
<i>Clostridium cluster IX</i>	3.7 ± 2.5	2.1 ± 4.5	2.7 ± 2.6
<i>Clostridium cluster XI</i>	0.9 ± 2.8	0.8 ± 3.8	1.2 ± 3.0
<i>Clostridium cluster XVIII</i>	1.3 ± 2.6	1.7 ± 1.9	1.4 ± 2.0

平均値±標準偏差 等分散性の検定後、Studentのt検定 異なるアルファベット間で有意差あり p<0.05
 低摂取群^a: 食事摂取基準の基準値の9%以下、中摂取群^b: 食事摂取基準の基準値±10%、高摂取群^c: 食事摂取基準の基準値の11%以上、^d: 各群の平均摂取量±標準偏差

表5-3 栄養摂取状況と腸内細菌叢の割合（カルシウム摂取量別3群）

推定される菌群	カルシウム摂取量 (%)		
	低摂取群 ^a (n=43)	中摂取群 ^b (n=9)	高摂取群 ^c (n=8)
	141±56mg ^d	237±47mg ^d	339±94mg ^d
<i>Bifidobacterium</i>	6.3 ^a ± 2.3	9.2 ± 2.1	13.5 ^b ± 2.4
<i>Lactobacillales</i> 目	2.6 ± 2.3	2.6 ± 2.0	4.7 ± 3.0
<i>Bacteroides</i>	39.2 ± 10.5	42.3 ± 9.4	36.8 ± 15.8
<i>Prevotella</i>	11.8 ± 3.6	0.0 ± 0.0	0.9 ± 0.0
<i>Clostridium cluster IV</i>	13.3 ± 6.1	9.8 ± 5.1	10.1 ± 6.1
<i>Clostridium subcluster XIVa</i>	17.8 ± 5.0	17.5 ± 5.2	16.0 ± 6.5
<i>Clostridium cluster IX</i>	2.8 ± 3.1	4.6 ± 1.7	2.1 ± 2.5
<i>Clostridium cluster XI</i>	1.2 ± 2.7	0.7 ± 5.1	0.5 ± 2.2
<i>Clostridium cluster XVIII</i>	1.3 ± 2.2	1.6 ± 2.7	1.5 ± 1.6

平均値±標準偏差 等分散性の検定後、Studentのt検定 異なるアルファベット間で有意差あり p<0.05
 低摂取群^a: 食事摂取基準の基準値の9%以下、中摂取群^b: 食事摂取基準の基準値±10%、高摂取群^c: 食事摂取基準の基準値の11%以上、^d: 各群の平均摂取量±標準偏差

叢の割合を表5-3に示した。カルシウム摂取量別に低摂取群、中摂取群、そして高摂取群の3群で、*Bifidobacterium*の割合はそれぞれ6.3±2.3%、9.2±2.1%、13.5±2.4%であり、高摂取群は低摂取群に比べ、有意に高い値を示した。*Lactobacillales*目の割合は2.6±2.3%、2.6±2.0%、4.7±3.0%であり、有意な差は認められなかった。

IV. 考 察

保育所幼児の健康増進のための食教育を行うために栄養摂取状況を明らかにし、さらに、健康や生活習慣病と関わりの深い腸内細菌叢を評価指標とし、栄養摂取状況との関連について検討した。

1. 対象者の栄養等摂取状況

日本においては、幼児期の栄養等摂取状況を定量的に示した有用な研究が少ないため⁶⁾、保育所幼児を対象に栄養摂取状況を明らかにするために食事調査を行った。調査方法は、秤量法による平日3日間の食事記録シートのみでなくカメラで撮影した食前食後の料理写真を用いることで、栄養価の数値がより正確に算定可能となった。先行研究において写真撮影法を併用することで食材重量の精度を高めるという報告があるが¹⁸⁾ 19)、本研究においても同様の結果が得られた。

2014年のWHOの報告によると、日本の5歳未満児の肥満は5%未満であるが²⁰⁾、対象幼児の身体状況調査でカウプ指数が18以上のふとりぎみが7.1%であり若干高い数値を示した。肥満は生活習慣病の危険因子として注目され、思春期以降の肥満対策が重要といわれているため²¹⁾、幼児及び食事の担い手の保護者に対して、肥満と関係のあるエネルギーの適切な摂取量や生活習慣の指導を行うことが重要だと考えられる。

食事調査において、保育所幼児の栄養摂取状況ではエネルギー、たんぱく質、脂質、食塩相当量が過剰摂取で

あり、炭水化物、食物繊維、カルシウム、鉄、ビタミンAが不足していた。このことは、保育所は母親が働いていることが前提であり、子どもの食事作りに十分な時間がなく食事状況がよくなかったと考えられる。特に食生活調査では対象幼児においては薄味を好まない傾向があり、食塩相当量については生活習慣病と関わりがあるため²²⁾ 離乳食から幼児食まで減塩でおいしく調理できるプログラムを食育に取り入れることが重要であると考えられる。

食物繊維については、男児の3~6歳と女児の1~5歳で不足が明らかとなった。朝食の食事パターンで主食のみや主食+汁物の占める割合が高く、食物繊維を含有している野菜類やきのこ類・藻類などの食材の摂取が少ないことが示唆された。今後、保育所の保護者に対して食物繊維が多く含まれている食材や調理法の食事指導を行うことが重要であると考えられる。

次に、ミネラル類では、カルシウムが女児の6歳以外で不足していた。学童期になると身長、体重の増加とともに最大骨量を高める時期となる^{22)~24)}。そのため、幼児期において十分なカルシウム摂取が必要であると考えられる。牛乳、チーズ、小魚、大根葉、小松菜などのカルシウムが多く含まれる食品と腸管からのカルシウムの吸収を高めるビタミンDを含む食品や調理品を摂取するための食育が重要であると考えられる。

鉄は男児の各年齢で不足していた。男児において鉄が不足していたことは、女児に比べエネルギー摂取量が少ないことが影響していると考えられる。しかし近年、学童期の女子において貧血者の増加傾向が見られ、特に潜在性鉄欠乏性貧血が多いため²⁵⁾、乳幼児期から鉄の摂取が重要であり、男児、女児ともに鉄の吸収を促進するためにたんぱく質やビタミンCと組み合わせた食材の選び方やその調理方法について、また、吸収を抑制するシュウ酸やフィチン酸との組み合わせを避ける調理の技術指導が必要だと考えられる。

ビタミンについてはビタミンAが男児の1~5歳で不足がみられた。ビタミンAの典型的な欠乏症として乳

幼児では角膜乾燥症から失明に至るとの報告もある²⁶⁾。ビタミンAは脂溶性ビタミンであるため、摂取量を増加するためには油脂を使用して人参や南瓜を摂取する調理法の工夫が必要である。

2. 対象者の腸内細菌叢

推定される有用菌の *Bifidobacterium* と *Lactobacillales* 目の割合は非常に個人差が大きいことが明らかとなった。

性別ごとに *Bifidobacterium* と *Lactobacillales* 目の割合を比較したが、それぞれ有意な差が認められないことが明らかとなった。また、今回、クラスター分析も試みたが、いずれの項目においても有意な差は認められなかった。

3. 栄養摂取状況と腸内細菌叢

栄養摂取状況と腸内細菌叢の関連については、食物繊維摂取量3群別に低摂取群、中摂取群、そして高摂取群の3群で *Lactobacillales* 目の割合は食物繊維の中摂取群は低摂取群に比べ有意に高い値を示した。しかし、高摂取群では有意な差が認められなかった。食物繊維の過剰摂取は腸管からのミネラル吸収を低下させる報告があるが²⁷⁾、食物繊維の過剰は腸内環境改善に寄与しないことが示唆された。個々人に対応した食物繊維の適量摂取の食育の指導が重要であると考えられる。

カルシウム摂取量別に低摂取群、中摂取群、そして高摂取群の3群で *Bifidobacterium* の割合はカルシウム摂取量が高いほど数値が高い傾向を示し、カルシウムの高摂取群は低摂取群に比べ、有意に高い値を示した。カルシウムは乳類と豆類が寄与率の高い食品と報告もあり²⁴⁾、カルシウム高摂取群では牛乳、ヨーグルト、チーズなどの乳類の摂取量が多いと考えられる。特にブルガリアヨーグルトの摂取によって糞便中ビフィズス菌が増加し腸内細菌叢が改善されると報告もあり²⁸⁾、ヨーグルトを含む乳製品の摂取を勧める食育が重要であると考えられる。また、豆類にはカルシウムのほかに食物繊維が多く含まれるため、高カルシウム摂取群では食物繊維の摂取も増加すると考えられる。

以上より、保育所保育指針にあるように、母親と子供の両方に食育を行うことが重要であり、本研究より腸内環境改善のために規則正しい食生活の在り方や、生活習慣の改善のために個々人に対応した食事指導を行うことが重要である。また、保育所給食の給与栄養目標量の再検討が必要であると考えられる。

V. まとめ

保育所幼児の栄養摂取状況を明らかにし、さらに、健康や生活習慣病と関わり深い腸内細菌叢を評価指標として栄養摂取状況にどのような関連があるかを検討した。

1. 幼児の栄養摂取状況で、過剰摂取はエネルギー、たんぱく質、脂質、食塩相当量であった。不足は、炭水化物、食物繊維、カルシウム、鉄、ビタミンAであった。
2. 腸内細菌叢と性別においては推定される菌群の *Bifidobacterium* と *Lactobacillales* 目について有意な差は認められなかった。
3. 腸内細菌叢と栄養摂取状況では、食物繊維が適量摂取の中摂取群で推定される菌群の *Lactobacillales* 目の割合が高い数値を示した。カルシウムの高摂取群で推定される菌群の *Bifidobacterium* の割合が高い数値を示した。

謝 辞

稿を終えるにあたり、調査の実施に多大なご協力を頂きました福岡県上毛町長 坪根秀介様、調査を実施させていただいた保育所の所長先生はじめ職員、保護者、幼児の方々に深く感謝申し上げます。なお、この研究の一部は平成26年度～平成28年度 JSPS 科研費 JP26350169の助金と西部ガス㈱の委託研究費により実施したものである。

利益相反

本研究は、利益相反に相当する事項はない。

参考文献

- 1) 厚生労働省：保育所保育指針（2008）フレーベル館、東京
- 2) 吉岡慶子，三成由美，徳井教孝：ライフステージ別栄養管理・実習（第2版）（2015）
- 3) 厚生労働省：保育所における食事の提供ガイドライン（2012） <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/pdf/shokujiguide.pdf>
- 4) 白木まさ子，大村雅美，丸井英二：幼児の偏食と生活環境との関連，民族衛生，74，279-289（2008）
- 5) 野末みほ，石田裕美，碓野佐也香，他：小学5年生の家庭での食事の手伝いと保護者のゆとり感や子どもの共食の状況との関連，栄養学雑誌，73，195-203（2015）

保育所幼児の栄養摂取状況と腸内細菌叢との関連

- 6) 厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2015年版）」策定検討会報告書（2014） <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/000041824.html>
- 7) Sonnenburg, E.D., Smits, S.S., Tikhonov, M., et al. Diet-induced extinctions in the gut microbiota compound over generations, *Nature*, 529, 212-215 (2016)
- 8) 光岡知足：腸内菌叢研究の歩み，腸内細菌学雑誌，25，113-124（2011）
- 9) 光岡知足：腸内フローラの研究と機能性食品，腸内細菌学雑誌，15，57-89（2002）
- 10) Ridaura, V.K., Faith, J.J., Rey, F.E., et. al., Gut Microbiota from Twins Discordant for Obesity Modulate Metabolism in Mice, *Science*, 341, 1079 (2013)
- 11) 酒井治子：改定「保育所保育指針」の解説ー子育て・子育て支援の視点からの食育ー，日本栄養士会雑誌，51，20-31（2008）
- 12) 食育基本法，平成17年法律第63号（2005）
- 13) 内閣府：第2次食育推進基本計画（2011） <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9929094/www8.cao.go.jp/syokuiku/about/plan/pdf/2kihonkeikaku.pdf>
- 14) 上田伸男，陳鋼，坂井堅太郎，他：アレルギーを有する保育園児への保育所での保育状況と問題点，耳鼻と臨床，49，S133-S146（2003）
- 15) 三成由美，大仁田あずさ，松崎景子，他：沖縄県離島の保育所乳幼児の授乳法と腸内細菌叢の関連，栄養学雑誌，72，302-310（2014）
- 16) 厚生労働省大臣官房統計情報部：21世紀出生児縦断調査（特別報告）結果の概況2001年ベビーの軌跡（未就学編） <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/syusseiji/tokubetsu/index.html>
- 17) 松崎聡子，安藤芙美，小池久美，他：デジタル画像を用いた写真撮影法による食事調査方法の妥当性，女子栄養大学紀要，37，5-12（2006）
- 18) 石原淳子，高地リベカ，細井聖子，他：料理画像を用いた食事評価の疫学研究への応用に関する基礎的検討，栄養学雑誌，67，252-259（2009）
- 19) 今井具子，大塚礼，加藤友紀，他：3日間食事記録調査における写真撮影の有効性，日本食生活学会誌，20，203-210（2009）
- 20) World Health Organization, Report of the commission on ending childhood obesity (2016) http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204176/1/9789241510066_eng.pdf
- 21) 大木薫，稲山貴代，坂本元子：幼児の肥満要因と母親の食意識・食行動の関連について，栄養学雑誌，61，289-298（2003）
- 22) 杉浦令子，坂本元子，村田光範：幼児期の生活習慣病リスクに関する研究，栄養学雑誌，65，67-73（2007）
- 23) 時田章史，吽野篤，三浦優子，他：小児期・青年期からの骨粗鬆症の予防，順天堂医学，42，45-54（1996）
- 24) 今井具子，辻とみ子，山本初子，他：秤量法食事記録調査より求めた小学生，大学生，高齢者のミネラル摂取量及び食品群別寄与率の比較，栄養学雑誌，72，51-66（2014）
- 25) 加藤陽子：小児と思春期の鉄欠乏性貧血，日本内科学会雑誌，99，1201-1206（2010）
- 26) 内閣府食品安全委員会：ビタミンAの過剰摂取による影響（2012） <http://www.fsc.go.jp/sonota/factsheet-vitamin-a.pdf>
- 27) 鈴木和枝，鈴木一正，金澤真雄，他：血清ミネラルレベルに及ぼす糖尿病治療食の影響，日本栄養・食糧学会誌，49，315-320（1996）
- 28) 飯野久和，青木萌，重野千奈美，他：ブルガリアヨーグルト摂取による糞便中ビフィズス菌の増加作用を検証するプラセボ対照二重盲検比較試験，栄養学雑誌，71，171-184（2013）