

学校給食：社会的に恵まれない子どもの身体的健康と 心理社会的健康の向上

2006年11月16日

レビューワ

Kristjansson EA, Robinson V, Petticrew M, MacDonald B, Krasevec J, Janzen L,
Greenhalgh T, Wells G, MacGowan J, Farmer A, Shea BJ, Mayhew A, Tugwell P

Betsy Kristjansson博士
准教授

School of Psychology and Centre for Global Health
Institute of Population Health

1 Stewart Street

Ottawa, Ontario CANADA, K1N 6N5

電話番号1: +1 613 562 5800 内線: 1987

電話番号2: +1 613 562 5800 内線: 2329

ファックス: +1 613 562 5659

Eメール: kristjan@uottawa.ca

外部支援機関

Cochrane Health Promotion and Public Health Field、オーストラリア

最新情報

本レビューは、コクラン共同計画（Cochrane Collaboration）にも併せて登録され、同団体で2007年1月24日に同時に公表された。

レビューの本文

概要

幼少時代の栄養不良と微量栄養素欠乏は、子どもの健康と発育に悪影響を及ぼす。学校給食の目的は、空腹の子どもたちに食事を提供し、肉体的、精神的、心理社会的な健康を向上させることにある。本レビューは、学校給食に関する初めての系統的レビューである。このレビューには、18件の研究が選定されており、そのうち9件の研究は高所得国で実施され、残りの9件は低所得国で実施された。最も質の高い研究（低所得国のランダム化比較試験（RCT））結果では、学校給食を提供された介入群の子どもたちは19ヶ月間で対照群よりも平均0.39 kg体重が増加した。厳密性の低い研究（事前事後比較試験（CBA））では、体重増加の差異は11.3ヶ月間で0.71 kgだった。高所得国の結果は様々であったが、結果は

疑問の余地がないものであった。身長については、低所得国の結果は混在し、RCTでは、身長の増加は年少の子どもに限って顕著であったが、CBAの結果では全体的に増加が顕著で有意であった。高所得国の身長に関する結果も混在していたが、結果に対する疑問の余地はない。低所得国では、学校で給食を与えられた子どもたちの方が対照群の子どもたちよりも学校への出席日数が多かった。この所見によれば、子ども1人当たり平均して年間4日から6日ほど出席日数が増えた。教育達成や認知に関しては、学校で給食を与えられた子どもたちは、数学の学力ならびに一部の短期間の認知的作業に関して対照群よりも成績が高かった。学校給食は、社会的に恵まれない子どもたちにとって、肉体的、心理社会的なメリットがある。われわれ研究者は、学校給食の有効性に関して、より精緻に計画された研究を推進し、対照群となる子どもたちの社会経済の状況に照らした結果を提示し、さらに肉体的、社会的、心理社会的な健康へ直接影響する知見に関しロバスト性の情報を収集することが求められる。

要約

背景

幼少時代の栄養不良と微量栄養素の不足は、子どもの健康の肉体的、精神的、社会的側面に悪影響を及ぼす可能性がある。学校給食制度は、出席日数、学力、成長、およびその他の健康を向上させるよう施策化されている。

目的

主な目的は、社会的に恵まれない子どもの身体および精神の健康を向上させる学校給食制度の有効性を確認することである。

検索方法

検索の対象となったのは、CENTRAL（2006年 第2版）、MEDLINE（1966年から2006年5月）、EMBASE（1980年から2006年5月）、PsycINFO（1980年から2006年5月）、CINAHL（1982年から2006年5月）などのいくつかのデータベースである。灰色文献の情報源も調査した。選定された研究の参考リストおよび重要な定期刊行物は、手作業で調査し、その分野の一流の専門家に照会した。

選択基準

ランダム化比較試験（RCT）、比較臨床試験（CCT:準ランダム化比較試験）、事前事後比較試験（CBA）、時系列研究（ITS）のデータが選定された。学校で給食を提供することと対象者の多数は社会的または経済的に恵まれない立場の者であることが前提とされた。

データ収集と分析

2人のレビューワは、調査内容と選定した研究を評価した。4人のレビューワの1人がデータを抽出し、もう1人が再検討した。2人のレビューワは個別に研究内容の質を評価した。利用できるデータが十分あった場合は、ランダム効果メタ分析により統合され、必要に応じてクラスタ分析用に調整された。分析は、RCTおよびCBAのそれぞれについて、高所得国と低所得国別に行なわれた。

主な結果

われわれは18件の研究を選定した。体重の場合、低所得国のRCTでは、介入群の子どもたちは19ヶ月間で平均0.39 kg (95% C.I.: 0.11から0.67) 増加し、同じくCBAでは、11.3ヶ月間で0.71 kg (95% C.I.: 0.48から0.95) 増加した。高所得国では、体重の結果は様々であった。身長についても多様であるが、年少の子どもたちの身長が高くなった。低所得国における出席日数は、対照群よりも介入群の方が多く、研究結果によると、出席日数は年間平均して4日から6日増えた。数学の学力の向上は、低所得国における介入群で常に高かった。CBAでは、標準平均差が0.66 (95%信頼区間=0.13から1.18) だった。短期間の研究では、認知的作業で若干の上達が見られた。

レビューワの結論

学校給食は、社会的に恵まれない子どもたちにとって肉体的もしくは心理社会的なメリットがある。われわれ研究者は、今後、学校給食の有効性に関して、より精緻に計画された研究を推進し、対照群となる子どもたちの社会経済の状況に照らした結果を提示し、さらに肉体的、社会的、心理社会的な健康への影響に直接反映する知見に関しロバスト性の情報を収集することが求められる。

背景

世界は健康に関してすばらしい遺産を20世紀から受け継ぎ新世紀を迎えた。大多数の国では平均寿命は新記録を達成し、乳児死亡率は過去最低を記録した (PHAC 1999)。しかし、これらの平均値は、健康が社会経済的な地位によって不規則かつ不公平に振り分けられているという事実を見えなくする。裕福になればなるほど健康は増進し寿命も延びるが、所得が減少するにつれ健康は徐々に損なわれ、寿命も短くなる (PHAC 1999; Wilkins 1983; Wilkinson 1996)。健康に関するこうした社会的勾配や社会経済の不平等が世界各国に浸透していることは (Diderichsen 2001)、多くの病気、怪我、ならびに健康の様子を見れば明らかである (Marchand 1998)。健康の不平等は、「社会経済状況に関連し・・・、健康指標のばらつきによるほぼ一般的な現象」と明確に定義されている (Last 1995)。不平等は男女間や異なる地理的集団にも見られる。健康の不平等の計算には3つの計算要素を必要とする。それらの要素は、①健康状態を測定する妥当性を持った尺度、②社会的立場や社会的地位の尺度、③異なる社会的立場の人たちにおける健康状態の多様なレベルを集約する統計手法の3つである。健康の不公正は救済できる不平等である (Tan-Torres 2001; Peter 2001)。健康の不平等は予測できるが、健康の不公正は価値判断を必要とする。

学校給食制度の論理的解釈

Wynn氏によると (Wynn 1987)、栄養摂取の社会経済的差異は、健康と死亡率に関して社会経済的差異を引き起こす影響因の一つである。国際的な推定値によると、2000年から2002年にかけて、世界全体で8億5200万人が十分な栄養を与えられていない (FAO 2004)。その多くは子どもたちであり、そのほとんどは発展途上国の子どもたちである。アメリカ合衆国でも1998年から2000年の間に300万人以上の子どもたちが空腹による飢えを経験している (Sullivan 2002)。

幼少期の栄養不良と微量栄養素欠乏は、子どもの健康の肉体的、精神的、社会的側面に悪影響を及ぼす。肉体的な健康に対する影響としては、体重不足、発育不全、免疫力の低下

や死亡が挙げられる。幼少期の栄養不良と微量栄養素欠乏は、認知機能の低下にも直結している (Scrimshaw 1998; Worobey 1999; Leslie 1990)。短期間の空腹は、集中力と興味・関心に悪影響を及ぼす (Wilson 1983年、Levinger 1996に記載; Read 1973)。

徹夜や早朝空腹 (たとえば、朝食抜き) は、特に栄養的に危機的な状況にある子どもたちの認知的作業に悪影響を及ぼす (Pollitt 1995)。

学校給食制度は、こうしたいくつかの問題を解決する手助けになる。学校給食の目的は様々であるが、高所得国でも低所得国でも、短期的な空腹感を解消する役割を果たし (Allen 2001)、さらに微量栄養素の欠乏状態を改善し (Allen 2001)、成長 (Allen 2001; Levinger 1986) を促し、認知力 (Levinger 1986) ならびに学業成績を向上させる (Allen 2001; Levinger 1986)。

世界中で、1億1500万人の児童が2001年と2002年に通学していなかったが、そのほとんどは発展途上国の子どもたちだった (UNESCO 2005)。したがって、発展途上国では、学校給食は出席日数の増加と就学率の向上をもたらした (Allen 2001、Levinger 1986)、かつ生徒が長く学校にとどまるよう促す目的もある。発展途上国では、地元で採れた食物を使用すれば、副次効果として農業や地域社会が発展する可能性もある (Sanchez 2005)。

しかし、学校給食の有効性をめぐる論争もある。世界食糧計画 (WFP) によると、「研究と経験では、学校で食事を与えると空腹感はたちまち影をひそめて、就学率が1年以内に2倍になる」 (WFP 2005a)。ただし、2000年のSchool Feeding/Food for Education Stakeholders (学校給食/教育受益者への食事) の会議では、学校給食の栄養上のメリットを裏付ける事実ほとんどなく、学校の質に関するその他の改善が行われたときに初めて学校給食は学習効果を高めるという結論に達した (World Bank n.d.)。

Macintyre氏は、学校給食は、飢えの根本的原因を解決するというよりは一種の対処療法に過ぎず、学校給食が取りざたされることを問題視している (McIntyre 1992)。

学校給食の大きな課題は、貧困家庭では、学校で給食が与えられると、その子どもたちの食事が家庭で減らされる可能性があるという点である。これは「給食の家庭での食事の代替」(以下「給食の代替」と呼ばれている。たとえば、マラウィにおける学校給食に関する調査では、学校の給食の量よりも家庭の食事の量が少ないと回答した子どもは77%にのぼることが報告されている。このような状況は、保護者の調査でも裏付けられている。保護者の82%が、「給食の代替」は実際にあると回答している。つまり、食物があると、他の家族、特に他の子どものためにまわされるという実態がある (Galloway 2006)。

本レビューに関する論拠

学校給食は多くの国で採用している制度である。たとえば、2004年の世界食糧計画だけでも、72カ国で学校給食制度があり、1660万人の児童が給食の対象となっていた (WFP 2005b)。これらのプログラムには莫大な資金が投じられている。しかし、世界中を見回しても、学校給食制度の有効性に関する正式な系統的レビューはこれまでなかった。したがって、こうしたプログラムが健康、栄養状態、学校への入学、恵まれない子どもたちの就学率を高める上で効果的かつ費用効果の高い介入なのかどうかを見極めることが重要である。本レビューのひとつの目的は、社会的または経済的に恵まれない子どもたちの健康を改善するための学校給食制度の有効性を評価することである。もう一つの目的は、公平さという観点からの有効性について研究することである。恵まれている子どもたちよりも恵まれない子どもたちの方が学校給食によりメリットを受けているのかどうかを明らかにしなければならない。

これまでの非系統的なレビュー

われわれは現在のところ学校給食制度の有効性に関する既存の系統的レビューを確認することができなかった。しかし、系統的ではないが学校給食に関していくつかのレビュー

(Grantham-McGregor 05; Levinger 1986; Pollitt 1978; Pollitt 1995; Walker 1986; Papamandjaris 2000) と子どもたちのための栄養補給プログラムに関するレビュー (Beaton 1982; Beaton 1993; Dickie 1982) を確認した。

上記のレビューの一部の結論は次のとおりである。1) 幼児期の成長に最も大きく影響を及ぼす時期は、24ヶ月か36ヶ月から6歳までの間である、2) 成長は、肉体的、心理的な健康の改善といったその他の成果ほど重要視されない可能性がある、(Beaton 1993)、3) 脳は短期的な栄養不足に敏感で、栄養不良の子どもたちにとっては特に問題となる可能性がある (Pollitt 1995)、4) 朝食を与えることは感情面でメリットがあり、作業能力を向上させ (Pollitt 1978)、認知力の「一時的な」向上につながり (Grantham-McGregor 05)、教室の備えが整っている場合には (Grantham-McGregor 05) 教室内での態度も改善される (Papamandjaris 2000)、5) 特に発展途上国の地方の低所得者層の学校では (Levinger 1986) 学校給食制度が子どもたちの出席日数を増やす可能性がある (Pollitt 1995)、6) 以前のレビューで取り上げた多くの研究は中途半端である (Pollitt 1978、Levinger 1986)、7) 家庭環境などの外的要因が少なくとも学校給食と同じぐらい影響がある。食生活と子どもたちが生活する環境と学問を学ぶ環境の両方が改善されれば、さらに大きな改善を実現できる (Levinger 1986)、8) エビデンスが混在している (Pollitt 1995)。

上記のレビューはいずれも貴重な情報を提供しているが、世界的なレベルでの学校給食の有効性の全体像を示していない。これらのレビューはすべてそれぞれの研究対象範囲内に限られている。内容も、一部は数カ国、一部は発展途上国もしくは先進工業国に限られ、1回の食事 (たとえば朝食)、もしくは単に2、3の結果レビューに限定されている。さらに、系統的レビューは皆無だった。したがって、標準化された方法が用いられておらず、調査方法の詳細、選定/除外の基準、検索し考察した研究の数、研究の質がきちんと評価されていない。また、さらに重要なことに、正式な統合分析がほとんど成されていなかった。

目的

1. 低所得の児童の肉体的、心理社会的健康の成果を高める上での学校給食制度の有効性を特定する。
2. 社会的または経済的に恵まれていない子どもたちと恵まれている子どもたちの間で学校給食制度の有効性を比較する。
3. 学校給食制度が成長、認知力の発達、学業成績の向上に寄与する (または寄与しない) プロセスを理解する。

本レビューの研究の考察基準

研究の種別

ランダム化比較試験 (RCT)、比較臨床試験 (CCT: 準ランダム化比較試験)、時系列研究 (ITS)、事前事後比較試験 (CBA) のデータが選定された。給食は学校での提供を前提とした。対照群は、「処遇なし」対照 (家庭で昼食か朝食を摂取、または食事抜き/栄養強化) またはプラセボ対照 (学校で低エネルギーのブドウ糖シロップを摂取) のいずれかとし、

その他の研究計画は除外された。

対象者

任意の国における5歳から19歳の子どもや若者で、小学校または高等学校に通学した者。この年齢の適用範囲は、児童のみに焦点を当てていた公表済のプロトコルとは異なる点であることに留意が必要である。本レビューでは、高校生に関する研究が少ないため児童と高校生が両方含まれている。

2004年度世界銀行国別分類 (World Bank List of Economies) (World Bank 2005) に基づいて、各国は2つの群に分類される。すなわち、1) 低所得国 (低所得および中の下所得のある国) および 2) 高所得国 (中の上所得のある国および比較的高所得国) である。選定/除外基準は、これらの2つの群に関して若干異なる。これらの基準は、提出したプロトコルを修正した部分である。この修正は正確を期すために必要だった。

1. 低所得国

1.1 選定基準: 子どもたちが次の基準の1つもしくは1つ以上に該当することで「大部分が恵まれない子どもである」として分類された研究。1) 地方地区または村に居住している、または 2) 都市圏に居住し、社会的または経済的に恵まれない (貧困または低所得) とされる人または貧困地区 (スラム街) 出身者、3) 標本の30%以上の子どもたちが体重不足もしくは発育障害 (栄養士の判断) に陥っている、あるいは平均の体重、身長、および体格指数 (BMI) が低い (栄養士の判断) という統計値が示された場合、4) 研究が恵まれない子どもたちを暗にもしくは明確に対象としており、恵まれないことの指標が論文に提示されていた場合。

1.2 除外基準: 研究が除外される場合は次のとおりである。1) 社会経済的地位 (SES) の高い子どもの割合が大きい都市圏出身の子どもたちで、結果をSESやその他の代理変数によって取り出せなかった場合、または 2) 情報不足で恵まれないことの程度が判断できなかった場合。

2. 高所得国

2.1 選定基準: 子どもたちが次の基準で恵まれないと分類された研究。1) 経済的に取り残された、または恵まれないとされる地域出身の場合 (たとえば、低所得者が居住する地域、スラム街、公共住宅計画、鉱山コミュニティからなど)、2) SESが低いとされる場合 (労働者階級など)、3) 半数以上が比較的低いSES群 (失業中の両親も含む) 出身の場合、4) 社会状況により取り残された、または落ちこぼれているとされた場合。

一部の子どもたちは恵まれているが、結果をSESまたはベースライン栄養状態によって細かく分類できうる研究も選定した。

2.2 除外基準: 1) 子どもが中流または高いSES環境のみの出身とされる場合、2) 高いSESと低いSESが混在した環境出身の子どもで、結果がSESによって細かく分類できなかった場合、3) 情報が不十分で恵まれないと判断できなかった場合。

介入の種別

選定した介入: 学校という環境で管理されている食事 (朝食または昼食) または軽食 (牛乳を含む)。研究に異なる種類の食事が与えられた複数の介入群が含まれる場合、最も高いエネルギーとタンパク質を有する食事をデータの抽出と分析用に選定した。

除外した介入: 微量栄養素栄養補助食品または既存の食事を強化したもの、学校または家庭での単独型の栄養教育、肥満防止プログラム、母乳養育プログラム、フードスタンプ（政府からの食料補助）、栄養分を変えるための学校給食の内容の変更、地域の集合キッチン（community kitchens）、食料銀行（food bank）、および食料配布センター。高所得国においては肥満の減少に重要性を置くようになってきているため、このような国の学校給食を取り巻く取り組みは、低脂肪の食材、フルーツ、野菜を多く利用、取り入れることで子どもの食事の栄養素含有量を高めることを目指している（Coleman 2005; Luepker 1996）。しかし、このレビューの主眼は、学校給食の内容を変えることではなく、子どもたちに食事を与えることの影響を考察することである。したがって、この種の介入は本レビューでは取り上げないものとする。

成果指標

われわれは、対照群に対し介入群の変化に関しデータを抽出した。身体的健康の変化の指標には栄養状態（人体計測、骨ミネラル濃度、骨塩量、微量栄養素状態、ヘモグロビン、ヘマトクリットなど）が含まれる。

ヘモグロビンとヘマトクリットは貧血の指標である。貧血は、血液が十分な酸素を運べない状態であり、しばしば鉄不足に起因する。

心理的健康は教育における成果（数学、読書力、スペリングの学力向上、就学率、出席日数の向上）や、知能テストの点数、精神運動の上達および精神の発達、注意力、記憶力、推論、言語流暢性、語彙力、与えられた課題への対応などの認知に関するテストに拠った。行動上の成果としては、与えられた課題への対応、注意力の問題、行動に関する問題などがある。

不都合な結果には、汚名をきせられる、依存性、学校での分裂的行動、ならびに肥満や極端な体重の減少などがある。

除外した成果: 虫歯の減少、栄養知識の向上、空腹感の減少や栄養素の摂取といった媒介要因と思われる肉体的健康の効果。

研究を確認するための検索方法

電子検索。JMが以下の電子データベースで検索を実行した。

Cochrane CENTRAL Register of Controlled Trials（2006年第2版）OVIDインタフェース経由

MEDLINE（1966～2006年5月）OVIDインタフェース

EMBASE（1980～2006年5月）OVIDインタフェース経由

インタフェース経由

ADOLEC - Literature on adolescent health（2006年5月まで）Virtual Health

Libraryインタフェース経由

AMED（Allied and complementary medicine）（1985～2006年5月）OVID

インタフェース経由

CAB Health（1973～2006年5月）Silver Platter インタフェース経由

CINAHL（1982～2006年5月）OVID インタフェース経由

Current Contents（2006年5月）OVID インタフェース経由

Dissertation Abstracts（1981～2006年5月）OVID インタフェース経由

EBM Review (2006年5月に検索) OVID インタフェース経由
ERIC (1966~2006年5月) OVID インタフェース経由
PsycINFO (1980~2006年5月) OVID インタフェース経由
Food and Agriculture Organization Corporate Document Repository
(<http://www.apps.fao.org>)
Food Poverty Projects database (http://www.sustainweb.org/povdb_index.asp) (2006年5月まで)
Graylit Network (<http://graylit.osti.gov/>) (2006年5月まで)
Grey Literature New York Academy of Medicine
(<http://www.nyam.org/library/grey.shtml>) (2006年5月まで)
HMIS (Health Man年齢 Information Consortium) 、
Healthstar (1985~2006年5月) OVID インタフェース経由
Healthpromis (<http://healthpromis.hda-online.org.uk/>) (2006年5月まで)
LILACS database - Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (2006年5月まで)
Virtual Health Libraryインタフェース経由
MEDCARIB - Caribbean Health Sciences Literature (2006年5月まで) Virtual Health Library
インタフェース経由
PAHO - PAHO HQ Library Catalog (2006年5月まで) Virtual Health Libraryインタフェース
経由
Premedline (2002~2006年5月) 、EBMレビュー (2006年5月まで) OVIDインタフェース
経由
SIGLE - System for Grey literature in Europe (1980~2006年5月) Silverplatterインタフェース
経由
Sociofile (1980~2006年5月) OVID インタフェース経由
C2-SPECTR (Social, Psychological, Educational and Criminological Trials Register -
<http://128.91.199.101/>) (2006年5月まで)

MEDLINEの検索方法

1. Milk.sh,tw.
2. (feeding or school-feeding or meal\$ or snack\$.tw.
3. (breakfast or break fast or lunch or mid-day or mid day or dinner or supper).tw.
4. Or/1-35. Exp Schools/
6. (school\$ or school-based or kindergarten or preschool or pre-school or daycare or
day care).tw.
7. 5 or 6
8. 4 and 7
9. Breastfeeding/ or (breastfeed\$ or breast feed\$.tw.
10. 8 not 9
11. Exp Child Nutrition/
12. Bone density/ or bone densit\$.tw.
13. Exp growth/
14. Body mass index/
15. nutritional status/ or nutrition\$.tw.
16. (growth or bone mass or weight or height).tw.
17. Dietary services/ or diet/

18. Food services/
19. Hunger.sh,tw.
20. Food, Fortified/ or (fortification or fortified).tw.
21. (iron or iodine).tw,sh.
22. Dietary Supplements/ or (Dietary Supplement\$ or nutritional Supplement\$ or food Supplement\$).tw.
23. Exp Vitamin A/
24. Or/11-23
25. 10 and 24

この方法では、記載された他のデータベースを検索する場合は必要に応じ修正された。RCTフィルタは、CBAとITSでも検索したので使用しなかった。言語の制限は適用されなかった。

手作業による検索

われわれは、*American Journal of Clinical Nutrition*、*Journal of Nutrition*、*European Journal of Clinical Nutrition*、*Nutrition Reviews*、ならびに *Social Sciences and Medicine* の電子版を1998年初めから2006年5月まで手作業で検索した。*Public Health Nutrition* は、1999年初めから2006年まで手作業で検索した。選定された論文や関連するレビューの参考資料 ([Levinger 1986](#); [Pollitt 1978](#); [Pollitt 1995](#)) を該当研究について詳しく調査した。文献解題『*School Feeding Works*』 ([WFB 2005a](#)) の関連する研究について詳しく調査した。

個人的な関係筋

栄養、飢え、国際開発に重点的に取り組んでいる人たちや組織にEメールで連絡し、われわれが見逃した可能性のある学校給食制度の関連研究を確認した。関係筋には、ユニセフの [WFP 2005b](#) Food Program School Feeding TeamのArlene Mitchell氏とFrancisco Espejo氏、United Nations System Standing Committee on Nutrition (SCN) のCatherine Bertini氏、Ernesto Pollitt博士、Susan Walker博士も含まれる。

本レビューの手法

1. データの摘要

電子検索と手作業による検索によって抽出された論文のアブストラクトやタイトルは、2名 (EK とVR) のレビューワと、場合によってはもう1名 (EK) と研究アシスタント1名 (CB) によって上記の選定基準に従って個別に評価された。

レビューワの1人によって妥当であると判断された研究はすべて、コピーし精査される。これらの研究については、2名のレビューワ (EKとVR) が、妥当性の基準を満たしているかどうかを判断した。子どもたちが恵まれていないのかどうか意見が必要な場合は、BM、JK、TGにアドバイスを求めた。CBAで妥当性を欠く場合はMPに意見を求めた。データ抽出フォームは、EPOC (Effective Practice and Organization of Care : ケアのための効果的な活動と組織) 調査グループ ([EPOC2002](#)) のデータ収集フォームに基づいてア priori に作成した。これらのフォームは、本レビューに必要な特定のデータ項目を選定できるよう修正された。フォームの明確さ、完全さ、使いやすさを確認するために、選定された4つの研究で実験的にテストがなされた。データは4人の中の1人が抽出し、最初の抽出を行わなかった別のレビューワがチェックした。われわれは、研究計画、介入の記述 (プロセスも含む)、対象者の詳細 (年齢、性別、各群の人数など)、介入の長さ、貧困低所得の定義、その他の

社会人口学的変数に基づいてデータを抽出した。この社会人口学的変数には、居住地、人種/民族性、年齢、栄養状態、批判的な評価（下記を参照）、肉体、認知、態度の結果も含まれる。費用効果に関するデータも抽出する予定だったが、該当がなかった。必要に応じ、社会経済的な地位による影響も記録した。JKまたはBMは、選定された研究を検討し、栄養素含有量、食事が提供するエネルギーの推奨食事許容量（RDA）のデータを要約した。

2. プロセスの評価

可能性のある交絡因子を特定するために、多くのプロセス要素に関するデータを抽出した。下記のリストは、有効性に影響をおよぼす可能性のある要因を代表するものとして選ばれた。

1. アプローチの集中度（エネルギーに対するRDAのパーセンテージとその高低）
2. 食事の種類と食事が与えられる時刻
3. 生活環境（たとえば、食事が与えられる場所 - 学校種、教室か食堂か）
4. 介入を行う配給者（監督者は誰か。同級生か、教師か、食堂の職員か、ボランティアか。）
5. 摂取量のモニター
6. コンプライアンス（遵守）
7. 与えられた食糧の品質/受容性
8. 介入期間
9. 家庭における給食の代用

A 2.3. プロセスの評価の詳細

最近の研究実践では、先駆的な試行を行なう場合、同時にプロセス評価を行なうことが望まれており、介入が実践上どのように導入されたか、影響を与えたメカニズム、ならびに結果に影響を及ぼした可能性のあるその地域特有の状況を特定できるようにしている

(Campbell 2000; Calnan 2003)。プロセス評価は、選定された研究のうち、行動のメカニズムや結果が異なっている場合の解釈に役立つ研究データを抽出、分析、統合するという点で、まさに系統的レビューの一部とも言える。したがって、複雑な社会的介入が、ある試験では有意な効果があったものの別の試験ではまったく効果がなかった（あるいは負の効果があった）場合、状況（その論文に記述されたとおり）、介入、および成果の間の関連性の分析は、介入によって多少でも影響した可能性がある文脈について仮説を立てることを目的として行なわれなければならない。この目的を達成するために、TGは、それぞれの介入が個別の基礎研究に影響を与えた（または与えなかった）プロセスの説明に役立つプロセス要素について特定するため、最終レビューに含まれるすべての論文を再検討した。記述データは、歴史的背景、現地の政治や経済情勢、資金源、現地の研究者の関与と協力関係の程度、サンプリング（「恵まれない」という言葉の定義と評価方法）、実現の手順の詳細（補給食の最中の監督レベル）、成長の測定や心理試験が行われた背景などに関する論文から抽出された。これらのデータは、Excel のスプレッドシートで表にされ、定量的所見と共に、方法、結果、議論に含まれている各種プロセスの仮説を立てるのに役立てられた。プロセス評価は、メタ回帰用のデータが十分でなかったので本レビューに特に役立った。

2.1. エネルギー含有量

重要なプロセス要素の一つはエネルギー含有量で、これらは栄養士 (BMとJK) によって評価された。多くの研究では食事や軽食の平均キロカロリー含有量のみの提示に留まりエネルギー総量だけが考慮されており、他の栄養素を測定するための食品に関する十分な詳細は提示されていなかった。

2.1.1 エネルギーの含有量の計算に使用した規則

1. キロカロリー数の合計またはエネルギーの推奨食事許容量 (RDA) のパーセンテージが研究の本文で提供された場合にはその数字を使用した。キロカロリー量の記載はないものの、食糧に関して十分な記述があった場合 (食糧の品質や種類)、食事や軽食のキロカロリー含有量は、米国農務省 (USDA) の栄養データファイルを使用して推定した。
2. キロカロリー含有量の異なる食事や軽食が別の日に与えられた場合 (Powell 1983) は、加重平均を採用した (たとえば、400 kcal の食事を1週間に3日間与えられ、600 kcal の食事を1週間に2日間与えられた場合は、加重平均の480キロカロリーを使用した。)
3. 異なる食事や軽食が与えられた日数が指定されなかった場合 (Agarwal 1989)、またはエネルギーの含有量が研究の1年目と2年目が異なった場合 (Neumann 2003)、エネルギーの含有量に正確な平均を使用した。

2.2.2. エネルギーに関するRDAのパーセンテージの計算

エネルギーのRDAのパーセンテージは、食事や軽食の特定または推定平均キロカロリー含有量を各研究の年齢/性別ごとに割って計算した (SCN 1989)。研究の介入群が多様な年齢や性別で構成されていて、結果がグループ全体だけで求められている場合には、RDAの加重平均を使ってRDAのパーセンテージを計算した。さらに確認方法として、RDAのパーセンテージは、食事や軽食で与えられたキロカロリー数の合計を年齢/性別にRDAで割ることによって、対応するRDAの個別の年齢や性別について計算した。エネルギー効率は、連続変数と見なされていた。しかし、データ解釈の目的で、2つのレベルのエネルギー含有量として、低レベル (エネルギーのRDAの15%未満) と高レベル (エネルギーのRDAの15%以上) の介入がなされた。

情報不足により、3つの研究に関するエネルギー含有量は計算できなかった (Bro 1994、Bro 1996、Shemilt 2004)。

データの要約完了後、選定された/除外された研究の表が作成された。

3. データの抽出と分析

結果は、低所得国と高所得国に関して個別に分析された。理由は、生活環境や母集団があまりに違うため、混合すると誤った解釈をする可能性があるからである。

3.1 連続データ。RCT、CCT、およびCBA

連続データのメタ分析を行うには、2つの群でのそれぞれの成果について平均値、標準偏差、および対象者数のデータを入力する。これらの平均値や標準偏差は、いかなる場合も交絡因子が未調整という点に注意を要する。しかし、必要であればクラスタリングに応じて調整される。われわれは、一つのケースを除いてメタ分析のために平均値と標準偏差を使用した (Agarwal 1989)。われわれは適当なRho (対照群における研究の開始時と終了時の間の相関関係) を見つけられなかったため、研究の終了時の結果を使用した。標準偏差

と変化の標準偏差が公表されていなかった場合で、研究が30年前以降（1976以降）に発表されていた場合、われわれは著者に連絡をとって情報を求めた。Susan Walkerは、変化の平均値と標準偏差と、1998年のPowell研究の対照群における前後の相関関係を提供してくれた。Powell 1983の研究の情報は入手できなかった。

Du 2004の場合、Zhang Qianは体重と身長に関するデータ変化を提供し、クラスタリングに応じて訂正した（Zhang 2006）。AgarwalとPaigeからは、研究についての回答はなかった（Agarwal 1989、Paige 1976）。

変化に関するデータ

変化に関するデータは、Bailey (Bailey 1962)、Baker (Baker 1980 (男児))、Corry-Mann (Corry-Mann 1926)、およびDevadas (Devadas 1979: 5-6)の研究論文に紹介された情報から直接入手するか、あるいはそれを元に計算した。Susan Walkerは、1998年のPowell研究について、研究の開始時と終了時の間の相関関係と変化に関するデータを提供した（Walker 2004）。これらの相関関係は、Agarwal (Agarwal 1989)とPowell 1983の研究の変化に関する標準偏差を計算する際に使用された。データのメタ分析を行わなかった場合は、効果をより効率よく測定できるとして、回帰分析、マルチレベル分析、または分散分析を選択した。理由は、a) マルチレベル分析はクラスタリングの明細を明らかにするため、b) 他のANOVAや回帰は変化の結果を提供するからである。

3.2. 中断された時系列

われわれは、次の2つのITSに提示された前後セッションの平均を使用した（Bro 1994、Bro 1996）。

3.3. 離散的結果

メタ分析では離散的結果は出なかった。

3.4 ひずみ

Shemilt 2004の線引きテスト (trail-making test) (Shemilt 2004)を除けば、ひずみはこのレビューに選定されたどの研究にも見られなかった。Corry-Mann 1926、を除いたすべての論文については、元の生データではなく要約統計量が使われたので、生データのひずみの有無は確認できなかった。さらに、大多数の分析では変化値が使用されていたので、Cochrane Handbookの8.5.2.11項に記載されたおおまかな確認を行うことができなかった（Higgins 2005）。

3.5 データ統合

われわれは変量効果モデルを使ってメタ分析を行った。特に他に記載がない限り、加重平均の差が計算された。われわれはそれぞれの結果について、1) 低所得国と高所得国、および2) 異なる研究計画（たとえば、ITS、RCTおよびCBA）といった個別の分析を行った。臨床心理学者（LJ）は、心理学的結果に係る臨床の妥当性について意見を述べた。

3.6 潜在的な分析単位エラーに関する研究の分析方法

学校やクラスで割り付けられた研究には、クラス間との相関関係に合わせて調整しない場合、分析単位エラーがある可能性がある。したがって、第一次研究をそれぞれ再検討し、

クラスタリングが研究計画の一環であるのかどうかを確認した。研究計画の一環だった場合は、その分析がクラスタに合わせて調整されているかどうかを確認した。分析が第一次研究で調整されていた場合は、それを使用した。

3.6.1. クラスタリングに応じて調整済みでないCBAまたはクラスタ化試験におけるデザイン効果の修正に使用した方法

1. 使用された累積推定値が（様々な測定基準故に）SMDでなかった場合、標準誤差を拡大させるため、Cochrane Handbookの8.5.2.11項で概説している方法（Higgins 2005）をそのまま使用した。まず、未調整のSMDおよび95%信頼区間を計算した。未調整のSMDは、一般逆分散方法（generic inverse variance method）で効果推定値として入力され、次に効果推定値の標準誤差に分散拡大要因の平方根を掛けた。計算は次のとおりである。 $(1+(m-1) \times (ICC))$ 、ここで m は平均クラスタサイズ。標準誤差は、信頼区間を3.92で割って計算された。

2. 累積推定値がWMDアプローチである場合は、分散拡大要因（VIF）を使用して介入群と対照群の標準偏差を個別に調整した。これらの標準偏差は、さらにメタ分析に使用され、平均差の標準誤差および重み付け手順に組み込まれる。この結果は、分散拡大要因が介入群と対照群で同一である場合にCochrane Handbook（SMDアプローチの次）で概説している方法と同じである。このアプローチを使用した理由は、介入群と対照群の間でクラスタサイズが異なり、それによってクラスタサイズに左右されるVIFも異なってしまう可能性が高いからである。したがって、分散拡大の調整は、介入群と対照群の間で異なることになる。われわれの知る限りでは、Cochrane Handbookは、こうした不測の事態に備えていない。しかし、VIFにおけるこうした差異を考慮する必要がある（たとえば、われわれのレビューのAgarwalを参照してほしい（Agarwal 1989））。

3.6.2 分散拡大要因の計算

a. われわれはまずクラスタサイズを計算した。各分析の参加人数が記載されていれば、これらの人数をクラスタ数で割ってクラスタサイズを計算した。人数が分からなかった場合は、基礎研究の方法の項に記載された参加人数を使用し、それをクラスタ数で割った。

b. 次に、適当なクラスタ内相関係数（ICC: Intra-Cluster Correlations）を探した。Agarwal 1989、Bailey 1962、Du 2004、およびPowell 1983の体重と身長には、編集者宛てのDu氏の2005年書簡で発表したICCを使用した（Du 2005）。したがって、われわれは体重には0.025、身長には0.016のICCを使用した。体重と身長の両方について、.01、.05、および.10のICCを使用して感度解析を行った。われわれはさらにそれぞれの成果について感度解析を行い、結果を変えるにはどの程度ICCを大きくする必要があるかを評価した。これらの極値に対してICCを変えても、累積したどの値の統計的有意性も変わらなかった。Agarwal（Agarwal 1989 – 男児）やPowell研究（Powell 1983）における数学、読書力、スペリング、出席日数、および知能の成果には、0.15のICCを使って0.10と0.20で感度解析を行った。数学と読書力については、Schochetレビュー（Schochet 2005）の推奨に基づいて行った。

c. 次に介入群と対照群について、VIFを個別に次のように計算した。 $(1+(m-1) \times (ICC))$ 、ここで m は平均クラスタサイズである。（Ukoununne 1999）。次にわれわれは、元の標準誤差に、介入群と対照群のVIFの平方根を個別に掛けた。これらの調整済み標準偏差は、RevManデータ表に入力された。

3.7 サブ・グループの分析

3.7.1 公平性の問題。われわれは社会経済的な地位のほかにベースラインの栄養状態によってサブ・グループ分析を行うよう計画した。しかし、選定された研究の中で、SESによって階層化された表を記載した研究は一つもなかった（ただし、そのうち2つについてはSESによる結果の簡単な記述があった）。2つの研究で、ベースラインの栄養状態によって階層化した結果の記載があり（Powell 1998 (A)、Agarwal 1989）、この結果がSESの代用としてサブ・グループの分析で使用された。メタ回帰分析を使用して、ベースラインの栄養状態と身長と体重の間の交互作用のテストを行った。

3.7.2 年齢

成長率は年齢によって異なるので、体重と身長について年齢群全体のサブ・グループ分析を行った。また、認知力に関して年齢別にサブ・グループ分析の計画を立てた。認知力の効果を変化させるための学校給食の有効性は、年齢によって異なる可能性があるからである。しかし、持ち合わせたデータはこれを実証するには不十分だった。

3.7.3 性別

さらに性別によるサブ・グループの分析も行い、研究を個別に再検討して、性別と結果の間の交互作用が報告されたかどうかを確認した。

3.8. 潜在効果修飾因子 (Potential effect modifiers)

われわれは上記に記載したプロセス要素をいくつか慎重に検討した。それらのプロセス要素は、エネルギーの高低、コンプライアンス、「給食の代替」、および介入期間である。研究の質も研究結果に影響する。質の低い研究は、質の高い研究よりもしばしば大きい効果を示す。たとえば、結果の偏った評価は、結果変数を評価する人が、研究群（たとえば、介入群または対照群）を盲検化していない状況では可能である。

潜在効果修飾因子の影響をさらに理解するために、研究の種別、盲検化対不明確な盲検化 (blinding versus unclear blinding)、研究の日付、高エネルギー対低エネルギーによって分別した各研究の効果を要約した (Table 05、Table 06)。

3.9 相対差と絶対差の提示

絶対差と相対差は異なる情報を伝えるだけでなく、両方とも十分な情報を得た上での決定する必要がある（Hembroff 2004）、介入群と対照群の状況の絶対差と相対差を両方計算した。ベースラインからの変化の絶対差は、学校給食と対照群の間のベースラインからの変化の絶対差として、Review Manager分析によって計算された。われわれは、変化の差としての相対的なパーセンテージの変化を、最も代表的な研究の対照群のベースラインで割って計算した。身長と体重は時が経つと両方とも増加するので、（研究期間中に）変化量 (change scores) の差として変化率に比例したパーセンテージの変化を、(Review Manager分析と同じ体重を使い、すべての研究における変化率の加重平均を使って) 同じ期間中の対照群の変化率で割った。

3.10 不均一性

メタ分析の際には、以下の手順を使って不均一性を評価した。

- 1) 常識（例: 介入群、対象群、または成果があまりにも違うために組み合わせることができないのではないか。）
- 2) 不均一性の I^2 指標 (I2 Measure) (Higgins 2003)
- 3) 不均一性のカイ2乗検定

3.11. 出版バイアスの評価

出版バイアスのリスクを評価するメタ分析の研究はあまりにも少なすぎた (Egger 1997)。出版バイアスからの最大の防御は、着実な検索方法である。われわれは、未公開の灰色文献を探すための努力をした。

研究の詳細

アブストラクトとタイトルから一次選抜を実施し、役に立ちそうな400件の論文を抜き出した。レビューワたちは、その中で30件の研究が関係する可能性があり、研究計画も妥当であるという点で一致した。30件の研究すべてが読破され、そのうち18件の研究が選定基準を満たし、12件が除外された。18件の論文には、45件の個別の対照群が選定されていた（「選定された研究の特徴の表」を参照）。

1. 除外された研究

研究計画基準（たとえば、RCT、CCT、CBAおよびITS）は満たしたが、他の基準を満たさなかった12件の研究は、「除外された研究の表」に示された。それらの12件の除外された研究のうち、6件は介入や成果がわれわれの研究と関連性がなかったために除外された。さらに3件は学校という環境でなかったために除外された。2件は、SESの記述がSESに関して判断を下すほど十分でなかったために除外され、最後の1件は一部の対象地域がベースライン評価とフォローアップの間に置き換えられたために除外された。

2. 選定された研究の記述

2.1 研究計画

選定された18件の研究は、7件のランダム化比較試験（RCT）、9件の事前事後比較試験（CBA）、それから2件の時系列研究（ITS）で構成された。選定された研究の詳細は、「選定された研究の特徴」に記載されている。

2.1.1. 割付け/クラスタリング

クラスタリングは、9件の研究で問題点だった。これらの研究は学校やクラスによってすべて割り付けられていた。これらの9件の研究のうち、3件（[Jacoby 1996](#); [Neumann 2003](#); [Shemilt 2004](#)）が分析の中でクラスタリングに応じて調整済みだった。われわれは5件でクラスタリングに応じて調整した（[Agarwal 1989 – 男児](#); [Bailey 1962](#); [Du 2004](#); [Orr 1928 - 13 yrs](#); [Powell 1983](#)）。ただし1件だけクラスタリングに応じて調整できなかった（[Chandler 1995](#)）ので、未調整の分散分析結果を報告した。クラスタリングは他の9件の研究では問題はなかった（[Baker 1980（男児）](#)、[Bro 1994](#); [Bro 1996](#); [Corry-Mann 1926](#); [Devadas 1979: 5-6](#); [Lieberman 1976](#); [Paige 1976](#); [Powell 1998（A）](#); [Tisdall 1951](#)）。9件の研究のうち5件では、学生は個人によって割り付けられ、4件では1つの介入群学校と1つの対照群学校が割り付けられており、われわれは1つの介入群を選んで別のものと比較した。

2.1.2. メタ分析における選定

8件の研究は、どのメタ分析にも選定されていなかった。これらの研究のうち5件、すなわちBro（[Bro 1994](#); [Bro 1996](#)）; [Lieberman（Lieberman 1976）](#); [Paige（Paige 1976）](#)、およびTisdall（[Tisdall 1951](#)）では、標準偏差は利用できなかった。分散分析の結果はJacoby（[Jacoby 1996](#)）から、回帰分析はShemilt（[Shemilt 2004](#)）によった。これらの分析はクラスタリングに合わせて訂正されている。1998年のPowell研究（[Powell 1998（A）](#)）とケニアの研究（[Neumann 2003](#)）は、両方とも体重と身長メタ分析に選定されていたが、心理社会的成果については、マルチレベル回帰の結果を使用した。同様に、Orrの研究（[Orr 1928 - 13 yrs](#)）が身長メタ分析に選定されたが、体重については適当なデータに欠けた。

2.2 場所

9件の研究は低所得国で行われた。7件のRCTのうちの5件と、8件のCBAのうちの4件である。高所得国で行われた9件の研究のうち、2件はRCT、6件はCBAで、2件は時系列研究だった（「選定された研究の特徴」も参照）。

2.3 対象者

本レビューに選定した研究に参加した子どもたちの年齢の範囲は5歳から19歳だった。大多数の研究には小学校の児童が選定された。子どもたちの年齢、性別、社会経済的な特徴の詳細は表2で示している（「選定された研究の特徴」を参照）。

2.4 介入の記述

2.4.1 低所得国

5件のプログラムで食事が提供された。4件では朝食、1件では昼食を与えた。残りの4件のプログラムでは軽食と牛乳が提供された。与えられたエネルギーは、195 kcalから730 kcalで、タンパク質は1日当たり10～27グラムだった。3件の研究（Bailey 1962; Du 2004; Neumann 2003）で与えられたエネルギーはRDAの15%未満だった。1件は、RDAの8～10%、もう1件はRDAの10%、そして残りの1件はRDAの13%だった。

低所得国における5件の研究は、対照群の子どもたちに介入を行っていない。この子どもたちは家で食事していた可能性もしていなかった可能性もある。

4件の研究のうち、3件のジャマイカの研究（Chandler 1995; Powell 1983; Powell 1998 (A)）では、好意的配慮の影響を抑えるために、対照群の子どもたちは、非常に低いエネルギーの軽食（たとえば、オレンジ1個の四分の一）、飲み物（たとえば、シロップ）または鉄剤を与えられた。もう1件の研究（Bailey 1962）では、対照群の男児に鉄剤が与えられた。

2.4.2. 高所得国

5件の給食プログラムで食事が与えられた。4件は朝食、1件は昼食で、4件に軽食と牛乳が含まれていた。7件のエネルギー含有量は、126 kcalから705 kcalで、タンパク質の量は3～26グラムだった。

2.5. 結果

2.5.1 身体的結果は次のとおりである。Kg単位の体重の増加、cm単位の身長増加（11件の研究）、体重年齢比と身長年齢比のzスコアおよび身長年齢比と体重年齢比のパーセンテージにおける変化（3件）、上腕筋肉面積（1件）の変化、上腕脂肪面積（1件）の変化、ならびに骨ミネラル濃度、骨部分、骨量の変化（1件）、およびヘモグロビンの変化（2件）、ヘマトクリットの変化（1件）、およびその他の生化学的指標の変化（2件）。

2.5.1. 心理社会的結果には教育、認知力試験の結果を含む

教育の成果は次のとおりである。就学率における変化（5件の研究）、数学（4件）、読書力（2件）、およびスペリング（2件）での成果。認知力テストでの変化は次のとおりである。研究終了時の一般的知能（1件）、レーブン・プログレッシブ・マトリクス検査（1件）、線引きテスト（Part A）の成績の変化（1件）、知能検査または学業成績に関するわずかなレビュー（3件）、および認知力における短期的変化（2件）。就学率も含める予定

だったが、われわれの基準を満たした就学に関する研究を見つけられなかった。

2.5.3. 行動の成果

遊び場での活動の変化が1件の研究で認められ、活動過多（1件）、行動態度（2件）、与えられた課題に対する対応（2件）で変化があった。悪い結果については本レビューのどの研究にも報告がなかった。

採用された研究の方法論的な質

われわれの質の基準はEPOCチェックリスト (EPOC 2002) で修正された。質の評価の目的は、総合スコアを与えるのではなく、選定された研究の方法論的なロバスト性の記述的概要を示すことである。詳細は以下のとおりである。詳しい説明は最初の著者 (BK) から入手できる。

1. 使用基準

1.1. RCTの基準

われわれは、分配の隠蔽 (allocation concealment)、ベースラインでの身体的もしくは心理的指標についての群の同等性、信頼性ある第一次成果指標 (reliable primary outcome measures)、汚染に対する保護、第一次結果の盲検化評価、共介入 (co-intervention)、およびフォローアップの欠落を考察した。これらの各基準について、妥当 (基準を満たしている) か、不明か、または妥当でない (基準を満たしていない) かの評価が行われた。また、Jadad Scale (Jadad 1996) が使用された。

本レビューの目的は、総合スコアではなく、Jadad Scaleの個別の要素について報告している。Jadad基準のそれぞれについて、1 (満たしている) または0 (満たしていない) が指定された。Jadad Scaleの1つの要素は二重盲検化だが、二重盲検化は学校給食の状況下では可能でないことを考慮に入れる必要がある。

1.2. CBAの基準

CBAの方法論的な質を評価する際、群全体の身体的もしくは心理的な成果のベースライン指標の同等性、信頼性のある第一次成果指標、汚染に対する保護、第一次結果の盲検化評価、共介入、およびフォローアップの欠落を考察した。これらの各基準について、妥当 (基準を満たしている) か、不明か、妥当でない (基準を満たしていない) かの評価が行われた。

1.3 ITSの基準

ITSデザインの方法論的な質を評価する際、経年変化に対する保護 (その他の変化とは無関係の介入、妥当なデータ分析、および指定された事前・事後の尺度得点の理由を含む)、検出バイアスに対する保護 (データ収集や盲検化評価に影響しそうな介入を含む)、成果指標の信頼性、およびデータセットの完全性を考慮した。これらの基準の各側面については、図1で詳しく説明している。これらの各基準について、妥当 (基準を満たしている) か、不明か、または妥当でない (基準を満たしていない) かの評価が行われた。

評価方法の詳細

2人のレビューワ (EKとBS) が研究の質に関し個別に評価した (EKとVRがShemiltを評価)。意見の相違がある場合は会議でコンセンサスをとった。栄養士 (JK) と登録栄養学者 (AF) は、介入群と対照群全体の身体測定の結果の信頼性およびベースラインの身体測定指標の同等性を評価した。登録臨床心理学者 (LJ) は、群全体の心理的指標の信頼性と、ベースラインの心理的指標の同等性を評価した。内科の専門家 (PT) は、ヘモグロビン、ヘマトクリット、骨ミネラル濃度の測定の質を評価した。Table 03およびTable 04は、身体的、心理的成果のベースラインの同等性を示している。

2. 質評価の結果

選定された研究の質評価の結果は、選定された研究の表に記載され、詳細な要約は表5に示している。Jadad基準とEPOC基準による結果については、以下に個別に説明している。

2.1. Jadad基準

- 2.1.1. ランダム化として記述。7件のRCTはすべてランダム化として記述された。
- 2.1.2. 二重盲検化。二重盲検化はどの研究についても行われなかった。
- 2.1.3. 離脱と脱落の記述。5件のRCTで離脱と脱落の記述があり、2件についてはこの記述はなかった。
- 2.1.4. ランダム化の方法の記述。ランダム化の方法について記述した研究はなかった。
- 2.1.5. 二重盲検化の方法の説明。これについてはどの研究にも記述はなかった。

2.2. EPOC基準

- 2.2.1. 信頼性ある成果測定結果。5件の研究がすべてに関して妥当と評価され、7件の研究がすべてに関して不明と評価され、5件が妥当と不明が混在した評価となり、1件が妥当でないと評価された。
- 2.2.2. ベースライン指標の同等性。7件の研究はすべてに関して妥当と評価され、5件の研究がすべてに関して不明と評価され、2件が妥当と不明が混在した評価となり、1件が妥当でない研究と妥当な研究が混在した評価となり、1件が不適当と評価された。
- 2.2.3. 汚染に対する保護。9件に妥当という評価が下され、5件が不明、2件が妥当でなかった。さらに2件が不適当と判断された。
- 2.2.4. 成果評価の盲検化。成果評価の盲検化は概して貧困だった。6件が妥当と評価され、9件は不明、2件は妥当でなく、そして1件は妥当でない研究と不明が混在した評価となった。
- 2.2.5. 共介入。共介入はほとんど常に不明だった。われわれの評価は、15件が不明、1件が妥当、2件が妥当でなかった。
- 2.2.6. フォローアップの欠落。フォローアップの欠落は、7件について妥当、7件について不明、2件について妥当でなく、2件について不適当と評価された。
- 2.2.7. 割付けの隠蔽 (RCTのみ)。割付けの隠蔽はRCTの7件すべて不明と評価された。

結果

A. 物理的な成果

A1. 体重増加

A1.1 低所得国: RCT。3件のRCT (Du 2004; Neumann 2003; Powell 1998 (A)) が体重に関するメタ分析に選定された。一部、不均一性が見られた (カイ2乗 = 3.49、df = 2、p = 0.18、 $I^2 = 41.1\%$)。学校で食事を与えた子どもたちは、与えなかった子どもたち (95%の信頼区間で0.11から0.67) よりも体重が平均で0.39 kg増加した。これは大きな違いである。ICCによる0.01、0.05、および0.10での感度解析ではほとんど差はなかった。この0.39 kgという絶対差は、ベースラインと比較して1.2%差で、対照群の体重増加率と比較して12%差を表している。研究期間は7ヶ月間から24ヶ月間に及んだ。平均研究期間を19ヶ月間とすると、年間0.25 kgの体重の増加につながった。

A1.2 比較的低所得国: CBA。比較的低所得国で3件のCBAが体重に関するメタ分析に選定された (Agarwal 1989 – 男児、Bailey 1962; Devadas 1979: 5-6)。これらのCBAは不均一だ

った (カイ2乗=15.8、df=5、 $p=0.007$ 、 $I^2=68.3\%$)。食事を与えた群と与えなかった群の間に統計的に大きな違いが見られた。平均して、介入群は対照群 (95%の信頼区間で0.47から0.95) よりも体重が0.71 kg増加した。ICCによる0.01、0.05、および0.10での感度解析ではほとんど差はなかった。0.71 kgという体重の絶対差は、ベースラインの体重と比較して3.9%差で、対照群の体重増加率と比較して44%差を表している。研究期間は10ヶ月間から12ヶ月間に及び、平均は11.3ヶ月間だった。これは、年間0.75 kgの体重増加を意味する。

A1.3. 高所得国: RCT。高所得国では、体重の増加を評価したRCTは1件のみだった (Baker 1980 (男児))。われわれのREVMANの分析では、学校で牛乳を与えられた子どもたちと与えられなかった子どもたち (WMD(kg)=0.13 (95%信頼区間で-0.23から0.49)) の間で大きな体重増加の違いは見られなかった。

A1.4. 高所得国: CBA。高所得国では、4件のCBAで体重の変化を評価した。1年に及ぶCorry-Mannの研究 (Corry-Mann 1926) で、牛乳を与えられた男児は12ヶ月間で対照群 (95%信頼区間=1.19、1.65) よりも体重が平均1.42 kg増加した。7ヶ月間に及ぶOrr (Orr 1928) の研究では、対照群と比較して、牛乳を摂取した5歳、8歳、13歳の子どもたちは、体重が0.18から0.44 kg増加した。8歳の子どもたちは0.01 kgから0.54 kg、13歳の子どもたちは0.28 kgから0.38 kg、それぞれ増加した。Paige 1976では、栄養分を強化した飲み物を与えられた子どもたちの体重の増分は、対照群の体重よりも0.5 kg重かった (P 値<0.001)。グラフによると、比較的年長の子どもたち (8歳と9歳) の年齢群よりも比較的年少の子どもたち (7歳未満と7歳から8歳未満) の方が体重の増加がずっと大きかった (意味は記されていない)。Tisdallの研究では、27ヶ月の研究期間中、学校給食で昼食を与えられた子どもたちは対照群 (有意性なし) よりも体重が平均0.32 kg増加した (Tisdall 1951)。

A2 cm単位の身長増加

A2.1. 低所得国: RCT。3件のRCT (Du 2004; Neumann 2003; Powell 1998 (A)) がメタ分析に選定された。これらの研究は不均一だった (カイ2乗 = 7.9、df=2、 p 値=0.02、 $I^2=74.8\%$)。全体的に、介入群と対照群の間の身長の変化に非統計的な差がわずかに見られた (WMD = 0.38、95% 信頼区間で-0.32から1.08)。0.38という身長の増加は、ベースラインの身長 (134.5 cm) と比較して0.2%差で、対照群と比較して5%差を表している (補足Table 01)。これらの研究期間は7ヶ月間 (Powell 1998) から24ヶ月間に及んだ (Du 2004)。

A2.2. 低所得国: CBA。6件の個別標本を伴う3件のCBAが (Agarwal 1989 - boys; Bailey 1962; Devadas 1979: 5-6) メタ分析に選定された。そこには深刻な不均一性があった (カイ2乗 = 81.8、df=5、 $P<.0001$ 、 $I^2=96\%$)。身長に大きな増加が見られ、介入群の子どもたちは対照群 (95%信頼区間で0.52から2.38) の子どもたちよりも身長が平均1.45 cm高かった。感度解析ではあまり差がなかった。この身長差は、ベースラインの身長 (116.6 cm) と比較して1.2%差で、対照群の身長増加率と比較して33%差を表している。

A2.3 高所得国: RCT。1件のみのRCT (Baker 1980 (男児)) で身長を研究した。RevManでのわれわれの分析は、学校で牛乳を与えられた子どもたちは、2年間で対照群 (WMD = 0.28、95%信頼区間で-0.01から0.56) よりも若干高かった。

A2.4 高所得国: CBA。身長の増加は4件のCBAで研究された。Corry-Mann (Corry-Mann 1926) のメタ分析と1928 Orr (Orr 1928 - 13 yrs) の研究で大きな不均一性が見られた (カイ2乗 = 29.66、df=3、 $P<0.0001$ 、 $I^2=89.9\%$)。牛乳を与えられた子どもたちは、対照群の子どもたち (95%信頼区間: 0.16 から1.6) よりも身長が平均0.92 cm高かった。7ヶ月間に

及ぶPaigeの研究で、介入群における身長増加は、6歳児の群で0.5 cm（有意性なし）、7歳児の群で1.0 cm ($p < 0.01$)、8歳児の群で0.6 cm ($p < 0.01$)、9歳児の群で0.2 cm（有意性なし）対照群よりも高かった。（Paige 1976）。Tisdallの研究では、介入群が2年間で対照群よりも0.25 cm成長した。これは特に著しい差ではない（Tisdall 1951）。

A3. 体重年齢比 zスコアの変化

A3.1 低所得国: RCT。Powell 1998 (A) は、ジャマイカにおける体重年齢比 zスコアの変化を米国の国立保健統計センター（National Center for Health Statistics）の資料を使用して評価した。分析では、体重年齢比に対して統計的に有意な処遇効果を示した。zスコアの変化は、対照群（95%信頼区間で0.04から0.10）よりも介入群の方が0.07高かった。

A3.2 低所得国: CBA。1983年のPowell研究（Powell 1983）では、朝食を与えた子どもたちと次の2つの対照群の子どもたちとの間には予想体重年齢比の最終パーセンテージに違いはなかった。ここで対照群とは、1つは低エネルギーのシロップを与えた群で、もう1つは処遇なしの対照群である（WMD = 0.75、95% 信頼区間 = -0.61、2.40）。感度解析でもこの結果に変化はなかった。

A4. 体重身長比 zスコアの変化

A4.1 低所得国: RCT。Grillenberger氏は、ケニアの研究で、zスコアの減少は、軽食に肉を与えられた子どもたちの方が対照群よりも0.20少なかった。これは統計的には著しい差でない（95%信頼区間、-0.24から0.64）（Grillenberger 2003; Neumann 2003）。

A5. 身長年齢比 zスコアの変化

A5.1 低所得国: RCT。2件のRCTのメタ分析（Neumann 2003; Powell 1998 (A)）では、不均一性はなかった（カイ2乗 = 0.49、df = 1、 $p = 0.49$ 、 $I^2 = 0\%$ ）。学校給食の若干の著しい効果が身長年齢比で見られた（zスコアの差 = 0.04、95% 信頼区間で0.02から0.06）。

A6. 身長年齢比のパーセンテージ

A6.1 低所得国: CBA。Powell研究（Powell 1983）に関するわれわれの分析では、対照群の子どもたちに有利となる若干の著しい差を示した（WMD = -.75、95%信頼区間 = -0.75、95% 信頼区間 = -1.19、-0.32）。

A7. 上腕筋面積、上腕脂肪面積、上腕筋囲の変化

A7.1 低所得国: RCT。ケニア研究者が、上腕筋面積、上腕脂肪面積、上腕筋囲（MUAC）の変化に関するデータを紹介した（Neumann 2003）。レビューによれば、肉を与えられた子どもたちは上腕筋面積が対照群よりも大幅に増加した（WMD = 68.22 mm²（95% 信頼区間で、39.57から96.87））。肉を与えられた介入群の子どもたちと対照群（WMD = -0.31 mm²、95% 信頼区間 = -26.12から25.50）の間で上腕脂肪面積に変化は見られなかった。肉を与えられた群と対照群（WMD = 0.31cm（95% 信頼区間で0.14から0.48））でMUACに著しい増加が見られた。

A8. 骨量と身体組成の変化

A8.1 低所得国: RCT。Du氏と彼の同僚（Du 2004）は、カルシウムを強化した牛乳の効果を研究した。これらの結果は、当初はクラスタリング用に調整していなかったが、後日編集

者に宛てたクラスタリング用に調整した最新の分析を報告した書簡では、骨塩量（実験-対照 = 1.7、 $P = 0.12$ ）や骨面積（実験-対照 = -1.2、 $P = 0.22$ ）の変化率に大きな差がないという結果が示された。しかし、骨ミネラル濃度については、カルシウム入りの牛乳を与えられた群が対照群（ $P = 0.03$ ）よりも変化率が3.1%高かった。

A9. 生化学的成果

A9.1. 低所得国: RCT。ケニアの研究（Neumann 2003）では、ヘモグロビン、プラズマフェリチン、血清鉄、血清亜鉛、血清銅、プラズマビタミンB-12、葉酸およびレチノール、および赤血球リボフラビンなどの多くの微量栄養素状態の指標が評価された。1年間に及ぶ介入ののち、唯一大きな差はプラズマビタミンB-12における差だった。肉を補った子どもたちのプラズマビタミンB-12の濃度は47 pmol/L（標準偏差= 66）増加したが、対照群（ $p < 0.0001$ ）では13（標準偏差= 65）減少した。

A9.2. 高所得国。Tisdall（Tisdall 1951）は、血清アスコルビン、血清カロチン、血清ビタミンAについて「出席日数の多い者」、「出席日数の少ない者」、および対照群を比較した。統計的に著しい差が見られたのは、学校給食を与えられている子どもたちだった。

A10. ヘモグロビンとヘマトクリット

A10.1 低所得国: RCT。ケニアの研究を元に書かれた論文（低所得国のRCT）では、介入群（肉）と対照群の間にヘモグロビンの量の差は無かった。g/Lにおける平均増加率は、介入群が7.5（標準偏差= 15.1）で対照群が11.5（標準偏差 = 19.8）だった（Siekmann 2003; Neumann 2003）。

A10.2. 低所得国: CBA。Devadas（Devadas1979: 5-6）は、介入群のヘモグロビンに0.38 g/dlの増加を報告した。有意性については報告されなかった。Bailey（Bailey 1962）は、介入群で0.83パーセント減少し、鉄を補給した対照群には変化がなかったことを報告した。しかし、鉄補給はこの成果に関しては適当な対照群ではない。

A10.3 高所得国: CBA。Tisdall（Tisdall 1951）は、「出席日数の多い者」、「出席日数の少ない者」、および対照群の間でヘモグロビンの増加の差はなかったと報告した（統計値は示されなかった）。Paige氏（Paige 1976）は、補給した群では、対照群（35.8%から38.2%の増加、 $p < 0.001$ ）よりもヘマトクリットが比較的高い割合で増加した（35.9%から39.4%）と報告した。Paige氏は、研究の終了時の33.9%未満のレベルの子どもたちの割合の差が顕著だったと報告した（ p 値<0.01）。

B. 心理社会的な成果（教育的成果、短期間と長期間の認知力）

B1. 学校の出席率

B1.1 低所得国: RCT。Jacoby氏と同僚（Jacoby 1996）およびPowell氏と同僚（Powell 1998（A））は、学校の出席率を評価した。Powell研究では、マルチレベル分析（学校、クラスおよび生徒を固定パラメータとする）で、第一次スコア、性別、学年、栄養群を共変量としたところ、出席日数に朝食の影響が大きいことが明らかとなった（ b （非標準化回帰係数）= 2.32、標準誤差 = 0.78、 $p < .05$ ）。これは、介入群の子どもたちが対照群の子どもたちよりも2.3%出席率が多かったことを意味する。Jacoby氏と彼の同僚（Jacoby 1996）は、出席率に関して記述的分析を行い、出席率に対する学校給食の著しい影響について報告した（ここで留意すべきは彼らが標準偏差を提供できなかった点である）。介入群は出席率が0.58%

増加したのに対して、対照群は2.92%減少した。介入後最初の一ヶ月間では、介入群の出席率は対照群よりも5.1%高かった。介入群と対照群の変化の違いは3.4%だった。

B1.2 低所得国: CBA。 対照群でクラスタリング用に調整したわれわれのメタ分析では、朝食を与えられた群と推定対照群の間の出席率の変化の差はそれほど大きくなかった (WMD = 4.95、95% 信頼区間 = -3.95、13.46)。0.10と0.20の感度解析では結果に変化はなかった。Agarwal氏 (Agarwal 1989) は、出席率に関して非常に内容に乏しいレビューを提出した。彼の説明では、「出席率に大きな改善があった」と述べていた (p.172)。この説明が統計的な分析に基づいていたものか、単に印象に基づくものだったのかは不明である。

B2.1.3 高所得国: CBA。 3人の著者 (Paige 1976; Tisdall 1951; Lieberman 1976) は、全員、学校給食を摂取した子どもたちが対照群の子どもたちよりも出席日数が年間で多かったと報告した。Paige氏は、学校給食を摂取した子どもたちは、対照群の子どもたちよりも平均で年間2.5日多く出席したことが分かった (有意性は報告されなかった)。Lieberman氏の研究では、学校給食で朝食を摂取した子どもたちの群は、出席日数が158日から161日に増えた。一方、対照群は出席日数が158日から156日に減った (有意性なし)。

Tisdall氏の研究では、昼食を摂る学校給食の生徒は対照群よりも1.4日多く出席した (有意性なし)。この研究は2年間に渡ったのか1年間かは不明瞭である。Tisdall氏の研究では、医学的理由で欠席した日数は、昼食を摂る学校給食の子どもたち1,000人毎に36.0日で、対照群の子どもたちは39.8日だった。昼食を摂る学校給食制度に定期的に参加する子どもたちの群は、1,000人毎にわずか31.8日だった。

B2. 数学の能力

B2.1. 低所得国: RCT。 2件のRCT (Powell 1998 (A)) およびケニアの研究 (Whaley 2003; Neumann 2003) では、数学の成績でデータ計測に変化が報告された。Powell氏 (Powell 1998 (A)) は、広範囲達成検査 (WRAT) を使用し、Whaley氏はウェクスラー式児童知能検査 (WISC) の計算能力試験を採用した。1998年のPowell研究では、マルチレベル分析が行われた。予測変数には、第一次スコア、性別、学年、栄養群、介入群、学校、クラス、生徒、および学年交流による処遇などがあつた (Powell 1998 (A))。Powell氏は、7ヶ月間の研究期間で数学の能力に関して朝食が大きな影響があつたと報告した。報告では介入群の子どもたちは対照群の子どもたちよりもかなりポイントが高かつた ($b = 0.71$ 、標準誤差 = 0.31、 P 値 < 0.05)。ケニアの研究に関する数名の著者が行ったケニア研究のマルチレベル回帰分析では、肉を与えられた子どもたちは数学の知識において対照群の子どもたちよりも年間0.17ポイント高かつた (標準誤差 = 0.10、 P 値 < 0.05) ことを示した (Whaley 2003; Neumann 2003)。

B2.2. 低所得国: CBA。 2件のCBA (Powell 1983; Agarwal 1989) で数学の能力を評価した。調整済みメタ分析の結果 (ICCによる $= .15$) には不均一性は見られなかった (カイ2乗 = 1.47、 $df = 4$ 、 $P = 0.86$ 、 $I^2 = 0$)。数学の能力の変化は、学校給食を摂取した子どもたちの方が、摂取しなかつた子どもたちよりもはるかに大きかつた (SMD = 0.66、95%信頼区間 = 0.13から1.18)。また、Agarwalを4つの栄養サブ・グループに分けた分析も行った。結果は、非常に類似してつた (SMD = 0.72、95%信頼区間 = 0.34から1.09) (Agarwal 1989)。0.10と0.20のICCの感度解析はほとんど差が無かつた。

B3. スペリングの成績

B3.1 低所得国: RCT。Powell氏 (Powell 1998) が行ったマルチレベル回帰分析では、WRATの改訂版で測定されたとおり、対照群に関してよりも介入群に関してスペリングの成績に変化は見られなかった ($b = -0.5$ 、標準誤差 = 0.27、有意性なし)。

B3.2 低所得国: CBA。1件のCBA (Powell 1983) では、調整済みのメタ分析 (ICC = 0.15) で介入群および2つの対照群を組み合わせた子どもたちの間で若干の有意な差を示した (SMD = 0.24、95%信頼区間 = 0.01、0.47)。0.10のICCによる感度解析ではほとんど同じ結果を示したが、0.20のICCによる感度解析では特に有意性はなかった。

B4. 読書力の成績

B4.1 低所得国: RCT。Powell氏と同僚 (Powell 1998 (A)) は、WRATの改作版で読書能力の変化を評価した。マルチレベル回帰分析では、ベースライン能力、年齢、および性別に応じて調整した後は、介入群と対照群の間で読書能力の差は無いことを示した ($b = 0.12$ 、標準誤差 = .29、有意性なし)。

B4.2 Powell氏と同僚 (Powell 1983) は、WRATの改作版を使って読書力に関して朝食を学校給食で摂ることの影響を評価した。われわれの調整済みのメタ分析では、介入群の子どもたちと対照群を組み合わせた子どもたちとの間に差は無かった (SMD = 0.09、95%信頼区間 = -0.11、0.29)。感度解析ではほとんど差は無かった。

B5. 知能検査の得点

B5.1 低所得国: RCT。ケニアの研究に関わった (Neumann 2003) 一部の被験者 (Whaley 2003) は、レーブン・プログレッシブ・マトリクス検査を利用して流動性知能に関する学校の軽食の影響を研究した。彼らは処遇による著しい影響を確認した。肉を摂取した群の子どもたちは、食事を与えられなかった対照群よりも年間で平均0.34ポイント高くなった (P値 < 0.05)。

B5.2 低所得国: CBA。Agarwal研究 (Agarwal 1989 - boys) についてのわれわれの調整済み分析 (ICC = 0.15) は、全検査IQ、動作性IQ、言語性IQに対する学校給食の影響は適度に明白だったが、特に著しい差を示さなかった。学校給食で昼食を与えられた子どもたちは、学校で昼食を与えられなかった子どもたちよりも研究終了時の全検査IQが3.9ポイント高かった (WMD = 3.9、95%信頼区間 = -11.33、19.13)。研究終了時の動作性IQは、対照群よりも昼食を与えられた子どもたちの方が5ポイント高かった (WMD = 5.0、95% 信頼区間 -11.97から21.97)。言語性IQの差は比較的少なかった (WMD = 3.10、-10.5から16.7)。感度解析はポイントの予想にも有意性にもほとんど差が無かった。

別の分析では、Agarwal (Agarwal 1989) のサブ・グループを使用した。ここでは、われわれの調整済み分析 (ICC = 0.15) は、全検査IQと動作性IQに関する学校給食に著しい影響を示した。学校で昼食を与えられた子どもたちは、昼食を与えられなかった子どもたちよりも研究終了時の全検査IQが3.8ポイント高かった (WMD = 3.80、95%信頼区間 = 0.51、7.10)。0.10と0.20でのICCによる感度解析は依然として有意だった。動作性IQでは比較的大きな差が見られた。研究終了時の動作性IQは対照群よりも昼食を与えられた子どもたちの方が6ポイント近く高かった (WMD = 5.78、95% 信頼区間で2.12、9.45)。0.10と0.20でのICCによる感度解析は両方とも差が著しかった。言語性IQでの差は若干で著しい差はなかった (WMD = 3.32、95% 信頼区間 = -0.21、6.92)。感度解析はポイントの予想にも有意性に

もほとんど差が無かった。

別のCBA (Devadas1979: 5-6) では、知的能力に関する報告はほとんど無かった。研究では研究終了時の介入群と対照群の知的能力に差は見られなかった。

B5.3. 高所得国: CBA。高所得国の1件のCBA (Lieberman 1976) では、レーブン・プログレッシブ・マトリクス検査や他の心理テストで上達の度合いの差は報告されなかった(模写能力、x (×) を書く (making x's)、傾聴注意能力 (listening attention)、および数字の暗記力)。別のCBA (Tisdall 1951) では、知能テストの点数、学校の成績、および読書力と数学のテストに著しい差は無いことが報告された。

B6. 認知力への短期的な影響

B6.1 低所得国: RCT。Chandler氏と彼女の同僚 (Chandler 1995) は、4つの認知的作業に関して、朝食を与えることの短期的な影響についてランダム化した横断的研究を行った。彼女らは、言語流暢性の著しい処遇効果 (P値<0.02) および栄養状態の交互作用による著しい効果 (P値 <0.05) を報告した。栄養不良 (国立保健統計センターの基準から1もしくは1以上の標準偏差を下回る) の子どもたちは、プラセボを摂取した時よりも朝食を摂取してからのほうが、点数(クラスタリングに対しては未調整)が1.5ポイント高かった (P値<0.01)。しかし、十分に栄養を摂取しているとして分類されている子どもたちにとっては、朝食の摂取はまったく関係なかった (体重年齢比に関して-1の標準偏差を超える)。情報処理、視覚的探索 (visual search) または数唱 (digit span) に対する学校給食の著しい影響は、栄養の良い子どもたちにも栄養不良の子どもたちにも見られなかった。

Jacoby氏と彼の同僚 (Jacoby 1996) は、次の一連の心理教育テストの成績に関する短期的な影響を研究した。1) ウェクスラー式児童知能検査のコード化サブテスト (coding subtest)、2) Inter-American Seriesの読解力テスト、3) Inter-American Seriesのボキャブラリーテスト、および 4) 数学のカリキュラムに関連した相関的要素と能力に関するテスト。性別、身長年齢比のzスコア、体重-残差 (weight - residual) (年齢と身長から回帰推定された体重)、SES、家庭での言語、いずれかの学年での留年、ならびに学校に入学する年齢、現在の在籍学年、介入群に入れた学校、身長年齢比と処遇の交互作用および体重年齢比と身長の交互作用に応じて調整した共分散分析が使用された。著しい影響は言葉に限り見られた。朝食の主な影響は、全体的に大きくなかったが、ベースラインの体重年齢比と身長と処遇の間には著しい交互作用があった (パラメータ推定値=0.37、F=4.97、P値<0.05)。この交互作用は、体重の多い子どもたちが学校給食の朝食のメリットを得ていることを意味している。著者たちは、貧しいペルー人の子どもの平均身長よりも低く、身長に対して体重は普通であることが一般的で、「この現象は、貧しい食生活と感染症による重要な栄養素の持続的欠乏を意味している。」 (p. 62) (Jacoby 1996)。これによりJacoby氏は、通常よりも体重が重い子どもたちは身体が弱く、他の子どもたちよりも栄養状態が悪いという仮説を立てている。

B6.2. 高所得国: RCT。高所得国における1つのクラスタのRCT (Shemilt 2004) では、多くの学校で朝食クラブが開始され、各校が食事の内容を決めた3ヶ月後に線引きテストによる集中力がテストされた。2学年から11学年までの子どもたちの場合、線引きテストを完了するまでの所要時間は、3ヶ月間の介入群よりも著しく短かった。介入群がかかった時間は3.70秒に達し、対照群が要した時間は3.71秒だった。調整済み幾何平均の割合は0.90だった (95% 信頼区間で0.81 -1.00)。汚染が発生したことは注記しておく必要がある。最初のフ

フォローアップ時まで、対照群に無作為に選ばれた2校が朝食クラブを運営していた。さらに、実験条件に対して無作為に選ばれた17校のすべてが朝食クラブを運営していたわけではない。

C. 行動上の変化

C1 低所得国: RCT。ケニアのRCTでは、校庭での8通りの行動が検討された。それらの行動は、「活発な運動 (high activity)」、「消極的な運動 (low activity)」、「積極的な感情 (positive emotion)」、「リーダーシップ (leadership)」、「社会的交流の開始 (initiates)」、「継続中の行動 (ongoing behaviour)」、「攻撃 (aggression)」、および「一人遊び (solitary play)」である。肉を与えられた子どもたちは、軽食を与えられなかった子どもたちを、「活発な運動」、「消極的な運動」、「リーダーシップ」、および「社会的交流の開始」の比較で上回った（すべての行動について $p < .001$ ）（Neumann 2003）。

大がかりなChandler研究（Chandler 1995）の研究で、Chang氏と同僚は、系統的な指導の最中ならびに割り当てた課題に取り組んでいる間、子どもたちの一部の行動を観察したと報告した（Chang 1996）。行動は朝食を与えた1校で好転し、2校で悪化し、その他の学校では影響がなかった。行動が好転した学校は各クラスについて個別の教室を設け、子どもたちがそれぞれ自分の机を有していた唯一の学校だった。

C.2. 高所得国: RCT。英国での朝食クラブに関する1つのクラスターのRCT（Shemilt 2004）では、異常行為や基準に達しない行為および活動過多における差を3ヶ月後に調査した（最初のフォローアップ）。異常行為や基準に達しない行為、活動過多、および完全な問題行動に及んだ生徒のパーセンテージは、介入群で比較的少なく、マルチレベル回帰分析ではこうした差は著しくなかった。

C3. 高所得国: ITS。2件の小規模な時系列研究（Bro 1994; Bro 1996）では、生徒が朝食を与えられた時に課題行動に取り組む時間の割合に改善が見られた。最初の研究（Bro 1994）では、生徒が課題に取り組む時間の割合は、第2期ベースライン期間の平均41%から、朝食を与えられた時点の第2段階で平均93%に上昇した（有意性は報告されなかった）。2回目の研究（Bro 1996）の結果も同様だった。最初のクラスで、課題行動の平均パーセンテージは、平均49%から平均90%に上昇したが、2回目のクラスでは、課題行動に費やした時間の平均パーセンテージは、平均62%から平均70%に上昇した（有意性は報告されなかった）。これらは小規模な研究で、介入が他の介入により悪化させたかどうかについて一部問題があるので、われわれは研究結果をあまり重視しなかった。

D. サブ・グループの分析

D1. 社会経済的な地位による影響

D1.1. 低所得国: RCT。選定された研究はいずれもSESによる成果に関するデータを示していない。しかし、Grillenberger氏と彼女の同僚（Neumann 2003の一部）は、体重に関する学校給食の影響は、比較的低いSESの子どもたちよりも大きいと報告している（Grillenberger 2003）。

D2. ベースラインの栄養状態による影響

D2.1. 低所得国

D.2.1.1. 体重。Powell研究（Powell 1998 (A)）の体重の変化に関するサブ・グループの分

析では、処遇とベースライン栄養状態の間で交互作用を示さなかった（固定効果および混合効果: $Q/Z = 0.01$ 、 $P = 0.97$ ）。

D.2.1.2. 身長。RevManにおけるPowell RCTのサブ・グループ分析（Powell 1998 (A)）では、栄養不足の群で0.30 cmの顕著な増加が見られ、栄養状態の良い群では0.17で増加に有意差はなかった。しかし、公式的分析では、ベースラインの栄養状態と身長の増加に有意な交互作用は示さなかった（固定効果と混合効果 $Q/Z = 69.7$ 、 $P = 0.404$ ）。Grillenberger氏（Grillenberger 2003、Neumann 2003）は、ベースラインの身長年齢比 zスコアにより結果を表すグラフを示した。彼らは、身長の増加は、低いHAZ群（ < -1.4 の標準偏差だけ平均を下回る）もしくは高いHAZ群（ > -1.4 ）のいずれについても肉を与えられた群と対照群の間で大きな差は無かったと報告した。

D2.1.3. 前述したとおり、Jacoby氏（Jacoby 1996）は、体重-残差（体重身長比と年齢の回帰推定に基づく）および処遇との間で交互作用を報告した。体重の増加が大きい介入群の子どもたちは、語彙の得点が著しく改善された。Chandler氏（Chandler 1995）は、標準体重に達しない子どもたちだけが言葉が著しく流暢になったことを確認した（ ≤ -1 という標準偏差だけ年齢体重の基準値を下回る）。ニーズによる有効性を調査するもう1つの方法は、低所得国と高所得国を比べることである。この場合の前提は、学校給食を最も必要としている者のニーズが最大であれば、低所得国の方の効果が大きいと推測される点である。

Table 05 およびTable 06では、体重と身長における効果の大きさは、低所得国と高所得国における研究で比較すると、低所得国で一般的に高い（Paige氏の研究はこの例外である（Paige 1976））。しかし、高所得国において1920年代に行われた研究を調べると、体重と身長に関する効果の大きさは、低所得国に関する最近の研究と類似している（あるいは、それらよりも高い）。Paigeの研究も、やはり体重と身長の影響が大きいという結果だった（Paige 1976）。

D3. 年齢

D.3.1. 低所得国: 体重。全体（ $N=1462$ ）での3件のRCTのメタ回帰分析（Du 2004; Neumann 2003; Powell 1998 (A)）では、体重に対する年齢の交互作用による処遇の有意性はなかった（ $Z(Q)$ 固定効果と混合効果 = -4.58 、 $P = 0.67$ ）。

全体（ $N=1022$ ）での3件のCBAのメタ回帰分析（Agarwal 1989; Bailey 1962; Devadas 1979: 5-6）では、著しい年齢処遇比の交互作用が見られた。学校給食の最大のメリットは、5～6歳（.95 kg）と9～10歳（.89 kg）に見られた。6歳から8歳の子どもたちに対する影響も.67 kgと大きかったが、分析に13歳までの子どもたちを選定したBailey氏の研究では影響はなかった。

D.3.2. 高所得国: 体重。上記に示したとおり、Paige氏の研究（Paige 1976）では、体重の増加は年少の子どもたちの間で最も高く、年上の子どもたちの間では低く、有意性もなかった。

D.3.3. 低所得国: 身長。全体（ $N=1462$ ）での3件のRCTのメタ回帰分析（Du 2004; Neumann 2003; Powell 1998 (A)）では、年齢と処遇の間で有意な交互作用を示した（ $Z(Q)$ 固定および混合（積率） = -2.284 、 $P = 0.022$ ）。サブ・グループデータの調査では、6歳から16歳の群の子どもたち（ -0.37 cm、95%信頼区間 = -1.30 、 0.56 ）よりも9歳から10歳の子どもたちは対照群に比例して高くなった（ 0.40 cm、95%信頼区間 = 0.03 、 0.77 ）。CBAのメタ回帰は、年齢とも著しい交互作用を示した（ $Z(Q)$ 固定 = -9.608 、 $p = .000$: 混合 = -2.137 、 $P = 0.033$ ）。全体（ $N=1022$ ）での3件のCBA（Agarwal 1989; Bailey 1962; Devadas 1980）では、

学校給食の著しい影響は最も年少の子どもたち（5～6歳と6～8歳）に限り認められた。5～6歳の子どもたちは2.26 cm、6～8歳の子どもたちは1.25 cmそれぞれ対照群の子どもたちよりも身長が高くなった。給食を与えられた9～10歳と6～13歳の群の子どもたちは、対照群の子どもたちよりもそれほど身長が高くならなかった。体重と身長の相対的差異も、年齢層で勾配が見られ、相対的には5～6歳は98%、6～8歳41%、9～10歳は45%、異なる年齢では0.9%だった。

D.3.4. 高所得国: 身長。前述したとおり、Paige氏の研究 (Paige 1976) では、平均身長の増加は真ん中の2つの年齢群 (7歳と8歳児) が高かった。認知力については、Powell氏 (Powell 1998 (A)) が数学に関して処遇交互作用による著しい評価を報告し ($b = -0.85$ 、標準偏差 = 0.44、 $p = 0.05$)、学校給食の朝食の影響は年少の子どもたちに主に生じることを示した。

D4. 性別

D4.1. 低所得国: RCT。Powell氏 (Powell 1998) は、身長と体重については性別処遇比の顕著な交互作用は見られなかったとしている。しかし、Grillenberger氏 (Neumann 2003) は、学校給食 (肉に対する対照群) が女兒よりも男児の体重とMUACに大きな影響があったと報告している。さらに、肉を与えている間に男児のWHZに顕著なプラス効果があった。ただし、女兒については顕著な影響は無かった (男児については、対照群よりも介入群でWHZの減少が少なかった)。

D4.2 低所得国: CBA。Agarwal氏の研究 (Agarwal 1989) では、体重と身長に対する給食の影響は、男女とも非常に類似していた。女兒の場合、対照群に対する介入群の体重の増加は0.70 (有意) で、一方男児の場合、対照群と比較した体重の増加は0.80だった。男児にも女兒にも給食と身長の間には顕著な相関関係は見られなかった。

D4.3. 高所得国: RCT。Baker氏の研究では、対照群に対する介入群の体重の増加の差は男女間ではっきりと認められなかった (Baker total 1980)。身長については、介入群の女兒が対照群の女兒よりも0.45 cm高くなった (有意性なし)。介入群の男児の結果では、増加はわずか0.11 cmだった (有意性なし)。どの研究も認知力に関する処遇性別比の交互作用の試験は行わなかった。

E. 潜在的な交絡因子

E1. 研究の質

E1.1. RCTとCBAの比較。上記に示した身長と体重の増加に関するわれわれのメタ回帰分析では、身長の増加に関してRCTとCBA間に大きな差が見られた (RCTで0.35 cm (有意性なし)、CBAで1.45 cm (有意性あり))。体重については、メタ分析でのRCTとCBA間の差は比較的小さかった (RCTで0.39 kg、CBAで0.71 kg)。身長も体重も全般的に顕著な効果を示した。大多数の認知機能の場合、どの研究も尺度や報告方法が異なるので、効果の大きさの比較は困難である。計算能力の場合、2件のRCTと2件を組み合わせさせたCBAが著しい効果を示した。

高所得国では、1件のRCTで体重と身長の増加が有意でなく非常に小さかったが、CBAでは比較的高かった。しかし、このRCTで供給したエネルギーのRDAのパーセンテージは非常に低かった点に注意が必要である。このRCTでは認知機能が評価されなかったため、認知機能の比較はできない。

E1.2. 盲検化および不明確な盲検化の比較

盲検化と不明確な盲検化の比較の研究結果は、研究種別の比較の研究結果に非常に類似している。しかし、出席日数については、低所得国における2件のRCTのうちの1件に不明確な盲検化が見られた。この研究では、盲検の成果評価を行った研究よりも効果が若干大きかった。

E2. 給食の家庭での代替

選定された研究のうち3件 (Agarwal 1989; Jacoby 1996; Neumannの2003Murphy 2003) のみが、「給食の代替」のエビデンスが認められた。どの研究でもエネルギー摂取量の純増加が食事で供給されるエネルギー量よりもはるかに低いことが結論付けられた。たとえばAgarwal氏によれば、昼間の給食制度の供給量は450～500 kcalで、エネルギーのRDAの25%だが、補給群の1日の平均増加量はわずか200 kcalだった。一方、ペルー人の朝食の研究 (Jacoby 1996) では、食事は平均600 kcalのエネルギーであったが摂取量の純増加は288 kcalだった。ケニア人の研究では、肉を摂取した群の純増加は、239 kcalが与えられたときにわずか140カロリーだった。牛乳とエネルギーを摂取した群は実際に純増加せず、対照群は1日196カロリーの増加を示した。

E3. コンプライアンス

コンプライアンスは高所得国からの一部の研究ではかなり好ましくなかった。たとえばLieberman氏の研究では、朝食時に90%参加したのはわずか10%の子どもたちで、半分未満の子どもたちは朝食時の55%以上しか参加しなかった (Lieberman 1976)。この研究では、認知力テストについては有意性のある結果は得られなかった。Tisdall氏の研究 (Tisdall 1951) では、多数の分析で「出席日数の多い者」と「出席日数の少ない者」(学校給食で昼食を与えられた群のほぼ2/3) を比較してこの問題の解明に寄与した。これらの分析で、「出席日数の多い者」は「出席日数の少ない者」よりも結果が良かった。

検討課題

本レビューを作成する過程で、学校給食に関する多くの論文では厳密な成果評価を使用していないことが分かった。多くの論文は単に学校給食の栄養価や対象者の食事摂取量について説明しており、ほかにも給食制度のオペレーション、マネージメント、もしくはコストを記述する論文や、単に対象者、両親、もしくは提供者を調査する論文もあった。あるいは対象者と非対象者の横断的な比較のほかに、対照群のない長期的研究もあった。このレビューに選定された18件の研究と除外された12件の研究のみが、われわれが見つけた唯一ある程度厳密に有効性を評価している研究である。学校給食に関する研究に取り組むことは実質的な困難を伴うが、より質の高い学校給食に関する研究は高所得国と低所得国の両方で行う必要があることは明白である。

われわれは、本レビューに広範囲な研究を網羅した。研究は多くの異なる国々で80年に渡って行われた。これらの研究は、周囲の環境、歴史的/政策的背景、標本、選定基準、介入、成果の点での結果は多様である。これらの研究を時系列順に分類すると、研究の焦点が、恵まれない子どもたちの集団給食や子どもたちの成長の測定や「一般的な状況」から、社会的に除外された選定サンプルや認知力や学力・成績向上といったより焦点化された研究に移行していることがわかる。

選定された研究の質は時間の経過と共に向上した。一部の第一次研究（1920年代にさかのぼる）は、当時の基準からすればおそらく完璧だった。しかし、現在の質基準を満たすのに十分な詳しい説明はなされていない。1960年代と1970年代の研究も十分な詳しい説明はなかった。方法論的な質は比較的low所得国の最近の研究で最も高かった。われわれのプロセス評価では、研究の実施や重要な交絡因子への配慮にかなり研究ごとに差があった。これについては、潜在的な交絡因子の項で詳しく述べている。

A. 成長に関する学校給食の効果

本レビューでは、低所得国における、体重に関する学校給食の明確で著しい効果が見られたが、高所得国にも全般的に明らかな効果が見られる。われわれのレビューにおけるRCTで見られた平均的な年間の増加から推定すると、[Powell 1998 \(A\)](#) で提案しているとおり食事を小学校の6年間を通して与えた場合、累積増加数は1.3 kgになるだろう。CBAの結果から推定すると、小学校の6年間で4.5 kgの増加を意味する。低所得国における19ヶ月間で0.35 kgの増加（年間0.22 kg）は、回虫駆除の治療に関する系統的レビュー（[Dickson 2000](#)）で報告された0.38 kgの増加に類似している。

身長に関しては、低所得国からの結果が混在したが、高所得国では結果は妥当であり明らかだった。興味深いことに、低所得国におけるわれわれのサブ・グループの分析事実によると、身長の増加は異なる年齢群を混在させた場合よりも比較的年少の子どもたちの方が著しく多かった。しかし、この傾向が年齢によるものなのか、それとも対象者を年齢で分けなかった研究における、供給エネルギー含量が低かったという事実によるものなのか判断が難しい。特にこのレビューでは、成長に関する臨床的有意性を特定するのは困難である。これにはいくつかの理由がある。すなわち、1) 就学年齢の子どもたちの体重と身長の増加に関する基準の欠如、2) ベースラインの栄養状態に関するデータを提示した研究はほとんどなく、変化は大きくはベースラインに依存する、3) 成長速度は就学年齢の子どもたちの年齢によって異なり、大多数の研究で結果が年齢群毎に提示されていない。しかし、体重に関する効果はほとんど無かったという点は注意する必要がある。序文で示している

とおり、成長は学校給食で最も重要な成果ではないかもしれない。他の成果が教育やその後の生活機能に重要な影響をもたらす可能性もある。これらの成果は、減少した死亡率、筋肉量の増加、集中力と態度の改善、学業成績の向上、および認知機能の向上などである。これらのメリットは、成長が高まると同時に見られる場合もあるが、高まった成長から推論するよりも個別に研究することが重要である。

B. その他の身体的な効果

ある研究では、学校給食の提供が筋肉量の増加につながったことが示唆された。

Grillenberger氏と他の研究者は、ケニアの研究を考慮しながら、肉を補う際、良質のタンパク質と微量栄養素が多ければ多いほど、こうした差が生じる可能性があるという仮説を立てた。増加した筋肉量に関するこの研究結果が再現されれば、重要な結果を提示する可能性はある。何故なら、筋肉量の増加には、仕事や遊びの行為能力が向上するといった重要な実用的意義が潜在的にあるからだ。しかし、このことは1件の研究でしか認められていないので、その結果は予備調査の意味しか持たない（Grillenberger 2003、Neumann 2003）。学校でカルシウムを加えて強化した牛乳を与えられた思春期前の中国人の女兒についてのある研究（Du 2004）では、骨塩量と骨ミネラル濃度が増加したとの結果が提出されている。ベースラインからのパーセンテージの変化（3.1%）は、閉経後の女性におけるカルシウムの有効性に関する系統的レビューで報告された2%の変化、および閉経後の女性における運動の有効性に関する系統的レビューにある1.8%の変化に匹敵する。BMDが高ければ高いほど生涯を通じて骨が強くなり、骨折する確率も低くなる。この分野の詳しい研究は、明確に認められている。

生化学的結果の影響

生化学的結果に対する学校給食の影響について確固たる結論を引き出すのは、これに関する研究が少数しかないことから困難である。結論があった研究では、ヘモグロビンとヘマトクリットの結果が混同しており、ビタミンB12とビタミンAを除き、他の生化学的成果に対する給食による影響は無かった。ビタミンAの場合、Tisdall氏は、その差異は臨床上一何ら意味をなさないと記していた（Tisdall 1951）。しかし、Seikmann氏（Neumann 2003）は、子どもたちの間に広く蔓延している病気や感染症は、生化学的な研究成果が無いことにひとつの原因があると記している。さらに、本レビューにおける研究は微量栄養素の補給よりも給食に焦点を当てていることも生化学的結果に対する影響を明らかにできない原因である。

C. 心理学的成果/臨床的関連

一般的に、学校給食が認知力指標に影響を与える可能性としては2通りある。

1) 健康全般と脳機能への給食の長期的な寄与、および2) 瞬間的なエネルギー供給による短期的な代謝の変化（Pollitt 1995）。これまでの学校給食の研究では、該当する認知力の成果指標の選定に注目した研究者はごく数人だった（Hughes 2003）。知能、注意力、処理速度、遂行能力、学習と記憶、視覚能力、運動感覚能力、学業成績などの包括的な一連の神経心理学テストを施した研究は1件も無かった。数件の研究を除くと、検査は概して自由裁量によって選択されているようだった。影響のあった認知力指標の研究結果は、実施したテストにある程度依存している。調査した研究の中で実施した課題のほとんどは、処理

速度、注意力、作業記憶、意味検索、および学業成績を重視している。長期的な記憶保持、感覚/運動能力に焦点を当てた研究はごくわずかだった。本レビューで選定した大多数の研究では、研究結果の臨床上的重要性を確認するのは難しい。多くのレビューでは、適用範囲もしくは特定の認知基準の平均や標準偏差の記載がないか、使用した認知基準の十分な説明あるいは従来の基準の適用方法または修正方法の十分な説明がなく、あるいは報告されたスコアを導いた方法の十分な説明がなかった。さらにこの分野では、臨床上的重要性に関する一般的に取り決められた定義が存在しない。しかし、臨床的には、何らかの推論結果を導き出すことができた。

数学能力の顕著な向上は、低所得国からの研究に常時見られた。したがってわれわれは、学校給食が数学能力を向上しうると結論付けた。これらの4件の研究で使用した計算能力指標は異なり、テストの精神測定特性に関する詳しい情報が無いとこれらの統計的に有意な研究結果の臨床的関連を確認するのは難しい。ケニアの研究 (Whaley 2003; Neumann 2003) で判明したわずかな影響は臨床的には重要でない。それに対して、Powell RCT (Powell 1998 (A)) の著者は、朝食の結果としての計算能力の向上はほとんど見られなかったが、その増加率は平均年間成長の約30%に相当すると記している。さらに、2件のCBAに見られた差異は、対照群における増加よりも標準偏差の2/3大きい介入群における増加に相当する

(SMD = 0.66、95%信頼区間 = 0.13から1.18)。2件の研究結果では、学校給食は知能テストに影響を与える可能性があることを示唆しているが、これらの結果は決定的というには程遠い。Agarwal氏の研究 (小規模なCBA) 結果は、学力試験からICCを使用しなければならず、サブ・グループを使用したのか、全ての群を使用したのかによって有意性が異なるので、解釈するのが難しい (これはクラスタサイズの差が原因である)。再現されれば、これらは重要な結果となる。たとえば、5ポイントの動作性IQは、標準偏差の1/3に相当する。観測された4ポイントのFSIQ (標準偏差の1/4) は、母乳で育てられた幼児と人工栄養児の間に見られたそれに匹敵する。この結果は臨床的に有意と見られ、母乳による育児の促進に大々的に使用されている (Anderson 1999)。レーブン・プログレッシブ・マトリクス検査でのケニアの研究 (Neumann 2003) の場合、著者たちはこのテストのスコアの範囲を0~30と報告したが、年間0.34ポイントの優位はやや控え目のようだ。

Chandler氏の研究では、朝食を与えられた子どもたちは、対照群より意味論的な言語流暢性課題で平均1.5語多く生成した。2つのカテゴリ間のスコアを合計したとすれば、介入群における栄養不足の子どもたちは、対照群に対してカテゴリ毎にさらに1語未満生成したことになる。8歳と9歳児を対照とした1分間の意味論的な言語流暢性課題のノルムに関するレビュー (Chandler氏と他の研究者が使用したものに類似) では、カテゴリ毎に2.7から3.9の範囲の標準偏差が明らかになった (Halperin 1989)。したがって、カテゴリ毎に1語未満の相対的増加はおそらく臨床的に有意でない。学校給食を与えた結果改善された本レビューの心理社会的成果としての、流動性知能、処理速度、および計算能力などは、ほとんど相関関係にある。こうした成果には、高い集中力と注意力のほか、スキルと規則をこれまでにない状況に適用することも含まれる。それに対して、スペリングの成績などの成果は、機械的に行われる。これらの認知機能は、中央神経系 (CNS) の機能の健全性に大きく依存しており、身体的あるいは感情的要因により刻一刻と変動する可能性があるかと仮定されている (Belsky 1990)。

学校の出席日数に対する影響

学校給食のメリットで最も一般的に言われていることは、学校への出席日数の増加である。出席日数が増加するのは、食事が無料で提供されるだけでなく、病気を減らす免疫機能の向上や学校がもっと楽しくなる集中力の強化などの効果が推測しうることによる。このレビューの結果は、学校給食が低所得国では子どもの学校への出席日数を増加させるという他の研究結果と一致している。しかし、効果はあまり大きくない。2件のRCTからの推測によると、年間の学校日数が172日間（ペルーなど）となり、年間4日から6日の増加が見られた。米国における3件のCBAで見られた出席日数の改善は比較的短かった（有意性がない）。この差は、高所得国の子どもたちは低所得国の子どもたちよりもベースラインで日頃から出席率が高いという事実によるかもしれない。また、低所得国の家族は、食事を取れるという期待から意欲的になる可能性がある。このことは、北米の研究の多くで見られた高い非遵守率にも当てはまる。これらの研究は、学校の出席率に関する無料の学校給食の影響は、貧困地域で最も大きいことを意味している。

出席日数が増えると、学習や精神的刺激を得る機会が増え、その結果、学業成績が向上し、大人や仲間との社会的交流の機会も増え、さらに学校での態度がよくなる可能性がある。しかし、低所得もしくは下位中流の国において年間4日から6日の出席日数の増加が、そのような変化をもたらすのに十分かどうかは予測するのは難しい。

行動

校庭での活動。われわれのレビューでのある研究結果では、校庭での活動レベル、特に向社会的活動は学校給食を与えた子どもたちの方が高かった。絶対差はほとんど無いが、相対差は大きい。選定した研究の3件から得たエビデンスによると、学校給食は高所得国でも低所得国でも教室での態度に明確な影響を持つ可能性がある。しかし、以下で説明しているとおり、影響は教育環境の質に依存する。

D. 可能性のある交絡因子

有効性に関して影響を及ぼした可能性のある要因が多数ある。ここでは、そのいくつかについて詳しく述べる。潜在的な交絡因子は個別に調べるが、現実はもっと複雑で、交絡因子はもっと複雑に絡み合っている可能性がある。

D1. 給食の家庭での代替

序文で述べているとおり、学校給食での課題の1つは「給食の代替」である。貧困な家庭では、限られた資源を分散させるために、家庭での食事は学校で食事を与えられている子どもたちは減らされる場合がある。「給食の代替」があるとされた2件の研究（[Agarwal 1989](#); [Jacoby 1996](#)）では、子どもたちが回答したエネルギーの純増加は、学校給食（朝食と昼食）で供給されたエネルギーの半分以下だった。ケニアの研究では、肉を摂取した群（われわれの介入群）の場合、純増加は239カロリーのうちの140だった。牛乳とエネルギーを補給された子どもたちは、100カロリーを超える減少を示した。この結果は、子どもたちの成長と認知能力に関する給食制度の有効性を低下させる可能性もある。したがって、専門家はこの問題を克服するのに十分な量と配分の食事を推奨している。午前中半ばの食事なら食事ではなく軽食と見なされて、「給食の代替」を防ぐ手助けとなる可能性がある（私信、[Galloway 2006](#)）。われわれのデータでは、「給食の代替」に関するデータを記載した3件の

研究はいずれも午前中半ばの軽食を利用していないので、この仮説を詳しく研究することはできない。

興味深いことに、ケニアの研究結果 (Murphy 2003; Neumann 2003) によれば、対照群の子どもたちの親は、彼らの子どもたちが学校で給食を与えられないことについて補完できるのではないかと示唆している。24ヶ月間に渡る研究で、対照群の子どもたちのエネルギーは、ほぼ200カロリー増加した。この研究結果はこの特定の研究独特のものかもしれないが、非常に興味深い。

D2. 食事/軽食のエネルギー効率

学校給食で与えられるエネルギー効率は教育成果に影響を与えるということは論理にかなうようだ。われわれのレビューはこの仮説をある程度サポートしている。低エネルギーレベルを示した3件の研究 (Bailey 1962では9%、Baker 1980では5%、Neumann 2003では13%) では、体重と身長に関する影響はほとんどないか、もしくは皆無で、2件 (Du 2003; Paige 1976) では体重と身長の両方について効果を示し、もう1件の研究 (Leiberman 1976) では、対照群と比べて体重の変化は報告されなかった。しかし、有効性を示した2件の低エネルギー研究 (Du 2003; Paige 1976) では、栄養強化した牛乳や飲み物が提供されていた。このことが、高エネルギーが供給されなかったのに決定的な結果をもたらした可能性がある。さらに、Du研究で、3日以内 (< 4 days) で牛乳を飲まなかった学生は分析から除外した。これは、この研究 (Du 2004) の遵守率が高いことを示している。したがって、一部の研究でエネルギー含有量は高かったが、遵守率が高かったために子どもたちはもっとカロリーや他の栄養分を摂取していた可能性がある。

D3. 生徒/学生のコンプライアンス

有効性にほぼ確実に影響を与えるもう一つの要因は、コンプライアンス (法的遵守) である。遵守率はケニアの研究 (Neumann 2003) では非常に高いが、高所得国からの2件の研究 (Leiberman 1976; Tisdall 1951) では、非常に低い遵守率が報告された。だからこそ、これらの研究がほとんど効果を示さなかったとしても不思議ではない。Tisdall氏 (Tisdall 1951) の研究結果は、定期的に出席した子どもたちは、恩恵を得る確率がより高いという見解を立証した。「出席日数の多い者」を「出席日数の少ない者」および対照群と比較した分析では、「出席日数の多い者」が出席日数の少ない者よりも影響が大きかった。さらに、Du 2004は分析から遵守しない子どもたち (いかなる理由があるにせよ、牛乳補給を3日以内 (< 4 days) で行わなかった者) を除外したことが、体重と身長の両方の増加に大きく影響を及ぼしたとしている。このことから、コンプライアンスが学校給食の成果に確かに影響しているかのように見える。本レビューの研究のほとんどは、コンプライアンスに関する報告はなかった。われわれとしては、今後コンプライアンスについて注意深くモニターし報告することを提案する。

高所得国におけるいくつかの研究で示されたコンプライアンスの欠如は、高所得国で学校給食制度のコンプライアンスを高める措置を講じる必要を示唆している。食事を取る時間帯は高所得国では重要かもしれない。子どもが学校での朝食プログラムに参加して朝食をとる確率は、昼食や軽食に参加する (つまり家を早く出る) 確率よりもずっと低いと考えるのが論理にかなっている。介入を行なう者たちがどの程度プロトコルを遵守するか (たとえば、絶え間ない食物の支給、グループアサインメントの遵守) は、結果への影響を左

右する。たとえば、Shemilt氏の研究では、介入群の一部の学校はベースライン指標をとる前に朝食クラブを導入し、他の学校（17校のうち4校）は、最初のフォローアップ時に朝食クラブを導入していなかった（Shemilt 2004）。また、対照群の中の2校は最初のフォローアップ時に朝食を提供した。この種の汚染は、結果に影響を与えた可能性があるが、どの程度影響したか不明である。

D4. 空腹の短期的な軽減

本レビューと他のレビューとのエビデンス（Pollitt 1995）では、朝食による短期的な空腹の軽減は朝食を採った朝に行う認知的作業結果を改善することを示している。したがって、長期間の研究では、テスト当日すべての子どもたちに食事を与えることで、短期的に空腹を減少させることが非常に重要である。そうすることで研究者は、結果が単に朝に食事を与えたことに起因する瞬発的改善ではなく、食事を与えたことの長期的な影響によるものかを確認できる。しかし、この研究を行ったのは、本レビューの中の長期に渡る研究のうち、たった1件だった（Powell 1983）。今後は、知能、神経心理学の関連的要素、学業成績といった成果に関して給食の影響を評価するすべての研究は、介入群と対照群両方の子どもたちに給食を与えることによって、空腹の影響の制御を考慮するよう提案する。

D5. 研究期間

成長については、一般的に体重に対する影響は短期間の研究で確認でき、身長に対する影響は長期間でないと確認できないとされている。本レビューでは、成長を評価した研究は一般的に長期間に渡るもので、最も短期間で7ヶ月間だった。これらの結果を評価する際、研究期間の長さによって明確なパターンを見つけるのは難しい。Du研究（Du 2004）は最長の24ヶ月間で身長に大きな変化を示したが、23ヶ月間という期間に渡る他の研究（Grillenbergerなど）では影響は小さかった（Neumann 2003）。Du研究で示した非常に大きい変化は、研究期間以外の要因によると推察される（コンプライアンスやカルシウムの補給など）。

認知力では、研究期間の重要性は成果指標に依存する。短期間の介入後に注意力と集中力の改善が見られると予想することは理がある。一方、他の認知力領域での実績は、さらに給食が長期間に渡って与えられた場合に限り向上した。本レビューでの2件の研究では、実績を機械的な刺激応答形式（たとえば、「このページのすべてのAを丸で囲みなさい」）により評価した場合、短期的な給食は実績にほとんど影響を与えなかった。一方、テストに、創造性、モチベーション、および認知的努力の消費（たとえば、「Yの時間制限内で出来るだけ多くの動物名を挙げなさい」）の要素を大幅に取り入れると、給食で顕著な効果があった。たとえば、Chandler氏の研究（Chandler 1995）では、標準の年齢体重を少なくとも1標準偏差下回った。子どもたちの言語流暢性に若干影響した。しかし、このような上達は、数字暗記検査や情報処理といったもっと機械的なその他の作業には見られなかった。長期の介入では、研究期間の長さによってあるパターンが存在するのか見つけるのは難しい。これは成果があまりにも異なるので、結び付けられるパターンがほとんどないことが主因である。数学については、Agarwal氏の研究（Agarwal 1989）で効果が最も認められた。その効果は最長24ヶ月持続した。ケニアの研究（Neumann 2003）では、23ヶ月持続したが、効果は非常に小さかった。給食と認知力テストの間隔も重要な変数である可能性がある。給食は、処理速度や注意力といった認知処理に対して即効性はあるが束の間の効果である

と予想される。こうした作用の測定は、これらの変化を定量化するために数分内もしくは数時間内に行う必要がある。対照的に、数ヶ月から数年といった長い期間継続する給食制度では、言語、学習、または学力テストの向上に効果をもたらすことが求められ、測定するときの給食とテストの間隔はそれほど重要視されない。

D6. 好意的配慮

より最近の研究に含まれる行動のメカニズムでは、学校での朝食の配給により子どもたちは自分たちが重んじられていると実感し、自分たちに向けられる世間一般の配慮が増す。Powell氏 (Powell 1983) によると、好意的配慮は学校給食の研究で考え得る交絡因子になる可能性がある。したがって、対照群の子どもたちが介入群の子どもたちと同程度の注意力が向けられることが重要である。しかし、Powell 1983の研究では、好意的配慮はあまり違いをもたらさなかったようだ。こうした結果にもかかわらずわれわれは、学校単位での給食の研究における対照群は、こうした潜在的な交絡因子を制御するために好意的配慮を受けるべきだと結論付けた。

D7. 教育環境の質

教育環境の質は学習に重要な役割を果たす。たとえば、Levinger氏 (Levinger 1996) は、教育の質、先生の質、そして学習教材の質は子どもたちの学習能力の向上に重要な役割を果たす可能性があるとして述べている。Chandler氏の研究の一部にいくつかのエビデンスがある。この中で、態度の改善は「十分に設備が整っており組織立っていた」1校にしか見られなかった。Chang氏は、教室の条件が学習するのに適している場合、朝食で供給されるさらなるエネルギーが態度を改善させることになると推測した。ただし、学習のための環境が貧弱だと、そのさらなるエネルギーが適切な方向に向けられない可能性もある。

E 効果修飾因子

E1 年齢

本レビューのエビデンスによると、年少の子どもたちが、年上の子どもたちよりも身長伸びが大きいことが明らかにされている。しかし、年上の子どもたちに関する研究は少なく、われわれの研究の中には年齢群を析出していないものもある。本レビューでは、数件の研究しか認知に関する年齢と処遇の間の交互作用を評価していないが、1件の研究では確かに年少の子どもたちの方が給食でよりメリットが大きかった。

E4. 性別

性別による有効性の違いに関するエビデンスはほとんど見つからなかった。認知力に関しては、発生的研究で子どもたちの認知力における性別の違いは早ければ5歳から明らかとされている。たとえば、女兒は、言葉の記憶 (Maccoby 1974; Kramer 1997)、言葉の流暢性やスペリング (Gaddes 1975; Barr 2003) に関して男児よりも秀でており、1件の研究では、女性は思春期に情報処理速度と作業記憶に関して男性に勝ると示唆している (Barr 2003)。したがって、学校給食についての認知反応に性差がある可能性もある。しかし、このトピックに関してデータを提示した研究は1つもなかった。また、性別による潜在的な文化的、社会的な違いに関する論評もなかった。世界食糧計画 (WFP) 戦略計画には学校給食の目標として男女間格差の縮小が取り込まれていることを考えると、性別と学校給食の有効性の間の相関関係を立証するには、明らかに詳しい調査を必要とする。

F. 公正さの問題: 貧困度による有効性

本レビューの結果では、学校給食をより必要としている子どもたちの方が効果的だという予備的エビデンスを提供している。さらに対照群と比較して、栄養不足の子どもたちは、栄養状態の良い子どもたちよりも短期的な認知能力が大きく向上した。短期間の認知力に関するこの研究結果は、栄養不足の子どもたちは短期間のエネルギーの増加に、認知的により大きく反応するようだというPollitt氏 (Pollitt 1995) の結論を支持するものである。子どもたちが貧困なほど有効性も高くなるというその他のエビデンスは、次の研究結果によってさらに示唆されている。1) 出席日数と認知力への影響は低所得国の方が大きかった、2) より最近の研究では、体重への影響は低所得国の方が大きかった、および3) かなり古い研究からの高所得国における影響が最も大きかった。最後の研究結果は、Corry-Mann研究における子どもたちは、極貧の家庭の出身、あるいは1920年代のイギリスで孤児になった少年たちで、Orr研究は不景気で失業状態の1920年代のスコットランドで炭鉱集落にて行われたという事実による。したがって、こうした子どもたちは極端に貧困だった。しかし、貧困度による有効性に関するデータはごく限られている。

レビューの結論

実践に対する意義

学校給食は子どもたちにとって多くのメリットがある。検討した研究では、学校給食により年少の子どもたちの体重と身長が若干増加し、さらに出席日数と数学能力と態度が若干改善した。エビデンスとしては、知能テストへの影響も示唆されるが、再現を必要とする。1件の研究でのエビデンスによれば、学校給食は骨ミネラル濃度、腕の筋肉、およびビタミンBの濃度を上げる可能性が明らかにされている。実現したメリットの大きさは、学校給食制度の計画、エネルギー量、および食事や軽食で供給される他の栄養分、ベースラインの栄養状態、教室での学習条件、食事や軽食が出されるタイミング、家庭での「給食の代替」および社会的環境、子どもの年齢、そして当然のことながらコンプライアンスもおそらく依拠している。しかし、学校給食やその他のどの介入1つをとっていても、貧困生活をする子どもたちの窮乏状況のすべてに対しての万能薬として期待するのは現実的でない。

学校給食の価値を考える上で、満腹感や美味しいものを食べられることから得られる価値と喜びといった無形の財産も考慮することが重要である。これは適切に測るのが難しい定性的なものだが、飢えを軽減すること自体は重要なことであろう。

学校給食制度については、綿密に計画し、子どもたちの年齢やベースラインの栄養状態に合った十分なエネルギー、タンパク質、脂肪、微量栄養素を提供する必要がある。また、成長、肉体的な健康、および認知力のために重要なヨウ素、鉄、亜鉛、ビタミンB-12、カルシウムといった微量栄養素が確実に与えられていることに特に注意を払う必要がある。脂肪とコレステロールの量やタイプについても、思春期にかけて発達し続け、認知成果に影響を及ぼす脳の各部の構造や機能にそれぞれの役割を果たすので、考慮すべきである。1969年以降、栄養状態のパターンは、栄養不足から肥満体の増加へシフトした (Dubois 2006)。このように、高所得国では、過度にエネルギーや脂肪が含まれていないバランスの良い食事を与えることが重要とされる。美味しさや目標母集団の特殊なニーズも非常に重要である。食事は欲望を引きつけ、許容できるもので、しかも地元で入手できるものでなければならない。選定された研究の大多数の研究者は、食事が文化的に許容でき、確実に味覚を

そするように数々の努力を重ねてきた。消化率に関しては、Paige氏は母集団の中のアフリカ系アメリカ人の子どもたちが乳糖不足（つまり、彼らは牛乳アレルギーだった）の発生率が高いという仮説を立てた。試験的研究で、その子どもたちの25%が、牛の牛乳の栄養補助食品にチョコレート味をつけてもこれを拒否したという事実が明らかになった。最終的な介入は、母集団の特定の生理学的な構成に特化した特別に調合された低乳糖牛乳の栄養補助食品で、しかも子どもたちからのその美味しさに関するフィードバックに応じて改良されたものだった。この栄養補助食品では、成長への顕著な影響が示された。この研究は、学校の栄養介入を試験的に用いることは美味しさを確認するだけでなく、給食制度の目標母集団に特有の栄養に関する問題やニーズを特定するというさらなる結論を引き出すものである。発展途上国における1件の研究のフォローアップ報告では、牛乳を与えたことによる影響のほとんどは、配給をやめてから3年後に消えた。これは、学校給食を、学年を通じて続ける必要があることを示唆するものである（Du 2004）。

研究に対する意義

学校給食に関する質の高いエビデンスの不足ならびにわれわれの研究結果の複雑性を考慮すると、低所得国と高所得国の両方でさらに綿密に計画された研究が必要だという結論に達した。因果関係を立証するためにRCTは必要である。われわれは、クラスターのランダム化を明らかにするために適切な統計的手法および学校でのランダム化研究を提案する。貧困のレベル毎の影響に関する問いにもっと明確に答えるため、すべての第一次研究者には、両親の社会的経済的地位の他、性別やベースラインの栄養状態による影響の内訳を示してもらいたい。見た目には同じだがエネルギーや他の栄養素の含有量が高いもしくはごく少量の食事や軽食を与えることに関して二重盲検化も考慮する必要がある（たとえば、高カロリー、低カロリーのミルクセーキ）。

研究を行う際には、意図したとおりに介入が確実にされていることに注意を払う必要がある。プロセス評価は不可欠である。本レビューで示したとおり、全員参加を促し、しかも参加と消費量を注意深く測定することは非常に重要である。われわれは今後のテストに向けて、食事の非消費の測定は一人一人の子どもについて実施されるべきという結論に暫定的に達した。また、「給食の代替」もモニターする必要がある。学校給食の長期的影響に関する研究では、短期的な空腹の軽減を制御するためにテストを行う当日に両方の群の子どもたちに食事を与える必要がある。好意的配慮や教育環境の質といった他の要因も考慮すべきである。身体的健康に関する重要な成果は、体重と身長の変化、筋肉量、体脂肪、微量栄養素の状態、運動、および骨ミネラル濃度である。体重は、学校給食により栄養不足の子どもたちの成長を促そうとする低所得国、ならびに学校給食制度が成長の促進ではなく小児肥満症の減少を目的とする高所得国の両方に見られる重要な成果である。

心理社会的な成果については、低所得国の場合、出席日数、入学者数、学校での保持率がどれも非常に重要になってくる。これは特に女兒について言えることである。大衆の教育が国の発展を改善する鍵となるので、学校給食を、国の教育的達成の促進を目的とする他の介入と組み合わせる必要がある。すべての国で学業成績と認知成果を評価することが必要不可欠である。次世代の認知能力に対する学校給食の研究では、テストの選択は、異なる認知効果と動機付け効果を区別するため、明確に仮説主導で行う必要がある。脳機能は神経心理学的試験で全面的に測定することが重要である。われわれは、知能、処理速度、注意力、遂行能力、記憶力、言語、視覚能力、および運動感覚能力の包括的な評価を提案

する。長期的な生理学的な変化による効果から短期的な空腹の軽減による効果を取り除くには、心理学的テストの前にすべての子どもたちに食事を与えることが望まれる。学校給食制度はその有効性に著しく影響を与えるような状況下で行なわれている。Levinger氏 (Levinger 1986) が指摘するとおり、子どもたちが生活し学習する環境が改善されれば、より大きい改善が見込まれる。したがって学校給食のほかに、学校には優れた教育に必要な基本的な快適さがなければならない。つまり、十分な教材、上手な指導、ならびに子どもの総合的な育成に重点を置くことである。Glew氏などは、給水、健康、衛生教育の改善の重要性を強調している (Glew 1980)。一方でDel Rosso氏 (Del Rosso 1999) は、微量栄養素、栄養補助食品、衛生および衛生や栄養の教育に重点を置いている。他の研究者が示唆したとおり (Levinger 1986; Del Rosso 1999)、われわれは、学校給食は健康と貧困な社会から取り残された子どもたちの発育を改善するために計画された多様な介入の1つと結論付ける。

謝辞

本レビューの作成にご助力とご尽力を頂きましたGeraldine Macdonald、Jane Dennis、Jo AbbottならびにGeorgia Salantiに心より感謝の意を表します。また、重要なフィードバックを提供してくれた3人の匿名のレビューワならびにCampbell方式を論評してくれた2人のレビューワに感謝の意を表します。本レビューは、彼らの情報提供から多大な恩恵を受けました。

われわれは、プロトコル開発に研究奨励金を提供していただいたCochrane Health Promotion and Public Health Field、そして第一著者にポスドク・フェローとして個人的な研究資金を提供していただいたCanadian Institutes of Health Researchに感謝の意を表します。

さらに、必要な情報提供のために職責を超えて尽力くださった次の第一次研究の著者たち、すなわちPowell研究チームのSusan Walker、Du研究チームのQuang Zhang、ペルー研究チームのErnesto PollittとCueto、ケニア研究チームのCharlotte Neumann、およびIan Shemiltに感謝の意を表します。われわれは彼らのご助力に深く感謝しています。参考資料と有益なご意見をいただいた世界食糧計画のFrancisco Espejo、Chiara Bruneli、そしてAulo Gelliにも感謝の意を表します。最後に、献身的で丁寧な仕事をしていただいた研究助手のCarl Wilkins、Daniel Francis、Caitlin Burley、Alicia Ashton、Megan Kendall、およびJoan Petersonにも感謝の意を表します。

利害の対立の可能性

知りうる限りでは、存在しない。

訳注：ゴシック・アンダーラインは教育政策エビデンス研究会による。また訳は試訳でありエビデンスの確認並びに詳細は本文を参照されたい。