

7 子どもの肥満に関連した社会・生活環境因子に関する分析

井出 博生

1. はじめに

肥満が生活習慣病の危険因子であることは、数多くの研究が示している。近年、成人期における肥満が、幼児期の Adiposity Rebound (AR) の時期によって予測できることがわかるようになった (Rolland-Cachera et al. 1984; Rolland-Cachera et al. 1987 Prokopec and Bellisle 1993; Whitaker et al. 1997; Whitaker et al. 1998; Dorosty et al. 2000)。AR とは、幼児期にいったん Body-Mass Index (BMI、体重/身長²) が最小値を示した後に、上昇に転じる現象のことである。そして、AR の時期が早い子どもほど、将来の BMI 値が高くなるというのである。また、AR は生活習慣病の予防に関連した重大な指標になる可能性がある (Eriksson et al. 2003; Santosh et al. 2004; Wadsworth et al. 2005)。

しかし、これまでの AR に関する研究では、人種を加味した調整は行われておらず、ほとんどの研究は欧米先進国で行われている。当然、人種、国が異なれば BMI の分布、AR の時期は異なると考えられる。アジア人に関しては、Pan らのクロスセクショナルな分析によれば、中国人の方が欧米人よりも BMI の成長パターンが早く、国内の地域差があることなどが報告されている (Pan et al. 2009)。

World Health Organization によれば、肥満対策の重要性は、先進国に限らず、途上国でも深刻になってゆくことが予想されている (Mathers and Loncar 2006; WHO)。AR は肥満の予測因子の一つとして提示されており、なぜ個体によって AR の時期が異なり、その生物学的、社会環境的な背景因子を明らかにすることが求められている。これらの要因が明らかになれば、例えば早期に AR を経験した子どもをハイリスクグループとして特定し、運動や食事などの生活環境への介入による肥満の予防対策などを立案することが可能になる。

現時点で、日本人の子どもの発育に関連して、検討すべき課題は 2 つある。第一は、欧米人と同様に AR が観察され、肥満または過体重の子どもでは、そうではない子どもと比較して AR の時期が早いのか否かを明らかにしなければならない。第二は、肥満または過体重に関連した所得、生活習慣、家族状況などの社会・生活環境因子を明らかにされなければならない。

本研究では「21 世紀出生児縦断調査」のデータを用いる。日本では、他の先進国と同様に、少子・高齢化が大きな社会問題である。平均余命が世界最長である一方で、2008 年における日本の合計特殊出生率は 1.37 であった。近年合計特殊出生率はわずかに高まったが、出生数の大きな増加にはつながっていない。このような背景があり、21 世紀出生時縦断調査が企画され、2001 年から毎年調査が実施されている。この調査は、もともと疫学調査として子どもの発育を観察するために企画されたわけではない。しかしながら、調査の開始

時には 47015 人の子どもが組み入れられ、身長および体重、世帯所得、家族、就寝・起床時刻、食事、遊び方などが質問されており、本研究の目的に沿った分析ができる。

本研究では、2001 年の第 1 回調査から、2006 年の第 6 回調査までのデータを利用し、日本人の子どもに AR が観察されるのか、第 6 回調査、つまり 5 歳半程の時点で肥満状態にある子どもの社会的な背景因子を明らかにする。

2. データと方法

2.1 調査対象者

本研究では、厚生労働省が平成 13 年から継続して実施している 21 世紀出生児縦断調査のデータを用いた。この調査は、同一客体の縦断調査として日本で初めて実施された公的な調査である。調査の目的は、21 世紀の初年に出生した子の実態及び経年変化の状況を継続的に観察することにより、少子化対策の企画、実施のための基礎資料を得ることである。

調査の対象者は、全国の 2001 年 1 月 10 日から 17 日の間及び 7 月 10 日から 17 日の間に出生した全ての子である。人口動態調査の個票から、厚生労働省が調査対象者を抽出し、調査票の配布及び回収は郵送により行った。この調査は、対象者が 20 歳になるまで継続される予定である。

今回の分析では、2006 年の調査までの 6 回の調査のデータを用いた。調査票記入の基準日は、1 月生まれの子どもについては 8 月 1 日、7 月生まれの子どもについては 2 月 1 日である。つまり、調査日はおおよそ生後 6 カ月、18 か月、2 歳 6 カ月、3 歳 6 カ月、4 歳 6 カ月、5 歳 6 カ月である。

21 世紀出生児調査の第 1 回調査における調査対象者数は、53575 人であった。このうち、調査に回答したのは 47015 人 (87.8%) であった。この調査では親の人種を尋ねる項目はないが、国籍は尋ねられている。本研究では、両親ともに日本人であり、出生時体重、妊娠週数が明らかである子どもを分析の対象とした。分析対象となった子どもの数は男児 23608 人、女児 21784 人、合計 45392 人となった。その後、第 6 回の調査までに、徐々に回答した調査対象者は減少し、第 6 回調査の回答者は 38537 人であった。

21 世紀出生児調査は、純粋な疫学調査として計画されたわけではない。したがって、調査項目の中から、本研究の目的に沿ったデータ項目の抽出を行った。各回の調査の質問項目は一定ではないが、身長、体重、世帯所得、子育て費用、同居者、父母の就業状況、祖父母・近所の人との関わり方、起床・就寝時間、放課後の様子、習い事等の状況、テレビを見る時間、コンピュータゲームをする時間、病気やけが、子どもと一緒に過ごしている時間、子どもを育てていて負担に思うことや悩み、子どもの日常生活で気になることや悩みなどである。なお、身長、体重については、測定日を記入することになっている。また、初回の調査では出生時の体重、妊娠週数、父母の属性が質問されている。

2.2 データマネジメント

各調査回の調査対象者の身長と体重から、以下の式に基づいて BMI を計算した。

$$\text{BMI} = \text{体重} / \text{身長}^2$$

第 2 回から第 6 回までの調査における身体測定日を誕生日から年数換算し、分布を調べた。平均的には第 2 回の調査における身体測定日は 1.55 年、第 6 回では 5.52 年であった。標準偏差は 0.06 から 0.13 の間であった。

出生時体重は 1000 グラム未満、1000-1500 グラム未満、1500-2500 グラム未満、2500 グラム以上に区分した。91.49% の子どもは出生時体重が 2500 グラム以上であった。出生時の妊娠週数については 22-37 週、37-42 週、42 週以降という区分を適用した。全体の 94.08% の子どもは 37-42 週で生まれていた。

第 1 回、第 2 回、第 4 回、第 5 回の調査で、世帯所得を質問した。調査期間を通じて、世帯の所得が変化することも考えられるが、子どもの発育等に関する先行研究では、世帯の平均所得が有意な因子であることが知られている。本研究では、第 1 回調査と第 5 回調査の世帯所得を用い、第 1 回調査では 461 万円、587 万円、697 万円、865 万円、第 5 回調査では 466 万円、577 万円、681 万円、838 万円をしきい値として、世帯年収を 5 つずつに区分した。しきい値は、調査が行われた時点の日本の公的統計における勤労者 4 人世帯の集計値から引用した。一月当たりで子育てに投じる費用については、第 1 回調査、第 5 回調査の回答を多変量解析の説明変数に用いた。

以下の項目については、第 1 回と第 5 回の調査での回答をカテゴリー化し、多変量解析で説明変数として用いた。平日に調査対象者の世話をする人を父、母、祖父、祖母、その他の 5 つに、兄弟の有無で 2 つに、同居の状況を 3 世代同居、核家族、片親との同居、その他の 4 つに分けた。次の項目については第 5 回調査の回答をカテゴリー化し、多変量解析で説明変数として用いた。一日におけるテレビの視聴時間をゼロ、1 時間未満、1-2 時間未満、2-3 時間未満、3-4 時間未満、4-5 時間未満、5 時間以上の 7 つに、一日のうちでテレビゲームで遊ぶ時間をゼロ、1 時間未満、1-2 時間未満、2-3 時間未満、3-4 時間未満の 5 つにカテゴリー化した。朝食、昼食、夕食、おやつの摂り方については、それぞれについて定期的に摂る、不定期に摂る、摂らないの 3 つにカテゴリー化した。第 3 回調査でのみ起床時刻、就寝時刻が調査されたので、就寝時間を計算し、多変量解析では起床時刻、就寝時間を説明変数として用いた。

2.3 統計解析

記述統計として、第 1 回から第 6 回調査の調査対象者数、身長、体重、BMI の平均値、第 6 回調査における BMI85 percentile および 95 percentile とそれ以外のグループの調査

対象者数および BMI の平均値、子育てに投じる費用の平均値をまとめた。調査対象者の性別、妊娠週数、出生時体重、日常の世話をする人、兄弟、同居の状況、世帯所得、テレビの視聴時間、テレビゲームで遊ぶ時間、食事の摂り方はカテゴリー毎の度数を表示した。

計算された BMI を基にして、各調査回における BMI のクロスセクショナルな分布を調べ、99 percentile、95 percentile、90 percentile、75 percentile、median の値の推移を表示した。

Trajectory は Nagin によって開発されたセミパラメトリックな解析方法であり、この手法を用いることによって、縦断的なデータの中から行動パターンを識別することができる (Nagin 1999)。この手法は、例えば子どもの粗暴行動など、既に多くの長期的な人間行動や成長の識別に用いられている。本研究では、trajectory を用いることで、第 6 回調査時点で BMI85 percentile または 95 percentile 以上にグループ化されている子どもと、それ以外の子どもにおける BMI の成長パターンを識別した。日本では成人では BMI 値が 18.5~24.9 が標準、25 以上で肥満または過体重であると定義されている。しかしながら、子どもの場合には BMI の推移が把握されていないため、percentile を元にグループ分けを行った。

21 世紀出生児縦断調査で把握されている属性、経済状態、生活習慣を説明変数として、BMI 値およびその変化への影響を調べるために Generalized Estimating Equation を用いた panel data の多変量解析を行った。従属変数は BMI 値または出生時と第 6 回調査の間の BMI 値の変化とし、説明変数は BMI85 percentile によるグループ、性別、妊娠週数、出生時体重、日常の世話をする人、兄弟、同居の状況、世帯所得、テレビの視聴時間、テレビゲームで遊ぶ時間、食事の摂り方である。21 世紀出生児縦断調査では BMI 値の測定日が厳密ではないため、多変量解析で用いる時間は第 1-6 回までの調査回数、または出生日から身長と体重の測定日までを計算した日数による連続値の 2 種類を用いた。したがって、ここでは 4 種類の分析を行った。解析に用いたソフトウェアは SAS で、統計的有意水準は 5% に設定した。

3. 結果

調査対象者の、調査回毎の BMI の平均値は順に 12.61、16.33、16.09、15.75、15.48、15.38 であり、第 6 回調査における男児 17656 人の BMI の平均値は 15.43 (95%信頼区間 15.41-15.45)、女児 16267 人の平均値は 15.34 (15.31-15.36) であり、男女間に有意差があった。(p<0.001)

第 2 回調査を最高に、以降の調査では BMI 値は低下していたが、BMI 値の 99 percentile は第 4 回、95 percentile、90 percentile では第 5 回が最低値で、以降の調査ではこれらの値は上昇した。(Figure 1) 同様に、BMI95 percentile 以上のグループでは、第 6 回調査までの間に BMI が上昇、下降、再度上昇するという発育の trajectory が発見された。つまり、このグループでは、第 6 回の調査までに AR を経験するという発育パターンである

ことがわかった。BMI85percentile 以上のグループも同じ発育パターンを示した。(Figure 2)

調整を行っていないロジスティック回帰分析の結果は、不規則な時刻に夕食を食べることが男児 (Odds ratio 1.49; 95 percent confidence interval 1.04 -2.15)、女児 (OR 1.66; 1.15-2.39) 共に統計的に有意な独立変数であった。加えて、女児では妊娠 42 週以降に出生 (OR 1.48;1.06-2.08)、朝食を食べない (OR1.53; 1.12-2.10)、夕食を食べない (OR 2.33; 1.23-4.42)、第 1 回調査における世帯所得が高い (OR0.87; 0.80-0.95) の独立変数が統計的に有意であった。(Table 7-8)

従属変数を BMI または BMI の変化、説明変数中の時間を調査回 (visit) または連続値とした 4 種類の GEE による分析の結果は、ほとんどの点において同様であった。出生時の BMI、時間、性、妊娠週数、子どもの世話をする人、同居の家族状況、起床時刻、テレビゲームで遊ぶ時間、おやつへの摂り方が統計的に有意であった。世帯所得、子どもへの支出額、睡眠時間、テレビの視聴時間、食事の摂り方は有意な説明変数ではなかった。総じて言えば、GEE による分析は、単純なロジスティック回帰分析とは異なる結果を示していた。(Table 9-12)

4. 考察

おおよそ 5 歳半までの期間の日本人の子どものクロスセクショナルな分析およびパネルデータの分析からは、日本人の子どもにも AR と呼ばれる BMI 値の変化があり、BMI が高いグループでは、AR が早期に起きていることがわかった。しかしながら、5 歳半時点における BMI の値の高さを予測する社会環境的な因子は、今回の分析では一定しておらず、更なる分析が必要であると考えられた。

分析方法の改善方針としては、(1)単純なロジスティック回帰分析ではなく、調整を行った分析を実施する、(2)変数の集約化を行い、ロジスティック回帰分析、GEE を行う、(3)調査回毎の BMI 値の変化を説明変数として、自己回帰過程による分析を行うということが考えられる。また、後述するような脱落が与えるバイアスの影響をより注意深く考慮するために、今回の結果を受けて変数自体およびその取扱いについて再度検討することが必要である。

本研究の目的を遂行するという観点から、21 世紀出生児縦断調査のデータは、調査精度で先行研究よりも劣るものの、より包括的な子どもの背景を持っていること、サンプル数が大きいこと等の点で優位であることは明らかである。本研究では、社会・生活環境因子について系統的に重要かつ有意なものが発見されなかった。しかしながら、栄養摂取 (Rolland-Cachera et al. 1995; Dorosty et al. 2000; Ness, 2004; Gunther et al. 2006)、テレビの視聴時間(Hernandez et al. 1999; Hancox et al. 2004)など、子どもの肥満や BMI 値との関連を示す有力な因子が先行研究で示されており、この点について更に検討する必要がある。

ある。

わが国では、子どものBMIの変化に関する研究が立ち遅れている。日本学術会議の中の分科会は、2007年8月に「出生前・子どものときからの生活習慣病対策」という提言をとりまとめ、この中で肥満の予測因子としてARに言及し、BMIの経時的推移に注目することが生活習慣病対策として重要で、BMIの基準曲線を作成する必要性があるとしている。今回の分析では、精密ではないものの、およそそのBMIの推移がわかるため、今後のわが国における基準曲線の作成にも寄与するものと思われる。しかしながら、実際の基準曲線を作成するためには、より測定精度が保たれた環境での実施が必要であろう。また、ARに関する他の研究では、出生から定期的に身体測定を行うなど、本研究よりも身体測定の頻度が高く、測定方法も厳密である。

調査対象者のバイアスについても検討する必要がある。第6回調査でBMIが計算できた対象者は、男女併せて33923人であり、初回の47015人から28%程減少している。また、最初に組み入れられた子どもの誕生日は一定期間に集中しており、このことが結果にバイアスを与えている可能性は否定できない。しかしながら、21世紀出生児縦断調査はある期間における出生児の全数を対象にしていることから、初回に組み入れられた子どもに起因するバイアスはおそらくないと考えられるものの、バイアス自体の有無、程度を明らかにすることは現時点でのデータからは不可能であると考えられ、別の調査が必要とされる。

5. 参考文献

- Dorosty AR, Emmett PM, Reilly JJ, ALSPAC Study Team. (2000). Factors associated with early adiposity rebound, *Pediatrics*, 105, 1115-1118.
- Eriksson JG, Forsen T, Tuomilehto J, Osmond C, Barker DJP. (2003). Early adiposity rebound in childhood and risk of type 2 diabetes in adult life. *Diabetologia*, 46, 190-194.
- Gunther ALB, Buyken AE, Kroke A. (2006). The influence of habitual protein intake in early childhood on BMI and age at adiposity rebound: Results from the Donald study, *International Journal of Obesity*, 30, 1072-1079.
- Hancox RJ, Milne BJ, Poulton R. (2004). Association between child and adolescent television viewing and adult health: A longitudinal birth cohort study, *The Lancet*, 364, 257-262.
- Hernandez B, Gortmaker SL, Colditz GA, Peterson KE, Laird NM, Parra-Cabrera S. (1999). Association of obesity with physical activity, television programs and other forms of video viewing among children in Mexico city, *International Journal of Obesity*, 23, 845-854.
- Mathers CD, Loncar D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med.* 3(11):e442.
- Nagin D. (1999). Analyzing developmental trajectories: a semi-parametric, group-based approach. *Psychol Methods*. 4, 139-177.
- Ness A. (2004). Longitudinal perspective on prevention: The Avon longitudinal study of parents and children, *Pediatrics*, 114(4), 1168-1169.
- 日本学術会議 臨床医学委員会・健康・生活科学委員会合同の生活習慣病対策分科会。『出生前・子どものときからの生活習慣病対策』平成20年8月

- Pan HQ, Jiang Y, Jing X, Fu S, Jiang Y, Lin Z, Sheng Z, Cole TJ.(2009). Child body mass index in four cities of East China compared to Western references *Annals of Human Biology*, 36(1), 98-109
- Prokopec M, Bellisle F. (1993). Adiposity in Czech children followed from 1 month of age to adulthood: Analysis of individual BMI patterns, *Annals of Human Biology*, 20(6), 517-525.
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guilloud-Bataille M, Patois E. (1984). Adiposity rebound in children: A simple indicator for predicting obesity, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 39, 129-135.
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Guilloud-Bataille M, Avons P, Patois E, Sempe M. (1987). Tracking the development of adiposity from one month of age to adulthood, *Annals of Human Biology*, 14, 219-229.
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Akrouf M, Bellisle F. (1995). A follow up study of nutrition and growth from 10 months to 8 years of age, *International Journal of Obesity*, 19, 573-578.
- Santish KB, Sachdev HS, Fall CHD, Osmond C, Lakshmy R, Barker DJP, Dey Biswas SK, Ramji S, Prabhakaran D, Reddy S. (2004). Relation of serial changes in childhood body-mass index to impaired glucose tolerance in young adulthood, *The New England Journal of Medicine*, 350(9), 865-875.
- Sievogel RM, Roche AF, Guo S, Mukherjee D, Cameron Chumlea W. (1991). Patterns of change in weight/stature from 2 to 18 years: Findings from long-term serial data for children in the Fels longitudinal growth study, *International Journal of Obesity*, 15, 479-485.
- Wadsworth M, Butterworth S, Marmot M, Ecob R, Hardy R. (2005). Early growth and type 2 diabetes: evidence from the 1946 British birth cohort, *Diabetologia*, 48, 2505-2510.
- Whitaker R, Pepe MS, Wright JA, Seidel KD, Dietz WH. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity, *The New England Journal of Medicine*, 337(13), 869-873.
- Whitaker R, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. (1998). Early adiposity rebound and the risk of adult obesity, *Pediatrics*, 101(3), 1-6.
- World Health Organization: Projections of Mortality and Burden of Disease to 2030. Available from: <http://www.who.int/healthinfo/statistics/bodprojections2030/en/index.html>

Table 1. Gender- 1: male, 2: Female

(N=45392)

gender	Frequency	Percent	Cumulative	
			Frequency	Percent
1	23608	52.01	23608	52.01
2	21784	47.99	45392	100.00

Table 2. Pregnancy week- 1: 22<= weeks < 37, 2: 37<= weeks < 42, 3: 42<= weeks (N=45392)

Pregnancy	Frequency	Percent	Cumulative	
			Frequency	Percent
1	2297	5.06	2297	5.06
2	42703	94.08	45000	99.14
3	392	0.86	45392	100.00

Table 3. Birth weight- 1: 1000g<, 2: 1000g<=; <1500g, 3: 1500g<=; <2500g, 4: <=2500g

(N=45392)

wt_birth	Frequency	Percent	Cumulative	
			Frequency	Percent
1	79	0.17	79	0.17
2	189	0.42	268	0.59
3	3593	7.92	3861	8.51
4	41531	91.49	45392	100.00

Table 4. TV watching at Visit 05 - 0: none, 1: lt 1hr, 2: 1 to lt 2hr, 3: 2 to lt 3hr, 4: 3 to lt 4hr, 5: 4 to lt 5hr, 6: > 5hr (N=45392)

TV_hr05	Frequency	Percent	Cumulative	
			Frequency	Percent
0	415	1.11	415	1.11
1	5958	15.94	6373	17.05
2	15012	40.16	21385	57.21
3	10516	28.13	31901	85.35
4	3919	10.49	35820	95.83
5	1181	3.16	37001	98.99
6	376	1.01	37377	100.00

Frequency Missing = 8015

Table 5. TV game playing at Visit 05 - 0: none, 1: lt 1hr, 2: 1 to lt 2hr, 3: 2 to lt 3hr, 4: 3 to lt 4hr (N=45392)

TVgame_hr05	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	22523	60.48	22523	60.48
1	11046	29.66	33569	90.14
2	3150	8.46	36719	98.60
3	415	1.11	37134	99.72
4	106	0.28	37240	100.00

Frequency Missing = 8152

Table 6. Daily diet at Visit 05- 0: Regular, 1: Irregular, 2: Do not eat (N=45392)

breakfast05	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	44361	97.73	44361	97.73
1	718	1.58	45079	99.31
2	313	0.69	45392	100.00

lunch05	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	45129	99.42	45129	99.42
1	256	0.56	45385	99.98
2	7	0.02	45392	100.00

dinner05	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	44187	97.35	44187	97.35
1	1160	2.56	45347	99.90
2	45	0.10	45392	100.00

snack05	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	41217	90.80	41217	90.80
1	3597	7.92	44814	98.73
2	578	1.27	45392	100.00

Figure 1. Transition of BMI from visit 0 to visit 6

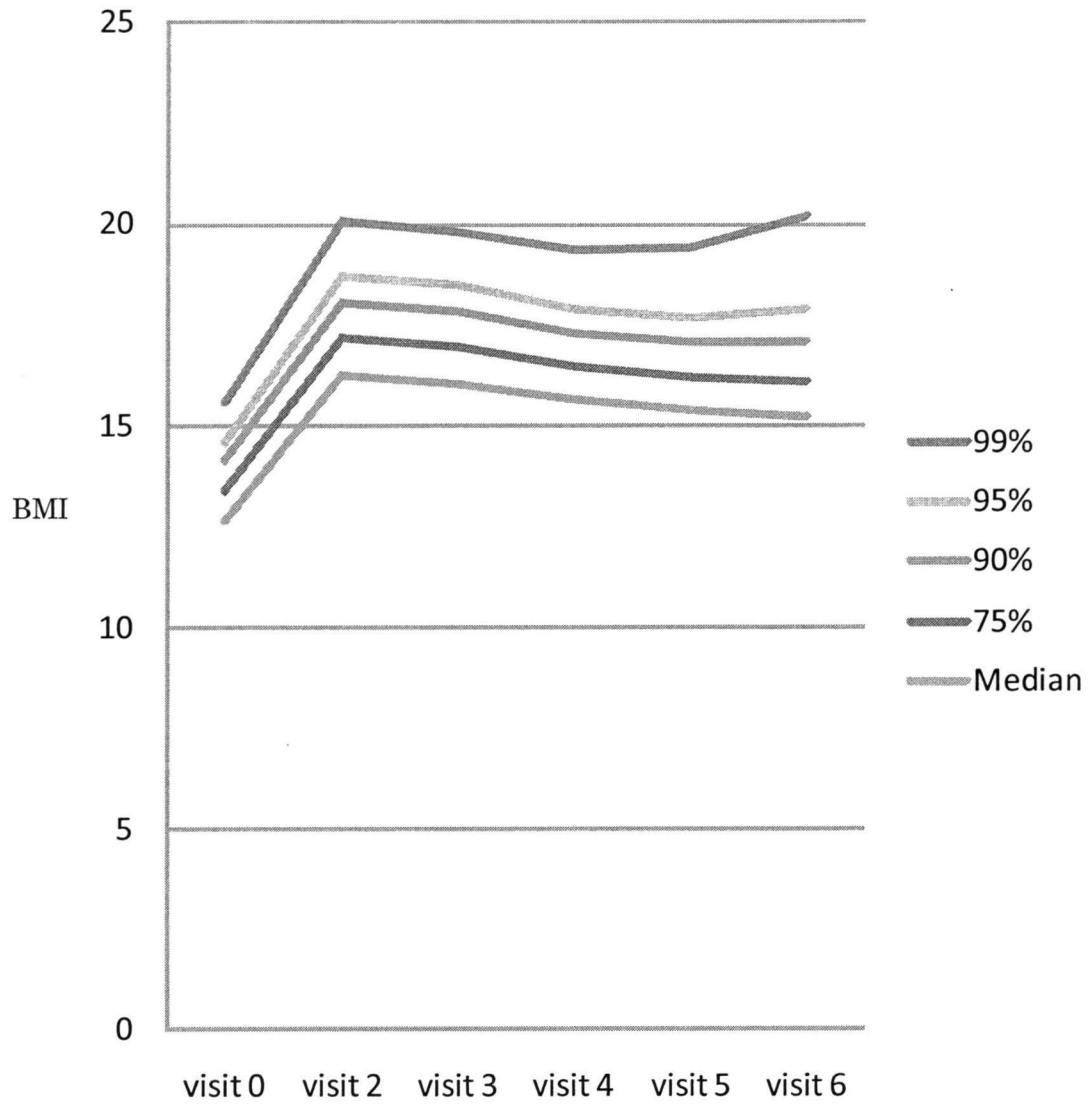
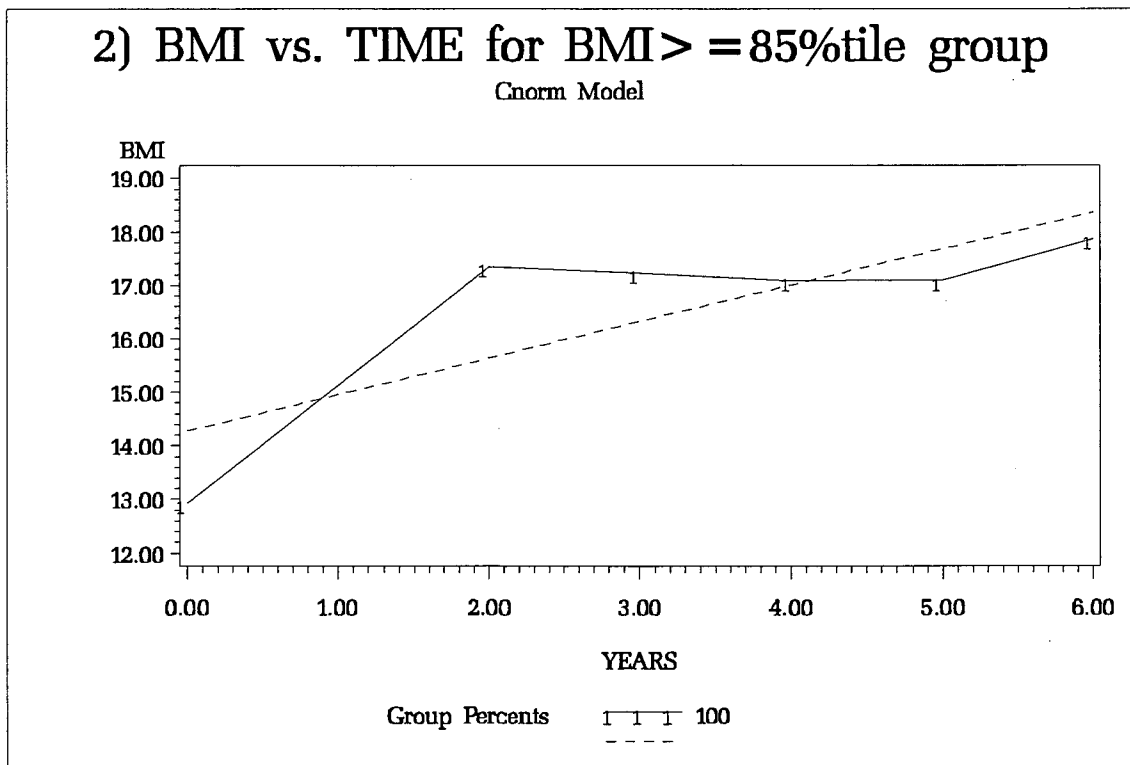
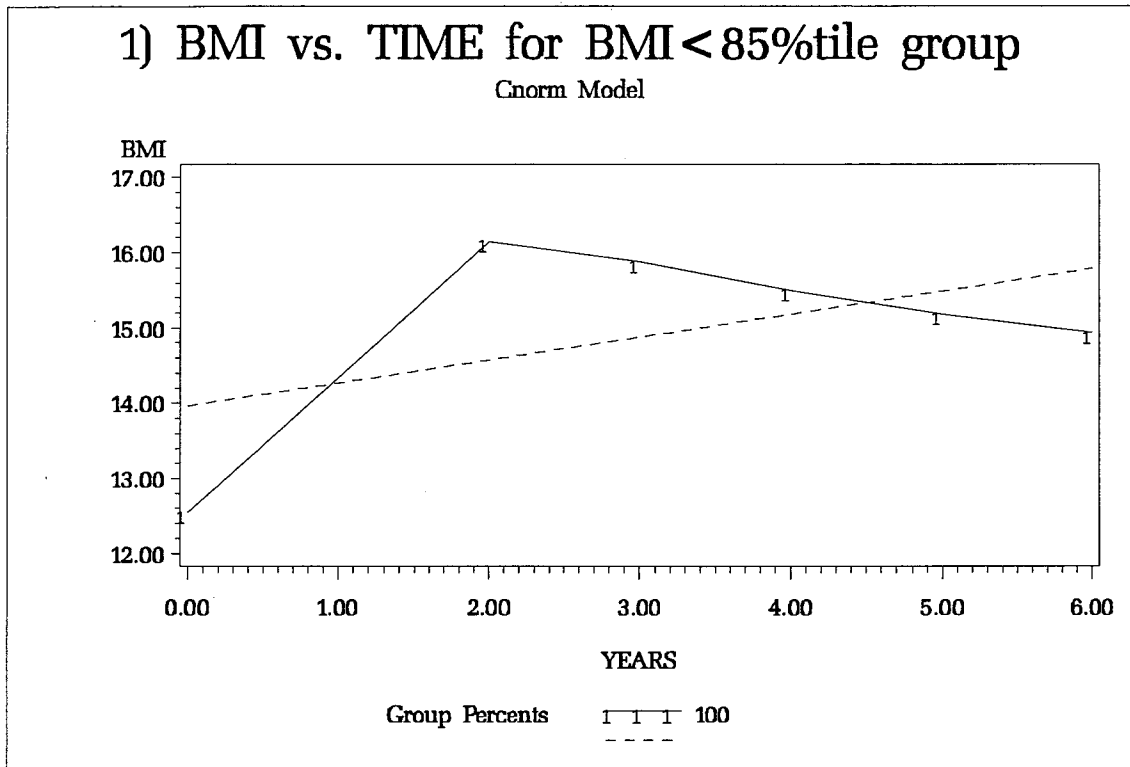
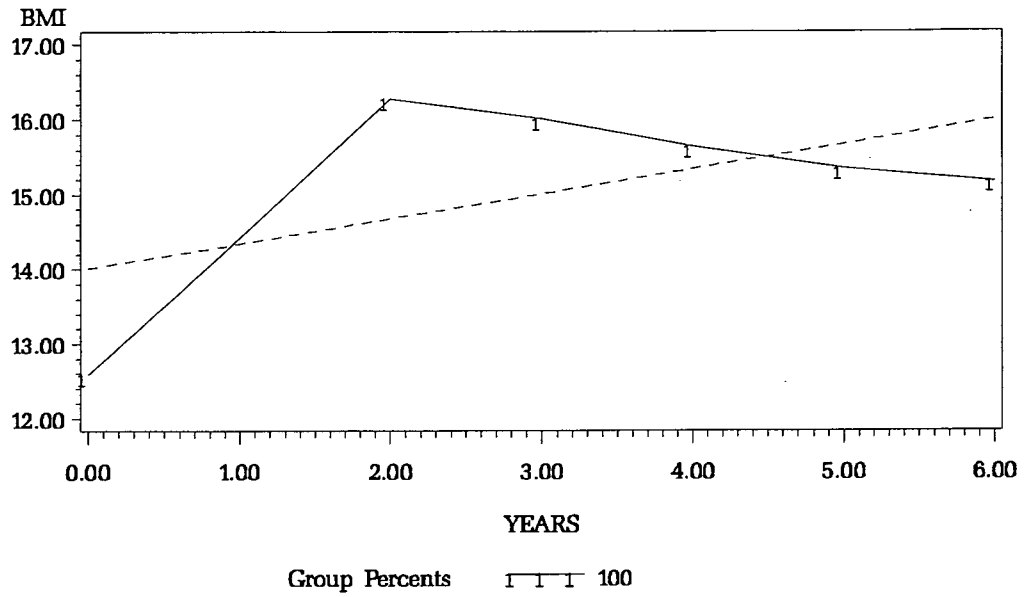


Figure 2. Results of trajectory analyses by the levels of BMI at visit 5



1) BMI vs. TIME for BMI < 95%tile group

Cnorm Model



2) BMI vs. TIME for BMI > = 95%tile group

Cnorm Model

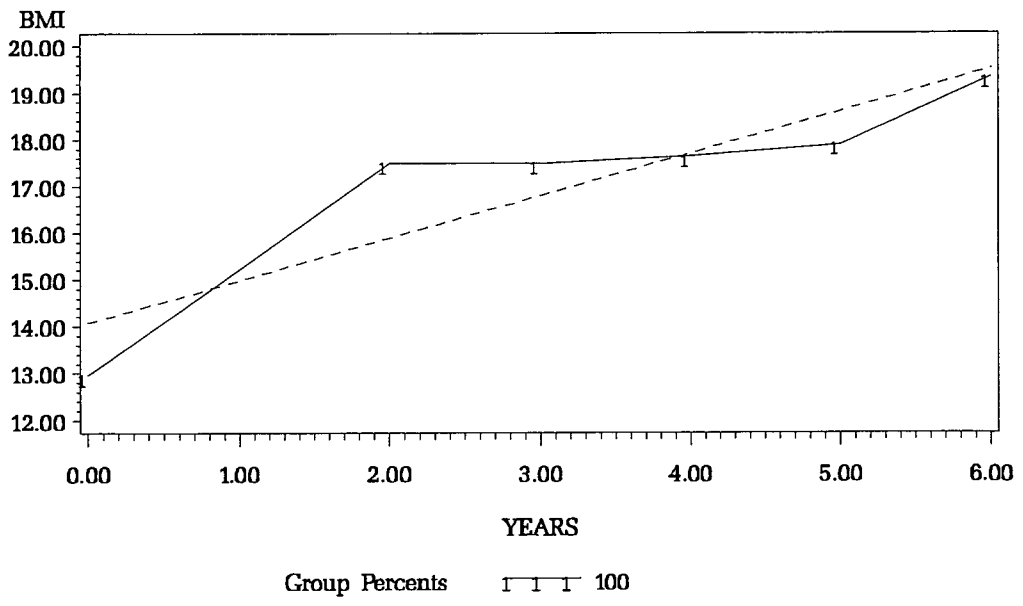


Table 7. Results of univariable logistic regression analysis for predicting the over BMI85 percentile group at visit 5 (male)

	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Pregnancy week						
<37 (base category)						
<42	1.375725	.2421112	1.81	0.070	.9743848	1.942375
42<=	1.22056	.2454446	0.99	0.322	.8229804	1.810209
Birth weight						
2500g<= (base category)						
1500g<2500g	.5932941	.1013618	-3.06	0.002	.4244689	.8292666
1000g<1500g	NA					
<=1500g	NA					
Breakfast						
Regularly (base category)						
Irregularly	1.500097	.3224304	1.89	0.059	.9843791	2.286001
Don't eat	1.315276	.2082731	1.73	0.084	.9643389	1.793924
Lunch						
Regularly (base category)						
Irregularly	.9896029	.4552057	-0.02	0.982	.4017152	2.437831
Don't eat	NA					
Snack						
Regularly (base category)						
Irregularly	1.176091	.138752	1.37	0.169	.9332938	1.482051
Don't eat	1.140497	.1488087	1.01	0.314	.8831444	1.472843
Dinner						
Regularly (base category)						
Irregularly	1.494962	.275488	2.18	0.029	1.041772	2.145298
Don't eat	NA					
Household income at visit 5						
Lowest (base category)						
Low	.7187348	.1434223	-1.66	0.098	.4860857	1.062734
Middle	1.013439	.1000456	0.14	0.892	.8351564	1.22978
High	.9477182	.0697314	-0.73	0.466	.8204447	1.094735
Highest	.9702153	.0529122	-0.55	0.579	.8718596	1.079667
Household income at visit 1						
Lowest (base category)						
Low	.8740953	.0865579	-1.36	0.174	.719893	1.061328
Middle	.9528531	.0534591	-0.86	0.389	.8536305	1.063609
High	.9568947	.0355377	-1.19	0.235	.8897167	1.029145
Highest	.9561659	.0292009	-1.47	0.142	.9006124	1.015146

Table 8. Results of univariable logistic regression analysis for predicting the over BMI85 percentile group at visit 5 (female)

	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Pregnancy week					
<37 (base category)					
<42	1.046582	.1996704	0.24	0.811	.7200754 1.521137
42<=	1.482959	.2570985	2.27	0.023	1.055741 2.083055
Birth weight					
2500g<= (base category)					
1500g<2500g	.6257105	.0977451	-3.00	0.003	.4606842 .8498526
1000g<1500g	NA				
<=1500g	NA				
Breakfast					
Regularly (base category)					
Irregularly	1.269	.3414416	0.89	0.376	.7489181 2.15025
Don't eat	1.530199	.2456872	2.65	0.008	1.117069 2.096119
Lunch					
Regularly (base category)					
Irregularly	.4426334	.3169617	-1.14	0.255	.1087713 1.80125
Don't eat	NA				
Snack					
Regularly (base category)					
Irregularly	1.225109	.1477606	1.68	0.092	.9671881 1.551809
Don't eat	1.022516	.1594553	0.14	0.886	.753235 1.388066
Dinner					
Regularly (base category)					
Irregularly	1.6592	.3072717	2.73	0.006	1.15415 2.385256
Don't eat	2.3332	.7611701	2.60	0.009	1.231007 4.422249
Household income at visit 5					
Lowest (base category)					
Low	1.007103	.2002421	0.04	0.972	.6820708 1.487024
Middle	1.170486	.1216469	1.51	0.130	.9547775 1.434929
High	.906869	.0771913	-1.15	0.251	.7675233 1.071513
Highest	1.00437	.0604234	0.07	0.942	.8926581 1.130063
Household income at visit 1					
Lowest (base category)					
Low	.8342806	.0852738	-1.77	0.076	.682824 1.019332
Middle	.9286044	.0533115	-1.29	0.197	.82978 1.039198
High	.8735778	.0364642	-3.24	0.001	.8049547 .9480511
Highest	.9733911	.02946	-0.89	0.373	.9173297 1.032879

Table 9. Results of generalized estimating equation for predicting factors associating crude BMI value at visit 5 (independent variable, BMI; time, visit)

GEE Fit Criteria	
QIC	125496.6988
QICu	125358.0000

Analysis Of GEE Parameter Estimates						
Empirical Standard Error Estimates						
Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	14.6726	0.1231	14.4314	14.9137	119.24	<.0001
BMI00	0.1492	0.0056	0.1382	0.1603	26.46	<.0001
visit	3 -0.2531	0.0091	-0.2711	-0.2352	-27.66	<.0001
visit	4 -0.6179	0.0094	-0.6364	-0.5995	-65.70	<.0001
visit	5 -0.9122	0.0104	-0.9327	-0.8918	-87.38	<.0001
visit	6 -1.0060	0.0112	-1.0279	-0.9842	-90.21	<.0001
BMI06_85p	1 1.7474	0.0170	1.7141	1.7808	102.68	<.0001
gender	2 -0.1658	0.0111	-0.1875	-0.1441	-14.97	<.0001
pregnancy	2 -0.1641	0.0280	-0.2189	-0.1093	-5.87	<.0001
pregnancy	3 -0.3222	0.0665	-0.4525	-0.1918	-4.84	<.0001
caretaker01	2 -0.1266	0.1431	-0.4072	0.1539	-0.88	0.3764
caretaker01	3 0.0040	0.0329	-0.0606	0.0685	0.12	0.9044
caretaker01	4 0.0267	0.1600	-0.2869	0.3403	0.17	0.8674
caretaker01	5 0.1169	0.0312	0.0559	0.1780	3.75	0.0002
caretaker	2 -0.0488	0.0770	-0.1998	0.1022	-0.63	0.5264
caretaker	3 -0.0664	0.0241	-0.1136	-0.0193	-2.76	0.0057
caretaker	4 0.1139	0.0838	-0.0503	0.2781	1.36	0.1740
caretaker	5 0.0978	0.0083	0.0816	0.1141	11.80	<.0001
sibling01	1 0.0054	0.0129	-0.0199	0.0307	0.42	0.6742
sibling	1 0.0129	0.0110	-0.0088	0.0345	1.16	0.2442
housemate01	2 -0.0248	0.0178	-0.0597	0.0101	-1.39	0.1642
housemate01	3 0.0629	0.0888	-0.1112	0.2370	0.71	0.4789
housemate01	4 -0.7048	0.3037	-1.3000	-0.1095	-2.32	0.0203
housemate	2 -0.0248	0.0156	-0.0554	0.0059	-1.58	0.1131
housemate	3 -0.0364	0.0317	-0.0985	0.0257	-1.15	0.2502
housemate	4 -0.0178	0.1285	-0.2696	0.2340	-0.14	0.8895

Analysis Of GEE Parameter Estimates

Empirical Standard Error Estimates

Parameter		Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
income_A01	2	-0.0008	0.0158	-0.0318	0.0302	-0.05	0.9605
income_A01	3	0.0109	0.0185	-0.0255	0.0472	0.59	0.5575
income_A01	4	0.0171	0.0196	-0.0214	0.0556	0.87	0.3834
income_A01	5	-0.0041	0.0235	-0.0501	0.0419	-0.18	0.8605
income_A05	2	0.0210	0.0159	-0.0102	0.0522	1.32	0.1877
income_A05	3	0.0324	0.0184	-0.0036	0.0684	1.77	0.0775
income_A05	4	0.0058	0.0195	-0.0325	0.0441	0.30	0.7663
income_A05	5	0.0446	0.0229	-0.0003	0.0896	1.95	0.0517
expense_kid01		0.0003	0.0006	-0.0009	0.0015	0.45	0.6532
expense_kid		0.0010	0.0005	-0.0000	0.0021	1.94	0.0524
get_up05		-0.0419	0.0107	-0.0629	-0.0209	-3.91	<.0001
sleep05		0.0084	0.0084	-0.0081	0.0249	1.00	0.3174
TV_hr05	1	-0.0362	0.0520	-0.1380	0.0656	-0.70	0.4861
TV_hr05	2	-0.0412	0.0511	-0.1414	0.0590	-0.81	0.4203
TV_hr05	3	-0.0424	0.0515	-0.1433	0.0586	-0.82	0.4109
TV_hr05	4	0.0181	0.0539	-0.0875	0.1236	0.34	0.7375
TV_hr05	5	0.0046	0.0603	-0.1137	0.1228	0.08	0.9397
TV_hr05	6	0.0422	0.0842	-0.1227	0.2072	0.50	0.6157
TVgame_hr05	1	0.0155	0.0126	-0.0092	0.0402	1.23	0.2200
TVgame_hr05	2	0.0681	0.0212	0.0266	0.1096	3.22	0.0013
TVgame_hr05	3	0.0100	0.0616	-0.1107	0.1308	0.16	0.8707
TVgame_hr05	4	-0.0306	0.1350	-0.2952	0.2341	-0.23	0.8209
breakfast05	1	-0.1150	0.0669	-0.2461	0.0161	-1.72	0.0855
breakfast05	2	0.0226	0.0802	-0.1345	0.1797	0.28	0.7783
lunch05	1	0.0731	0.1036	-0.1298	0.2761	0.71	0.4801
lunch05	2	-0.2184	0.4778	-1.1549	0.7182	-0.46	0.6477
dinner05	1	-0.0043	0.0455	-0.0935	0.0850	-0.09	0.9250
dinner05	2	-0.0422	0.2165	-0.4665	0.3822	-0.19	0.8456
snack05	1	-0.0497	0.0202	-0.0894	-0.0101	-2.46	0.0140
snack05	2	-0.0170	0.0567	-0.1282	0.0941	-0.30	0.7638

Table 10. Results of generalized estimating equation for predicting factors associating crude BMI value at visit 5 (independent variable, BMI; time, continuous)

GEE Fit Criteria	
QIC	121587.6392
QICu	121449.0000

Analysis Of GEE Parameter Estimates						
Empirical Standard Error Estimates						
Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	15.1043	0.1231	14.8631	15.3455	122.74	<.0001
BMI00	0.1498	0.0056	0.1389	0.1608	26.81	<.0001
time_yr	-0.2633	0.0028	-0.2687	-0.2579	-95.33	<.0001
BMI06_85p	1 1.7362	0.0170	1.7028	1.7696	101.86	<.0001
gender	2 -0.1671	0.0111	-0.1889	-0.1453	-15.03	<.0001
pregnancy	2 -0.1698	0.0281	-0.2248	-0.1148	-6.05	<.0001
pregnancy	3 -0.3283	0.0671	-0.4599	-0.1968	-4.89	<.0001
caretaker01	2 -0.0876	0.1507	-0.3830	0.2077	-0.58	0.5609
caretaker01	3 0.0038	0.0331	-0.0610	0.0686	0.11	0.9089
caretaker01	4 -0.0116	0.1721	-0.3488	0.3257	-0.07	0.9463
caretaker01	5 0.1226	0.0315	0.0609	0.1844	3.89	<.0001
caretaker	2 -0.0937	0.0791	-0.2488	0.0614	-1.18	0.2364
caretaker	3 -0.0648	0.0242	-0.1122	-0.0173	-2.67	0.0075
caretaker	4 0.1154	0.0854	-0.0519	0.2827	1.35	0.1763
caretaker	5 0.0837	0.0084	0.0673	0.1001	10.02	<.0001
sibling01	1 0.0177	0.0129	-0.0077	0.0430	1.36	0.1724
sibling	1 -0.0105	0.0110	-0.0321	0.0111	-0.95	0.3397
housemate01	2 -0.0262	0.0180	-0.0614	0.0091	-1.46	0.1454
housemate01	3 0.0685	0.0897	-0.1073	0.2444	0.76	0.4450
housemate01	4 -0.6730	0.3122	-1.2850	-0.0611	-2.16	0.0311
housemate	2 -0.0268	0.0158	-0.0579	0.0042	-1.70	0.0901
housemate	3 -0.0395	0.0324	-0.1029	0.0239	-1.22	0.2218
housemate	4 -0.0791	0.1299	-0.3336	0.1754	-0.61	0.5425
income_A01	2 -0.0013	0.0159	-0.0325	0.0299	-0.08	0.9360
income_A01	3 0.0094	0.0186	-0.0271	0.0460	0.51	0.6132
income_A01	4 0.0198	0.0197	-0.0188	0.0584	1.01	0.3141

Analysis Of GEE Parameter Estimates

Empirical Standard Error Estimates

Parameter		Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
income_A01	5	-0.0003	0.0236	-0.0465	0.0459	-0.01	0.9900
income_A05	2	0.0224	0.0160	-0.0089	0.0538	1.40	0.1606
income_A05	3	0.0332	0.0184	-0.0030	0.0693	1.80	0.0720
income_A05	4	0.0073	0.0197	-0.0312	0.0459	0.37	0.7091
income_A05	5	0.0452	0.0230	0.0000	0.0904	1.96	0.0498
expense_kid01		0.0003	0.0006	-0.0009	0.0015	0.51	0.6088
expense_kid		0.0003	0.0005	-0.0007	0.0014	0.58	0.5613
get_up05		-0.0402	0.0108	-0.0613	-0.0190	-3.73	0.0002
sleep05		0.0038	0.0085	-0.0128	0.0204	0.45	0.6550
TV_hr05	1	-0.0404	0.0519	-0.1422	0.0614	-0.78	0.4369
TV_hr05	2	-0.0445	0.0511	-0.1446	0.0557	-0.87	0.3841
TV_hr05	3	-0.0496	0.0515	-0.1505	0.0513	-0.96	0.3353
TV_hr05	4	0.0043	0.0539	-0.1014	0.1100	0.08	0.9367
TV_hr05	5	0.0004	0.0605	-0.1182	0.1189	0.01	0.9951
TV_hr05	6	0.0330	0.0861	-0.1358	0.2017	0.38	0.7017
TVgame_hr05	1	0.0129	0.0127	-0.0119	0.0377	1.02	0.3093
TVgame_hr05	2	0.0667	0.0213	0.0250	0.1085	3.13	0.0017
TVgame_hr05	3	0.0236	0.0618	-0.0976	0.1447	0.38	0.7032
TVgame_hr05	4	-0.0617	0.1360	-0.3281	0.2048	-0.45	0.6502
breakfast05	1	-0.1154	0.0665	-0.2457	0.0149	-1.74	0.0827
breakfast05	2	0.0131	0.0794	-0.1425	0.1687	0.16	0.8690
lunch05	1	0.0942	0.1066	-0.1147	0.3031	0.88	0.3766
lunch05	2	-0.1768	0.4591	-1.0765	0.7230	-0.39	0.7002
dinner05	1	0.0078	0.0453	-0.0810	0.0966	0.17	0.8628
dinner05	2	-0.0464	0.2120	-0.4620	0.3692	-0.22	0.8267
snack05	1	-0.0526	0.0203	-0.0924	-0.0128	-2.59	0.0096
snack05	2	-0.0261	0.0571	-0.1379	0.0857	-0.46	0.6470

Table 11. Results of generalized estimating equation for predicting factors associating BMI change value at visit 5 (independent variable, BMI change; time, visit)

GEE Fit Criteria	
QIC	125496.6988
QICu	125358.0000

Analysis Of GEE Parameter Estimates						
Empirical Standard Error Estimates						
Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	14.6726	0.1231	14.4314	14.9137	119.24	<.0001
BMI00	-0.8508	0.0056	-0.8618	-0.8397	-150.87	<.0001
visit	3 -0.2531	0.0091	-0.2711	-0.2352	-27.66	<.0001
visit	4 -0.6179	0.0094	-0.6364	-0.5995	-65.70	<.0001
visit	5 -0.9122	0.0104	-0.9327	-0.8918	-87.38	<.0001
visit	6 -1.0060	0.0112	-1.0279	-0.9842	-90.21	<.0001
BMI06_85p	1 1.7474	0.0170	1.7141	1.7808	102.68	<.0001
gender	2 -0.1658	0.0111	-0.1875	-0.1441	-14.97	<.0001
pregnancy	2 -0.1641	0.0280	-0.2189	-0.1093	-5.87	<.0001
pregnancy	3 -0.3222	0.0665	-0.4525	-0.1918	-4.84	<.0001
caretaker01	2 -0.1266	0.1431	-0.4072	0.1539	-0.88	0.3764
caretaker01	3 0.0040	0.0329	-0.0606	0.0685	0.12	0.9044
caretaker01	4 0.0267	0.1600	-0.2869	0.3403	0.17	0.8674
caretaker01	5 0.1169	0.0312	0.0559	0.1780	3.75	0.0002
caretaker	2 -0.0488	0.0770	-0.1998	0.1022	-0.63	0.5264
caretaker	3 -0.0664	0.0241	-0.1136	-0.0193	-2.76	0.0057
caretaker	4 0.1139	0.0838	-0.0503	0.2781	1.36	0.1740
caretaker	5 0.0978	0.0083	0.0816	0.1141	11.80	<.0001
sibling01	1 0.0054	0.0129	-0.0199	0.0307	0.42	0.6742
sibling	1 0.0129	0.0110	-0.0088	0.0345	1.16	0.2442
housemate01	2 -0.0248	0.0178	-0.0597	0.0101	-1.39	0.1642
housemate01	3 0.0629	0.0888	-0.1112	0.2370	0.71	0.4789
housemate01	4 -0.7048	0.3037	-1.3000	-0.1095	-2.32	0.0203
housemate	2 -0.0248	0.0156	-0.0554	0.0059	-1.58	0.1131
housemate	3 -0.0364	0.0317	-0.0985	0.0257	-1.15	0.2502
housemate	4 -0.0178	0.1285	-0.2696	0.2340	-0.14	0.8895

Analysis Of GEE Parameter Estimates

Empirical Standard Error Estimates

Parameter		Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
income_A01	2	-0.0008	0.0158	-0.0318	0.0302	-0.05	0.9605
income_A01	3	0.0109	0.0185	-0.0255	0.0472	0.59	0.5575
income_A01	4	0.0171	0.0196	-0.0214	0.0556	0.87	0.3834
income_A01	5	-0.0041	0.0235	-0.0501	0.0419	-0.18	0.8605
income_A05	2	0.0210	0.0159	-0.0102	0.0522	1.32	0.1877
income_A05	3	0.0324	0.0184	-0.0036	0.0684	1.77	0.0775
income_A05	4	0.0058	0.0195	-0.0325	0.0441	0.30	0.7663
income_A05	5	0.0446	0.0229	-0.0003	0.0896	1.95	0.0517
expense_kid01		0.0003	0.0006	-0.0009	0.0015	0.45	0.6532
expense_kid		0.0010	0.0005	-0.0000	0.0021	1.94	0.0524
get_up05		-0.0419	0.0107	-0.0629	-0.0209	-3.91	<.0001
sleep05		0.0084	0.0084	-0.0081	0.0249	1.00	0.3174
TV_hr05	1	-0.0362	0.0520	-0.1380	0.0656	-0.70	0.4861
TV_hr05	2	-0.0412	0.0511	-0.1414	0.0590	-0.81	0.4203
TV_hr05	3	-0.0424	0.0515	-0.1433	0.0586	-0.82	0.4109
TV_hr05	4	0.0181	0.0539	-0.0875	0.1236	0.34	0.7375
TV_hr05	5	0.0046	0.0603	-0.1137	0.1228	0.08	0.9397
TV_hr05	6	0.0422	0.0842	-0.1227	0.2072	0.50	0.6157
TVgame_hr05	1	0.0155	0.0126	-0.0092	0.0402	1.23	0.2200
TVgame_hr05	2	0.0681	0.0212	0.0266	0.1096	3.22	0.0013
TVgame_hr05	3	0.0100	0.0616	-0.1107	0.1308	0.16	0.8707
TVgame_hr05	4	-0.0306	0.1350	-0.2952	0.2341	-0.23	0.8209
breakfast05	1	-0.1150	0.0669	-0.2461	0.0161	-1.72	0.0855
breakfast05	2	0.0226	0.0802	-0.1345	0.1797	0.28	0.7783
lunch05	1	0.0731	0.1036	-0.1298	0.2761	0.71	0.4801
lunch05	2	-0.2184	0.4778	-1.1549	0.7182	-0.46	0.6477
dinner05	1	-0.0043	0.0455	-0.0935	0.0850	-0.09	0.9250
dinner05	2	-0.0422	0.2165	-0.4665	0.3822	-0.19	0.8456
snack05	1	-0.0497	0.0202	-0.0894	-0.0101	-2.46	0.0140
snack05	2	-0.0170	0.0567	-0.1282	0.0941	-0.30	0.7638