

초등학교 저학년 어린이에서의 대사위험요인 군집의 분포와 관련 위험요인

공경애, 박보현, 민정원, 홍주희, 홍영선¹⁾, 이보은²⁾, 장남수³⁾, 이선화⁴⁾, 하은희, 박혜숙

이화여자대학교 의과대학 예방의학교실, 이화여자대학교 의과대학 내과학교실¹⁾, 질병관리본부 만성병조사팀²⁾, 이화여자대학교 생활환경대학 식품영양학과³⁾, 네오딘의학연구소⁴⁾

Clustering of Metabolic Risk Factors and Its Related Risk Factors in Young Schoolchildren

Kyoung Ae Kong, Bo Hyun Park, Jung Won Min, Juhee Hong, Young Sun Hong¹⁾, Bo Eun Lee²⁾, Namsoo Chang³⁾, Sun Hwa Lee⁴⁾, Eun Hee Ha, Hyesook Park

Department of Preventive Medicine, Ewha Womans University; Department of Internal Medicine, Ewha Womans University¹⁾; Division of Chronic Disease Surveillance, Korea Center for Disease Control and Prevention²⁾; Department of Food and Nutritional Science, Ewha Womans University³⁾; Neodin Medical Institute⁴⁾

Objectives : We wanted to determine the distribution of the clustering of the metabolic risk factors and we wanted to evaluate the related factors in young schoolchildren.

Methods : A cross-sectional study of metabolic syndrome was conducted in an elementary school in Seoul, Korea. We evaluated fasting glucose, triglyceride, HDL cholesterol, blood pressures and the body mass index, and we used parent-reported questionnaires to assess the potential risk factors in 261 children (136 boys, 125 girls). We defined the metabolic risk factors as obesity or at risk for obesity (\geq 85th percentile for age and gender), a systolic or diastolic blood pressure at \geq 90th percentile for age and gender, fasting glucose at \geq 110 mg/dl, triglyceride at \geq 110 mg/dl and HDL cholesterol at \leq 40 mg/dl.

Results : There were 15.7% of the subjects who showed clustering of two or more metabolic risk factors, 2.3% of the subjects who showed clustering for three or more risk factors, and 0.8% of the subjects who showed clustering for four or more risk factors. A multivariate analysis revealed

that a father smoking more than 20 cigarettes per day, a mother with a body mass index of = 25 kg/m², and the child eating precooked or frozen food more than once per day were associated with clustering of two or more components, with the odds ratios of 3.61 (95% CI=1.24-10.48), 5.50 (95% CI=1.39-21.73) and 8.04 (95% CI=1.67-38.81), respectively.

Conclusions : This study shows that clustering of the metabolic risk factors is present in young schoolchildren in Korea, with the clustering being associated with parental smoking and obesity as well as the child's eating behavior. These results suggest that evaluation of metabolic risk factors and intervention for lifestyle factors may be needed in both young Korean children and their parents.

J Prev Med Public Health 2006;39(3):235-242

Key words : Metabolic syndrome, Child, Risk factors, Lifestyle, Parents

서론

심혈관질환은 전 세계적으로 15세 이상 성인의 질병부담의 13%를 차지하며, 가장 주요한 사망원인으로 보고되고 있다 [1]. 우리나라에서도 심혈관질환은 총사망원인의 23.8%를 차지하고 있다 [2]. 이러한 심혈관질환의 임상소견은 중년기 이후에 발생하는 경우가 많으나 동맥경화는 이미 소아기부터 시작되는 것으로 알려져 있다.

외상으로 사망한 어린이와 젊은 성인을 대상으로 한 부검연구에서 관상동맥의 동맥경화 섬유반이 2~15세의 8%, 26~39세의 69%에서 관찰되었으며, 동맥경화 섬유반의 범위도 사망 전의 체질량지수, 혈압, 혈중지질과 관련이 있음이 보고되었다 [3]. 또한 위험요인에 따라 정도는 다르지만 심혈관질환의 위험요인의 수준이 소아기로부터 성인기까지 지속되는 소견(tracking)을 보이며 성인에서의 임상적인 심혈관질환을 예측하므로 어린 때부터 심혈관질환의 위험요인을 파악하고 관리하는 것에 대한 중요성이 대두되고 있다 [4,6].

대사증후군은 인슐린저항성 및 이와 연관된 복부비만, 이상지질혈증(고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증), 고혈압, 당 대사의 이상과 같은 대사이상들이 군집적으로 나타나는 것을 특징으로 하는 심혈관질환의 확실한 위험인자로서 미국에서는 20세 이상 성인에서 20% 이상, 60-69세의 40% 이상, 우리나라에서는 40세 이상 성인에서 20% 이상(아시아의 복부비

Table 1. Criteria for the metabolic risk factors

	Adults ^a	Adolescents ^b	Children in this study ^c
Waist circumference	>102 cm (male) > 88 cm (female)	≥90percentile	-
Body mass index	-	-	≥85percentile ^d
Blood pressure	≥130/85mmHg	≥90percentile	≥90percentile ^e
Fasting glucose	≥110mg/dl	≥110mg/dl	≥110mg/dl
Triglyceride	≥150mg/dl	≥110mg/dl	≥110mg/dl
HDL cholesterol	< 40mg/dl (male) < 50mg/dl (female)	≤ 40mg/dl	≤ 40mg/dl

^aCriteria according to the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III: metabolic syndrome must meet 3 or more of the 5 criteria

^bCook's modified criteria for metabolic syndrome in adolescent: metabolic syndrome must meet 3 or more of the 5 criteria

^cCriteria in this study: metabolic syndrome is not defined with the number of risk factor clustering

^dCommittee on Health and Statistics, the Korean Pediatric Society, 1999 [18]

^eHong et al., 1995 [19]

Table 2. Height, weight, body mass index and biochemical values of participants

	Male (n=136)	Female (n=125)	Total (n=261)
Height(cm)	132.7± 6.0	131.6± 5.4	132.2± 5.7
Weight(kg)	31.6± 7.4	30.4± 5.7	31.0± 6.7
Body mass index(kg/m ²)	17.8± 2.8	17.5± 2.4	17.6± 2.6
Systolic blood pressure(mmHg)	107.7± 9.8	108.6± 9.6	108.2± 9.7
Diastolic blood pressure(mmHg)	63.7± 8.6	62.6± 7.6	63.2± 8.1
Glucose(mg/dl)	87.6± 9.0	84.2± 5.1	86.0± 7.6
Triglyceride(mg/dl)	68.6±39.6	73.1±42.4	70.8±41.0
HDL cholesterol(mg/dl)	61.1±10.3	60.2±10.6	60.7±10.4

만 기준 사용시 30% 이상)의 유병률을 보여 공중보건학적인 관심이 되고 있다 [7,8]. 대사위험요인의 군집 또한 소아에서도 관찰되는데 [9,10] 군집위험요인이 많을수록 동맥경화의 정도가 심하였으며 [3] 소아시기에서 관찰된 군집위험요인이 성인기까지 지속된다는 것이 보고되었다 [11,12]. 따라서 소아에서의 심혈관 질환의 위험인자 군집인 대사증후군을 정의하고 그 영향력을 관찰하며 이환된 소아들을 관리할 필요가 있으나 현재까지 소아에서의 대사증후군은 정의가 합의되지 않았다.

생물학적인 위험요인 이외에도 심혈관 질환의 가족력과 신체활동, 흡연, 음주, 식이 섭취와 같은 생활습관도 심혈관질환의 위험인자로 알려져 있는데 예방적인 측면에서는 특히 이러한 위험요인을 소아시기부터 관찰하고 중재하는 것이 더 중요하다 [13-15]. 그러나 아직까지는 어린 소아에서 이러한 환경적 위험요인들과 심혈관질환의 위험인자 군집인 대사증후군과의 관련성에 대한 연구가 많이 이루어지지 않아 예방 전략으로 활용하기에 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 서울의 한 초등학교 저학년 아동에서 대사위험요인 군집의 분포를 관찰하고, 이에 영향을 줄 수 있는 어린이와 부모의 생활습관요인 및 부모의

질환 유병상태와의 관련성을 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

서울의 한 초등학교 2학년과 3학년 총 531명을 대상으로 본 연구에 대한 안내와 동의서, 소아의 생활습관 및 부모의 관련 상태에 관한 설문지를 가정 발송하고 연구에 동의한 300명 (56.5%)을 대상으로 2003년 10월 15~16일에 걸쳐 신체 측정과 혈압 측정 및 생화학적 검사를 실시하였다. 최종적으로 일부 검사가 누락된 39명을 제외한 261명 (남아 136명, 여아 125명)을 대상으로 하여 대사위험요인의 군집이 나타나는 소아의 분포를 관찰하고 관련요인을 평가하였다. 이 연구의 계획안은 이화여자대학교 목동병원 임상연구 윤리위원회의 승인을 받았으며 연구 동의서에는 부모의 서명을 받았다.

2. 연구 방법

1) 설문조사

설문조사는 부모에게 응답하도록 하였다. 설문 문항은 부모의 요인과 어린이의 요인으로 구성하였으며 부모 요인으로는

부모의 연령, 키, 체중, 최종 졸업학교와 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증의 병력, 과거 및 현재 흡연 유무와 하루 평균 흡연량에 대해 조사하였다. 어린이 요인으로는, 자녀가 숨이 가빠지고 땀이 날 정도의 운동을 주당 몇 회 정도 실시하는지와 하루 평균 TV와 컴퓨터를 사용하는 시간을 통해 신체활동량을 조사하였다. 식품섭취 생활습관요인은 결식과 편식의 유무를 조사하였고, 간식, 과식, 외식, 냉동 및 인스턴트 식품의 섭취는 섭취빈도를 조사하여 간식은 1일 1회 이상과 미만, 과식은 주 1회 이하와 주 2회 이상, 외식은 주 1회 이상과 미만, 냉동 및 인스턴트식품은 하루 1회 이상과 미만으로 분류하여 분석하였다.

2) 신체계측과 혈압측정, 생화학적 검사

신장은 맨발로 선 상태에서 신장 측정계를 이용하여 소수점 한 자리까지 측정하였고 체중은 가벼운 옷을 입은 상태에서 측정 전에 표준 체중계의 영점을 맞춘 후 소수점 한 자리까지 측정하였으며 체질량지수(Body Mass Index: BMI)는 측정된 신장과 체중을 이용하여 $BMI(kg/m^2) = \text{체중}(kg) / \text{신장}^2(m^2)$ 으로 계산하였다. 혈압은 자동 혈압기(Dinamap PRO100, GE Healthcare, UK)를 사용하여 측정하였으며 최소한 5분의 휴식을 취한 뒤 앉은 자세로 우측 상완에서 1회 측정하였다. 혈액 채취를 위해서는 8시간을 공복하도록 부모에게 사전 안내를 하였으며 검사 당일 금식 여부를 확인하였고 정맥혈 채취 후 검사 당일 원심 분리하여 자동 분석기(Hitachi 7180, Japan)로 혈당과 중성지방, 고밀도지단백 콜레스테롤을 측정하였다.

3. 대사위험요인의 기준

어린이에서의 대사증후군의 정의는 아직 결정되지 않았으나 2003년에 Cook 등 [16]이 미국의 12~19세 청소년의 대사증후군 유병률을 연구하기 위하여 NCEP ATP III [17]의 성인의 대사증후군 위험요인 기준치를 수정하여 제시한 바 있다. 본 연구에서는 Cook 등이 개발한 대사증후군 위험요인 중 허리둘레의 인종별 성별 연령별 90백분위수 이상의 기준을 체질량지수

85백분위수 이상으로 수정하여 사용하였다. 체질량지수 백분위수는 대한소아과학회의 1998년 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치를 이용하여 85백분위수 이상의 비만 위험군과 비만군을 모두 위험군으로 하였다 [18]. 수축기와 이완기 혈압의 위험요인 기준치는 가장 최근의 소아 대상 혈압 연구에서 [19] 제시된 성별 연령별 90백분위수를 기준으로 하여 높은 정상군과 고혈압군을 모두 혈압의 위험요인을 가진 군으로 하였으며 공복혈당과 중성지방은 110 mg/dl 이상, 고밀도지단백콜레스테롤은 40 mg/dl 이하를 위험요인 기준치로 하여 Cook 등의 기준을 그대로 사용하였다. 대사위험요인에 대한 NCEP ATPIII 기준, 청소년 대사증후군 연구에서 Cook 등이 사용한 기준, 본 연구의 기준을 표 1에 제시하였다. 성인의 NCEP ATPIII 기준, Cook 등의 기준에서는 위험요인이 3개 이상 군집된 경우를 대사증후군으로 정의하였다. 본 연구에서는 대상 어린이들의 대사위험요인 군집개수에 따른 분포를 제시하였으며 관련요인과의 연관성에 대해서는 2개 이상 위험요인이 군집된 경우를 기준으로 하여 분석하였다.

4. 통계분석

자료는 SAS(version8.1)을 이용하여 분석하였다. 신장, 체중, 체질량지수, 수축기 혈압과 이완기 혈압, 공복혈당, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤의 평균과 표준편차를 구하고 정의한 기준에 따라 각 대사위험요인 및 대사위험요인이 군집적으로 나타나는 빈도와 백분율을 구하였다. 대사위험요인 군집에 대한 관련요인 분석에서는 소아의 운동시간, TV시청시간, 식사습관 및 부모의 체질량지수, 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 흡연, 그리고 교육수준에 따른 대사위험요인 군집의 교차비와 95% 신뢰구간을 단변량 로지스틱 회귀분석으로 분석하였다. 최종적으로 단변량 분석에서 유의확률이 0.1 미만의 유의성을 보인 변수들을 모형에 넣고 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하여 교차비와 95% 신뢰구간을 산출하였다.

Table 3. The frequency of subjects with individual metabolic risk factors

	Obesity or at risk for obesity*	Elevated BP†	High glucose‡	High triglyceride§	Low HDL cholesterol¶
Male (n=136)	27 (19.9)	36 (26.5)	2 (1.5)	10 (7.4)	2 (1.5)
Female (n=125)	39 (31.2)	31 (24.8)	0 (0.0)	14 (11.2)	5 (4.0)
Total (n=261)	66 (25.3)	67 (25.7)	2 (0.8)	24 (9.2)	7 (2.7)

* ≥85percentile, Committee on Health and Statistics, the Korean Pediatric Society, 1999 [18]

† ≥90percentile, Hong et al., 1995 [19], ‡ ≥110mg/dl, § ≥110mg/dl, ¶ ≤40mg/dl

Table 4. The frequency and percentage of subjects with the metabolic risk factors by the number of clustering

	Number of risk factors			
	≥1	≥2	≥3	≥4
Male (n=136)	59 (43.4)	15 (11.0)	3 (2.2)	0 (0.0)
Female (n=125)	58 (46.4)	26 (20.8)	3 (2.4)	2 (1.6)
Total (n=261)	117 (44.8)	41 (15.7)	6 (2.3)	2 (0.8)

Table 5. Associations of parental factors with clustering of the metabolic risk factors

	No of subjects	Prevalence (%)	OR* (95% CI†)	
Father's education	> high school	205	14.6	
	≤ high school	53	17.0	1.53 (0.71- 3.30)
Mother's education	> high school	150	11.3	
	≤ high school	109	20.4	2.21 (1.12- 4.35)
Father's smoking‡	Never/ Ex-smoker	104	10.6	1.00
	Current, < 10 cigarettes/day	32	9.4	0.88 (0.23- 3.35)
	Current, < 20 cigarettes/day	48	18.8	1.95 (0.75- 5.08)
	Current, ≥20 cigarettes/day	32	34.4	4.43 (1.70-11.57)
Father's BMI (kg/m²)	<23	106	16.0	1.00
	23≤- <25	92	12.0	0.71 (0.31- 1.61)
	25≤	52	21.2	1.41 (0.61- 3.27)
Mother's BMI§ (kg/m²)	<23	191	12.6	1.00
	23≤- <25	38	23.7	2.16 (0.91- 5.11)
	25≤	19	31.6	3.21 (1.12- 9.25)
Parental hypertension	None	246	15.5	1.00
	Any	15	20.0	1.37 (0.37- 5.08)
Parental diabetes	None	255	14.9	1.00
	Any	6	50.0	5.71 (1.11-29.36)
Parental dyslipidemia	None	258	15.9	
	Any	3	0.0	

* OR: odds ratio, † 95% CI: 95% confidence interval, ‡ p for trend <0.01, § p for trend <0.05

연구 결과

1. 대사위험요인과 위험요인 군집의 분포

연구 대상자 261명의 신장과 체중, 체질량지수와 혈압, 혈당, 중성지방과 고밀도지단백콜레스테롤의 평균과 표준편차를 표2에 나타내었다. 체질량지수의 평균은 남자 17.8±2.8 kg/m², 여자 17.5±2.4 kg/m²이었으며 수축기 혈압의 평균은 남자 107.7±9.8 mmHg, 여자 108.6±9.6 mmHg, 이완기 혈압은 남자 63.7±8.6 mmHg, 여자 62.6±7.6 mmHg이었고 공복혈당은 남자 87.6±9.0 mg/dl, 여자 84.2±5.1 mg/dl, 중성지방 남자 68.6±39.6 mg/dl, 여자 73.1±

42.4 mg/dl, 고밀도지단백콜레스테롤은 남자 61.1±10.3 mg/dl, 여자 60.2±10.6 mg/dl이었다.

각 대사위험요인의 분포를 표3에 제시하였다. 체질량지수 85백분위수 이상인 비만 위험 및 비만을 가진 소아 25.3% (남자 19.9%, 여자 31.2%), 수축기나 이완기혈압이 90백분위수 이상으로 혈압이 높은 소아가 25.7% (남자 26.5%, 여자 24.8%)로 많았다. 지질과 관련하여서는 110 mg/dl 이상으로 중성지방이 높은 소아는 9.2% (남자 7.4%, 여자 11.2%)인 반면 고밀도지단백콜레스테롤이 40 mg/dl이하로 낮은 소아는 2.7% (남자 1.5%, 여자 4.0%)이었다. 공복혈당 110 mg/dl이상인 소아는 남자만 2명

Table 6. Association of physical activity and eating behaviors of children with clustering of the metabolic risk factors

		No of subjects	Prevalence (%)	OR* (95% CI†)
Exercise	≥4/week	53	15.1	1.00
	2-3/week	161	15.5	1.03 (0.44- 2.46)
	≤1/week	47	17.0	1.15 (0.40- 3.36)
Hours of television watching	≤1h/day	78	11.5	1.00
	1-3h/day	160	17.5	1.63 (0.73- 3.64)
	>3h/day	23	17.4	1.61 (0.45- 5.82)
Skipping a meal	No	214	15.4	1.00
	Yes	44	18.2	1.22 (0.52- 2.86)
Unbalanced diet	No	113	15.9	1.00
	Yes	147	15.7	0.98 (0.50- 1.92)
Eating between meals	<1/day	101	17.8	1.00
	≥1/day	159	14.5	0.78 (0.40- 1.53)
Overeating	≤1/week	158	12.7	1.00
	>1/week	81	25.0	2.12 (1.06- 4.24)
Eating out	<1/week	212	15.6	1.00
	≥1/week	46	15.2	0.97 (0.40- 2.36)
Eating precooked/frozen food	<1/day	237	13.5	1.00
	≥1/day	15	40.0	4.27 (1.42-12.81)

* OR: odds ratio

† 95% CI: 95% confidence interval

Table 7. Parental and childhood lifestyle factors related to the clustering of metabolic risk factors using multiple logistic regression model

		OR*	95% CI†
Mother's education (>high school)	≤high school	1.56	0.62- 3.92
Father's smoking (Never/Ex-smoker)	Current, ≥20 cigarettes/day	3.61	1.24- 10.48
Mother's BMI (<23 kg/m ²)	≥25	5.50	1.39- 21.73
Parental diabetes (No)	Yes	1.80	0.16- 20.71
Overeating (≤1/week)	>1/week	1.90	0.74- 4.87
Eating precooked/frozen food (<1/day)	≥1/day	8.04	1.67- 38.81

* OR: odds ratio

† 95% CI: 95% confidence interval

으로 전체의 0.8%, 남자의 1.5% 이었다.

대사위험요인을 하나 이상 가진 어린이는 총 117명으로 44.8% 이었다 (Table 4). 대사위험요인 군집개수 2개 이상인 군 41명 (15.7%, 남자 11.0%, 여자 20.8%), 3개 이상인 군 6명 (2.3%, 남자 2.2%, 여자 2.4%), 4개 이상인 군 2명 (0.8%, 남자 0%, 여자 1.6%) 이었다.

2. 대사위험요인 군집에 대한 영향요인

어린이에서의 대사위험요인 군집에 대한 부모의 영향요인은 Table 5에 제시하였다. 부모의 교육 수준, 흡연여부, 체질량지수, 고혈압과 당뇨병, 고지혈증 병력과 대사위험요인 군집의 관련성을 단변량 로지스틱회귀모형을 통해 분석하였다. 어머니의 교육수준이 낮은 경우 대사위험요인 군집적으로 나타날 위험이 높아 고졸 이하인 경우 대졸 이상인 경우에 비해 자녀의 대사위험요인 군집의 위험이 2.2배

높았다. 아버지의 교육수준도 마찬가지로 고졸 이하인 경우 대졸 이상인 경우에 비해 1.5배 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 어머니가 흡연을 하는 경우는 본 연구에서는 사례가 없었으며, 아버지가 현재 흡연을 하는 경우에 자녀의 대사위험요인 군집 위험이 높았다. 흡연량에 따른 경향성도 보여 하루 10개비 이상 20개비 미만의 흡연을 하는 경우에는 2.0배, 하루 20개비 이상의 흡연을 하는 경우에는 4.4배의 위험비를 보였다 (p for trend <0.01). 어머니의 체질량지수가 23 kg/m² 미만으로 정상인 경우에 비해 체질량지수 25 kg/m² 이상으로 비만한 경우, 자녀의 대사위험요인 군집 위험이 3.2배로 유의하게 높았다. 부모의 질병력 중에서 부모 중 한명이라도 당뇨병이 있는 경우 자녀의 대사위험요인 군집 위험은 5.7배로 유의하게 높았다. 그러나 부모의 고혈압은 유의한 연관성을 보이지 않았으며 부모가 이상지질혈증을 가진 경우(3명)에는 자녀가 대사위

험요인 군집의 소견을 보인 경우가 없었다.

대사위험요인 군집에 대한 어린이의 생활습관위험요인의 관련성은 표 6에 나타내었다. 하루 평균 TV 시청 또는 컴퓨터 사용 시간과 주당 운동 횟수에 의한 어린이의 신체활동도와 대사위험요인 군집과의 관련성은 유의하지 않았다. 어린이의 식사습관 중에서 결식과 편식, 간식과 외식 빈도는 대사위험요인 군집과 관련성을 보이지 않았으나 과식과 냉동 및 인스턴트 식품의 섭취는 대사위험요인 군집의 위험을 높이는 것으로 나타났다. 과식의 빈도가 주당 1회 이하인 경우에 비해 주당 2회 이상인 경우 대사위험요인 군집의 위험이 2.1배 높았고, 냉동 및 인스턴트식품 섭취 빈도가 하루 1회 이상인 경우에도 4.3배 높았다.

단변량 분석에서 유의하였던 어머니의 교육수준, 아버지의 흡연 정도와 어머니의 체질량지수, 부모의 당뇨병 병력과 어린이의 과식과 냉동 및 인스턴트 식품 섭취 빈도를 모형에 포함하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 어린이의 대사위험요인 군집 위험은 아버지가 현재 하루 20개비 이상의 흡연을 하는 경우 3.61배 (95% CI=1.24-10.48), 어머니의 체질량지수가 25 kg/m² 이상으로 비만한 경우 5.50배 (95% CI=1.39-21.73), 냉동 및 인스턴트 식품을 하루 1회 이상 섭취하는 경우 8.04배 (95% CI=1.67-38.81) 높았으며 단변량 분석에서 유의하였던 부모의 교육수준과 당뇨병의 병력, 어린이의 과식 섭취 빈도는 유의성이 사라졌다 (Table 7).

고찰

소아의 대사증후군과 대사위험요인에 대해서는 아직까지 많은 연구가 이루어지지 못하고 있으며 소아 대사증후군에 대한 명확히 합의된 정의가 없어 일부 이루어진 연구들도 서로 다른 기준을 사용하고 있다. 소아의 대사증후군의 정의에서 허리둘레를 사용한 연구들에서는 체질량지수가 소아의 체지방을 측정하기에 적절하지 않고 [20] 신체 지방이 중심성 분포를

가질수록 심혈관 위험이 증가하며 [21] 허리둘레가 지방분포와 가장 연관성이 큰 것으로 보고되어 [22,23] 소아의 대사증후군 정의에 허리둘레를 사용하는 것이 적절한 것으로 보인다고 보고하였다 [16]. 그러나 어떤 연구에서는 대사증후군의 여러 위험요인에 대해 체질량지수와 허리둘레가 비슷한 결과를 보였으며, 혈압에 대해서는 체질량지수가 허리둘레 보다 더 높은 연관성을 보였다. 또한 청소년기에는 사춘기 발달과 관련되어 신체구성의 시기가 일어나는 시기임을 고려하여 허리둘레 보다는 체질량지수를 대사증후군의 지표로 사용하였다 [24]. 또한 어린 소아에서는 아직 중심성 비만과 인슐린 저항성 및 대사증후군 개별 위험인자와의 관계가 아직 확실히 규명되지 않았으며 [25], 본 연구대상인 우리나라의 8, 9세 어린이의 허리둘레 표준치가 제시되고 있지 않아 본 연구에서는 Cook 등의 대사증후군 위험요인 정의에서 허리둘레 90백분위수 이상이라는 기준을 수정하여 비만위험군을 분류하는 기준인 체질량지수 85백분위수 이상을 사용하였다. 본 연구의 8, 9세 저학년 어린이 중 대사위험요인 군집개수 4개 이상인 군은 2명인 0.8%에 불과하였으나 3개 이상인 군 2.3%, 2개 이상의 대사위험요인 군집을 보이는 군은 15.7%였다. 또한 45%의 어린이는 적어도 한 가지의 위험요인은 가지고 있는 것으로 나타났다.

소아 대사위험요인 군집 혹은 대사증후군의 유병률에 대한 국내외의 다른 연구를 살펴보면 대상 소아의 연령과 대사증후군의 정의에 사용된 기준이 달라 직접적인 비교는 가능하지 않으나 2개 요인의 군집을 보이는 경우가 14~17% 정도를 보이고, 3개 요인의 군집을 보이는 경우도 4~6% 정도의 수준을 보인다. 미국의 12~19세 청소년에서의 대사위험요인 군집의 유병률은 2개 이상의 군집의 경우 14.2%, 요인 3개 이상 군집을 보이는 경우는 4.2%였으며 [16] 저소득층 아프리카계 8~12세 학생을 대상으로 한 연구에서는 요인 2개 이상 군집 8.9%, 3개 이상 군집 5.6%의 유병률을 보였다 [25]. 우리나라의 초등학교 5학년 (평균연령 11세)을 대상으

로 한 연구에서는 체질량지수, 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 중성지방, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당의 8개 요인들의 군집 개수에 따른 유병률을 제시하였는데 2개 이상 군집 17.3%, 3개 이상 군집 4.8%, 4개 군집 1.9%, 5개 이상 군집 0.5%를 보였다 [26]. 본 연구에서의 3개 요인 군집의 경우에는 이들 연구와 비교하여 다소 낮은 수준을 보였으나 2개 요인의 군집의 경우에는 비슷한 분포를 보이고 있다. 본 연구 결과 어린 소아시기부터 대사위험요인 군집이 나타나는 것을 볼 수 있어 대사위험요인과의 군집에 대한 관심이 어린 소아시기부터 이루어져야 함을 시사하였다.

본 연구에서는 이러한 소아시기의 대사위험요인 군집 위험에 영향을 미치는 요인에 대해 부모의 요인과 소아의 요인을 모두 고려하여 분석하였다. 대사위험요인 군집에 대한 관련요인을 분석하였을 때 부모의 요인에서는 어머니의 비만 여부와 아버지의 현재 흡연양이 유의한 위험요인으로 나타났으며 소아의 냉동 및 인스턴트식품 섭취가 또한 위험요인으로 나타났다.

기존의 연구들에 의하며 부모의 비만은 자녀의 비만에 대한 주된 결정요인이고 [27] 부모 각각의 체질량지수가 자녀의 혈압과 양의 상관성을 보이는 결과 등이 관찰되었지만 [28] 자녀의 대사위험요인 군집과의 연관성을 본 연구는 거의 없다. Chen 등 [29]의 연구에서 아버지와 어머니의 비만 모두 자녀의 심혈관 위험요인 군집의 위험을 높였고 Boney 등 [30]도 6세에서 11세까지 소아들을 관찰하여 어머니의 임신 전 체질량지수가 27 kg/m² 이상인 것을 소아 대사증후군에 대한 독립적인 위험요인으로 보고하였다. 본 연구에서 어머니의 체질량지수가 25 kg/m² 이상으로 비만한 경우 체질량지수 23 kg/m² 미만으로 정상인 경우에 비해 대사위험요인 군집의 위험이 5.5배 높게 나타났다. 반면 아버지가 비만한 경우는 관련이 없는 것으로 나타나 어머니의 비만 혹은 비만을 유발하는 생활습관이 자녀에게 미치는 영향이 더욱 큰 것임을 생각해 볼 수 있다.

흡연은 성인에서 인슐린 저항성의 독립

적인 위험요인이며 이상지질혈증과 제2형 당뇨병의 위험요인으로 생각되고 있고 소아와 청소년에서도 같은 위험을 보일 것으로 고려되고 있다. 흡연이 12~15세 여아의 심혈관 위험요인 군집과 관련된 유일한 생활습관 요인으로 보고되었으며 [14], 부모의 흡연이 자녀의 낮은 고밀도지단백콜레스테롤이나 [31] 비만의 위험요인으로 나타난 연구도 있다 [27]. 이러한 보고들에 비추어 볼 때 부모의 흡연으로 인한 간접흡연노출이 소아의 대사위험요인 군집의 위험을 높일 수 있을 것으로 보이며 12~19세 청소년에서 자신의 흡연 혹은 부모의 흡연 노출에 의한 소변의 코티닌 수준은 대사증후군에 대해 용량 반응적 관계를 보였다 [32]. 본 연구에서 부모의 흡연과 소아의 대사위험요인 군집 위험과의 연관성을 살펴본 결과 아버지가 하루 20개비 이상의 현재 흡연을 하는 경우에는 3.6배 소아의 대사위험요인 군집의 위험을 높였다. 이는 간접흡연노출이 소아의 대사위험요인 군집의 위험을 높인 것으로도 생각해 볼 수 있으나, 흡연 노출 시간 및 노출 기간 등에 대한 정보의 부족과 생물학적 지표를 활용한 정확한 노출 측정이 이루어지지 않고 부모의 응답에 기초한 흡연량을 사용하였기 때문에 소아의 간접흡연노출을 반영하지 못해 설명에 제한이 있다. 또한 아버지의 흡연은 대사증후군과 연관이 되는 가족의 나쁜 건강행태나 사회경제적 수준과 관련이 있어 나타난 하나의 혼란편견일 수도 있을 것으로 보이며 이에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 보인다.

부모의 대사증후군의 병력이 소아의 대사위험요인 군집 발생 위험과 연관이 있을 것을 고려해 볼 수 있다. 본 연구의 단변량분석에서 부모가 당뇨병을 가지고 있는 경우에 어린이의 대사위험요인 군집 위험이 5.7배로 높게 나타났으나 다변량분석에서는 유의성이 사라졌다. 부모가 당뇨병을 가진 대상자가 6명 밖에 되지 않아 이 결과로 부모의 당뇨병이 어린이의 대사위험요인 군집에 미치는 영향을 말하기는 어려울 것으로 생각되나, 다른 연구에서도 부모의 공복 인슐린이 높은 경우 자녀

의 심혈관 위험요인 군집의 위험이 증가되지만 부모의 체질량지수로 보정하였을 때는 관련성의 유의성이 감소되는 결과를 보인 바 있다 [29]. 따라서 부모의 당뇨병이나 공복 인슐린과 관련된 당대사가 자녀의 대사위험요인 군집과 관련성을 가질 가능성은 있는 것으로 생각되나 이 관련성은 다른 위험요인과의 관계 속에서 아직까지는 밝혀지지 않았으며 좀 더 연구되어야 할 것으로 보인다. 같은 연구에서 부모의 고혈압과 고지혈증은 자녀의 대사증후군 요인군집과 연관성을 보이지 않아 본 연구와 일치하는 소견을 보였다. 그러나 본 연구 대상자의 연령이 어리고 부모의 연령 역시 비교적 젊은 연령으로 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증을 보고한 표본의 수가 적어 검정력이 떨어지므로 이후 더 많은 표본을 대상으로 한 연구가 필요하다.

개인의 사회경제적 상태가 대사위험요인 군집의 위험과 연관이 되어질 수 있다. 우리나라 성인 여성의 대사증후군 유병률은 교육수준에 따른 차이를 보였다 [33]. 소아에서는 부모의 교육수준이 어린이의 사회경제적 상태를 대변한다고 볼 수 있다. 본 연구에서 부모의 교육수준은 단변량 분석에서는 대사증후군과 유의한 관련성을 나타내었으나 다변량 분석에서 유의성이 소실되었다. 이는 교육수준이 대사증후군과 관련이 있는 부모의 식생활 습관, 신체활동도, 흡연 등 다른 위험요인들과 관련성을 갖기 때문이라고 생각해 볼 수 있다.

기존의 연구들에서 소아시기의 혈중 지질농도와 동맥경화 병변 간의 상관관계가 관찰되었고 [3], 소아기의 식사 양상이 성인기까지 지속되므로 [34] 식이 섭취에 대한 중재는 소아기부터 시작되어야 한다고 하나 소아의 식생활습관과 대사위험요인 군집과의 관련성을 본 연구는 거의 없다. 본 연구에서는 주 1회 이상의 과식과 하루 1회 이상의 냉동 및 인스턴트 식품섭취가 유의하게 대사위험요인 군집의 위험을 높이는 것을 보여 소아의 대사위험요인 군집을 예방하기 위해 소아의 식생활습관에 대한 교정이 필요함을 시사하였다.

본 연구에서 하루 평균 TV시청 및 컴퓨터 사용시간 및 주당 운동 횟수로 측정된 소아의 신체활동도는 대사위험요인 군집과 관련성을 보이지 않았으며, 이는 성인과 소아 모두에서 신체활동도가 각 대사위험요인 및 위험요인들의 군집을 감소시키는 것으로 나타난 연구들 [13,35-38]과는 상반되는 결과였다. 그러나 또 다른 연구에서는 신체활동과 대사위험 요인 군집간의 관련성이 유의하지 않았고 [14] 신체활동과 각 대사위험과의 관련성도 일관된 결과를 보이지 않아 [27,39] 아직까지 좀 더 연구가 필요할 것으로 보인다. 이와 같은 불일치는 신체 활동도에 대해 각 연구에서 사용한 문항이 다양하고 표준화 되지 않았기 때문일 수도 있으며 대상 소아의 연령이나 성별에 따라, 그리고 신체활동 부족의 기간에 따라 신체활동 부족의 효과가 얼마나 축적되었는지가 다르기 때문일 수도 있어 좀 더 상세하고 객관화된 문항과 객관적 측정방법을 이용한 지속적인 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 연구의 대상으로 하고자 하였던 2,3학년 학생 전체를 포함하지 못하고 연구에 동의한 56.5%만이 연구에 참여하여 고위험군이 선택되거나 배제되는 선택편견이 발생하였을 가능성이 있다. 그러나 연구에 참여하였던 소아와 참여하지 않은 소아에서 부모가 생각하는 자녀의 건강상태, 아버지의 흡연 상태와 흡연량, 부모의 교육 수준, 부모의 키, 몸무게, 체질량지수, 소아의 출생시 체중과 재태기간을 비교하였을 때 유의한 차이는 없었다(결과는 제시하지 않음). 또한 부모의 신장과 체중, 흡연력과 병력 등을 설문으로만 조사하였기 때문에 비교적 젊은 연령인 부모들이 자신의 유병여부를 알지 못하거나 잘못된 정보를 제공하였을 가능성이 있고 질환의 정도나 위험요인 군집에 따른 분석이 가능하지 않았다. 또한 대사위험요인 2개 이상 군집에 대하여 관련요인을 분석하였으나, 일반적으로 대사증후군의 정의에 사용되는 3개 이상의 군집과 일치된 결과를 보이지 않을 가능성이 있다.

그러나 본 연구는 8,9세의 초등학교 저학

년 어린이를 대상으로 부모의 질환 및 생활습관과 소아의 생활 습관을 조사하고 관련성을 분석하여 소아의 대사위험요인 군집 발생에 주의를 기울여야 할 위험요인들을 찾아내고 예방적인 중재가 가능한 부모와 소아의 요인을 제시하였다는 의의가 있다. 결론적으로, 본 연구에서는 어린 소아시기부터 대사위험요인이 군집적으로 나타나며 이에 부모의 흡연 및 비만, 그리고 소아의 식생활습관이 영향을 미치므로 소아시기의 조기 발견 및 관리와 함께 가족력 및 생활습관에 관한 평가와 중재가 필요함을 보여주었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 초등학교 저학년 어린이에서의 대사위험요인 군집의 분포를 파악하고 이에 영향을 줄 수 있는 어린이와 부모의 생활습관 요인 및 부모의 질환 유병 상태와의 관계를 알아보고자 하였다. 연구대상은 서울의 한 초등학교 2,3학년 261명 (남아 136명, 여아 125명)이었으며 각 대사위험요인은 체질량지수 85 백분위수 이상, 수축기나 이완기 혈압 90 백분위수 이상, 공복혈당 110 mg/dl 이상, 중성지방 110 mg/dl 이상, 고밀도지단백콜레스테롤 40 mg/dl 이하로 정의하였다.

대사위험요인을 하나 이상 가진 어린이는 총 117명으로 44.8% 이었으며, 대사위험요인이 2개 이상 군집적으로 나타난 경우가 41명 (15.7%), 3개 이상 군집적으로 나타난 경우 6명 (2.3%), 4개 이상 군집적으로 나타난 경우 2명 (0.8%) 이었다. 다변량 로지스틱 회귀분석에서 어린이의 대사증후군 위험은 아버지가 현재 하루 20개비 이상의 흡연을 하는 경우 3.61배 (95% CI=1.24-10.48), 어머니의 체질량지수가 25 kg/m² 이상으로 비만한 경우 5.50배 (95% CI=1.39-21.73), 냉동 및 인스턴트 식품을 하루 1회 이상 섭취하는 경우 8.04배 (95% CI=1.67-38.81) 높았다.

결론적으로, 본 연구에서는 초등학교 저학년에서도 대사위험요인이 군집적으로 나타나 소아시기의 조기 발견 및 관리가 필요함을 시사하였으며, 대사위험요인의

군집에는 소아의 식생활 습관뿐만 아니라 부모의 흡연, 비만 등의 요인이 영향을 미치므로 소아에서의 대사위험요인 군집의 위험 관리를 위해서는 어린이와 부모의 생활습관 요인 모두에 관한 평가와 중재가 필요함을 보여주었다.

참고문헌

1. WHO. World Health Report 2003 - Shaping the Future. World Health Organization 2003. Available from URL: http://www.who.int/whr/2-003/en/whr03_en.pdf
2. Korean National Statistical Office. Death and Death Rates by Cause, 2004. Available from URL: http://www.nso.go.kr/newns0/s_data/j_p-otal.html
3. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP 3rd, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa heart study. *N Engl J Med* 1998; 338(23): 1650-1656
4. Berenson GS, Srinivasan SR; Bogalusa Heart Study Group. Cardiovascular risk factors in youth with implications for aging: The Bogalusa heart study. *Neurobiol Aging* 2005; 26(3): 303-307
5. Srinivasan SR, Bao W, Wattigney WA, Berenson GS. Adolescent overweight is associated with adult overweight and related multiple cardiovascular risk factors: The Bogalusa heart study. *Metabolism* 1996; 45(2): 235-240
6. Webber LS, Srinivasan SR, Wattigney WA, Berenson GS. Tracking of serum lipids and lipoproteins from childhood to adulthood. The Bogalusa heart study. *Am J Epidemiol* 1991; 133(9): 884-899
7. Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: Findings from the third national health and nutrition examination survey. *JAMA* 2002; 287(3): 356-359
8. Kwon HS, Park YM, Lee HJ, Lee JH, Choi YH, Ko SH, Lee JM, Kim SR, Kang SY, Lee WC, Ahn MS, Noh JH, Kang JM, Kim DS, Yoon KH, Cha BY, Lee KW, Kang SK, Son HY. The prevalence and clinical characteristics of the metabolic syndrome in middle-aged Korean adult. *Korean J Med* 2005; 68(4): 359-368 (Korean)
9. Andersen LB, Wedderkopp N, Hansen HS, Cooper AR, Froberg K. Biological cardiovascular risk factors cluster in Danish children and adolescents: The European youth heart study. *Prev Med* 2003; 37(4): 363-367
10. Sinaiko AR, Jacobs DR Jr, Steinberger J, Moran A, Luepker R, Rocchini AP, Prineas RJ. Insulin resistance syndrome in childhood: associations of the euglycemic insulin clamp and fasting insulin with fatness and other risk factors. *J Pediatr* 2001; 139(5): 700-707
11. Bao W, Srinivasan SR, Wattigney WA, Berenson GS. Persistence of multiple cardiovascular risk clustering related to syndrome X from childhood to young adulthood. The Bogalusa heart study. *Arch Intern Med* 1994; 154(16): 1842-1847
12. Chen W, Srinivasan SR, Li S, Xu J, Berenson GS. Metabolic syndrome variables at low levels in childhood are beneficially associated with adulthood cardiovascular risk: The Bogalusa heart study. *Diabetes Care* 2005; 28(1): 126-131
13. Twisk JW, Kemper HC, Van Mechelen W, Post GB. Clustering of risk factors for coronary heart disease. the longitudinal relationship with lifestyle. *Ann Epidemiol* 2001; 11(3): 157-165
14. Twisk JW, Boreham C, Cran G, Savage JM, Strain J, van Mechelen W. Clustering of biological risk factors for cardiovascular disease and the longitudinal relationship with lifestyle of an adolescent population: The Northern Ireland young hearts project. *J Cardiovasc Risk* 1999; 6(6): 355-362
15. Manson JE, Tosteson H, Ridker PM, Satterfield S, Hebert P, O'Connor GT, Buring JE, Hennekens CH. The primary prevention of myocardial infarction. *N Engl J Med* 1992; 326(21): 1406-1416
16. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third national health and nutrition examination survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157(8): 821-827
17. Expert panel of detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. Executive Summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285(19): 2486-2497
18. Committee on Health and Statistics, The Korean Pediatric Society. Physical Growth of Children in Korean, 1998. Kwangmun Co., 1999. (Korean)
19. Hong YM, Kang YJ, Suh SJ. Correlation between high blood pressure and lipid profile in school children. *J Korean Pediatr Soc* 1995; 38(12): 1645-1651 (Korean)
20. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. *Pediatrics* 1997; 99(6): 804-807
21. Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL, Khoury P, Kimball TR. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Circulation* 1999; 99(4): 541-545
22. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *Am J Epidemiol* 2000; 152(12): 1179-1184
23. Goran MI. Visceral fat in prepubertal children: Influence of obesity, anthropometry, ethnicity, gender, diet, and growth. *Am J Hum Biol* 1999; 11(2): 201-207
24. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, Allen K, Lopes M, Savoye M, Morrison J, Sherwin RS, Caprio S. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004; 350(23): 2362-2374
25. Braunschweig CL, Gomez S, Liang H, Tomey K, Doefler B, Wang Y, Beebe C, Lipton R. Obesity and risk factors for the metabolic syndrome among low-income, urban, African American schoolchildren: The rule rather than the exception? *Am J Clin Nutr* 2005 May; 81(5): 970-975
26. Tak YR, Yun EH, An JY, Lee BS. Prevalence of cardiovascular risk factors in school-aged children. *J Prev Med Public Health* 2005; 38(3): 366-372 (Korean)
27. Danielzik S, Czerwinski-Mast M, Langnase K, Dilba B, Muller MJ. Parental overweight, socioeconomic status and high birth weight are the major determinants of overweight and obesity in 5-7 y-old children: Baseline data of the Kiel obesity prevention study (KOPS). *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28(11): 1494-1502
28. Lawlor DA, Najman JM, Sterne J, Williams GM, Ebrahim S, Davey Smith G. Associations of parental, birth, and early life characteristics with systolic blood pressure at 5 years of age: findings from the Mater-University study of pregnancy and its outcomes. *Circulation* 2004; 110(16): 2417-2423
29. Chen W, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. The association of cardiovascular risk factor clustering related to insulin resistance syndrome (Syndrome X) between young parents and their offspring: The Bogalusa heart study. *Atherosclerosis* 1999; 145(1): 197-205
30. Boney CM, Verma A, Tucker R, Vohr BR. Metabolic syndrome in childhood: association with birth weight, maternal obesity, and

- gestational diabetes mellitus. *Pediatrics* 2005; 115(3): e290-296
31. Moskowitz WB, Schwartz PF, Schieken RM. Childhood passive smoking, race, and coronary artery disease risk: The MCV twin study. Medical college of Virginia. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999; 153(5): 446-453
32. Weitzman M, Cook S, Auinger P, Florin TA, Daniels S, Nguyen M, Winickoff JP. Tobacco smoke exposure is associated with the metabolic syndrome in adolescents. *Circulation* 2005; 112(6): 862-869
33. Kim MH, Kim MK, Choi BY, Shin YJ. Educational disparities in the metabolic syndrome in a rapidly changing society-The case of South Korea. *Int J Epidemiol* 2005; 34(6): 1266-1273
34. Mikkila V, Rasanen L, Raitakari OT, Pietinen P, Viikari J. Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: the cardiovascular risk in young Finns study. *Br J Nutr* 2005; 93(6): 923-31
35. Ribeiro JC, Guerra S, Oliveira J, Teixeira-Pinto A, Twisk JW, Duarte JA, Mota J. Physical activity and biological risk factors clustering in pediatric population. *Prev Med* 2004; 39(3): 596-601
36. Gustat J, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. Relation of self-rated measures of physical activity to multiple risk factors of insulin resistance syndrome in young adults: The Bogalusa heart study. *J Clin Epidemiol* 2002; 55(10): 997-1006
37. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U, Franks PW, Wareham NJ, Andersen LB, Froberg K. Objectively measured physical activity correlates with indices of insulin resistance in Danish children. The European youth heart study (EYHS). *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28(11): 1503-1508
38. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U, Franks PW, Wareham NJ, Andersen LB, Froberg K; European Youth Heart Study (EYHS). Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: The European youth heart study (EYHS). *Diabetes Care* 2004; 27(9): 2141-2148
39. Boreham C, Twisk J, van Mechelen W, Savage M, Strain J, Cran G. Relationships between the development of biological risk factors for coronary heart disease and lifestyle parameters during adolescence: The Northern Ireland young hearts project. *Public Health* 1999; 113(1): 7-12