

강화지역 아동의 12년간  
신체성장의 변화

연세대학교 대학원

보건학과

김 창 수

강화지역 아동의 12년간  
신체성장의 변화

지도 서 일 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함







1999년 12월 일

연세대학교 대학원

보 건 학 과

김 창 수

김창수의 석사학위 논문을 인준함

심사위원    
심사위원    
심사위원  

연세대학교 대학원

1999년 12월 일

## 감사의 글

바쁘신 중에도 꼼꼼히 지도해 주시고 애정 어린 가르침을 주신 서 일 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 보건학과에 입학한 이후 이 논문을 쓰기 까지 지속적인 관심과 지도를 아끼지 않으신 남정모 교수님, 세심하게 논문 지도를 해주신 김덕희 교수님, 그리고 입학해서 지금까지 큰 의사로서의 길이 어떤 것인지 항상 가르쳐 주신 김일순 교수님, 배우는 사람으로서 바른 자세를 잃지 않도록 항상 보살펴주시는 오희철 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

교실에서 배운 것이 한 두 가지가 아니지만, 이 논문이 나오기까지 도움을 주신 분들이 너무 많아, 세상은 혼자 사는 것이 아니라는 평범한 진리를 다시 한번 깨닫게 해 주었습니다.

지금까지 바쁘다는 핑계로 같이 연구에 참여하지 못했지만, 항상 웃는 얼굴로 대해준 교실원들과 산업보건연구소 연구원들에게도 고마움을 전합니다.

끝으로 오늘이 있기까지 저에게 바른 길을 갈 수 있도록 돌보아 주신 부모님과 장인, 장모님 그리고 함께 고생한 아내에게 고마움을 전합니다.

1999년 12월

김항수 올림

# 차례

표차례 .....	ii
그림차례 .....	iii
국문요약 .....	iv
제1장 서론 .....	1
제2장 이론적 배경 .....	3
1. 성장의 유형과 신체조직의 성장 .....	3
2. 청소년기의 신체적 변화 .....	5
3. 성 성숙도와 신체성장의 변화 .....	8
제3장 연구방법 .....	10
1. 연구대상 및 기간 .....	10
2. 연구방법 .....	10
제4장 연구결과 .....	14
1. 신체계측치의 변화 .....	14
2. 성성숙도에 따른 신체성장의 변화 .....	24
가. 성성숙도의 분포 .....	24
나. 음모발달단계에 따른 신체성장의 변화 .....	27
다. 생식기발달단계에 따른 신체성장의 변화 .....	32
라. 초경시작시점에 따른 신체성장의 변화 .....	36
제5장 고찰 .....	40
1. 연구방법에 대한 고찰 .....	40
2. 연구결과에 대한 고찰 .....	42
제6장 결론 .....	47
참고문헌 .....	49
Abstract .....	56

# 표 차례

Table 2. Comparison of growth-related variables and blood pressure between completely followed-up and withdrawn persons .....	14
Table 3. Physical growth from age 7 through 17 in males .....	16
Table 4. Physical growth from age 7 through 17 in females .....	17
Table 5. Maturation stage by age 13, 14 in males .....	25
Table 6. Maturation stage by age 13, 14 in females .....	26
Table 7. Mean height, weight and BMI in relation to the pubic hair development stage at age 13 .....	26
Table 8. Mean height, weight and BMI in relation to the breast development in females and testis development in males at age 13 .....	27
Table 9. P values from MANOVA for repeated measurements for groups, based on the pubic hair stage .....	32
Table 10. Height, weight and BMI at menarcheal age in females .....	36
Table 11. P values from MANOVA for repeated measurements for groups, based on the menarche age .....	39

# 그림 차례

Figure 1. Age at examination .....	13
Figure 2. Height and weight from age 7 through 17 in male and female .....	18
Figure 3. Body mass index from age 7 through 17 in male and female .....	19
Figure 4. Mean triceps skin folder thickness and arm circumference .....	19
Figure 5. Height percentile from age 7 to 17 y in males .....	21
Figure 6. Height percentile from age 7 to 17y in females .....	21
Figure 7. Weight percentile from age 7 to 17 y in males .....	22
Figure 8. Weight percentile from age 7 to 17 y in females .....	22
Figure 9. BMI percentile from age 7 to 17 y in males .....	23
Figure 10. BMI percentile from age 7 to 17 y in females .....	24
Figure 11. Height according to pubic hair stage at age 13 in males .....	28
Figure 12. Height according to pubic hair stage at age 13 in females .....	28
Figure 13. Weight according to pubic hair stage at age 13 in males .....	29
Figure 14. Weight according to pubic hair stage at age 13 in females .....	30
Figure 15. BMI according to pubic hair stage at age 13 in males .....	31
Figure 16. BMI according to pubic hair stage at age 13 in females .....	31
Figure 17. Height according to testis stage at age 13 in males .....	33
Figure 18. Weight according to testis stage at age 13 in males .....	33
Figure 19. BMI according to testis stage at age 13 in males .....	34
Figure 20. Height according to breast stage at age 13 in females .....	34
Figure 21. Weight according to breast stage at age 13 in females .....	35
Figure 22. BMI according to breast stage at age 13 in females .....	35
Figure 23. Height according to menarche in females .....	37
Figure 24. Weight according to menarche in females .....	38
Figure 25. BMI according to menarche in females .....	38

## 국문 요약

### 강화지역 아동의 12년간 신체성장의 변화

신장, 체중 등의 신체지표들을 적절한 시간간격을 가지고 정확하게 측정하는 것은 소아치료의 분야에 있어 매우 중요한 부분이다. 그러나 이러한 연구 자료를 얻는 것은 현실적으로 매우 어렵기 때문에 대규모의 단면연구를 통해 얻어진 자료를 이용하여 성장 발달을 평가하고 있다. 이러한 자료는 연구대상의 성성속도가 개개인마다 다르고, 따라서 사춘기의 시작 시점이 다르기 때문에 실제 정상 아동들의 성장형태를 정확히 반영하지 못하며, 성장곡선이 사춘기의 급성장 단계에서 평탄하거나, 완만하게되는 경향을 보인다. 본 연구에서는 한 지역사회에 거주하는 아동을 대상으로 한 장기 추적조사를 통하여 신체성장의 변화를 파악하고자 하였다. 연구대상은 1986년 현재 경기도 강화군 강화읍 소재 초등학교 1학년생 전체(남자 211명, 여자 219명)로 구성된 “강화연구(The Kangwha study)”에서 선정하였다. 1997년까지 12년간 매해 동일한 시기에 학교를 방문하여 신체측정을 하였으며, 92~94년에는 성성속도를 측정하였다. 최종연구대상은 12년간 신체측정을 모두 실시한 남자 100명, 여자 119명이었다. 연구대상들의 나이는 같은 학년이라도 입학 당시의 연령이 서로 다르기 때문에 측정당시의 연령을 기준으로 분석하였다. 측정 변수들을 평균값과 10p, 25p, 50p, 75p, 90p로 나누어 연령에 따른 변화를 분석하였으며, 성성속단계에 따른 신체성장의 변화를 분석하기 위해 13세에 측정한 음모와 생식기발달단계를 이용하였다. 또한 여자에서는 설문조사를 통해 조사한 초경 시작시점을 이용하였으며, 초경시작시점을 25p미만, 25-75p, 75p이상의 3개의 그룹으로 나누어 분석하였다. 성성속도의 차이에 따른 신체성장의 변화를 분석하기 위해 분산분석과 다변량 분산분석을 이용하였다. 연구결과 7세의 신장은 남자 121.8cm, 여자 120.5cm로 남자의 신장이 컸으며, 신장의 급성장이 일어나는 시기는 남자 12-14세, 여자 10-12세였다. 남자는 12~13세에 연평균 7.9cm가 성장하여 성장속도가 가장 컸으며, 여자는 10~11세에 연평균 6.7cm가 성장하여 여자가 남자보다 약 2년 정도 빨리 급성장기가 나타났지만, 평균 성장속도는 남자가 컸다.



여자에서 신장의 급성장기에 해당하는 10-12세의 신장은 남자보다 컸지만, 13세 이후에는 남자의 신장이 여자보다 컸다. 체중의 변화는 남녀 모두 신장의 급성장이 일어나는 시기에 다른 연령보다 증가속도가 빨랐으며, 신장과 마찬가지로 14세 이후부터는 남자의 체중이 여자보다 컸다. 체질량지수는 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 점차적으로 증가하였으며, 이러한 증가는 남자에서는 비지방조직의 증가로 인하여 발생하였지만, 여자에서는 지방조직의 증가로 인하여 체질량지수가 증가하였다. 남자의 체질량지수가 11세까지는 여자보다 컸으나, 12세부터는 여자가 컸다. 음모 발달 단계가 빠른 경우 남자에서는 7-9세까지 신장과 체중, 체질량지수가 음모 발달이 느린 경우보다 컸으며, 체중과 체질량지수의 경우에는 이러한 경향이 17세까지 지속되었다. 그러나 신장은 14세 이후에는 음모발달단계와 차이가 없었다. 여자에서는 음모발달이 빠른 경우에 신장과 체중은 7~9세의 기간동안 음모발달이 느린 경우보다 컸으나, 14세 이후에는 신장과 체중 및 체질량지수의 차이는 없었다. 그러나 여자에서 7~9세의 기간에는 초경시작 연령이 빠른 경우에 신장과 체중, 체질량지수 모두가 초경시작 연령이 느린 경우보다 높은 값을 보였으며, 체중과 체질량지수는 17세까지 초경시작 연령이 빠른 경우에 지속적으로 높았다. 이러한 연구결과는 사춘기 시작 연령의 차이와 비만이 서로 관련성이 있음을 나타낸다. 그러나 사춘기 시작 연령이 출생체중과 태내의 환경, 출생이후의 성장환경과도 관련성이 있기 때문에 신체성장의 변화를 정확히 파악하기 위해서는 이러한 요인의 고려가 필요하다. 그러나 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구의 결과는 우리나라에서 최초로 장기적인 추적조사를 통하여 신체성장의 변화를 파악하였으며, 성성속도에 따른 신체성장의 변화를 파악했다는 데 그 의의가 있다. 신체성장의 변화를 정확히 파악하기 위해서는 산모의 상태와 태내의 환경, 출생체중에 대한 정확한 조사와 신체성장 뿐만 아니라 출생이후의 환경의 영향을 고려할 수 있는 보다 대표성 높고 큰 규모의 연구가 필요하다.

---

핵심되는 말 : 신장, 체중, 체질량지수, 성장, 성성속도

# 제1장 서론

소아는 성장에 있어서 각각의 개별적인 성장유형을 가지며, 환경, 영양 등의 여러 가지 외적인 요인에 의해서 영향을 받는다(김 집, 1968; 심태섭, 1986; Tambs 등, 1992; Myles 등, 1999). 최근의 연구결과에 따르면 생물학적, 유전적 요인 이외에 환경적 요인, 특히 영양이 중요한 요인으로 작용한다.

청소년기는 신체적, 정신적, 사회적으로 성숙하는 시기이며, 소아로부터 성인으로 이행하는 중요한 시기이다. 이 시기에는 신장의 급성장과 체중의 증가 등 특징적인 신체적 변화와 함께 이차 성징의 변화가 나타난다. 우리나라는 최근 외부적 환경요인의 급격한 변화와 더불어 서구적인 식생활로의 변화 및 질병의 감소로 인해 성장의 질적, 양적 변화가 두드러졌으며, 소아기와 청소년기 성장의 형태에 많은 영향을 미쳤다. 외국의 연구에서도 이러한 현상을 보고하고 있으며, 많은 학자들에 의해 발육 가속현상(acceleration phenomenon)이라는 개념으로 연구되어 왔다(Wieringen, 1986). 북미와 유럽에서 진행된 연구에 따르면 신장과 비만도, 체질량지수의 다년간 변화(secular change)는 일치된 결과를 보이지 않았지만 당뇨병이나 고혈압 같은 만성질환의 중요한 위험요인의 하나인 비만의 발생률이 증가하는 경향을 보였다(Flegal 등, 1988; Guilliford 등, 1992; Kuczmarski 등, 1994; Troiano 등, 1995). 우리나라에서도 현재 소아비만의 발생률이 증가하는 추세를 보이고 있다. 소아비만은 성인에서 발생하는 관상동맥질환, 동맥경화증, 고혈압, 당뇨병, 간담도계 질환, 호흡기계 질환 등을 포함하는 만성질환의 중요한 위험요인의 하나로 작용한다. 또한 이전의 연구결과에 따르면 소아비만은 성인비만과 관련성이 있는 것으로 보고하고 있다(Serdula, 1993; Guo, 1994; Gidding, 1996). 비만은 치료가 어려우며, 장기간 비만을 가진 사람은 치료가 더욱 어렵다. 성인비만과 관련된 건강의 위험요인은 대개 성인기보다 소아기나 청소년기에 기인하며, 일반적으로 체중은 소아기에서 청소년기까지 안정적으로 유지된다고 알려져 있다. 따라서 육체

적, 환경적 요인의 변화가 가장 심한 시기인 태어난 후부터 15세까지의 기간동안 신체성장을 지속적으로 추적조사 한다면 성장과 비만의 진행과정을 이해하는데 도움이 될 것이다. 또한 청소년기는 성장의 변화가 급격히 발생하는 시기로 같은 연령이라도 성숙의 정도가 인종, 개인 및 시기에 따라 차이가 발생하기 때문에 성숙도의 진행 양상을 파악하면 청소년기의 성장과 발달을 평가하는데 많은 도움이 된다. 그러나 지금까지 우리 나라의 연구 결과는 단면적인 조사들을 통하여 아동의 성장을 추계 하였기 때문에 성장발달을 정확히 대변하지는 못하였다.

소아치료의 분야에서는 신장, 체중 등의 신체지표들을 적절한 시간간격을 가지고 정확하게 측정하는 것은 매우 중요한 부분이다. 기대되는 성장형태에서 벗어나는 것을 쉽게 찾기 위해 일반적으로 표준화된 성장표를 이용하는데 이러한 성장표는 많은 수의 정상인을 대상으로 한 정기적인 추적검사를 통해 얻어져야 한다. 그러나 이러한 연구 자료를 얻는 것은 현실적으로 매우 어렵기 때문에 대규모의 단면연구를 통해 얻어진 자료를 이용하여 성장 발달을 평가하고 있다. 이러한 자료는 연구대상의 성적인 성숙도가 개개인마다 다르고, 따라서 사춘기의 시작 시점이 다르기 때문에 실제 정상 아동들의 성장형태를 정확히 반영하지 못하며, 성장곡선이 사춘기의 급성장 단계에서 평탄하거나, 완만하게되는 경향을 보인다.

이러한 단면연구의 제한점을 극복하고, 우리 나라 정상 아동들의 성장형태를 정확히 파악하기 위해서는 장기적인 추적조사를 통한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 한 지역사회에 거주하는 아동들을 대상으로 장기추적조사를 통하여 신체성장의 변화를 파악하고자 하였다.

## 제2장 이론적 배경

### 1. 성장의 유형과 신체조직의 성장

체중, 신장과 같이 신체 내 여러 기관 또는 조직의 성장속도는 장기마다 차이가 있다. 신경계는 출생 후 처음 몇 년 동안 상당히 빠른 속도로 성장하나, 그 후부터는 거의 평탄한 선을 이루며, 이미 4~5세 경이면 성인의 3/4에 달한다. 생식기의 성장은 청소년기에 빠른 속도로 성장하고, 임파조직은 영아기와 소아기를 통하여 빨리 성장하나. 청소년기에 들어가면 성인의 비율로 신속히 떨어진다. 신장의 경우는 일반적인 성장 유형을 따르고 있다. 신장과 체중과 같은 일반적인 성장 유형을 나타내는 함수를 찾는 것은 통계분야에서 오래 전부터 연구되어 왔다. 출생 후 초기 성장을 나타내는 것으로는 COUNT모델(Count, 1943)과 JENSS모델(Jenss 등, 1937)이 있으며, 아동기(late childhood)나 청소년기에는 신체의 급성장기가 포함되어 있기 때문에 이를 잘 설명하는 Logistic 모델과 Gompertz 함수가 사용되고 있다. 그러나 이러한 모델은 문헌에서만 연구될 뿐 실제로는 이용되지 않고 있다.

신체조직의 성장과 발달은 다년간 변화(secular change)를 가지기 때문에 성장 유형은 시간의 흐름에 따라 조금씩 변화된다. 이러한 성장과 발달의 변화는 한 세대에서 다음 세대로 진행될 때 특별한 인구집단에서의 아동의 신체적 발달의 변화형태로 정의된다(Van Wieringen, 1986). 이러한 현상에 대해 지난 2세기 동안 많은 연구가 진행되어 왔다(Susanne, 1985). 다년간 변화는 출생후부터 모든 연령에 걸쳐 신체의 크기가 변화하는 것뿐만 아니라 성장의 완결에 걸리는 시간의 변화를 의미한다(Vercauteren, 1997). 일반적으로 다년간 변화는 신장이나 체중, 초경시작연령 등의 분야뿐만 아니라, 혈색소나 혈액화학검사, 골연령, 치아발달과 같은 분야에도 적용되기 때문에 이러한 분야에 대해 많은 연구가 진행되었다.

먼저 신체크기의 다년간 변화를 살펴보면, 대부분 아동기에 이루어지며 (Brundtland 등, 1980), 출생체중의 변화는 매우 적거나 없는 것으로 보고되고 있다(Ward 등, 1984; Tanner 등, 1986; Garn, 1987; Rosenberg, 1988).

Vercauteren 등(1997)은 벨기에에서 1830년대 이후로 평균 신장과 체중의 증가가 있었으며, 특히 성장이 활발히 일어나는 시기에 많은 증가가 있었다. 그러나 성인기의 변화는 적었다. 신장은 1830년대에서 1980년대까지 남자와 여자에서 평균 0.9cm/decade의 증가가 있었고, 체중은 남자의 경우 18세에 0.7kg/decade의 증가가 있었고, 여자의 경우 0.6kg/decade의 증가가 있었다고 보고하였다.

유럽과 북미지역의 인구를 대상으로 한 연구에 따르면 신장은 1880년대부터 1980년대 사이에 아동기에 1.5cm/decade가 증가하였고, 청소년기에는 2.5cm/decade, 성인기에는 1cm/decade의 증가가 있었다(Malina, 1990). 일본의 경우에는 다른 구미의 연구들과 달리 이러한 변화가 매우 심하게 일어났는데, 1950년과 1960년 사이에 신장의 변화가 14세에 8cm/decade로 변화가 가장 컸다. 그러나 1980년과 1990년 사이에는 이러한 변화가 감소하여 유럽이나 미국의 자료와 유사한 경향을 보였다(Takaishi, 1995).

두 번째로 성장속도(Tempo of Growth)의 변화를 살펴보면, 대체적으로 성장기간의 감소가 있었다. 이러한 현상은 신장의 급성장기와 최대성장속도(peak height velocity)의 연령, 초경연령 등의 변화로 인하여 성장과 발달 곡선이 왼쪽으로 이동하는 현상을 반영하는 것이다(Takaishi, 1995).

신장과 체중의 증가와 성숙속이 빨리 진행되는 방향으로 변화가 일어나는 이유는 주로 영양과 건강수준의 향상과 관련이 있으며(Tanner, 1986), 동물성 단백질의 섭취증가와 소득수준향상과 같은 복지(well-being) 지표와 평행하게 유지되는 현상을 보였다(Liestol 등, 1982; Ulizzi 등, 1982; Oliver 등, 1983). 그러나 이러한 현상은 유전적인 요인과 환경적인 요인이 복합적으로 작용하고 있는 것으로 이해되고 있으며, 확실한 원인은 아직까지 알려져 있지 않다.

이상에서와 같이 성장과 성숙속에서의 다년간 변화 현상에 대한 조사는 각 인구집단마다 유전적인 감수성과 사회경제적인 지표의 차이로 인하여 차이가 나기 때문에 성장지표에 대한 새로운 기준치를 지속적으로 제시하는 것이 필요하다.

## 2. 청소년기의 신체적 변화

청소년기는 아동기와 성인의 이행기로서, 성장이 빠르고, 육체적으로나 정신적으로 현저한 변화가 일어난다. 이 시기는 또한 정서적, 지능적으로 성숙하는 시기이다. 청소년기 중 사춘기는 주로 성적인 발달을 말하는 것으로 생식기가 성숙하는 시기, 즉 남자의 경우 운동성 정자를 생산하고, 여자는 배란하기 시작하는 시기를 말한다. 이차 성징의 발달은 대개 신체적 발달과 일치하여 나타나며, 호르몬이나 다른 장기의 발달과 일치하여 나타나며, 호르몬이나 다른 장기의 발달에 대한 중요한 정보를 제공해 준다(Barners, 1975; Mahan, 1984).

사춘기는 대개 10~12세에 시작되어 17~19세에 완성되는데, Marshall(1969)과 Tanner(1970)는 여자는 보통 11.15세에, 남자에서는 평균 11.64세에 사춘기가 시작된다고 하였으며, Sizonenko(1987)는 여자는 평균 10.9세에, 남자는 평균 11.2세에 시작되어, 여자가 남자보다 사춘기가 빨리 시작된다고 보고하였다. 사춘기의 시작 시점은 개개인이 모두 다르기 때문에 지속시간도 다양하다. 초기에 성숙한 아동들이 더 빨리 사춘기의 단계(pubertal stage)를 겪는 것은 아니며, 최종 신장도 시작 시점과 지속시간에 영향을 받지 않는다(Tanner, 1987).

청소년기의 변화는 시상하부에 의하여 시작된다(Marshall, 1986). 시상하부가 뇌하수체를 자극하여 성선자극호르몬과 성장호르몬의 분비를 증가시키고, 동시에 남자와 여자에서 부신 안드로젠이 증가한다. 성선 자극 호르몬은 난소와 고환의 성장, 발육을 촉진시키며, 성장 호르몬은 장골의 성장을 자극한다. 남자의 경우 안드로젠은 2차 성징을 일으키게 한다. 12~16세 사이의 신장의 급성장은 평균 10~30cm이다. 성장은 발육기 동안에 빨라지며, 성 성숙이 되면, 성호르몬이 골단이 닫히는 데 작용하여 성장이 늦어진다. 19~20세가 되면 대부분 성장이 끝나게 된다. 이러한 호르몬의 변화는 유아기에서도 발생하는데, GnRH의 분비가 뇌하수체에서 황체형성호르몬과 난포형성호르몬의 분비를 촉진하는데, 이러한 GnRH의 분비는 영아기 이후에는 사라졌다가, 사춘기에 다시 나타나기 시작한다. 이러한 호르몬의 분비로 사춘기의 시작 시점이 결정되는데 개개인마다 사춘기의 시작시점

의 차이가 나타나는 것은 태내에서 이미 신경내분비계프로그램(neuroendocrine programme)이 형성되어 나타난다는 이론과 출생후의 영양상태와 같은 환경적인 요인에 의해 나타난다는 이론이 대립하고 있으나, 이 두 가지 요인이 동시에 영향을 미치는 것으로 인정되고 있다(Wierman 등, 1986; Rees, 1993).

사춘기는 성장에 두 가지 역할을 한다. 신장의 성장 속도가 현저하게 증가하고, 골단부 연골의 용합을 촉진하여 골격의 성숙을 촉진시킨다. 따라서 사춘기는 성장을 촉진시킬 뿐 아니라 골단의 용합을 통하여 최종 신장을 제한하는 두 가지 과정을 포함한다. 이러한 과정에는 성호르몬과 성장호르몬이 필요하며, 이 두 가지 호르몬은 복합적으로 사춘기의 급성장을 일으키는데 중요한 역할을 한다.

신장의 최대 성장 속도는 여자보다 남자에서 더 크게 나타난다. Harpenden Growth Study(Tanner, 1976)에서, 남자 49명과 여자 41명을 대상으로 3개월마다 신장을 측정된 결과, 남자에서는 최대 성장 속도가 평균 10.3cm/년, 여자는 평균 9.0cm/년이었다. 최근 미국에서 진행된 longitudinal study를 분석한 결과 남자는 13.5세에서 최대 성장 속도가 평균 9.5cm/년, 여자는 11.5세에 평균 8.3cm/년이었다(Abbassi, 1998).

남자는 급성장기에 보통 7~12cm정도 자라지만 여자의 경우는 6~10cm정도 자라게 된다. 성인의 키가 여자보다 남자에서 더 큰 것은 남자의 급성장이 여자보다 늦게 시작함으로써 더 오랜 기간 동안 유지되며, 또한 사춘기 동안 더 많이 자라기 때문에 최종적인 키가 여자보다 남자가 더 크다. 체중의 경우 신장의 성장시점과 비슷한 시기에 체중증가가 일어나는데 Lee 등(1980)은 최대 체중 증가 속도(Peak weight velocity)는 남아에서 13.9세에, 여아는 12.4세에 일어난다고 하였으며, Tanner 등(1985)은 남아는 14세에 9.0kg, 여아는 12.5세에 8.3kg의 성장이 있다고 하였다. 국내의 경우에는 박 등(1994)이 서울지역, 중소도시지역, 시골지역에서 무작위로 추출하여 조사한 결과 신장의 경우 남자는 11-14세, 여자는 10-12세 사이에 가장 높은 증가를 보였으며, 체중의 경우는 남아는 신장과 거의 같은 시기에 연 5.5kg, 여아는 신장보다 약간 늦은 시기인 11-13세 사이에 연 5.1kg의 증가를 보인다고 하였다.

전반적인 신장의 증가는 다리 길이와 몸통 길이의 성장에 의한 것인데, 먼저

다리가 빨리 성장하고 몸통길이는 1년 정도 더 늦게 성장한다. 다리의 성장은 일  
정치 않아서 발부터 성장하여 종아리, 허벅지 순서로 이루어진다. 팔도 이와 비슷  
하게 성장이 이루어져, 손과 전완이 먼저 자라고 상완은 나중에 자란다. 이와 같이  
성장은 몸통에서 먼 쪽부터 시작하여 가까운 쪽으로 이루어진다. 사춘기의 시작  
연령은 이후의 성장과 최종 신장이 결정되는데 중요하다. 성조숙증 환자에서는 보  
통 사람보다 순간 성장 속도와 사춘기동안의 신장 성장이 증가한다. 사춘기 기간  
은 늘어나지만 이에 대한 보상으로 골격의 성숙 속도도 증가하므로 사춘기 전 성  
장기를 현저히 감소시켜 최종 신장은 감소한다. 지발성사춘기(delayed puberty)에  
서는 일반사람보다 순간 성장 속도와 신장의 증가가 감소된다. 남아에서는 골격의  
성숙속도의 감소에 대응하여 사춘기가 짧아진다. 사춘기 전 신장의 성장을 전체  
사춘기 신장의 성장이 감소하여 보상하므로 최종신장은 영향을 받지 않는다.

한편, 성장의 다른 지표인 골화는 영·유아기 동안 일련의 방사선과적 변화를  
보인다. 새로운 화골핵이 나타나고, 형태도 변한다. 마지막으로 장골의 골단이 골  
간과 융합한다. 골격의 발달정도는 생리적인 성숙의 정도를 반영한다. 더욱이 골  
연령 추정으로 얼마나 더 성장이 일어날 것인지, 또 최종 신장은 얼마나 될 것인  
지 알 수 있다. 그러나 이러한 골 연령은 환자의 진찰에 보조적인 정보를 제공할  
뿐이지 결정적인 진단 방법은 아니다.



### 3. 성 성숙도와 신체성장의 변화

청소년기에는 성적인 성숙과 급속한 신체적 성장이 일어나므로 이들의 영향을 밝히려는 연구가 많이 진행되었다. 일반 청소년을 대상으로 한 연구(Thomas 등, 1989)와 백인과 흑인의 인종차이(Daniel 등, 1996), 성조숙증과 같은 질환(Liker 등, 1988)을 갖는 청소년을 대상으로 한 것 등이 있다.

이차 성징에 대한 단계적인 기준은 청소년기의 성장과 성숙의 평가에 필수적이다. 지금까지는 Tanner의 tanner stage가 세계적으로 가장 보편적으로 사용되고 있다(Barnes, 1975; Kreipe, 1985). 이 방법은 남자의 경우는 음모와 생식기를 5단계로, 여자의 경우는 음모와 유방의 발달을 5단계로 구분하여 측정한다. 1단계는 사춘기전의 상태를 의미하며, 5단계는 성인의 상태를 의미한다(Marshall 등, 1969). 일반적으로 소아와 청소년들의 성장을 연령으로 비교하여 설명하여 왔는데, 사춘기에는 같은 연령이라도 인종, 개인 및 시기에 따라 성숙의 정도는 차이가 있다(Cronk, 1982). 물론 아동기의 불량한 영양상태가 성성숙의 지연과 관련이 있다는 것은 널리 알려진 사실이며(Moisan, 1990), 몇몇 제삼세계 국가에서는 18세까지 초경이 발생하지 않았다는 보고도 있다(McCance, 1974).

Lindgren(1978)은 스웨덴에서 1954년과 1955년에 출생한 학생인 남자 373명, 여자 357명을 10세부터 18세까지 관찰한 후 청소년기에 급성장을 잘 반영하는 최대성장속도가 나타나는 연령에 따라 조기성장군, 보통성장군, 만기성장군으로 나누어 다른 신체적 변수와의 관계를 조사하였다. 연구결과 성장이 일찍 일어날수록 신장이 갈아도 체중이 더 무거웠으며 최대 체중 증가시 연령이나 초경시 연령 등에 따라서는 별다른 차이를 보이지 않았다. 따라서 사춘기가 빨리 나타날수록 체중과 비만도가 높을 가능성을 제시하였다. 영국에서 소녀들을 대상으로 한 코호트 연구에서는 7세 때의 체중과 초경연령은 음의 관련성을 가졌으며, 출생체중과는 양의 관련성을 가졌다. 초경연령이 빠를수록 출생체중은 낮았으며, 아동기(childhood)에 빨리 성장하였다. 같은 자료를 이용한 이전의 연구에서는 조기에 성숙하는 군이 늦은 군보다 모든 연령에서 신장이 컸다고 보고하였다((Douglas,

1990). Ingemar 등(1999)의 연구결과와도 일치하였다. 이러한 연구결과는 신체성장 과정에서 영양과 같은 외부적인 요인이 중요한 역할을 한다는 가설을 뒷받침하고 있다. 성성속도와 신체성장의 변화에 관한 또 다른 관점의 하나인 composition hypothesis는 초경의 시작이나 사춘기의 시작이 body composition의 변화에 의해 촉진된다고 설명한다. pre-pubertal growth spurt가 lean body mass인 사람에서 지방의 비율이 급격히 증가하기 때문에 생기는데, 이러한 지방조직은 에스트로겐의 중요한 원인이다. 7세의 체중이 신장보다 초경연령과 관련성이 많다는 연구결과는 이러한 body composition hypothesis를 지지한다고 할 수 있다(Cooper, 1996).

Lente 등(1996)은 에너지 섭취를 고려한 상태에서도 남녀 모두 사춘기가 빠른 경우가 늦은 경우보다 모든 연령(7-27세)에서 체중과, 체질량지수가 높았으며, 초경시작 연령이 빠른 소녀가 상대적으로 estradiol의 혈중 농도가 높았다. estradiol의 증가는 25세까지 관찰되었다. 이러한 현상은 200명이 핀란드 소녀를 대상으로 추적 조사한 결과와 일치하는데, estradiol은 체지방의 축적을 증진하는 호르몬으로 알려져 있다. 영양과 body composition의 변화 외에도 사춘기의 시작에 영향을 미치는 다른 요인, 즉 유전적인 요인에 대한 여러 연구가 진행되고 있지만 아직까지 확실한 결론을 내리지는 못하고 있다.

## 제3장 연구방법

### 1. 연구대상 및 기간

연구대상은 1986년 당시 경기도 강화군 강화읍에 있는 초등학교 1학년에 재학중인 430명 전체를 대상으로 구성된 “강화연구“ 중에서 선정하였다. 연구대상자들은 1986년부터 1997년까지 매년 혈압측정과 신체측정을 하였다. 강화 아동 혈압 코호트의 추적방법과 조사내용은 서일 등(1989,1997), 김규상 등(1993)에 설명되어 있다.

조사 시기는 초등학교 때에는 매년 6월과 7월중에, 중학교 이후에는 여름 방학이 끝난 직후인 8월에 해당 학교를 방문하여 조사하였다. 12년제인 1997년에는 고등학교 3학년이므로 학업 일정을 고려하여 6월에 측정하였다. 강화 아동 혈압 코호트의 구성원 430명(남자 211명, 여자 219명) 중에서 12년간 매년 신체측정을 시행할 수 있었던 경우는 남자 100명과 여자 119명으로 추적률은 각각 47.4%와 53.3%이었다. 분석에 포함된 최종연구대상으로 12년간 추적 조사된 아동은 전체 430명중에서 219명으로 남자 100명, 여자 119명이었다.

### 2. 연구방법

#### 가. 조사원 선정과 훈련

조사원간의 측정오차를 줄이고 매년 측정치의 일관성을 유지하기 위하여 조사원을 동질의 집단에서 선발하였다. 매년 의과대학 본과4학년 학생 중에서 연구에 참여하고자 하는 학생 10-20명을 조사원으로 선정하였으며, 선정된 조사원들에

계는 이 연구의 목적과 조사방법, 신장, 체중, 맥박, 피부두께 측정, 혈압측정방법 등에 대한 강의와 실습을 하였다.

#### 나. 신체측정

매년 각 학교를 방문하여 혈압측정과 함께 신체측정을 실시하였으며 신체측정법에 대한 조사원 훈련은 미국 미시간 대학교의 Frisancho(1990)가 권장하는 방법을 이용하여 측정하였으며, 신장, 체중, 피부두께, 상완둘레, 허리 및 엉덩이둘레 등의 측정방법에 대해 세계보건기구(WHO)가 제작한 교육용 Video Tape과 관련 문헌을 고찰하였다. 신장의 측정은 신발을 벗고 신장계에 올라서서 팔꿈치, 어깨, 엉덩이를 신장계의 기둥에 일직선으로 붙이고 시선은 전방수평으로 향하게 하며 누름대(head piece)로 머리카락을 아프지 않을 정도로 완전히 누른 상태에서 측정자의 눈 높이와 같게 하여 mm 단위까지 측정하였다. 모든 대상자는 가벼운 옷차림을 하고 100g 이상의 부착물을 제거한 상태에서 발판의 정확한 위치에 부동자 세로 올라서게 한 후 체중을 측정하였다. 체중의 측정은 Beam balance scale(Continental Scale Corp. Chicago, Ill, USA)을 사용하여 0.1파운드까지 측정하였다. 상완둘레는 혈압측정과 같은 방법인 견봉과 주두의 중간지점의 둘레를 수평으로 측정하였다 특히 삼두박근 피부두께는 측정자 간 또는 측정자 내 오차가 매우 심하므로 가장 정확히 측정하는 조사원을 선정하여 1명의 조사원이 계속 모든 학생을 측정하므로써 오차를 줄이도록 하였다. 측정기는 Lange skinfold caliper(Cambridge scientific Industry, USA)를 이용하였다.

#### 다. 성성속도

성성속도의 측정은 연구대상자들이 중학교에 재학하는 시기인 1992년 8월 28일부터 9월 4일까지, 1993년 8월 27일부터 9월 4일까지, 1994년 8월 28일부터 8월 31일에 비슷한 시기에 걸쳐 시행되었다. 성성속도는 Tanner의 5단계 성성속도 분류(Tanner, 1962)에 의거하여 남학생은 음모발달단계와 생식기발달단계를 남자의

사가 측정하였으며, 여학생은 음모, 유방발달단계 및 월경의 경험여부, 현재 월경 유무, 그리고 첫 월경시작 연월을 여자의사에 의하여 평가 측정하였다.

#### 라. 분석방법

연구대상들의 나이는 같은 학년이라도 입학당시의 연령에 차이가 있다. 따라서 최초 측정시의 연령을 6세와 7세의 두 집단으로 분류하고, 각 측정시점의 연령을 계산하였다. 86년 당시 6세인 사람은 남자 63명, 여자 73명이었으며, 7세인 사람은 남자 37명, 여자 46명이었다. 모든 연구대상이 포함된 7세부터 17세까지의 기간을 분석에 포함하였다(Figure 1).

신체성장의 변화를 분석하기 위해 다음의 방법을 사용하여 분석하였다.

첫째, 측정 변수들을 평균값과 10p, 25p, 50p, 75p, 90p로 나누어 나이에 따른 변화를 분석하였다. 각각의 측정변수에 대해 상관분석을 시행하고 t 검정을 통해 성별에 따른 성장의 차이를 분석하였다.

둘째, 성성속도의 차이에 따른 성장의 차이를 보기 위해 13세를 기준으로 하여 남자의 경우에는 음모와 생식기의 발달단계에 따라 분류하였으며, 여자의 경우에는 음모와 유방발달단계에 따라 분류하였다. 초경시작시점은 25p미만, 25-75p, 75p 이상의 3개의 그룹으로 나누어 분석하였다. 남자의 경우 음모 발달단계는 안드로젠 효과를 잘 반영하기 때문에 이것을 주로 분석에 이용하였으며, 여아의 경우 유방발달단계는 에스트로젠 효과를 잘 반영하기 때문에 유방발달단계와 초경시작시점에 초점을 두어 분석하였다. 이러한 성성속도의 차이에 따른 신체성장의 변화를 분석하기 위해 각 연령에서 분산분석(ANOVA)을 하였고, 추적 조사된 전체의 기간을 다변량 분산분석(MANOVA)을 시행하여 성성속단계에 따른 신체성장의 차이를 분석하였다.

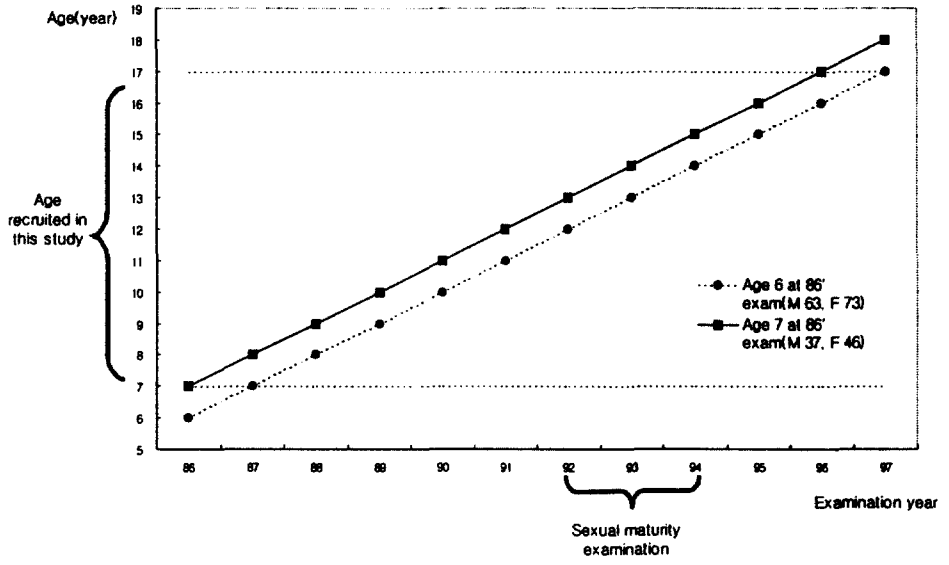


Figure 1. Age at examination

# 제4장 연구결과

## 1. 신체계측치의 변화

강화연구의 대상자로서 1986년 현재 경기도 강화군 강화읍의 초등학교 1학년에 재학중인 전체 학생 수는 430(남자 211명, 여자 219명)명으로, 이 중에서 12년 동안 매년 신체측정을 시행 할 수 있었던 경우는 남자 100명과 여자 119명으로 추적률은 각각 47.4%와 53.3%이었다. 분석에 포함된 사람과 분석에서 제외된 대상자들의 차이를 보기 위하여 연구 시작시점에서의 두 집단의 신장과 체중 혈압을 t 검정을 이용하여 비교하였다. 12년간 추적한 대상자들과 누락된 대상자들의 신체적 변수와 혈압은 두 집단간에 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 2. Comparison of growth-related variables and blood pressure between completely followed-up and withdrawn persons

Variables	Male			Female		
	Follow-up	Withdrawn	t	Follow-up	Withdrawn	t
Height	118.4±4.9	117.8±5.0	-0.90	117.2±4.6	117.7±4.7	0.77
Weight	21.0±2.7	21.1±3.5	0.37	20.0±2.5	20.1±2.2	0.45
BMI	14.9±1.2	15.2±1.7	1.23	14.5±1.1	14.5±1.1	0.11
SBP	97.3±9.2	98.9±10.8	0.39	96.9±9.6	96.8±12.0	-0.92
DBP	59.8±7.6	61.7±8.4	1.27	61.2±8.9	60.0±9.6	-1.26
IV(mmHg)						
DBP	51.48±9.1	53.08±8.7	1.31	52.6±9.0	51.3±9.8	-1.05
V(mmHg)						

BMI : Body Mass Index, SBP : Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure

남자에서 신장의 급성장은 12세부터 14세까지 관찰되었는데, 12세에는 150.6cm, 14세에는 165.1cm로 연평균 7.2cm의 성장을 보였다. 12~13세에 연평균 7.9cm가 성장하여 성장속도가 가장 컸다(Table 2). 여자의 경우에는 10세부터 12세 사이에서 다른 연령보다 빠른 신장의 증가를 보였으며, 남자보다 신장의 급성장이 빨리 나타났다. 11~12세에 연평균 6.7cm로 성장속도가 가장 컸으나 남자보다는 적었다(Table 3). 7세부터 9세까지는 남자의 신장이 여자보다 컸지만, 여자에서 급성장이 나타나는 시기인 10세부터 12세까지는 여자의 신장이 우세하였다(Figure 2). 13세 이후부터는 연령이 증가할수록 남자와 여자의 신장의 차이가 커졌고 통계적으로도 유의한 차이를 보였다( $p < 0.001$ ).

남자에서 체중의 성장은 신장의 급성장이 일어나는 시기인 12세에서 14세 사이에 다른 연령에 비해 빠르게 체중이 증가하였다. 12세에 42.6kg, 13세 48.6kg, 14세 54.1kg으로 연평균 5.6kg이 증가하였다. 그러나 여자에서는 10~13세까지 체중이 빠르게 증가하였으며, 11~13세까지는 여자의 체중이 남자보다 컸다. 그러나 14세 이후부터는 남자의 체중이 컸으며 통계적으로도 유의하였다( $p < 0.05$ ).



Table 3. Physical growth from age 7 through 17 in males

Age(year)	N	Height(cm)		Weight(kg)		BMI(kg/m <sup>2</sup> )
		Mean ±SD	cm/year	Mean ±SD	kg/year	Mean ±SD
7	100	121.8±5.07		22.7±3.34		15.3±1.42
8	100	127.4±5.54	5.7	25.4±3.95	2.7	15.6±1.44
9	100	132.3±5.44	4.9	28.7±5.33	3.3	16.3±2.23
10	100	137.9±5.77	5.6	32.7±6.60	4.0	17.1±2.40
11	100	143.4±6.45	5.5	37.3±8.11	4.7	18.0±2.68
12	100	150.6±7.70	7.2	42.6±9.89	5.3	18.6±2.97
13	100	158.6±8.08	7.9	48.6±10.70	6.0	19.2±3.05
14	100	165.1±7.28	6.5	54.1±10.14	5.5	19.8±2.89
15	100	169.7±6.42	4.6	58.0±9.14	3.9	20.1±2.69
16	100	171.9±6.10	2.2	60.9±9.07	2.9	20.6±2.78
17	100	172.9±6.19	1.0	63.7±8.68	2.8	21.3±2.61

SD : standard deviation, BMI : body mass index

Table 4. Physical growth from age 7 through 17 in females

Age(year)	N	Height(cm)		Weight(kg)		BMI(kg/m <sup>2</sup> )
		Mean±SD	cm/year	Mean±SD	cm/year	Mean±SD
7	119	120.5±4.87	5.4	21.7±3.30	2.9	14.9±1.39
8	119	126.2±5.33	5.7	24.6±4.36	2.9	15.4±1.79
9	119	131.8±5.78	5.5	27.7±5.44	3.1	15.8±2.04
10	119	138.2±6.75	6.4	32.2±7.06	4.5	16.7±2.44
11	119	144.9±7.16	6.7	37.9±8.57	5.7	17.9±2.75
12	119	151.2±6.67	6.3	43.8±9.87	5.9	19.0±3.16
13	119	155.2±5.39	4.0	48.7±10.14	4.9	20.1±3.42
14	119	157.6±4.95	2.4	51.6±9.30	2.8	20.7±3.16
15	119	158.9±4.74	1.3	53.2±9.04	1.6	21.0±3.02
16	119	159.2±4.72	0.3	53.9±9.06	0.7	21.2±3.11
17	119	159.5±4.77	0.4	54.9±8.82	1.0	21.5±3.01

SD : standard deviation, BMI : body mass index

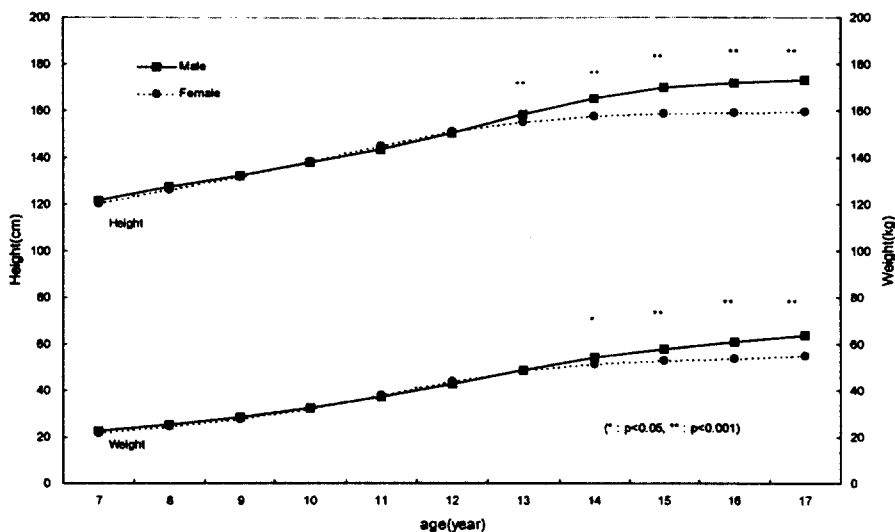


Figure 2. Height and weight from age 7 through 17 in male and female

체질량지수는 남녀 모두 연령에 따라 점차적으로 증가하였다. 남자의 체질량지수는 11세까지는 여자보다 높았으나, 12세부터는 여자가 높은 값을 보였다. 11~13세의 기간은 여자의 체질량지수가 각각 20.1, 20.7, 21.0으로 남자보다 평균 0.9 정도 높았으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보였다(Figure 3). 남자와 여자의 상완둘레는 연령이 증가하면서 서서히 증가하여 15세 이후에는 남자의 상완둘레가 여자보다 컸다. 반면 삼두박근 피부두께는 여자가 모든 연령에서 남자보다 높은 값을 보였으며, 남자에서 11세부터 14세까지 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였지만, 여자에서는 11세 이후부터 급격히 증가하여 17세에는 2.34cm로 남자보다 0.84cm 컸다(Figure 4).

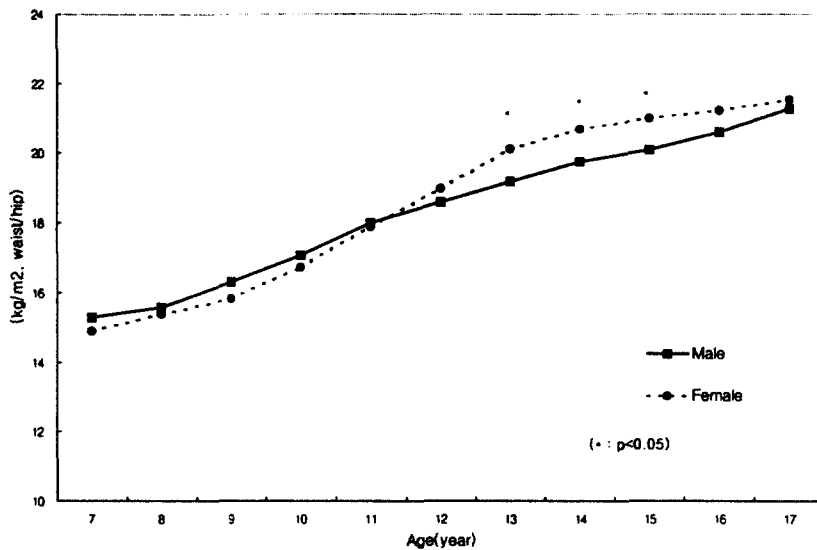


Figure 3. Body mass index from age 7 through 17 in male and female

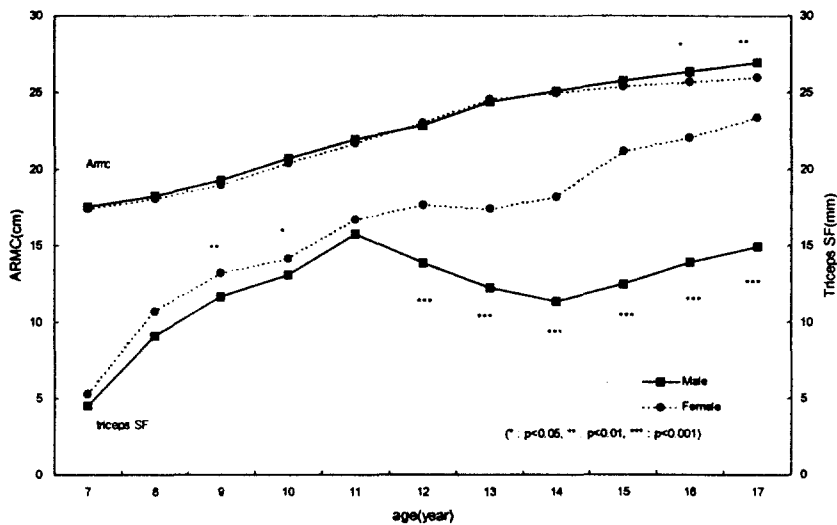


Figure 4. Mean triceps skin folder thickness and arm circumference from age 7 to 17 y in male and female

연령의 증가에 따른 신장, 체중, 체질량지수의 백분위수는 Fig. 5 - 10과 같다.

신장의 경우에는 남자와 여자에서 연령이 증가함에 따라 각 분위수 값이 증가하고 있으며, 남자에서는 15세 이후부터, 여자에서는 이보다 빠른 14세 이후부터 증가속도가 감소하였다. 분위수간 평균차이는 연령의 증가하여도 일정하게 유지되었다. 체중의 경우에는 신장과는 달리 남녀모두에서 연령이 증가함에 따라 각 분위수간 평균의 차이가 점점 증가하였다. 남자의 경우에는 11세 이후부터 90p와 75p의 평균이 급격히 증가하여, 14세에는 90p와 50p의 평균의 차이가 18.0kg이었다. 15세 이후에는 분위수간의 평균의 차이가 유지되고 있으며, 증가속도가 급격히 감소하였다. 여자의 경우는 남자보다 빠른 10세부터 분위수간 평균의 차이가 증가하였으며, 13세 이후에는 평균의 증가속도가 감소하여 분위수간 차이가 일정하게 유지되었다.

체질량지수의 경우 남자는 9세까지 분위수간의 평균의 차이가 일정하게 유지되었지만, 10세 이후부터는 연령이 증가함에 따라서 상위 90p값과 75p의 평균이 급격히 증가하여 나머지 분위수와의 차이가 점점 증가하였다. 반면 10p, 25p, 50p의 평균은 연령의 증가에 관계없이 그 차이가 일정하게 유지되었다. 여자는 9세부터 75p의 평균이 급격히 증가하였으며, 12세에는 90p의 평균이 24.0, 50p 18.0으로 6.0의 차이를 보였다. 반면 50p, 25p, 10p의 평균은 남자와 마찬가지로 10세 이후에도 그 차이가 일정하게 유지되었으며, 14세 이후에는 평균의 증가속도가 급격히 감소하였다.

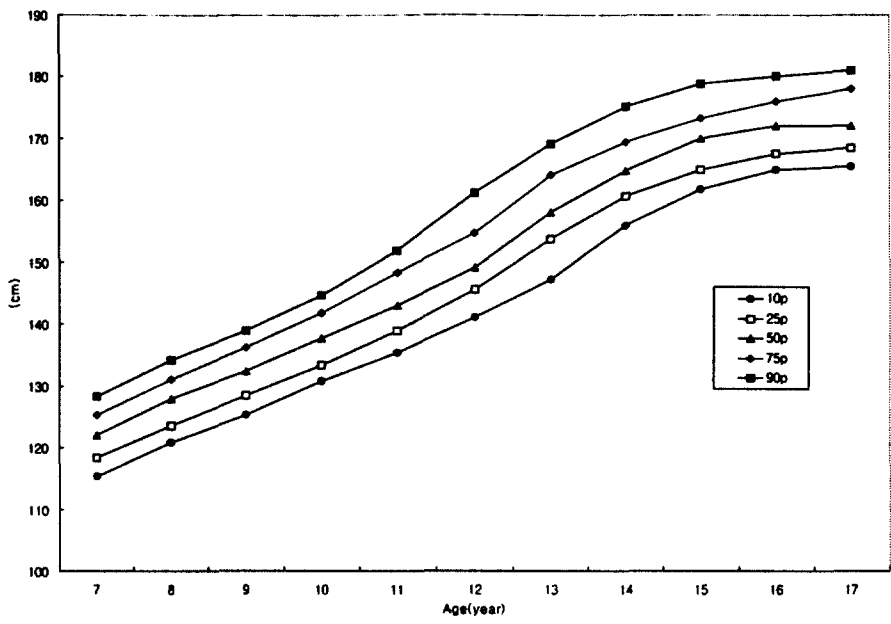


Figure 5. Height percentile from age 7 to 17 y in males

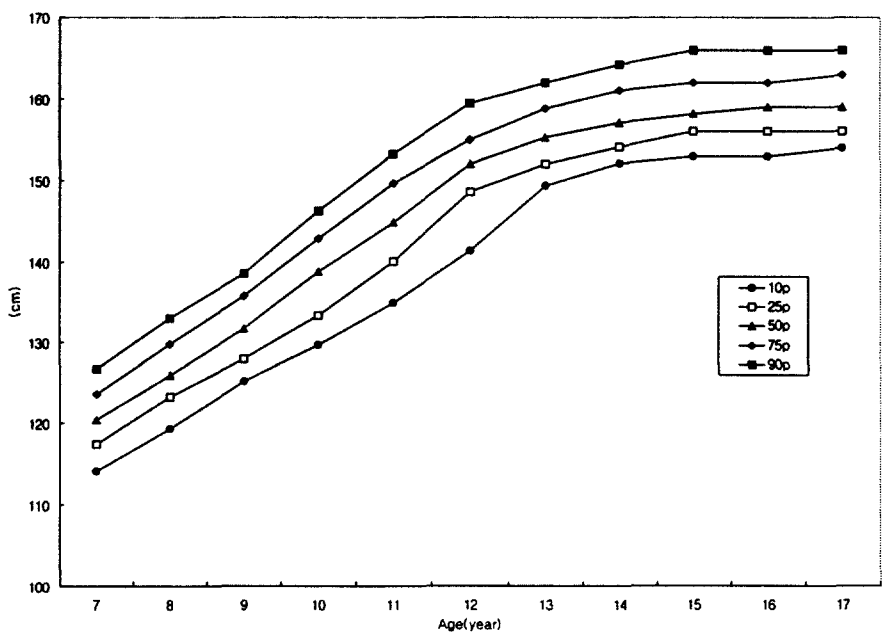


Figure 6. Height percentile from age 7 to 17y in females

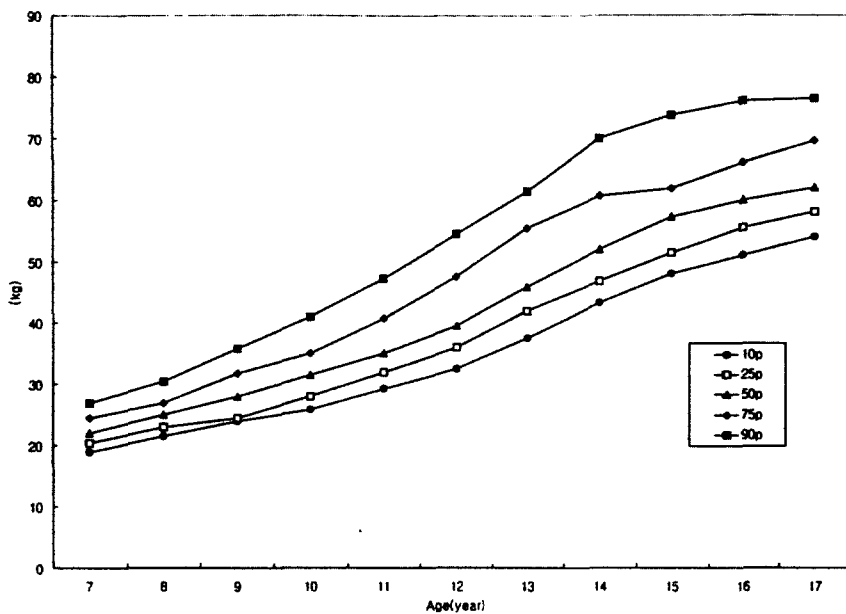


Figure 7. Weight percentile from age 7 to 17 y in males

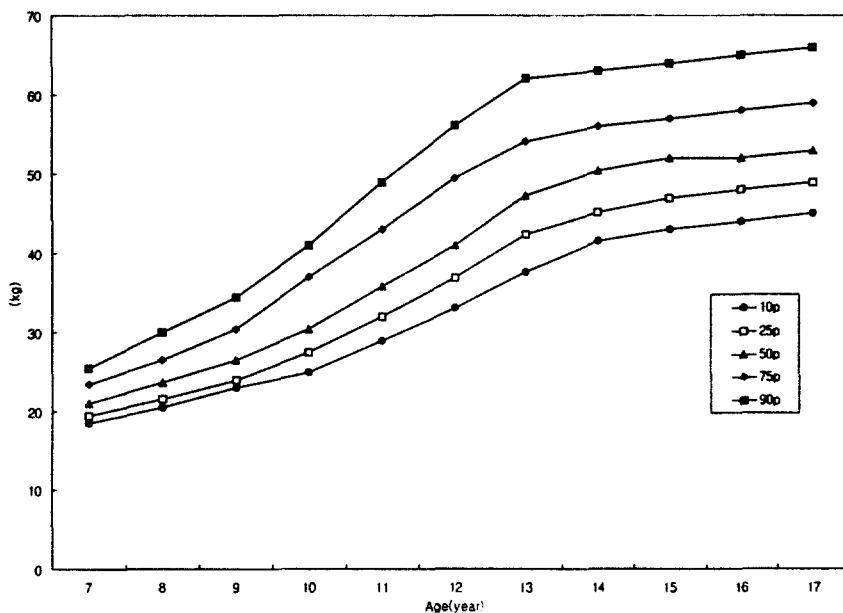


Figure 8. Weight percentile from age 7 to 17 y in females

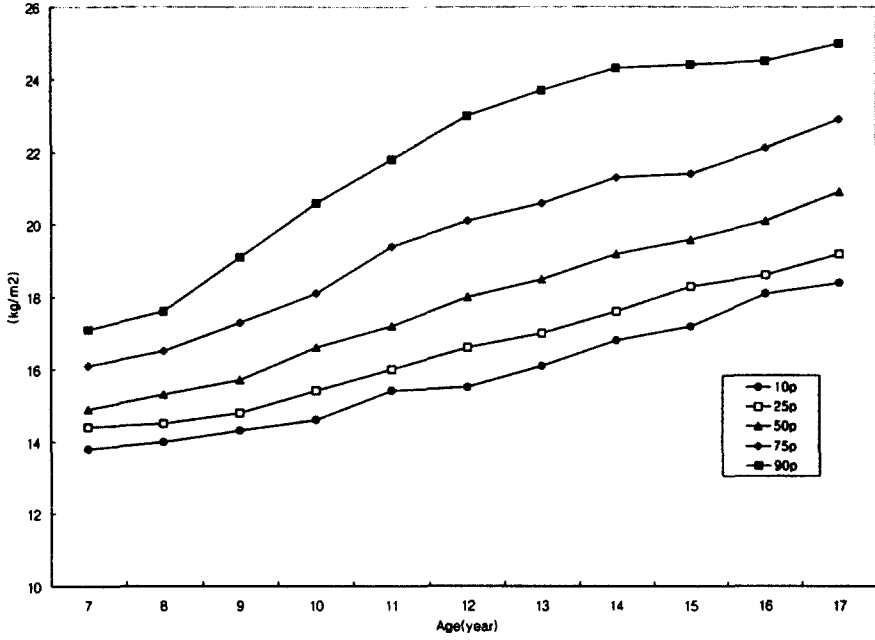


Figure 9. BMI percentile from age 7 to 17 y in males



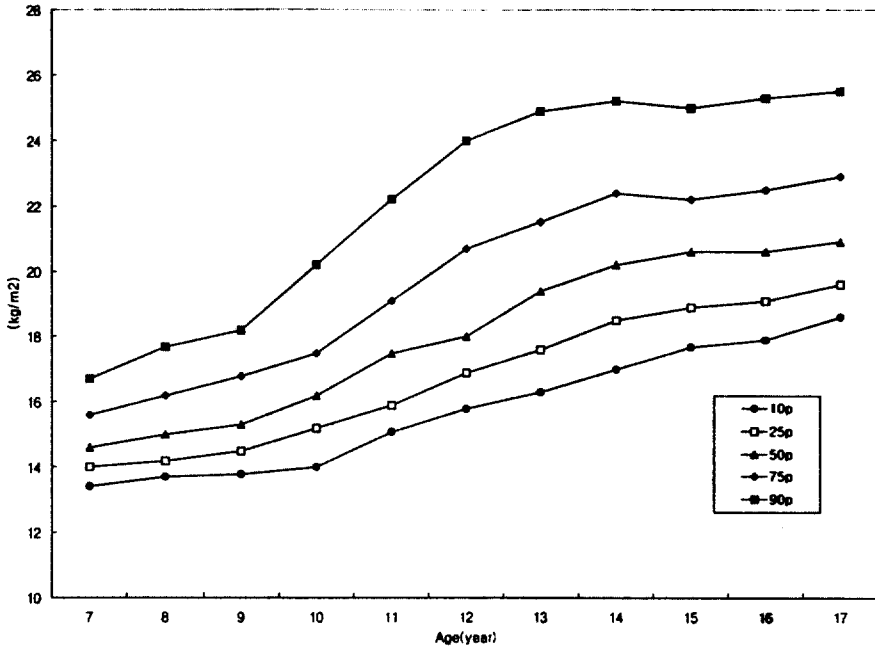


Figure 10. BMI percentile from age 7 to 17 y in females

## 2. 성성속도에 따른 신체성장의 변화

### 가. 성성속도의 분포

13세를 기준으로 성성속도를 Tanner stage에 따라 분류한 결과, 음모발달단계는 남자의 25%가 사춘기전의 발달 상태인 1단계에 속하였고, 25%가 4, 5단계의 성인기에 분포하였다. 14세에는 성인기에 40%, 사춘기전의 상태에 7%가 분포하였다. 고환발달단계는 조사대상자의 74%가 발달 1단계에 분포하였고, 2단계에 16%, 성인기는 없었다. 남자는 음모의 발달이 고환의 발달보다 먼저 진행되었다(Table 4).

여자의 경우에는 음모의 발달이 13세에 이미 37.8%가 4, 5단계에 분포하였고,

조사대상자의 11명(9.2%)만이 사춘기전의 상태인 1단계에 분포하여, 여자가 남자보다 사춘기가 빨리 시작하였다. 유방발달단계는 13세에 이미 연구대상의 92명(77.3%)이 성인기에 해당하였다(Table 5). 유방발달이 음모의 발달보다 먼저 나타났다.

13세의 신장과 체중, 체질량지수는 남녀 모두 음모발달 1단계에서 5단계로 갈수록 증가하였으며, 같은 발달단계라도 신장과 체중은 모두 남자가 높았다. 그러나 체질량지수는 발달 1단계를 제외하고 모든 단계에서 여자가 남자보다 높았다(Table 6, 7).

Table 5. Maturation stage by age 13, 14 in males

Age(year)	Stage	Pubic hair	Testis
		n(%)	n(%)
13	1	25 (25)	74(74)
	2	29 (29)	16 (16)
	3	21 (21)	7 (7)
	4	18 (18)	3 (3)
	5	7 (7)	
14	1	7 (7)	
	2	20 (20)	
	3	33 (33)	
	4	32 (32)	
	5	8 (8)	

Table 6. Maturation stage by age 13, 14 in females

Age(year)	Stage	Pubic hair n (%)	Breast	
			n (%)	
13	1	11 (9.2)	-	
	2	24 (20.2)	8 (6.7)	
	3	39 (32.8)	19 (16.0)	
	4	35 (29.4)	22 (18.5)	
	5	10 (8.4)	70 (58.8)	
14	1	1 (0.8)	-	
	2	7 (5.9)	-	
	3	19 (16.0)	2 (1.7)	
	4	33 (27.7)	37 (31.1)	
	5	59 (49.6)	80 (67.2)	

Table 7. Mean height, weight and BMI in relation to the pubic hair development stage at age 13

Stage	Height		Weight		BMI	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
1	151.8±6.83	149.3±7.62	42.2±6.52	39.8±11.0	18.3±2.31	17.6±3.46
2	156.5±6.19	154.3±5.33	46.9±10.9	46.9±9.90	19.0±3.57	19.6±3.38
3	162.3±5.96	155.1±3.93	50.3±8.70	48.2±7.37	19.1±2.81	20.0±2.81
4	163.0±6.40	157.1±4.56	52.6±8.22	51.2±10.0	19.7±2.38	20.7±3.56
5	169.1±5.25	157.6±5.92	63.7±14.7	56.8±12.4	22.1±3.94	22.7±3.54

BMI : body mass index

Table 8. Mean height, weight and BMI in relation to the breast development in females and testis development in males at age 13

Stage	Height		Weight		BMI	
	male	Female	Male	Female	Male	Female
1	158.0±8.47	-	48.8±11.51	-	19.3±3.12	-
2	157.7±5.77	149.8±9.57	46.0±8.50	38.9±12.70	18.4±2.82	17.1±4.24
3	162.7±6.88	154.0±5.39	51.3±7.48	45.9±10.44	19.4±2.92	19.2±3.25
4	167.8±3.95	155.5±4.76	52.9±4.16	47.2±7.60	18.8±0.94	19.5±2.74
5	-	156.1±4.62	-	51.1±9.67	-	20.9±3.34

BMI : body mass index

#### 나. 음모발달단계에 따른 신체성장의 변화

13세의 음모발달 단계를 기준으로 전체 연구대상을 5개의 집단으로 분류하여 7세부터 17세까지 신체성장의 변화를 분석하였다. 5단계에 해당하는 남자는 7세에 평균 신장이 127.3cm로 다른 단계보다 평균 5.8cm 컸으며, 2, 3, 4단계의 평균신장은 각각 121.8cm, 122.9cm, 121.0cm, 120.1cm이었다. 각 집단의 연령에 따른 신장의 차이를 분석하기 위해 분산분석을 하였다. 7세의 신장은 발달 5단계의 신장이 1, 2단계보다 컸다( $p < 0.05$ ). 10세까지 각 단계별 신장의 차이는 비교적 일정하게 유지되었지만, 11세 이후에는 집단간의 차이가 커지기 시작하여 12세에 5단계 163.0cm, 4단계 155.1cm로 7.9cm의 차이가 있었다. 13세부터는 각 집단간의 차이가 줄어들기 시작하여 16세에는 5단계 174.9cm, 3단계 173.3cm로 1.6cm의 차이를 보였다. 여자의 경우도 신장의 변화가 남자와 비슷한 경향을 보였다. 7세의 신장은 발달 5단계와 발달 1단계가 다른 단계와 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.05$ ), 2단계와 3단계, 4단계는 집단간 차이가 없었다. 사춘기 이후의 시기인 14세부터는 각 집단간 신장의 차이가 없었다(Figure 11, 12). 남자에서는 발달 4단계의 경우 13세

에 증가속도가 급격히 감소하여 15-17세의 기간동안에는 1, 2, 3단계보다 오히려 평균신장이 낮았다.

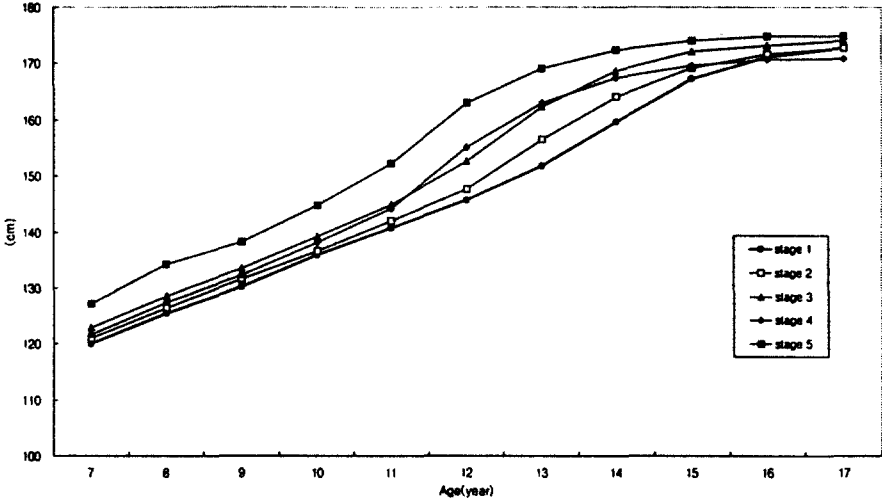


Figure 11. Height according to pubic hair stage at age 13 in males

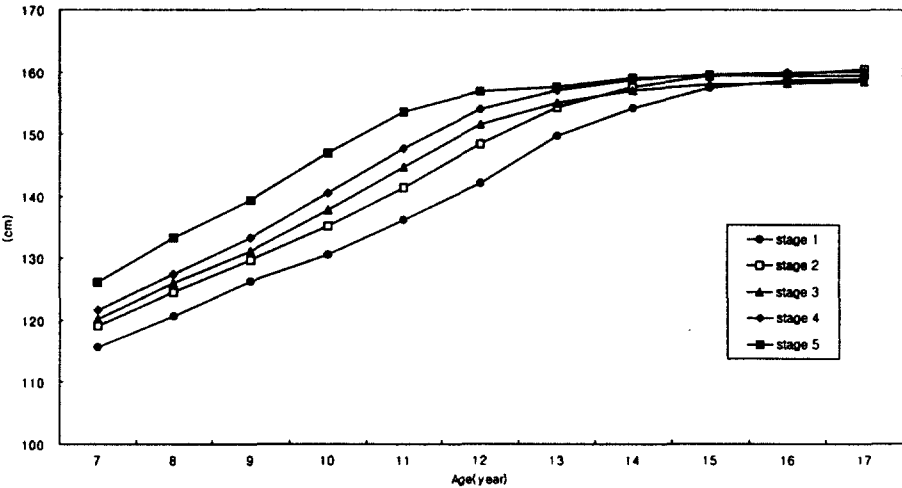


Figure 12. Height according to pubic hair stage at age 13 in females

체중의 경우, 음모발달 5단계에 속하는 7세 남자의 평균체중은 26.8kg으로 1,

2, 3단계의 22.0kg, 22.2kg, 22.4kg 보다 약 4.6kg 정도 컸으며, 이는 통계적으로도 유의하였다( $p < 0.05$ ). 이러한 차이는 연령이 증가하여도 지속되었으며, 17세에도 5단계의 체중은 평균 73.7kg으로 다른 단계보다 유의하게 높았다(4단계 제외,  $p < 0.05$ ). 여자는 7세의 평균체중이 음모발달 1단계가 19.4kg, 2단계 20.8kg, 3단계 21.6kg, 4단계 22.3kg, 5단계가 25.3kg,으로 5단계의 체중이 다른 단계보다 약 3.0kg ~ 5.9kg정도 높았으며, 이러한 차이는 통계적으로도 유의하였다(4단계제외,  $p < 0.05$ ). 그러나 남자와는 달리 14세 이후에는 음모발달 단계에 따른 평균체중의 변화는 없었다(Figure 13, 14).

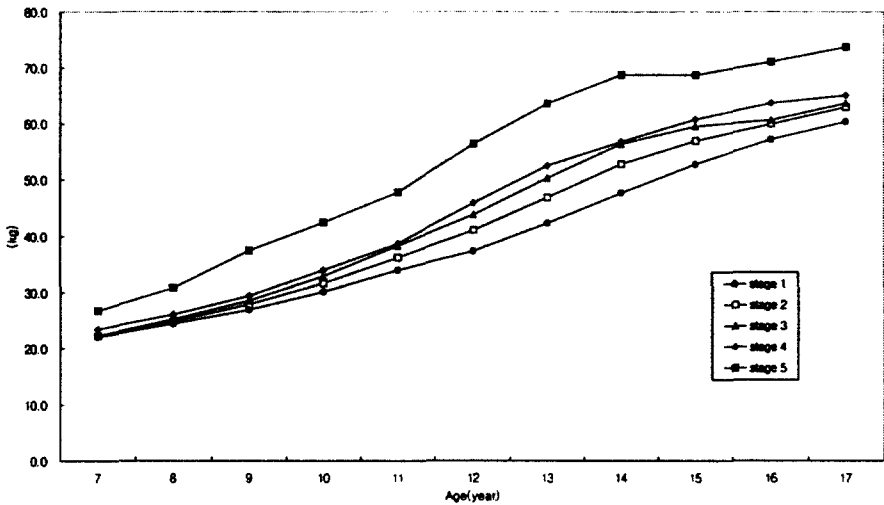


Figure 13. Weight according to pubic hair stage at age 13 in males

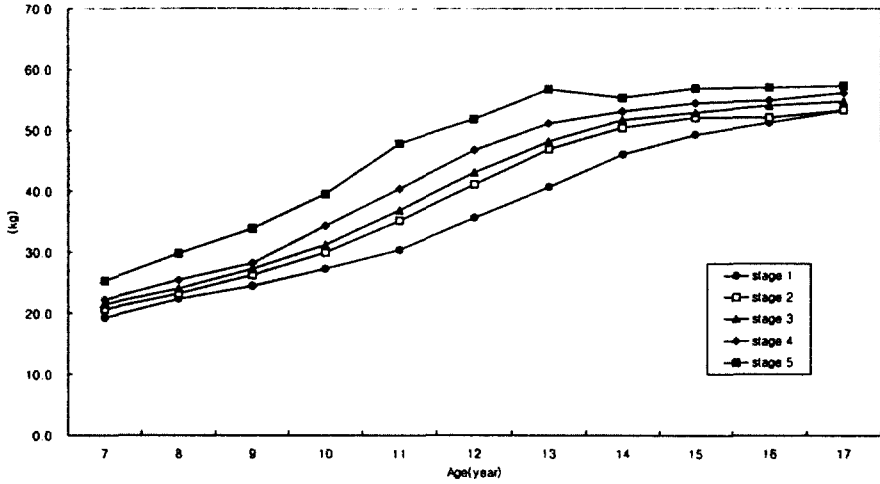


Figure 14. Weight according to pubic hair stage at age 13 in females

7세의 체질량지수는 남녀 모두 음모발달 단계와 관련성이 없었다(Figure 15, 16). 그러나 남자의 경우에는 9세 이후부터 체질량지수가 급격히 증가되어 사춘기 이후에도 지속적으로 다른 단계에 비해 높은 값을 보여주었으며, 17세의 평균 체질량지수는 음모발달 5단계가 다른 단계에 비해 통계적으로 유의하게 높았다(4단계 제외,  $p < 0.05$ ). 그러나 여자에서는 사춘기를 벗어난 시기인 14세 이후에는 발달 단계의 차이에 따른 체질량지수의 변화는 없었다.

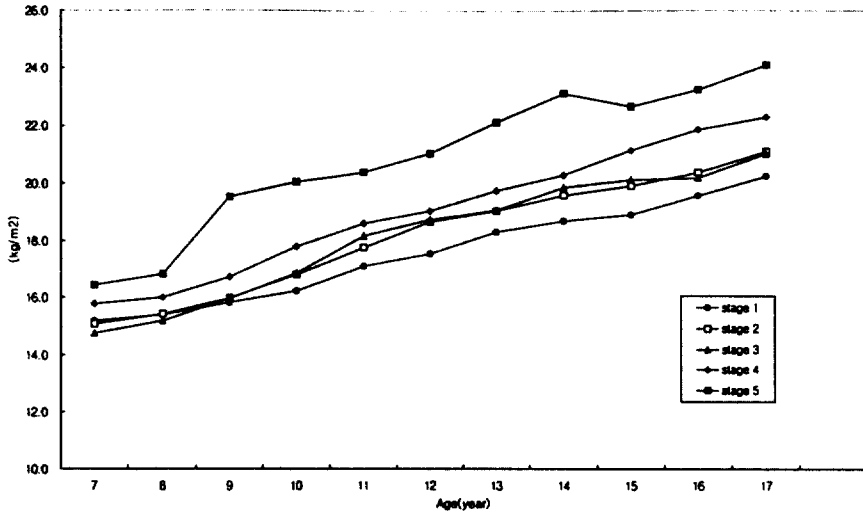


Figure 15. Body mass index according to pubic hair stage at age 13 in males

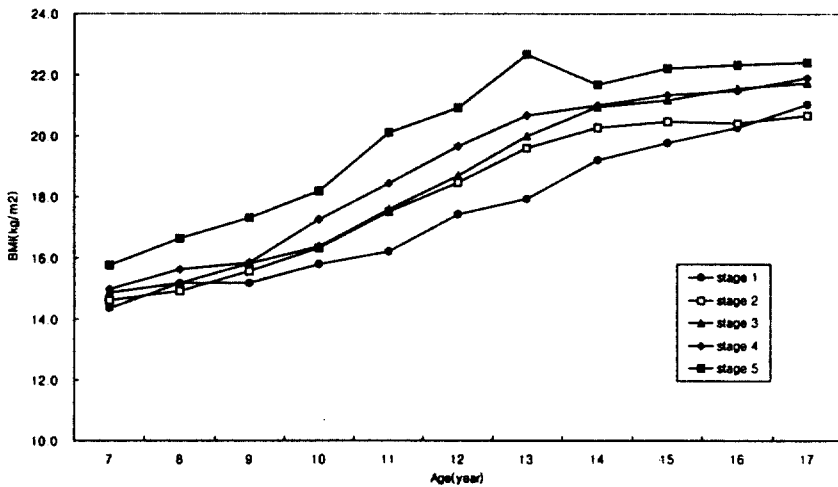


Figure 16. Body mass index according to pubic hair stage at age 13 in females

음모발달단계와 신장, 체중, 체질량지수의 변화와의 관련성을 보기 위해 다변량 분산분석(MANOVA)을 하였다. 남자와 여자 모두에서 7~17세의 기간동안 13세의 음모발달단계가 높을수록 신장, 체중, 체질량지수가 낮은 단계보다 컸으며, 이러한



차이는 통계적으로 유의하였다(Table 8).

Table 9. P values from MANOVA for repeated measurements for groups, based on the pubic hair stage

Variables		Male	Female
Height	Group	0.000	0.000
	Age	0.000	0.000
	Group× Age	0.000	0.000
Weight	Group	0.000	0.004
	Age	0.000	0.000
	Group× Age	0.000	0.000
BMI	Group	0.005	0.076
	Age	0.000	0.000
	Group× Age	0.002	0.001

BMI : body mass index

#### 다. 생식기발달단계에 따른 신체성장의 변화

유방발달 단계와 고환발달 단계에 따른 신장과 체중의 변화는 Figure 17-22과 같다. 고환발달단계는 모든 연령에서 발달단계간 신장과 체중, 체질량지수의 차이가 없었다. 여자에서 7세의 신장은 유방발달 5단계가 2단계에 비해 유의하게 컸다. 체중의 경우에도 7세에는 5단계가 2단계보다 컸지만, 사춘기 이후에는 이러한 차이가 줄어들기 시작하여 15세 이후에는 발달단계간 차이가 없었다. 체질량지수는 7세에 14.2~15.2로 발달단계간 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 12세 이후에는 5단계에 속하는 군의 체질량지수가 증가하기 시작하여, 12세에 5단계군의 체질량지수가 19.8, 4단계 18.2로 1.6의 차이가 있었으며, 17세에는 각각 22.1, 20.9로 1.2의 차이가 있었다. 그러나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

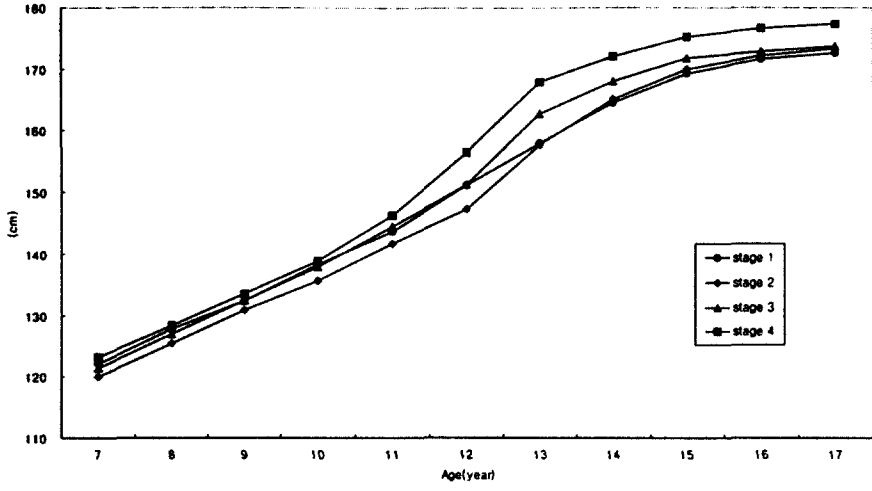


Figure 17. Height according to testis stage at age 13 in males

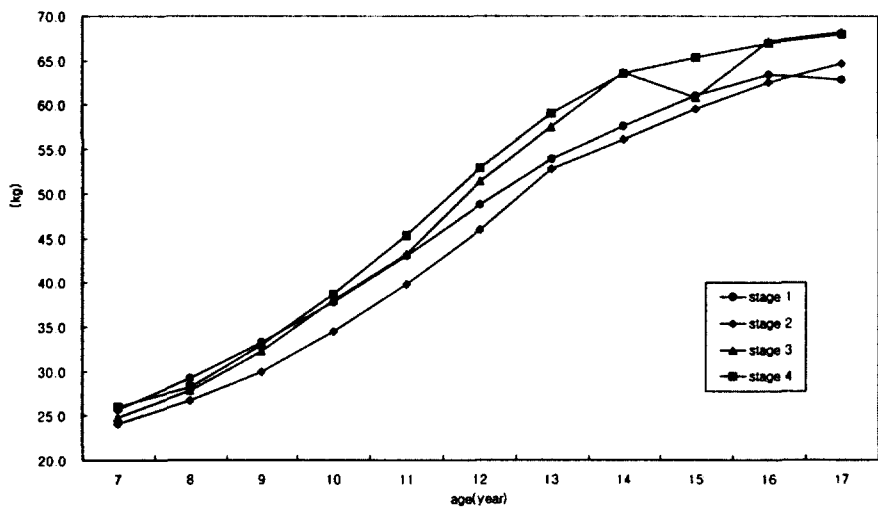


Figure 18. Weight according to testis stage at age 13 in males

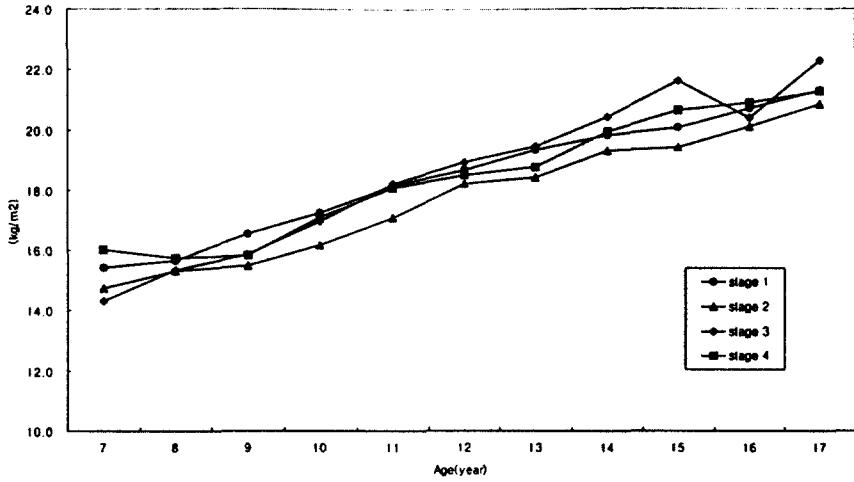


Figure 19. Body mass index according to testis stage at age 13 in males

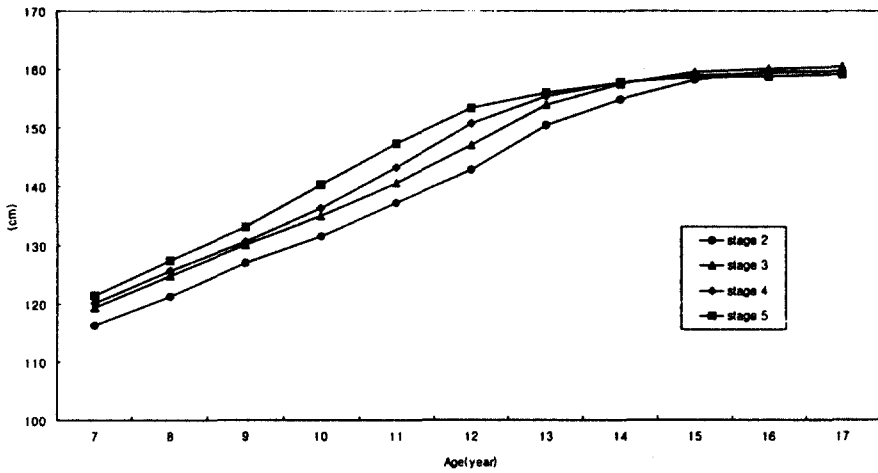


Figure 20. Height according to breast stage at age 13 in females

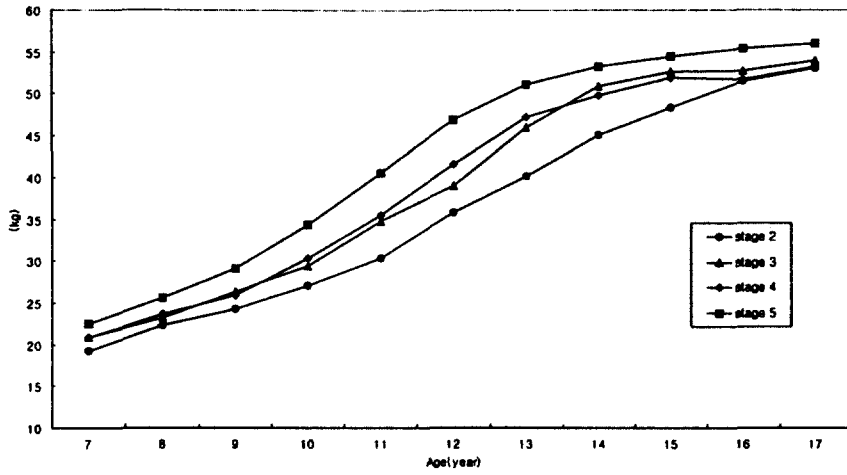


Figure 21. Weight according to breast stage at age 13 in females

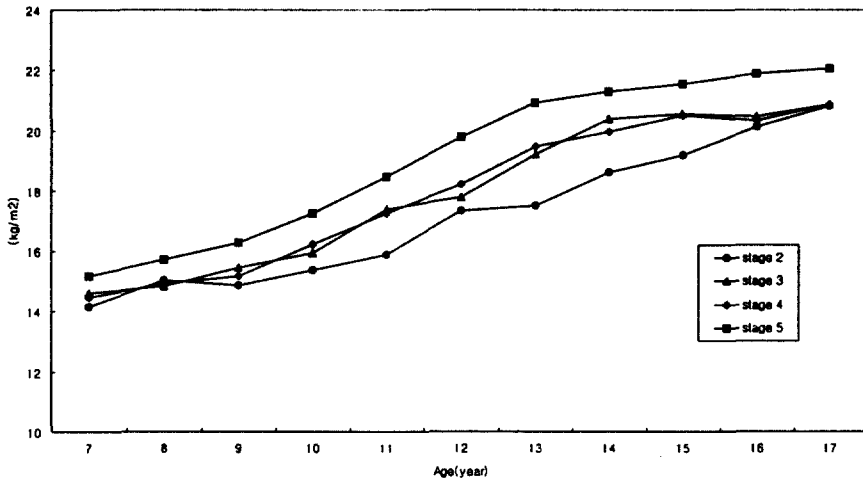


Figure 22. Body mass index according to breast stage at age 13 in females

라. 초경시작시점에 따른 신체성장의 변화

여자에서 초경시작일을 기준으로 25p미만에 해당하는 경우 Early, 25~75p은 Intermediate, 75p이상은 Late stage로 나누어 분석하였다. Table 9는 각 단계별로 초경시작 시점에서의 신장과 체중, 체질량지수의 평균을 나타낸 것이다. 초경시작 시점에서 신장과 체중, 체질량지수는 3그룹간 유의한 차이가 없었다.

Table 10. Height, weight and BMI at menarcheal age in females

Menarche stage	Year	Height		Weight		BMI	
	Mean±SD	Mean±SD	p	Mean±SD	p	Mean±SD	p
Early (n=24)	11.3±0.60	155.6±4.66	0.22	50.0±9.82	0.59	20.5±2.90	0.33
Intermediate (n=60)	12.6±0.40	155.9±4.61		49.5±8.59		20.3±3.12	
Late (n=34)	13.7±0.49	157.0±5.00		48.8±8.72		19.8±3.24	
all	12.7±0.96	156.1±4.73		49.4±8.82		20.2±3.10	

SD : standard deviation, BMI : body mass index

Figure 23-25은 각 그룹의 7세부터 17세까지의 신장과 체중, 체질량지수의 변화를 나타낸 그림이다. 신장의 경우, 연구 시작시점인 7세에 Early가 123.3cm, Intermediate 120.7cm, Late인 경우가 118.2cm으로 Early군이 Late군보다 평균 2.6cm정도 신장이 컸다. 초경시작시점이 빠른 경우가 신장이 컸으며, 이는 통계적으로 유의하였다(p<0.001). 이러한 차이는 14세까지 지속되었지만 15세 이후에는 3군간 신장의 차이는 없었다. 체중의 경우도 7세에는 Early군에서 컸으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 이러한 경향은 16세 까지 지속되었으며, 17세에는 Early군의 경우 체중이 62.4kg, Intermediate 55.8kg, Late 53.7kg으로 Early군이 Late군보다 평균체중이 8.7kg 컸다(p=0.06). 체질량지수는 7세부터 17세까지 추적조사 전 기간

동안 3군간의 차이가 지속되었다(7-13세 :  $p < 0.001$ , 14-16세 :  $p < 0.05$ , 17세 :  $p = 0.06$ ). 다변량 분산분석결과 신장과 체중, 체질량지수 모두 7~17세까지 3군간의 차이가 지속적으로 유지되었다(Table 10).

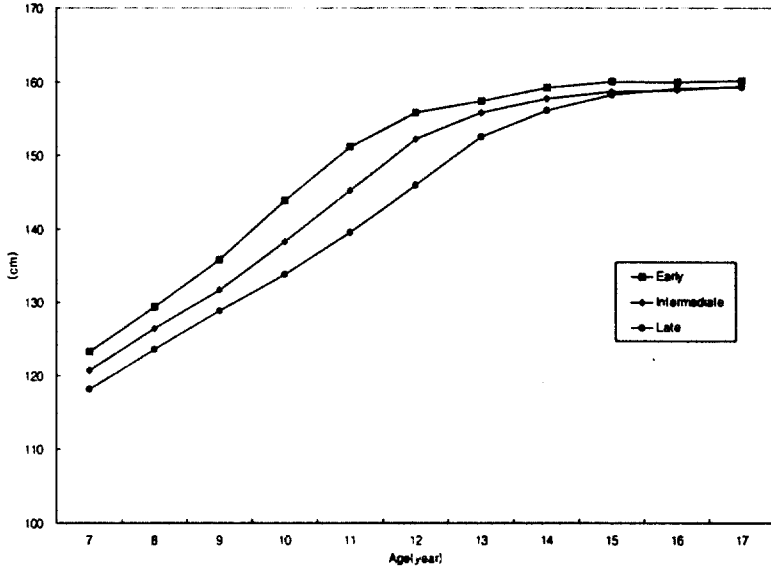


Figure 23. Height according to menarche in females

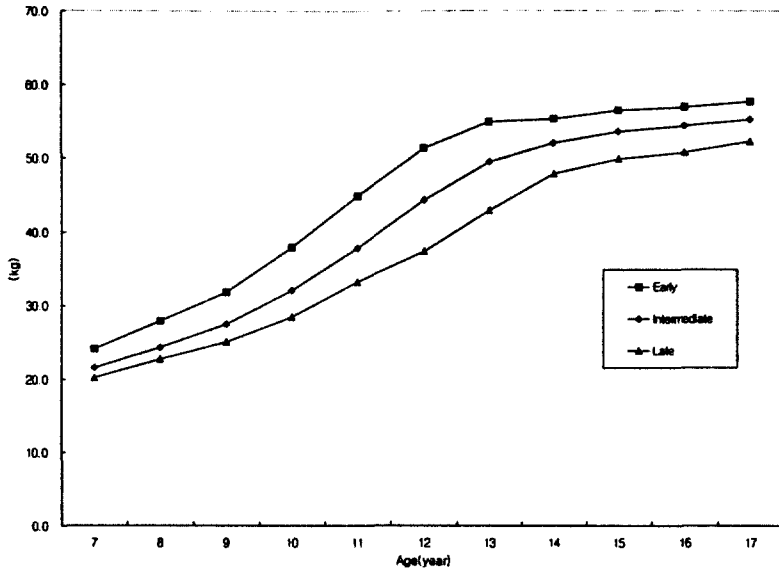


Figure 24. Weight according to menarche in females

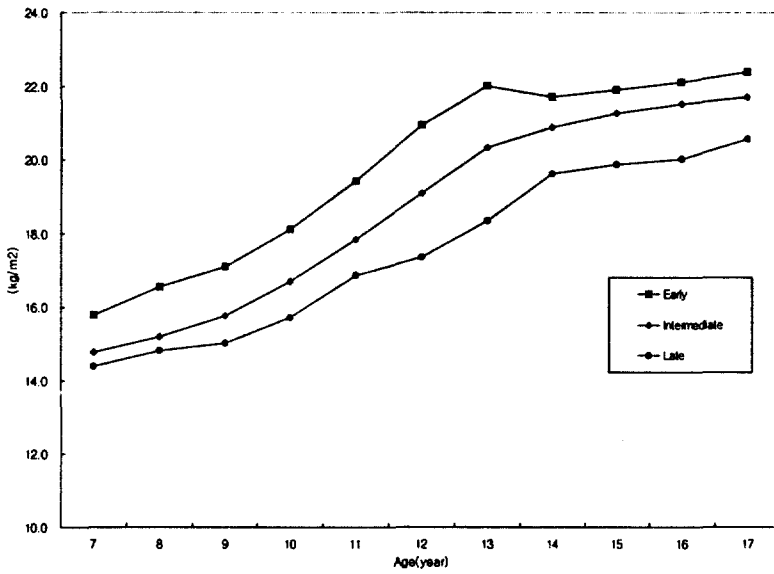


Figure 25. Body mass index according to menarche in females

Table 11. P values from MANOVA for repeated measurements for groups, based on the menarche age

	Height	Weight	BMI
Group	0.000	0.000	0.001
Age	0.000	0.000	0.000
Group×Age	0.000	0.000	0.000

BMI : body mass index



## 제5장 고찰

### 1. 연구방법에 대한 고찰

신장이나 체중의 경우에는 측정자에 따른 차이가 거의 없으나, 삼두박근 피부 두께와 상완둘레의 측정에는 측정자간의 측정오차가 문제가 될 수 있다. 특히 장기적인 추적조사를 하는 연구는 측정자간의 측정오차가 더욱 문제가 될 수 있다. 따라서 이 연구에서는 측정자의 수준을 동일하게 유지하기 위해서 매년 의과대학 4학년 중에서 조사원을 선발하였고, 측정의 정확도를 높이기 위한 훈련과 평가를 하였다. 또한 가능한 한 비슷한 시기에 측정하려고 노력하였다. 그러나 측정의 정확성의에도 소아 및 청소년의 신체성장 변화를 판단하는 데에는 정확한 연령의 산출이 필수적이며, 또한 적절한 시간간격을 두고 측정해야한다. 변화를 정확히 파악하기 위해서는 측정간격이 짧을수록 좋으며, 급격한 변화가 일어나는 사춘기에는 최소한 0.5년의 간격으로 측정하여야 이 시기의 변화를 정확히 파악할 수 있다. 본 연구는 매년 1회씩 학년 단위로 신체측정을 하였기 때문에 조사시점의 연령은 같은 학년이라도 서로 달랐다. 최초 측정시점인 초등학교 1학년 때의 연령은 평균 6.8세(6.3~7.4)로 1.1세의 차이가 있었다. 따라서 학년 단위로 분석한다면, 서로 다른 연령군을 포함하여 분석하기 때문에 신장과 체중의 급성장기를 정확히 파악할 수 없다. 또한 개개인마다 사춘기의 시작시점이 다르기 때문에 성성속도의 측정에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이 연구에서는 측정시점의 연령을 계산하여 분석에 이용하였다. 그러나 1년 단위로 측정하였기 때문에 연령을 교정한다 하더라도 신체성장의 변화를 정확히 반영하지 못할 가능성이 있다. 하지만 12년간의 장기적인 추적관찰을 통하여 자료를 분석하였기 때문에 이러한 제한점은 적으리라고 생각한다.

성성속도의 측정에 대한 관찰자간의 오차를 줄이기 위해 연구대상자들이 증학

교에 재학하는 시기인 1992년 8월 28일부터 9월 4일까지, 1993년 8월 27일부터 9월 4일까지, 1994년 8월 28일부터 8월 31일에 비슷한 시기에 걸쳐 남자의사와 여자의사 각 1명으로 하여금 측정하게 하였다. 남자의 생식기발달단계(고환의 크기)는 측정이 어려웠으며, 분석결과 신체성장의 변화를 정확히 반영하지 못하였다. 또한 음모발달단계보다 생식기발달단계가 늦게 나타나는 양상을 보였다. 이는 측정에 오차가 많았음을 간접적으로 제시한다고 할 수 있다. 1992년과 1994년 사이에 연구대상의 나이는 12-14세에 해당하였으며, 모든 연구대상이 포함된 13세의 성성숙단계를 기준으로 신체성장의 변화를 분석하였다.

초경시작 연령의 조사는 연구대상자의 기억에 의존하기 때문에 정확성에 문제가 있을 수 있다. Must 등(1999)은 초경시작 당시의 연령과 체중에 대한 기억의 정확성에 대한 연구를 시행하였는데, 30년 후에도 실제 초경연령과 기억한 초경연령은 매우 상관성이 높았으며( $r=0.80$ ), 실제 보다 평균 0.09(표준편차 0.89)년 빨리 시작했다고 기억하였다. 본 연구에서 초경시작 연령에 대한 조사는 12-14세 사이에 이루어 졌기 때문에 실제 초경시작 연령과는 1-2년 정도의 차이가 있다. 따라서 Must 등의 연구보다 신뢰도와 타당도가 더 높을 것으로 생각된다.

본 연구에서 제외된 사람은 12년간 추적할 수 없었던 사람들로서, Table 1에서 제시한 바와 같이 여자와 남자에서 분석에 포함된 집단과 포함되지 않은 집단간에 신장, 체중, 혈압은 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그러나, 이 두 집단의 출생체중에 차이가 없는지를 평가하지는 못하였다. 출생체중은 태내의 환경을 반영하는 것으로 이의 차이가 GnRH의 분비를 변화시킬 수 있으며, 또한 유전적인 요인이 출생체중에 산모의 영양상태와 관계없이 영향을 끼칠 수 있다. 1998년에 출생체중을 조사한 결과, 응답자 중에서 자녀의 출생체중을 알고 있는 사람은 42.8%에 불과하였으며, 자녀의 출생체중을 모르는 사람의 87.7%가 가정에서 출산한 경우였다. 따라서 출생체중을 아는 사람과 모르는 사람은 소득이나 직업, 학력, 거주지 등의 환경요인과 영양상태가 다를 가능성이 있다.

## 2. 연구결과에 대한 고찰

본 연구에서 7세의 신장은 남자 121.8cm, 여자 120.5cm로 남자의 신장이 컸으며, 신장의 급성장이 일어나는 시기는 남자 12-14세, 여자 10-12세였다. 남자는 12~13세에 연평균 7.9cm의 성장으로 성장속도가 가장 컸으며, 여자는 10~11세에 연평균 6.7cm가 성장하여 여자가 남자보다 약 2년 정도 빨리 급성장기가 나타났지만, 평균 성장속도는 남자가 약 1.2cm/year로 컸다. 여자에서 신장의 급성장기에 해당하는 10-12세에의 신장은 남자보다 컸지만, 13세 이후에는 남자의 신장이 여자보다 컸다. 지금까지 우리 나라의 연구는 단면연구 결과만이 제시되어 있어 본 연구결과와 비교하는 것은 바람직하지 않지만, 대표적인 단면연구인 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치(1998)에 따르면 11세에 남자의 신장이 143.5cm, 여자 144.2cm로 여자가 컸지만, 13세 이후로는 남자의 신장이 다시 여자보다 커지는 경향을 보였다. 신장의 최대 증가시기는 남자에서 13~14세에 연평균 7.4cm 성장하였고, 여자는 11~12세에 연평균 6.7cm가 성장하여, 본 연구결과보다 1년 정도 늦게 나타났다. 안주영 등(1996)은 서울지역 학생을 대상으로 한 단면연구에서 10-12세 사이에서 여아의 신장이 남자보다 컸으며, 신장의 최대 증가율을 보인 시기가 남자 11-12세 사이에서 6.9cm, 여자 10-11세 사이에서 7.0cm라고 보고하였다. 최대 증가율은 여자의 경우는 본 연구결과와 일치하였으나 남자의 경우는 약 1세 정도 빨랐다. Berkey 등(1993)은 7세부터 18세까지 장기간의 추적조사를 통하여 신장의 변화를 조사하였다. 연구결과 7세의 신장은 남자 122cm, 여자 121cm로 본 연구결과보다 약 1.0cm 정도 신장이 컸으며, 11-13세까지 여자의 신장이 남자보다 컸으나, 이후로는 남자의 신장이 컸다. 17세에는 신장이 남자 176cm, 여자 163cm로 평균 약 3.0cm 정도 컸다. 신장의 최대 증가시기는 남자에서 13~14세에 연평균 9.56cm/y가 성장하였고, 여자는 11~12세에 8.09cm/y가 성장하였다. 7세의 신장은 본 연구결과와 많은 차이를 보이지 않았으나, 성장의 급성장이 발생하는 사춘기와 사춘기 이후의 시기에는 신장의 차이가 커지는 경향을 보였으며,

Tanner와 Davies(1985)의 연구도 비슷한 경향을 보였다.

체중의 변화는 남녀 모두 신장의 급성장이 일어나는 시기에 다른 연령보다 증가속도가 빨랐으며, 신장과 마찬가지로 14세 이후에는 남자의 체중이 여자보다 컸다. 최대 성장시기는 남자에서 12~13세에 연평균 6.0kg이 성장하였고, 여자에서는 남자보다 1년 빠른 11~12세에 연평균 5.9kg이 성장하였다. 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치(1998)에서는 남자에서 13~14세에 연평균 6.5kg이 증가하였고, 여자는 11~12세에 연평균 5.4kg이 성장하여 최대 증가율을 보였다.

체질량지수는 남녀 모두에서 연령이 증가함에 따라 점차적으로 증가하였으며, 남자의 체질량지수가 11세까지는 여자보다 높았으나, 12세부터 여자가 높았다. 이러한 체질량지수 변화의 특징은 상완둘레와 삼두박근 피부두께의 변화를 통해 알 수 있다. 즉, 상완둘레는 연령이 증가함에 따라 남녀 모두가 일정한 차이를 가지고 증가하는 경향을 보이지만, 삼두박근 피부두께가 여자에서 11세 이후에 급격히 증가하며, 남자에서는 오히려 감소하는 경향을 보였다. 따라서 이시기의 체질량지수 증가는 남자에서는 근육의 증가로 인한 것이지만, 여자에서는 지방조직의 증가로 인한 것임을 알 수 있었다. Kemper와 Verschuur(1985)도 지방을 고려하여 상완의 둘레를 측정된 결과 남아에서는 상완 둘레가 약간 증가하였지만, 여아의 경우에는 보정하기 전과 차이를 보이지 않았다고 보고하여, 여아의 지방분포(fat distribution) 현상을 설명하였다. van Lenthe 등(1996)은 13세에서 16세까지 남녀 모두에서 체질량지수가 증가하지만, 남자는 비지방조직의 증가로 인한 것이며, 여자는 지방조직의 증가로 인한 것이라고 보고하여 본 연구와 일치하였다.

사춘기의 발현시기는 본 연구에서 직접 측정하지 못했지만, 13세의 음모발달 단계를 살펴보면, 여자가 남자보다 빨리 사춘기가 시작되며, 13세 이전에 이미 대부분의 아동들이 사춘기가 시작되어 실제 발현시기는 이보다 이르다고 생각된다. 따라서 외국의 통계와 비슷할 것으로 생각된다. 성성숙단계에 따른 신체성장의 변화를 분석하기 위해 본 연구에서는 13세의 음모발달단계와 생식기발달단계를 이용하였으며, 또한 초경시작시점을 이용하였다. 음모의 성숙이 빠른 경우에 남녀 모두 사춘기가 시작하기 전인 7-10세까지의 기간동안 신장이 컸다. 그러나 이러한 경향은 사춘기 이후에는 사라져 음모의 발달단계별 신장의 차이는 없었다. 그러나

남자에서는 체중의 경우, 7-17세까지 성숙이 빠른 경우의 체중이 그렇지 않은 경우보다 통계적으로 유의하게 컸다. 그러나 여자의 경우, 남자와는 달리 14세 이후에는 음모발달 단계에 따른 평균체중의 변화가 없었으며, 체질량지수도 남아에서는 17세에 성숙이 빠른 경우가 그렇지 않은 경우보다 높았지만, 여자에서는 체중과 마찬가지로 14세 이후에는 차이가 없었다. 즉, 음모발달단계는 남자에서 7세의 신장이 큰 경우가 음모발달이 빨리 나타나지만 최종신장은 이러한 차이와는 무관하였다. 그러나 7세의 체중이 많이 나가는 경우에 음모발달이 빨리 시작되며, 사춘기 이후에도 이러한 체중의 증가가 지속되었다. 여자의 경우는 사춘기 이전의 시기인 7-9세의 기간에는 신장과 체중이 높은 경우에 음모발달이 빨리 시작되었지만, 남자와는 달리 14세 이후에는 신장과 체중, 체질량지수의 변화가 음모발달단계와는 무관하였다. 생식기발달단계에 따른 성장의 변화는 남자의 경우, 고환의 발달 시점은 신체성장의 변화와는 관련성이 없었으며, 사춘기의 성장의 변화를 반영하지 못하였다. 유방발달단계는 음모발달단계와 비슷한 경향을 보였다. 그러나 고환의 발달단계는 남자의 경우 1단계 74%, 2단계 16%로 90%가 1, 2단계에 해당하였으며, 유방발달단계는 92%가 4, 5단계에 속하여 발달단계별로 신체성장의 변화를 정확히 반영하지 못하였을 가능성이 있다.

본 연구에서 여자의 초경시작 연령은 평균 12.76세였다. 영국의 경우 Cooper 등(1996)은 평균 초경시작 연령이 12.8세로 보고하고 있으며, 미국의 경우에는 Herman 등(1997)이 3-12세 사이의 17,077명의 여아를 대상으로 이차성징의 발현 특징과 초경시작 연령에 대한 단면연구를 시행하였는데, 유방발달은 흑인에서 평균 8.87세에 시작하였고, 백인은 9.96세, 음모의 발달은 흑인 8.78세, 백인 10.51세였다. 초경시작 연령은 흑인의 경우 12.16세, 백인 12.88세로 흑인이 백인보다 사춘기가 빨리 시작하였다고 보고하였다. 연구결과, 초경시작 당시의 신장과 체중, 체질량지수는 3집단(25p이하, 25p~75p, 75p이상)에서 서로 차이가 없었으나, 7-9세의 기간에는 초경시작 연령이 빠른 경우에 신장과 체중, 체질량지수 모두가 그렇지 않은 경우보다 높은 값을 보였다. 그러나 신장의 경우는 15세 이후에는 집단간 차이가 없어졌으나, 체중과 체질량지수의 경우에는 사춘기가 완성된 이후에도 초경시작 연령이 빠른 경우에 지속적으로 높은 값을 보였으며, 이는 외국의 연구결

과와 일치하였다( Garm 등, 1986; Wellens 등, 1992; Power 등, 1997).

성성속도와 신체성장의 변화에 대한 외국의 연구에서 van Lente 등(1996)은 13-27세의 기간동안 남녀 모두에서 사춘기가 빠른 경우에 느린 경우보다 체질량 지수가 높았다고 보고하였으며, Vickho와 Apter(1984)는 사춘기가 빠른 경우에 체지방의 축적을 증진하는 호르몬인 estradiol의 농도가 25세까지 높게 유지되며, 비만도가 높다고 보고하였다. 영국의 출생 코호트 (British birth cohort)연구에 따르면, 신장은 사춘기가 빠른 경우에 남자에서는 최종신장이 컸지만, 여자에서는 오히려 반대의 현상을 보였다(Tanner, 1989). 이러한 경향은 다른 연구에서도 보고하였다(Garm, 1986; Wellens, 1992). 또한 van Lenthe 등(1996)은 초경이 빠른 경우에 trunk-oriented fat pattern을 보이고, 따라서 초경시작 연령은 관상동맥질환의 위험요인인 체지방의 정도와 분포에 관련이 있다고 보고하였다. 최근 Wattigney 등(1999)은 Bogalusa Hearth Study에서 2가지의 코호트를 이용하여 8세부터 17세까지 아동들을 추적 조사한 결과, 여자에서 비만도의 증가로 인하여 초경시작시기가 빨라지며, 비만과 초경시작 연령은 심혈관계질환과 유방암과 관련성이 있다고 보고하였다.

본 연구결과는 체중과 체질량지수의 경우 남녀 모두 사춘기의 시작이 상대적으로 빠른 경우에 높은 값을 나타내었으며, 이러한 차이는 사춘기 이후에도 지속되어 외국의 연구결과와 일치하였다. 그러나 남자에서는 이러한 차이가 통계적으로 유의하였지만, 여자에서는 통계적으로 유의하지는 않았다. 반면, 신장의 경우는 남녀 모두 외국의 연구와 달리 최종신장의 차이가 없었다. 이러한 차이는 크게 세 가지 원인으로 생각해 볼 수 있다. 첫째, 17세 이후에도 신장이 성장하기 때문에 이 시기의 신장은 최종신장을 반영하지는 못한다. 둘째, 사회경제적 요인과 식습관의 차이로 인하여 영양상태나 건강상태가 서로 다를 가능성이 있지만, 이러한 차이를 고려하지 못하였으며, 이는 본 연구의 가장 큰 제한점의 하나이다. 마지막으로, 전체 연구대상의 수가 219명으로 성성속 단계별로 다시 재분류하는 과정에서 충분한 수의 연구대상을 확보할 수 없었다.

그러나 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구의 결과는 우리나라에서 최초로 장기적인 추적조사를 통하여 신체성장의 변화를 파악하였으며, 성성속도에 따른

신체성장의 변화를 파악했는데 그 의의가 있다. 또한 사춘기 시작 연령이 빠른 경우에 남녀 모두에서 체중과 체질량지수가 높았으며, 사춘기 이후에도 지속적으로 높은 값을 보이는 것으로 보아 이러한 사춘기 시작 연령의 차이와 비만이 서로 관련성이 있음을 확인할 수 있었다. 최근의 연구에서는 출생체중과 태내의 환경 등이 성장과 발달에 중요한 영향을 미치며, 또한 사춘기 시작 연령을 결정한다는 연구결과들이 보고되고 있다(Barker, 1993; Jessica 등, 1999). 따라서 신체성장의 변화를 정확히 파악하기 위해서는 산모의 상태와 태내의 환경, 출생체중에 대한 정확한 조사와 신체성장 뿐만 아니라 출생이후의 환경의 영향을 고려할 수 있는 보다 대표성 높고 큰 규모의 연구가 필요하다.

## 제6장 결 론

신체성장의 변화와 초경시작 연령과의 관련성을 알아보기 위해 1986년 현재 경기도 강화군 강화읍에 거주하고 있는 전체 초등학교 학생 430명을 1997년까지 12년간 신장, 체중, 상완둘레, 삼두박근 피부두께 및 체질량지수를 추적 조사하였다. 1997년까지 추적이 가능했던 남자 100명과 여자 119명을 대상으로 하여 신체성장의 자연사와 성성속도에 따른 신체성장의 변화를 파악하고자 하였다. 성성숙 단계에 따른 신체성장의 변화를 분석하기 위해 본 연구에서는 13세의 음모발달단계와 생식기발달단계를 이용하였으며, 또한 초경시작시점을 이용하였다. 연구결과는 다음과 같다.

1. 7세의 신장은 남자 121.8cm, 여자 120.5cm로 남자의 신장이 컸으며, 신장의 급성장이 일어나는 시기는 남자 12-14세, 여자 10-12세였다. 남자는 12~13세에 연평균 7.9cm의 성장으로 성장속도가 가장 컸으며, 여자는 10~11세에 연평균 6.7cm가 성장하여 여자가 남자보다 약 2년 정도 빨리 급성장기가 나타났지만, 평균 성장속도는 남자가 컸다. 여자에서 신장의 급성장기에 해당하는 10-12세의 신장은 남자보다 컸지만, 13세 이후에는 남자의 신장이 여자보다 컸다. 체중의 변화는 남녀 모두 신장의 급성장이 일어나는 시기에 다른 연령보다 증가속도가 빨랐으며, 신장과 마찬가지로 14세 이후부터는 남자의 체중이 여자보다 컸다. 체질량지수는 남녀 모두에서 연령이 증가함에 따라 점차적으로 증가하였으며, 남자의 체질량지수가 11세까지는 여자보다 높았으나, 12세부터 여자가 높았다. 체질량지수의 변화는 남자에서는 비지방조직의 증가로 인하여 일어나지만, 반면 여자에서는 지방조직의 증가로 체질량지수가 증가하였다.

2. 음모발달단계가 빠른 경우 남자에서 7-9세까지는 신장과 체중, 체질량지수



가 음모발달이 느린 경우보다 컸으며, 체중과 체질량지수의 경우에는 이러한 차이가 17세까지 지속되었다. 그러나 신장의 경우 사춘기 이후의 시기인 14세 이후에는 음모발달단계별 신장의 차이는 없었다. 반면, 여자의 경우에는 14세 이후에는 음모발달 단계에 따른 신장과 체중 및 체질량지수의 차이는 없었다. 그러나 여자에서 7~9세의 기간에는 초경시작 연령이 빠른 경우에 신장과 체중, 체질량지수 모두가 초경시작 연령이 느린 경우보다 높은 값을 보였으며, 체중과 체질량지수의 경우에는 사춘기가 완성된 이후에도 초경시작 연령이 빠른 경우에 지속적으로 높았다.

이러한 연구결과는 사춘기 시작 연령과 체중, 혹은 체질량지수가 서로 관련성이 있음을 나타낸다. 그러나 사춘기 시작 연령은 출생체중과 태내의 환경, 출생이후의 성장환경 등의 여러 가지 요인과 관련성이 있기 때문에 신체성장의 변화를 정확히 파악하기 위해서는 이러한 요인의 고려가 필요하다.

## 참고문헌

- 권이혁, 박순용. 성장발육에 관한 조사-각급 학교 학생의 건강관리와 체위향상에 관한 연구. 서울대학교 보건진료소, 59-85, 1968
- 김영택, 이창란. 한국 소아의 신체발육의 시대적 추이. 대한의학협회지 1965;8:290-7
- 김 집. 소아의 성장발육에 영향을 미치는 유전적 인자. 대한의학협회지 1965;8:302-7
- 박환규, 홍창호, 김덕희. 한국 청소년기 남녀의 성성속도에 따른 성장 발달 상태. 소아과 1994;37(9):1187-95
- 심태섭, 고흥욱. 1985년 한국소아 신체발육 표준치. 소아과 1986;29:232-54
- 안주영, 강진섭, 홍영진, 안돈희, 서성제. 서울지역 학생의 발육 표준치에 대한 통계적 관찰. 소아과 1996;39(12):1669-79
- Abbassi V. Growth and Normal Puberty. Pediatrics 1998;102:507-11
- Barker DJ. The intrauterine origins of cardiovascular disease. Acta paediatr suppl 1993;82(suppl 391):93-9
- Berkey CS, Dockery DW, Wang X, Wypij D, Ferris B Jr. Longitudinal height velocity standards for US adolescents. Stat Med. 1993;12:403-414
- Beunen G, Malinal RM, Ostyn M, Renson R, Simons J, van Gerven D. Fatness and skeletal maturity of Belgian boys 12 through 17 years of age. Am J Phys Anthropol 1982;59:387-92
- Beunen GP, Malina RM, Lefevre JA, Claessens AL, Renson R, Vanreusel B. Adiposity and biological maturation in girls 6-16 years of age. Int J Obes 1994;18:542-6

- Brundtland GH, Liestol K, Walloe L. Height, Weight and menarcheal age of Oslo schoolchildren during the last 60 years. *Ann Hum Biol* 1980;7:307-22
- Casey A.V., Dwyer J.T., Coleman K.A., Valadian I. Body mass index from childhood to middle age: a 50-y follow-up. *Am J Clin Nutr* 1992;56:14-8.
- Cooper C, Kuh D, Egger P, Wadsworth M, Barker D. Childhood growth and age at menarche. *Br J Obstet Gynecol* 1996;103:814-7
- de Ridder CM, Thihssen JHH, Bruning PF, van den brande JL, Zonderland ML, Erich WBM. Body fat mass, body fat distribution and pubertal development: a longitudinal study of physical and hormonal sexual maturation of girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1992;75:442-6
- Falkenberg M. Steps towards the prevention of obesity and associated complications. *International Journal of Obesity* 1999;23(supp 4):s20-s22.
- Flegal KM, Harlan WR, Landis JR. Secular trends in body mass index and skinfold thickness with socioeconomic factors in young adult women. *Am J Clin Nutr* 1988;48:535-43
- Flegal KM, Harlan WR, Landis JR. Secular trends in body mass index and skinfold thickness with socioeconomic factors in young adult men. *Am J Clin Nutr* 1988;48:544-51
- Frederick LB, Nae-Yuh W, Lucy AM, Kung-Yee L, Michael JK. Body Weight Patterns From 20 to 49 Years of Age and Subsequent Risk for Diabetes Mellitus: The Johns Hopkins Precursors Study.
- Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. U.S.A. : Texas University of Michigan Press, 1990
- Foster TA, Voors AW, Webber LS, Frerichs RR, Berenson GS. Anthropometric and maturation measurements of children, ages 5 to 14 years, in a biracial community—the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1977;30:582-91

- Garn SM, La Velle M, Rosenberg KR, Hawthorne VM. Maturational timing as a factor in female fatness and obesity. *Am J Clin Nutr* 1986;43:879-83.
- Garn SM. The secular trends and influencing factors. *Ann Hum Biol* 1988;15:275-88
- Gidding SS, Leibel RL, Daniels S, Rosenbaum M, Van Horn L, Marx GR. Understanding obesity in youth. A statement for healthcare professionals from the committee on atherosclerosis cardiovascular disease in the youth and the nutrition committee, American Heart Association. *Circulation* 1996;94:3383-3387
- Goetz DR, Caron W. A biopsychosocial model for youth obesity: Consideration of an ecosystemic collaboration. *International Journal of Obesity* 1999;23(supp 2):S58-S64.
- Guilliford MC, Rona RJ, Chinn S. Trends in body mass index in young adults in England and Scotland from 1973 to 1988. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:187-90
- Guo SS, Roche AF, Chumlea WC, Gardner JC, Siervogel RM. The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35. *Am J Clin Nutr* 1994;59:810-819
- Hauspie RC, Vercauteren, susanne C. secular changes in growth and maturation: an update. *Acta Paediatr Suppl* 1997;423:20-7
- Himes JH, Agreement among anthropometric indicators identifying the fattest adolescents. *International Journal of Obesity* 1999;23(supp 2):S18-S21.
- Hiroki S., Katsumi Y., Michiko M., Takashi I., Eiko T., Seiichiro N.. Temporal course of the development of obesity in Japanese school children: A cohort study based on the Keio Study. *J Pediatr* 1999;134(6):749-754.
- Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983;67:968-77

- Ingemar P, Eredrik A, Uwe E, Torsten T, Meng QY, dietrich VR et al.  
 Influence of Perinatal Factors on the Onset of Puberty in Boys and  
 Girls: Implications for Interpretation of Link with Risk of Long Term  
 Disease. *Am J Epidemiol* 1999;150(7):747-55
- Lee PA. Normal ages of Pubetal events among american males and females. *J  
 Adolesc Health Care* 1980;1:26-9
- Lenthe F.J.V., Kemper H.C.G., Mechelen W.V., Twi나 J.W.R.. Development and  
 Tracking of Central Patterns of Subcutaneous Fat in Adolescence and  
 Adulthood: The Amsterdam Growth and Health Study. *Int J Epidemiol*  
 1996;25(6):1162-1170.
- Liestol K. Social conditions and menarcheal age: the importance of early years  
 of life. *Ann Hum Biol* 1982;9:521-37
- Malina RM. Research on secular trends in auxology. *Anthropologische anzeiger*  
 1990;48:209-27
- Marshall WA, Tanner JM. Puberty. In: Falker F, Tanner JM, eds. *Human  
 Growth. II. Postnatal Growth* New York, NY: Plenum Press;  
 1986:171-209
- Must A, Philips SM, Blum M, Harris S, Dawson-Hughes B, Rand WM.  
 Accuracy of Long-Term Recal of Early Menstrual History and  
 Menarcheal Weight Status. *Am J Epidemio* 1999;149(11):s26
- Myles SF, Abgeki O, Christopher E, Moonseong H, Steven BH, David BA.  
 Evidence for Independent Genetic Influences on Fat Mass and Body  
 Mass Index in a Pediatric Twin Sample. *Pediatrics* 1999;104(1):61-67.
- Olivier G, Devigne G. Biology and social structure 1983. *J Biosoc Sci*  
 1983;15:379-89
- Power C, Lake JK, Cole TJ. Body mass index and height from childhood to  
 adulthood in the 1958 British birth cohort. *Am J Clin Nutr*  
 1997;66:1064-101

- Power C, Lake JK, Cole TJ. Body mass index and height from childhood to adulthood in the 1958 British birth cohort. *Am J Clin Nutr* 1997;66:1094-101
- Richard SS, Judith K. Influence of the Home Environment on the Development of Obesity in Children. *Pediatrics* 1999;130(6):1278.
- Jessica R, Susan MC. Update on pubertal development. *Curr Opin Obstet Gynecol* 1999;11(5):457-62
- Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev Med* 1993;22:167-177
- Sorensen H.T., Svend S., Kenneth J.R., Matthew G., Flemming H.S., Peer F., Thorkild I.A.S., Birth Weight and Length as Predictors for Adult Height. *Am J Epidemiol* 1999;149(8):726-729.
- Stark O, Atkins E, Wolff OH, Douglas JWB. Longitudinal study of obesity in the National Survey of Health and Development. *Br Med J* 1981;283:13-7
- Strauss RS, Must A. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *International Journal of Obesity* 1999;23(supp 2):S2-S11.
- Story M. School-based approaches for preventing and treating obesity. *International Journal of Obesity* 1999;23(supp 2):S43-S51.
- Susanne C. Living conditions and secular trend. *J Hum Evol* 1985;14:357-70
- Takaishi M, Growth standards for Japanese children - an overview with special reference to secular change in growth. In: Hauspie R, Lindgren G, Lalkner F, editors. *Essays on auxology presented to James Mouilyan Tanner*. Wlwyn Garden City: Castlemead Publications, 1995:302-11
- Tanner JM, Whitehouse RH. The adolscent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Ann Hum Bio.* 1976;3:109-26
- Tanner JM. *A history of the study of human growth*. London: Cambridge University Press, 1981

- Tanner JM. Growth as a mirror of condition of society: secular trends and class distinctions. In: demirjan A, editor. Human growth - a multidisciplinary review. London/Philadelphia: Taylor & Francis, 1986:3-34
- Troiano RP, Flegal KM. Overweight prevalence among youth in the United States: Why so many different numbers? International Journal of Obesity 1999;23(supp 2):S22-S27.
- Ulizzi L, Terrenato L. A comparaison between secular trends of stature and some socio-economic factors in Italy 1982. J Hum Evol;11:715-20
- van Lenthe FJ, Kemper HCG, van Mechelen W. Rapid maturation in adolescence results in greater obesity in adulthood: the Amsterdam Growth and Health Study. Am J Clin Nutr 1996;64:18-24
- van Lenthe FJ, Kemper HCG, van Mechelen W, et al. Biological maturation and the distribution of subcutaneous fat from adolescence into adulthood. Int J Obes 1996;20:121-9.
- van Wieringen JC. Secular growth changes. In: Falker F, Tanner JM, editors. Human growth-volume 3. end edn. New York: Plenum Press, 1986:307-31
- Vercauteren M, Evolution seculaire et normes de croissance chez des enfants Belges. Bulletin de la societe Royale Belge d'Anthropologie et de Prehistoire 1984;95:109-23
- Vercauteren M, Hauspie RC, Susanne C. Biometry of Belgian boys and girls: changes since Quetelet. In : Susanne C, Bodzsar E, editors. Secular trend in Europe, Budapest: Eotbos Lorand University Press, 1997(in press)
- Ward WP, Ward PC. Infant birth weight and nutrution in industrializing Montreal. Am Hist Rev 1984;89:324-45
- Wellens R, Malina RM, Roche AF, Chumlea WC, Guo S, Siervogel RM. Body size and fatness in young adults in relation to age of menarche. Am J

Hum Biol 1992;4:783-7

Wattigney WA, Srinivasan SR, Chen W, Greenlund KJ, Berenson GS. Secular trend of earlier onset of menarche with increasing obesity in black and white girls: the Bogalusa Heart Study. Ethn Dis 1999 Spring-Summer;9(2):181-9

Zephier E, Himes JH, Story M. Prevalence of overweight and obesity in American Indian school children and adolescents in the Aberdeen area: A population study. International Journal of Obesity 1999;23(supp 2):S28-S30.



# ABSTRACT

## Twelve years Follow-up of Physical growth in Kangwha county in Korea

Changsoo Kim, M.D.

Department of Public Health

The Graduate School

Yonsei University

(Supervised by Associate Professor Il Suh, M.D., Ph.D.)

Age differences in height and weight derived from cross-sectional studies can be the result of differential secular influences among the age cohorts. To assess physical growth exactly, longitudinal studies are required. In Korea, no study has been published which uses longitudinal study. The purpose of this study was to assess physical growth at different ages from childhood to adulthood, and to examine long-term relations among timing of puberty, height, weight and BMI.

Anthropometry were measured every year from entrance into primary school until graduation from high school. A total of 430 first graders have been followed annually up to 1997. Sexual maturation status was assessed between 12 and 14 y. Among the 430 children, 100 boys and 119 girls were completely followed up. Data for 100 males and 119 females were analyzed.

Peak height velocity occurred at 12~14 years in boys and 10~12 years in girls. Whole-year peak height velocity is 7.9cm/y in boys and 6.7cm/y in girls. The mean BMIs of boys and girls was gradually increased between 7 and 17 y. A different pattern was found for the increase of BMI between boys and

girls in these age period: for boys this increase was mainly caused by an increase in nonfatty tissue, whereas for girls it was caused by an increase in fat tissue. Weight and BMI of rapidly maturing boys based on pubic hair development stage were significantly higher than that of slowly maturing boys between 7 and 17 y. For girls, weight and BMI of the rapidly maturing girls, based on either pubic hair development stage or age at menarche, were also higher than for the slowly maturing girls over the entire period of study.

In conclusion, girls experienced sexual maturation and growth spurt earlier than boys but the magnitudes of height and weight velocity were smaller. Children, who matured rapidly, were more obese than slowly maturing children between 7 and 17 y. This result showed that weight and BMI were related to the timing of puberty. Associations between intrauterine environment and nutrition may be confounded by, or mediated through, effects on this result.

---

Key words : height, weight, BMI, growth, sexual maturation