

신장의 사춘기 성장 동안 초경 발생 시기와 성장 곡선의 형태에 관한 연구

안용수^a · 이기수^b · 남종현^c · 강윤구^d

이 연구는 만 7세부터 17세까지의 신장의 매년적 변화를 통해서 사춘기 최대 성장기와 초경 발생 시기와와의 관계를 평가하고, 성장 곡선의 형태에 따라 성장 곡선을 분류하여 각 형태별 특징을 파악하고자 시행하였다. 경기도 화성에 있는 삼괴 고등학교에서 1학년부터 3학년까지 96명의 생활기록부에 기재되어 있는 신장의 매년적인 자료가 이용되었으며, 초경 시기와 전신적 질환 유무는 설문지를 통해 조사되었다. 사춘기 성장 가속기는 9.9세에 시작하여 11.6세에 최대 성장기를 이루고 14.1세경에 끝났다. 초경은 12.6세에 일어나며 76.1%는 최대 성장기 이후에 나타나고 최대 성장기와는 1년의 차이를 보인다. 10.4%에서 최대 성장기 전에 초경이 나타났고 13.5%에서는 최대 성장기와 동일한 시점에 나타났다. 초경 시기와 관계없이 사춘기 성장 가속 기간은 4.2년으로 일정하게 나타난다. 성장 곡선을 4가지 형태로 분류하였으며, A형은 51.1%, B형은 21.9%, C형은 20.8%, D형은 6.2%의 분포를 보인다. C형의 성장 가속 기간이 가장 길게 나타난다. B형과 C형에서 PHV가 두 개인 경우는 B형과 C형의 58.5%인 24명에서 나타났다. 이상의 연구 결과에서 개개인의 성장 양상은 개인차가 크며 초경뿐만 아니라 매년적인 성장을 참고로 하여 onset의 정확한 시기와 성장 곡선 형태를 파악할 수 있다면 남은 성장 기간 예측에 도움을 줄 것으로 생각된다. (대치교정지 2009;39(3):159-167)

주요 단어: 사춘기 성장가속기, 최대 성장기, 초경

서론

성장은 일반적으로 성장이 급격히 증가하는 유아기, 성장률이 완만하게 감소하는 유년기, 청소년기의 사춘기 성장가속기(adolescent growth spurt)의 순서로 진행되며, 이러한 성장 단계의 시기는 개인차가 심한 것으로 알려져 있다. 성장기 부정 교합 환자에서 개개인의 성장 시기와 성장 정도를 예측하는 것은 치료 시기와 치료 계획, 치료 예후를 평가함에 있어 중요하다.

개개인의 사춘기 성장 가속기는 연대 연령(chro-

nologic age)과 발육 연령(developmental age)을 사용하여 평가하는데, 연대 연령은 개개인의 성장의 다양성 때문에 성숙도를 평가함에 있어서 큰 의미를 가지지 못한다. 반면에 발육 연령은 개개인의 성장 상태를 비교적 정확하게 평가할 수 있다.¹

발육 연령을 평가하기 위한 지표로는 골 성숙도, 치아 성숙도, 성적 성숙도와 신장 및 체중의 매년적 예측치를 이용한 신체 성숙도 등이 있으며, 악안면 골격의 성장은 연대 연령이나 치아 성숙도보다 골 성숙도와 더 깊은 상관관계를 보인다.^{2,3} 골 성숙도를 평가하는 방법으로는 수완부 방사선 사진^{4,8} 및 경추골 방사선 사진^{9,11}을 이용하여 특정 골의 출현 여부와 골의 형태 및 크기 변화를 관찰하여 개인의 발육 정도를 판단하는데, Lamparski⁹는 이 두 방법을 이용한 평가에 차이가 없음을 보고하였다. 수완부 방사선 사진을 이용한 방법으로 Tanner 등¹²은 각 골의 골성숙도를 점수화하여 골성숙지수를 산출하는 TW2방법을 보고하였고, Grave와 Brown²은 9개 수완부골 부위에서 일어나는 골화 순서를 14단

^a대학원생, ^b교수, ^c조교수, ^d전임강사, 경희대학교 치의학전문대학원 교정학교실.

교신저자: 남종현.

서울시 강동구 상일동 149번지 경희대학교 동서신의학병원 치과대학병원 교정과.

02-440-6205; e-mail, orthopia@unitel.co.kr.

원고접수일: 2009년 1월 16일 / 원고최종수정일: 2009년 5월 8일 /

원고채택일: 2009년 5월 13일.

DOI:10.4041/kjod.2009.39.3.159

계로 나누어 판단하였으며, Fishman^{1,13}은 종적 및 횡적 연구를 병행하여 각 수완부골에서의 성숙도를 일정한 순서에 의해 관찰하는 SMI (skeletal maturation indicators) 방법을 제시하였다. 성적 성숙도는 여자의 경우 치모, 유방의 발달단계 및 초경 유무 등의 사춘기 이차 성징을 평가한다. 초경은 임상에서 문진을 통해 쉽게 정보를 얻을 수 있으며, 골 성숙도와 높은 상관관계를 보이는 것으로 보고되고 있다.¹⁴ 신장의 누년적 계측치를 이용하는 신체 성숙도는 안면부 성장과 깊은 상관관계를 가지므로 부정 교합 치료 시기 선택을 위해 참고되고 있다.^{15,16}

이상과 같이 골 성숙도, 성적 성숙도 및 신체 성숙도와 안면부 성장 사이에는 깊은 상관관계가 있다. 누년적 신장 계측치를 이용한 신체 성숙도의 평가 방법은 신장의 최대 성장기가 지나기 전에는 정확한 시기를 알기 어려우며 분석하기에는 긴 시간이 소요된다는 단점이 있지만,^{4,14} 이 방법이 사춘기 성장 가속기와 최대 성장기를 판단하는 가장 정확한 방법이고 높은 상관성을 보인다.¹⁵⁻¹⁷

국내 연구 중에 키와 몸무게, 초경 연령, 초경 시기와 골 성숙도에 관한 연구는 많이 있으나, 신장의 최대 성장기와 초경 시기와의 관계와 성장 곡선의 형태에 관한 연구는 미미한 편이다. 이 연구는 성장 곡선의 분류 및 특징, 최대 성장기와 초경 발생 시기와의 관계를 조사하여 평가하고자 시행하였다.

연구방법

연구재료

경기도 화성에 있는 삼피 고등학교에서 신체건강하며 전신 질환이 없는 1학년부터 3학년까지 96명의 신장의 누년적 자료가 이용되었다. 신장의 누년적 변화는 매년 교육 인적자원부에서 4월에서 6월 사이에 시행하는 신체검사를 통해 생활기록부에 기재되어 있는 자료가 이용되었다. 초경 시기는 설문지를 통해 이루어졌으며 질병 유무도 함께 조사되었다.

연구방법

초경 나이와 신체검사 시의 나이는 주민등록번호 및 생일을 이용해서 만으로 몇 년 몇 개월인지 계산하여 산출하였다.

사춘기 최대 성장 가속기를 Hägg와 Taranger¹⁸의

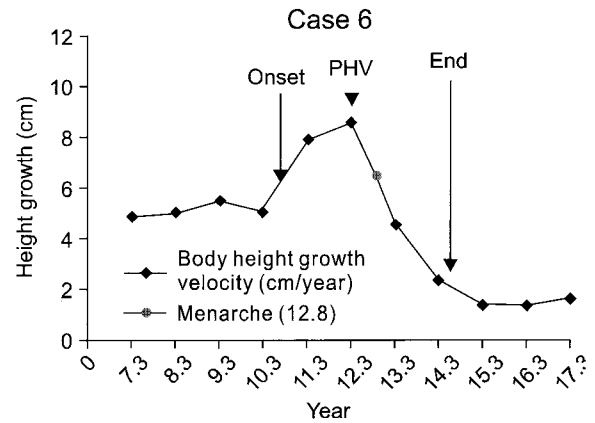


Fig 1. Normal growth curve. PHV, Peak height velocity.

방법에 따라 Onset, PHV (peak height velocity), End로 나누어 조사하였다. Onset은 정상적인 성장 양상을 보이는 그래프 (Fig 1)에서 연간 성장률이 최소를 나타내는 점에서 10 mm 증가된 시기로 하고, PHV는 성장곡선에서 연간 성장이 최대인 시기로 하였으며, End는 peak 도달 이후 처음으로 연간 성장률이 20 mm 이하인 경우로 정의하였다.

신장, 성장속도 및 Onset, PHV, End에 대한 평균 및 표준편차를 계산했다. 초경이 나타나는 시기에 따라 PHV 전, PHV와 동일, PHV 후의 세 군으로 나누고 각 군의 Onset, PHV, End에 대한 평균 및 표준편차를 조사하였다. PHV와 동일은 PHV 전후 3개월까지 하였다. 성장곡선의 형태를 4가지 형태로 구분하여 각 형태에 따른 초경, Onset, PHV, End, 사춘기 성장 가속 기간에 대한 평균 및 표준편차를 계산하였다. 유의성 검정을 위해 통계 프로그램(SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA 분석을 시행하였으며, 사후 검정으로는 Scheffe 방법을 이용하였다.

연구성적

신장과 성장속도

누년적인 신장 및 그 변화량을 측정하였다. 1997년 국립 기술 품질원에서 발표한 국민 체위 조사 보고서¹⁹와 유사함을 알 수 있다 (Table 1).

사춘기 성장 가속기와 초경

사춘기 성장 가속기의 Onset은 평균 9.9세에 시작

Table 1. Mean, standard deviation of body height and body height growth velocity at specified ages and comparison with the mean of specified age of National anthropometric survey of Korea of 1997

Age (year)	Numbers	Body height	Body height growth velocity	National anthropometric survey of Korea (cm)
		Mean ± SD (cm)	Mean ± SD (cm/year)	
6	47	116.6 ± 5.10		119.0 ± 5.40
7	96	120.3 ± 5.26	5.7 ± 1.22	122.5 ± 5.12
8	96	126.0 ± 5.48	5.7 ± 1.04	127.6 ± 6.0
9	96	131.7 ± 5.96	5.7 ± 1.42	134.1 ± 6.4
10	96	138.0 ± 6.68	6.4 ± 1.60	141.1 ± 7.3
11	96	145.3 ± 7.02	7.3 ± 1.83	147.1 ± 6.5
12	96	151.7 ± 6.47	6.4 ± 1.89	153.2 ± 5.5
13	96	156.0 ± 5.50	4.2 ± 2.29	155.4 ± 5.6
14	96	158.5 ± 4.99	2.4 ± 1.83	158.2 ± 5.0
15	96	159.8 ± 5.01	1.3 ± 0.93	159.5 ± 5.1
16	84	160.5 ± 5.04	0.9 ± 0.85	159.7 ± 5.0
17	50	161.5 ± 4.65	1.2 ± 0.94	159.3 ± 5.2

Table 2. Distribution of menarche age of the whole sample

	Age					
	9	10	11	12	13	14
Numbers	1	7	18	35	26	9
Distribution (%)	1.04	7.29	18.75	36.46	27.08	9.38

Table 3. Annual increment at PHV and age of onset, PHV and end according to menarcheal timing

	Onset (year)	PHV (year)	End (year)	Menarche (year)	Duration (year)	Annual increment (cm/year)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Menarche before PHV (n = 10)	10.3 ± 1.5	12.3 ± 1.1 [†]	14.3 ± 0.8	11.5 ± 1.2 [†]	4.0 ± 1.0	8.2 ± 0.9
Menarche at PHV (n = 13)	9.4 ± 1.3	11.7 ± 1.3	13.8 ± 0.8	11.9 ± 1.2 [†]	4.3 ± 0.6	8.3 ± 0.9
Menarche after PHV (n = 73)	9.9 ± 1.0	11.5 ± 0.9 [*]	14.1 ± 1.1	12.9 ± 0.9 ^{*†}	4.1 ± 1.1	8.5 ± 1.1

PHV, Peak height velocity; Duration, period from onset to end; *Menarche before PHV; [†]Menarche at PHV; [‡]Menarche after PHV; ^{*,†,‡}Numbers with different letters are significantly different from each other ($p < 0.05$).

하였고, PHV는 평균 11.6세이며, End는 평균 14.1세에 나타났다. 전체의 18.8%인 18명에서는 Hägg와 Taranger¹⁸의 방법에 의한 Onset이 명확하지 않았다. 성장가속기는 약 4.2년 동안 지속되었으며 평균적

으로 Onset 1.7년 후에 PHV가 왔고, PHV 2.5년 후에 End가 나타났다. 초경은 9세부터 14세까지 다양하게 나타났으며 (Table 2), 평균 초경 연령은 12.6세이고 PHV보다 약 1년 정도 늦게 나타났다.

평균적으로 초경은 PHV 1년 후에 시작하지만, 초경이 PHV 전이나 PHV와 동일하게 나타나는 경우도 있다. Table 3에서 PHV 전에 초경이 나타난 군과 PHV와 동일하게 초경이 나타난 군 사이에 초경 시기는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, PHV 후에 초경이 나타난 군과는 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다 ($p < 0.05$). 초경 시기와 관계없이 사춘기 성장 가속 기간(duration)은 차이가 없었으며, Onset부터 PHV까지의 기간은 PHV 후에 초경이 나타난 군이 가장 짧았다 (Table 3).

성장 곡선의 형태와 PHV

성장 곡선은 4가지 형태로 분류하였다. A형은 연간 성장량이 PHV에서 뚜렷하게 커서 사춘기 성장

가속기 곡선이 뾰족한 형태로 나타나고 (Fig 2), B형은 PHV와 유사한 연간 성장량이 2 - 3년 동안 나타나 종모양의 사춘기 성장 가속기 곡선이 나타난다 (Fig 3). C형은 사춘기 성장 가속기 이후 전년도보다 감소된 연간 성장량이 나타나거나 연간 최소 성장량 이전에 PHV에 근접하는 연간 성장량이 나타나 M 형태의 성장 곡선을 보인다 (Fig 4). D형은 PHV까지 연간 성장량의 변화폭이 작고 점진적으로 증가되는 연간 성장률을 보이거나 연간 성장량이 증가와 감소를 반복하는 형태로 나타난다 (Fig 5).

성장 곡선의 형태는 A형이 전체의 51.1%로 가장 많이 나타나며, D형은 가장 적은 6.2%의 분포를 보인다 (Table 4). B형은 PHV 전후에 연간 성장량의 변화가 적고, 경우에 따라서 PHV와 동일한 연간 성장량을 보이는 시기도 있어 PHV가 두 개로 나타나

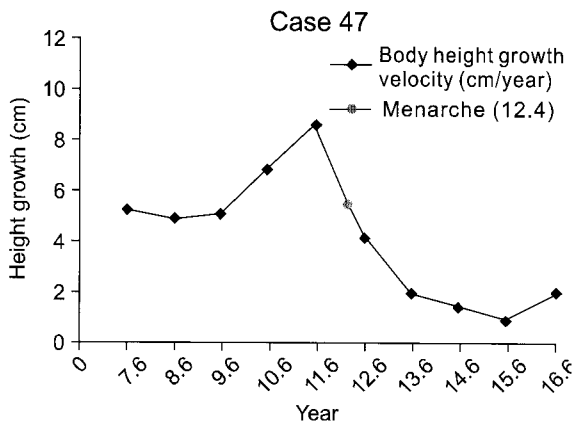


Fig 2. A type growth curve case that has a prominent peak height velocity.

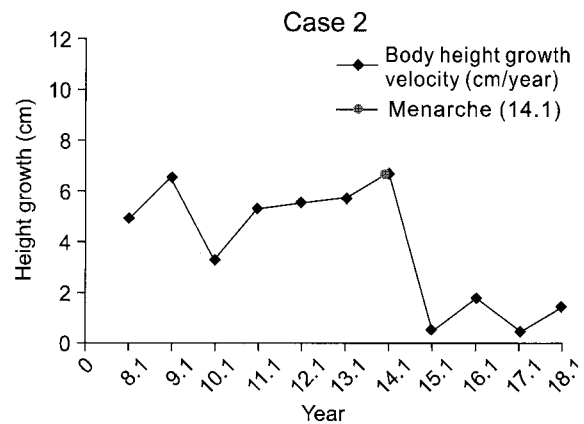


Fig 4. C type growth curve case that has an M shaped growth curve.

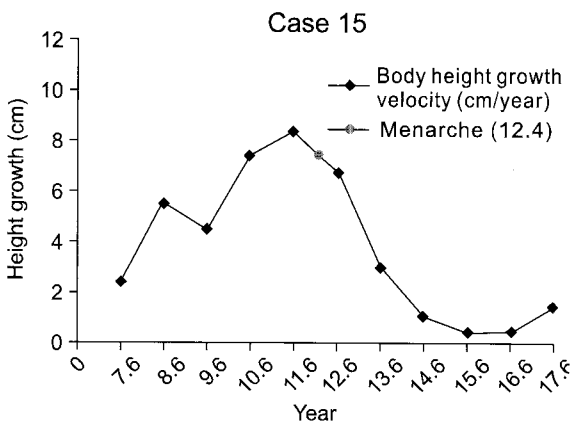


Fig 3. B type growth curve case that has a bell shaped growth curve.

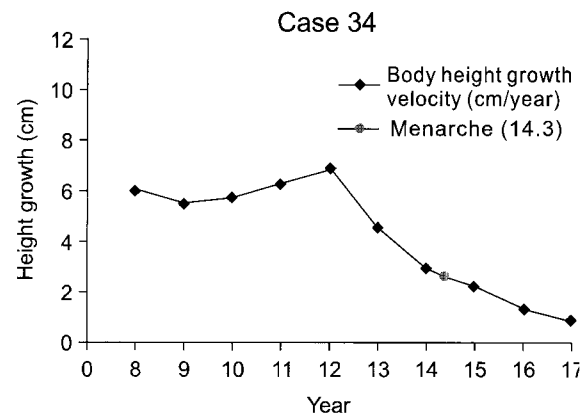


Fig 5. D type growth curve case that does not have a prominent peak height velocity.

기도 한다. PHV가 두 개로 나타나는 경우는 B형 뿐만 아니라 C형에서도 나타나는데 B형과 C형의 58.5%인 24명에서 PHV가 두 개로 나타나고 있다. PHV가 두 개로 나타나는 경우에 두 PHV 사이의 연간 성장량의 차이는 0.3 cm/year를 나타내고 있다. D형의 경우 Hägg와 Taranger¹⁸의 방법에 따른 onset이 나타나지 않았다. 성장곡선의 형태에 따라 PHV에서의 연간 성장량이 차이가 있으며 A형에서 가장 크고 D형에서 가장 작게 나타난다 (Table 5). 성장곡선의 형태에 따라 통계적으로 유의성 있는 차이를 나타내는 항목은 사춘기 성장 가속 기간으로 C형에서 유의성 있는 차이가 있으며, 사춘기 가속 기간이 가장 길게 나타난다 (Table 5).

고찰

신체에 큰 변화가 일어나는 사춘기 성장 가속기를 예측할 수 있고, 다른 신체적 성숙 요인과의 관계를 이해할 수 있다면 성장중인 아동의 부정교합 진단

및 치료 계획 수립과 치료 후 결과 및 예후의 안정성을 평가하는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

사춘기의 이차 성장으로 여자에서는 치모, 액모, 유방의 발육 및 초경 등이 나타날 수 있으나 임상에서 이러한 이차성징의 판단에는 많은 제약이 따르며, 이차성징 중 초경 외에는 객관적 판단이 다소 곤란한 경우가 많다. 초경은 문진을 통해 임상에서 쉽게 얻을 수 있는 성적 성숙도의 중요한 지표로서 초경 시기는 여러 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 영양상태는 초경 시기를 결정하는 가장 중요한 요인으로 알려져 있으며, 기근 등으로 인한 영양 결핍과 출생 전 산모의 영양 결핍 등은 초경시기를 늦춘다. Riley 등²⁰은 체중과 체지방이 적을수록 초경 시기가 늦어진다고 보고하였으며, Adair²¹의 연구에 의하면 BMI (body mass index)가 높을수록, 피하지방이 많을수록 초경이 빨리 오며, 도시에 거주하거나 사회경제수준이 높은 경우에 초경시기가 빠르고, 지방섭취가 적을수록 초경이 늦는 것으로 나타났다. Eveleth와 Tanner²²는 유전적 영향, 식품의 열량 및 비타민 섭취 등 영양상태의 변화, 부모의 사회적 경제적 지위 및 교육 상태 등에 의한 초경시기의 변화를 보고하였고, Kaplowitz 등²³은 비만, 운동 부족, 행복 지수 및 전반적인 건강상태 등이 초경시기에 영향을 끼친다고 하였다. 근래에는 내분비 교란 물질의 음식 섭취 및 경피적 호흡 (percutaneous respiration) 등을 통한 체내 축적으로 인해 성 성숙 시기가 빨라진다고 하였다.

초경 연령은 현대로 오면서 낮아지고 있는데, Hwang 등²⁴은 1920년부터 1986년까지 초경 연령이 16.8세에서 12.7세로 감소하였다고 하였다. 이는

Table 4. Distribution of growth curve shape of whole sample

	Growth curve shape			
	A	B	C	D
Numbers	49	21	20	6
Distribution (%)	51.1	21.9	20.8	6.2

A, Prominent peak height velocity pattern; B, M shaped growth curve pattern; C, bell shaped growth curve pattern; D, gentle growth curve pattern.

Table 5. Annual increment at PHV and age of onset, PHV and end according to growth curve shape

Growth curve shape	Onset (year)	PHV (year)	End (year)	Menarche (year)	Duration (year)	Annual increment (cm/year)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
A	10.1 ± 1.1	11.5 ± 0.9	14.0 ± 1.0	12.5 ± 1.1	3.9 ± 1.0 [†]	8.7 ± 0.9 [§]
B	9.5 ± 1.2	11.4 ± 1.1	13.8 ± 0.9	12.4 ± 1.1	4.2 ± 0.9 [†]	8.3 ± 0.9 [§]
C	9.7 ± 0.8	11.9 ± 1.3	14.6 ± 0.9	13.1 ± 0.9	5.5 ± 1.0 ^{*,†}	8.3 ± 1.1
D	—	11.8 ± 1.4	13.9 ± 1.1	12.6 ± 1.4	—	7.1 ± 0.8 ^{*,†}

PHV, Peak height velocity; Duration, period from onset to end; *A type; †B type; ‡C type; §D type; *,†,‡,§Different letters are significantly different from each other (p < 0.05). Onset was not detected in D type of growth curve.

Bagga와 Kulkarni,²⁵ Kac 등²⁶의 보고와도 일치하고 있다. 초경 연령은 세대별 차이가 있을 뿐만 아니라 인종별 차이도 있는데, Chumlea 등,²⁷ Wu 등²⁸이 인종별 초경 연령의 차이를 보고하고 있다.

본 연구의 평균 초경 연령도 12.6세로 국내외의 다른 연구 결과와 비슷한 초경 연령을 나타내었는데, Kim 등⁷은 12.5세, Lee 등²⁹이 12.31세, Kim 등⁸이 12.3세, Wu 등²⁸은 12.43세, Chumlea 등²⁷이 12.5세로 초경 연령을 보고하였다. 그러나 전체의 37%에서 9, 10, 11, 14세에 초경을 하였는데 초경 연령의 개인차가 큼을 알 수 있다 (Table 2).

또한 본 연구에서 사춘기 성장 가속기의 Onset은 평균 9.9세에 시작하였고, PHV는 평균 11.6세이며, 성장 가속기는 평균 14.1세에 끝났으며, 초경과 PHV 사이에는 1년의 차이가 있었다. 이는 8.7세에 사춘기 성장이 시작하여 11.6세경에 PHV를 보이고 13.1세에 끝나며, 초경은 12.9세로 PHV와는 약 1.3년이 차이 난다고 한 Zacharias와 Rand³⁰의 보고와는 Onset과 End에서 차이가 있는데 이는 인종적인 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 그러나 PHV와 초경 연령에서는 서양인과 큰 차이가 없었으며, Abbassi,³¹ Tanner와 Davies,³² Sizonenko 등³³이 보고한 PHV 시기는 본 연구와 비슷하였다.

초경에서 End까지의 기간은 PHV 전에 초경이 나타난 군이 가장 길게 나타나지만, Onset부터 End까지의 기간은 약 4.2년으로 초경 시기와 관계없이 비슷한 사춘기 성장 가속 기간(duration)을 보여주고 있다. 그러므로 성장이 끝나는 시기는 초경보다는 Onset의 시기가 더 중요한 것으로 생각된다. Hägg와 Taranger³⁴ 및 Zacharias와 Rand³⁰에 의하면 초경은 최대 성장기 PHV에 비해서 약 1.5년 정도 후에 나타나고 모든 사람에게서 초경은 최대 성장기 이후에 나타난다고 했다. 그러나 본 연구에서는 전체의 24%에서 초경과 PHV가 같은 시기에 나타나거나 초경이 먼저 나타났으며, PHV 후에 초경이 나타난 군과는 통계적으로 유의한 차이를 보여주고 있다 ($p < 0.05$). 초경 시기는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받기 때문에 본 연구에서는 초경 시기가 다르게 나타난 이유에 대해서는 알 수 없었다. 앞으로 초경 시기에 영향을 미치는 여러 요소를 고려한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구에서 분류한 성장 곡선 형태 중에서 B형과 C형에서는 PHV가 두 개로 나타나기도 하는데, PHV가 두 개로 보이는 것은 1년에 한 번씩 신장을 측정하기 때문에 신장 측정 시기에 따라 비슷한 연

간 성장량을 보이는 시기가 두 번 나타날 수 있을 것으로 생각된다. 가장 성장이 활발히 일어나는 기간의 중간 정도가 측정 시기라면 다음해에도 비슷한 성장량을 보일 것이다.

C형은 Gasser 등³⁵이 발표한 mid-growth spurt과 유사한 형태를 보이고 있으며 가장 변화가 많은 형태이다. C형의 성장 곡선을 평가하기 위해서는 성장에 영향을 미치는 다른 많은 요소들을 고려한 연구가 필요하리라 생각된다.

D형의 경우 Onset이 나타나지 않기 때문에 사춘기 성장 가속 기간을 측정할 수 없었다. Onset이 나타나지 않은 것은 연간 성장량의 변화폭이 작기 때문이다. 또한 D형은 PHV도 뚜렷하지 않았으며, PHV의 연간 성장량도 가장 작게 나타나는데, A형이나 B형과는 통계적으로 유의성 있는 차이를 보인다 ($p < 0.05$). 측정된 첫 연간 성장량이 다른 형에 비해 높게 나타나므로 PHV의 연간 성장량과는 차이가 작게 나타난다. D형의 성장 곡선을 가지는 어린이는 급격한 키 성장 없이 꾸준한 키 성장이 일어날 것으로 생각된다.

사춘기 성장 가속 기간은 C형이 5.5년으로 가장 길었고 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$). C형은 End가 가장 늦게 나타나지만 초경 또한 늦게 나타나 초경 이후 End까지의 기간은 다른 성장 곡선 형태와 비슷하게 나타난다.

Hägg와 Taranger¹⁸는 악안면 성장을 예측하기 위한 가장 좋은 요소는 신장의 성장 속도라고 하였다. Björk와 Helm¹⁵도 악안면 성장을 예측하는 데 있어서 가장 좋은 요소는 신장의 성장 속도이고 신장의 최대 성장기와 안면의 최대 성장기는 매우 상관성이 높은 것으로 보고하였다. Bambha,¹⁷ Nanda³⁶는 안면의 최대 성장기가 신장의 최대성장기보다 늦게 나타난다고 하였다. Thompson과 Popovich³⁷는 안면의 최대 성장기가 신장의 최대 성장기 사이에 상관관계가 존재하며 부정 교합 치료시기 선택의 방법으로 신장의 누적적 계측치의 이용을 주장하였다. 대부분의 연구에서 최대 성장 가속기와 악안면 성장 사이에 상관관계가 존재함을 보고하며 부정 교합 치료 시기 선택의 방법으로 신장의 누적적 방법을 이용할 것을 주장하였다. 그러므로 악정형적 치료가 필요한 경우 초경뿐만 아니라 환자의 생활기록부를 통해 누적적인 성장을 참고로 하여 Onset의 정확한 시기와 성장 곡선의 형태를 파악하여 최대 성장기 및 남은 성장 기간에 대한 예측에 도움이 된다면 치료 기간 및 치료 예후를 결정하는 데 도움이

줄 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 매년 교육인적자원부에서 4월에서 6월 사이에 시행하는 신체검사를 통해 생활기록부에 기재되어 있는 신장의 누년적 변화와 초경 시기를 조사하여 사춘기 성장가속기와 초경 시기와의 관계 및 성장곡선의 형태를 분류하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 사춘기 성장 가속기는 9.9세에 시작하여 11.6세에 PHV를 이루고 14.1세에 끝났다. 초경 연령은 12.6세이며 PHV와는 1년 정도의 차이를 보였다.
2. 76.1%에서 PHV 이후에 초경이 나타나고, 24%에서 PHV 전이나 동일한 시점에 초경이 나타났다.
3. 사춘기 성장 가속 기간은 PHV와 초경의 발현 순서에 따른 세 군 간 차이는 없었으나 성장 곡선의 형태에 따라서는 사춘기 성장 가속 기간의 차이를 보이며, C형에서 가장 길게 나타났다.
4. 성장곡선은 4가지 형태로 분류되었으며, A형은 51.1%, B형은 21.9%, C형은 20.8%, D형은 6.2%의 분포를 보였다.
5. B형과 C형에서 PHV가 두 개인 경우는 B형과 C형의 58.5%인 24명에서 나타났다.

이상의 연구 결과에서 개개인의 성장 양상은 개인차가 크며 초경뿐만 아니라 누년적인 성장을 참고로 하여 Onset의 정확한 시기를 파악할 수 있다면 남은 성장 기간에 대한 예측에 도움을 줄 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Fishman LS. Chronologic age versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod* 1979;49:181-9.
2. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976;69:611-9.
3. Pileski RC, Woodside DG, James GA. Relationship of the ulnar sesamoid bone and maximum mandibular growth velocity. *Angle Orthod* 1973;43:162-70.
4. Hägg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980;38:187-200.
5. Deicke M, Pancherz H. Is radius-union an indicator for completed facial growth? *Angle Orthod* 2005;75:295-9.
6. Chang YH, Chung KR. The study on the relationship between the menarche and the bone maturity of malocclusion group.

Korean J Orthod 1995;25:415-23.

7. Kim KH, Baik HS, Son ES. A study on menarche and skeletal maturity among various malocclusion groups. *Korean J Orthod* 1998; 28:581-89.
8. Kim KH, Choy KC, Jung KY. The relationship between menarche and the ossification stages of the phalanx of the first and third finger. *Korean J Orthod* 2002;32:265-74.
9. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. [Master's thesis] Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.
10. Lee KH, Hwang YI, Kim YJ, Baek SH, Cha KS, Park YH. Skeletal maturation associated with the fourth cervical vertebra and menarcheal timing. *Korean J Orthod* 2008;38:52-9.
11. Lee JH, Kang YG, Lee KS, Nam JH. Maturation of cervical vertebrae in relation to menarche. *Korean J Orthod* 2009;39: 28-35.
12. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJ, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). New York: Academic Press; 1975.
13. Fishman LS. Maturation patterns and prediction during adolescence. *Angle Orthod* 1987;57:178-93.
14. Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental and sexual maturity. *Am J Orthod* 1985;88:433-8.
15. Björk A, Helm S. Prediction of age of the maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod* 1967;37:134-43.
16. Bergersen EO. The male adolescent growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod* 1972;42: 319-38.
17. Bambha JK. Longitudinal cephalometric roentgenographic study of face and cranium in relation to body height. *J Am Dent Assoc* 1961;63:776-99.
18. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982;82:299-309.
19. Korean agency for technology and standards. The report of national anthropometric survey of Korea. 1997.
20. Riley AP, Samuelson JL, Huffman SL. The relationship of age at menarche and fertility in undernourished adolescents. In: Gray R editor. Biomedical and demographic determinants of reproduction. Oxford: Clarendon Press; 1993.
21. Adair LS. Size at birth predicts age at menarche. *Pediatrics* 2001;107:E59.
22. Eveleth PB, Tanner JM. Worldwide variation in human growth. Cambridge: Cambridge University Press; 1991.
23. Kaplowitz PB, Slora EJ, Wasserman RC, Pedlow SE, Herman-Giddens ME. Earlier onset of puberty in girls: relation to increased body mass index and race. *Pediatrics* 2001;108: 347-53.
24. Hwang JY, Shin C, Frongillo EA, Shin KR, Jo I. Secular trend in age at menarche for South Korean women born between 1920 and 1986: the Ansan study. *Ann Hum Biol* 2003;30: 434-42.
25. Bagga A, Kulkarni S. Age at menarche and secular trend in Maharashtrian (Indian) girls. *Acta Biologica Szegediensis* 2000;44:53-7.
26. Kac G, Auxiliadora de Santa Cruz Coel, Velasquez-Melendez G. Secular trend in age at menarche for women born between 1920 and 1979 in Rio de Janeiro, Brazil. *Ann Hum Biol*

- 2000;27:423-8.
27. Chumlea WC, Schubert CM, Roche AF, Kulin HE, Lee PA, Himes JH, et al. Age at menarche and racial comparisons in US girls. *Pediatrics* 2003;111:110-3.
 28. Wu T, Mendola P, Buck GM. Ethnic differences in the presence of secondary sex characteristics and menarche among US girls: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Pediatrics* 2003;110:752-7.
 29. Lee SJ, Chung KR, Park YG. The study of the changes in skeletal maturity according to the time passed from menarche. *Korean J Orthod* 1998;28:409-17.
 30. Zacharias L, Rand WM. Adolescent growth in height and its relation to menarche in contemporary American girls. *Ann Hum Biol* 1983;10:209-22.
 31. Abbassi V. Growth and normal puberty. *Pediatrics* 1998;102:507-11.
 32. Tanner JM, Davies PS. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. *J Pediatr* 1985;107:317-29.
 33. Sizonenko PC. Normal sexual maturation. *Pediatrician* 1987;14:191-201.
 34. Hägg U, Taranger J. Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurts. *Acta Odontol Scand* 1980;38:179-86.
 35. Gasser T, Müller HG, Köhler W, Prader A, Largo R, Molinari L. An analysis of the mid-growth and adolescent spurts of height based on acceleration. *Ann Human Biol* 1985;12:129-48.
 36. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measures from serial cephalometric roentgenograms. *Am J Orthod* 1955;41:658-73.
 37. Thompson GW, Popovich F. Relationship of craniofacial changes and skeletal age increments in females. *Hum Biol* 1973;45:595-603.

Menarcheal timing and growth curve shape during the adolescent growth spurt

Yong-soo Ahn, DMD, MSD,^a Ki-Soo Lee, DMD, MSD, PhD,^b Jong-Hyun Nam, DMD, MSD, PhD,^c
Yoon-Goo Kang, DMD, MSD, PhD^d

Objective: This study investigated the onset, peak height velocity (PHV) and end of adolescent growth spurt as well as menarcheal timing deduced from surveying accumulative height growth over many years. **Methods:** Ninety six students of Samgoe high school between 1st and 3rd grade that were in good health participated in the research. A survey questionnaire was distributed to examine the students' health status and menarche timing. **Results:** Adolescent growth spurt typically began at the age of 9.9 and reached a PHV at the age of 11.6. The growth spurt ended at the age of 14.1 on average. The average age of menarche was 12.6 years, which was about one year after the PHV of adolescent growth spurt. In most cases, menarche came after PHV. But in 24% of the students, menarche and PHV was nearly coincident or menarche preceded PHV. The growth curves were classified into four types. A typical adolescent growth spurt showed one PHV on graph that drastically drops after the PHV. However, there were cases with two PHVs. **Conclusions:** The results indicate that individual growth patterns show large individual differences, however the categorization into the various growth curves may aid in predicting individual growth patterns. (*Korean J Orthod* 2009;39(3):159-167)

Key words: Adolescent growth spurt, Peak height velocity, Menarche

^aPostgraduate Student, ^bProfessor, ^cAssistant Professor, ^dFull-time Lecturer, Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyunghee University.

Corresponding author: *Jong-Hyun Nam.*

Department of Orthodontics, Dental Hospital, East-West Neo Medical Center, 149, Sangil-dong, Gangdong-gu, Seoul 134-727, Korea.

+82 2 440 6205; e-mail, orthopia@unitel.co.kr.

Received January 16, 2009; Last Revision May 8, 2009; Accepted May 13, 2009.