

한국 청소년(만 17세) 체격의 시대적 변천에 대한 통계적 모형 추정  
-1983년부터 1993년까지-

성용현\*\* · 윤석옥\*\*\* · 윤태영\* · 최증명\* · 박순영\*

(\*경희대학교 의과대학 예방의학교실, \*\*한신대학교 통계학과, \*\*\*경북대학교 보건대학원 보건학과)

목 차

I. 서 론	IV. 결 론
II. 연구대상 및 방법	참고문헌
III. 연구성적 및 고찰	

I. 서 론

인간의 성장과 발육에 정도를 평가하는 지표로 신장, 체중, 흉위, 좌고 등이 보편적으로 이용되고 있다. 교육부가 발표한 「1993년 학생체격검사」보고서에 따르면 1983년도 체격수치에 비해 고등학교 3학년 남학생은 평균적으로 신장 2.57cm, 체중 3.88kg, 흉위 1.82cm, 좌고 0.75cm가 성장하였고, 여학생은 평균적으로 신장 1.59cm, 체중 1.55kg, 흉위 1.71cm, 좌고 -0.18cm가 성장하여 남학생이 여학생에 비해 성장폭이 큰 것으로 나타났다. 최근 11년간에 걸친 체격발달에 영향을 미치는 중요한 요인으로는 유전적인 것보다는

- 1) 경제적 고도성장에 따른 생활수준의 향상,
- 2) 의료혜택의 증가에 따른 질병예방 효과,
- 3) 핵가족에 따른 자녀수의 감소,
- 4) 중·고등학교 입시제도의 개편 등 환경적 요인들

을 우선 고려해 볼 수 있겠다.

우리나라의 경우 이러한 환경 요인과 시대적 변천 간에는 상당한 관계가 있다고 볼 수 있기 때문에 청소년의 체격의 성장 변화를 추정하기 위한 중요한 변수로 시대적 변천을 나타내는 연도를 고려할 수 있을 것이다.

청소년의 발육에 관한 각종 지수와 신장과 체중의 연도에 따른 변화 추이에 관한 논문은朴 등(1985, 1986)에 의하여 연구되었다. 연구논문에서는 신장과 체중의 변동이 연도와 대략적인 직선적인 함수관계에 있다는 가정하에 단순회귀모형을 최소자승법(Least Squares Method)에 의하여 적합시킨 후 회귀계수를 추정하여 통계적으로 유의한 결과를 얻었다.

신장과 체중의 변동에 환경적 외부 요인이 중요한 요인으로 작용한다면 시대별로 그 성장함수가 달라질 수 있기 때문에 1983년부터 1993년까지 최근 11년간에 걸쳐 신장과 체중의 성장함수가 어떤 함수

형태를 가지고 변화했는지의 여부를 통계적 모형을 사용하여 추정할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 신장발달의 후반기의 연령인 고교 3학년생(만 17세)의 최근 11년간의 성장발육에 관한 지수의 변화와 체중과 신장에 관한 회귀모형을 추정하고, 이것을 이용하여 가까운 미래의 신장과 체중을 예측하고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 대한민국 문교부가 1983년부터 1993년까지 학생체격검사 성적을 인용하였으며, 그 성적은 표 1에서 보는 바와 같다.

**Table 1. Mean Values of Physical Growth and Development of High School 3rd Grade (17 Years Old) by Year and Sex**

Year	Male				Female			
	Body height	Body weight	Chest girth	Sitting height	Body height	Body weight	Chest girth	Sitting height
1983	168.30	58.70	86.30	91.20	157.40	52.50	82.10	86.30
1984	168.80	59.40	86.60	91.50	157.40	52.90	82.10	86.10
1985	169.11	59.81	86.42	91.62	157.66	52.90	82.21	86.22
1986	169.15	60.45	86.94	91.61	157.75	53.17	82.43	86.19
1987	169.53	60.74	86.71	91.76	158.23	53.36	83.12	86.20
1988	169.65	60.79	86.95	91.67	158.30	53.53	82.91	86.17
1989	169.87	61.01	87.23	91.79	158.60	53.63	83.09	86.18
1990	170.09	61.29	87.36	92.03	158.64	53.53	83.14	86.10
1991	170.31	61.40	87.59	91.96	158.59	53.99	83.37	86.03
1992	170.59	61.97	87.21	91.93	158.59	53.98	83.17	86.24
1993	170.87	62.58	88.12	91.95	158.99	54.05	83.81	86.12

### 2. 연구방법

표 1에서 보는 바와 같이 고교 3학년생(만 17세군)의 연도별 평균 체격치(신장, 체중, 흉위, 좌고)를 사용하였다.

#### 1) 통계분석 방법

(1) 체격 및 영양지수 산출

(2) 신장과 체중의 기간에 대한 회귀모형 설정과 추정

연도를 독립변수로 하고 신장과 체중을 종속변수로 한 단순 선형회귀모형을 각각 적합시킨 후 잔차분석(residual analysis)을 통하여 선형회귀모형의 타당성을 검정한 후 이차, 삼차 및 사차 다항 회귀모형(Second-order polynomial, Third-order polynomial or Fourth-order polynomial regression model)을 사용하여 추정 및 예측하였다.

- (3) 신장과 체중의 연도별 추정치 및 예측치 산출
- (4) 신장에 대한 체중의 회귀모형

### Ⅲ. 연구성적 및 고찰

#### 1. 체격 및 영양지수(Physical and Nutritional Index)

1983년부터 1993년까지 연도별로 교육부에서 조사한 고교 3학년생의 남녀별로 신장, 체중, 흉위, 좌고의 평균치는 표 1과 같다. 이 통계치수를 이용하여 발육에 관한 각종 체격 및 영양지수를 계산할 수 있다. 일정한 연도에서 연령별 발육성장에 관한 지수는 논문 박 등(1985, 1986)에 의하여 연구되었다. 본 논문에서는 고교 3학년생의 발육에 관한 각종 지수가 기간에 따라 성별로 어떻게 변화하였는지를 살펴보기 위하여 비체중 지수(Relative body weight index), 비흉위 지수(Relative chest girth index), 비좌고 지수(Relative sitting height index), 베르베크 영양지수(Vervaeck index) 등을 계산하면 그 결과는 표 2와 같다.

##### 1) 비체중 지수(Relative body weight index)

비체중은 신장에 관한 체중의 비율의 백분율( $(\text{체중}/\text{신장}) \times 100$ )로 발육상태를 판정하는데 이용되는 지수이며, 남학생 비체중의 경우 1984년에 35를 넘어 1990년부터 36이상을 보이고 있고, 그 증가폭은 1992년부터 상대적으로 커지고 있다. 여학생의 경우에는 1990년까지 34미만으로 미약하게 증가하여 1991년에 34에 이른 후 정체상태에 있다. 비체중은 성장이 완료된 후에 35정도를 표준으로 삼는다면 남학생의 경우 표준을 넘고 있으나 여학생의 경우 미달됨을 알 수 있다.

##### 2) 비흉위 지수(Relative chest girth index)

비흉위는 신장에 대한 흉위의 대소를 나타내는 비

율의 백분율( $(\text{흉위}/\text{신장}) \times 100$ )로 Burgsch의 분류에 의하면 지수가 50이하이면 협흉위형, 50-55는 정상흉위형, 55이상이면 광흉위형으로 평가하고 있다. 고교 3학년 남녀학생 모두 전기간에 걸쳐 정상흉위형에 속하고 있다. 1983년도와 1994년도를 비교하면 남자는 평균적으로 0.29 증가하고 여자는 0.55 증가하여 여학생의 지수 증가폭이 남학생보다 큰 것으로 나타났다.

##### 3) 비좌고 지수(Relative sitting height index)

비좌고는 신장에 대한 좌고의 비율의 백분율( $(\text{좌고}/\text{신장}) \times 100$ )로 남녀 공통적으로 기간에 따라 지수가 감소현상을 보이고 있다. 1983년도와 1993년도를 비교하면 남자는 54.19에서 53.81로 평균적으로 0.38만큼 감소하고, 여자는 54.83에서 54.17로 평균적으로 0.66만큼 감소하여 여학생의 지수 감소폭이 남학생보다 큰 것으로 나타났다. 즉 상체성장에 비해 하체성장의 증가속도가 여학생이 남학생보다 빠름을 알 수 있다.

##### 4) 베르베크 영양지수(Vervaeck index)

베르베크 영양지수는 체중과 흉위의 합에 대한 신장의 비율의 백분율( $(\text{체중} + \text{신장}) / \text{신장} \times 100$ )로 영양상태를 판정하는 지수로 전기간에 걸쳐 여학생의 지수가 남학생보다 낮음을 알 수 있다. 1983년도에는 남녀학생의 지수가 각각 86.16과 85.51로 근소한 차이를 보였으나, 1993년도에는 88.20과 86.71로 큰 차이를 보이고 있다. 즉 남학생의 영양 상태 지수는 11년간에 걸쳐 평균적으로 2.04 증가하였으나 여학생의 경우에는 상대적으로 작은 1.20 만큼 증가되었다. 일반적으로 이 지수가 90 정도가 요망되는데 남녀 모두 90에는 못 미치지만 기간에 따라 증가하고 있음을 볼 수 있다.

**Table 2. Mean Values of Physical and Nutrition Index by Year and Sex**

Year	Relative body weight		Relative chest grith		Relative sitting height		Vervaeck index	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
1983	34.88	33.35	51.28	52.16	54.19	54.83	86.16	85.51
1984	35.19	33.61	51.30	52.16	54.21	54.70	86.49	85.77
1985	35.37	33.55	51.10	52.14	54.18	54.69	86.47	85.70
1986	35.74	33.71	51.40	52.25	54.16	54.64	87.14	85.96
1987	35.83	33.72	51.15	52.53	54.13	54.48	86.98	86.25
1988	35.83	33.82	51.25	52.38	54.03	54.43	87.09	86.19
1989	35.92	33.81	51.35	52.39	54.04	54.34	87.27	86.20
1990	36.03	33.74	51.36	52.41	54.11	54.27	87.39	86.15
1991	36.05	34.04	51.43	52.57	54.00	54.25	87.48	86.61
1992	36.33	34.04	51.12	52.44	53.90	54.38	87.45	86.48
1993	36.62	34.00	51.57	52.71	53.81	54.17	88.20	86.71

**2. 신장과 체중의 연도에 따른 회귀모형 설정과 추정**

1983년부터 1993년까지 연도별로 교육부에서 조사한 고교 3학년생의 평균 신장과 체중의 연도별 산점도(scatter plot)는 그림 1과 같다. 그림 1에 의하면 연도에 따라 신장과 체중의 변화가 대략적으로 선형 발육증가를 하고 있는 것 같으나 성별에 따라 그 성장형태는 다름을 알 수 있다. 신장의 경우 남학생이 1988년을 전후로 하여 서로 다른 성장형태를 갖는 것으로 나타났고, 여학생의 경우에는 1983년부터 다시 증가하는 경향을 나타내고 있다. 체중의 경우 남학생은 전기간에 걸쳐 곡선적으로 완만하게 증가하고, 여학생의 경우에는 1989년까지 완만한 곡선으로 증가하다가 1991년부터 거의 정체상태에 있음을 알 수 있다.

신장과 체중의 연도에 대한 통계적 함수 형태가 선형(직선)인지 비선형인지를 좀더 정확히 살펴보기

위해서는 우선 연도를 독립변수로 하고 신장과 체중을 종속변수로 한 단순 선형회귀모형을 각각 적합시킨 후 잔차분석(residual analysis)을 통하여 선형회귀모형의 타당성을 검토하여야 한다. 이를 통하여 어떤 함수 형태가 신장과 체중의 변동을 가장 잘 설명하는지를 분석하고자 한다.

1) 남학생 신장과 체중의 연도에 관한 회귀모형

그림 1의 (1), (2)에 의하면 연도(T)가 증가함에 따라 신장(H)과 체중(w)이 점진적으로 증가하는 현상을 나타내므로 다음과 같은 직선적인 단순회귀모형을 우선 적합하여 보자.

$$H_{im} = \alpha_{0m} + \alpha_{1m} T_i + \delta_{im}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 11 \quad \dots(1)$$

$$W_{im} = \beta_{0m} + \beta_{1m} T_i + \epsilon_{im}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 11 \quad \dots(2)$$

여기서  $T_i$ 는  $i$  번째 연도( $T_1 = 1983, T_{11} = 1993$ ),  $H_{im}, W_{im}$ 은  $i$  번째 연도의 남자의 신장과 체중, ( $\alpha$

$\alpha_{1m}$ ,  $\beta_{0m}$ ,  $\beta_{1m}$ )은 신장과 체중의 단순 회귀 모형의 계수,  $(\delta_{im}, \epsilon_{im})$ 는 각 모형의 오차항이다. 최소자승법에 의하여 추정된 신장과 체중의 단순회귀함수의 결과는 다음과 같다.

$$\hat{H}_m = 168.2520 + 0.234818 T \quad \dots \dots (3)$$

$$(2694.148) (25.502) \quad R^2 = 0.9864 \quad \text{MSE} = 0.0933$$

$$\hat{W}_m = 58.75455 + 0.330909 T \quad \dots \dots (4)$$

$$(360.049) (13.753) \quad R^2 = 0.9546 \quad \text{MSE} = 0.06368$$

식 (3), (4)의 회귀계수에 ( )안의 t값이 유의수준 5%에서 기각치  $t(0.025, 9) = 2.262$  보다 매우 크므로 연도(T)변수는 신장과 체중의 변화를 설명하는데 매우 귀중한 정보를 제공한다고 판단된다. 또한 연도(T)를 포함한 신장과 체중의 단순회귀모형의 결정계수가 신장과 체중의 변동을 각각 98.64%, 95.46% 설명하고 있어 설명력이 매우 높고, 추정된 회귀모형의 예측정도를 나타내는 잔차자승평균(MSE)이 작음을 알 수 있다.

그러나 가정한 선형회귀모형의 선형성을 검토하기 위해서는 잔차의 연도에 따른 잔차의 산점도를 조사하여야 한다. 그림 2의 (1), (2)에 의하면 잔차의 함수 형태가 선형식보다는 삼차 곡선식이 더 적절할 것으로 판단된다. 따라서 식(1), (2) 보다는 아래와 같은 삼차 다항회귀모형(Third-order polynomial regression model)을 고려하여 적합시킨 후 단순회귀모형에서 얻은 결과와 비교하여 최적의 회귀모형을 결정하고자 한다.

$$H_{im} = \alpha_{0m} + \alpha_{1m} T_i + \alpha_{2m} T_i^2 + \alpha_{3m} T_i^3 + \delta_{im},$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 11 \quad \dots \dots (5)$$

$$W_{im} = \beta_{0m} + \beta_{1m} T_i + \beta_{2m} T_i^2 + \beta_{3m} T_i^3 + \epsilon_{im},$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 11 \quad \dots \dots (6)$$

식 (5), (6)의 다항회귀모형을 최소자승법에 의하여 추정하면 그 결과는 다음과 같다.

$$\hat{H}_m = 167.901212 + 0.501709 T - 0.049895 T^2$$

$$+ 0.002638 T^3 \quad \dots \dots (7)$$

$$(1322.835) (5.727) (-3.007) (2.893)$$

$$R^2 = 0.9942 \quad \text{MSE} = 0.00514$$

$$\hat{W}_m = 57.605758 + 1.192786 T - 0.159184 T^2$$

$$+ 0.008333 T^3 \quad \dots \dots (8)$$

$$(321.312) (9.640) (-6.791) (6.470)$$

$$R^2 = 0.9943 \quad \text{MSE} = 0.01025$$

식 (7), (8)의 회귀계수에 t의 절대값이 유의수준 5%에서 기각치  $t(0.025, 7) = 2.365$  보다 크므로 연도(T)변수의 삼차 다항회귀모형이 신장과 체중의 변화를 설명하는데 통계적으로 매우 유의함을 알 수 있다. 추정된 삼차 다항회귀모형에 대한 잔차자승평균이 단순회귀모형의 그것보다 상당히 작아져 추정 오차가 매우 작아짐을 알 수 있다. 따라서 고교 3학년 남학생의 신장과 체중의 연도에 따른 평균 변화를 가장 잘 적합시키는 통계적 회귀함수 형태는 삼차 다항회귀모형으로 결정할 수 있다.

## 2) 여학생 신장과 체중의 연도에 따른 회귀모형

그림 1의 (3), (4)에 의하면 여학생의 성장발육의 증가가 남학생의 비교하여 다른 함수 형태를 갖고 있는 것 같다. 어떤 다른 함수 형태인지를 판단하기 위하여 식 (1), (2)와 같이 단순회귀모형을 적합시킨 후 잔차분석을 통하여 함수 형태를 결정하고자 한다.

우선 추정된 단순회귀모형 함수의 결과는 식 (9), (10)과 같다.

$$\hat{H}_f = 157.232727 + 0.160455 T \quad \dots \dots (9)$$

$$(1505.814) (10.422)$$

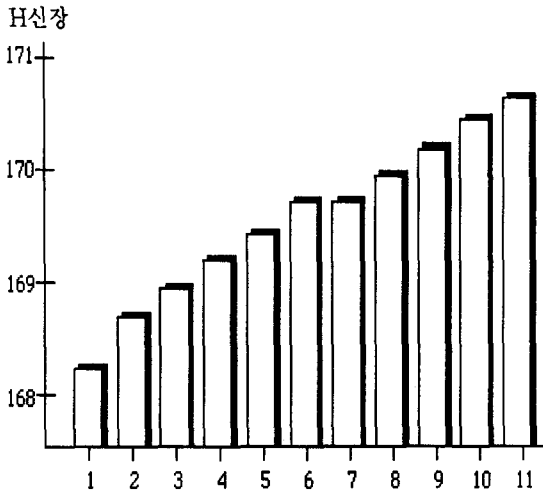
$$R^2 = 0.9235 \quad \text{MSE} = 0.02607$$

$$\hat{W}_f = 52.522 + 0.148455 T \quad \dots \dots (10)$$

$$(670.251) (12.849)$$

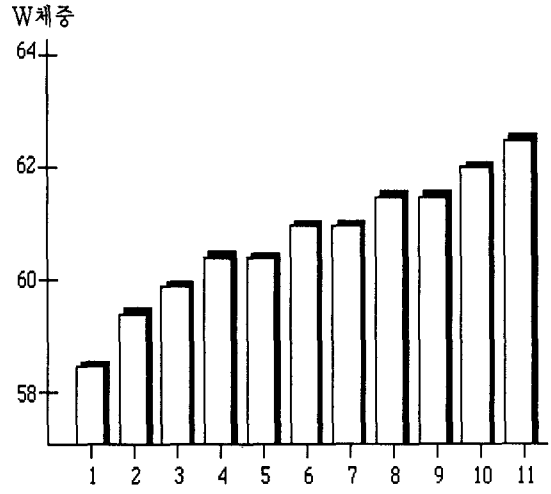
$$R^2 = 0.9483 \quad \text{MSE} = 0.01468$$

식 (9), (10)의 회귀계수의 t값이 유의수준 5%에서 기각치  $t(0.025, 9) = 2.262$  보다 매우 크므로 연도(T)변수는 여학생의 신장과 체중의 변화를 설명하는데 연도의 변화가 매우 귀중한 정보를 제공한다고 판단된다. 연도(T)를 포함한 단순회귀모형이



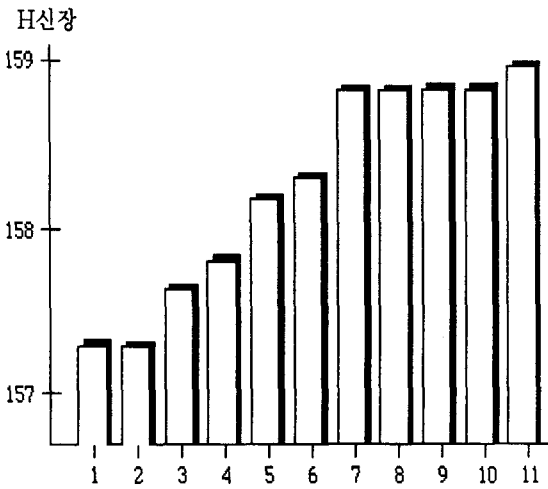
T 년도 1983 = 1, 1993 = 11

(1) 남학생의 신장의 산점도



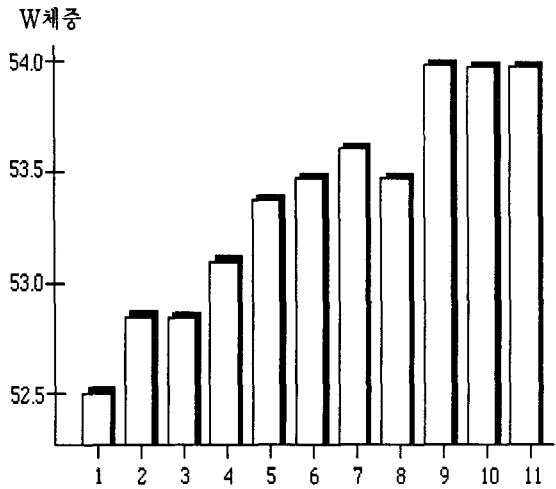
T 년도 1983 = 1, 1993 = 11

(2) 남학생의 체중의 산점도



T 년도 1983 = 1, 1993 = 11

(3) 여학생의 신장의 산점도



T 년도 1983 = 1, 1993 = 11

(4) 여학생의 체중의 산점도

그림 1. 고교 3학년생의 평균 신장과 체중의 연도별 산점도(Scatter Plot)

여학생의 신장과 체중의 회귀모형에 대한 결정계수가 각각 0.9235, 0.9483으로 설명력이 매우 높고, 추정된 회귀모형의 예측정도를 나타내는 잔차자승평균(MSE)이 작음을 알 수 있다.

그림 2의 (3), (4)에 의하면 여학생의 신장의 잔차의 산포도는 신장의 변화가 T의 사차 다항식(Fourth-order polynomial regression model)의 적합이 필요하다고 판단된다.

따라서 두 다른 형태의 다항 회귀모형을 추정하면서 식 (9), (10)의 단순회귀모형과 비교 검토하여 조금 더 설명력이 높은 모형을 선택하기로 한다. 추정된 회귀모형은 다음과 같다.

$$\hat{H}r = 157.897879 - 0.760321 T + 0.324257 T^2 - 0.040449 T^3 + 0.001640 T^4 \dots \dots (11)$$

(566.972) (-2.615) (3.493) (-3.550) (3.476)

$$R^2 = 0.9821 \quad \text{MSE} = 0.00917$$

$$\hat{W}r = 52.347152 + 0.229154 T - 0.006725 T^2 \dots (12)$$

(441.266) (5.043) (-1.824)

$$R^2 = 0.9635 \quad \text{MSE} = 0.01167$$

식 (11) 회귀계수의 t값이 절대값이 유의수준 5%에서 기각치  $t(0.025, 6) = 2.447$  보다 크므로 연도(T)변수의 사차 다항회귀모형이 신장과 체중의 변화를 설명하는데 통계적으로 매우 유의함을 알 수 있다. 식 (12)에서는 일차항 T의 t값이 유의수준 5%에서 기각치  $t(0.025, 8) = 2.306$  보다 크므로 통계적으로 유의하지 못하나 유의수준 10%에서는 경계선에 있어서 체중에 관한 회귀모형에 이차항을 포함시켰다.

각 추정된 모형의 결정계수가 각각 0.9821, 0.9635로 신장과 체중의 변동에 대한 설명력이 선형 회귀모형보다 상대적으로 높음을 알 수 있다. 추정된 식 (11)의 잔차자승평균이 식 (9)의 그것보다 상당히 작아져 추정오차가 매우 작고, 반면에 체중

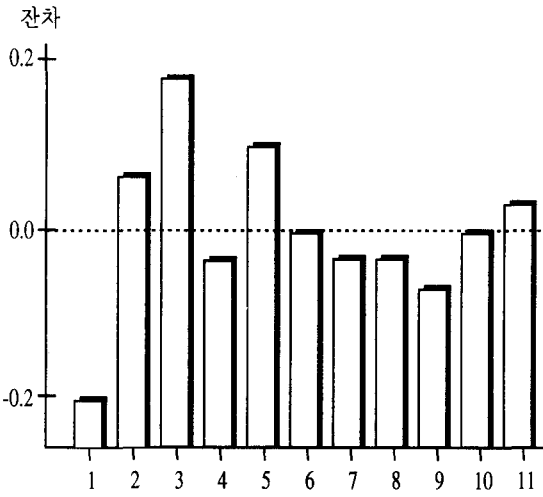
에 관한 이차 다항회귀모형 식 (12)는 식 (10) 보다 잔차자승평균의 축소는 상대적으로 결정할 수 있다.

따라서 식 (11), (12)가 식 (9), (10) 보다 추정 오차가 작고 설명력이 높으므로 고교 3학년 여학생의 신장과 체중의 연도에 따른 변화를 가장 잘 적합시키는 통계적 함수 형태는 각각 사차 다항회귀모형과 이차 다항회귀모형으로 결정할 수 있다.

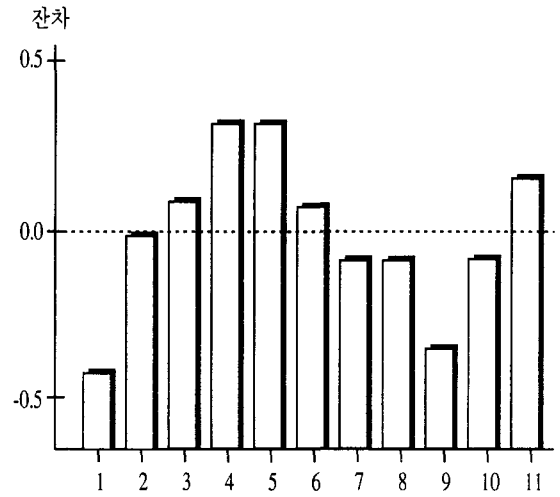
### 3. 신장과 체중의 연도별 추정치 및 예측치

남녀학생의 신장과 체중의 최종 모형이 다항회귀모형으로 식 (7), (8), (11), (12)와 같이 추정되면 이를 이용하여 가까운 미래의 신장과 체중의 변화를 예측할 수 있다. 여기서 문제점은 과거 11년간의 신장과 체중의 추정된 다항회귀모형을 가지고 신체성장을 예측하는 데는 상당한 오차를 발생시킬 수 있기 때문에, 단기적 기간에 걸친 신체성장을 추정된 회귀모형을 이용하여 예측할 수 있을 것이다.

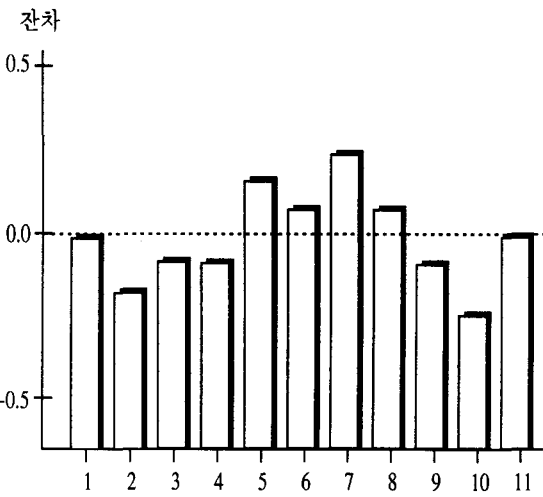
표 3은 추정된 모형에 의한 1983년부터 1993년까지의 신장과 체중의 추정치와 1994년부터 1995년까지의 예측치를 나타내고 있다. 1996년 이후의 예측은 현재 11년간의 자료와 1994, 1995년도의 실제 관측치를 포함시켜서 다시 모형을 적합한 후 예측을 할 때 예측오차를 최소화할 수 있을 것이다. 표 3에 의하여 고교 3학년 신장이 남학생의 경우 1993년도의 170.87cm에서 171.79cm로 1995년도에 평균적으로 약 0.92cm 증가할 것으로 예측되고, 여학생의 경우는 158.99cm에서 160.79cm로 평균적으로 약 1.80cm 성장할 것으로 예측된다. 또한 1995년도에 남학생의 체중은 62.58kg에서 64.52kg으로 평균적으로 약 1.94kg 증가될 것으로 예측되고, 여학생의 경우 54.05kg에서 54.19kg으로 평균적으로 0.14kg 증가될 것으로 예측된다.



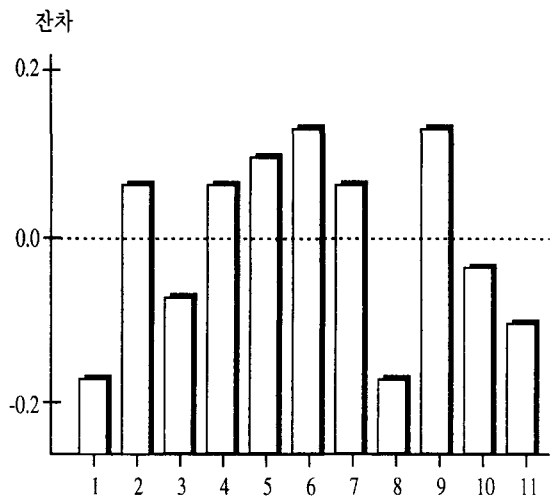
T 년도 1983 = 1, 1993 = 11  
 (1) 남학생의 신장의 연도에 따른 잔차 산점도



T 년도 1983 = 1, 1993 = 11  
 (2) 남학생의 체중의 연도에 따른 잔차 산점도



T 년도 1983 = 1, 1993 = 11  
 (3) 여학생의 신장의 연도에 따른 잔차 산점도



T 년도 1983 = 1, 1993 = 11  
 (4) 여학생의 체중의 연도에 따른 잔차 산점도

그림 2. 신장과 체중의 연도에 대한 잔차 산점도



**Table 3. The Estimate and Prediction; Mean Values of Body Height and Body Weight by Year and Sex**

Year	Body height		Body weight	
	Male	Female	Male	Female
1983	168.36	157.42	58.65	52.50
1984	168.73	157.38	59.42	52.90
1985	169.03	157.58	59.98	52.97
1986	169.28	157.88	60.36	53.16
1987	169.49	158.17	60.63	53.33
1988	169.69	158.40	60.83	53.48
1989	169.87	158.53	61.01	53.62
1990	170.07	158.58	61.23	53.75
1991	170.30	158.60	61.53	53.87
1992	170.57	158.68	61.95	53.97
1993	170.90	158.95	62.56	54.05
1994	171.30	159.58	63.40	54.13
1995	171.79	160.79	64.52	54.19

**4. 신장에 대한 체중의 회귀모형**

1983년부터 1993년 사이의 신장에 대한 체중의 산점도는 그림 3과 같다. 남녀 공통적으로 체중과 신장의 관계는 강한 양의 상관관계가 있는 것으로 보인다. 상관분석(Correlation Analysis)에 의하면 남학생과 여학생의 체중과 신장의 상관계수가 각각 0.985, 0.938로 강한 양의 상관관계에 있고, 남학생의 상관계수가 여학생의 것보다 높은 것으로 나타났다. 체중과 신장 두 변수 사이에 강한 선형관계에 있으므로 체중(W)을 종속변수로 두고 신장(H)을 독립변수로 하여 단순회귀모형을 적합한 후 추정된 회귀모형의 결과는 다음과 같다.

남학생의 경우 :

$$W_m = -178.694322 + 1.411252 H \dots\dots (13)$$

(-12.863)      (17.235)

$$R^2 = 0.9706 \quad MSE=0.04123$$

여학생의 경우 :

$$W_f = -81.995592 + 0.855956 H \dots\dots (14)$$

(-4.894)      (8.082)

$$R^2 = 0.8789 \quad MSE=0.03440$$

식(13), (14)에서 신장(H)에 대한 회귀계수의 t 값이 유의수준 5%에서 각각 t(0.05, 9) = 1.833 보다 크므로 신장(H)이 체중(W)의 변동을 설명하는데 통계적으로 유의하다. 결정계수가 각각 0.9706, 0.8789이므로 신장에 따른 체중의 변동에 대한 설명력은 매우 높으며 남학생의 회귀모형이 여학생의 것보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 신장의 변화에 대한 평균 체중의 증가 추정은 남학생의 경우 신장 1cm가 성장함에 따라 체중은 평균적으로 1.41kg 증가되고, 여학생의 경우는 평균적으로 0.86kg 증가하는 것으로 추정된다.

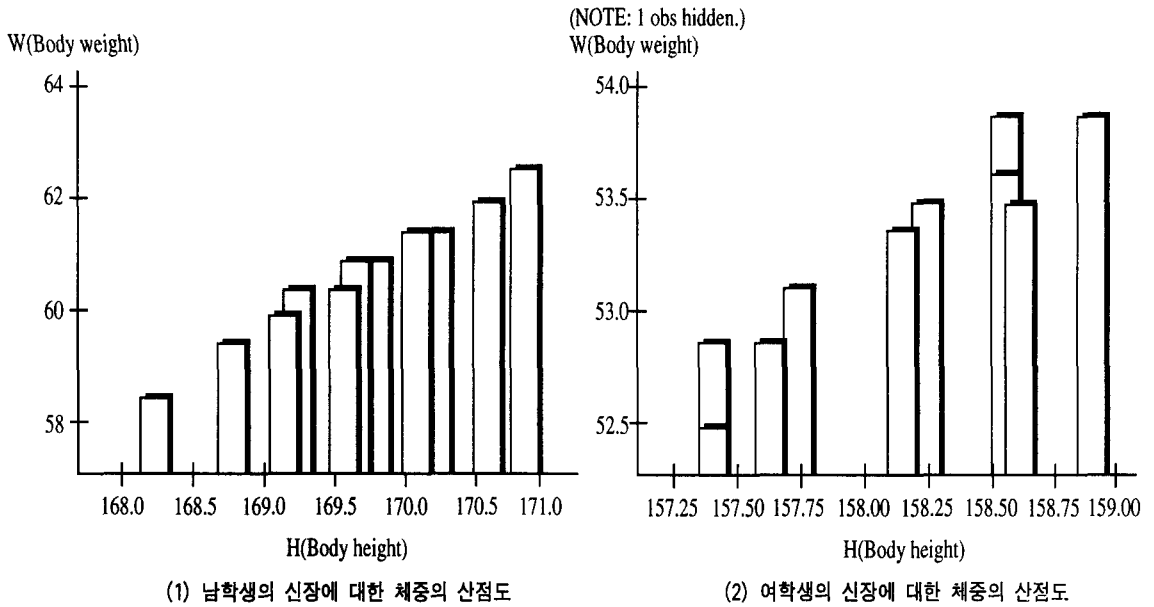


그림 3. 신장에 대한 체중의 산점도

#### IV. 결 론

본 연구에서는 최근 11년간(1983년-1993년)에 고교 3학년 남녀학생의 체격이 어떻게 성장 발육되었는지를 통계적 모형을 이용하여 분석하였다. 발육에 관한 체격 및 영양지수에 의하면 비체중의 경우 1993년에는 36.62로 표준을 넘고 있으나 여학생의 경우 34로 미달을 나타냈다. 비흉위 지수는 남녀 모두 정상분위형에 속하고 1983년도와 1993년도를 비교하면 남자는 평균적으로 0.29 증가하고 여자는 0.55 증가하여 여학생의 지수 증가폭이 남학생보다 큰 것으로 나타났다. 비좌고 지수 결과에 의하면 남녀 모두 상체에 비해 하체 성장이 크고, 지수 감소폭은 여학생이 남학생보다 큼을 알 수 있다. 베르베크 영양지수의 경우 남학생은 11년간에 걸쳐 평균적

으로 2.04 증가하였으나 여학생의 경우에는 상대적으로 작은 1.20만큼 증가되어 여학생의 영양상태가 충분치 못함을 알 수 있다.

신장과 체중의 기간에 따른 회귀모형에서는 남학생의 신장과 체중의 연도에 따른 평균 변화를 가장 잘 설명하는 통계적 회귀함수 형태는 선형회귀모형보다는 삼차 다항회귀모형으로 판단되며, 여학생의 신장과 체중의 연도에 따른 변화를 가장 잘 적합시키는 통계적 함수 형태는 각각 사차 다항회귀모형과 이차 다항회귀모형으로 판단된다.

추정된 다항회귀모형을 이용한 1995년도의 예측치는 고교 3학년 신장이 남학생의 경우 1993년도의 170.87cm에서 171.79cm로 평균적으로 약 1.80cm 성장할 것으로 예측된다.

또한 1995년도에 남학생의 체중은 62.58kg에서 64.52kg으로 평균적으로 약 1.94kg 증가될 것으로

예측되고, 여학생의 경우 54.05kg에서 54.19kg으로 평균적으로 0.14kg 증가될 것으로 예측된다.

신장에 대한 체중의 회귀모형에 관하여는 선형회귀모형이 적절하다고 판단되며 신장의 변화에 대한 평균 체중의 증가 추정은 남학생의 경우 신장 1cm가 성장함에 따라 체중은 평균적으로 1.41kg 증가되고, 여학생의 경우에는 평균적으로 0.86kg 증가한다고 추정된다. 따라서 남학생이 여학생보다 신장 1cm 증가에 대한 체중의 증가가 평균적으로 0.55kg 만큼 더 많음을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. 박순영, 임성손. 한국인 청소년(만 11세와 14세) 신장과 체중의 변천에 따른 변화에 관한 연구. 한국보건통계학회지 제 10권 제 1호, 1-28, 1985.
2. 임성손, 박순영. 한국인 청소년의 신장과 체중의

시대 변천에 따른 변화추이에 관한 연구. 경희의대논문집 제 10권 제 1호, 135-161, 1985.

3. 임성손, 박순영, 구도서, 박양원. 한국인 청소년의 신장과 체중의 시대 변천에 따른 변화추이에 관한 연구. 경희의학 제 2권 제 2호, 183-212, 1986.
4. 박순영, 박양원, 구도서. 한국인의 체격변화에 관한 비교연구. 경희의대 논문집 제 11권 제 1호, 303-316, 1986.
5. 교육부. 학생체격검사. 1983년-1993년.
6. John Neter, William Wasserman, Michael H. Kunter. Applied Linear Regression Models, Irwin, 1989.
7. Park, Soon-Young, et. al. Statistical Comparison and Chronological Change of the Physical Growth and Development of Korean(-From 1983 To Present (1994)-). The J.of Koean Society for Health Education, Vol. 11, No. 2, 1-16, 1994.

< Abstract >

**Statistical Estimated Model of Chronological  
Change in Physical Growth and Development in  
Korean Youth(17 Years Old)  
- From 1983 To 1993 -**

Woong Hyun Sung\*\* · Shuk Ok Yoon\*\*\* · Tai Young Yoon\* · Joong Myung Choi\* · Soon Young Park\*

(Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Kyung Hee Univ. 130-701, Seoul, Korea\*

Department of Statistics, Han Shin University, 447-270, Ohsan City, Kyung Kee Province, Korea\*\*,

Department of Public Health, Graduate School of Public Health, Kyung Buk University\*\*\*)

This research was obtained from analyzing how the physiques of the 3rd grade students of high school for males and females and developed for the last eleven years(from 1983 to 1993). By the physiques and nutritional index of physical growth and development, Relative Body Weight of 36.62 exceeded the standard, on the other hand females showed lower records than the standard. Relative Chest Girth Index belonged to the normal type of males and females in all, in the comparison of the records between 1983 and 1993, males increased in average 0.29 and females in average 0.55. Relative Chest Girth Index of females was greater than that of males. By the results of Relative Sitting Height Index, growth of the lower body for males and females was greater than that of males. In case of Vervaeck Index, males increased in average 2.04 but females increased in average 1.20 relatively less than males. These phenomena provided for the evidence of the deficient nutrition in females.

In the regression models of body height and body weight within a certain period, statistical regression model types which best indicated chronological average changes of body height and body weight, took 3rd Order Polynomial Regression Model rather than linear regression model. In females, statistical regression model types which best is suitable for chronological average change of body height and body weight, took 4th and 2nd Order Polynomial Regression Model respectively.

The prediction value of 1995 by estimated polynomial regression model anticipated that body height of 3rd grade year students of high school of males in 1993 went on increasing from 170.87cm to 171.79cm in average 0.92cm growth and that of females from 158.99cm to 160.79cm in average 1.80cm growth. In addition, body weight of males seemed to increase from 62.58kg to 64.52kg in average 1.94kg growth and that of females seemed to increase from 54.05kg to 54.19kg in average 0.14kg growth.

Linear Regression Model was suitable for the regression model of body weight for body height. Prediction on increase of an average body weight for body height was that, according to growth of body height 1cm in males, body weight increased 1.41kg averagely and that of females 0.86kg. For that reason, we came to conclusion that body weight increase for body height 1cm in males was greater than that in females on average.