

초등학생의 활동계수, 휴식대사량 및 에너지 소비량의 평가

김은경[†] · 김은경 · 송주미 · 최현정 · 이가희
강릉대학교 생명과학대학 식품과학과

Assessment of Activity Coefficient, Resting Energy Expenditure and Daily Energy Expenditure in Elementary School Children

Eun-Kyung Kim[†] · Eun-Kyeong Kim · Ju-Mi Song · Hyun-Jung Choi · Ga-Hee Lee
Department of Food Science, Kangnung National University

ABSTRACT

The study was conducted to assess the energy expenditure of 102 elementary school children. Body weight and height were measured and one-day activity diaries were collected by interviewing with children. The children spent about 9 hours 14 minutes sleeping ; 3 hours 40 minutes resting. They spent 86.4% of 24 hours (one day) in 'very light activities' and 13.3% in 'light activities'. Activity coefficient (1.41 ± 0.11) of boys was significantly higher than that of girls (1.35 ± 0.07). Activity coefficient (1.41 ± 0.11) of 4th grade elementary school children was higher than those of 2nd and 6th grade school children ($p < 0.05$). Resting energy expenditure estimated by Harris-Benedict formula, formula based on body surface area and DRI formula for Koreans were 1240.9 ± 147.4 kcal/day, 1386.5 ± 206.9 kcal/day and 1284.5 ± 199.8 kcal/day. And daily energy expenditure by using Harris-Benedict formula, body surface area formula and DRI formula were 1708.4 ± 258.8 kcal, 1909.8 ± 341.8 kcal and 1771.1 ± 341.9 kcal/day. These results suggested that nutrition and exercise program to increase the energy expenditures of primary school children should be developed.

Key Words : Energy expenditure, Activity coefficient, Elementary school children

서 론

1979년부터 1996년까지 18년간, 초등학교 남학생의 비만 이환율은 6.4배(1979년 3.6%에서 1996년 21.0%) 증가하였으며 초등학교 여학생의 경우는 4.7배(1979년 3.3%에서 1996년 15.5%) 증가하였다(1). 그 후 Kang 등(2)은 서울 지역 초등학교의 비만 이환율을 18.1%로 보고하였으며, 2002년 서울시 교육청 학교보건원이 보고(3)한 비만아 비율은 14.4%로

지난 20여년 전에 비해 6-10배가량 증가하였다. 한편, 전국의 표본 집단을 대상으로 보건복지부에서 실시한 2001년 국민건강·영양조사(4) 결과에 따르면 초등학교 1116명 중 비만아동이 12.4%(경도 비만 6.2%, 중등도 이상 비만 4.5%)에 이르렀다. 그러나 우리나라 초등학교의 평균에너지 섭취량은 권장량보다 적은(권장량의 95.3%) 1845.5kcal였다.

따라서 소아비만 이환율의 증가는 단순히 에너지 섭취량의 증가에만 기인하기 보다는 생활양식의 변화에 따른 소비 에너지의 감소와도 관련이 있을 것으로 생각된다. Obarzanek 등(5)과 Sallis 등(6)에 따르면, 비만아동이 정상체중아동보다 활동량이 적었으며 수년간의 추적조사결과에서도 활동적인 아동

접수일 : 2005년 9월 24일, 채택일 : 2005년 12월 5일

[†] Corresponding author : Eun-Kyung Kim, Department of Food Science, Kangnung National University, 120 Gangneung Daehangno, Gangneung, Gangwon-do 210-702, Korea
Tel : 033)640-2336, Fax : 033)647-9535,
E-mail : ekkim@kangnung.ac.kr

이 비활동적인 아동보다 체지방량이 적었음이 보고되었다(7,8). 또한 어린시절 활동량이 많았던 아동은 8년 후 청소년 초기에 이르러서도 체지방 축적량이 낮았음이 밝혀짐에 따라(9) 초등학교 아동의 에너지 소비량을 증가시키기 위한 프로그램 개발에 관심을 모으게 되었다.

비만 아동의 체중관리 프로그램에서는 각 개인에 맞는 에너지 소비량과 에너지 섭취량의 제시가 필요하다. 2005년 11월 한국인 영양섭취 기준(10)이 발표되기 전까지는 1985년에 제시된 WHO 공식(11)을 적용하여 산출된 에너지 권장량을 사용하여왔다. 그러나 새로 발표된 한국인 영양섭취 기준(10)에서는 이중표시수분방법을 토대로 에너지필요추정량을 산출하였는데, 종전(7차 개정 에너지 권장량)에 비하여 다소 감소한 경향을 보이고 있다.

앞으로 아동의 에너지 필요추정량 뿐만 아니라 에너지 권장섭취량 등이 제시되려면, 무엇보다도 초등학교 학생의 에너지 소비량의 정확한 측정 또는 추정치가 제시되어야 한다. 최근 들어, 청소년(12,13)과 여대생(14,15) 그리고 성인여성(16)을 대상으로 이들의 신체활동량, 휴식대사량, 활동대사량, 에너지 소비량을 조사한 연구들이 보고된 바 있으나, 초등학교를 대상으로 한 국내 연구는 보수계를 이용한 활동량 연구(17)와 에너지 균형실험 연구(18) 등으로 극히 제한되어 있다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 학생을 대상으로 24시간 활동기록법을 이용하여 이들의 생활시간, 활동량 및 에너지 소비량을 조사하여, 향후 초등학교 학생을 위한 에너지 권장량 설정 및 비만아동을 위한 생활 지침을 제시하는데 필요한 기초 자료를 제시하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상

특별한 질환이 없고 보행에 있어서 아무런 장애가 없는 강릉지역 Y 초등학교의 2, 4, 6학년 각각 1개

학급 아동 총 102명(남아 41명, 여아 61명)을 대상으로 하였다.

2. 신체계측

신장과 체중을 측정하고 한국 소아발육표준치(19)의 신장별 체중 백분위수의 50%값을 표준체중으로 하여 조사 대상 아동의 비만도 지수를 계산하였다. 또한, 신장과 체중의 계측치를 통해 체표면적과 Röhrer 지수를 계산하였다(15).

$$\begin{aligned} \text{비만도 지수(19)} &= (\text{현재체중}/\text{표준체중}) \times 100 \\ \text{체표면적(Body surface area, BSA)} &= \text{Weight}^{0.425}(\text{kg}) \times \text{Height}^{0.725}(\text{cm}) \times 0.007184 \\ \text{Röhrer index (15)} &= [\text{현재체중}(\text{kg})/\text{신장}(\text{cm})^3] \times 10^7 \end{aligned}$$

3. 휴식대사량(Resting energy expenditure, REE)의 평가

연구대상자의 휴식대사량은 아래와 같은 예측 공식을 이용하여 산출하였다(15).

• Harris-Benedict formula(15)

REE1 (kcal/day)

$$\text{in boy} = 66.5 + [13.7 \times \text{Weight}(\text{kg})] + [5 \times \text{Height}(\text{cm})] - [6.8 \times \text{Age}]$$

$$\text{in girl} = 655 + [9.6 \times \text{Weight}(\text{kg})] + [1.8 \times \text{Height}(\text{cm})] - [4.7 \times \text{Age}]$$

• Formula(15) based on body surface area(BSA)

$$\text{REE2 (kcal/day)} = \text{BSA} \times \text{단위체표면적당 발생 열량 (kcal/m}^2/\text{hr)} \times 24\text{hrs}$$

• WHO/FAO/NAO formula(15)

$$\text{REE3 (kcal/day)} = [13.3 \times \text{Weight}(\text{kg})] + [3.34 \times \text{Height}(\text{cm})] + 35$$

• Korean DRI formula(10)

REE4 (kcal/day)

$$\text{in boy} = 68 - 43.3 \times \text{Age}(\text{years}) + 712 \times \text{Height}(\text{m}) + 19.2 \times \text{Weight}(\text{kg})$$

$$\text{in girl} = 189 - 17.6 \times \text{Age}(\text{years}) + 625 \times \text{Height}(\text{m}) + 7.9 \times \text{Weight}(\text{kg})$$

4. 신체 활동량 조사

조사 대상자들의 신체활동량은 학교에서의 활동량

과 학교 이외의 장소에서의 활동량으로 구분하였다. 학교에서의 활동량은 수업내용과 쉬는 시간을 중심으로 사전에 훈련받은 조사원들이 학생과의 1:1 면담을 통해 조사하였다. 그리고 학교 이외의 장소에서의 활동량은 부모님이 기록한 아동의 활동 일지를 토대로 상담원과의 면담을 통하여 조사하였다.

이와 같이 조사된 내용을 일본인 영양소요량 5차(20) 자료의 18단계 행동분류표에 준하여 단계별로 구분하였다. 또한 단계별 소요시간(분)에 각 단계별 휴식대사량 배수(REE 가중치)를 곱한 값들의 합계를 1일 24시간을 분 단위로 환산한 1440분으로 나누어 평균 활동 계수를 산출하였다.

또한 Harris-Benedict 공식, 체표면적을 이용한 공식 및 WHO/NAO/FAO 공식, DRI 공식을 이용하여 계산된 휴식대사량에 평균 활동계수를 곱하여 1일 총 에너지 소비량을 계산하였다.

5. 통계분석

모든 자료의 처리는 SAS PC package(Ver. 8.0)를 이용하였다. 대상자들의 신체계측 결과, 각각의 예측 공식을 통해 산출된 휴식대사량, 활동 단계별 소요 시간 및 1일 중 차지비율을 계산하였다. 연령별 평균값의 유의성은 GLM(General Linear Model)을 이용한 ANOVA(Analysis of Covariance)로 분석하였다. 또한 두 집단간의 평균값의 유의성 검정은 t-test를 이용하여 비교하였고, $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 조사 대상 아동의 일반적인 특성

본 연구대상자는 남학생 41명(40.2%), 여학생 63명(59.8%)으로 전체 102명이었으며, 학년별로는 2, 4, 6학년에 각각 34명, 32명, 36명이었다. 조사 대상자의 평균연령은 10.0 ± 1.7 세였으며, 신장과 체중은 각

Table 1. Anthropometric measurements of subject

	Boy(n=41)	Girl(n=61)	Total
Age(years)	10.1±1.8	10.0±1.6	10.0±1.7
Height(cm)	142.0±12.5	141.8±11.9	141.9±12.1
Weight(kg)	39.9±10.8	38.4±10.0	39.0±10.3
Röhrer index ¹⁾	137.3±21.3	132.7±18.9	134.6±19.9
Obesity index(% ²⁾)	108.4±19.6	104.2±16.1	105.9±17.6

¹⁾ Röhrer index = [Body weight(kg) / Height(cm)³] × 10⁷

²⁾ Obesity index = (Body weight / Standard weight) × 100

각 141.9 ± 12.1 cm와 39.0 ± 10.3 kg였다. 또한 신장에 따른 체중을 평가하여 비만의 정도를 알아보는 Röhrer 지수는 134.6 ± 19.9 였으며, 실제체중을 표준체중과 비교한 백분율인 비만도 지수는 105.9 ± 17.6 %였다 (Table 1).

2. 활동 단계에 따른 소요시간

대상자들의 신체 활동량을 일본인 영양소요량 5차(20) 자료의 18단계 행동 분류표를 이용하여 평가한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 각 단계별 활동의 예, 소요 시간, 1일(24시간) 중 해당 소요시간 백분율, 휴식대사량(1.0)을 기준으로 한 활동 계수(REE factor)를 살펴보았다. 본 조사 대상 아동의 평균 수면 시간은 554.1 ± 65.9 분(9시간 14분)으로 1일 중 38.5 ± 4.6 %에 해당하였는데, 이는 2005년 통계청(21)에서 발표한 '2004년 생활시간조사 결과'에서 보고된 초등학생의 1일 평균 수면시간(530분, 8시간 50분)보다 24분 많았다. 한편 Kim 등(12)이 보고한 남녀 중·고등학생의 1일 평균 수면시간은 7시간 24분(444분)이었으며, Choi 등(15)이 보고한 여대생의 1일 평균 수면시간은 529분(8시간 49분)이었다.

본 연구 대상자에서 수면 다음으로 소요 시간이 많은 활동은 5단계의 학습관련 활동으로 평균 276.8 ± 87.9 분(4시간 37분)이 소요되어 하루 중 19.2 ± 6.1 %에 해당되었는데, 이는 통계청(21)이 보고한 우리나라 초등학생의 1일 평균 학습시간(374분, 6시간 14분)보다 약 97분가량이 적었다. Kim 등(12)이 보고한 중학생과 고등학생의 학습시간(각각 369.5분과 420.9

Table 2. Expending time(min, %) and activity coefficient of subjects by 18 activity levels

Level	Examples	Time (min)	Percentile (%)	Activity coefficient ¹⁾		Time (min)	Percentile (%)
				REE factor	Coefficient		
Very light	1 Sleeping	554.1±65.9	38.5±4.6	0.9	0.35±0.04	1244.0±80.8	86.4±5.6
	2 Resting, Watching TV	220.0±73.8	15.3±5.1	1.2	0.18±0.06		
	3 Eating food and snack	74.5±19.5	5.2±1.4	1.3	0.07±0.01		
	4 Personal hygiene, Computer game	118.7±59.0	8.2±4.1	1.4	0.12±0.06		
	5 Studying	276.8±87.9	19.2±6.1	1.5	0.31±0.10		
Light	6 Transportation	54.3±29.3	3.8±2.0	2.0	0.08±0.04	191.6±76.1	13.3±5.3
	7 Dress oneself	15.1±10.4	1.0±0.7	2.1	0.02±0.02		
	8 Strolling, Indoor exercise	59.4±46.1	4.1±3.2	2.5	0.10±0.08		
	9 Tidy away	20.0±28.5	1.4±2.0	2.6	0.04±0.05		
	10 Indoor errand	9.6±17.0	0.7±1.2	2.7	0.02±0.03		
	11 Outdoor errand	9.1±23.7	0.6±1.6	3.0	0.02±0.05		
	12 Walking, Shopping	12.7±26.9	0.9±1.9	3.1	0.03±0.06		
	13 Laundry	7.2±11.3	0.5±0.8	3.2	0.02±0.02		
	14 Giving a piggyback	4.2±14.7	0.3±1.0	3.3	0.01±0.03		
Moderate	15 Club activities	0.9±4.3	0.1±0.3	4.0	0.002±0.012	3.7±13.0	0.3±0.9
	16 Walking fast	2.8±11.9	0.2±0.2	4.5	0.009±0.04		
	17 Outdoor exercises	0	0	6.0	0		
Severe	18 Jogging, Physical training	0.6±3.1	0.0±0.2	7.0	0.003±0.025	6.0±3.1	0.6±3.1
Total		1440	100.0		1.37±0.10	1440	100

¹⁾ Activity coefficient = [expending time(%) × REE factor] / 100

분)을 고려하면, 통계청 (21)이 보고한 초등학생의 학습시간이 비교적 많은 것으로 생각된다. 세 번째로 많은 시간이 소요된 활동은 수면 다음으로 낮은 강도의 활동(2단계)인 휴식 및 독서, TV시청 등에 소요된 시간(220.3±73.8분)으로 하루 중 15.3±5.1%에 해당되었다.

본 연구 대상자에서 활동 강도를 기준으로 볼 때 3 단계에 해당되는 활동인 '식사 및 간식 섭취'에 소요된 시간은 74.5±19.5분이었는데, 이는 통계청 (21)에서 발표된 우리나라 초등학생의 식사 및 간식섭취시간(89분)보다 15분가량 적었다. 4단계(세면, 컴퓨터 게임 등)의 활동에는 118.7±59.0 분이 소요된 것으로 나타났다. 5단계 이후의 활동 중 8단계(산책, 가벼운 실내 활동 등)에 해당하는 활동에 소요된 시간은 59.4±46.1분(4.1±3.2%)이었는데, 통계청 (21)에서 발

표한 초등학생의 이동(도보 등) 관련 시간은 79분이었다. '보통 활동'으로 분류되는 15-17단계 활동 중 16단계 활동인 '빨리 걷기' 등에 소요된 시간은 단지 2.8±11.9분으로 나타났다.

조사 대상자들의 18단계별 소요 시간과 1일 중 소요 시간 비율을 살펴 본 결과, 9-15단계 활동의 소요 시간은 평균값에 비해 표준편차 값이 더 컸는데, 이는 행동 양식에 따라 소요 시간에 있어서 개인차가 크기 때문인 것으로 보여진다. 각 단계별 소요 시간과 단계별 REE 가중치를 이용하여 계산된 대상자들의 평균 활동 계수는 1.37±0.10로 나타났다.

18단계의 활동을 4단계로 재분류해 보면, '매우 가벼운 활동'에 소요되는 시간이 하루 중 86.4±5.6%로 거의 대부분을 차지함을 알 수 있었다. 통계청 (21)이 보고한 생활시간 조사결과를 살펴보면, 초등

학생의 여가생활시간은 296분으로 미디어 이용(108분)이나 취미활동 등(122분)으로 많은 시간을 보내고 있음을 알 수 있었다. 주목할 만한 것은 초등학생에 있어서 5년 전과 비교하여 컴퓨터 이용관련 여가시간(컴퓨터 게임, 인터넷)이 크게 증가하였다는 것이다. 본 연구 대상자에서 ‘매우 가벼운 활동’ 이외의 나머지 14.2±9.4%에 해당되는 시간 중 ‘가벼운 활동’이 13.3±5.3%에 해당되었고, ‘보통 활동’ 및 ‘강한 활동’에 소요된 시간은 각각 0.3±0.9% 및 0.6±3.1%에 불과하였다. 텔레비전 시청에 관한 Nielsen 보고서(22)에 따르면, 미국의 6-11세 아동의 TV 시청 시간은 203분이었으며, 십대 남녀의 TV 시청 시간은 각각 182분과 191분이었다고 한다. 본 연구에서 별도의 TV 시청 시간이 조사되지 않았으나, TV 시청 이외에 컴퓨터 작업 등의 소극적인 활동(매우 가벼운 또는 가벼운 활동)에 소요되는 시간이 하루 중 거의 대부분을 차지하여 이들의 신체활동이 매우 부족한 상태임을 알 수 있었다.

본 연구대상 아동의 활동계수는 1.37±0.10이었는데, 초등학생을 대상으로 활동계수를 조사한 국내 자료가 부족하여 본 연구결과와의 비교가 어려웠다. 미국의 이중표시수분방법에 의한 에너지 소비량 측정 자료에 따르면, 3-8세 남녀 아동의 신체활동 수준이 각각 1.39와 1.48이었고, 9-13세 남녀 아동의 신체활동 수준은 각각 1.56과 1.60으로 제시되어 저활동적 수준에 해당되었다(10). 그러나 중고등학생의 에너지 소비실태를 조사한 Kim 등(12)이 보고한 활동계수를 살펴보면, 남녀 각각 1.50과 1.48이었으며, 중학생과 고등학생이 각각 1.47과 1.50이었으며, 도시와 농촌 학생의 경우 각각 1.47과 1.50이었다. 한편 Yoon 등(23)이 보고한 여대생 및 남녀 대학생의 활동계수는 각각 1.50과 1.51이었고, Choi 등(15)이 보고한 여대생의 활동계수는 1.74로 높았다. 한편 1일 활동시간표를 통해 산출한 정상체중 성인 남녀의 활동계수는 각각 1.65와 1.64인 반면 과체중 남녀의 활동계수는 각각 1.57과 1.62였다(16).

이처럼 본 연구 대상자인 초등학생이 중고등학생

이나 대학생 및 성인에 비하여 활동계수가 낮게 나타났는데, 이러한 결과는 초등학생의 경우, 수면시간이 길고, 의도적인 운동시간이 적음에 따라 ‘매우 가벼운 활동’에 소요되는 시간이 상대적으로 많은 반면 ‘가벼운 활동’ 또는 ‘보통 활동’에 소요되는 시간은 상대적으로 적기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 초등학생들이 학교의 체육시간 이외에 방과 후, 옥외에서 뛰어노는 시간을 할애할 수 있도록, 학부모와 교사의 배려가 필요하며, 아울러 초등학생을 위한 특기 적성교육이나 운동관련 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

3. 성별, 연령별 활동계수의 비교

본 연구대상 남녀 아동의 평균 활동계수(Table 3)는 각각 1.41±0.11와 1.35±0.07였다. DRI에 따르면(10), 활동계수에 따라 신체활동수준(physical activity level)을 분류 시, 1.0-1.4 미만을 ‘비활동적’, 1.4-1.6 미만을 ‘저활동적’이라 분류하고 있다. 이와 같은 기준에 따르면, 본 연구대상 아동의 신체활동 상태는 ‘비활동적(inactive)’ 또는 ‘저활동적(low active)’에 해당되는데, 실제로 여가시간을 활용하여 적극적으로, 규칙적으로 운동을 수행하지 않는 일반 사무직 또는 학생들은 대부분 ‘저활동적’수준에 해당된다.

본 연구대상 남아의 활동계수는 1.41±0.11로 여아의 1.35±0.07보다 유의하게 높았다. 이와 같은 결과는 거의 모든 연령에서 남자가 여자보다 더 활동적인 것을 보고한 Eaton 등(24)의 연구 결과와 일치한다. 4학년과 6학년에서도 남아의 활동계수가 각각 1.48±0.14와 1.41±0.09로 여아(각각 1.38±0.07, 1.34±0.06)보다 유의하게 높았다. 그러나 2학년 아동의 활동계수는 남녀 각각 1.34±0.05와 1.34±0.08로 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

초등학교 6학년 아동의 신체활동량을 연구한 Kang 등(17)에 따르면, 보수계를 이용하여 측정한 1일 평균 보행수는 남아가 10,575±2,856인 반면 여아는 8,177±964로 남아보다 유의하게 낮았다고 하였

Table 3. Activity coefficient of subjects by grade and gender

Grade	Gender		Total
	Boy(n=41)	Girl(n=61)	
2	1.34±0.05	1.34±0.08	1.34±0.07 ^{a)}
4	1.48±0.14	1.38±0.07*	1.41±0.11 ^{b)}
6	1.41±0.09	1.34±0.06	1.38±0.09 ^{ab)}
Total	1.41±0.11	1.35±0.07	1.37±0.10

¹⁾ Significantly different between boy and girl at
 * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001
²⁾ a,b. Means with same superscripts are not significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

다. Kim 등 (25)도 초등학교 남학생들이 여학생보다 신체적 활동이나 운동시간이 더 많았다고 보고하였다. 또한 12세 아동의 활동량에 있어서도 남녀간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (17). 이러한 차이는 남자는 축구, 야구 및 농구 등과 같은 활동적인 놀이를 더 선호하고 즐겨 참여하는 반면 여자는 공기, 고무줄, 소꿉놀이 등의 활동을 선호하고 있기 때문에 조사된 바 있다 (26). 그러나 본 연구에서 이와 같은 성별에 따른 평균 활동계수의 차이는 초등학교 고학년인 4학년과 6학년에서만 나타날 뿐, 2학년에서는 나타나지 않았다.

부산지역 중·고등학생의 1주일간의 운동시간을 살펴보면 (13), 남학생이 3.7±2.2시간으로 여학생의 2.2±1.6시간보다 유의하게 많았다. 반면 중고등학생을 대상으로 한 Kim 등 (12)의 연구에서도 남학생의 평균 활동계수가 1.50으로 여학생의 1.48보다 유의하게 높았다.

본 연구 대상자의 평균 활동계수를 살펴보면, 학년별로 유의한 차이를 보여주었는데 4학년 아동의 활동계수가 1.41±0.11로, 2학년(1.54±0.07)이나 6학년(1.38±0.09)보다 유의하게 높았다. 본 연구는 초등학교의 봄방학을 앞둔 2월에 진행되었는데, 6학년 아동의 경우, 이 시기에 중학교 진학을 앞두고 학습량이 증가함에 따라 오히려 운동이나 신체활동량은 감소하였기 때문으로 생각된다.

4. 성별, 연령별에 따른 활동 단계별 소요시간

대상자들의 성별과 연령에 따른 활동 단계별 소요시간 및 1일 중 차지비율을 Table 4에 나타내었다. Table 2에 따르면, 1일 24시간 중 ‘매우 가벼운 활동’에 소요되는 시간이 86.1%으로 거의 대부분을 차지하였고, 나머지 13%가 ‘가벼운 활동’에 해당되었고, ‘보통 활동’이나 ‘강한 활동’에 소요되는 시간은 극히 미약(각각 0.3%와 0.6%)하였다. 즉, 초등학생들은 하루 일과 중 거의 대부분을 활동계수 0.9-1.6에 해당되는 가벼운 활동을 하며 보낸을 알 수 있었다. 성별 및 학년별로 살펴보면 특히, 2학년 남녀아동 및 6학년 여아에서는 의도적인 운동(조깅, 등산)이 포함되는 ‘강한 활동’을 하는 아동이 단 1명도 없었다. 활동계수 4.0-6.0에 해당되는 빨리 걷기, 야외 운동 등이 포함되는 ‘보통 이상의 활동’을 하는 아동이 2학년 남아와 6학년 여아에서는 단 1명도 없는데 비하여 4학년 남녀 아동은 하루 중 각각 1.0%와 0.2%의 시간을 보통이상의 활동을 하는데 소비하고 있는 것으로 나타났으며, 가벼운 활동에 소요된 시간이 4학년 남아가 각각 17.0%와 15.9%로 2학년(12.8%) 및 6학년(9.9%)보다 많아, 본 연구 대상자 중 가장 활동적인 하루를 보내는 것으로 나타났다. 매우 가벼운

Table 4. Expending time of subjects by grade and gender Unit : %

Grade	Gender	Activity level			
		Very Light	Light	Moderate	Severe
2	Boy	87.5±3.5	12.5±3.5	0	0
	Girl	86.9±5.9	13.0±5.9	0.1±0.3	0
	Total	87.2±5.0	12.8±5.0	0.0±0.2	0
4	Boy	81.7±6.1	17.0±4.9	1.0±1.7	0.3±0.5
	Girl	83.8±5.4	15.9±5.2	0.2±0.8	0.0±0.1
	Total	83.1±5.6	16.3±5.1	0.5±1.2	0.1±0.3
6	Boy	86.8±5.3	12.6±4.8	0.5±1.4	0.1±0.3
	Girl	90.1±4.1	9.9±4.1	0	0
	Total	88.5±4.9	11.2±4.6	0.3±1.0	0.0±0.2
Total	Boy	85.8±5.4	13.6±4.7	0.5±1.3	0.1±0.3
	Girl	86.8±5.7	13.1±5.6	0.1±0.5	0.0±0.0
	Total	86.4±5.6	13.3±5.3	0.3±0.9	0.0±0.2

Table 5. Predicted resting energy expenditure and daily energy expenditure of subjects

		Boy(n=41)	Girl(n=61)	Total
Resting energy expenditure (kcal/day)	Harris-Benedict Formular	1253.7±191.5 ^{a)}	1232.3±109.2 ^{b)}	1240.9±147.4 ^{a)}
	Body Surface Area Formular	1453.3±199.1 ^{a)}	1341.1±201.3 ^{a)}	1386.5±206.9 ^{a)}
	WHO/FAO/NAO Formular	1039.6±178.1 ^{b)}	1019.6±168.2 ^{b)}	1027.6±168.2 ^{b)}
	DRI for Koreans(2005)	1405.3±227.8 ^{a)}	1203.3±126.1 ^{a)}	1284.5±199.8 ^{a)}
Daily energy expenditure (kcal/day)	Harris-Benedict Formular	1769.1±343.3 ^{a)}	1667.6±173.2 ^{a)}	1708.4±258.8 ^{a)}
	Body Surface Area Formular	2049.7±368.0 ^{a)}	1815.8±289.9 ^{a)}	1909.8±341.8 ^{a)}
	WHO/FAO/NAO Formular	1456.8±298.7 ^{b)}	1352.6±194.5 ^{b)}	1405.7±264.1 ^{b)}
	DRI for Koreans(2005)	1983.4±403.4 ^{a)}	1628.4±191.9 ^{a)}	1771.1±341.9 ^{a)}

¹⁾ a,b,c. Means with same superscripts are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test between energy expenditures

²⁾ DRI : Dietary Reference Intake

활동에 소요되는 시간은 6학년 여아가 90.1%로 가장 많은 반면 4학년 남아가 81.7%로 가장 낮았다. Choi 등(15)이 보고한 여대생의 경우도 '매우 가벼운 활동'에 소요되는 시간이 하루 중 81.6%를 차지하는 것으로 나타났다.

전체적으로 성별에 따라 비교해보면, 매우 가벼운 활동에 소요된 시간은 남녀간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, '가벼운 활동', '보통 활동' 및 '강한 활동'에 소비된 시간은 여아보다 남아에서 유의하게 많았다.

5. 휴식대사량 및 1일 에너지 소비량

여러 가지 예측 공식을 이용하여 계산한 연구 대상 아동의 휴식대사량은 Table 5와 같다. Harris-Benedict 공식을 이용하여 계산된 휴식대사량은 1240.9±147.4kcal/day였고, 체표면적을 이용한 공식을 통해 산출된 값은 1386.5±206.9kcal/day였다. 또한 WHO/FAO/NAO 공식을 이용하여 계산된 휴식대사량은 1027.6±171.7kcal/day였고 한국인 영양섭취기준(DRI)에서 제시한 산출식에 의해 계산된 휴식대사량은 1284.5±199.8 kcal/day으로 Harris-Benedict 공식을 이용하여 계산된 휴식대사량과 유사한 값을 보였다.

이와 같은 휴식대사량에 Table 2와 Table 3에서 제시한 평균 활동계수를 곱하여 계산한 1일 에너지 소

비량을 살펴보면(Table 5), Harris-Benedict 공식을 이용한 경우는 남녀 각각 1769.1±343.3kcal와 1667.6±173.2kcal였고, 체표면적을 이용한 1일 에너지 소비량은 남녀 각각 2049.7±868.0kcal와 1815.8±289.9kcal였다. 또한 DRI에서 제시한 산출식에 따른 1일 에너지 소비량은 남녀 각각 1983.4±403.4kcal 와 1628.4±191.9kcal로 계산되었다.

Harris-Benedict 공식, 체표면적 및 한국인 DRI에서 제시한 산출식에 의해 계산된 휴식대사량 간에 남녀 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 1일 에너지 소비량의 경우도 마찬가지로 유의한 차이를 보이지 않았다. 다만, WHO/FAO/NAO 공식을 이용하여 계산된 휴식대사량 및 1일 에너지 소비량은 Harris-Benedict 및 DRI 공식과 체표면적을 이용하여 계산한 값에 비하여 유의하게 낮은 값을 나타냈다. 휴식대사량을 예측하는 공식의 경우, 설명변수가 다양하게 포함될수록 대상자의 개인적 특성이 더 많이 고려된다. 따라서 휴식대사량을 예측하고자 하는 경우, 신장과 체중 이외의 다양한 변수들이 포함된 Harris-Benedict 공식이나 한국인 DRI에서 제시한 공식을 사용하는 것이 유용할 것이다. 아직까지 성장기 아동의 휴식대사량 예측을 위한 구체적인 공식이 별도로 개발되어 있지 않으므로, 앞으로 이에 관한 연구가 필요할 것이다.

Yi 등(27)은 초등학교 5,6학년 아동의 1일 활동내

용을 조사하여 계산된 1일 에너지 총 소비량을 남녀 각각 1238.0±335.8kcal/day와 1383.6±358.3kcal로 보고한 바 있다. 한편, Oh (18)는 8-12세 남녀 초등학생을 대상으로 4주간 에너지 평형 실험을 실시하고, 실험기간 동안의 총에너지 섭취량과 체내 에너지 보유량의 변동으로부터 이들의 1일 평균 에너지 소비량을 산출한 결과, 남녀 각각 1812±37kcal/day와 1487± 25kcal/day로 보고하였다.

한국인 영양섭취기준 (10)에서 제시한 6-8세, 9-11세, 12-14세 아동의 에너지 필요추정량은 남아가 각각 1600kcal, 1900kcal, 2400kcal이고, 여아가 각각 1500kcal, 1700kcal, 2000kcal로 종전에 비하여 다소 감소한 수치이다. 본 연구 대상 아동의 에너지 소비량은 DRI에서 제시한 9-11세 아동의 에너지 필요추정량과 유사한 수준이었으며, Yi 등 (27)이 보고한 5,6학년 아동의 에너지 소비량보다는 높았고, Oh (18)가 보고한 에너지 소비량과 비슷한 범위 내에 있었다.

본 연구에서는 예측 공식을 이용하여 휴식대사량을 산출하였으나, 이와 같은 예측치 보다는 간접열량계를 이용하여 측정한 산소 소비량을 이용하여 휴식대사량을 추정하는 방법이 더욱 타당할 것으로 사료된다. 최근 여대생 (15), 성인 (16) 및 운동선수 (28) 등을 대상으로 간접열량계를 이용하여 측정된 휴식대사량이 보고된 바 있다.

따라서 향후 초등학생을 대상으로 이와 같은 연구가 수행되어 이들의 에너지 섭취 권장량 설정뿐만 아니라, 이들의 활동량 증가 및 운동 지도를 위한 지침을 마련하는데 필요한 기초 자료가 제시되어야 할 것이다.

6. 활동단계 4단계별 소요시간 간의 상관관계

활동 강도에 따른 4단계별 소요 시간 상호간의 상관관계를 Table 6에 제시하였다. '매우 가벼운 활동'에 소요된 시간은 '가벼운 활동', '보통 활동' 및 '강한 활동'에 소요된 시간과 모두 의미있는 음의 상관

Table 6. Correlation coefficients between expending times by 4 activity levels

	Very light	Light	Moderate	Severe
Very light	1.000	-0.984***	-0.375***	-0.330***
Light		1.000	0.204*	0.215*
Moderate			1.000	0.550***
Severe				1.000

¹⁾ Significantly correlated at * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

관계(p<0.001)를 나타냈다. 18단계의 활동 중 1-5단계의 활동이 '매우 가벼운 활동'에 포함되는데 비활동 요소에 속하는 행동 양식이 포함된 '매우 가벼운 활동'에 많은 시간이 소요되는 경우, 상대적으로 나머지 3가지 영역(약한, 보통, 강한)의 활동에 소요되는 시간이 적어짐을 의미한다. 즉, '매우 가벼운 활동'에는 수면을 포함하여 주로 좌업식 행동 양식이 포함되는데, 이와 같은 비활동 요소가 증가할수록 강도 높은 활동 단계의 소요 시간이 감소함을 보여준다. 실제로 Yoon (13)의 연구에서도 비활동 요소 중의 하나인 TV 시청 시간이 길어질수록 신체 활동량이 감소함이 지적된 바 있다. 일찍이 Dietz 등 (29)은 아동의 텔레비전 시청 시간이 1시간 증가할 때마다 비만 이환율이 2% 가량 증가한다고 보고하였다. 한편, 캐나다 Quebec 시의 9-18세 된 어린이를 대상으로 한 연구(30)에서는 이들의 TV 시청 시간이 신체활동 및 건강관련 지표와 매우 미약한 상관관계를 보였을 뿐이라고 보고하였는데, 이러한 상반되는 결과는 이들의 TV 시청 시간이 소비비만 이환율을 증가시킬 수 있는 역치 수준의 TV 시청 시간에 비하여 매우 낮았기 때문으로 설명하고 있다.

활동단계별 소요시간 간의 상관관계 중 가장 높은 관련성을 보이는 것은 '보통 활동'에 소요된 시간과 '강한 활동'에 소요된 시간 간의 상관관계로 상관 계수 r=0.55(p<0.001)의 양의 상관관계를 보여주었다. 즉, '보통 이상의 활동'을 하는 아동일수록 '강한 활동'에 소요되는 시간이 크다는 것으로 적극적인 신체 활동을 권장할수록 이들의 활동량이 지속적으로 증가될 가능성을 보여준다. 또한 '가벼운 활동'에 소

요되는 시간이 ‘보통 활동’ 및 ‘강한 활동’에 소요되는 시간과 각각 $r=0.104$ 와 $r=0.215$ 의 양의 상관관계를 가지고 있었으므로 가벼운 활동부터 서서히 늘려 나가는 것이 필요함을 알 수 있다.

결론 및 요약

강릉에 위치한 Y 초등학교 2, 4, 6학년 각각 1개 학급 아동 총 102명(남아 41명, 여아 61명)을 대상으로 활동일기법을 이용하여 이들의 활동량, 활동계수 및 에너지 소비량을 조사하였다.

본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 연구 대상자의 평균 연령은 10.0 ± 1.7 세였으며, 평균 신장, 체중 및 비만도 지수는 각각 141.9 ± 12.1 cm와 39.0 ± 10.3 kg 및 $105.9 \pm 17.6\%$ 였다.
2. 조사대상 아동의 평균 수면시간은 554.1 ± 65.9 분(9시간 14분)이었으며, ‘매우 가벼운 활동’에 소비된 시간은 1244.0 ± 80.8 분으로 전체(1일)의 86.1%를 차지하였고, ‘가벼운 활동’에 소비된 시간은 191.6 ± 76.1 분으로 전체의 13.0%인 반면 ‘보통 활동’ 및 ‘강한 활동’에 소비된 시간은 각각 0.3%와 0.6%에 해당되었다.
3. 조사 대상자의 평균 활동계수는 1.37 ± 0.10 였으며, 남학생의 활동계수(1.41 ± 0.11)는 여학생(1.35 ± 0.07)보다 유의하게 높았는데, 이와 같은 성별에 따른 유의한 차이는 2학년에서는 나타나지 않았다. 2학년, 4학년 및 6학년의 활동계수는 각각 1.34 ± 0.07 , 1.41 ± 0.11 및 1.38 ± 0.09 로, 4학년에서 가장 높았다.
4. Harris-Benedict 공식, 체표면적을 이용한 공식, WHO/NAO/FAO 공식, 한국인 DRI 공식을 이용하여 계산한 휴식대사량은 각각 1240.9 ± 147.4 kcal/day, 1386.5 ± 206.9 kcal/day, 1027.6 ± 171.7 kcal/day, 1284.5 ± 199.8 kcal/day로 예측되었다. 또한 이들 값에 평균 활동계수를 곱하여 계산한 1일 에너지 소비량은 각각 1708.4 ± 258.8 kcal/day, 1909.8 ± 341.8 kcal/day, 1405.7 ± 264.1 kcal/day 및 1771.1 ± 341.9 kcal/day였다.
5. 매우 약한 활동에 소요된 시간은 나머지 3개 영역(약한, 보통, 강한 활동)에 소요된 시간과 의미있는 음의 상관관계($r=-0.982$, $r=-0.377$, $r=-0.332$)를 보였다. 또한 ‘보통활동’에 소요된 시간은 ‘강한활동’에 소요된 시간과 $r=0.550$ 의 의미있는 양의 상관관계를 나타냈다.

초등학생을 대상으로 한 본 연구 결과를 통하여, 남아보다는 여아가, 저학년보다는 고학년이 활동량 부족 집단임을 알 수 있었다. 유·청소년기에 형성된 신체활동 습관이 성인기의 신체활동에도 중요한 영향을 미치며, 심혈관질환 위험인자의 감소와 밀접한 관련이 있음이 보고된 바 있다(31,32). 또한 비슷한 신장과 체중 및 체격을 가지고 있다할지라도 평소에 신체활동량이 많은 생활을 하는 성인여성이 그렇지 않은 여성에 비하여 체지방 비율은 낮게 유지되는 반면 휴식대사량(RMR)은 더 높게 유지되었음이 보고되었다(33). 이처럼 적극적인 신체활동의 중요성이 강조되고 있는 현실에서 가정 및 학교에서 아동의 활동량 증진을 위한 지도 및 교육에 힘써야 할 것으로 생각된다. 아울러 활동 지향적 생활 방식으로의 전환을 자극하는 유용한 건강 프로그램의 개발 및 적용이 모색되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Kang YJ, Hong CH, Hong YJ. The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 years in Seoul area. *Korean J Nutrition* 30(7):832-839, 1997
2. Kang JH, Kim SW, Lee JB, Lee JO, Yang YJ. The prevalence and risk factors of childhood obesity in elementary school students in Seoul. *Korean J Academic Family Medicine* 21(7):866-875, 2000
3. Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim CH. Trend of obesity in school age children in Seoul over the past 23 years. *Korean J Pediatrics* 47(3):1-21, 2004
4. Ministry of Health and Welfare. Report of 2001 National

- Health and Nutrition Survey. 2002
5. Obarzanek E, Schreiber GB, Crawford PB, Goldman SR, Barrier PM, Frederick MM. Energy intake and physical activity in relation to indexes of body fat: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *Am J Clin Nutr* 60(1):15-22, 1994
 6. Sallis JF, Patterson TL, Buono MJ, Nader PR. Relation of cardiovascular fitness and physical activity to cardiovascular disease risk factors in children and adults. *Am J Epidemiol* 127(5):933-941, 1988
 7. Moore LL, Nguyen US, Rothman KJ, Cupples LA, Ellison RC. Preschool physical activity level and change in body fatness in young children. The Framingham Children's Study. *Am J Epidemiol* 142(9):982-988, 1995
 8. Klesges RC, Klesges LM, Eck LH, Shelton ML. A longitudinal analysis of accelerated weight gain in preschool children. *Am J Pediatrics* 95(1):126-130, 1995
 9. Moore LL, Bradlee ML, Cupples LA, Anuradha SR, Proctor MH, Hood MY, Singer MR, Ellison RC. Does early physical activity predict body fat change throughout childhood?. *Am J Preventive Medicine* 37:10-17, 2003
 10. The Korean Society of Nutrition. Dietary Reference Intake for Koreans. 2005
 11. World Health Organization. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva: WHO, 1985
 12. Kim YN, Na HJ. The estimation of the daily energy expenditure of Korean adolescents. *Korean J Community Nutrition* 8(3):270-279, 2003
 13. Yoon GA. Relationship of weight status and physical activity of adolescents in Busan city. *Korean J Nutrition* 34(1):39-47, 2001
 14. Kim SY, Cha BG. A study on daily energy expenditure of Co-eds in a university. *Korean J Food Nutr* 22(2):149-153, 1993
 15. Choi HJ, Song JM, Kim EK. Assessment of daily steps, activity coefficient, body composition, resting energy expenditure and daily energy expenditure in female university students. *Korean J Diet Assoc* 11(2):159-169, 2005
 16. Park JA, Kim KJ, Yoon JS. A comparison of energy intake and energy expenditure in normal-weight and over-weight Korean adults. *Korean J Community Nutrition* 9(3):285-291, 2004
 17. Kang JS, Bae MY. A study on the daily physical activity in elementary school students. *Korean J Sport Pedagogy* 8(1):59-72, 2001
 18. Oh SH. A study on energy expenditure in Korean children. *Korean J Food Nutr* 22(5):531-538, 1993
 19. Korean Pediatric Society(1999) : Standard growth charts of Korean children and adolescent in 1998.
 20. 일본인 영양소요량 5차 개정, 1985
 21. 통계청. 2004년 생활시간 조사결과. 2005
 22. AC Nielsen Company. Nielsen Report on Television 1990. Northbrook, IL: Nielsen Media Research, 1990
 23. 윤진숙, 김기진, 김정희, 박영숙, 구재옥. 한국성인의 영양권장량 설정 및 국민식생활 프로그램 개발연구. 계명대학교, 2002
 24. Eaton WO, Enns LR. Sex difference in human motor activity level. *Am J Psychological Bulletin* 100:19-28, 1986
 25. Kim YH, Cho JH. The relationship between physical activity pattern, dietary habit, body mass index and health-related physical fitness for elementary school children. *Korean J Measurement Evaluation Physical Education Sport Science* 4(1):63-81, 2002
 26. Kim GH. A study on the physical activity of extra-curricular. Master's Thesis, Chosun University, 1990
 27. Yi KO, Yoo HL. The influence of daily calorie intake and calorie consumption by elementary school students on their obesity. *Korean J Exercise Nutr* 2(2):71-79, 1998
 28. Lee OH, Hong HO. Measurement methods of energy expenditure of competitive athletes. *Korean J Exercise Nutr* 5(1):13-28, 2001
 29. Dietz WH, Gortmaker SL. Do we fatten our children at the television set? Obesity and television viewing in children and adolescents. *Pediatrics* 75:807-812, 1985
 30. Katzmarzyk PT, Malina RM, Song TMK, Bouchard C. Television viewing, physical activity, and health-related fitness of youth in the Quebec family study. *J Adolescent Health* 23:318-325, 1998
 31. Ferguson KJ, Yesalis CE, Pomrehn PR, Kirkpatrick MB. Attitude, knowledge, and beliefs as predictors of exercise intent and behavior in school children. *J School Health* 59:112-115, 1989
 32. Gordin G. Shephard RJ. Normative beliefs of school

- children concerning regular exercise. *J School Health* 54:443-445, 1984
33. Meredith GW. Melinda MM. Kathleen W. Pamela DS. Steven SC. Effects of habitual physical activity on the resting metabolic rates and body compositions of women aged 35 to 50 years. *J Am Diet Assoc* 101:1181-1188, 2001