

## 뇌병변장애환자의 경관영양에 대한 연구

서울시립아동병원 소아과, \*영양과, † 한국간호평가원

조성숙 · 최수정 · 설승민\* · 신선미†

### A Nutritional Study of Tube-fed Patients with Severe Neurodevelopmental Disability

Sung Sook Cho, M.D., Su Jung Choi, M.D., Seung Min Sul, M.S.\* and Sun Mi Shin, Ph.D.†

Departments of Pediatrics and \*Nutrition, Seoul Metropolitan Children's Hospital,  
† Accreditation Board of Nursing, Seoul, Korea

**Purpose:** The purpose of this cross-sectional study was to assess the nutritional states and investigate the energy intake of tube-fed patients with severe neurodevelopmental disability.

**Methods:** Eighty six tube-fed patients with severe neurodevelopmental disability were studied. Heights were measured by flexible scale segmentally. Nutritional parameters of weight, triceps skin-fold thickness and mid-arm circumference were also measured. Total caloric intakes through the tube were calculated.

**Results:** The anthropometric results showed that nutritional states of tube-fed patients with severe neurodevelopmental disability were poor. The mean daily caloric intake was much less than daily energy requirement (mean=45.2% of requirement). The caloric intake was 7.2 kcal/height (cm), 57.0 kcal/weight (kg). Height was more related with caloric intake ( $r=0.476$ ) than weight ( $r=0.263$ ).

**Conclusion:** These results provide that tube-fed patients with severe neurodevelopmental disability were growth retarded and their energy intakes were much less than daily energy requirements. The preliminary evidence was that they need adequate nutritional supply. (*Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2006; 9: 58~64)

**Key Words:** Tube-fed patients, Neurodevelopmental disability, Anthropometry, Nutrition

## 서 론

뇌성마비 등 뇌병변장애환자는 여러 가지 원인으로 영양결핍이 오고 성장장애가 동반된다<sup>1~4</sup>). 신경학적 결함으로 인한 근육의 긴장과 강직으로 구강운동 기능이상, 변비, 구토, 위식도역류 등의 문제로 음식 섭취가 어려운 반면 무정위운동으로 열량의

접수 : 2006년 1월 31일, 승인 : 2006년 2월 28일  
책임저자 : 조성숙, 137-080, 서울특별시 서초구 내곡동 6-7  
서울시립아동병원 소아과  
Tel: 02-3497-4793, Fax: 02-579-5407  
E-mail: thincho@hanmail.net

소비가 많아서 영양장애와 성장장애가 발생하게 된다. 그리고 이들은 성장장애가 심하게 발생하지만 사지마비와 사지구축 자세이상 등으로 성장상태를 정확하게 측정하기도 어렵다. 그러므로 이들 중증 뇌병변장애환자에서 필요한 열량요구량을 정하는 것이 어려운 문제이다. 이들의 열량대사량은 정상인의 열량대사량과는 차이가 있어 실제로 이들의 열량요구량을 공식화하기는 어렵고 각 개개인에 맞추어야 한다는 보고들이 있다<sup>5,6)</sup>. 이에 저자들은 본원에 입원되어 있는 경관 영양을 하는 중증 사지마비성 뇌병변장애환자의 성장 상태를 재고 이들이 실제 얼마나 열량섭취를 하는지 알아보려고 하였다.

**대상 및 방법**

**1. 대상**

사지마비 뇌병변장애환자들의 영양평거나 에너지 요구량에 대한 관찰을 위해 2004년 1월에 서울시립아동병원에 입원하고 있는 2세 이상 30세까지의 중증뇌병변장애환자 중 비강이나 위루를 통해 경관 영양을 하는 86명을 대상으로 하였다. 뇌병변의 원인으로서는 뇌성마비가 62예(72.1%), 수두증을 포함한 선천성기형이 21예(24.4%), 뇌막염후유증이 2예(2.3%), 라이증후군이 1예(1.2%)였다.

**2. 방법**

신장의 측정은 관절과 관절을 이어서 줄자를 이용하여 cm 단위로 소수점 첫째자리까지 측정하였다. 상완둘레는 우측 팔이나 손상이 덜된 팔의 견봉과 주두의 중간 거리에서 줄자를 이용하여 그 둘레를 cm 단위로 소수점 한자리까지 측정하였다. 피부주름두께 역시 우측 팔이나 손상이 덜된 팔의 삼두박근 피부주름두께(Triceps skinfold thickness)를 Skin-fold Caliper (Fabrication/BETA, Fabrication Enterprises Incorporated, Irvington, New York, USA)를 이용하여 재었다.

**3. 자료처리 및 통계분석**

SPSS (Ver. 12.0)를 이용하여 통계 처리하였다. 모

든 측정치는 평균±표준편차로 표시하였고 단위 신장 당 섭취열량과 단위 체중 당 섭취열량은 Pearson's correlation test를 이용하여 분석하였다.

**결 과**

본원에 입원하고 있는 경관영양을 하는 사지마비성 뇌병변장애환자 86명의 임상적 특성은 Table 1과 같았다. 연령을 5개 군으로 나누었고 남녀의 비는 40 : 46이었다. 항경련제를 복용하는 경우는 74명(86%)이었고 근이완제를 복용하는 경우는 52명(60%)이었다. 심한 저체온이 지속적으로 있는 경우가 11명(12.8%), 기관지절개를 하고 있는 환자가 16명(18.6%)이었다. 각 연령별 신장, 체중, 상완둘레, 피부주름두께는 Table 2와 같았다. 연령에 따른 평균 체중, 신장, 상완둘레, 피부주름두께와 비교하였을 때 체중은 연령에 따른 평균의 46.5%이고, 신장은 84.2%, 상완둘레는 74.5%, 피부주름두께는 44.6%였다. 체중의 범위는 7.2 kg에서 29.5 kg, 신장의 범위는 80 cm에서 162 cm, 상완둘레의 범위는 11 cm에서 23 cm, 피부주름두께는 1 mm에서 18 mm였다.

섭취열량을 측정하고 단위 신장과 단위 체중 당 섭취열량은 Table 3과 같았다. 일일섭취열량은 500 kcal에서 1,475 kcal 사이이고 평균은 한국인 1일 열량권장량<sup>7)</sup>의 45.2%에 해당했다. 단위 신장 당 섭취열량의 범위 5.7 kcal/cm에서 11.2 kcal/cm였고 단위

**Table 1.** Subject Characteristics (n=86)

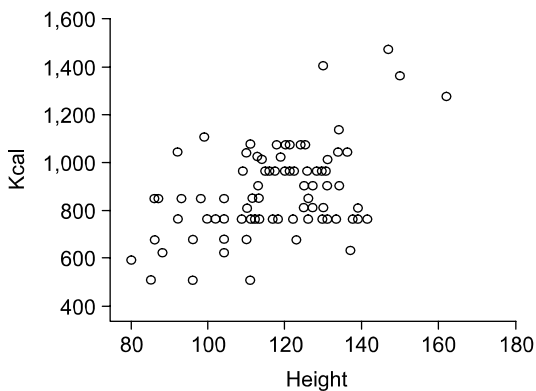
Characteristic	No (%)
Age (years)	
2~4	11 (12.8)
5~9	25 (29.1)
10~14	21 (24.4)
15~19	17 (19.8)
20~30	12 (14.0)
Sex (male/female)	40/46
Treated with antiepileptic drug	74 (86.0)
Treated with muscle relaxant	52 (60.0)
Tracheostomy state	16 (18.6)
Chronic hypothermia	11 (12.8)

**Table 2.** Anthropometric Measurements of Tube-fed Neurodevelopmental Patients

	Age				
	2~4	5~9	10~14	15~19	≥20
Sex (M : F)	5 : 6	12 : 13	10 : 11	8 : 9	5 : 7
Height (cm)	93.8±9.0	110.8±11.6	122.3±10.9	129.1±14.5	128.0±8.7
Weight (kg)	11.2±2.2	15.0±3.5	17.3±4.1	18.0±2.5	18.9±4.2
Arm circumference (cm)	14.5±1.8	15.3±1.9	15.6±3.1	15.3±1.8	15.7±2.3
Triceps skinfold (mm)	6.4±2.7	5.1±2.6	6.1±4.4	3.5±2.2	5.7±3.7

**Table 3.** Energy Intake of Tube-fed Neurodevelopmental Patients

	Age				
	2~4	5~9	10~14	15~19	≥20
Energy intake (kcal/d)	721.5±154.9	816.6±136.5	898.9±135.2	976.9±180.2	993.6±223.2
kcal/cm/d	7.7±1.6	7.4±1.4	7.4±1.2	7.6±1.5	7.7±1.4
kcal/kg/d	65.7±13.4	57.2±16.5	55.5±16.0	52.2±12.9	54.5±14.2



**Fig. 1.** Relationship between Energy Intake and Height (r=0.476).

체중 당 섭취열량의 범위는 21.4 kcal/kg에서 89.5 kcal/kg, 성별이나 연령군에 따라 단위 신장이나 단위체중 당 열량은 의미 있는 차이가 없었으며 단위 체중 당 평균은 57.0 kcal/kg, 단위 신장 당 평균은 7.2 kcal/cm를 섭취하고 있었다. 신장과 섭취열량과의 관계가(Fig. 1, r=0.476) 체중에 따른 섭취열량과

의 관계(r=0.263)보다 상관계수가 높았다.

### 고 찰

특징적으로 뇌성마비 등 뇌병변장애환자는 체중이 적고 키가 작다<sup>1~4)</sup>. 이는 여러 가지 원인으로 인한 영양부족 때문이라고 설명하며 근육량의 감소가 제일 큰 원인이 된다<sup>1,2,8)</sup>. 하지만 영양부족이 없는 상태에서도 근육량은 감소될 수 있다. 축구선수가 4~5주 동안 한쪽 다리를 고정하고 나서 대퇴부의 둘레는 줄었지만 피하지방은 증가했다는 보고도 있다<sup>9)</sup>. 뇌병변장애아의 영양결핍원인은 신경학적 결함으로 인한 근육의 긴장과 강직으로 구강운동 기능이상이 와서 음식 섭취가 어렵고<sup>10)</sup> 열량이 많이 소비되며, 또 위식도 역류나 반복되는 흡인성 폐렴 등 영양 외적인 문제도 발육에 영향을 미친다. 뇌병변장애환자는 변비나 구토, 위식도 역류, 위염, 간염 등의 위장관문제도 약 80~90%가 동반되어 있어 성장 장애의 원인이 된다<sup>11)</sup>. 흉곽이 척추측만이나 만

곡으로 뒤틀려 있고 호흡근육이 소모되어 있어 흉벽이 얇아지고 객담배출이 어려워 호흡감염도 잘되고 만성기관지폐렴이 동반되어 있고 심장에도 무리를 준다<sup>12,13</sup>). 본원은 총 250병상으로 중증뇌병변환자나 발달장애환자가 입원되어 있으며 무연고환자가 40~50%이며 나머지는 복지시설이나 개인적으로 입원한 환자들이다. 무연고 환자와 더불어 시설에서 입원한 경우에도 기아로 발견된 경우가 있어 가족력이나 과거력을 알 수 없는 경우가 많았다. 본 연구에서 모든 환자가 인지능력이 심하게 떨어진 지능지체상태였다. 언어소통은 되지 않고 불편할 때 우는 정도였다. 동작은 대부분 눈으로 따라보는 동작이 가능했고 다른 동작은 거의 가능하지 않았으며 고개를 돌리는 것도 타인에게 의지를 하여야 했다. 척추측만이나 만곡으로 활모양강직이 심하게 굳어져 있으며 머리와 엉덩이가 거의 닿았던 환자도 있었다. 항경련제를 복용하는 경우는 74명(86%)이었고 근이완제를 복용하는 경우는 52명(60%)이었다. 심한 저체온이 지속적으로 있는 경우가 11명(12.8%) 있었다. 기관지절개를 하고 있는 환자가 16명(18.6%)이었고 장기간 호흡기계를 부착하고 있는 환자도 있다. 기관지절개를 가지고 있는 환자는 물론이고 대부분의 환자는 호흡근육이 소모되어 있어 흉곽이 얇아져 있고 만성 저산소 증상으로 곤봉손가락을 하고 있으며 객담배출이 어렵고 폐렴에 자주 걸렸다. 위출혈이 동반된 환자가 많았으며 장폐색이나 틱새탈장으로 수술이 필요했던 환자도 있었다. 갑상기능이 이상인 환자는 없었고 여자 환자 중에 월경이 있는 경우는 없었다. 혈액검사에서 빈혈이나 저알부민혈증인 환자는 없었다. 폐렴이나 위출혈 등으로 치료 중인 환자도 연구에 포함하였다.

Zainah 등<sup>14</sup>)은 뇌성마비환자들은 어려서부터 영양평가하고 치료해서 성장과 발육이 호전된다고 보고하였으나, 뇌병변장애환자는 영양이나 성장을 파악하는 중요한 척도가 되는 신장측정이 정확하지 않아 영양평가가 어려운 것이 영양요구량을 알기가 쉽지 않게 하는 요인이 된다. 상완길이나 경골길이를 재어 신장을 대신하는 한 보고도 있다<sup>15,16</sup>). Malaysia에서 4~12세의 뇌성마비환자 101명의 상완길

이를 재고 영양요구량을 계산하여 대조군과 비교한 연구가 있다<sup>15</sup>). 상완길이가 대조군과 비교하여 짧았고 체중, 상완둘레, 피부주름두께도 대조군보다 작았다. 영양요구량도 뇌성마비환자들이 대조군과 비교하여 작았다. 나이가 많을수록 상완길이가 유추한 신장은 대조군과 의미있게 차이가 났다. 또 다른 보고에서도 나이가 들수록 신장이 평균 신장과 비교하여 작았다고 하면서 영양 외적인 요인이 있을 거라고 제시한다<sup>16</sup>). 또 관절의 구축과 척추만곡이 진행되어 키가 어느 나이에 이르러서는 크지 않고 오히려 키가 줄어드는 경우도 있다. 이런 이유는 뇌병변환자들에서 신체계측이 어려운 점과 더불어 신장의 추적관찰을 어렵게 한다. 뇌성마비에서 영양저하나 성장부진뿐 아니라 비만으로 인한 합병증까지도 유발될 수 있다. 11세의 강직성 사지마비 뇌성마비환아를 생후 2세부터 위루경관영양을 했으며 비만이 지속되어 하루 열량을 600 kcal까지 줄여서 먹어도 체중이 감소되지 않았다는 보고가 있다<sup>17</sup>).

피부주름두께는 체지방의 축적을 의미하고 상완둘레는 근육량과 관련이 있다. 뇌성마비에서 영양상태를 측정하는 비교적 정확한 방법은 피부주름두께를 재는 것인데 실제로 피부주름두께는 정기적으로 재지는 않고 있다. 뇌성마비환자는 영양부족이 오면 체수분 함량이 많아지고 지방량, 근육량, 골함량이 적어진다<sup>2</sup>). 전혀 움직이지 못하는 뇌병변장애환자는 근위축이 있어 상완둘레가 감소되어 있으며 이들에서 체중증가는 근육량보다는 체지방의 축적을 의미한다.

경관영양과 경구영양을 하는 뇌병변환자의 신체 측정의 비교에 대하여는 여러 연구가 있다. Stalling 등<sup>18</sup>)은 2세에서 12세 사이의 강직 사지마비성 뇌성마비아 136명과 대조군 39명을 Deuterium oxide를 이용하여 지방량과 체지방량을 측정했는데 강직성 사지마비 뇌성마비아에서 대조군과 비교하여 지방량과 체지방량이 의미 있게 낮았으나 경관영양아는 경구영양을 하는 뇌성마비아보다 2배가량 지방량이 많았다. 홍콩의 Caritas 병원 Developmental Disability Unit에 입원되어 있는 경구영양 62명, 경관영양 48명을 대상으로 하여 119명의 대조군과 비교한

결과에 의하면 피하지방과 피하지방을 교정한 근육 둘레를 측정된 결과 체중 감소는 마비로 인한 근육량의 감소 때문이라 했고 경관영양아에서 체중증가는 근육량의 변화보다는 지방축적 때문이라고 설명한다<sup>19</sup>). Fung 등<sup>1)</sup>은 Gross Motor Function Classification System의 scoring<sup>20)</sup>이 III~V 사이인 환자를 대상으로 하여 경구영양아와 경관영양아를 비교한 결과 경관영양군이 체중이나 피부주름두께가 높았다고 하였고 경관영양을 한 이후에 체중은 증가하나 신장은 예측치에 미치지 못한다고 보고했다. 나이가 들은 후에 경관영양을 하면 영양부족이 심해 어려서부터 경관영양을 한 경우보다 체중이나 신장이 작다고 한 보고도 있다<sup>8)</sup>. Gross Motor Function Classification System의 scoring V의 중증뇌성마비군 중에도 옆드려서 고개를 들 수 있는 군과 그렇지 못한 군 둘로 나누어 보았을 때 영양장애와 더불어 생존율에 차이가 있었다<sup>1)</sup>. 본 연구에서 대부분은 옆드려서 고개를 들 수 없는 중증 뇌병변장애환자였으며 사지마비가 심하여 체위변경이 어렵고 머리조차 움직이기 어려워 머리에 욕창이 생기기도 하였다. 또 본 환자들은 우선 뇌병변질환 자체가 중증인 병원에 입원되어 있는 환자를 대상으로 했고 경구영양을 하다가 경구영양이 불가능한 상황에서 경관영양으로 전환을 했고 관절의 구축이 심해서 신체계측을 정확하게 할 수 없었던 점 등이 어려서부터 경관영양을 한 환자를 대상으로 하거나 외래환자들을 대상으로 한 연구와는 다른 것으로 생각된다.

뇌병변환자를 포함한 장애인들에 대한 필요열량에 대한 연구는 한정되어 있다. 뇌성마비환자에서는 근육량이 줄어 있어 열량소비가 감소되어 있고 뇌병변이 초래된 중추신경의 부위에 따라서도 열량요구량이 달라진다고 제시하였다<sup>5)</sup>. Bandini 등<sup>6)</sup>은 뇌병변장애환자의 열량필요량은 정상인의 표준화된 공식을 적용하다 보면 과대평가된다는 연구로 10세에서 30세 사이의 위루술을 통한 경관영양을 하는 중증 중추신경뇌병변환자 12명을 일회 섭취 열량은 120 kcal에서 250 kcal으로 하고 간접열량측정기로 휴식기 대사율(resting metabolic rate)을 측정하였다. 측정된 휴식기 대사율은 나이, 체중, 신장,

성별에 근거한 표준공식에 의한 예측치에 훨씬 미치지 못했다. 이들의 열량섭취는 756±225 kcal/day (412~1,090 kcal/day)이고 휴식기대사량은 708±231 kcal/day (365~1,095 kcal/day)이고 체저장 열량과 휴식기 대사율을 합하면 730±229 kcal/day (394~1,126 kcal/day)였다. Mayo clinic nomogram<sup>21)</sup>의 예측치의 70.6±5.7%, Food and Agricultural Organization/United Nations University equation<sup>22)</sup>의 예측치의 63.7±18%이고 Robertson과 Reid 공식의 예측치의 75.4±7.3%였다<sup>23)</sup>. 이 환자들은 신체적인 활동이 거의 없기 때문에 휴식기대사량이 총 하루열량소비량이라고 볼 수 있다고 하였다. 신장 길이가 대사율의 예측척도가 되었다( $r=0.79$ ). 체표면적도 상관관계가 높았으나 체중은 상관관계가 없었다. 중증 뇌병변장애 환자에서는 7 kcal/cm 이하라도 체중을 유지하고 발육을 하는 데에 충분해서 종종 의사, 간호사, 영양사들이 받아들이기에 주저하게 되지만 하루 500 kcal/day에서 1,100 kcal/day, 즉 일일열량권장량의 16~50%라도 충분하다고 하였다. 1969년 Culley와 Middleton<sup>24)</sup>이 질환별로 권장한 열량요구량은 경증에서 증등도의 운동기능이상인 거동이 가능한 아동이 13.9 kcal/cm, 거동이 가능하지 않은 중증 운동장애는 11.9 kcal/cm, 수막 척수류 환자에게는 7 kcal/cm였는데 위의 연구는 중증 뇌병변장애환자는 열량요구량을 더욱 감량해야 할 것을 제시한다. 본 연구에서는 일일열량섭취량은 한국인의 1일 열량권장량의 평균 45.2%를 섭취하고 있었으며 Mayo clinic nomogram에 맞추어는 평균 69.4%였다<sup>20)</sup>. 단위 신장 당 평균 7.2 kcal/cm, 단위 체중 당 평균 57.0 kcal/kg을 섭취하고 있었다. 신장과 섭취열량과의 관계가(Fig. 1,  $r=0.476$ ) 체중에 따른 섭취열량과의 관계( $r=0.263$ )보다 상관계수가 높았다.

중증 뇌병변장애환자에서 변온체온과 만성저체온이 올 수 있다. 만성저체온환자는 열량요구량이 더욱 감소되어 있다<sup>25)</sup>. 본 연구에서 심한 저체온이 지속적으로 있는 경우는 11명(12.7%)이었다. 본 예중에 18세 남아가 127 cm, 24 kg이었으며 750 kcal/day (5.9 kcal/cm, 31.3 kcal/kg)로 섭취하는데도 체중이 점점 증가하였고, 100 cm, 16 kg인 4세 남아도

500 kcal/day (5 kcal/cm, 31.3 kcal/kg)로 섭취하여도 체중이 줄지 않았다.

Stalling 등<sup>26)</sup>은 1996년 2~18세 사이의 강직성사지마비뇌성마비환자 61명을 대상으로 휴식기 열량소모량(resting energy expenditure)과 전체열량소모량(total energy expenditure)을 측정했다. 전체열량소모량/휴식기 열량소모량 비율을 활동과 강직에 사용한 열량으로 간주하였다. 강직성 사지마비 뇌성마비 환자 중 피부주름두께가 얇은 환자들이 활동과 강직에 사용하는 열량의 비율은 높으나 휴식기 열량소모량은 낮았다. 경관영양식으로 제품화된 것만을 섭취하면서 영양 균형이 깨어질 수가 있고 미량영양소(micronutrients)나 비타민의 부족이 일어날 수 있다는 보고가 있다<sup>27-29)</sup>.

결론으로 경관영양을 하는 중증 뇌병변장애환자는 여러 가지 원인으로 성장장애가 와 있으며 하루 열량이 한국인 1일 열량권장량의 45.2%를 섭취하고 있었다. 하루 500 kcal/day에서 1,100 kcal/day, 즉 일일열량권장량의 16~50%라도 충분하다는 보고<sup>6)</sup>도 있지만 영양부족 없이 또 부가되는 지방축적 없이 체중을 유지하기 위해 경관영양을 하는 중증 뇌병변장애환자는 열량균형방법, 즉 개개인에서 체중변화와 열량섭취를 충분한 시간을 가지고 주의 깊게 살펴서 열량조절을 하는 방법을 적용해야 한다.

## 요 약

목적: 뇌성마비 등 뇌병변장애환자는 여러 가지 원인으로 영양장애와 성장장애가 오나 사지마비와 사지구축 자세이상 등으로 성장상태를 정확하게 측정하기도 어렵고 열량대사가 정상인과 달라서 영양요구량을 아는 것이 쉽지 않다. 저자들은 경관영양을 하는 중증 사지마비성 뇌병변장애환자의 영양상태와 열량섭취량을 알아보려고 하였다.

방법: 2004년 1월에 본 서울시립아동병원에 입원하고 있는 환자 중에 2세 이상 30세 사이의 경관영양을 하는 중증 사지마비성 뇌병변장애환자 86명을 대상으로 하여 신장, 체중, 상완둘레, 피부주름두께를 재고 섭취 에너지열량을 계산하여 신장 및 체

중에 대한 단위 섭취열량을 측정하였다.

결과: 1) 체중은 나이와 연령에 따른 평균의 46.5%이고, 신장은 84.2%, 상완둘레는 74.5%, 피부주름두께는 44.6%였다.

2) 열량섭취량은 한국인의 1일 열량권장량의 평균 45.2%를 섭취하고 있었으며 Mayo clinic nomogram에 맞추어는 평균 69.4%였다.

3) 단위 신장 당 평균 7.2 cal/cm, 단위 체중 당 평균 57.0 cal/kg을 섭취하고 있었다. 신장과 섭취열량과의 관계가(Fig. 1,  $r=0.476$ ) 체중에 따른 섭취열량과의 관계( $r=0.263$ )보다 상관계수가 높았다.

결론: 중증뇌병변장애환자는 여러 가지 원인으로 성장장애가 와 있으며 경관영양 하루열량이 평균 880.9±207.4 kcal, 즉 한국인 1일 열량권장량의 45.2%를 섭취하고 있었다. 하루 500 kcal에서 1,100 kcal, 즉 일일열량권장량의 16~50%라도 충분하다는 보고도 있지만 개개인에서 체중변화와 열량섭취를 충분한 시간을 가지고 주의 깊게 살펴서 열량조절을 하는 방법을 적용해야 하며 이들의 열량요구량에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Fung EB, Samson-Fang L, Stallings VA, Conaway M, Liptak G, Henderson RC, et al. Feeding dysfunction is associated with poor growth and health status in children with cerebral palsy. *J Am Diet Assoc* 2002; 102:361-73.
- 2) Stallings VA, Charney EB, Davies JC, Cronk CE. Nutrition-related growth failure of children with quadriplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1993; 35:126-38.
- 3) Shapiro BK, Green P, Krick J, Allen D, Capute AJ. Growth of severely impaired children: neurological versus nutritional factors. *Dev Med Child Neurol* 1986;28:729-33.
- 4) Rempel GR, Colwell SO, Nelson RP. Growth in children with cerebral palsy fed via gastrostomy. *Pediatr* 1988;82:857-62.
- 5) Hogan SE. Energy requirements of children with cerebral palsy. *Can J Diet Pract Res* 2004;65:124-30.
- 6) Bandini LG, Puelzl-Quinn H, Morelli JA, Fukagawa

- NK. Estimation of energy requirements in persons with severe central nervous system impairment. *J Pediatr* 1995;126:828-32.
- 7) 한국영양학회. 한국인 영양 권장량 제7차 개정. 서울: 중앙문화사, 2000:248.
  - 8) Sanders KD, Cox K, Cannon R, Blanchard D, Pitcher J, Papathakis P, et al. Growth response to enteral feeding by children with cerebral palsy. *J Parenter Enteral Nutr* 1990;14:23-6.
  - 9) Ingemann-Hansen T, Halkjaer-Kristensen J. Lean and fat component of the human thigh: the effects of immobilization in plaster and subsequent physical training. *Scand J Rehabil Med* 1977;9:67-72.
  - 10) Stevenson RD, Hayes RP, Cater LV, Blackman JA. Clinical correlates of linear growth in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1994;36:135-42.
  - 11) Chong SK. Gastrointestinal problems in the handicapped child. *Curr Opin Pediatr* 2001;13:441-6.
  - 12) Stanley F, Blair E, Alberman E. Cerebral palsies: epidemiology and causal pathways. London: MacKeith Press, 2000.
  - 13) Socrates C, Grantham-McGregor SM, Harknett SG, Seal AJ. Poor nutrition is a serious problem in children with cerebral palsy in Palawan, the Philippines. *Int J Rehabil Res* 2000;23:177-84.
  - 14) Zainah SH, Ong LC, Sofiah A, Poh BK, Hussain IH. Determinants of linear growth in Malaysian children with cerebral palsy. *J Paediatr Child Health* 2001;37:376-81.
  - 15) Spender QW, Cronk CE, Charney EB, Stallings VA. Assessment of linear growth of children with cerebral palsy: use of alternative measures to height or length. *Dev Med Child Neurol* 1989;31:206-14.
  - 16) Stevenson RD. Use of segmental measures to estimate stature in children with cerebral palsy. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:658-62.
  - 17) Taylor SB, Shelton JE. Caloric requirements of a spastic immobile cerebral palsy patient: a case report. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:281-3.
  - 18) Stallings VA, Cronk CE, Zemel BS, Charney EB. Body composition in children with spastic quadriplegic cerebral palsy. *J Pediatr* 1995;126:833-9.
  - 19) Kong CK, Wong HS. Weight-for-height values and limb anthropometric composition of tube-fed children with quadriplegic cerebral palsy. *Pediatrics* 2005;116:839-45.
  - 20) Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:214-23.
  - 21) Boothby WM, Berkson J, Dunn HL. Studies of the energy of metabolism of normal individuals: a standard for basal metabolism with a nomogram for clinical application. *Am J Physiol* 1936;116:468-84.
  - 22) World Health Organization. Energy and protein requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU meeting. Geneva: World Health Organization, 1985:71-8.
  - 23) Robertson JD, Reid DD. Standards for the basal metabolism of normal people in Britain. *Lancet* 1953;1:940-3.
  - 24) Culley WJ, Middleton TO. Caloric requirements of mentally retarded children with and without motor dysfunction. *J Pediatr* 1969;75:380-4.
  - 25) Dickerson RN, Brown RO, Hanna DL, Williams JE. Energy requirements of non-ambulatory, tube-fed adult patients with cerebral palsy and chronic hypothermia. *Nutrition* 2003;19:741-6.
  - 26) Stallings VA, Zemel BS, Davies JC, Cronk CE, Charney EB. Energy expenditure of children and adolescents with severe disabilities: a cerebral palsy model. *Am J Clin Nutr* 1996;64:627-34.
  - 27) Duncan B, Barton LL, Lloyd J, Marks-Katz M. Dietary considerations in osteopenia in tube-fed nonambulatory children with cerebral palsy. *Clin Pediatr (Phila)* 1999;38:133-7.
  - 28) Jones M, Campbell KA, Duggan C, Young G, Bousvaros A, Higgins L, et al. Multiple micronutrient deficiencies in a child fed an elemental formula. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2001;33:602-5.
  - 29) Saito Y, Hashimoto T, Sasaki M, Hanaoka S, Sugai K. Effect of selenium deficiency on cardiac function of individuals with severe disabilities under long-term tube feeding. *Dev Med Child Neurol* 1998;40:743-8.