장관 영양제의 임상적 적용

한양대학교 의과대학 소아과학교실

김 용 주

Enteral Nutrition and Its Clinical Application

Yong Joo Kim, M.D., Ph.D.

Department of Pediatrics, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Some pediatric patients who can not eat orally depend on enteral tube feedings, and some patients require more nutrients and calories to achieve the catch-up growth. If a patient is counting on the parenteral nutrition, early initiation of enteral feeding, orally or enterally, is a very good for the intestinal mucosal maturity and motility. There are numerous kinds of formulas and supplements for the enteral feeding for neonates, infants, and children. Depending on the intestinal symptoms, allergic symptoms, requirement of special nutrients, we can choose regular infant formula (milk-based, soy-based), protein hydrolysate formula, amino acid hydrolysate formula, elemental formula. Proper use of these formulas would help for the pediatric patients to recover from their diseases, to facilitate the intestinal mucosal maturity and to achieve their goal of growth. **[Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2009; 12(Suppl 1): 27～36]**

Key Words: Enteral nutrition, Tube feeding, Formula, Pediatric patient

서 론

장관영양(enteral nutrition)이라 함은 경구로 영양 섭취를 하거나 튜브를 통해 위장이나 소장으로 영양물을 공급하는 것을 말한다. 정맥 영양 요법에 비하여 더 안전하고 더 생리적이며 저렴하며 부작용도 더 적다는 장점들이 있다. 정맥 영양으로는 공급되지 못하는 섬유질, 올리고당을 투여할 수 있고, 더욱이 장관 영양은 장점막 성장, 유지, 세균 이동 방지에 매우 유익한 방법이 된다[1]. 정맥 영양 요법으로 영양을 공급 받는 경우에는 혈청 단백질의 함량이 쉽게 상승하지 않으면서, 열량소모 또한 많고 고혈당이 빈번하며 사이토카인 역치도 높아진다[2]. 장관 영양 요법의 목표는 개체가 필요로 하는 충분한 영양분을 공급하여 성장과 발달을 도모하는 것이다.

시중에는 다양한 제품이 나와 있다고 연령별(신생아, 영아, 소아)로 사용할 수 있도록 분류되어 있고 10세 이후의 소아 및 청소년은 성인용 경장 영양제를 사용하게 된다.

접수 : 2009년 10월 31일, 승인 : 2009년 11월 6일
책임저자 : 김용주, 133-792, 서울시 성동구 행당동 17번지
한양대학교 의과대학 소아과학교실
Tel: 02-2290-8380, Fax: 02-2297-2380
E-mail: kyjoo@hanyang.ac.kr

경장영양의 적응증

경장영양의 적응증은 위장관이 기능을 유지하지만 (1) 경구섭취만으로는 칼로리와 영양분의 수요를 공급하지 못하며, (2) 환아 연령군에 비해 5～10%의 체중 감소가 있고, (3) 경구 영양 섭취량이 3～5일 이상 불충분할 것으로 예상되는 경우, (4) 혈청 albumin 3.5 미만, (5) 현재 체중이 ideal body weight (IBW)의 90% 미만, (6) 연령별 신장이 5백분위수 미만인 경우 등이 해당한다[3]. 대개의 적응되는 질환들이 정맥 영양 요법의 적응 질환들과 유사하지만 반드시 위장관의 기능이 존재해야 한다. 대표적인 질환들이 미숙아, 섭식장애, 심질환, 호흡기질환, 위장관운동질환, 대사항진상태, 신경기능 이상 등이다.

미숙아의 경우 재태기간 34주 미만이면 흡입과 삼킴 기능이 조화롭게 이루어지지 못하므로 경관투여가 바람직하며, 34주 이상인 경우에는 잘 먹지 못하거나 호흡기능이 좋지 않아 경구 투여가 원활하지 못한 경우에 경관투여가 고려된다. 미숙아가 경장 요법을 받고 있는 경우에 장관의 운동, 호르몬 분비, 장점막 barrier를 유지하기 위해 최소한으로 투여하는 trophic feeding (20 mL/kg/day)라는 것도 이용되는데, 특히 정맥요법으로 인해 간 질환이 발생한 환아들에서 효과가 있다. 경관투여를 집중적 투여(bolus feeding)으로 하는 경우가 지속적 점적 주입법보다 더 생리적이지만 환아가 잘 견디질 못하면 십이지장이나 공장 삽관하여 연속 주입하는 방법이 추천된다. 그러나 후자의 경우에는 성장 속도는 좀 느려진다[4].

신경계 이상이나 식도 질환으로 인해 주로 발생하는 섭식장애 환아들에서 경관 요법이 권장된다. 신경계 이상이 극히 심한 환아들에서 경관 요법이 오히려 사망률을 증가시킨다는 보고도 있지만[5] 대개의 경우에는 도움이 된다. 섭식 장애가 심하여 성장부진이 발생한 환아들, 그리고 위식도역류가 매우 심한 경우에도 장기간의 경관투여를 시행한다.

위장관 질환 중에서도 경장 영양요법으로 효과를 많이 보는 질환이 염증성 장질환이다. 크론씨 병(소장을 포함하는) 환아들에서 성분 영양을 투여하여 임상적 관해 상태에 속히 도달하며 성장이 촉진된다[6].

긴 질환을 앓는 환아들 역시 영양 질환이 발생하기 쉽다. 대표적으로 담도 폐쇄증 환아들에서 성장장애, 식용부진, 열량 소모량 증가 등이 발생하여 영양 치료가 요구 된다. 이들에게는 BCAA와 MCT oil이 함유된 영양을 공급해 주어야 하며 영양 지표가 개선될수록 간이식수술 후 생존율에도 도움이 된다[7].

단장증후군의 환아들 역시 특수 영양요법을 받아야 하는 주요 대상이다. 이들에서는 우선적으로 정맥영양을 투여하고 점차 trophic feeding을 시행하면서 경관투여량을 조금씩 증가시키다가 어느 시점에서 정맥영양을 중단할 수 있게 된다. 이렇게만 되면 위장관의 성장이 촉진되어 환아의 성장은 잘 하게 된다. 경관영양 초기에는 연속 주입 요법을 선택하는 것이 바람직하다. 그러다가 점차 야간에만 지속적 점적 주입을 하고 주간에는 bolus feeding을 시행한다[8].

심한 음식알레르기나 호산구성 위장염 환아들에서도 경관영양이 도움이 된다. 각 연령별로 사용할 수 있는 아미노산 경장영양제를 사용한다[9].

만성 신질환, 특히 선청성 신질환 환아들에서 성장장애, 영양부족이 발생한다. 식욕부진, 만성 산혈증, 내분비 기능 이상, 열량 및 단백질 부족, 신성 구루병 등이 발생하므로 고열량 영양 요법, 경구 보충제 그리고 경관 영양 등으로 환아의 영양 상태를 개선할 수 있다[10].

암환아들에서는 특히나 영양치료가 암생존률에 미치는 영향이 매우 크다[11]. 흔히 보이는 식욕부진, 구토, 점막상처, 설사 등으로 영양분의 손실이 커지고 체중 감소와 영양 실조가 나타난다. 구토가 어느 정도 먹게 되고 혈소판 수가 적당하면 경관 영양을 시행한다. 골수 이식 수여자들은 이식 전후에 정맥 영양을 시행 받고 거부반응과 점막 염증이 완화되면 경관 영양을 투여받아 영양 개선을 할 수가 있다. 처음에는 성분 영양으로 투여하다가 점차 일반제제로 이행한다[12].

두부외상, 화상과 같은 대사 항진 상태에서도 경장영양이 필요하다. 중환자실 치료를 받는 환아들에서는 postpyloric feeding이 더 선호되는 경향이 있다. 복부 수술을 하는 경우 삽관의 위치를 수술 부위의 원위부에 위치하게 하고 수술 직후부터 경관 영양을 시행하면 장점막 상피 세포의 성장과 기능을 향상시켜 술 후 패혈증이나 세균 이동 등이 덜 발생한다.

선천성 심질환 환아들은 식욕부진, 영양 섭취감소,

심부전, 호흡부전, 저산소증, 단백소실성 장질환, 위식도역류, 위장운동저하, 약물부작용 등으로 영양실조가 발생한다[13]. 이들에게는 농축된 영양액으로 경관 영양을 시행하면 많은 효과를 볼 수 있다[14].

경장영양제의 종류와 선택

어느 경장영양제를 선택하느냐의 기준은 환자의 연령, 열량과 단백질 요구량, 질병 상태, 신장과 간의 기능, 탈수의 정도, 수액제한의 필요 여부, 음식 알레르기의 유무, 장관의 운동기능의 정도, 장관 흡수장애의 유무 등이다.

모유가 미숙아, 만삭아, 영아 모두에게 완벽한 식품이다. 미숙아분유의 영양 구성은 모유의 것을 그대로 충족시키도록 고안되어진다. 모유를 150 mL/kg/day의 양으로 공급하면 미숙아의 성장 속도가 자궁내의 속도와 같아지고 신경 발달도 인공 영양아에 비해 더욱 촉진된다. 미숙아의 장점막 lactase의 분비량이 적으므로 미숙아분유는 일반 영아 조제유와 달리 탄수화물 중 유당의 비율이 40～50%에 지나지 않는다. 그 밖의 탄수화물은 glucose polymer이며 이는 쉽게 소화, 흡수된다. 미숙아 분유 내의 단백질 함량은 모유내의 단백보다 50% 많다. 이는 미숙아의 요구량이 더 높기 때문이다. 단백질의 구성은 whey : casein이 60 : 40이고 이는 모유의 조성과 비슷하여 혈중 단백질 구성이 모유 영양아와 비슷하게 된다. 미숙아는 담즙 분비량과 췌장 lipase의 분비량이 적어서 미숙아 분유의 지방 구성은 50～60%가 장쇄지방산이고 나머지는 중쇄지방산이다. 골발육의 촉진을 위해 칼슘과 인의 함량이 높고 지용성 비타민의 함량도 높다. 철분과 복합 비타민도 요구량에 따라 증감해야 한다. 미숙아 분유를 사용하는 시기는 아기가 2～3 kg에 이르거나 재태기간 36주에 이를 때까지이다. 그 이후에는 신생아용 분유를 사용한다. 외국에는 미숙아 분유 후속으로 먹일 수 있는 follow-up formula (Neosure®, Enfacare®)가 있는데 이런 조제유의 특징은 생후 9～12개월 동안 사용할 수 있고 만성 폐질환, 발육주진이 있는 경우 더욱 도움이 된다.

영아들에게도 가장 좋은 식품은 모유이지만 모유를 먹일 수 없는 경우에 영아 조제유를 사용한다. 영아들을 위한 조제유의 특징은 우유를 기본으로 조제된 것이고 whey : casein의 비율이 60 : 40이며 모유에 비해 단백질의 함량이 높으나 생체이용율은 모유보다는 낮다. 조제유에는 칼슘의 함량이 높다. 조제유내의 유당이 이 칼슘의 흡수를 더 증대시킨다. 조제유내의 불포화지방산/포화지방산의 비율을 좋게 하기 위해 식물성 지방을 첨가하기도 한다. Essential fatty acid와 monounsaturated fatty acid는 망막과 중추신경계의 구정과 발달에 필요하므로 이를 조제유에 첨가하여 모유랑 비슷하게 조성한다. 조제유에는 철분도 첨가되어 있으므로 150 mL/kg/d의 양으로 조제유를 섭취하면 철분은 2 mg/kg/day의 함량을 섭취하는 셈이 된다.

일반적인 영아용 조제유를 먹지 못하는 우유 알레르기 영아 중에서 사용되는 것 중 대표적인 것이 두유제품들(호프®, Babywell 소이®, Isomil®, Prosobe®)이다. 만삭아들은 두유 조제유를 먹고 자라도 정상 성장과 발달을 하지만 미숙아의 경우에는 우유계 조제유를 먹고 자란 아이들보다 체중, 신장의 성장이 늦고 혈청 알부민이 약간 낮고 뼈발육이 늦다[15]. 우유 알레르기, 유단백 알레르기, 갈락토스혈증의 아기들에게 두유 조제유를 먹인다. 두유 조제유에는 methionine, taurine, carnitine 등이 없으므로 이 아미노산을 두유 조제유에 첨가한다. 지방의 함량을 높이기 위해 식물성 유지를 첨가한다. 두유 조제유에는 phytate가 들어 있어 아연의 생체이용율이 낮아진다. 두유 조제유에는 철분이 보충되어 있고 알루미늄의 함량이 모유보다 높다[16]. 두유 조제유에는 유당이 없고 어떤 제품에는 서당도 없어서 sucrase-isomaltase 결핍시에도 사용 가능하다.

단백질 가수분해 hypoallergic (HA) 조제유는 우유 알레르기, 두유 알레르기, 갈락토스혈증, sucrase 결핍, 유당 불내증 등에 사용한다. HA 조제유가 이용되기 시작한 지 50여 년 되며 대표적인 상품으로는 Nutramigen®, Pregestimil®, Portagen® (Mead Johnson), Alimentum® (Abbott), Babywell HA® (Maeil) 등이 casein 가수분해 조제유이고 Good Start HA® (Carnation Co.)이 whey가 수분해 조제유이다. Pregestimil®과 Alimentum®의 지방은 장쇄지방산과 중쇄지방산으로 구성되어 있으므로 흡수장애, 단장증후군, 만성 난치성 설사 환아에서 사용 효과가 있다. Alimentum®은 액상으로 공급되므로 농도를 조절할 수 없다는 단점이 있다. Portagen®은 중쇄지방산의 비율이 가장 높으므로 지방 흡수장애, 림프

관 질환, 유미흉, 만성 간 질환, 원발성 장 림프관 확장증 등의 질환에 사용 효과가 크다. Table 1은 국내제조 casein hydrolysate (CH) 조제유와 대표적인 수입 CH 조제유의 영양성분은 나타낸 표이다. 모유, CH 조제유, 그리고 일반 조제유를 먹인 영아들 각각의 영양지표, 성장 계측치를 알고자 시행된 연구 결과 CH 조제유를 수유한 영아들의 혈청 철분 수치만 다른 군에 비해 낮았고 생후 6개월의 신장과 체중은 다른 군에 비해 우수하였고 혈색소, 혈청 urea nitrogen 등도 다른 군 보다 높았다[17]. 다른 연구에서는 CH 조제유일지라도 성분에 따라 체재 칼슘 흡수의 차이가 규명되었다. 조제유의 지방분 중 팜유(palm olein)의 유무에 따라 관련된 자료인데, 팜유가 함유된 CH 조제유를 먹인 영아들의 칼슘 흡수율이 더 낮았다[18]. CH 조제유 수유 후 일반 조제유에 비해 체내 아연 흡수율에 관해 시행된 연구 결과 CH 조제유를 수유한 영아의 아연 흡수율이 일반 조제유에 비해 3배 증가됨이 관찰되었다[19].

Table 1. 주요 Casein Hydrolysate 조제유에 함유된 영양 지표들의 성분

Nutrient	Amount (g/100 kcal)	
	Babywell HA	Nutramigen
Fat (g)	4.20	3.9
Carbohydrate (g)	13.03	13.4
Linoleic acid (mg)	1.74	2,000
Vitamin A (IU)	315.13	310
Vitamin D (IU)	67.23	63
Vitamin E (IU)	1.20	3.1
Vitamin K (μg)	14.71	15.6
Thiamine (μg)	0.08	78
Riboflavin (μg)	0.11	94
Vitamin B6 (μg)	0.06	63
Vitamin B12 (μg)	0.32	0.31
Niacine (μg)	1,260.50	1,250
Folate (μg)	16.81	15.6
Pantothenic acid (μg)	525.21	470
Biotin (μg)	7.35	7.8
Vitamin C (mg)	10.50	8.1
Choline (mg)	0.00	13.3
Inositol (mg)	6.30	4.7
Calcium (mg)	88.24	94
Phosphorus (mg)	50.42	63
Magnesium (mg)	8.40	10.9
Iron (mg)	1.68	1.88
Zinc (mg)	0.63	0.78
Manganese (μg)	21.01	31
Copper (μg)	67.23	94
Iodine (μg)	6.30	7
Sodium (mg)	48.32	47
Potassium (mg)	111.34	109
Chloride (mg)	71.43	86

Table 2. 주요 Amino Acid Hydrolysate 조제유에 함유된 영양 성분

Nutrient	Neocate	Elemental 028
Kcal/mL	0.71 (15% 조유시)	1.0 (23.4% 조유 시)
C : P : F	45 : 11 : 44	51 : 12 : 37
Protein	19.5	29
Fat	35	41
Sugar	81	129
Protein	100% amino acids	100% amino acids
Fat/MCT (%)	Safflower, coconut, soybean/5	Coconut, canola, safflower/35
덱스트린(%)	Dextrose: 2.0% Maltose: 7.0% Maltotriose: 10.0% Higher saccharides: 81.0%	Dextrose: 1.3 % Sucrose: 33.5 % Maltose: 4.7 % Maltotriose: 6.7 % Higher saccharides: 53.8%
Fructose/Sugar (%)	−/7	−/5.5
Osmolality	360	821
Vitamin B1	0.6	1.4
Vitamin B2	0.9	1.4
Vitamin B6	0.8	1.9
Vitamin B12	1.9	4
Vitamin C	60	66
Biotin	39	42
Niacin	6.8	9.8
Folate	57	195
Pantothenic Acid	4	4.7
Choline	75	214
Vitamin A	790	772
Vitamin D	13	5.9
Vitamin E	5	14
Vitamin K	31.5	59
Calcium	488	573
Phosphate	345	468
Magnesium	51	191
Zinc	7.5	9.8
Iron	10.5	9.8
Natrium	180	714
Kalium	630	1,090
Mangane	0.6	1.4
Copper	0.6	0.9
Iodide	70.5	78

우유 조제유, 두유 조제유, 그리고 단백 가수분해 조제유를 섭취해도 호전되지 않는 극심한 우유 알레르기 환아들에서 선택할 수 있는 조제유가 Neocate® (SHS)이다. 이 조제유의 단백질은 100% 아미노산으로만 구성되어 있으므로 극심한 유단백 알레르기 환아, 우유 알레르기, 기타 극심한 식품 알레르기 환아에서 이용한다[20]. 다수의 우유 알레르기 환아, 아토피성 피부염 환아, 성장 부진이 심한 만성 장 질환 환아 들에서 이 조제유를 평균 1년 사용한 연구 결과 각각의 증상이 호전되고, 체중이 증가하였다는 연구 보고가 있다[21]. Neo-

Table 3. 주요 국내시판 경장 영양액의 영양 성분(1,000 mL)

	그린비아TF	뉴케어300TF	Ensure	Pediasure
kcal/mL	1.0	1.0	1.06	1
C : P : F	65 : 15 : 20	60 : 15 : 25	54 : 13 : 37	53 : 35 : 12
Protein (g)	37.5	37.5	37.2	30
Fat (g)	22.2	28.2	37.2	35
Sugar (g)	162.5	150	145	131
단백질급원	Soy	Soy	Soy, whey, milk	Soy, whey, milk
지방급원/MCT (%)	Soy/15	Corn/16	Corn/-	Safflower, soy/15
수분(mL)	835	782	845	845
삼투압(mosm/L)	300	300	470	480
점도(cp)	14	10	10	10
pH	6.9	6.4	6.6	6.6
RSL (mosm;L)	265.4	290	312	275
Vitamin B_1 (mg)	0.9	1.96	1.6	2.7
Vitamin B_2 (mg)	1.1	2.28	1.9	2.1
Vitamin B_6 (mg)	1	2.28	2.2	2.6
Vitamin B_{12} (mg)	1.35	3.04	6.4	85.9
Vitamin C (mg)	36.7	104.5	159	101
Biotin (μg)	46.7	62.5	318	190
Niacin (mg)	11.35	25.88	21.2	10
Folate (μg)	166.7	380	424	300
Pantothenic acid (mg)	4	18.5	10.6	10
Choline (μg)	-	-	318	300
Vitamin A (RE)	466.7	532	796	800
Vitamin D (μg)	3.35	3.72	5.3	4.6
Vitamin E (mg)	6.7	11.6	22	12
Vitamin K (μg)	-	-	43	59
Calcium (mg)	466.7	520	530	972
Phosphate (mg)	466.7	520	530	845
Magnesium (mg)	233.4	268	212	199
Zinc (mg)	10	17.12	12	5.9
Iron (mg)	8	9.12	9.6	14
Sodium (mg)	520	850	846	380
Potasium (mg)	885	1,244	1,564	1,310
Manganese (μg)	-	-	2,700	1.5
Copper (μg)	-	-	1,100	1.0
Iodide (μg)	-	-	-	97
Selenium (μg)	-	-	-	32
Chromium (μg)	-	-	-	30
Molybdenium (μg)	-	-	-	36
RDA (kcal)	1,500	1,800	2,000	1,100 (1～6세) 1,300 (7～10세)

cate®는 1세 미만에서 주로 권장되고 1세 이후에 같은 목적으로 사용할 수 있는 국내 시판 조제유는 Elemental028® (SHS)이며, 특히 이 조제유를 사용하여 효과를 보는 질환들은 성분영양이 필요한 크론씨 병, 흡수 장애가 동반된 난치성 설사, 단장 증후군, 위장관루, 방사선 장염 등이다. Table 2는 국내에서 시판되는 아미노산 가수분해 조제유의 종류와 성분이 설명된 것이다. 만성적으로 지속된 낭성장기종 대장염 성인 환자에서 Elemental028®를 2주간 섭취시킨 후 비교한 대장 내시경 검사상 병변이 소멸된 증례보고가 있다[22]. 그러나 스웨덴의 크론씨병 환아 33명에서 이 조제유와 polymeric formula를 먹인 후 각각의 군에서 성장 속도와 크론씨병 활성도를 비교를 해보니 성장속도는 polymeric formula를 준 군에서 더 높았고 병의 활성도는 양 군에서 차이가 없음을 알게 되었고 성장부진이 심한 크론씨병에서 반드시 성분 영양이 꼭 필요한 것만은 아니라는 것이 보고되었다[23].

그 외에 장관기능이 극도로 좋지 않아 성분 영양식이 필요한 1～10세 소아에 사용할 수 있는 영양 제제로서 Elemental028® 이외에는 Peptamen Junior® (Nestle, 1 cal/mL. 등장성, 포도당 polymer, MCT함유), Pediatric Vivonex® (Nestle, 0.8 cal/mL, 아미노산 제제, 등장성, 포도당 polymer, MCT 함유), Neocate One+® (SHS, 1cal/mL, 등장성, 설탕, 말토덱스트린 MCT 함유) 등이 대표적이다. 장관 기능이 극도로 좋지 않은 경우에는 대개의 환아들이 정맥 영양을 공급받고 있지만 성분 영양식을 겸하면 정맥 영양을 줄여줄 수 있다[24].

장기능이 정상인 소아에서 성분 영양식이 아니더라도 성장을 도모하기 위하여 사용할 수 있는 조제유 중 대표적인 것이 1～10세 소아에게는 Pediasure® (Abbott), 10세 이후에는 그린비아® (정식품), Ensure® (Abbott), Jevity® (Abbott), 뉴케어® (대상) 등 성인용 제품을 사용한다. 이들 제품은 성분 영양식이 아니므로 장 기능이 정상인 환자들에서 영양 보충을 위하여 경구로, 경관 경로로 섭취시키는 것들이다. Table 3은 국내에서 시판되는 주요 경관급식 영양제의 성분을 나열한 것이다. Pediasure®는 1988년도에 개발되어 선장 부진 환아, 만성 질환을 앓는 체중 10 kg 이상, 1세～10세 이상의 소아에서 따라잡기 성장을 목적으로 사용하고 또한 소아에 필요한 영양소가 골고루 함유되어 있고 성인용 영양제와 달리 미량원소가 충분히 들어있다[25]. 1 mL당 1 calorie의 열량을 공급하며 gluten이 없으며 등장성이다. 경구고도 경관으로도 투여 가능하다. 최근에 국내에 시판되는 제품 중에는 probiotics가 다량 함유되어 있는 것도 있다. 하루 영양 요구량(RDA)을 충족시키기 위해서는 1～6세 소아에게는 하루 1,000～1,100 mL를, 7～10세 소아에게는 1,300 mL를 공급해 주면 된다. 약간의 유당이 들어 있지만 유당 알레르기 환아들에서 알레르기를 일으키는 정도는 아닌 것으로 알려져 있으나 갈락토스혈증 환아들에게는 사용하면 안 된다. 지방 성분 중에는 중쇄지방산이 함유 되어 있으므로 소화 흡수가 더욱 용이하다[26].

경관 경장 영양의 개시와 유지

경장 영양액을 선택한 후에는 투여 방법, 즉 투여량, 농도, 속도, 빈도 등을 결정해야 한다. 소아에서, 특히 위장관 기능이 미숙한 경우네는 용량보다도 농도가 더욱 중요하다. 집중식(bolus) 공급, 간헐적 공급, 지속적 점적 공급 중 선택하는 것도 중요하다. 1회분을 단 번에 투여하는 집중식 공급이 더 생리적이고 반드시 위내 투입이 되어야 하고 소장 내 투여하면 안 된다. 중력에 의한 투여도 투여와 펌프를 이용한 투여 모두 가능하다. 지속적 점적 방법은 위식도역류가 심하거나, 기도 흡인이 우려되거나, 구토가 많거나, 잔사가 많이 남는 환아들에서 고려된다. 중환자실 환아들에게는 지속적 점적 투여 방법이 더 추천된다. 투여 개시할 때의 속도와 용량은 지속적 점적 투여는 1～2 mL/kg/h, 집중적 투여는 1～5 mL/kg/bolus로 한다. 집중적 투여는 3～6시간 후에 반복할 수 있고 30～120분에 걸쳐서 위장내로 주입하도록 조절한다. 개시한 투여량이 잘 주입되고 환자가 잘 감내한 것으로 판단되면 그 다음 날부터 1～2일에 걸쳐서 약간씩 증량한다. 식품 알레르기 혹은 불내증이 있는 환아들에서는 증량의 속도를 완화해야 한다. 환아가 불내증을 나타낸다고 해서 쉽게 영양제제를 여러 번 바꾸기 보다는 불내증의 원인을 잘 알아보려고 하는 것이 더욱 바람직하다. 단장 증후군이나 위식도역류 환아들에서는 특히 주입 속도를 늦춰야 한다. 대개의 의사들은 저농도/저용량으로 투여개시하고 1～3일에 걸쳐 서서히 농도와 용량을 늘리는데 이보다는 정상

농도의 영양액을 저용량으로 개시하여 투여량을 늘려 나가는 것이 열량을 더 많이 공급할 수 있는 좋은 방법이다.

미숙아들에게는 10～20 mL/kg/d의 용량을 집중 투여 방법이나 지속적 점적 방법으로 투여한다[27]. 정상농도의 영양액을(20 cal/oz) 출생 후 제2일이나 제3일에 개시한다. 위장관 기능이 정상이라면 저농도의 영양액으로 투여하는 것은 열량도 부족할뿐더러 장점막의 성숙과 운동, 발달을 촉진하지 못하므로 바람직하지 않다. 집중적 투여 방법으로 주는 경우에는 2～3시간 간격으로 투여하고 증량 속도는 괴사성 장염의 발생을 방지하지 위해 20～25 mL/kg/d를 초과해서는 안 된다. 안정적인 미숙아인 경우에는 생후 7～10일내에 하루 섭취요구량에 도달하게 된다. 영양액의 잔사량의 정도가 용량 증가에 중요한 잣대이다. 집중적 투여를 하는 경우에는 1회 투여량의 절반 이하의 잔사가 남는다면 그 다음에 20～30%의 용량을 증량할 수 있다. 지속적 점적 투여시에는 잔사량을 측정하기 더 곤란하다. 위내 잔사가 많이 남는다면 투여를 중단하거나 투여 속도를 감소시키는 것이 좋다. Table 4와 5는 미숙아와 만삭아 영아에서 투여량을 각각 열거한 것이다.

경관 경장 급식을 하기로 결정할 시점에 반드시 짚고 넘어가야 할 것은 환아가 정말로 경구로 음식을 섭취하지 못하는 것인가이다. 경관 급식을 오래 하다보면 차후에 경구로 섭취를 시키려고 할 때에 행동장애와 섭식장애를 보이는 경우가 있다. 신경 손상이 심하여 경구로 음식을 섭취 못하는 경우가 아니면 경관급식을 하는 중에도 다양한 시도로, 궁극적으로는 경구 섭식이 가능하도록 해주는 것이 필요하다. 예를 들면 지속적 점적 투여는 야간에 하고 주간에는 집중적 투여를 하거나, 경관 경장 투여가 장기화되면 언어치료사, 재활 치료사 등의 협진을 하여 행동 장애를 방지하도록 시도해본다[28].

Table 4. 미숙아에서 체중에 따른 장관 영양 투여량

	Infant body weight in grams		
	＜1,000 g	1,000～1,500 g	1,500～2,000 g
Initial volume	0.5 mL/h	0.5～1 mL/h or 2～5 mL/feed	5～15 mL/feed
Increment	0.5 mL/h	0.5～1 mL/h or 2～5 mL/feed	2～5 mL/feed
Frequency	Continuous	Continuous or every 2～3 h	Every 3 h

From The Children's Hospital Formulary. The Therapeutic Standards Committee. In zjew R. editor. CHOP pharmacy handbook and formulary. Huston OH. 1988. Lexi-Comp Inc.

Table 5. 미숙아와 만삭 영아의 장관 영양 투여량

Age	Feeding times per day	Volume (mL) per feeding
Birth～1 wk	6～10	30～90
1 wk～1 mo	7～8	60～120
1～3 mo	5～7	120～180
3～6 mo	4～5	180～210
6～9 mo	3～4	210～240
9～12 mo	3	210～240

From The Children's Hospital Formulary. The Therapeutic Standards Committee. In zjew R. editor. CHOP pharmacy handbook and formulary. Huston OH. 1988. Lexi-Comp Inc.

경관 경장 영양의 모니터링

경관 경장 영양을 공급받는 소아가 정상적으로 성장하는지, 합병증(기계적, 대사성)은 없는지 주기적인 모니터링이 필요하다. 튜브의 기능과 위치, 신체 계측치의 변화, 수분 및 전해질의 균형, 소변과 대변 배출량의 변화, 생화학적 검사 지표의 변화 등을 주기적으로 검사한다(Table 6).

경관 경장 영양의 합병증

경관 급식을 유지하는 동안 다양한 합병증이 발생할 수 있으므로 이러한 합병증의 발견과 각각에 대한 대처 방법을 숙지하고 있을 필요가 있다.

비위삽관을 하는 경우에는 튜브가 비점막 상처를 유발하거나 후인두강 내에서 꼬이거나 기도로 들어가거나 식도에 위치하여 구토를 일으키는 경우가 있다. 경비공장삽관은 삽관도 어렵고 유지도 또한 어렵다. 이를 시행하기 위해서는 조영술을 함께 시행하면서 삽관해야 한다[29]. 최근 한 연구에서는 중환자실 환아들에게 숙련된 간호팀이 경비공장삽관을 침상에서 시행하여 96%의 삽관 성공률을 보였다[30]. PEG를 처음 시행할 시기에도 역시 합병증이 발생하는데, 위대장루, 덤핑증후

Table 6. 경관 경장 영양 공급시 모니터링

Parameters	Monitoring	
	Hospitalization	Outpatient
Mechanical		
Tube position	q 8 h	Daily
Nose care	q 8 h	q 8 h
Gastro-, jejunostomy site	PRN	PRN
Gastrointestinal		
Gastric residuals	Initially q 2～3 h for 48 h→q 8 h	PRN
Stool		
Frequency/consistency	Each feed	Each feed
Stool OB	Daily for 2 days, NI → PRN	PRN
Reducing substance	Daily with advancement→PRN	PRN
pH	Daily for 2 days with >6 → PRN	PRN
Metabolic〉		
Fluid I/O〉	Daily	Daily
Urine SG	Every void during advancement→q8h	PRN
Serum		
Electrolytes	Daily until stable	Monthly if stable
Glucose	Daily until stable	Monthly if stable
ALP, TG, Cho, CBC, Fe	Weekly	q 1～3 mo
Reti, Ca. P, Mg, BUN/Cr		
Visceral proteins	Initially	q 2～4 w until normalized
Vitamins, Trace element	Prn	Prn
Growth		
Calories, proteins, vitamin, Mineral	Daily → weekly	Monthly
Weight	Daily	Monthly
Height	Weekly	Monthly
Head circumference	Weekly	Monthly
Triceps skinfold	2～4 w	1～3 months
Midarm circumference	2～4 w	1～3 months

From Davis A. Indication and techniques for enteral feeds. In Baker SB, Baker RD, Davis A, editors. Pediatric enteral nutrition. New York: Chapman and Hall; 1994.

군 등이 발생할 수 있고, 특히 튜브 끝의 위치가 유문에 가까울수록 역류 증상은 더 심화된다. PEG 시행하기 이전에 비위삽관으로 영양 공급을 받는 아이가 역류가 심하다면 PEG를 시행한 후에도 역류를 예상할 수 있다. PEG를 통해 공장까지 튜브를 삽관하는 경우에도 경비삽관 때와 마찬가지로 막히거나 꼬이는 경우가 흔하다. 그러므로 대부분의 의사는 공장내로의 삽관을 3개월마다 교체 시행하여 튜브의 기계적 합병증을 방지한다. 외과적 수술로 위장삽관, 공장삽관을 시행한 경우는 PEG 단독 보다 유착이나 volvulus 같은 합병증이 더 발생할 수 있다. 현재 시판되는 PEG의 구성은 더욱 좋아져서 위장 내 이동, 유문 협착 등과 같은 합병증을 많이 일으키지는 않는다. 그러나 세균감염, 봉와직염, 육아종, 누수 같은 합병증은 여전히 해결해야 하는 과제들이다. 튜브가 피부와 많이 스치면 육아종이 형성되고, 영양액이 많이 흐르는 것은 튜브의 기능 이상, PEG의 balloon 확장 부족, 너무 큰 stoma, 피부감염 등으로 인해 발생한다.

튜브를 통해 약제를 주입하는 경우, 영양액과 함께 주입해도 괜찮은지 확인해야 한다[31]. 약제의 suspension형, 작은 알약 등은 튜브로 주입해도 되나 대부분의 시럽제제는 튜브로 주면 튜브가 점차 막히게 되므로 피해야 한다. 알약을 부수어 튜브로 주거나 끈적거리는 가루약을 주입하는 것도 튜브 폐쇄의 원인이 된다. 그

러므로 튜브에 주입하기 전후에는 반드시 물로 세척을 해야 한다. 특히 공장 내 튜브는 4～6시간마다 세척해야 한다.

튜브와 관련된 합병증 이외의 대사성 합병증 중 설사와 구토가 가장 흔하다. 설사는 환아의 약 30%에서 발생한다[32]. 설사가 발생하는 요인은 급속 주입, 고농도 영양액, 고농도의 약제, 튜브의 말단부위로의 이행, 세균 감염, 항생제 등이다. 만성 설사를 하는 환아들에서 아면과 마그네슘 결핍이 없는가 확인해야 한다. 구토가 발생하는 요인으로는 급속 주입, 지연된 위장 운동, 위식도역류, 튜브의 식도로의 이행, 습관성 구토, 식품 불내증 등이다. 위식도역류가 기존에 있던 환아들은 경관영양으로 더욱 악화할 수 있고 과다한 영양 공급으로 인해 신장에 과부하가 되거나 수분 부족, 신기능 감소 등으로 이차적으로 azotemia가 발생할 수 있다.

그 외에 영양액 내에 섬유질이 부족하거나 수분 부족, 운동 부족 등에 의해 변비가 발생할 수 있다. 고농축 영양액을 주입하거나, 수분 부족, 수분 손실 증가(더위, 구토, 설사, 발열) 등으로 탈수가 발생할 수 있다. 그러므로 혈청 전해질 검사와 뇨비중 검사를 자주 해야 한다. 당분이 많이 함유된 영양액을 공급하거나 스테로이드 사용, 전신 감염 등으로 인해 당뇨가 발생할 수 있다. 영양실조가 극심한 환아에서, 특히 급속 주입을 한 경우 재급식 증후군이 예상되므로 혈청 칼륨, 인, 마그네슘의 모니터링이 필요하다.

결 론

다양한 종류의 경장 영양액의 특성과 장점을 숙지하고 환아 별 필요에 따라 선별하여 잘 사용하였을 때 환아의 영양 지표의 개선과 질병의 호전이 함께 이루어질 수 있다. 경관영양을 시행할 때 발생하는 다양한 합병증이 있으므로 이에 대한 조기 발견을 위해 환아의 주기적인 모니터링이 필요하다.

참 고 문 헌

1) Feldman EJ, Dowling RH, McNaughton J, Peters TJ. Effects of oral versus intravenous nutrition on intestinal adaptation after small bowel resection in the dog. Gastroenterology 1976;70:712-9.
2) Saito H, Trocki O, Alexander JW, Kopcha R, Heyd T, Joffe SN. The effect of route of nutrient administration on the nutritional state, catabolic hormone secretion and gut mucosal integrity after burn injury. J Parenter Ent Nutr 1987;11:1-7.
3) Smith BC, Pederson AL. Nutrition focus tube feeding update. Nutr Focus 1990;5:1-6.
4) Whitfield MF. Poor weight gain of the low birth weight infant fed nasojejunally. Arch Dis Child 1982;57:597-601.
5) Strauss D, Kastner T, Ashwall S, White J. Tubefeeding and mortality in children with severe disabilities and mental retardation. Pediatrics 1997;99:358-62.
6) Seidman EG, Roy CC, Weber AM, Morin CL. Nutritional therapy of Crohn's disease in children. Dig Dis Sci 1987;32(12 Suppl):82S-88S.
7) Chin SE, Shepherd RW, Thomas BJ, Cleghorn GJ, Patrick MK, Wilcox JA, et al. The nature of malnutrition in children with end-stage liver disease awaiting orthotopic liver transplantation. Am J Clin Nutr 1992;56:164-8.
8) Vanderhoof JA. Short bowel syndrome in children and small intestinal transplantation. Pediatr Clin North Am 1996;43:533-50.
9) Kelly KJ, Lazenby AJ, Rowe PC, Yardley JH, Perman JA, Sampson HA. Eosinophilic esophagitis attributed to gastroesophageal reflux: improvement with an amino acid formula, Gastroenterology 1995:109:1503-12.
10) Strife CF, Quinian M, Mears K, Davey ML, Clardy C. Improved growth of three uremic children by nocturnal nasogastric feedings. Am J Dis Child 1984;140:438-43.
11) Papadopoulou A. Nutritional considerations in children undergoing bone marrow transplantation. Eur J Clin Nutr 1998;52:863-71.
12) Papadopoulou A, William MD, Darbyshire PJ, Booth IW. Nutritional support in children undergoing bone marrow transplantation. Clin Nutr 1998;17:57-63.
13) Wahlig TM, Georgieff MK. The effects of illness on neonatal metabolism and nutritional management. Clin Perinatol 1995;22:77-96.
14) Cavell B. Effect of feeding an infant formula with high energy density on gastric emptying in infants with congenital heart disease. Acta Paediatr Scand 1981;70:513-6.
15) Naude SP, Prinsloo JG, Haupt CE. Comparison between a humanized cow's milk and a soy product for premature infants. S Afr Med J 1979;55:982-6.
16) American academy of pediatrics. Committee on Nutrition. Soy protein-based formulas: recommendations for use in

infant feeding. Pediatrics 1998;101:148-53.
17) Hernell O, Lnnerdal B. Nutritional evaluation of protein hydrolysate formulas in healthy term infants: plasma amino acids, hematology, and trace elements. Am J Clin Nutr 2003;78:296-30.
18) Ostrom KM, Borschel MW, Westcott JE, Richardson KS, Krebs NK. Lower calcium absorption in infants fed casein hydrolysate- and soy protein-based infant formulas containing palm olein versus formulas without palm olein. J Am Coll Nutr 2002;21:564-9.
19) Krebs NF, Reidinger CJ, Miller LV, Borschel MWK, Marlene W. Zinc homeostasis in healthy infants fed a casein hydrolysate formula. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2000;30:29-3.
20) Sampson HA, James JM, Bernhisel-Broadbent J. Safety of an amino acid-derived formula in children allergic to cow milk. Pediatrics 1992;90:463-5.
21) Kanny G, Moneret-Vautrin DA, Hatahet R, Virion JM, Morisset M, Guenard L. Use of amino-acid-based formula in the treatment of cow's milk protein allergy and multiple food allergy syndrome. Allerg Immunol 2002;34: 82-4.
22) Johnson BT, McFarland RJ. Lemental diet in the treatment of pneumatosis coli. Scand J Gastroenterol 1995;30:1224-7.
23) Ludviqsson JF, Krantz M, Bodin L, Stenhammar L, Lindquist B. Elemental versus polymeric enteral nutrition in pediatric Crohn's disease: a multicentre randomized controlled trial. Acta Paediatr 2004;93:327-35.
24) Bines J, Francis D, Hill D. Reducing parenteral requirement inchildren with short bowel syndrome: impact of an amino acid-based complete infant formula. J Pediatr Gastroenterol Nutr 1998;26:123-8.
25) Morales E, Craig LD, Maclean WC. Dietary management of malnourished children with a new enteral feeding. J Am Diet Assoc 1991;91:1233-8.
26) Ramstack M, Listernick R. Safety and efficacy of a new pediatricenteral product in the young child. J Parenter Enter Nutr 1991;15:89-92.
27) Pereira GR. Nutritional care of the extremely premature infant.. Clin Perinatol 1995;22:61-75.
28) Schauster H, Dwyer J. Transition from tube feedings by mouth in children: preventing eating dysfunction. J Am Diet Assoc 1996;96:277-81.
29) Duché M, Habès D, Lababidi A, Chardot C, Wenz J, Bernard O. Percutaneous endoscopic gastrostomy for continuous feeding in children with chronic cholestasis. J Parenter Enter Nutr 1999;29:42-5.
30) Meyer R, Harrison S, Cooper M, Habibi P. Successful blind placement of nasojejunal tubes in pediatric intensive care: impact of training and audit. J Adv Nurs 2007; 60:402-8.
31) Gilbert S, Hatton J, Magnuson B. How to minimize interaction between phenytoin and enteral feedings: two approaches. Nutr Clin Prac 1996;11:28-31.
32) Gottschlich MM, Warden GD, Michel M, Havens P, Kopcha R, Jenkins M, et al. Diarrhoea in tube-fed burn patients: incidence, etiology, nutritional impact and prevention. J Parenter Enteral Nutr 1988;12:338-45.