

# 심장 수술 전후의 영양 관리

## Perioperative Nutritional Management in Cardiac Surgery

홍종면

충북대학교 의과대학 흉부외과학교실

Jong Myeon Hong, M.D., Ph.D.

Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Chungbuk National University College of Medicine, Cheongju, Korea

책임저자 주소: 361-763, 충북 청주시 흥덕구 서부로 1473(개신동)

충북대학교 의과대학 흉부외과학교실

Tel: 043-269-6062, Fax: 043-269-6069

E-mail: hongjm@chungbuk.ac.kr

투고일자: 2011년 9월 5일, 심사일자: 2011년 9월 7일, 게재확정일자: 2011년 10월 31일

### Abstract

Perioperative nutritional status is an important factor for the prognosis of cardiac surgery. Preoperatively debilitated or cachectic patients (i.e., more than 10% weight loss over 6 months) with decreased albumin level are exceptionally prone to complications, such as infections following surgery. For better support of the perioperative nutritional intake, exact preoperative monitoring of nutritional status and supplement of essential nutritional factors are necessary for cardiac patients. I will describe here the nutritional states assessment and monitoring methods of infants with congenital heart diseases and consider essential nutritional factors in patients with heart disease. For the conditions where enteral nutrition is not possible, postoperative control of blood sugar is important, or special nutritional considerations for heart disease patients is needed. I will discuss the clinical problems related to these conditions and suggest possible methods of improvement for each condition.

**Key Words:** Heart Diseases; Nutrition Disorders; Nutrition Assessment; Nutrition Therapy

### 서론

1950년대 초부터 본격적으로 시작된 심장 수술이 수술 기법과 수술 전후의 환자 관리 등의 발전으로 이제는 소수의 복잡성 심장 기형을 제외하고는 만족할만한 결과를 보여주고 있다. 수술 전후의 준비나 환자 관리가 계획된 수술에 크게 상관없이 정립되어 있어 수술 결과에 도움을 주고 있다. 최근 선천성 심장 질환의 진단 기법이 발달하면서 태어나 출생 직후에 진단이 가능해지면서 신생아나 유아의 수술 전후의 관리가 수술의 예후에 중요한 역할을 담당하고 있다.

선천성 심장질환 환아들의 영양문제 중에서 가장 심각한 것은 영양실조와 성장부진이다. 환자들은 정상아동보다 더 많은 영양을 필요로 하나 심혈관계의 기능 이상, 식욕부진, 상부위장 기능 이상, 장관 내 영양 소실 등 다양한 복합적 요인으로 인하여 음식섭취가 원활하지 못하고 섭취한 영양소는 저산소증이나 산혈증 등의 체내 환경 변화에 의해 충분히 효율적으로 이용되지 못한다.

그러므로 선천성 심장질환 환아들에게 영양 공급을 할 때 고려해야 할 사항이 다양하고 수술 전후의 영양 요구량과 열량 요구량을 의사가 인지해야 할 필요가 있다. 따라서 본문을 통하여 개별적인 영양관리 면에서 부딪히는 임상적 문제들을 열거하고 각각의 개선방법을 설명하고자 한다.

### 본론

1. 선천성 심장질환 환아의 영양 상태 평가 및 모니터 방법  
매일 체중을 측정하는 것이 가장 중요하다. 그러나 환아들

의 체내 유체이동(fluid shift)이 빈번하고 이노제가 대부분 사용되므로 정확한 판별이 힘든 경우가 많다. 이상적으로는 영양관리를 제대로 잘 받고 있는 상태에서는 체중이 일정량씩 증가하여야 하나, 심혈관계의 변화, 체액 저류, 신장 기능 회복 지연, 이노제 사용 등의 다양한 사유들로 인하여 환자의 체중은 정상적인 체중 증감을 반영하지 못하는 경우가 매우 흔히 발생하므로 판단 오류가 생길 수 있다. 그러므로 그러한 위와 같은 상황 등에서 의사는 환자의 신체 계측치의 변화와 활력징후의 변화 그리고 생화학적 검사 소견까지 고려하여 환자의 영양상태를 평가할 수 있다.

생화학 검사 항목 중 혈청알부민이 일반적으로 영양상태를 평가 하기 위해 이용된다. 수술 전에 그 수치가 낮으면 ( $<3$  g/dL) 수술 후 감염 및 사망률이 높아질 수 있다[1,2]. 혈청 알부민 수치는 체내 합성, 합성저하, 소실, 재분포(redistribution) 상태에 따라 변동되고 또한 긴 반감기(3주간), 광범위한 체내 분포, 단백질 섭취저하 시 더욱 적게 분해되는 특성, 염증변화에 따라 변동하고 수술 후 자주 보충해주는 다양한 요인으로 인해 영양상태를 나타내는 지표로서의 역할에 제한점이 많다[3]. 그러므로 알부민보다 반감기가 짧은 prealbumin, transferrin, transerythrin, 및 retinol binding protein 등이 영양상태 평가에 의미 있게 사용된다. 이 중에서도 prealbumin이 반감기가 24시간이어서 유용하게 사용된다. 그러나 prealbumin도 급성기반응물질(acute phase reactant)로 염증이 있으면 상태가 불안정해지므로 cardiopulmonary bypass 후에는 이용에 한계가 있다[4]. 최근 연구보고에 의하면 C-reactive protein (CRP)내장 단백질의 변동에 반대로 변화하므로 CRP가 낮아수록 환자 상태가 anabolic 해진다는 것을 시사할 수 있다고 한다. 그러므로 병실 환자의 생화학 검사상 CRP 정상인 경우에는 prealbumin을 영양지표로 이용할 수 있다[5].

## 2. 심장질환 환자에서 경장 영양을 할 수 없는 상황

심장 질환이 있는 환자들은 심혈관계의 변화가 다양하고 때에 따라서는 정상적인 장관급식을 할 수 없는 경우가 있다. 심박출량 저하로 혈류역학 상태가 불안정한 상태, 장관 혈류량이 부족한 상태, 좌우 단락으로 인한 low systemic output, 최근(24시간 이내) 심장마비가 있었던 경우, 기관 삽관 및 extubation 후 4시간 동안, 장폐색(functional, mechanical), 장출혈, junctional ectopic tachycardia 등이

다. 이러한 경우에는 정맥영양을 시행하는 것이 바람직하다[6].

## 3. 수술 후 혈당조절의 필요성

중증 환자들에서는 간 내 포도당 합성이 증가하고, 인슐린의 말초 저항이 증가하며, counter-regulatory 호르몬의 분비로 인해 고혈당증이 자주 발생한다. 그로 인해 고혈당증은 미토콘드리아 기능장애, 다기관 손상(신경, 혈관내벽, 면역계), 기계호흡의 장기화, 패혈증 등을 유발한다[7].

심장수술 후, 특히 혈중 젖산 농도가 상승된 상태에 고혈당증이 있는 경우에는 인슐린치료가 도움이 된다. 인슐린 복용량은 신중히 함께 적정수준으로 맞춰야 하며(매일 1-2시간) 혈당 수치가 100-150mg/dL에 유지하도록 한다. 인슐린 용량은 0.1 U/kg/h 보다 더 높은 용량을 권장 하지 않는다. 또한, 정맥용액 내에 포도당과 인슐린 혼합되어 투여되는 동안에는 갑작스럽게 저혈당이 발생하지는 않는다.

## 4. 식이 경로의 선택

장관영양을 하면 장점막 성숙(trophism), 장점막 분비, 상피세포의 translocation 등에 유익한 효과를 미친다. 현재 정맥영양보다 장관영양이 더욱 우수하다고 여겨지는 경향이 있으나 중증환자에서 그 근거를 확실히 입증한 자료는 없다[8].

환자가 ductal-dependent 순환장애가 있거나 심박출량 저하로 인한 장관 혈류량이 감소된 환자들에서 수술 전 시기에 장관영양을 하면 괴사성 장염이 발생할 가능성이 있다. Willis 등의 연구결과에서는 34명의 혈역학적 안정된 prostaglandin  $E_1$  ( $PGE_1$ ) 의존성 신생아에서(19명은 좌심실 폐쇄 장애) 장관영양을 하는 동안 단 한 명만이 섭식에 실패했다[9]. 장관영양이 이처럼 안전하나, 용량과 칼로리를 증가시킬 때에는 세심한 주의가 필요하다.

중증환자에서 장관영양의 공급루트는 gastric feeding과 transpyloric feeding이고 대부분 견뎌낼 수 있다. 그러나 transpyloric feeding 방법을 이용할 때에 좀 더 많은 용량을 공급할 수 있으며 peri-extubation 기간에 더 안전할 수 있다. 그럼에도 불구하고 transpyloric feeding을 한다 해도 위장액의 기관 역류 및 흡인이 발생하지 않는다고 말할 수는 없다[10].

## 5. 심장질환 환자들에서 고려해야 할 주요 영양소

### 1) 단백질

중증 환자들은 질소 균형을 잘 이루려면 하루에 2-3 g/kg/day의 단백질이 필요하다. 하지만 시판 중이거나 병원에서 조제되는 경장 영양액의 용량은 이 요구량을 충족시키지 못한다. 심장 수술 후의 환자에게는 수액 공급을 제한시켜야 하므로 단백질도 함께 제한된다. 단백질 섭취를 최적화하는 전략 중 하나는 15-20 kg 정도의 체중의 환자들에게는 성인 환자용 장관 영양액을 투여하는 것이다. 이렇게 하면 소아용 제제 사용시보다 33-100%의 단백질을 더 공급할 수 있게 된다. 1-10세의 환자들에게는 미숙아용 농축조제유를 투여하면 충분한 용량의 단백질을 공급받을 수 있게 된다.

### 2) 탄수화물

심장환자들에게 어느 정도의 탄수화물이 필요한가에 관한 연구 보고는 많지 않다. 중증 환자들에서 하루 열량 중 탄수화물 구성을 40-60%로 정하고, 투여 속도는 13 g/kg/min를 초과하지 않도록 한다.

### 3) Micronutrients

#### (1) 비타민 D

성인에서 비타민 D가 결핍되면 고혈압, 당뇨병, 대사증후군, 좌심실비대, 심부전, 만성혈관염 등이 발생한다. 세포 단계에서 비타민 D는 세포단계에서 myotrophin을 생산하게 하여 심근세포의 성장과 증식에 영향을 주고 atrial natriuretic peptide를 감소시킨다. 비타민 D가 결핍되면 renin 합성이 억제되어 renin-angiotensin-aldosterone 시스템이 upregulation된다[11]. 비타민 D가 부족해지면 혈중 칼슘도 저하되므로 심근장애가 있는 심장질환 환자들에게는 비타민 D 보충이 필요하다.

#### (2) 마그네슘

마그네슘은 심근의 세포 이온 균형 및 세포막 potential을 유지하며 대부분의 호르몬 기능에 필수적이다. 심장 수술을 받는 성인 환자에서 저마그네슘혈증이 발생하면 사망률이 높아지고 수술 후 초기에 심방부정맥이 증가한

다. 소아 심장수술환자들에서는 수술 후에 저마그네슘혈증이 빈번하다(33%). 이러한 환자들은 중환자실 체류기간이 장기화되고 기계호흡기의 의존시간도 길어지며 소아사망률(Pediatric Risk of Mortality score, PRISM)이 높아진다[12]. Manrique 등의 연구에서는 심장 수술시기에 cardiopulmonary bypass (CPB)동안에 황산마그네슘을 투여한 결과 수술 후 저마그네슘혈증 및 junctional ectopic 빈맥증이 감소하였다[13]. 수술 후 부정맥이 예견되는 환자들에서는 혈중 총 마그네슘 수치가 높은 수준을 유지(>2 mg/dL)하도록 하면 도움이 된다.

#### (3) 아연

아연은 면역체계, 항산화반응, 당대사, 신경인지기능, 상처치유 및 성장과 발달 등에 매우 필수적인 미량원소이다. 또한, 아연은 많은 효소의 조효소이며, transcription factor, replication factor로서 매우 중요하다.

패혈증 등의 중증 환자들에서 낮은 혈중 아연 수치는 높은 사망률과 관련이 깊었다는 연구보고도 있다. 특히 중환자실에서 장기간 치료받는 소아 환자일수록 아연 수치를 정기적으로 모니터하고 보충해 주면 생존율을 증가시킬 수 있다[14,15].

#### (4) Immunonutrition

심장수술 후 면역계의 활동이 변형된다. 체외순환(Cardiopulmonary bypass, CPB)이 수반되는 심장수술 후에 림프구 apoptosis가 증가하여 림프구가 감소한다. 이는 심장수술 후 사망률과 유병률을 증가시키는 요인이 된다[16]. 심장질환 환자의 면역기능을 강화시키기 위해서 영양 보충이 필요하며 이에 해당하는 대표적 영양소가 글루타민과 아르기닌이다.

#### (5) 글루타민

중증환자에서 글루타민 결핍은 높은 사망률과 연관이 있다[17]. Catabolic 상태에서는 대량의 글루타민이 근육으로부터 분비되고 림프구와 장상피세포가 증식하는데 신속한 연료가 된다. 또한 핵산 합성과 신장의 산염기 조절기능에 전구물질로 일명 “조건적 필수” 영양소라고 불리었다. 중환자실 성인 환자들에서 장관 영양액에 글루타민을 섞었더니 감염성 합병증 감소, 중환자실 체류기간 감소, 사망률 감소

등의 좋은 변화가 관찰되었다[18].

반면 미숙아를 대상으로 한 연구에서는 글루타민 보충제가 사망률이나 사망률에 의미 있는 변화를 보이지 않았다[19]. 하지만, 심장 수술 전후에 장관 혈류량이 감소하거나 심박출량이 감소된 신생아들에게 글루타민을(0.3-0.5 g/kg/day) 보충해 주면 도움이 된다.

중증 환아들에게 글루타민, 아연, 셀레늄, 및 metoclopramide를 보충해주면 hypoprolactinemia를 감소시키고 림프구 부족을 예방할 수 있다. 이는 병원 내 감염을 줄이는 데에 큰 도움이 될 수 있다[20].

#### (6) 아르기닌

아르기닌은 신생아에서 필수아미노산이며 성인에서는 조건부 필수적인 영양소이다. 아르기닌은 nitric oxide의 전구물질이고, creatine, polyamines, 요소, ornithine, proline, glutamate 등의 전구물질이다. T 림프구 수를 증가시켜 면역시스템을 강화시키고 인슐린, 성장호르몬을 증가시키며 수술 후 catabolic 상태를 반전시킨다. 신생아에서는 아르기닌을 보충하여 괴사성 장염 발생이 감소한다[21].

### 6. 심장질환 환자들에서 발생하는 특수 상황

#### 1) Chylothorax

수술 후 발생하는 chylothorax는 드물지 않다. 수술 후 장기 입원 해야 하는 몇 가지 요인 중 가장 흔한 원인이다. 합병증, 패혈증 및 상처치유지연을 예방하기 위해 영양적 치료가 매우 중요하다. Chylothorax는 장쇄중성지방(long chain triglyceride, LCT)의 장관 공급을 수술 후 6주간은 제한하고 중쇄중성지방(medium chain triglyceride, MCT)으로 대체한다. 장관을 쉬게 해주기 위해 성분영양과 정맥영양을 겸하는 것도 도움이 된다. 그러나 이러한 치료 방법들로 인하여 필수지방산의 결핍이 자주 발생하므로 영양 치료를 잘해야 한다[22]. 영양치료가 성공적이지 못하면 흉관 결찰을 시행한다.

#### 2) 신부전

심장수술 후에 잘 발생하는 합병증 중 하나이다. 단백질이 많이 소실되는 경우가 많으므로 단백질 보충이 필요하다. 투석을 안 하는 경우에는 단백질을 1.5 g/kg/day, 투석을

하는 경우에는 2-3 g/kg/day의 단백질을 공급한다. 그 외에 주요 수용성 비타민, 미량원소(특히 셀레늄)의 보충이 필요하다[23].

#### 3) 연하장애

심장수술 시에 recurrent laryngeal nerve가 손상되면 수술 후 성대기능장애와 연하장애가 발생하여 흡인성 폐질환의 빈도가 높아진다. 폐흡인이 심한 경우에는 음식물을 걸죽하게 만들어서 조심해서 먹이고 그래도 흡인이 지속되면 경관영양을 해야 한다.

### 결론

심장수술 전후에 발생하는 다양한 심혈관계의 변화 및 합병증, 영양요구량 변화, 다기관 기능 변화 등의 임상 상태에서 환자에게 공급하는 영양소 및 영양 공급 방법 등에 관한 고려를 잘 하여 환자의 상태와 사망률을 호전 시킬 수가 있다. macronutrients인 주요 영양소의 공급 조절과 함께, 심혈관계 기능에 영향을 미치는 비타민 D, 마그네슘, 아연, 셀레늄, 아르기닌, 글루타민 등의 micronutrients를 공급하여 안정된 심혈관 기능을 회복할 수 있게 해주는 것이 중요하다.

### References

1. Leite HP, Fisberg M, de Carvalho WB, de Camargo Carvalho AC. Serum albumin and clinical outcome in pediatric cardiac surgery. *Nutrition* 2005;21:553-8.
2. Fritz HG, Brandes H, Bredle DL, Bitterlich A, Vollandt R, Specht M, et al. Post-operative hypoalbuminaemia and procalcitonin elevation for prediction of outcome in cardiopulmonary bypass surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47:1276-83.
3. Raguso CA, Dupertuis YM, Pichard C. The role of visceral proteins in the nutritional assessment of intensive care unit patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003;6:211-6.
4. Lim SH, Lee JS, Chae SH, Ahn BS, Chang DJ, Shin



- CS. Prealbumin is not sensitive indicator of nutrition and prognosis in critical ill patients. *Yonsei Med J* 2005;46:21-6.
5. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R. 1. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005;41 Suppl 2:S1-87.
6. Norris MK, Hill CS. Nutritional issues in infants and children with congenital heart disease. *Crit Care Nurs Clin North Am* 1994;6:153-63.
7. Wintergerst KA, Buckingham B, Gandrud L, Wong BJ, Kache S, Wilson DM. Association of hypoglycemia, hyperglycemia, and glucose variability with morbidity and death in the pediatric intensive care unit. *Pediatrics* 2006;118:173-9.
8. ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2002;26:1SA-138SA.
9. Willis L, Thureen P, Kaufman J, Wymore E, Skillman H, da Cruz E. Enteral feeding in prostaglandin-dependent neonates: is it a safe practice? *J Pediatr* 2008;153:867-9.
10. Sanchez C, Lopez-Herce J, Carrillo A, Bustinza A, Sancho L, Vigil D. Transpyloric enteral feeding in the post-operative of cardiac surgery in children. *J Pediatr Surg* 2006;41:1096-102.
11. Lee JH, O'Keefe JH, Bell D, Hensrud DD, Holick MF. Vitamin D deficiency an important, common, and easily treatable cardiovascular risk factor? *J Am CollCardiol* 2008;52:1949-56.
12. Munoz R, Laussen PC, Palacio G, Zienko L, Piercey G, Wessel DL. Whole blood ionized magnesium: age-related differences in normal values and clinical implications of ionized hypomagnesemia in patients undergoing surgery for congenital cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:891-8.
13. Manrique AM, Arroyo M, Lin Y, El Khoudary SR, Colvin E, Lichtenstein S, et al. Magnesium supplementation during cardiopulmonary bypass to prevent junctional ectopic tachycardia after pediatric cardiac surgery: a randomized controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139:162-9 e2.
14. Aneja RK. Zinc-Jack of all trades, master of none! *Pediatr Crit Care Med* 2009;10:129-31.
15. Heyland DK, Jones N, Cvijanovich NZ, Wong H. Zinc supplementation in critically ill patients: a key pharmacconutrient? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2008;32:509-19.
16. Shi SS, Shi CC, Zhao ZY, Shen HQ, Fang XM, Tan LH, et al. Effect of open heart surgery with cardiopulmonary bypass on peripheral blood lymphocyte apoptosis in children. *Pediatr Cardiol* 2009;30:153-9.
17. Wischmeyer PE. Glutamine: mode of action in critical illness. *Crit Care Med* 2007;35:S541-4.
18. Novak F, Heyland DK, Avenell A, Drover JW, Su X. Glutamine supplementation in serious illness: a systematic review of the evidence. *Crit Care Med* 2002;30:2022-9.
19. Tubman TR, Thompson SW, McGuire W. Glutamine supplementation to prevent morbidity and mortality in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2008: CD001457.
20. Carcillo J, Holubkov R, Dean JM, Berger J, Meert KL, Anand KJ, et al. Rationale and design of the pediatric critical illness stress-induced immune suppression (CRISIS) prevention trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2009;33:368-74.
21. Huang Y, Shao XM, Neu J. Immunonutrients and neonates. *Eur J Pediatr* 2003;162:122-8.
22. Buttiker V, Fanconi S, Burger R. Chyllothorax in children: guidelines for diagnosis and management. *Chest* 1999; 116:682-7.
23. Wooley JA, Btaiche IF, Good KL. Metabolic and nutritional aspects of acute renal failure in critically ill patients requiring continuous renal replacement therapy. *Nutr Clin Pract* 2005;20:176-91.