

정맥영양요법의 대사성 합병증의 예방 및 관리

Management and Prevention of Possible Complications Associated with Total Parenteral Nutrition

김용주

한양대학교 의과대학 소아청소년과학교실

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

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

책임저자 주소: 133-792, 서울 성동구 왕십리로 222

한양대학교병원 소아청소년과

Tel: 02-2290-8380, Fax: 02-2297-2380

E-mail: kyjoo@hanyang.ac.kr

투고일자: 2011년 9월 1일, 심사일자: 2011년 9월 7일, 게재확정일자: 2011년 10월 26일

Abstract

Nutritional therapy with total parenteral nutrition (TPN) is usually performed in the critically ill patients who cannot ingest or digest food through the gastrointestinal tract. The process of well managed nutritional support by TPN is not simple, nor easy. Doctors experience various complications, the patients also suffer from much discomfort. Especially the younger patients, they are labile to more complications. The physicians should know thoroughly how to avoid the complications, how to effectively supply TPN solution to the patients. The author reviews the numerous complications during TPN and the methods for the prevention of complications.

Key Words: Parenteral Nutrition, Total; Nutritional and Metabolic Diseases; Complications of Parenteral Nutrition

서론

중증 환자이건 단순 질환 환자이건 영양공급은 치료의 기본적 요소이다. 중증 복부질환이나 외과적 복부 수술을 한 경우에 정맥영양요법이라는 치료가 많이 시행된다. 사람은 음식물을 입으로 섭취하여 그 소화된 영양소가 신체의 요구량에 맞추어 적절히 소화관에서 흡수되어 신체 내의 모든 균형을 이루게 되는 것이 정상적이다. 그러나 정맥영양요법이라는 치료를 받는 경우에는 모든 영양소를 의사가 인위적으로 혈관에 주입하는 과정이므로 때에 따라서는 부족하거나 과도하게 주입되는 경우가 빈발하고 의사나 간호사의 감독이 소홀하다면 다양한 합병증이 발생한다. 정맥영양액의 성분을 계산하는 것도 간단하지 않으며 각 질환별로 고려해야 할 영양적, 대사적 특성들이 환자마다 다르다.

의사는 정맥영양을 처방하여 공급해주는 환자들의 질병적 특성을 잘 파악해야 하며 가능한 합병증들에 대비할 수 있어야 하며 각 상황별로 영양액의 성분을 변형시킬 줄 알아야 하므로 저자는 본 종설을 통하여 이와 같은 사항을 전달하고자 한다.

본론

정맥영양요법을 지속할 때 환자의 임상적, 생화학적 반응을 감시하는 것이 상당히 중요하다. 사람이 식사를 통해 영양소가 장관으로 흡수되는 경우에는 모든 영양소가 균형 있게 흡수, 조절이 되나 인위적으로 정맥으로 각종 영양소를 주입하다 보면 원치 않게 엉뚱한 반응이 보이는 경우도 있고 어떤 영양소는 부족하거나 어떤 영양소는 과량이 되는 상황에 부딪혀 의사는 매우 당황하게 된다. 이러한 경우 경험과 지식이 있는 의사가 이를 발견해 예방 지침을 정하

고 치료 대책을 잘 세워야 할 필요가 있다. 임상에서 흔히 마주치는 정맥영양요법의 합병증들의 원인, 예방 방법, 치료 대책 등을 열거한다[1].

1. 대사성 합병증

1) 영양소와 관련된 합병증

(1) 고혈당증

흔히 발생하는 합병증이다. 원인들로는 당뇨병, 과량의 포도당 투여, 대사성 스트레스, 패혈증, corticosteroids, 복막 투석, 비만, 크롬 부족 등이며 혈당이 200 mg/dL 이상으로 증가하고 요당이 2% 이상으로 증가한다. 예방을 위해 투여하는 포도당 농도를 10-15% 이하로 하고 포도당 공급 증가하는 폭을 하루에 5% 이상이 안 되도록 한다. 치료는 포도당 투여를 감소시키고, 정맥영양액 안에 regular insulin을 첨가하거나 정맥 투여하는 것이다(0.01 unit/kg/h).

(2) 저혈당증

원인으로는 정맥영양을 중단했거나 insulin을 주입한 경우, 패혈증 등이다. 혈당이 50 mg/dL 이하로 저하되며 발한, 기면, 심계항진, 흥분, 의식소실, 혼미 등을 보이며 심한 경우에는 혼수 상태가 된다. 예방을 위해서는 정맥영양을 중단 할 때에 서서히 중단해야 하고 주기적 정맥영양 시에는 중단 1 시간째에 혈당을 검사하여 모니터 한다. 치료 방법은 부족한 포도당을 서서히 정맥투여 하는 것이다.

(3) 고질소혈증

정맥영양액 내의 단백질 함량을 소량으로 시작하다가 서서히 증량하여 수일 만에 목표 치에 도달하도록 세심하게 처방해야 하는데 대부분의 의사들이 이를 무시하는 경향이 있다. 단백질 함량의 증가폭이 비정상적으로 높거나, 탈수, 신장기능 저하, lean tissue 이화작용, 미성숙 간, 간 질환, 선천성 단백질 대사 이상 등이 원인이 된다. 환자는 기면, 혼수에 빠질 수 있고 검사상 BUN이 상승한다. 이를 예방하기 위해 정맥영양을 시작하기 전에 수액을 공급하고, 아미노산의 적정 용량을 계산하여 처방하며, lean tissue 이화작용을 방지하기 위해 충분한 영양 공급을 하면서 BUN과 NH3를 정기적으로 모니터 한다.

(4) 고중성지방혈증

정맥영양 시에 투입되는 지방 용량도 처음에는 소량으로 시작하여 수일에 걸쳐 목표량에 도달하도록 해야 하며 증가 시에 혈청 중성지방(triglyceride; TG) 수치를 측정하도록 한다. 이러한 원칙을 숙지 하지 않고 과다하게 지방을 투여하거나, TG 제거율이 감소하는 경우(스트레스, 패혈증, 간 질환), 고혈당증이 지속하는 경우, 특정 약물, 과다열량 섭취하는 경우에 자주 발생한다. 고중성지방혈증을 유발하는 약물은 Aminodarone, Interferon, β -Blocker, Isotretinoin, Cholestyramine, Itraconazole, Cyclosporine, L-Asparaginase, Estrogen 및 경구피임제, Protease 길항제, Fluconazole, Risperidone, Glucocorticoids, Thiazide 등이다. 검사상 고지혈증이 보이고 혈청 TG가 200 mg/dL 이상으로 상승한다. 예방하기 위해서 과다한 지방 투여를 피하고, 1주일 간격으로 혈청 TG를 검사하며 지방 주입 시간을 24시간 연속 하기보다는 하루에 18-20시간만 투여하고 몇 시간 동안은 중단하는 방법이 좋다. 그래도 지속 되는 경우에는 essential fatty acid deficiency를 피할 정도로 적은 양의 지방을 투여한다(0.5-1 gm/kg/day).

2) 수분 및 전해질 이상

(1) 수액과다

수액이 과다 투여되거나, 신장 기능 저하, 울혈성 심부전, 간 질환, 외상 등이 원인이다. 환자의 체중이 빠르게 증가하며 Input/Output balance (I/O) 에서 input 양이 많다. 혈압이 상승하고 혈청 Na과 혈소판이 감소하며 부종이 관찰된다. 예방하기 위하여 수분의 과다투여를 피하고 체중증가, I/O, 신체검사소견, 전해질 불균형 등을 잘 감시한다. 환자의 조건이 충분한 수액을 투여 받기 힘든 상황이라면 농축 영양액으로 조제하여 투여한다. 수분과 염분을 제한하고 때로는 이뇨제를 사용한다.

(2) 탈수

환자의 요구량보다 부족한 수분이 공급되거나 과다한 이뇨제 사용, 설사나 구토를 통한 장관 수분 소실, 발열 등이 원인이다. 환자의 소변 양이 감소하고 기립성 저혈압을 보이고 혈청 Na, BUN, 혈색소가 증가하며 피부 탄력이 감소하며 갈증을 호소하고 체중이 빠르게 감소한다. 예방을 위해

충분한 수분을 공급하고 수분 불감소실과 장관 소실량을 보충한다. 체액 균형을 감시한다. 때로는 정맥영양과 별도로 수분을 공급한다.

(3) 저칼륨혈증

동화작용 동안에 potassium (K) 공급이 부족하거나 장관을 통한 소실이 증가한 경우(구토, 설사, ostomy), 약물(furosemide, amphotericin B, cisplatin)에 의해서 발생한다. 환자는 대사성 알칼리혈증을 보이며 부정맥, 근력 약화, 장 마비가 관찰된다. 예방을 위해 정맥 내로 부족한 K를 보충한다. 안정될 때까지 매일 K를 감시하고 그 후에는 주 2회 감시한다. 중등도 부족 시까지는 정맥영양액 내에 K 용량을 증량하고 중증 감소 시에는 별도로 KCl을 투여한다.

(4) 고나트륨혈증

탈수, 과량의 염분 투입, 고혈당에 의한 삼투성 이뇨, 뇌하수체 종양 등이 원인이다. 환자는 갈증, 조급증을 느끼고 근경축, 근경련, 과감작반응, 혼수, 경련 등이 관찰될 수 있다. 예방을 위해 충분한 수분을 투여하고, 과다 염분 투여를 피하고, I/O, 소변 염분 및 삼투압을 감시한다. 그래도 호전되지 않으면 정맥 영양액을 염분이 낮은 것으로 교체한다.

(5) 대사성 산혈증

비교적 흔하게 보는 합병증이다. 중탄산염의 소실(신장, 설사, 장관루), ketoacidosis, lactic acidosis, 만성 신부전, 신성 산혈증, 정맥영양액 내의 과량의 염소 함유 등이 원인이다. 예방을 위해 장관으로부터의 소실을 보충하고 정맥 영양액 내의 염소를 적정량으로 감소시킨다. 그래도 호전 안 되면 정맥 영양액 내의 염소를 감량하고 대신 acetate를 증량시킨다.

(6) 대사성 알칼리증

위산 소실(구토, NG-nasogastric tube drainage 등), 이뇨제 과다사용, 염기성분의 과다투여, 다량의 혈액제품 사용(citrate 중독) 등이 원인이다. 환자는 구역질, 구토, 감각 이상을 보이며 심한 경우 경련이나 진전을 보인다. 예방을 위해 매일 NG tube의 output을 측정하고 장관을 통한 소실량을 측정하여 보충한다. 치료방법은 기저 질환을 치료하고 정맥 영양액 내의 염소를 증량시키고 acetate를 감량시킨다.

다. 심한 경우에는 정맥용 HCl를 투여한다.

3) 무기질불균형

(1) 저칼륨혈증

정맥영양 주입 경로에 혈액제제를 투여하는 경우 혈액제제 백 내의 citrate가 정맥 영양액 안의 칼슘과 결합하여 결국 혈청 칼슘은 부족할 수 있게 되고, 정맥영양을 공급받는 대부분의 환자들이 일부만 수치가 대체로 낮기 때문에 저칼슘혈증이 잇따르게 되고, 저마그네슘혈증, 저인산혈증, 부갑상선기능저하증, 장관 흡수 장애 질환, 정맥 영양액의 칼슘 부족 등이 원인이다. 환자는 근경련, 복부선통, 불안, 혼미, 테타니, 경련 등을 보인다. 심전도를 감시하여 QT 간격 지연을 관찰한다. 예방을 위해 정맥 영양액 내 칼슘을 보충하고 1주에 2회 혈청 칼슘을 측정한다. 부갑상선호르몬과 비타민 D를 측정한다. 그 이상의 치료로는 마그네슘 부족을 교정해 주고, 이온화 칼슘 저하 시에는 정맥 영양액 내 칼슘을 증량한다.

(2) 고칼슘혈증

종양, 신장기능저하, 비타민 D과량 투여, 만성 스트레스나 고정화를 통한 골재흡수 등이 원인이다. 환자는 혼미, 기면, 탈수, 근력약화, 복통, 구역질, 구토, 변비, 부정맥, 골격 이외의 석회화 등을 보인다. 환자가 안정될 때까지 혈청 칼슘을 매일 측정하며 감시하고 안정된 후에는 1주에 두 번 측정한다. 치료를 위해 칼슘을 제한하고 isotonic saline 용액 투여하고 정맥 영양액 내의 칼슘을 제거한다.

(3) 저마그네슘혈증

환자들에게 시행하는 기본 전해질 검사 항목 중에 마그네슘이 들어가 있지 않아서 특별한 관심이 있는 의사가 아니라면 마그네슘을 측정하는 경우가 많지는 않다. 그러나 마그네슘은 칼슘만큼이나 하는 작용도 많고 쉽게 부족해지는 경우도 많기 때문에 관심을 가지면 환자에게 큰 도움이 된다. 마그네슘이 부족해지는 원인은 장관 내 소실 증가(구토, 설사, 장관루), 약물성 신장배출 증가(cisplatin, cyclosporin, amphotericinB, aminoglycoside), 마그네슘 보충 부족 등이다. 환자는 전신이 허약해지고, 근경축, 운동실조, 테타니, 감각이상, 현기증, 방향감각소실, 경련, 심

부정맥 등을 보인다. 예방을 위해 마그네슘을 보충해주고 안정 시까지 마그네슘을 매일 측정하며 안정 후에는 1주에 2회 측정한다. 경-중등도 부족 시에는 정맥 영양액 내 마그네슘 함량을 증가시키나 중증 부족 시에는 별도 투여 한다.

(4) 고마그네슘혈증

고마그네슘혈증은 흔하지는 않다. 신장 기능이 저하된 경우, 마그네슘을 과량 투여한 경우에 발생한다. 환자는 구역질, 구토, 기면, 허약, 저혈압, 호흡부전을 보인다. 안정시까지 매일 측정하고 안정 후에는 격주로 측정한다. 예방을 위해 신장 기능 저하 환자에서는 마그네슘을 감량하고 과량 투여되지 않도록 한다.

(5) 저인산혈증

주로 동화작용, refeeding시에 인산 보충 부족으로 생기는 경우가 많고 insulin 주입, 인 결합성 제산제, 알콜중독, 당뇨성 ketoacidosis 등이 원인이다. 환자의 혈중 인 농도는 2 mg/dL 이하이며 감각이상, 혼미, 언어장애, 기면, 호흡마비, 혼수, 적혈구기능 저하 등을 보인다. 위험 환자에게는 정맥 영양액 내의 인 함량을 증가한다. 안정 시까진 매일 인을 측정한다. 중증 결핍 시에는 별도로 인을 정맥 내 투여한다.

(6) 고인산혈증

신부전, 인 과량투여, 부갑상선호르몬 결핍 등이 원인이다. 만성적으로 증가하면 골격의 석회화가 초래된다. 수치가 안정될 때까지 매일 측정하고 그 후에 격주 측정한다. 신기능 저하 환자에서는 매일 측정해야 한다. 과량의 인 투여를 방지 한다.

(7) 칼슘과 인

신생아와 영아는 골밀도를 적절히 유지하기 위하여 다량의 칼슘과 인의 공급이 필요하다. 칼슘과 인의 적정 비율은 1.7:1이다. 그러나 수분을 제한해야 하는 경우에는 고농도의 칼슘과 인이 정맥영양액 내에서 침전을 일으킬 수 있다. 이러한 칼슘-인 복합체는 치명적인 색전(emboli)을 초래하거나 정맥염을 일으킬 수 있다. Calcium gluconate가 정맥 영양제 내에서 calcium chloride보다 더 안정적이다. 칼슘-인 복합체를 형성할 수 있는 다른 여건들은 낮은 아미노산

농도, 낮은 덱스트로스(dextrose)농도, 고온, 높은 pH 등이다. 용액의 pH는 아미노산에 의해 결정되므로 아미노산 농도를 증가시키고 산성 아미노산의 사용, L-cysteine을 첨가하면 칼슘-인 침전을 방지할 수 있다. 전형적으로 단백질 1 g당 40 mg의 L-cysteine을 첨가한다. 만일 정맥영양 내의 단백질이 1% 미만이라면 칼슘이나 인 중 한 가지만 섞어야 한다. 칼슘과 인의 합이 40 mmol/L 이상이면 침전물이 더 잘 생긴다.

4) 미량원소 결핍

몇 주 동안이라도 비타민 공급 없이 정맥영양요법을 받는 환자에서 치명적인 비타민 결핍증이 발생할 수 있다. 국내에 복합 비타민 정맥 제제가 상용되기는 하나 미국의 것과 비교하면 vitamin K, B12, Biotin, Folate, Niacin, Pantothenic acid 등 여러 가지가 함유되어 있지 않으므로 사용하는 의사들은 부족한 영양소의 공급을 생각해야 한다. 현재로서는 미숙아를 위한 정맥용 비타민제제는 없다. 정맥영양에 들어가는 미량원소는 아연, 구리, 망간, 크롬 등이다. 국내에는 furtman[®]이라는 상표로 상용된다(10 mL 중 Zinc sulfate 220 mg, Cupric sulfate 39.3, Manganese sulfate 15.4, Chromium sulfate 0.51 mg).

구리와 망간은 담즙을 통해 배설되므로 담즙 정체증이 있는 환자에서는 투여하면 안 된다. 셀레늄과 크롬, 몰리브덴은 신기능 장애 시에는 투여하지 말아야 한다.

셀레늄과 카니틴은 30일 이상 금식하는 경우에 투여한다. 정맥으로 철분을 투여하는 경우 과민반응, 저혈압, 패혈증의 가능성이 있으며 근육 주사 시에는 무균성 농양이 발생할 가능성이 있으므로 철분의 비경구 투여에 대해서는 회의적인 의견도 많다. 철분 결핍성 빈혈이 심한 경우, 장관으로 투여가 곤란한 경우에 세심한 주의를 기울이며 iron dextran 형태로 철분을 투여한다. 하루 필요한 철분 양은 다음 공식으로 산출한다.

$$\text{Fe (mg)} = \text{체중(kg)} \times 4.5 \times (13.5 - \text{환자 Hgb [g/dL]})$$

첫날에는 0.5 mL (25 mg Fe) (영아에서 0.25 mL/12.5 mg Fe)를 1 mL/hour 미만의 속도로 투여하고 과민반응의 출현을 감시한다. Epinephrine이 반드시 준비되어 있어야 한다. 철분 투여가 순조롭게 되면 며칠간 25-100 mg으로 증량하여 투여할 수 있다. 장기간 정맥 영양을 공급받아야 하는 환

자에겐 1 mg/day 의 농도로 투여한다.

5) 정맥 영양요법에 의해 발생하는 질환 혹은 증후군

(1) Re-feeding syndrome

1981년도에 이 증후군으로 사망한 환자가 정식 보고되면서 이 증후군의 심각성이 알려지게 되었고 임상에서 관심 있게 주의하는 분야가 되었다[2]. 장기간 금식 후 섭식을 개시하면서 섭식 후 제 4일경에 잘 발생한다. 음식 섭취 후에 인슐린 분비가 시작되면서 당질, 단백질, 지방 합성을 할 때 인, 마그네슘, 칼륨을 많이 필요로 하지만 이미 많이 소진되어 있는 상태인데 세포 내로 이를 전해질이 많이 이동해 버리니 혈청 내 수치는 낮아지게 된다. 포도당이 급속히 투여될 때에 특히 잘 발생한다. 고혈당증, 저인산혈증, 저칼륨 혈증, 저마그네슘혈증, 부종, 폐부종, 심부전 등이 관찰되며 극심한 경우에는 심부전으로 사망하기도 한다. 위험요소를 가진 환자를 신속히 색출하여 정맥 영양 하는 동안 전해질 균형을 확인하고 주입 열량을 절제한다. 안정되기까지 이를 전해질을 매일 측정한다. 부종이 있으면 수분을 제한한다. 부족된 전해질을 보충한다.

(2) 담즙 정체증 및 지방간

정맥영양을 장기간 시행하면 간담도에 합병증이 발생한다. 1971년도에 이 합병증이 처음 보고되었다[3]. 나이가 어릴 수록, 신생아나 미숙아일수록 담즙정체증의 임상소견이 중하고 성인에서는 담즙정체증 보다는 지방간이 더 빈번히 발생한다. 환자는 간비대, 간기능저하(혈청 암모니아 상승, SGOT, SGPT 상승), 황달(total bilirubin, direct bilirubin 상승), 지방간, 간섬유화, 담관증식, 간경화 등의 다양한 소견을 보인다. direct bilirubin 증가가 매우 의미있는 검사항목이며 담즙정체증이 발생한 후 2 주가 지나도 transaminase 가 별로 상승하지 않는 경우도 있다[4].

신생아중환자실의 환자들이 소화기 분과에 협진 의뢰하는 건 중에 대부분이 정맥영양 중 발생하는 담즙정체증 환자들이다.

담즙정체증이 정맥영양 시행 중에 발생하는 기전은 몇 가지 알려져 있다[5]. 금식하는 동안에 담관의 정체가 있고 소화관으로의 담즙 이동이 없으므로 담즙정체증을 촉매할 수 있고, 신생아와 미숙아일수록 간이 미성숙하여 담즙 정체

가 더 잘 발생한다고 하고, 정맥영양액 내의 특정 아미노산의 독성 작용에 의해 발생하거나, 패혈증(특히 *E. coli* 같은 Gram 음성 감염) 감염에 의한 endotoxins이 직접적으로 간 손상을 일으킬 수 있다.

영아기 이후의 담즙정체증은 4주 이상 정맥영양을 하는 경우에 잘 발생하며 과도한 열량을 공급하거나 과량의 단백질이 투여되어 calorie/nitrogen 비율이 적절치 못해 초래된다.

그 외에도 정맥 영양액 내에 함유된 구리, 망간 등의 중금속에 의해서도 발생할 수 있다.

이를 방지하기 위해 과다한 열량 공급과 탄수화물 및 단백질 공급을 제한하고 정맥 영양액 내에 첨가하는 중금속 및 미량원소 제제를 너무 자주 섞지 말고 한 달에 한 번 정도 섞는 것이 바람직하다. 그리고 주기적으로 정맥영양요법을 시행하는 것도 간 합병증을 예방 및 치료할 수 있는 방법이다.

(3) 호산구증가증

지방 용액을 투여 받는 신생아 환자의 절반 이상에서 호산구증가증이 관찰되었다고 보고되었다[6]. 그러나 임상적으로 심각성은 없고 일시적이다.

(4) 대사성 골질환 및 구루병

미숙아나 신생아가 장기간 정맥영양을 투여 받고 있을 때 골의 demineralization이 발생하여 골연화증, 골다공증, 구루병 등이 발생할 수 있다. 발생 원인은 복합적이며 가능한 원인으로는 비타민 D 대사의 변화, 알루미늄 독성, 단백질 성 칼슘 소실, 약물(이뇨제), 무활동, 칼슘, 인, 비타민 D 부족 등이다. 비타민 D의 공급량이 충분하여도 구루병이 발생하는 환자가 있고 부족하게 공급받아도 구루병이 안 생기는 환자가 있을 정도로 환자에 따라서 비타민 D의 대사가 다양하다[7,8]. 또한 혈청 1,25-(OH)2D 수치는 vitamin D3 공급량과 일치하지도 않는다는 보고도 있다[9]. 이러한 합병증을 예방하기 위하여 충분한 양의 vitamin D (400 IU/day), 칼슘(0.5-2.5 mEq/kg)과 인(1-2 mM/kg)을 공급하고, 알루미늄 공급 시 무기질의 투여량이 충분한지를 확인한다. 칼슘 소실을 유발하는 이뇨제는 대체 변경한다.

6) 정맥영양과 약물 주입

정맥영양요법을 받는 환자들은 대부분 중환들이고 이에 따라 투여받는 약물의 종류도 많다. 환자들이 정맥도관을 여러 개 달 수 없기에 대개 의료진은 정맥 영양 도관을 통해 약물을 주입하게 된다. 대부분의 약제들이 정맥도관으로 주입이 가능하나 단백질 제제나 지방 제제에 섞이게 되면 염이나 침전물이 발생할 수 있는 경우가 있다. 그러므로 정맥영양 도관으로 투여 불가능한 약제들은 의사들이 알고 있는 것이 바람직하다[10-14].

(1) 정맥영양액과 혼용할 수 있는 약제

Albumin, Epinephrine, Morphine, Aldosterone, Erythromycin, Nafcillin, Amikacin, FAmotidine, Norepinephrine, Aminophylline, Fentanyl, Ondansetron, Atracurium, Fluconazole, Oxacillin, Atropine, Gentamicin, Pancuronium, Aztreonam, Glycopyrrolate, Penicillin G (aqueous), Bumetadine, Granisetron, Cefepime, Heparin, Phenobarbital, Cefotaxime, Hydralazine, Phytoneadione, Cefoxitine, Hydrocortisone, Piperacillin, Ceftazidime, Hydromorphone, Piperacillin/Tazobactam, Ceftriaxone, Insulin (U-100 regular), Promethazine, Cefuroxime, Ion dextran, Pyridoxine, Chloramphenicol, Isoproterenol, Ranitidine, Chlorpromazine, Leucovorine, Tacrolimus, Cimetidine, Levocarnitine, Ticarcillin, Clindamycin, Lorazepam, Ticarcillin/Clavulanate, Dexamethasone, Magnesium sulfate, Tobramycin, Digoxin, Meperidine, Tolazoline, Diphenhydramine, Mesna, Vancomycin, Dobutamine, Methylprednisolone, Vecouonium, Doxycycline, Mezlocillin, Zidovudine, Enalaprilat, Miconazole

(2) 지방액과 혼용할 수 있는 약제

Aldesleukin, Diphenylhydramine, Isoproterenol, Cefotaxime, Dobutamine, Lidocaine, Cefoxitin, Dobutamine, Norepinephrine, Ceftazidime, Erythromycin, Oxacillin, Ceftriaxone, Famotidine, Penicillin, Chloramphenicol, Gentamicin, Ranitidine, Cimetidine, Hydrocortisone, Ticarcillin, Clindamycin, Hydromorphone, Tobramycin, Cyclosporin, Insulin, regular,

Vancomycin, Digoxin

(3) 정맥영양액과 혼용할 수 없는 약제

Acetazolamide, Cytarabine, Metoclopramide, Acyclovir, Diazepam, Metronidazole, Amphotericin, Doxorubicin, Midazolam, Amphotericin B lipid complex, Filgrastin, Nitroglycerin, Foscarnet, Nitroprusside, Ampicillin, furosemide, Octreotide, Ampicillin/sulbactam, Ganciclovir, Phenytoin, Calcium salts, Imipenam, Promethazine, Cefazolin, Indomethacin, Trimethoprim/sulfamethoxazole, Ciprofloxacin, Mannitol, Cis-platinum, Methotrexate, Tromethamine, Cyclosporine

(4) 지방액과 혼용할 수 없는 약제

Acetazolamide, Cyclosporin, Magnesium salts, Acyclovir, Diazepam, Metronidazole, Amikacin, Doxorubicin, Midazolam, Aminophylline, Filgrastin, Morphine, Amphotericin, Foscarnet, Nitroglycerin, Amphotericin B lipid complex, Furosemide, Nitroprusside, Ganciclovir, Phenytoin, Ampicillin, Heparin, Imipenam, Trimethoprim/sulfamethoxazole, Ampicillin/sulbactam, Calcium salts, Indomethacin, Tromethamine, Ciprofloxacin, Iron dextran.

결론

정맥영양요법을 시행 받는 환자들의 질병적 특성을 잘 파악해야 하며 가능한 합병증들을 대비할 수 있어야 하며 각 상황 별로 합병증과 부작용을 줄이기 위하여 다양한 정보를 습득하는 것이 중요하다.

References

- Collier SB, Richardson DS, Pharm DKMG, Duggan C. Parenteral nutrition. In Hendricks KM, Duggan C, Walker WA, eds. Manual of pediatric nutrition. Hamilton: B.C. Decker; 2000:242-87.

2. Weinsier RL, Krumdieck CL. Death resulting from overzealous total parenteral nutrition: the refeeding syndrome revisited. *Am J Clin Nutr* 1981;34:393-9.
3. Peden VH, Witzleben CL, Skelton MA. Total parenteral nutrition. *J Pediatr* 1971;78:180-1.
4. Vileisis RA, Inwood RJ, Hunt CE. Laboratory monitoring of parenteral nutrition-associated hepatic dysfunction in infants. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1981; 5:67-9.
5. Kerner JA. Metabolic complication. In Kerner JA, ed. *Manual of pediatric parenteral nutrition*. New York: John Wiley & Sons; 1983:199-215.
6. Kien CL, Chusid MJ. Eosinophilia in children receiving parenteral nutrition support. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1979;3:468-9.
7. Mitchell SM, Rogers SP, Hicks PD, Hawthorne KM, Parker BR, Abrams SA. High frequencies of elevated alkaline phosphatase activity and rickets exist in extremely low birth weight infants despite current nutritional support. *BMC Pediatr* 2009;9:47.
8. Leape LL, Valaes T. Rickets in low birth weight infants receiving total parenteral nutrition. *J Pediatr Surg* 1976; 11:665-74.
9. Kimura S, Nose O, Harada T, Maki I, Kanaya S, Tajiri H, et al. Serum Levels of Vitamin D Metabolites in Children Receiving Total Parenteral Nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1986;10:191-4.
10. Kamen BA, Gunther N, Sowinsky N, Rizzo J, Marsik F. Analysis of antibiotic stability in a parenteral nutrition solution. *Pediatr Infect Dis* 1985;4:387-9.
11. Macias JM, Martin WJ, Lloyd CW. Stability of morphine sulfate and meperidine hydrochloride in a parenteral nutrient formulation. *Am J Hosp Pharm* 1985;42:1087-94.
12. Athanikar N, Boyer B, Deamer R, Harbison H, Henry RS, Jurgens R, Jr., et al. Visual compatibility of 30 additives with a parenteral nutrient solution. *Am J Hosp Pharm* 1979; 36:511-3.
13. Zaccardelli DS, Krcmarik CS, Wolk R, Khalidi N. Stability of imipenem and cilastatin sodium in total parenteral nutrient solution. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1990;14:306-9.
14. Niemic PW, Jr., Vanderveen TW. Compatibility considerations in parenteral nutrient solutions. *Am J Hosp Pharm* 1984;41:893-911.