

탈수 환아에서 정맥 및 경구수액요법

Intravenous and Oral Fluid Therapy in Dehydrated Children

김 동 언

가톨릭의대 소아과

Dong-Un Kim, M.D.

Department of Pediatrics, The Catholic University of Korea College of Medicine

E-mail : dukim@catholic.ac.kr

J Korean Med Assoc 2006; 49(10): 951 - 9

Abstract

The administration of adequate fluid to the severely dehydrated patients takes precedence over all other treatment regardless of the underlying disease. Although the understanding of pathogenesis and the appropriate management of water, electrolytes, and acid-base disturbance are emphasized in medical education, many physicians are not very confident in treating the patients with those disturbances. The first thing that should be remembered in fluid therapy is how much of water and sodium is required to the patients—in other words, how much water with what concentration of sodium should be given to the patients. Water deficit can be estimated by assessing the severity of dehydration, while the sodium deficit from the types of dehydration, that is, the plasma sodium concentration of the patients. This review will summarize the principles of how to choose and give the adequate fluid according to the severity and the types of dehydration.

Keywords : Dehydration; Fluid therapy; Water; Sodium

핵심용어 : 탈수; 수액요법; 물; 나트륨 농도

서론

소아가 설사, 구토, 기아, 발열 등으로 탈수되었을 때 적절한 수액 보충은 모든 치료에 우선한다. 수액요법은 의학 지식의 가장 기본적인 항목임에도 불구하고 대부분의 의사들이 확실한 근거를 갖고 자신있게 수액 처방을 하고 있지는 못한 실정이다. 수액 요법의 가장 중요한 개념은 얼마만큼의 물과 얼마만큼의 Na를 주어야 하는가 하는 것이다. 즉 Na가 얼마만큼 포함된 용액을 얼마만큼 주어야 하는가 하는 것이다. 본 논문에서는 탈수의 정도와 혈장 Na 농도에 근거하여 보충해 주어야 할 물과 Na의 양이 얼마인지를 판단하고 그에 따른 수액의 선택과 투여 방법에 대하여 기술하도록 하겠다.

체내 수분 구획 및 구성 성분

성인 남자에 있어서 체내 총 수분량(total body water)은 몸무게의 60% 정도이다. 세분하면 40%는 세포내액(intracellular fluid, ICF)이고 15%는 간질액(interstitial fluid)이고 5%는 혈장(plasma)이다. 간질액과 혈장을 합친 20%가 세포외액(extracellular fluid, ECF)이다. 소아에 있어서는 연령에 따라 그 비율이 틀리는데, 영

Table 1. Composition of Intravenous solutions

	[Na ⁺] mEq/L	[Cl ⁻] mEq/L	[Glucose] mmol/L	Osmolality mOsm/L
Normal Saline	154	154	—	308
5% Dextrose	—	—	277	277
5% Dextrose 1 L + 80 mEq NaCl	80	80	277	430
5% Dextrose 1 L + 40 mEq NaCl	40	40	277	350

아 초기에는 체내 총 수분량이 체중에서 차지하는 비율이 크며, 특히 ECF의 비중이 크다. 출생 직후에는 총 수분량이 체중의 75%나 되고 ECF가 40%로 ICF(35%)보다 많다. 출생 후 세포수가 계속 증가하고, 근육의 성장에 비하여 결합조직의 성장이 상대적으로 적기 때문에 ECF의 비율은 점점 감소하여 대략 1세경에는 성인과 비슷한 구성을 갖게 된다(1).

분자량이 작은 물질은 혈관 내피세포의 연결부를 통해 혈관 내부와 간질을 자유롭게 왕래할 수 있다. 따라서 혈장과 간질액의 전해질 농도는 거의 비슷하다. 반면에 ICF는 전혀 다른 구성 성분을 갖고 있다. 삼투질농도(osmolality)라고 하는 것은 용액 1 L안에 들어 있는 모든 입자의 수를 말한다. ECF를 구성하고 있는 용질의 대부분은 Na와 그에 상응하는 음이온(Cl⁻, HCO₃⁻)이다. 따라서 ECF(또는 혈장)의 삼투질농도는 대략(2×Na)이다.

정맥 내 수액요법

1. 수액의 종류

먼저 혈장과 비슷한 Na 농도 및 삼투질농도를 가진 용액으로는 생리식염수(normal saline)가 있다. 생리식염수는 0.9% NaCl 용액으로서 154mEq/L의 Na와 Cl을 포함하고 있으며(0.9% NaCl=9g/L=9/58.5mol/L

= 154mmol/L), 삼투질농도는 308mOsm/L이다. 1/2생리식염수는 Na 농도와 삼투질농도가 각각 77mEq/L, 154mOsm/L이며, 1/4 생리식염수는 Na 농도와 삼투질 농도가 각각 38.5mEq/L, 77mOsm/L이다. 수액요법시 혈

관으로 200mOsm/L 이하의 저장성 용액을 빠른 속도로 대량 투여하면 용혈(hemolysis)이 일어난다는 것을 염두에 두어야 한다. 그리고 금식 상태에서 수액만 줄 경우 단백질 이화(catabolism)를 막기 위하여 5% 포도당이 첨가되어야 한다. 따라서 5% 포도당 용액 1L에 NaCl 80mEq를 섞거나 5% 포도당 용액 1L에 NaCl 40 mEq를 섞음으로써 각각 1/2 생리식염수와 1/4 생리식염수 대용으로 사용한다(Table 1). 이 경우 삼투질 농도가 다소 높은 고장성 용액이 되지만 용혈이 일어나지는 않으며 포도당은 곧 세포 내로 들어가 버리기 때문에 문제가 되지 않는다.

2. 유지량(Maintenance)

하루에 얼마의 수분이 필요한 가는 하루에 얼마의 에너지를 소비하느냐, 즉 대사에 달려 있다. 인체는 살아 있는 한 대사 활동을 하며 그 결과 발생한 열로 인해 폐와 피부를 통한 수분 증발이 일어나는데 이를 불감수분소실(insensible water loss)이라고 한다. 또한 대사 결과 발생한 대사노폐물을 콩팥을 통해 소변으로 배설할 때 용매로서 물이 사용된다. 사람의 최대 소변 농축 능력은 1,200mOsm/L이므로 하루에 1,200mOsm의 용질을 소변으로 배설하는 사람은 최소 물 1L를 소변으로 강제적으로 소실하게 된다. 활동량이 증가하면 불감수분소실이 많아지고 대사노폐물이 많아지므로 소변량도 증가한다.

Table 2. Metabolism and Maintenance Fluid

Route	mL/100 Cal metabolized energy
Insensible	
Skin	-30
Lung	-15
Renal(=urine)	-55
Gastrointestinal	-10
Water of oxidation	+10
Total	-100

따라서 우리 몸의 수분 요구량은 대사와 직접적인 관계가 있으며(2) 100Cal당 100mL의 물을 잃게 된다(Table 2). 즉 하루 1,000Cal를 소모하는 사람은 1,000mL, 2,000 Cal를 소모하는 사람은 2,000mL, 3,000Cal를 소모하는 사람은 3,000mL가 필요하다. 한편 불감수분소실은 거의 맹목이지만 소변, 대변 등에는 Na, K 등의 전해질이 포함되어 있다. 그러므로 전체적으로 볼 때 수분 소실과 함께 3~4mEq/100mL의 Na와 2~3mEq/100 mL의 K가 같이 소실된다(2). 따라서 유지용액(maintenance solution)으로 가장 적합한 것은 40mEq/L 정도의 Na와 20mEq/L 정도의 K를 포함한 용액이다. 그러나 이것은 편안한 상태에서의 유지량이며 급성 질환을 앓고 있는 경우 스트레스로 인한 혈중 바소프레신의 증가로 인해 너무 저장성 용액을 줄 경우 저나트륨혈증이 발생할 수 있다. 따라서 급성 질환을 앓고 있는 환자의 경우 유지용액의 Na 농도를 최소한 1/2 생리식염수 수준(80mEq/L)으로 높여야 한다는 의견도 있다(3, 4).

영유아는 단위 체중당 대사가 높다. 따라서 체중 증가에 따른 칼로리 소모량의 증가는 직선 그래프가 아닌 제공근 그래프의 형태를 보이므로 체중 증가에 따른 칼로리 소비량과 물 요구량은 Table 3과 같다. 체중 증가에

따른 체표면적의 증가도 제공근 그래프의 형태를 보이므로 체표면적을 이용하여 우리 몸의 물 및 전해질 요구량을 산출할 수도 있다. 이 방법에 의하면 물은 1,500mL/m², Na는 50mEq/m², K는 30mEq/m²가 필요하다.

3. 탈수의 정도에 근거한 물 소실량의 판단

탈수 환자의 원래 체중에서 내원시의 체중을 뺀 것이 소실한 물의 양이다. 예를 들어 체중이 1kg이 줄어들었다면 1L의 물을 소실한 것이다. 그러나 원래 체중을 정확히 알 수 없는 경우가 많으므로 탈수의 정도에 근거하여 소실된 물의 양을 판단한다. 체중의 3%(영아는 5%) 정도를 소실하였을 경우 경증 탈수, 3~6%(영아는 5~10%) 정도를 소실하였을 경우 중등도 탈수, 6~10%(영아는 10~15%) 정도를 소실하였을 경우 중증 탈수로 정의하며 환아가 경증인지, 중등도인지, 중증인지는 임상 증상으로 판단한다(Table 4). 중증 탈수가 되면 대천문이 꺼지고 점막은 바짝 마르며 모세혈관 재충전 시간이 4초 이상으로 늘어난다. 혈압이 떨어지고 심박수가 증가하고 소변이 나오지 않는다. 중증 탈수가 지속되면 혈액의 신관류가 감소하여 콩팥이 허혈성 손상을 입어 급성 세뇨관 괴사(acute tubular necrosis)가 올 수 있다. 따라서 콩팥이 제 기능을 하고 있는지 아니면 급성 세뇨관 괴사가 왔는지는 일차적으로 소변 검사를 하여 판단한다. 소변 비중이 최소 1.020 이상으로 농축되어 있으면 탈수에 대한 정상적인 반응을 의미하므로 신기능은 정상으로 판단할 수 있다. 그 외에 혈청 크레아티닌 치에 비하여 BUN이 현저하게 상승한 것(BUN/Cr>20)도 신기능이 정상임을 의미한다.

4. 혈장 Na 농도에 근거한 Na 소실량의 판단

탈수 환자의 혈장 Na 농도에 따라 등장성(등나트륨성), 저장성(저나트륨성), 고장성(고나트륨성) 탈수로 구

Table 3. Daily Caloric Expenditure & Water Requirement

Body Weight	Daily caloric expenditure	Daily water Requirement
<10 kg	100 Cal/kg	100 mL/kg
11~20 kg	1,000 Cal+50 Cal/kg	1,000 mL+50 mL/kg
>20 kg	1,500 Cal+20 Cal/kg	1,500 mL+20 mL/kg

분한다. 이는 소실한 체액의 Na 농도에 의해 결정된다. 소실한 체액의 Na 농도가 ECF의 Na 농도와 같으면 혈청 Na 농도는 정상(130~150mEq/L)을 유지할 것이고(등장성 탈수), ECF의 Na 농도보다 높으면 혈청 Na 농도는 130mEq/L 이하로 감소할 것이고(저장성 탈수), ECF의 Na 농도보다 낮으면 혈청 Na 농도는 150mEq/L 이상으로 증가할 것이다(고장성 탈수).

등장성 탈수라는 것은 탈수 환자의 혈청 Na 농도가 정상(130~150mEq/L)을 유지하고 있는 경우를 말한다. 예를 들어 구토, 설사로 체중이 1kg이 줄어든 환자의 혈청 Na 농도가 140mEq/L라면 1L의 등장성 탈수이다. 이는 물 1L와 Na 140 mEq가 동시에 소실된 것을 의미하므로 교정은 간단히 생각해서(5% 포도당 용액 1L + 140mEq NaCl)를 주면 된다. 그러나 엄밀하게 따지면 물 1L는 틀림없이 체외로 소실되었으나(체중이 1kg 줄었으므로), Na 140mEq는 모두 체외로 소실된 것은 아니다. 우리 몸에 탈수가 일어나면 레닌-안지오텐신-알도스테론계가 활성화 되면서 집합관에서 Na를 최대한 재흡수하면서 대신 K를 배설한다. 10kg 소아의 경우 ECF의 K 농도를 4mEq/L라고 하면, ECF의 양이 2~2.5L이므로 ECF의 총 K의 양은 8~10mEq에 불과하다. 레닌-안지오텐신-알도스테론계 활성화에 의해 재흡수되고 배설되는 Na와 K의 양은 체중이 10kg인 소아라고 해도 수십mEq에 달한다. 따라서 K는 ICF에서 ECF로 빠져나온 후 체외로 소실되며 대신에 Na가 세포 내로 들어간

다. 그러므로 1L의 등장성 탈수시 ECF에서 사라진 140mEq의 Na 중 약 1/2~2/3는 체외로 소실되었고 나머지는 세포 내로 들어가면서 대신 K가 체외로 소실된 것이다. 정리하면 1L의 등장성 탈수가 있을

때 실제로 소실된 Na는 140mEq가 아니고 100mEq 이하이다. 그리고 대신에 K가 50mEq 정도 소실된다. 따라서 등장성 탈수 1L를 대치할 용액은(5% 포도당 용액 1L+80~100mEq NaCl+20mEq KCl)이다. 원래 K도 50mEq 이상 주어야 하나 K의 투여 농도는 최대 40mEq/L이고, 투여속도는 20mEq/hr 이하로 해야 한다. 따라서 안전을 고려하여 수액의 K 농도는 어떤 경우에도 20mEq/L 정도로 하는 것이 보통이다. 이러한 제한 때문에 물과 Na의 소실은 24시간 내에 교정이 가능하지만, K 소실의 교정은 수 일이 걸린다.

5. 초기 급속 수액요법

탈수의 종류에 따라 같은 1L의 체액을 소실(체중이 1kg 감소)하였더라도 ECF 양의 감소는 다르다. 저장성 탈수의 경우에는 ECF로부터 ICF로 물이 이동하므로 ECF의 감소가 가장 크다. 반면에 고장성 탈수의 경우에는 ICF에서 ECF로 물이 이동하므로 등장성 탈수나 저장성 탈수에 비하여 ECF가 비교적 잘 보존된다. 따라서 고장성 탈수의 초기에는 혈압과 소변량이 유지되지만, 탈수 증상이 나타나기 시작했을 때 총 체액량은 더 심각한 소실 상태가 된다.

초기 급속 수액요법이란 탈수의 종류(혈장 Na 농도)에 관계없이 중증 탈수시에 순환 부전과 신기능을 빨리 회복시키기 위해 혈장의 Na 농도와 비슷한 Na 농도를 가진 용액을 빠른 속도로 정맥 내로 주사하여 ECF를 증가시

Table 4. Clinical manifestations of dehydration according to the severity of dehydration

	Mild	Moderate	Severe
Weight(water) Loss			
infant	5%(50 mL/kg)	<10%(100 mL/kg)	<15%(150 mL/kg)
children	3%(30 mL/kg)	<6%(60 mL/kg)	<10%(100 mL/kg)
Pulse	Normal	Tachycardia	Tachycardia
Capillary refill	<2 sec	2~4 sec	>4 sec
Anterior fontanelle	Normal	Normal	Sunken
Tears	Present	Decreased	Absent
Mucous membrane	Normal	Dry	Parched
Urine output	Decreased	Decreased	oliguria or anuria
Blood Pressure	Normal	Normal	orthostatic to shock

키는 데 목적이 있다(5, 6). 초기 급속 수액 요법에 사용 되는 수액에는 K는 포함되지 않아야 하며, 일반적으로 생리식염수 20mL/kg를 30분 내에 주사한다. 생리식염수 대신 5% 포도당 용액 1L에 NaCl 130~150mEq를 섞어서 주사할 수도 있으며 순환 부전이 회복되지 않으면 다시 한번 반복 시행한다.

6. 정맥 내 수액요법의 실제

1) 등장성 탈수

[증례] 평소 체중이 30kg(체표면적 1m²)이던 소아가 3일간의 심한 구토, 설사로 27kg이 되어 응급실로 내원하였다. 혈청 Na는 130mEq/L이었고 소변 비중은 1.030이었다. 첫 24시간 동안 주어야 할 용액과 교정속도는?

이 환아는 혈청 Na 농도가 130mEq/L로 정상범위(130~150mEq/L)를 유지하고 있는 등장성 탈수이며 체중이 10% 감소하였으므로 중증 탈수이다. 소변이 심하게 농축된 것으로 보아 신기능은 정상으로 생각된다. 24시간 동안 주어야 할 물의 양은 유지량 약 1.5L와 소실량

약 3L를 합쳐서 총 4.5L이다. 유지량의 Na 농도는 40mEq/L 정도로 한다. 등장성 탈수이므로 소실된 체액 1L당 Na 소실량은 100mEq 정도이다. 따라서 Na의 양은 유지량 60mEq(40mEq/L×1.5L)과 소실량 300mEq(100mEq/L×3L)를 합하여 360mEq 정도이다. 5% 포도당 용액 1L+NaCl 80mEq+KCl 20mEq를 4.5L 주면 물은 4.5L, Na는 360mEq, K는 90mEq가 투여된다. 산증(acidosis)이 동반되어 있는 탈수의 경우 용액에서 Cl⁻은 줄이고 대신 HCO₃⁻를 주어야 한다. 예를 들어 환자에게 50mEq의 HCO₃⁻를 투여해야 한다면 용액에서 NaCl 50mEq를 줄이고 대신에 NaHCO₃ 50mEq를 섞어 준다.

2) 저장성 탈수

[증례] 평소 체중이 30kg(1m²)인 소아가 3일간의 심한 구토, 설사 후에 경련을 일으켜서 응급실로 내원하였다. 환아의 체중은 27kg이었고, 혈청 Na는 115mEq/L, 소변 비중은 1.030이었다. 첫 24시간 동안 주어야 할 용액과 교정속도는?

Table 5. Composition of Oral Solutions

ORS	Na ⁺ (mEq/L)	K ⁺ (mEq/L)	Cl ⁻ (mEq/L)	HCO ³⁻ (mEq/L)	Citrate ³⁻ (mmol/L)	Glucose (mmol/L)	Osmolality (mOsm/L)
<Rehydration>							
WHO ORS	90	20	80	30	—	111	330
Rehydralyte	75	20	65	—	10	139	309
<Maintenance>							
Pedialyte	45	20	35	—	10	139	249
<Sports beverage>							
Gatoratde	20	5	15	—	3	255	330

저장성 탈수는 소실액의 Na 농도가 혈장의 Na 농도보다 높은 경우 일어날 수 있지만 실제로 이런 경우는 드물며, 대부분 탈수에 반응하여 Na 농도가 매우 낮은 저장성 용액을 섭취함으로써 발생한다. 저나트륨혈증이 있으면 ECF가 ICF로 이동하므로 세포 팽창이 일어난다. 대부분의 조직에서 세포 팽창이 큰 문제가 아니지만 뇌의 경우 두개골이라는 한정된 공간 안에 들어 있으므로 뇌세포의 팽창은 두개내압을 상승시켜서 경련, 혼수 등의 신경학적 증상을 일으킨다(7). 이 환아에서 경련의 원인이 급성 저나트륨혈증에 의한 뇌부종 때문으로 생각되므로 우선 혈청 Na 농도를 급히 125mEq/L까지 올려야 한다. 현재 떨어져 있는 Na 농도를 원하는 Na 농도로 올리는 데 필요한 Na의 양은 다음 공식으로 구한다.

$$\text{Na deficit} = (\text{desired [Na]} - \text{current [Na]}) \times \text{Body weight} \times 0.6$$

이 환아의 경우, $(125 - 115) \times 30\text{kg} \times 0.6 = 180\text{mEq}$ 를 3% NaCl로 투여하여 혈청 Na 농도를 125mEq/L로 높

이면 대략 등장성 탈수($\text{Na} = 130 \sim 150\text{mEq/L}$)와 비슷한 상태가 되므로, 그 다음부터는 등장성 탈수와 똑같이 치료하면 된다. 3% NaCl은 0.5mEq/mL의 NaCl을 포함하므로 180mEq의 NaCl을 투여하기 위해서는 약 360mL의 3% NaCl을 투여하면 된다.

저나트륨혈증이 천천히 일어나면 뇌세포가 세포 내의 삼투질을 스스로 감소시킴으로써 뇌부종이 방지되며 신경학적 증상도 없다. 이런 경우에는 너무 빨리 저나트륨혈증을 교정하면 오히려 뇌세포가 위축되면서 중추성 교뇌 수초용해(central pontine myelinolysis)가 발생할 수 있으므로 하루에 10mEq/L 이상 상승시키지 않도록 한다(8).

3) 고장성 탈수

[증례] 평소 체중이 30kg(1m^2)인 소아가 3일간의 심한 구토, 설사 후에 27kg(10% 탈수)이 되어 응급실로 내원하였다. 혈청 Na 농도는 170mEq/L이었고 요비중은 1.030이었다. 주어야 할 용액과 교정 속도는?

현재 높아져 있는 Na 농도를 원하는 Na 농도로 내리는 데 필요한 물의 양은 다음 공식으로 구한다.

$\text{Water deficit} = \text{Body weight} \times 0.6 \times (1 - \text{desired [Na]} / \text{current [Na]})$

이 환아의 경우 $30 \times 0.6 \times (1 - 150/170) \approx 2\text{L}$ 이다. 이 환아에게 2L의 맹물(free water)을 주면 몸무게는 29kg이 되고 혈청 Na 농도는 150mEq/L가 되므로 소실량이 1L인 등장성 탈수가 된다. 그런데 고장성 탈수시 뇌세포 내에는 세포의 위축을 막기 위하여 스스로 만들어진 삼투질(idiogenic osmolyte)로 인해 삼투질 농도가 같이 증가되어 있으므로(9) ECF의 삼투질 농도가 너무 빨리 떨어지면 ICF로 물이 빨려 들어가 뇌부종이 발생할 수 있다. 하루에 Na 농도를 10mEq/L 정도로 떨어뜨리는 것이 바람직하다. 따라서 이틀에 걸쳐서 주어야 할 용액은 2L의 자유수분(5% 포도당 용액으로 2L), 1L의 등장성 탈수 교정 용액(Na=100mEq/L), 3L의 유지용액(Na=40mEq/L)이다. 모두 합하면 물은 6L, NaCl은 220mEq이다. 따라서(5% 포도당 용액 1L+NaCl 40mEq/L +KCl 20 mEq) 6L를 2일에 걸쳐서 주면 된다.

경구수액요법

경구 수액 요법(oral rehydration therapy)은 중증 탈수이거나 구토 증상이 심할 경우에는 시행하기 어렵다. 그러나 우리나라의 경우 중증 탈수 상태로 병원에 오는 경우는 거의 없으므로 경구 수액 요법이 매우 효과적일 수 있다(10).

1. 경구수액의 요건과 이론적 근거

경구 수액은 다음 두 가지 요건을 갖추어야 한다.

첫 번째는 포도당과 Na의 비가 2:1 이하여야 한다. 이는 소장에서 포도당이 흡수될 때 Na와 짝을 이루어 흡수된다는 사실에 근거한다. 포도당은 단독으로 흡수될 수 없기 때문에 흡수되기 위해서는 Na가 필요하다. 따라서 콜라 등의 청량 음료를 마시는 경우와 같이 Na를 거의 포함하지 않는 포도당 용액을 먹을 경우에 포도당은 소장에서 스스로 분비한 Na와 함께 흡수된다. 그러나 스스로 분비하는 Na의 양에 한계가 있으므로 포도당이 Na에 비하여 과도하게 많으면 삼투성 설사가 일어난다. 두 번째는 총 삼투질 농도가 등장성 또는 저장성이어야 한다. 그 이유는 고장성의 음식을 먹을 경우 그 음식은 십이지장을 지나면서 저장성의 소화액(침, 위액, 담즙, 췌장액)과 섞여 등장성의 미즙(chyme)으로 된 다음에 공장으로 넘어가서 다시 체내로 흡수된다. 음식이 고장성일수록 소화액의 수분 함량이 더 많아지므로 일시적으로 장내로 체액의 소실이 일어나는데 정상적으로는 다시 재흡수되지만 장염이 있을 때는 삼투성 설사를 일으킬 수 있다. 이를 방지하기 위해 경구수액은 고장성이면 안된다. 최근에는 삼투질농도가 다소 저장성(250mOsm/L 정도)인 용액이 종래의 등장성(300mOsm/L 정도)인 용액보다 흡수가 좋다고 알려졌다(11, 12).

2. 경구수액의 종류와 용도

경구수액 요법도 어느 정도의 포도당과 Na, K 등의 전해질이 포함된 용액을 사용할 것인가 하는 문제에서 그 원리는 정맥 내 수액 요법에서와 같다. WHO 경구수액의 Na, K 농도는 각각 90mEq/L, 20mEq/L로서 중증 등장성 탈수의 정맥내 수액요법 치료시 투여하는 용액의 Na, K 농도와 비슷하다(등장성 탈수 증례 참조).

따라서 이 용액은 탈수가 심할 경우 초기탈수교정(rehydratation) 용으로 사용할 수 있다. 미국에서 상품으로 시판되고 있는 경구수액으로서 WHO 경구수액과 조성이 비슷한 것은 Rehydralyte($\text{Na}=75\text{mEq/L}$, $\text{K}=20\text{mEq/L}$)가 있으며 중증 탈수에 사용할 것이 권장되고 있다.

그러나 환자의 탈수가 심하지 않을 경우 WHO 경구수액이나 Rehydralyte의 Na 농도는 다소 높은 편이다. 따라서 현재 미국에서 경도 내지 중등도의 탈수를 교정하는 경구수액 상품으로 가장 유명한 Pedialyte는 Na 45mEq/L , K 20mEq/L 를 함유하고 있어서 유지용 용액(maintenance solution)의 Na, K 농도와 비슷하다. 우리나라에도 Pedialyte와 같은 조성을 가진 경구수액이 상품화되어 있다(에레드론 F산, 페디라). Pedialyte에는 염기(base)로서 HCO_3^- 대신 3가 음이온인 citrate^{3-} 가 사용되는데, 이는 전체 삼투질 농도를 낮추는 효과가 있다(Table 5). 케토레이 등의 스포츠 음료는 Na 농도가 너무 낮고 포도당 농도는 너무 높아 탈수 교정용 경구수액으로는 적당하지 않다.

결 론

수액요법에서 가장 중요한 개념은 얼마만큼의 물과 얼마만큼의 Na를 투여할 것인가 하는 문제이다. 편안한 상태에서의 유지용액으로는 40mEq/L 의 Na를 포함하는 용액이 적당하다. 소실액을 대치할 용액으로는 등장성 탈수시에는 $80\sim 100\text{mEq/L}$ 의 Na를 포함하는 용액을 주는 것이 적당하다. 등장성 탈수와 비교하여 용액 1L당 포함되어야 할 Na의 양은 저장성 탈수시에는 더 많아야 하

고, 고장성 탈수시에는 더 적어야 한다. K는 안전을 고려하여 어떤 경우이건 20mEq/L 이하로 포함시킨다. 탈수가 아주 심할 때는 탈수의 종류에 관계없이 생리식염수로 초기 급속 수액요법을 시행한다. ㉠

참 고 문 헌

1. Greenbaum LA. Pathophysiology of body fluids and fluid therapy. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, eds. Nelson Textbook of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003: 191 - 252
2. Holiday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics 1957; 19: 823 - 32
3. Moritz ML, Ayus JC. Prevention of hospital acquired hyponatremia; a case for using isotonic saline in maintenance therapy. Pediatrics 2003; 111: 227 - 30
4. Kaneko K, Shimojima T, Kaneko K. Risk of exacerbation of hyponatremia with standard maintenance fluid regimens. Ped Nephrol 2004; 19: 1185 - 6
5. Holliday MA, Friedman AL, Wassner SJ. Extracellular fluid restoration in dehydration: a critique of rapid versus slow. Pediatr Nephrol 1999; 13: 292 - 7
6. AAP Provisional Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Acute Gastroenteritis. Practice parameter: the management of acute gastroenteritis in young children. Pediatrics 1996; 97: 427 - 30
7. Arieff AI, Ayus JC, Fraser CL. Hyponatremia and death or permanent brain damage in healthy children. BMJ 1992; 304: 1218 - 22

8. Laureno R, Karp BI. Myelinolysis after correction of hyponatremia. *Ann Intern Med* 1997; 126: 57 - 62
9. Lein YH, Shapiro JL, Chan L. Effects of hypernatremia on organic brain osmoles. *J Clin Invest* 1990; 85: 1427 - 35
10. Thaper N, Sanderson IR. Diarrhea in children; an interface between developing and developed children. *Lancet* 2004; 363: 641 - 53
11. International Study Group on Reduced—Osmolality ORS solutions. Multicenter evaluation of reduced—osmolality oral rehydration salts solution. *Lancet* 1995; 346: 282 - 5
12. Thillanagayam AV, Hunt JB, Farthing MJ. Enhancing clinical efficacy of oral rehydration therapy; is low osmolality the key? *Gastroenterol* 1998; 114: 197 - 210



Peer Reviewer Commentary

김 교 순 (건국외대 소아과)

본 논문은 소아 탈수 환자에서의 적절한 수액요법에 관한 논문으로 의사가 가장 기본적으로 알아야 하지만 제대로 알지 못하는 부분이다. 유사한 논문은 대부분 1세, 10kg 전후의 영유아를 증례로 기술하였는데, 필자는 30kg 소아의 증례를 들어 기술하였고, 유사한 다른 논문과는 다른 각도에서 수액요법을 알기 쉽게 기술하여 신선하게 느껴졌다. 그러나 소아과 의사가 탈수 환자를 진찰하게 될 때는 30kg 소아보다는 탈수가 더 잘 오는 영아를 더 많이 접하게 된다. 따라서 증례에 탈수가 잘 오는 영아를 같이 포함시켜 기술하면 더 좋은 논문이 될 것으로 사료된다.