

# 중증의 개와 고양이를 위한 수액 치료



반현정 해마루 소동물임상의학연구소

## 체내 수분의 분포

총 체액량은 체중의 약 60%를 차지하고 있다. 이중 거의 2/3 정도는 세포 내액에 위치하며 1/3 정도는 세포 외액에 분포한다. 세포 외액의 3/4 정도가 간질액이며 나머지 1/4정도가 혈관 내액으로 구성된다. 정맥내로 주입되어진 수액은 세포 외액과 내액 사이에 분포하고 혈장 내 단백질과 염소의 함유량 정도에 따라 분획이 결정된다.

## 공급 경로

일반적으로 수액은 다음과 같은 방법으로 적용할 수 있다. (1) 경구 투여 (2) 피하 투여 (3) 복강내 투여 (4) 정맥내 투여 (5) 골수내 투여. 이 중 중환자의 경우는 혈관으로의 접근이 빠른 (4), (5)를 통한 수액 공급이 추천된다.

정맥을 통한 공급은 심한 탈수증, 중형견에서 대형견의 경우에 수액을 적용할 수 있는 가장 좋은 방법이다. 각 환자의 수액 요구량에 맞춰 공급량을 조절할 수 있다. 물론 정맥 내 공급을 위해서는 멸균 정맥 카테터의 삽입 테크닉이 필요하며 카테터 삽입 부위의 오염을 방지하기 위한 위생적 관리가 요구된다. 그렇지 않다면 이 방법의 경우 정맥염, 카테터를 통한 패혈증의 발생, 과수화, 혈관 주위 피하 조직으로의 수액 방출 등의 부작용이 발생

할 수 있으며 성공적인 수액 처치를 위해서 반드시 알고 있어야 하는 문제이다. 따라서 정맥 카테터의 경우 의인성의 부작용을 피하기 위해 72시간 정도 간격을 두고 다른 위치로 변경해주는 것이 좋다.

골수 내 수액 치료는 정맥 카테터를 적용하기 어려운 환자의 경우 추천할 수 있다. 실제로 골수를 통해 직접 빠르게 전신 순환으로 접근하기 때문에 정맥을 통해 투약할 수 있는 대부분의 약물을 안전하게 투약할 수 있다. 이후 혈압이 회복되어졌다면 정맥 내 수액 처치로 변경할 수 있다. 다양한 수액 공급 방법에 대해서는 Table 1. 에서 소개하겠다.

## 수액 선택- CRYSTALLOIDS

비경구적 수액 처치의 경우 각각의 수액 내용매의 종류와 삼투압에 따라 여러 개로 구분할 수 있으며 특별한 각각의 임상 케이스에 따라 수액 종류를 선택하는데 있어 매우 중요하다. 삼투압에 기초하여 수액을 편하게 구분해보았다. (Table 2.)

등장성 수액 제제는 세포 외액의 체액 성분과 똑같은 삼투압을 지니고 있다는 것을 의미한다(대략 290~310mOsm/L). 따라서 탈수량 보충과 유지 요구량의 공급을 위해 앞서 설명한 모든 수액 공급 경로를 통해 적용할 수 있는 탁월한 수액이다. 일반적으로 사용하는 등장성 수액 제제로는 젯산 링

임상에 있어 수액 치료는 다음과 같은 목적을 위해 사용한다. (1) 탈수로 인한 소실량을 보충하기 위해 (2) 정상적인 수화 상태를 유지하기 위해 (3) 필요한 전해질과 영양분을 보충하기 위해 (4) 정맥 내 약물 주입을 위해. 수액을 공급하기 위한 방법은 때때로 중환자 관리에 있어 결과 및 예후에 영향을 끼치게 되며 따라서 임상 의와 스텝들은 스스로 치료하고 있는 질병의 병태 생리와 더불어 이러한 질병 상태가 일반적으로 사용 가능한 수액의 다양한 종류와 어떤 연관성이 있는지 알고 있어야 한다.

거액, 0.9% 멸균 생리 식염수, 초산 링거액, 2.5% 포도당/0.45% 멸균 생리 식염수가 있다.

젖산 링거액(LRS)은 등장성 수액 제제에 포함시키며(273mOsm/L) 혈장과 비슷한 정도의 전해질 농도를 포함하고 있어 등장성 생리 식염수보다 좀 더 생체 성분과 비슷하다. 젖산 음이온 28mEq/L는 간에서 중탄산 이온으로 변환되어지므로 대사성 산증을 교정하는데 도움을 줄 수 있다. 수액 내 4mEq/L의 칼륨 이온이 포함이 되어있지만 유지 요구량에 맞게 추가적인 공급이 필요할 수 있다. 당연히 저칼륨혈증을 치료하는데 있어서는 좀 더 많은 양의 칼륨이 필요할 수 밖에 없다. 젖산으로부터 얻어진 중탄산 이온은 알칼리혈증을 촉진할 수 있기 때문에 대사성 혹은 호흡성 알칼리증의 경우에는 사용해서는 안된다. LRS는 쇼크의 경우 혈장량의 빠른 확장을 위해 혹은 산증의 경우 선택할 수 있는 수액제제 인만큼 일반적으로 탈수 교정 및 유지 요구량 공급을 위해 사용한다.

초산 링거액 또한 사용할 수 있다. 사용 지시 사항과 주의 사항은 LRS와 비슷하다. 하지만 젖산염의 경우 간을 통해 대사되어서 간내 글리코젠으로 변환되어지며 초산염의 경우 젖산염과 달리 간에서 대사되어지지 않고 근육 및 말초 조직을 통해 대사되어지기 때문에 좀더 장점을 가지고 있다고

볼 수도 있다. 특히 대사과정 상 산소 요구량이 젖산염에 비해 적기 때문에 쇼크 치료에 있어서 효용성이 크다. 하지만 케톤산증의 경우 초산이 아세토아세테이트(케톤체의 성분)의 생산을 촉진시킬 수 있기 때문에 금기 시 된다. 마지막으로 초산 링거액은 마그네슘 이온도 함유하고 있기 때문에 마그네슘 결핍증의 경우에 이점으로 작용한다.

링거액은 정상적으로 혈액과 세포 외액에서 함유하고 있는 정도에 가깝게 칼륨과 칼슘 이온을 가지고 있는 등장성 생리 식염수(309mOsm/L)이다. 하지만 염소 농도가 생리적 농도보다 많이 함유되어 있으며(155mEq/L) 칼륨과 칼슘 이온의 경우 결핍 시에는 좀더 추가해야 한다.

0.9% 멸균 생리 식염수는 일반적으로 탈수 교정으로 사용하는 등장성 수액 제제(310mOsm/L)이다. 하지만 나트륨과 염소 이온의 농도가 생리적 수준보다 매우 높기 때문에 (154mEq/L) 유지 수액 제제로서는 적합하지 않다. 따라서 저나트륨혈증의 경우 혈장량 증가, 염화 칼륨의 보충과 함께 대사성 알칼리증의 경우에 주로 사용한다. 혈장 결핍량이 정상으로 회복되어졌을 때 울혈성 심부전, 혹은 염분 제한 상황이 추천되어지는 여러 질병 상태에서는 멸균 생리 식염수의 공급은 중지해야 한다.

2.5% 포도당/0.45% 멸균 생리 식염수는 거의

Table 1. Routes of Fluid Administration the Dogs and Cats

Route	Indications and Advantage	Technique	Complications and Contraindications
Oral	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. For anorectic patients with short-term illness</li> <li>2. More conducive for small animals &lt; 20 kg</li> <li>3. Very conducive for neonates</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Can use a stomach tube, pharyngostomy tube, small dosing syringe, or a small baby bottle and nipple, depending on the animal's size and underlying illness</li> <li>2. Warm fluids to body temperature</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aspiration pneumonia</li> <li>2. Not useful for hypovolemic shock</li> <li>3. Should not be used in vomiting animals</li> <li>4. Avoid air administration</li> </ol>
Subcutaneous	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. For correction of mild to moderate dehydration</li> <li>2. For maintenance in not too severely ill patients</li> <li>3. Not conducive for animals weighing &gt; 10 kg</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use isotonic fluids</li> <li>2. Best to administer by gravity flow through an 18- to 20-gauge needle (for an adult-sized cat; use smaller needle for pediatric patients)</li> <li>3. Do not deposit more than 10-12 ml/kg per injection site</li> <li>4. Fluid should be deposited dorsally along the area bordered by the scapulae anteriorly and the iliac crests posteriorly</li> <li>5. The average 5- to 6-kg cat can receive 150-200 cc once or twice daily</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avoid using hypertonic and hypotonic fluids</li> <li>2. Do not deposit fluids under infected or devitalized skin</li> <li>3. Not useful for hypovolemic shock</li> <li>4. Do not use irritating solutions</li> </ol>
Intraperitoneal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. When intravenous access is unavailable</li> <li>2. Provides a vehicle for delivering ample volumes of fluid over a short time period</li> <li>3. Relatively rapid absorption</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use isotonic fluids</li> <li>2. Use needle gauges 16-20, depending on the patient's size</li> <li>3. Prepare a sterile injection site just lateral to the midline and midway between the umbilicus and the pelvic brim</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hypertonic fluids will worsen the dehydration</li> <li>2. Do not use if patient has abdominal sepsis, ascites, or peritonitis</li> <li>3. Do not use with pending abdominal surgery</li> </ol>
Intravenous	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preferred route for severely dehydrated and hypovolemic patients</li> <li>2. Best route for correcting hypotension</li> <li>3. Provides for rapid delivery at the most precise dosage</li> <li>4. Most effective for medium and large dogs</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepare a sterile site for needle or cannula intravenous insertion</li> <li>2. Amount and rate of fluid delivery depends on patient's status</li> <li>3. Use isotonic fluids for volume repletion</li> <li>4. Maintain completely sterile IV cannula and infusion system</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avoid intravenous overload caused by excess fluid delivery</li> <li>2. Avoid catheter sepsis and phlebitis</li> <li>3. Avoid catheter displacement and the inadvertent extravascular placement of the fluid infusion</li> </ol>
Intraosseous	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. When intravenous access is unavailable</li> <li>2. Particularly useful in small animals</li> <li>3. Provides direct access to the vascular space</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepare a sterile site 1 cm distal to tibial tuberosity, proximal media tibia, or trochanteric fossa of femur</li> <li>2. Make a small nick skin incision</li> <li>3. Insert either an 18-20 gauge hypodermic needle, a spinal needle, or a small bone marrow needle</li> <li>4. Secure with tape and bandage</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avoid growth plates</li> <li>2. Use needle proportional to bone size to avoid trauma</li> <li>3. Bone infection is rare</li> </ol>

Modified from Schaer M: General principles of fluid therapy. Vet Clin North Am 19:203, 1989.

**Table 2. Comparison of Commonly Used Parenteral Fluids in the Dog and Cat**

Solution	Electrolyte Content (mEq/L)					Lactate	Acetate	Glucose (g/L)	Calories Kcal/L	Tonicity	Osmolality (mOsm/L)
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>++</sup>						
Lactated Ringer's	130	4	3		109	28				Isotonic	273
Acetated Ringer's	131	4	3	98	3		28			Isotonic	295
Ringer's	147	4	4	155						Isotonic	310
Sodium chloride 0.45%	77			77						Hypotonic	155
Sodium chloride 0.9%	154			154						Isotonic	310
Dextrose 2.5%								25	85	Hypotonic	126
Dextrose 5%								50	170	Hypotonic	253
Dextrose 10%								100	340	Hypotonic	505
Dextrose 50%								500	340	Hypotonic	2525
Dextrose 2.5% in half-strength lactated Ringer's	65	2	1	55		14		25	85	Isotonic	265
Dextrose 5% in lactated Ringer's	130	4	3	111		28		50	170	Hypotonic	525
Dextrose 2.5% with 0.45% sodium chloride	77			77				25	85	Isotonic	280
Dextrose 5% with 0.45% sodium chloride	77			77				50	170	Hypotonic	405
Dextrose 5% with 0.9% sodium chloride	154			154				50	170	Hypotonic	560

**Table 3. Estimating the Degree of Dehydration**

Percentage of Dehydration	Physical Examination Findings
< 5	History of vomiting or diarrhea but no physical examination abnormalities
5	Dry oral mucous membranes
6-8	Mild to moderate degree of decreased skin turgor; dry oral mucous membranes
10-12	Marked degree of decreased skin turgor, dry mucous membranes, weak and rapid pulse, slow capillary refill time, moderate to marked mental depression

등장성이다(280mOsm/L). 탈수가 교정되고 정상적인 전해질 균형에 도달했다면 염화 칼륨의 첨가와 함께 유용한 유지 수액 제재로 사용할 수 있다. 또한 멸균 생리 식염수의 공급으로 고나트륨혈증으로 발전할 수 있는 상황이나 (요도 폐색으로 인해 질소혈증이 발생한 고양이의 경우에서 보듯이) 나트륨의 제한이 필요한 환자의 경우에 선택할 수 있는 수액이다.

저장성 수액 제재의 삼투압은 혈장과 세포 외액의 체액 삼투압보다 낮다. 가장 흔히 사용되는 수액 제재로는 5% 포도당 수액(D-5-W; 253mOsm/L)이 있다. 주로 다음과 같은 상황에서 사용한다. (1) 고나트륨혈증 시 (2) 다른 전해질 수액등을 함께 사용할 때 탄수화물 원천으로서 (3) 나트륨 불내성을 보이는 환자의 수액 공급. D-5-W 수액은 유지 수액 제재로서 단독 사용은 추천되지 않는다. 저나트륨혈증, 저염소혈증, 저칼륨혈증, 저마그네슘혈증 등의 다양한 전해질 고갈 상태가 초래될 수 있기 때문이다. 이에 덧붙여서 D-5-W는 피하로 공급해서는 안되며 정맥 내 주입 시 주입량의 2/3 정도는 공급 후 1시간 이내에 세포 내액으로 들어가기 때문에 세포 외액량의 결핍을 교정하기 위해 사용할 수 없다. 따라서 혈장량의 확충은 얼마 유지되지 않는다. 한편 등장성 생리 식염수와 LRS 등은 상대적으로 좀 더 오랜 시간 세포 외액에 머무르게 된다. 공급된 D-5-W의 약 8% 정도만 혈관 내에서 머무르는 반면에 등장성 생리 식염수의 경우 적어도 25% 정도가 혈관 내에 유지되게 된다.

고장성 수액 제재들은 혈장에 비해 매우 높은 삼투압을 지니고 있다. 가장 일반적으로 사용하는 수액은 5% 당가 생리 식염수이다(560mOsm/L). 환자가 탈수량이 완전히 교정되었다면 부분적으로 유지수액 제재로 사용할 수 있다. 이와 같은 수

액 제재들은 탈수 환자의 경우에는 세포내 탈수를 조장하고 적절한 혈장량의 확장이 얻어지기 전에 이뇨를 자극시킴으로써 저혈량증을 악화시킬 수 있기 때문에 금기 시 되어야 한다. 하지만 저나트륨혈증의 경우 잘 수화되어있는 환자에서 나트륨의 공급과 에너지 원천으로서 사용할 수 있다.

적은량의 고장성 생리 식염수(7.5%)가 최근에는 출혈성 쇼크증에서 초기 응급 처치에 효과가 있음이 보고되었다. 7.5% 염화 나트륨 4-5ml/kg (2400mOsm/L)의 적용은 출혈성 쇼크 시에 전신혈압을 증가시키고 심박출량과 신장 및 비장, 관상동맥의 혈류량을 빠르게 증가시킬 수 있다. 고장성 생리 식염수의 효과는 혈관 이완, 심근 수축력의 증가, 혈관 외액으로부터 혈관 내 분획으로의 수액 재분포 등을 포함한 심맥관계의 작용으로 인해 발생하며 순환 혈류량의 일시적인 증가를 초래하게 된다.

## COLLOIDS

전혈, 혈장 그리고 기타 혈장량 확충제들이 쇼크가 발생했을 때 순환 혈류량을 증가시키기 위해 사용된다. 이들 수액들은 혈관 외액 공간보다 혈관 내 삼투압을 증가시킴으로써 대부분 혈관계 내에 머무르게 된다. 결론적으로 간질액으로부터 수분은 혈관 내로 이동하여 순환 혈류량을 증가시키게 된다.

혈장은 수의학분야에서 가장 흔히 사용되어지는 Colloids 수액 제재이다. 혈장 단백질로부터 교질 삼투압의 증가가 초래되며 만성 간 질환, 단백질 소실성 장질환, 사구체 질환 등과 같은 저단백질혈증을 교정하는데 유용하다. 혈장 제재들의 단점은 사용이 제한적이며 그 효과가 일시적이고 비싸다는 것이다.

텍스트란 제재는 합성 Colloids 제재로서 텍스트란 70과 40이 사용되고 있다. 텍스트란 40은 연

전과 적혈구의 침전물의 발생을 방해하는 이점이 있어 단순한 혈장량 확충을 넘어 미세 순환 기능을 향상시킨다. 하지만 혈소판 기능 감소, 피브린 응집소의 형성을 변화시킴으로써 응고계 장애를 초래할 수 있고 신부전, 과민반응, 면역 기능의 저하 등을 초래할 수 있다.

헤타스타치는 대부분 아밀로펙틴(amylopectin)으로 구성된 전분으로부터 얻어진 합성 폴리머이다. 알부민과 같이 순환 혈장량을 증가시킨다. 삼투압은 약 310mOsm/L에 가깝고 확장된 혈장량은 24시간 혹은 그 이상 지속된다. 헤타스타치는 생리 식염수와 함께 6% 수액제재로 이용할 수 있으며 10-20ml/kg/day 정도로 3-4시간에 걸쳐 공급할 수 있다.

### 수액량 보충

수액량은 (1) 탈수량 (2) 유지 요구량 (3) 불감손실량 그리고 (4) 현재 진행중인 손실량을 계산하여 얻어진다. 임상학적으로 탈수를 교정하기 위해 필요한 수액량은 피부 긴장감의 정도, 모세혈관 충만 시간(CRT) 그리고 맥박 등을 평가하여 결정한다. 탈수의 정도는 대개 5-12% 정도로 생각한다 (Table 3). 피부 긴장감의 평가는 지방 조직이 피하내 간질액의 수분을 대체하고 수분 균형이 맞지 않더라도 탄력도를 유지해주기 때문에 때때로 비만한 동물에 있어 적절한 평가를 어렵게 하기도 한다. 또한 노령의 마른 환자의 경우 피부의 탄력을 이미 잃어버렸기 때문에 중증의 탈수증으로 잘못 평가할 수 있다. 이러한 애매모호한 상황을 구별짓기 위해 임상적은 PCV(packed cell volume), 혈장 단백질 등을 함께 측정함으로써 탈수량을 평가해야 한다. 하지만 저단백질혈증을 동반하고 있는 빈혈 환자의 경우 탈수가 되어 있다 할지라도

실험실적 수치 상으로는 정상으로 보일 수도 있는 사례도 발생 가능함으로 환자의 전반적으로 상태를 가늠해봐야 할 것이다.

탈수를 교정하기 위해 필요한 수액량은 다음의 공식을 따른다.

Volume(ml) of Fluid needed

$$= \% \text{ dehydration} \times \text{body weight} (\text{kg}) \times 1000$$

유지 요구량은 잘 수화되어 있는 환자에서 24시간에 걸쳐 정상적으로 필요한 수액량을 말하며 개와 고양이에 있어 불감손실량과 하루 동안의 정상적인 배뇨량을 함께 고려하여 대략 50-60ml/kg/day 정도가 필요하다. 따라서 탈수증의 경우 하루 동안에 필요한 수액 요구량은 탈수 교정량과 유지 요구량의 합계가 되는 것이다.

환자의 상태에 따라서 초기 수액량과 공급 경로를 결정해야 한다. 소형견과 고양이에 있어 경도의 탈수증에 있어서는 단기간의 수액 처치를 위해서라면 피하 공급 방법도 생각해볼 수 있다(Table 1).

물론 10% 이상의 심각한 탈수 환자는 정맥내로 수액 처치를 해야 한다. 혈관 허탈을 수반하는 상태에서 피하를 통한 약물 처치가 전신 순환으로 흡수되지 않기 때문이다. 경도에서 중등도의 저혈량증 환자의 경우 평가된 탈수량의 25%-50% 정도를 첫 2-4시간에 걸쳐 공급하며 남아있는 탈수량과 유지 요구량은 20-22시간에 걸쳐 공급할 수 있다. 이후 수액 공급량은 치료 반응에 따라 달리할 수 있다.

유지요구량의 변화는 특이 다음과 같은 상황에서 주의해야 한다.

**1. 핍뇨와 무뇨증:** 탈수 교정이 완료된 후에는 노량에 따라서 환자의 유지 요구량이 결정되어야 한다. 핍뇨 혹은 무뇨증의 경우 정상적인

유지 요구량을 공급한다는 것은 의인성 과수화로 인해 자칫 치명적인 폐수종 혹은 흉수 등을 초래할 수 있다. 뱀노성 신부전의 특이적인 수액 치료에 대해서는 이후 다시 설명하겠다.

**2. 다뇨증:** 다뇨증 환자의 경우 정상적인 유지 요구량보다 당연히 많은 양의 수액을 필요로 한다. 적절한 수액량을 공급하지 못할 시 환자가 자발적으로 음수를 하지 못한다면 수분의 불균형이 교정되지 못할 것이다. 다뇨증의 유지 요구량은 정확한 배뇨량과 불감손실량 그리고 진행성 손실량의 합으로 평가해야 한다. 적절한 치료 평가는 매일 체중 증감을 체크하며 수화와 관련된 신체 검사 및 실험실적 측정치들을 고려함으로써 이루어진다. 체중 1kg 감소는 1L의 체액 결핍량을 의미한다.

**3. 췌장염, 심한 화상, 장염, 위장관 폐색** 등에서 발생할 수 있는 빠른 체액의 내강 이동과 같은 상태에서는 일반적으로 유지 요구량의 3배에 가까운 수액량이 필요할 수 있다.

### 특별한 상황에서의 수액 치료 (Table 4 참조) 빈혈

적혈구의 감소가 전체 혈액량의 고갈로 잘못 평가된다면 빈혈 환자에게 때때로 과도한 수액 처치를 하게될 수 있다. 실제로 조직 산소 운반량이 감소하는 것을 보상하기 위해 심박수는 증가하게 되며 짧은 시간에 걸쳐서 다량의 수액량을 공급받는다. 폐수종이 발생할 수 있다. 특별히 빈혈을 보이고 있는 고양이는 Crystalloids 수액제제에 의한 정맥 내 공급 시 과수화에 민감하다. 따라서 적혈구를 보충하기 위해 전혈 수혈이 필요하지만 탈수량과 유지 요구량은 등장성 Crystalloids 수액 제제를 통해 24시간에 걸쳐 점진적으로 교정되어

야 한다. 참고로 공급 시 Crystalloids 수액량을 계산할 때 수혈되어진 혈액의 양도 고려해야 한다.

### 세포 외액량 과다 시

이러한 상황은 전체 체내의 염분 및 수분의 증가와 관련이 있으며 울혈성 심부전, 사구체 질환, 간섬유화 그리고 단백질 소실성 장질환을 포함한 다양한 임상 증례에서 발생할 수 있다. 이들 상태에서는 동맥 내 혈류량의 감소를 초래하게 되며 이는 Renin-angiotensin-aldosterone cycle을 자극하게 되며 상대적으로 체내의 염분과 수분을 보존하기 위해 항이뇨 호르몬의 분비를 자극하게 된다. 심부전과 간경화로 인한 정맥압의 상승과 저알부민혈증으로 인한 혈장 삼투압의 감소 때문에 염분과 수분이 간질액과 다른 체강으로 이동하게 됨으로써 부종, 복수 혹은 흉수 등이 발생하게 된다.

이러한 상황에서는 Crystalloids 수액 공급으로 인한 과수화의 발생 확률이 높아진다. 처치는 원발기저 질환을 치료하는데 주력해야 한다. 사구체 질환과 단백질 소실성 장질환에 있어 지속적인 단백질 소실로 인해 일시적인 효과를 볼 수 밖에 없을지라도 저알부민혈증의 환자에 있어 혈장량 확장을 위해 신선 혹은 신선 동결 혈장을 사용할 수 있다.

수액 치료를 받는 심부전 환자의 경우는 과수화로 인해 발생할 수 있는 체중 증가와 호흡 곤란에 대해 밀접히 관찰해야 한다. 중심 정맥압을 측정함으로써 잠재적으로 치명적인 합병증의 발생 위험을 줄일 수 있다.

심질환에 있어 비경구적 수액 치료를 실시할 경우 탈수와 저혈량증이 교정된 후에는 가능한 한 나트륨이 없거나 적은 수액 제제를 공급하는 것이 좋다. 0.45% 멸균 생리 식염수나 D-5-W를 사용할 수 있다. 7-10mEq/250ml 정도의 용량으로 염화

**Table 4. Fluid Therapy for Special Circumstances**

Condition	Pathophysiologic Setting	Fluid Therapy Recommendations
Heart failure or myocardial dysfunction	- Increased RAA mechanisms	- Monitoring essential
	- Increased ADH release	- CVP measurements recommended
	- Prone to fluid overload	- Avoid excess fluid administration when in actual CHF - PWP is optional but difficult to do - Maintain on low-sodium containing solutions
Anemia	- Increased cardiac workload	- Avoid rapid volume loading with crystalloid
	- Increased plasma volume	- Infuse at maintenance rate if possible
	- Rapid heart rates	- Avoid excess amounts of crystalloid
	- Prone to fluid overload	
Hypoproteinemia	- Decreased plasma oncotic pressure	- Avoid excess crystalloid
	- Starling's forces favor fluid escaping into interstitial and 3rd spaces	- Provide colloids - Plasma preferred - Hetastarch beneficial when necessary
Pulmonary contusion and ARDS	- The viable lung is predisposed to fluid accumulation	- Try to avoid any significant systemic hypotension
	- Right to left shunting predisposes to "wet" lungs	- Avoid overhydration
	- Leaky capillary-alveolar junctions	- Crystalloid vs. colloid still debated - Hypertonic saline can be used for resuscitating patient with pulmonary contusion
Head trauma	- Brain fluid autoregulation disrupted	- Correct hypovolemia with crystalloid boluses, but avoid full volume loading. Do not exceed 40-60 ml/kg to correct hypovolemia
	- Brain swelling tendency	- Maintenance volumes should maintain normal blood pressure at the low range of normal
Oliguric renal failure	- Impaired renal perfusion	- First replace dehydration deficits
	- Inadequate renal filtration	- If still oliguric, can administer:
	- Excess maintenance fluid volumes will cause fluid overload	(a) Furosemide 4-8 mg/kg (b) Mannitol 0.5-1.0 gm/kg in the absence of co-existing hyperosmolality (c) Dopamine 1-2 um/kg/minute
Renal failure with congestive heart failure	- Tendency for fluid overload due to RAA and ADH mechanisms	- Under ideal circumstances monitor with CVP and urine output measuring
	- The needs of one condition complicates the other	- A Swan-Ganz pulmonary artery catheter would be ideal
		- Prognosis fair to dismal

칼륨을 첨가함으로써 저칼륨혈증의 발생을 줄일 수 있다. 무엇보다 주기적인 전해질 수치 관찰이 정확한 처치를 위해서는 필요하다.

### 저혈량성 쇼크

등장성 Crystalloids 수액 제재(NS, acetated Ringer's or LRS)들이 값싸고 효과적이며 쉽게 이용할 수 있기 때문에 가장 많이 사용된다. 심각한 저혈압 상태의 경우에는 치료 초기 1시간 동안 적어도 전신 혈액량 정도를 보충해줘야 한다. 개에 있어 약 15분에 걸쳐 20-40ml/kg 정도(고양이에 있어서는 이의 절반 정도)를 우선 공급하고 이어 70-90ml/kg(개), 30-50ml/kg(고양이) 정도의 양을 1시간 가량에 걸쳐 공급한다. 이후 10-12ml/kg/hr(개), 5-6ml/kg/hr(고양이) 정도의 속도로 유지 수액을 공급하며 심박수, 호흡수 및 뇨량에 대해 수액 치료동안 매 15분 정도 간격으로 관찰하는 것이 추천된다. 만약 과수화의 증상이 발생한다면 신속한 수액량의 감소나 이뇨제의 사용을 고려해야 한다.

특별히 외상으로 인한 이급성 출혈의 경우 이와 같은 수액 처치 방법이 유용하다. 또한 개에 있어 출혈성 위장염(Hemorrhagic Gastroenteritis syndrome:HGE)과 같은 빠른 혈장량의 고갈이 발생하는 질환의 경우 그 효과가 입증되었다.

### 구토

구토 증상은 위장 질환의 증상이지만 소장성 혹은 대장성 질환, 간 그리고 췌장 질환뿐만 아니라 비소화기 질환에서도 발생할 수 있는 증상이다. 구토로 인해 체액량과 전해질이 소실되며 원발 질환의 원인에 따라 전해질 및 산-염기 불균형의 상태가 결정된다. 유문부 폐색으로 인해 발생한 구

토증의 경우 탈수, 대사성 알칼리증, 저염소혈증, 저칼륨혈증 및 저나트륨혈증이 발생할 수 있으며 염화 칼륨을 첨가(3-10mEq/kg every 24hr)한 멸균 생리 식염수를 사용할 수 있다. 전신 질환 혹은 장질환으로 인한 구토증의 경우 체액량의 소실은 젖산 혹은 초산 링거액을 통해 보충할 수 있으며 전해질 상태에 대한 관찰이 필요하다.

### 위 확장-염전

#### (Gastric Dilatation-Volvulus; GDV)

GDV는 매우 심한 저혈량성 쇼크를 일으킨다. 이로 인해 조직 저산소증과 대사성 산증 혹은 알칼리증의 발생이 가능하다. 대부분 GDV의 경우 초기 수액 처치로 LRS를 사용하며 이후 수액의 올바른 선택을 위해 가능한 한 산-염기 상태에 대한 평가를 필요로 한다.

### 핍뇨성/무뇨성 신부전

집중적인 수액 치료 기간 동안 특히 뇨량에 대한 관찰이 필수적이다. 대부분 운이 좋게도 핍뇨성 신부전 환자의 경우 초기 처치 1-2시간 동안 탈수량의 절반 정도를 교정받은 뒤에는 뇨를 생산하게 된다. 하지만 뇨량 생산이 부적절하다면 다음과 같은 절차를 밟는다.

1. 요도 카테터를 장착하고 잔뇨가 남아있는 방광을 비운다.
2. 계산한 탈수량을 초기 처치 1-2시간 동안에 보충한다.
3. 탈수 교정이 완료된 후에 furosemide (4mg/kg IV)와 혹은 mannitol(0.5g/kg over 10min)을 투여한다.
4. 뇨량 생산이 여전히 없다면 furosemide (8mg/kg IV) 혹은 dopamine의 적용을 고려

해볼 수 있지만 최근에 dopamine의 투약은 추천되지 않는다.

- 만약 핏뇨 혹은 무뇨 증상이 지속될 경우 하루동안 공급한 수액량은 측정된 뇨량과 불감손실량(5ml/kg/day) 그리고 구토 및 설사 등으로 소실된 여분의 손실량을 합친 것이 되어야 한다. 체내 노독을 제거하기 위해 복막 투석을 실시할 수 있다.

LRS 혹은 NS로 수액 처치를 실시할 수 있으며 저나트륨혈증이 동반되었을 경우 후자가 추천된다. 유지 수액은 젖산 링거 혹은 초산 링거액으로 초기에는 선택할 수 있지만 나트륨 소실성 신질환이 아닌 경우에는 나트륨의 함량을 절반 정도로 낮추는 것이 좋다.

### 설사

심한 설사로 인한 체액량의 결핍은 LRS 혹은 초산 링거액으로 교정할 수 있다. 중증의 저혈압 상태의 환자의 경우 앞서 언급한 수액 처치 방법이 필요하다.(저혈량성 쇼크 참조)

### 고삼투압 상태

개와 고양이에 있어 극도의 고삼투압 상태가 초래되는 가장 흔한 질환은 고삼투압 비케톤성 당뇨, 요붕증 환자에 있어 급작 탈수와 관련된 고나트륨혈증 등이다. 고삼투압성 당뇨의 경우 탈수는 피부 긴장도 평가를 통해 쉽게 짐작할 수 있다. 후자의 경우 세포 내액으로부터 수액의 이동 때문에 종종 간질액이 정체되기 때문에 정상적인 피부 긴장도를 유지할 수도 있다. 하지만 결국 피하 수분은 고갈되게 되며 때론 이와 같은 저혈량증은 치명적일 수 있다. D-5-W와 같은 저장성 수액 제제

를 처음 선택해야 할 것으로 생각되지만 이는 혈관 내로부터 1시간 내에 공급량의 2/3정도가 빠져나가기 때문에 결국 혈관 내 공간을 채워주지 못한다. 따라서 초기에 추천되는 수액 제제는 등장성 제제로 NS가 추천된다. 적절한 수화가 끝난 후에는 0.45% 멸균 생리 식염수/2.5% 포도당(+/-) 수액 제제가 추천된다.

심한 고나트륨혈증 시(Serum sodium) 165mEq/L) 나트륨의 교정은 탈수량의 절반 정도를 12-24시간 정도에 보충하고 남아있는 탈수량을 그 다음 24시간 내에 교정하면서 0.5-1.0mEq/L/hr 내에서 이루어져야 한다. 이와 같은 점진적인 수분 보충을 통해 나트륨 교정이 너무 빨리 이루어질 때 발생할 수 있는 뇌 부종과 사망률을 낮출 수 있다.

### 저장성 질환(Hypotonic Disorders)

저장성 질환은 혈청 삼투압과 나트륨 농도가 평행하게 감소할 경우를 말한다. 저나트륨혈증의 치료 목적은 체내 삼투압의 교정과 세포 외액의 나트륨 대 수분의 비율을 높임으로써 세포 볼륨을 회복시키는 것이다. 급성의 저나트륨혈증은 혈청 나트륨 농도가 0.5mEq/L/hr의 범위를 초과하여 빠르게 감소하였을 때 발생하며 120mEq/L 이하로 감소하게 된다면 뇌 기능 이상이 발생할 수 있다. 이러한 상태는 바로 교정해야 하며 고장성 생리 식염수(3-5% 정도가 적어도 1mEq/L/hr 정도의 속도로 나트륨 수치를 상승시킬 수 있다)를 사용한다.

만성적인 저나트륨혈증은 급성의 경우보다 많이 발생하며 감소율이 0.5mEq/L/hr를 초과하지 않을 때 발생할 수 있다. 이와 같은 경우는 0.5mEq/L/hr를 초과하지 않는 범위 내에서 멸균 생리 식염수를 통해 천천히 교정해야 한다. 