



어린이 중증 손상의 초기 안정화

Initial Stabilization in Severely Injured Child

이 국 종 | 아주의대 응급의학과 | Kug Jong Lee, MD

Department of Emergency Medicine, Ajou University College of Medicine

E-mail : drkjlee@ajou.ac.kr

J Korean Med Assoc 2008; 51(3): 219 - 229

Abstract

The often quoted statement that children are not simply small adults remains the central premise of pediatric trauma care. Although multiple traumas remain the leading cause of death among children, fewer resources and less attention have been directed to the treatment of an injured child than to that of an injured adult. Insufficient training of medical personnel and lack of expertise in the management of injured children might be the key factors contributing to the disability and deaths in such children. Although the principles of resuscitation of injured children are similar to those for adults, the basic concepts of advanced life support that have been used for adults remain applicable and critical for injured children. However, we need to know the differences in cardiorespiratory variables, airway anatomy, response to blood loss, and thermoregulation, and special equipments are essential for successful initial resuscitation. Cerebral, abdominal, and thoracic injuries are still the major causes of mortality, morbidity, and disability among traumatized children. Brain parenchymal damage is caused by secondary injuries, such as hypovolemia and hypooxygenemia, are sometimes preventable and intracranial pressure should be maintained within the normal range. The efforts to keep the spleen in children with trauma may make the management of abdominal trauma complicated. Although children seem to be small and weak, our efforts and skill for pediatric life support will make a good result.

Keywords : Pediatric trauma; Injury; Resuscitation

핵심 용어 : 소아외상; 손상; 소생술

서론

소아외상의 치료 범주는 급성기 치료인 응급 외상 처치술로 시작하는 급성기 치료부터 각종 수술 및 보존적 치료 요법과 향후 재활 과정을 포함하는 광범위한 것으로서

인적, 물적 자원이 충분히 갖춰진 의료기관의 적극적인 지원이 필요하다. 따라서 중증 소아외상 환자는 적절한 치료를 행할 수 있는 의료기관으로 반드시 이송되어야 하며 그 이전에 급성기 생명유지 요법이 잘 시행되어야 하는 것이 중요한데 소아외상 치료의 목적은 외상을 당한 이후에 피할

Table 1. Pediatric resuscitation drug dosages

Intubation Drugs	
Thiopental	4.0~6.0mg/kg
Diazepam	0.5~1.0mg/kg
Midazolam	0.1mg/kg
Succinylcholine	1.0~3.5mg/kg
Vecuronium	0.2mg/kg
Cardiovascular Drugs	
Atropine	0.02mg/kg (min 0.1mg, max 0.5mg)
Calcium Chloride (10%)	10~20mg/kg
Calcium Gluconate (10%)	15~60mg/kg
Epinephrine	
Initial	1.0~10mg/kg/min
Maintenance	0.1~2mg/kg/min
Dopamine	2~5mg/kg/min
Dobutamine	2.5~5mg/kg/min
Sodium bicarbonate	1.0~4.0mEq/kg
<i>Depends on pH and base deficit: Body wt (kg) x 0.3 x base deficit = total NaHCO₃</i>	

수 있는 추가적인 합병증을 막는 데 있기 때문이다.

중증 외상을 입은 소아 환자는 매우 빠른 속도의 임상양상 악화와 합병증 등을 보이는 것이 보통이나 최악의 상황에서도 예상치 못할 정도로 잘 견디어 내는 소견을 보이기도 하는 양면성을 가지고 있다. 이는 의료진들이 흔히 가지는 생각인 “소아는 어른에 비해서 나쁜 상황에서 견디는 힘이 약하다”는 통상적인 사고와는 대비되는 것으로서 의료진으로서는 오히려 “소아는 강하다”는 생각을 가지고 치료에 임하며 끝까지 포기하지 않을 경우 좋은 결과를 맞이할 수 있다는 자세를 가져야 한다.

중증 소아외상의 많은 부분을 차지하는 둔상의 경우, 소아는 신체의 크기가 작으므로 어른에서의 손상과 비교하여 볼 때 같은 넓이의 충격이 미치더라도 성인과 비교할 때 단위 면적당 충격이 크므로 다발성 장기손상의 위험이 높으며 근, 골격계의 미완전 발달로 인하여 심부장기까지 큰 충격이 미치게 된다. 또한 체온이 쉽게 떨어지는데 이는 성인에 비해 상대적으로 큰 표피면적 뿐 아니라, 피하지방발달의 미숙 등으로 인한 체온손실 및 체온유지기능 등이 충분하지 않기 때문이다. 본 특집에서는 주로 수상 후 생명을 유지하는데 중요한 초기 치료에 대해서 주로 논하고자 한다.

기도 관리

기도 확인 및 확보는 치료의 첫 번째 단계이다. 대부분의 외상환아는 손상 이전에 다른 만성 호흡기 질환을 앓은 병력이 없는 관계로 동맥혈 산소포화도 (arterial oxygen saturation, SaO₂)가 적어도 90% 이상으로 유지되는 것이 효과적인 호흡이 이루어 지고 있는 기준이 된다. 만약 정확한 기도확보와 호흡기 치료를 시작한 이후에도 안정적인 산소포화도가 유지되지 못한다면 폐실질의 손상, 기흉 또는 흡인(aspiration)으로 인한 하부기도 폐색을 염두에 두어야 한다. 외상환아에서 기도 삽관(endotracheal intubation)의 가

장 흔한 적응증은 의식소실이나 속 등이 있다.

자극에 대해 반응이 없을 정도로 심하게 의식이 저하된 환아는 쉽게 기도삽관을 할 수 있으며, 이 때 경추 손상 가능성에 유의해야 한다. 환아가 매우 어려서 크기가 작은 경우 이거나 복부 팽만을 동반한 경우에는 위장관 감압을 해주는 것이 좋은데 영·유아의 경우 성인에서 대부분 시행되는 경비위관(nasogastric tube)보다는 경구를 통하여 위관(oro-gastric tube)을 삽관해 주는 것이 좋다.

의식이 많이 저하되어있거나 자극에 대한 반응이 지나치게 항진되어 있는 경우에는 기도 확보 직후에 뇌 컴퓨터 전산화 단층촬영을 하는 것이 좋다. 기도 삽관 전에 환아의 얼굴에 정확히 맞는 마스크를 이용하여 충분히 산소공급(preoxygenation)을 한 후 안정제와 근 이완제 및 분비물 억제제 등을 선택하여 사용한 후 삽관할 수 있으며 각 용량은 환아의 체중을 고려하여 신중히 투여한다(Table 1). 특히 저혈압을 보이는 환아에게는 안정제로서 thiopental 제제보다는 midazolam이 선호된다(1).

기도 삽관시 환아에게 적절한 직경을 선택하는 것이 어려운 경우, 환아의 5번째 손가락의 직경과 같은 기관내관(endotracheal tube)을 사용하는 방법이 있다(2). 너무 큰 직경의

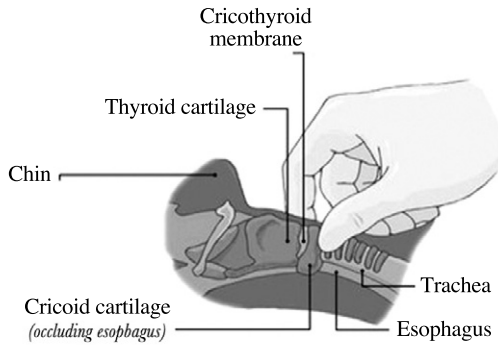


Figure 1. Sellick Maneuver.

관일 경우에는 기도점막을 압박하여 추후에 기도협착을 유발하는 원인이 될 수 있으며 관의 직경이 너무 작을 경우에는 효과적인 호흡이 되지 않을 뿐 아니라 구강 분비액이나 피 등에 의해서 쉽게 막힐 수 있다. 성인의 경우 대부분 밀폐 가능한 기관내관(cuffed endotracheal tube)을 사용하지만 30kg 이하 환자의 경우 삽관 후에도 조금씩은 공기가 새는 단점에도 불구하고 띠가 없는 기관내관을 사용한다. 기관내관이 적절한 위치를 가지기 위해서는 성대(vocal cord)를 정확히 확인한 후 성대로부터 기관내관을 3cm 이상 너무 깊게 진입시키지 말아야 하며 양쪽 가슴에서 호흡음을 잘 청취할 수 있어야 한다.

외상환아에서 성공적인 기도삽관을 이루기 위한 술기상 주의점은 적절한 앰부주머니(AMBU bag, Air Mask Bag Unit)를 이용해서 충분히 시술 전에 산소공급을 해야 하며 삽관시 적절한 압력으로 운상인두(cricopharyngeus) 위치를 압박하여(Sellick maneuver) 식도 폐쇄와 함께 기관내관을 적절히 인도하며 경부를 보호하면서도 적절한 각도로 유지하여 당겨주고(in-line cervical traction), 구인두(oropharynx)를 잘 확보하는 데 있다(Figure 1)(3). 주의할 점은 성인 환자에게서 사용될 수 있는 코기관내삽관(nasotra-cheal intubation)은 소아 환아에서는 지양해야 한다는 것이다(Figure 2). 이유는 두개기저부골절(basal skull frac-ture)의 가능성이 높을 뿐 아니라 영·유아의 특



Figure 2. Nasotracheal intubation in adult patients. Generally, it's not allowed to do in child patient.

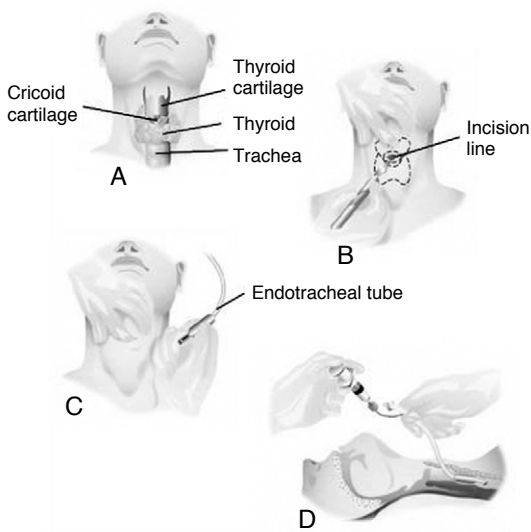
징인 코인두(nasopharynx) 뒤쪽이 이루는 심한 예각(acute angle)이 주요 원인이다. 기도삽관 이후에는 반드시 흉부단순촬영을 통해서 기관내관의 위치를 확인하고 다른 흉곽내 기관의 손상을 찾아보는 것이 중요하다.

상부기도손상이나 심한 악안면 손상을 동반한 환아에게 12 혹은 14게이지(gauge) 바늘과 주사기 등을 사용한 반지방패막(cricothyroid membrane)을 통한 기도확보술(needle cricothyroidotomy)이 드물게 필요하다(Figure 3).

이 때는 바늘을 통하여 충분한 산소를 공급해 줄 수 있는 장비(inflator)와 주사기와 앰부주머니 등을 연결해 주는 도구(connector)가 필요하며 이런 장비가 없을시는 수술적 기도 확보술로서 반지방패막절제술(cricothyroidotomy)이 필요할 수도 있으나 12세 미만의 외상환아는 어른에 비해서 추후 기도협착이 잘 올 수 있으므로 가능한 한 절개창을 최소화 하는 것이 좋다. 특히 3세 이하의 영·유아인 경우에는 바늘을 이용한 기도확보술 조차도 매우 조심하여야 한다.

영·유아는 기본적으로 횡경격막호흡(diaphragmatic breath)을 하므로 횡경격막에 미치는 압력은 호흡 능력에 큰 영향을 줄 수 있으므로 어떠한 압력도 없도록 하는 것이 중요하다. 외상후 환아가 심하게 울어 많은 양의 공기를 흡입한 후 흔하게 발생하는 위장관 팽만으로도 좌측 횡경격막의 운동성이 특히 크게 저하되어 호흡능력을 떨어뜨릴 수 있다. 이러한 이유로 복부에 직접적인 외상유무가 불확실

Cricothyroidotomy



Needle cricothyroidotomy

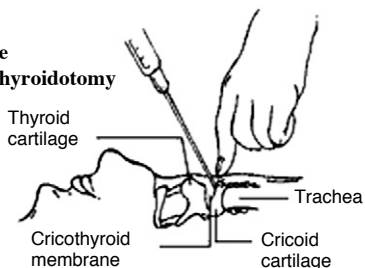


Figure 3. Cricothyroidotomy.

한 경우에도 중증외상을 입은 모든 환아에게는 경구위관 등을 삽입하여 상부위장관을 감압해 주는 것이 권장된다.

주사용 혈관의 확보

가장 먼저 확보할 수 있는 수액투여용 혈관은 골절이나 외상이 없는 양측 상지의 오금(antecubital fossae)에 있는 표피정맥이다. 이와 동시에 다른 큰 정맥주사 투여로를 확보하는 것을 고려해야 하며 환자의 상태가 위중하여 큰 혈관이 필요하거나, 표피정맥을 확보하는데 실패한 경우에는 혈관절개술(surgical cut down)을 이용하기 보다는 Seldinger씨 방법(Seldinger technique)을 이용하여 넓다리정맥(femoral



Figure 4. Femoral vein catheterization.

vein)을 확보해야 한다(Figure 4). 중심정맥관(central vein)인 쇄골하정맥(subclavian vein)이 적극적으로 권장되지는 않는데, 쇄골하 정맥을 이용한 중심정맥 삽입은 기도삽관 등의 응급시술과 시술범위가 겹쳐 안전하게 시행되기 힘들며, 기흉을 초래할 위험이 있으며 많은 양의 수액 투여시 물가슴증(hydrothorax)을 유발할 가능성이 높아 응급 초기의 혈관 확보 방법으로 추천되지 않는다. 혈관절개술을 사용하는 경우엔 주로 발목쪽의 복재정맥(saphenous vein)을 사용하지만 최근 들어서 Seldinger씨 방법을 이용한 혈관 확보술보다 사용 빈도가 줄어드는 것은 응급상황에서 시행하는 데 걸리는 시간적인 문제 때문이다.

뼈속삽관술(intraosseous cannulation)은 골수강(medullary cavity)에 직접 카테터(catheter)를 삽입하여 수액을 주입하는 것으로서 카테터 삽입 위치로는 흔히 근위부 정강뼈(tibia)의 앞안쪽면(anteromedial aspect)이 이용된다(Figure 5). 이런 방법은 고정관념과는 달리 비교적 안전하고 다량의 수액 및 혈액 주입에도 적합한 방법으로서 항생제와 같은 약물 투입까지도 폭넓게 사용될 수 있으며 최근에는 좀 더 쉽고 빠르게 설치가 가능하도록 키트(kit)화된 제품도 많이 시판되고있다(4, 5). 술기상 유념해야 할 점들은 바늘이 정강뼈거친면(tibial tuberosity)으로부터 2~3cm 정도 원위부에 위치해야 하며 골절과 감염 위험이 있는 표피에는 사용할 수 없는 점과 가능한한 한번의 시도에 성공



Figure 5. A) Intraosseous infusion for 5-year-old boy.

해야 한다는 점이다. 여러번에 걸쳐 시도할 경우 투여된 수액 등이 먼저 시행하면서 만들어진 뼈의 구멍을 통해서 빠져나와 구획증후군(compartment syndrome) 등의 합병증을 일으킬 수 있다(6, 7).

순환부전 치료

출혈에 의한 쇼크는 소아외상환아에게 치명적인 결과를 초래한다. 많은 중증 외상환아에서 수축기 혈압이 90mmHg에 미치지 못하며 이런 환아들의 경우 사망률이 매우 높은 것으로 보고되고 있다. 반면 수축기 혈압이 90mmHg 이상인 경우에 사망하는 환아들의 많은 수는 중추신경계 손상이 동반된 것으로 조사되고 있다. 출혈량이 많음에도 불구하고 심박수 증가와 말초혈관 수축 등의 보상기전에 의해 정상범위의 혈압이 유지되는 경우가 있으므로 특히 주의해야 한다. 따라서 이미 혈압이 낮은 경우는 보상기전에 의해 혈압이 유지되지 않는 경우일 가능성이 있으므로 주의해야 한다. 내원 당시 낮게 측정되는 GCS (Glasgow Coma Scale) 값은 뇌 손상만 의미하는 것이 아니라 출혈성 쇼크로 인한 뇌혈류 감소에 의한 수도 있음을 주의해야 한다. 따라서 의식소실을 단순히 뇌 손상으로만 연관지어 생각하여 환아에게 충분한 수액치료를 하지 않은 채 뇌 컴퓨터 단층촬영 등의 다른 검사를 시행하다가 검사 도중 환아의 상태가 급격



B

B) Insertion of intraosseous needle in the right tibia.

히 악화되는 경우가 많다. 또한 심하지 않은 외상성 뇌 손상에도 불구하고 신체 다른 부위에 동반되어 있는 손상에서부터 지속되는 출혈로 인한 순환 부전은 환자의 상태를 매우 빠르게 악화시키게 된다. 이와 같이 의식소실과 함께 감소되어 있는 말초혈액순환 상태는 저혈량성 쇼크(hypovolemic shock)의 전형적인 증상이다. 이러한 환아들에게는 충분한 양의 등장성 전해질 용액의 투여와 동시에 혈액투여를 고려해야 한다. 투여되는 혈액으로는 같은형, 적혈구성분 (type-specific packed red blood cells) 수혈이 가장 좋겠지만 매우 심각한 응급 상황의 경우에는 음성O형(O-negative)혈액이 사용될 수 있다. 주의할 점은 음성O형 혈액이라고 하더라도 상당량의 항 A형(anti-A type)이나 항 B형(anti-B type) 항원을 포함하고 있을 가능성이 있으므로 내원 초기에 음성O형 혈액을 수혈받은 환아에게는 계속 음성O형 혈액이 투여되어야 한다. 4개월 미만의 영아의 경우 혈액형에 대한 특이항체를 거의 생산하지 않기 때문에 성분수혈의 경우에는 혈액적합성검사(blood compatibility testing)를 반복적으로 시행할 필요가 없으나 전혈수혈(whole blood transfusion)인 경우에는 주의해야한다(8).

이 외에도 신선동결혈장(fresh-frozen plasma) 역시 혈액응고성분(coagulation factor)들을 보충해 주기 위해 투여될 수 있으나 혈장량 보충제(plasma expander)로서 사용되는 것은 지양해야 한다.

Table 2. Pediatric fluid management

Maintenance fluids	
Use 5% dextrose in 0.2 normal saline (1:4 solution)	
Weight less than 10kg:	100mL/kg/24hr (max 1,000mL/day)
Weight 11~20kg:	1000mL plus 50mL/kg for wt over 10kg
Weight more than 21kg:	1500mL plus 20mL/kg for wt over 20kg
<i>To avoid hypoglycemia, neonates should receive 10% dextrose in 0.2 (1:4 solution) normal saline</i>	
Hemorrhage resuscitation	
Use Ringer's lactate or normal saline	
If systolic BP < 90mmHg : bolus 20mL/kg	
<i>Response: Drop rate to maintenance</i>	
<i>Transient response: Repeat bolus</i>	
<i>No response: Repeat bolus, initiate massive transfusion protocol</i>	
If Initial BP > 90mmHg : Start Ringer's lactate or normal saline at maintenance, switch to D5/0.2 normal saline when hemorrhagic lesion excluded.	

이상과는 반대로 복강내 장기손상이나 장골골절과 같은 출혈성 외상에만 너무 집착한 나머지 너무 많은 양의 수액을 투여할 경우 손상된 뇌실질의 부종을 심화시켜 오히려 뇌손상을 악화시킬 수도 있으며 혈액응고 부전 등을 초래하여 출혈성 경향을 증가시킬 수도 있다(9). 따라서 신체 내 소실된 수액량을 등장성 전해질 용액 및 혈액으로 보충해 주어 신체활력 징후가 쇼크를 벗어나 정상 범주로 돌아온 이후에는 지속적으로 혈액 검사를 하여 추적 관찰하면서 투여되는 수액도 유지용량으로 전환하여야 한다 (Table 2)(10).

환아의 저혈량성 쇼크를 치료하기 위해선 즉각적인 수액 및 혈액의 투여와 함께 수술적 치료나 보존적 치료를 통하여 더 이상의 출혈을 막아야 한다(11). 순환 부전에 대한 치료가 이루어짐과 동시에 주요 장기에 대한 검사가 진행되어야 하는데 특히 복강내 장기에 대한 FAST (focused assessment for the sonographic evaluation of the trauma patient) 검사와 함께 단순흉부방사선촬영이 최단시간 내에 필요하다.

저체온증에 대한 대처

저체온증은 소아외상환아에게 심각한 문제이다. 저체온증 자체만으로도 카테콜라민(catecholamine)들의 분비

를 자극하며 근육의 떨림(shivering)을 유발하여 산소 소모를 급증시킴으로써 대사성 산증(metabolic acidosis)을 유발한다. 저체온증에 빠진 영·유아의 경우 순환부전증에 대한 치료에 잘 반응하지 않으며 출혈성 경향이 높아지고 마취제에 대한 감수성이 높아지기도 한다(12). 따라서 환아에 대한 초기 치료 도중에도 중심체온(core temperature)을 정확하게 측정하면서 최대한 체온을 보존해 주는 것이 중요하다.

환아를 치료하는 환경에서는 가능한 한 실내온도를 24~27℃ 정도로 유지하며 투여되는 수액과 혈액까지도 39℃ 정도까지 덥혀주는 것이 좋다. 이 외에도 따뜻한 온열이 되는 침대를 이용하거나 적절한 복사열을 전달해 줄 수 있는 장비를 이용하는 것도 좋은 방법이다(13).

환아가 탈의된 상태에서 신체에 물이 묻는 것과 같은 사소한 문제들도 체온을 떨어뜨릴 수 있으므로 조심해야 한다(14). 그러나 체온이 지나치게 상승하게 되면 뇌 신경조직 등에서 산소 요구량이 증가하며 2차적인 조직 손상의 주요 요인이 된다. 따라서 35.5~36℃ 정도로 약간의 저체온증(mild hypothermia)를 유도하는 것이 환아의 예후에 좋다는 보고가 많이 되고 있으며 특히 중심체온이 38℃ 이상인 경우는 아세트아미노펜(acetaminophen) 등의 반복 투여와 차가운 담요 등을 이용하여 적극적으로 체온을 낮추어 주어야만 한다(15).

Table 3. Pediatric verbal response

Verbal Response	V-Score
Appropriate words or social smile, fixates and follows	5
Cries, but consolable	4
Persistently irritable	3
Restless, agitated	2
None	1

신체 주요 부위에 대한 초기 안정화

1. 뇌 손상

“소아는 외상에 취약하다.”는 통상적인 생각과는 달리, 일부 두부 손상의 경우, 소아외상 환아들이 어른 뇌 손상 환자들의 경우에서보다 뇌압 상승의 정도가 적고, 적절한 치료가 이루어질 경우 직접 손상을 입은 조직의 주위 변연부가 회복되는 경우가 많으며 전반적으로 재활치료를 통하여 매우 좋은 회복 양상을 보이는 경우가 많다. 이는 소아연령 환아들의 뇌 신경조직이 아직 추가로 발달할 여지가 있는 것이 이유로 생각되고 있다. 소아 환아에게 있어서 외상성 뇌 손상은 여러 단계의 신체내 상호작용을 촉발시키면서 뇌 혈류 감소와 뇌 실질의 물리적인 변형을 유발하게 된다 (16). 소아 환아의 경우 특이 언어반달이 충분이 되지 않은 4세 이전의 환자에게서는 glasgow coma scale (GCS) 점수를 측정할 때 언어반응측정(verbal response)시 다른 검사표를 사용하게 되며 함께 점수가 8~9점 이하인 경우에는 뇌 컴퓨터 단층촬영 등의 정밀 검사와 함께 필요시 특수 장비에 의한 두개강 내 압력에 대한 측정이 필요하게 된다 (Table 3, Figure 6)(17).

소아연령의 두부외상환자에게 있어서 치료법은 적절한 수술적 치료와 함께 철저한 초기 보존적 치료요법이 가장 중요하다. 치료 목적은 결과적으로 두개강 내 혈류를 개선하는데 초점이 맞추어져야 하며 뇌관류압(cerebral perfusion pressure)이 8세 미만의 환아에서는 적어도 50mmHg 이상으로, 8세 이상의 환아에서는 60~80mmHg 정도로 맞추어져야 한다. 이는 소아 환아들이 성인 환아들에 비하여 불 때 상대적으로 낮은 뇌관류압에서도 잘 적응한다고 보기



Figure 6. Intracranial pressure monitoring.

때문이다. 그러나 40mmHg에도 못 미치는 뇌관류압은 매우 나쁜 예후를 가져오게 되며 이를 막기 위해서는 충분한 수액의 투여와 함께 도파민(dopamine)과 같은 혈압상승제의 투여가 필요하며 최악의 경우 α -작용제(α -agonist)를 투여하는 것도 고려하여야 한다. 또한 두개강내압력(intracranial pressure)에 대한 지속적인 관찰도 매우 중요한데 만약 두개강내압력이 20mmHg 이상으로 상승하는 경우는 삼투압성 이뇨작용(osmotic diuresis)을 나타내는 마니톨(mannitol) 제제를 적극적으로 투여하여야 하며 최대 4~6시간마다 반복해서 투여하더라도 반드시 두개강내압력을 낮추어야 한다(18). 이와 동시에 혈중 나트륨(sodium) 농도를 정상 이상으로 유지하여야 하며 이상과 같은 치료에도 반응이 없는 경우 바비츠헨이트(barbiturate) 투여를 통한 혼수상태 유도요법(barbiturate coma therapy)을 적극적으로 고려하여야 한다. 특히 경기(seizure)가 동반되는 경우에는 환아의 예후가 더욱 나빠지므로 반드시 혼수 상태를 유도한 이후 인공호흡기를 이용한 기계적 환기요법을 시행하여야 한다.

적절한 환기를 통해서 산소포화도를 95% 이상으로 유지하고 이산화탄소(CO₂)를 35~40mmHg 정도로 유지하는 것은 손상된 뇌 조직이 허혈성 손상을 추가로 입는 것을 최대한 방지하는데 매우 중요하다. 이산화탄소를 25mmHg 이하로 유지하게 되면 혈관 수축을 유발하게 되어 뇌의 허

혈성 손상이 더욱 심해질 수 있다(19).

전해질 균형을 맞추어 주는 것은 뇌 부종을 최소화 하는 데 가장 중요한 점 중 하나이다. 나트륨과 염화물(chloride)을 154mEq/L의 농도로 가지는 등장성 생리식염수는 급성기 외상환자에게 가장 안전하게 사용될 수 있다. 하트만액, 혹은 링거액으로 불리는 수액(lactated ringer's solution)도 비교적 안전하게 사용될 수 있지만 여기에는 나트륨이 130mEq/L만이 들어있어 뇌부종을 막기 위하여 체내 나트륨 농도에 고도의 주의가 필요한 두부외상 환자들에게 투여하기에는 약간 부족하다고 할 수 있다. 두부외상 환자에게는 다양한 체내 호르몬 대사의 이상 소견도 나타나게 되는데 특히 항이뇨호르몬(antidiuretic hormone, ADH)의 과다 분비 등에 의한 희석성나트륨혈증(dilutional hyponatremia) 등에도 주의하여야 하며 적극적인 교정을 필요로 한다. 이러한 체내 수분과다에 의한 뇌 부종을 막기 위하여 마니톨과 같은 삼투압성 이뇨작용을 유발할 수 있는 약물을 투여하는 것은 하나의 표준 치료이며 그 외에 나트륨 함량을 높여 혈관내 삼투압을 높여주는 고장성 식염수(hypertonic saline)의 투여 등도 많이 쓰이고 있다. 이러한 수액, 전해질 치료요법에서 중요한 점은 지속적인 추적 검사를 시행하여야 한다는 점인데 최소 12시간, 필요시 4~6시간 마다 전해질 및 삼투압 추적검사가 권장된다(20). University of Florida Health Science Center, Jacksonville (UFHSCJ)에서 기준으로 삼는 소아 뇌 손상 환자에게 대한 수액 요법에 대한 치료방침은 혈색소(hemoglobin) 농도를 최소 10g/dL 이상으로 유지하면서 등장성생리식염수로 수액치료를 하며 계속적으로 전해질 농도를 측정하면서 혈액내 나트륨 농도는 140mEq/L, 염화물 농도는 105~115mEq/L로 유지할 것을 기준으로 제시하고 있으며, 이와 동시에 요배출량을 적절하게 유지하는 것 등을 권고하고 있다.

2. 흉부 손상

소아 흉부 손상의 대부분은 둔상에 의하며 관통손상은 10세 이후부터 그 빈도가 증가한다. 소아의 흉부를 보호하고 있는 골격은 매우 탄력적이어서 심한 둔상이나 압피 손상으로 인하여 흉강내 내부 장기인 심장이나 폐 등이 심하게 손

상된 경우에도 늑골골절조차 없는 경우가 많다. 따라서 단순 방사선촬영 검사에서 조금이라도 흉곽에 골절 등이 의심되는 경우에는 매우 심한 내부 손상이 있음을 고려하여야 하며, 이 외에도 흉선의 발달로 인하여 단순 방사선 촬영상 오진의 위험이 높으므로 추가적인 정밀 검사가 반드시 필요하다(21).

영·유아 연령에서는 어른에 비해 종격동이 가동적이어서 한쪽 흉강에 발생한 기흉으로 인하여 급성 긴장성 기흉(acute tension pneumothorax)까지 초래될 수 있고 매우 심한 호흡부전을 일으킬 수 있다. 따라서 긴장성 기흉이 의심되는 상황에서는 서둘러 14 혹은 16개지 바늘을 이용한 응급 흉강삽관술(thoracostomy)을 시행한다. 바늘을 삽입하는 위치로는 두 번째 늑간의 빗장중간선(midclavicular line)을 이용하거나 네 번째 늑간의 앞겨드랑선(anterior axillary line)을 이용한다.

3. 복부 손상

소아는 복벽을 구성하는 근육과 근막층의 발달이 아직 미완성된 상태로서 외부로부터의 압력에 매우 약한데 이는 소아에게 일어나는 복부 손상 원인의 대부분이 둔상인 점을 고려할 때 매우 위험한 점이다. 또한 사고당시의 충격으로 인하여 이학적 검사 시행시 협조가 잘 되지 않고 울다가 많은 양의 공기를 흡입하거나 토하는 경우가 많다. 따라서 내원 즉시 위관의 삽관을 통하여 상부위장관에 대한 감압술을 실시하여야 하며 방사선학적 정밀 검사가 필요하다.

내원 당시 측정된 생체활력 징후가 정상이라고 하더라도 계속적으로 추적 관찰하는 것이 중요한데, 소아는 체내 혈액량 등이 어른에 비하여 매우 적기 때문에 복부장기의 손상으로 인한 출혈은 빠른 시간내 상황을 극도로 악화시킬 수 있기 때문이다. 또한 장관이 작아 천공된 경우라도 단순 방사선촬영 등에서 복강내 유리가스가 잘 보이지 않아 복막염이 상당히 진행될 때까지도 진단이 안되는 경우가 많고 이에 따른 전신적인 합병증에 빠지게 된다. 따라서 여러 가지 검사에서 특이 소견이 없는 경우라고 하더라도 최소 24시간 동안의 집중적인 관찰이 중요하며 최근에는 복부 장기 손상이 있는 경우라도 부위와 정도에 따라서 보존적 치료를

시행하는 경우도 많아 정확한 진단을 내리는 것이 초기 치료방침을 정하는데 가장 중요하다(22).

특히 비장 적출술을 시행할 경우 어른에 비하여 비장 절제술 후 패혈증(post-splenectomy sepsis)의 위험이 증가하기 때문에 가능하면 보존적인 치료를 선호하게 된다(23). 비장 절제술 후 패혈증은 한국에서는 그 빈도가 매우 낮으나 미국의 경우 평생을 통하여 4% 이상의 유병률을 보이는 것으로 보고되고 있으며 일단 발생시 40% 정도의 매우 높은 치사율을 보임으로서 가능하면 비장을 보존하기 위하여 보존적 치료를 진행하려고 노력하지만 이 때문에 오히려 적절한 수술 시기를 놓치지 않게 주의해야 한다. 수술 기준으로는 수상 후 24시간 동안에 40mL/kg 이상의 혈액 수혈이 필요한 경우에는 개복 수술을 통한 적출술이 권장되고 있으나 이전이라도 혈액학적으로 계속 불안정하다면 수술적 치료를 우선적으로 고려해야 한다(24).

4. 골격계 손상

소아 환아들은 모든 인체조직의 성장이 완성된 단계가 아님을 주의하여야 한다. 골격의 경우 장골의 말단부위마다 성장판이 있음을 주의하여야 하며 탄력이 매우 좋기 때문에 매우 강한 충격에도 잘 견딘다는 특징이 있으나 또한 골절이나 탈골에 대한 진단이 매우 어려울 수 있음에 큰 위험이 도사리고 있다.

통계에 따르면 중증 외상환아의 30~45%까지도 골절을 동반한다는 보고가 있고 특히 다발성 골절은 신체 전체에 미치는 악영향이 매우 크다. 보고에 따르면 원위부 장골 골절이 초기에 진단이 안되는 경우가 많으며 같은 손상은 환아의 생명에 직접적으로 큰 타격을 미치지 않으나 장기적인 재활치료를 필요로 하게 할 수 있으며 경우에 따라서는 영원히 불구로 남을 수도 있다. 또한 체내 혈액량이 적은 소아 환아에서 장골 골절이나 골반골 골절로 인한 대량 내부 출혈은 저혈량성 쇼크의 직접적인 원인이 되므로 고도의 주의를 요한다.

이학적 검사와 단순 방사선검사만으로도 대부분 진단이 가능한 성인의 경우와 달리 소아 환아들은 초기 이학적 검사에 의한 진단이 어려운 경우가 많고 환자와 의사소통이

힘든 경우가 많다. 따라서 혈액학적으로 안정을 시킨 후 가능한 빨리 이학적 검사상 확인된 외상 부위 뿐 아니라 외상기전까지 고려하여 충분한 방사선 검사를 시행하여 탈골과 골절 부위를 확인한 후 정복, 견인 등의 응급치료를 시도해야 하며 골절이 의심되는 부위에 대해서는 확신이 내리질 때까지 적절한 고정기 필요하다(25).

결론

어린이 중증 손상 환아의 치료에 있어 중요한 점은 환아 생명의 위급 여부, 장기의 손상 여부와 정도, 치료팀 구성 여부의 세 가지 사항을 빠른 시간 내에 판단해야 하는 점이다. 적절한 초기 치료가 시행될 경우 성인과 유사한 예후를 보이기 때문에 소아 외상환자들의 예후가 성인에 비하여 특별히 나쁜 것이 아니라는 것을 염두에 두어야 한다. 성인 외상환자에서 흔히 사용되는 ATLS (Advanced Trauma Life Support)가 소아 환아에서도 사용될 수 있으나 의사들의 숙련도에 따라서 환아의 예후가 달라지게 되므로 성인과는 차이점에 유의하여 적용되어야 한다(26).

참고문헌

1. Schofeld PS, Baker MD. Management of cardiopulmonary and trauma resuscitation in the pediatric emergency department. *Pediatrics* 1993; 91: 726-729.
2. O'Neill JA, Boswick JA. *Special pediatric emergencies: Emergency care*. Philadelphia: Saunders, 1981: 137-137.
3. American Academy of Pediatrics. *Advanced Pediatric Life Support*. 3rd ed. American Academy of Pediatrics: American College of Emergency Medicine, 1998: 26-26.
4. Spivey WH. Intraosseous infusions. *J Pediatr* 1987; 111: 639-643.
5. Shoor PM, Berryhill RE, Benumof JL. Intraosseous infusion: Pressure-flow relationship and pharmacokinetics. *J Trauma* 1979; 19: 772-774.
6. Glaeser PW, Losek JD. Emergency intraosseous infusions in children. *Am J Emerg Med* 1986; 4: 34-36.
7. Rosetti VA, Thompson BM, Miller J, Mateer JR, Aprahamian C. Intraosseous infusion: An alternative route of pediatric intra-vascular access. *Ann Emerg Med* 1985; 14: 885-888.

8. Strauss RG, Anderson KC, Ness PM. Neonatal transfusion: Scientific Basis of Transfusion Medicine. Philadelphia: WB Saunders, 2000: 321-335.
9. Stern SA, Dronen SC, Birrer P, Wang X. Effect of blood pressure on hemorrhage volume and survival in a nearfatal hemorrhage model incorporating a vascular injury. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 155-163.
10. Chestnut RM. Avoidance of hypertension: Condition sine qua non of successful severe head injury management. *J Trauma* 1997; 42(S): 4-9.
11. Carrico CJ, Canizaro PC, Shires GT. Fluid resuscitation following injury: Rationale for the use of balanced salt solutions. *Crit Care Med* 1976; 4: 46-54.
12. Ernest ME, David FV, Kenneth ML. Trauma. 5th ed. New York: McGraw-Hill Companies, Inc., 2004: 1021-1039.
13. Stern L, Lees MH, Leduc J. Environmental temperature, oxygen consumption, and catecholamine excretion in newborn infants. *Pediatrics* 1965; 36: 367-373.
14. Rowe MI, Taylor M. Transepidermal water loss in the infant surgical patient. *J Pediatr Surg* 1981; 16: 878-881.
15. Tilford JM, Simpson PM, Yeh TS, Lensing S, Aitken ME, Green JW, Harr J, Fiser DH. Variation in therapy and outcome for pediatric head trauma patients. *Crit Care Med* 2001; 29: 1056-1061.
16. Lescohier I, DiScala C. Blunt trauma in children: Causes and outcomes of head versus extracranial injury. *Pediatrics* 1993; 91: 721-725.
17. Muizelaar JP, Ward JD, Marmarou A, Newlon PG, Wachi A. Cerebral blood flow and metabolism in severely head-injured children part 2: Autoregulation. *J Neurosurg* 1989; 71: 72-76.
18. Prough DS. Therapy of patients with head injuries: Key parameters for management. *J Trauma* 1997; 42(S): 10-18.
19. Rosner MJ, Andrews BT. Pathophysiology and management of management of raised intracranial pressure: Neurosurgical Intensive Care. New York: McGraw-Hill Companies, Inc., 1993: 57-112.
20. Khanna S, Davis D, Peterson B, Fisher B, Tung H, O'Quigley J, Deutsch R. Use of hypertonic saline in the treatment of severe refractory posttraumatic intracranial hypertension in pediatric traumatic brain injury. *Crit Care Med* 2000; 28: 1144-1151.
21. Roux P, Fisher RM. Chest injuries in children: An analysis of 100 cases of blunt chest trauma from motor vehicle accidents. *J Pediatr Surg* 1992; 27: 551-555.
22. Canty TG Sr, Canty TG Jr, Brown C. Injuries of the gastrointestinal tract from blunt trauma in children: A 12-year experience at a designated pediatric trauma center. *J Trauma* 1999; 46: 234-240.
23. Ein SG, Shandling B, Simpson JS, Stephens CA. Nonoperative management of traumatized spleen in children: How and why. *J Pediatr Surg* 1978; 13: 117-119.
24. Wesson DE, Filler RM, Ein SH, Shandling B, Simpson JS, Stephens CA. Ruptured spleen—when to operate? *J Pediatr Surg* 1981; 16: 324-326.
25. Furnival RA, Woodward GA, Schunk JE. Delayed diagnosis of injury in pediatric trauma. *Pediatrics* 1996; 98: 56-62.
26. Kissoon N, Dreyer J, Walia M. Pediatric trauma: Differences in pathophysiology, injury patterns and treatment compared with adult trauma. *Can Med Assoc J* 1990; 142: 27-34.


 Peer Reviewers Commentary

중증 어린이 손상의 발생 규모는 질병관리본부의 2007년 자료(2001~2003년 보험자료를 이용한 보고서)에 의하면 연간 2,202,302건이며 이 중 치명적 손상(Injury severity score: ISC 75 이상 혹은 사망)은 7,506명으로 0.1%, 중증 손상(ISC 25점 이상)은 68,054명으로 1%에 이른다고 한다. 이 논문은 중증 어린이 손상에 흔히 부딪치는 임상적 영역 중 특히 초기 치료의 중요성을 현장에서 접한 경험을 토대로 하여 체계적으로 잘 설명하고 있다. 특히 초기 치료에 있어서 담당 의사의 판단과 경험이 중요함을 지적하고 있으며, 소아 외상 환자에 있어서 중증 정도의 판단, 장기 손상 정도에 따라 전문기팀의 구성이 특히 중요하며, 적절한 치료가 시행된 경우 성인 외상 환자에 비해 예후가 나쁘지 않음을 잘 기술하고 있다. 또한, 환자의 안정화에 매우 중요한 기도 관리 및 순환 유지에 관한 임상적 지침을 제시하고 있다. 특히 최근 국내에 도입된 순환 유지방법의 하나인 뼈속 삽관술(Intraosseous cannulation)은 그동안 어린이 손상에서 정맥로를 확보하지 못함으로써 어려웠던 수액 치료, 혈액 투여 등의 문제에 대한 새로운 해결점을 강조하였다는 점에서 매우 긍정적이라 하겠다. 중증 손상은 대개 다발성 손상, 즉 여러 해부학적 부위를 침범하는 손상으로 발생한다. 필자는 두부, 흉부, 복부, 사지 등 초기 안정화에서 놓쳐서는 안 될 주요 지점을 잘 기술하고 있다. 그러나 국내에 외상 의료전달 체계가 미비함으로써, 다발성 외상 어린이 손상 환자가 전문과목 별로 적절한 진료를 받기까지는 앞으로도 상당한 어려움이 남아있다. 국내에 어린이 외상 치료팀을 운영하고 있는 의료기관이 거의 없다보니 초기 대처의 미숙함이 반복될 수 있다는 점에서 어린이 외상 전담팀을 구성하는 방안에 대해 추가적 연구와 활발한 논의가 이루어져야 하겠다.

[정리: 편집위원회]