소아 환자에서 쇄골하정맥카테터 삽입 후 쇄골하동맥 손상과 첫 번째 늑간동맥 손상에 의해 발생한 혈흉

— 증례보고 —

서울대학교 의과대학 마취통증의학교실

이창순 · 김진태 · 김종성 · 김성덕 · 김희수

Hemothorax due to injuries of subclavian artery and first intercostal artery after subclavian venous catheterization in a pediatric patient — A case report —

Chang-Soon Lee, Jin-Tae Kim, Chong-Sung Kim, Seong-Deok Kim, and Hee-Soo Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Central venous catheterization is useful to evaluate intravascular volume status, while it has a chance of severe complications such as tension pneumothorax, cardiac tamponade, and so on. Now, we report a case of hemothorax after trying subclavian venous catheterization over again in a 2-year-old patient undergoing encephalo-duro-arterio-synangiosis, that required surgical intervention at the end. Though arterial puncture and massive hemothorax is a possible complication of subclavian venous catheterization, the injury of first intercostal artery might be due to inappropriate introducer needle accidentally. In conclusion, both routine chest image confirmation and close observation of expert might be important to prevent iatrogenic complication by anesthetic maneuvers. (Korean J Anesthesiol 2009; 56: 587~91)

Key Words: Hemothorax, Pediatric anesthesia, Subclavian venous catheterization.

중심정맥카테터는 수술 중 마취 관리나 중환자 관리에 있어서 환자의 혈액학적 상태를 평가하고 신속한 수액 주입을 위해 널리 사용되고 있지만 감염, 동맥 천자, 그리고 혈종이나 기흉 또는 기타 심각한 부작용이 발생할 수 있다. 특히 소아, 영유아의 경우 카테터의 크기가 작고 성인과 다른 해부학적 구조 때문에 기술적으로 어려운 점이 있으며, 합병증의 빈도와 구성 또한 차이를 보인다[1].

저자들은 신경외과 수술을 시행 받은 소아 환자에서 쇄골하정맥카테터 삽입 후 일측 늑막강 내 혈흉이 발생하여 수술적 교정을 한 사례를 경험하여 보고하는 바이다.

증 례

체중 11.5 kg, 신장 78 cm의 24개월 여자 아이가 갑작스럽고 일시적인 의식 저하와 왼쪽 팔다리의 근구축 및 발열을 동반한 간질양 발작을 주소로 내원하여 뇌동맥조영술을 시행한 결과 모야모야병을 진단받았으며, 이에 왼쪽 뇌경질막동맥간접문합술(encephalo-duro-arterio-synangiosis, EDAS)과 양쪽 이마 뇌건막동맥간접문합술(encephalo-galeo-synangiosis, EGS)을 시행 받기로 하였다. 환자는 주목할 만한 이전 병력은 없었고 수술 전 검사에서도 이상 소견은 없었다.

마취전처치 없이 수술실에 도착한 후, atropine 0.2 mg과 thiopental 60 mg을 정주하여 의식 소실을 유도하였다. 동맥 혈산소포화도와 심전도 및 비침습적 혈압계(Solar 8000M, GE, Milwaukee, WI) 등을 부착하고 산소와 sevoflurane으로 용수환기하면서 기도확보를 확인한 후 rocuronium 6 mg을 정주하였다. 용수환기 도중 좌측 요골동맥을 천자하여 침습적 동맥압 감시를 시작하였다. 근이완이 충분히 된 후에 기량이 없는 내경 4.5 mm 기관내튜브를 삽관한 후 좌우 폐야

Received: October 27, 2008.

Accepted: January 14, 2009.

Corresponding author: Hee-Soo Kim, M.D., Ph.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Seoul National University Children's Hospital, College of Medicine, Seoul National University, 101, Deahangno, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea. Tel: 82-2-2072-3659, Fax: 82-2-745-5587, E-mail: dami0605@snu.ac.kr

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

를 청진하여 일측폐환기가 되지 않음을 확인하였다. 기관내 삽관 후 의료용 공기와 산소를 이용하여 흡입산소농도 0.5를 유지하며 2–3 vol%의 sevoflurane으로 환기하고 호기말 이산화탄소 농도가 40 mmHg가 되도록 호흡량과 호흡수를 조절하였다. 중심정맥로 확보를 위해 5 Fr. 이중 내관 중심정맥카테터(double-lumen 5 Fr. g+ard Blue central venous catheter, ARROW international, Germany)를 이용하여 우측 쇄골하정맥카테터 삽입을 시도하였으나 동맥혈로 보이는 선홍색의 혈액이 역류하여 바늘을 뺀 후 약 5 분간 압박하였다. 이후 서너 차례 우측과 좌측 쇄골하정맥 천자를 시도하던 중 20 G 유도침(introducer needle)을 사용하지 않고, 키트에 포함되어 있는 22 G 유도침을, 곁에 세워져 있는 20 G 카테터를 제거한 후 사용한 것을 발견하고 원래의 유도침으로 바꾸어 우측 쇄골하정맥 천자에 성공하여 중심정맥로를 확보하였다(Fig. 1).

마취유도로부터 1시간 30분이 경과한 후 측정된 적혈구용적률은 22%로 감소하였으며(수술 전 37.7%) 수술 후 약 1분이 경과한 상태로 정주된 수액의 양은 생리식염수 50 ml, 혈장증량제(Volugen[®], Fresenius Kabi, Germany) 40 ml이었다. 당시 흡입산소농도 0.5에서 동맥혈산소분압 236 mmHg, 최대흡기압 12 cmH₂O, 그리고 혈압 92/46 mmHg, 중심정맥압 6 mmHg이었다. 일단 원인 불명의 출혈의 가능성을 완전히 배제하지 않은 채 수액에 의한 혈액 희석에 좀더 무게를 두고 농축적혈구 수혈을 시작하였다. 3시간 30분이 경과할 때까지 농축적혈구 1단위를 수혈했음에도 불구하고 적혈구용적률이 25%밖에 되지 않았다. 또한 중심정맥압이 2 mmHg까지 차츰 감소하여 두 번째 농축적혈구를 빠르게 수혈하였다. 마취 유도 4시간 후 적혈구용적률은 29%였고, 동맥혈가스분석 상 흡입산소농도 0.5에서 동맥혈산소분압이 169 mmHg로 감소하였으며, 최대흡기압은 16–18

cmH₂O까지 점점 올라가는 추세를 보였다. 마취 유도로부터 4시간 30분이 경과하였을 때, 혈압이 갑자기 85/40 mmHg에서 72/34 mmHg로 감소하여 dopamine의 지속 정주를 3 μ g/kg/min 속도로 시작하였고, 이후 혈압은 80/40 mmHg 이상을 계속 유지하였다. 마취 유도 5시간 30분 후, 농축적혈구 2단위를 수혈한 직후의 적혈구용적률은 27%였고 동맥혈산소분압은 더 감소하여 140 mmHg였다. 당시 흉부 청진상 우측 폐야의 호흡음이 약간 감소한 듯하였지만 양측 폐야의 호흡음은 모두 청진이 되었다. 수술의 진행상 흉부 X-선 사진을 촬영하기가 여의치 않아서 촬영하지 못하였다. 다량의 수혈과 수액 주입으로 인한 경도의 폐부종을 의심하여 마취 유도 6시간 후부터 5 cmH₂O의 호기말양압환기를 적용하였고 2시간 동안 호기말 양압환기를 적용한 후 동맥혈산소분압은 213 mmHg로 상승하였다. 농축적혈구와 신선동결혈장 수혈은 적혈구용적률 30%를 목표로 지속 유지하였다.

총 마취시간은 9시간 45분, 수술시간은 7시간 20분, 추정 실혈량은 600 ml였으며 농축적혈구 4단위, 신선동결혈장 1단위를 수혈하였다. 정질액 730 ml, 교질액 540 ml를 정주하였고, 소변량은 290 ml였다. 수술 종료 후 곧바로 흉부 X-선 사진을 촬영하여 영상의학과 전문의로부터 폐부종으로 보이는 소견은 없다는 답변을 구두로 들었다. 혈압이 적절하게 유지되는 것을 확인 후 dopamine 지속 정주를 중단하였고 atropine 0.25 mg, neostigmine 0.25 mg을 정주하여 근이완을 역전시켰다. 신경자극기를 통하여 사연속자극(train of four)이 100%로 회복되었음을 확인하고 30분간 자발호흡의 회복을 기다렸으나, 일회호흡량은 100 ml로 충분한 반면

Fig. 1. A 20 G. introducer needle (A), a 22 G introducer needle of 20 G intravenous catheter (B) and a sheath of that (C) in a 5 Fr. double lumen central venous catheter kit. The former is shorter (3.81 cm) and thicker than the other (4.45 cm).

Fig. 2. Chest radiograph after operation shows large amount of hematoma in right lung. The tip of central venous catheter is not in superior vena cava, but in right internal jugular vein (arrow).

Fig. 3. Chest radiograph after chest tube insertion. Haziness of right lung had been improved.

분당호흡수가 분당 10회 정도로 저조하여 midazolam 2 mg 을 정주한 다음 기관내튜브를 발관하지 않은 상태로 두부 전산화단층촬영(CT)를 촬영하기 위해 CT촬영실을 경유하여 환아를 중환자실로 이송하였다.

중환자실에서 수술 후 촬영했던 흉부 X선 사진을 다시 검토한 결과 오른쪽 상부 폐야 음영이 있음을 발견하였다 (Fig. 2). 주사기로 흉강을 천자하여 흉강내 혈액을 3 ml 채취하였고, 동맥혈가스분석 상 동맥혈산소분압이 78 mmHg 로 동맥혈임을 확인하였다. 흉부외과와 상의하여 흉관을 삽입하고 흉부 X선 사진을 다시 촬영하였다(Fig. 3). 이후 12 시간 동안 흉관을 통한 배액량은 800 ml이었다. 이튿날 흉관을 통한 배액량이 감소하지 않는 추세여서 흉부외과와 상의하여 혈종 제거 및 지혈 수술을 시도하였다. 수술 중 첫 번째 늑간동맥의 앞쪽과 쇄골하동맥 두 군데가 출혈 부위인 것으로 확인하고 지혈하였고, 흉강 내에 고여있던 약 150 ml 가량의 혈종을 제거한 후 16 Fr. 흉관을 삽관한 채로 수술은 종료되었다. 기관내튜브는 혈종 제거 수술을 받은 당일 저녁 환자의 자발호흡이 충분한 것을 확인한 후 발관하였다. 이후 중환자실에서 환아는 비교적 빠르게 회복되어 수술 후 3일째 흉관을 발관하였고, 4일째 일반 병실로 이송되었다. 수술 후 12일째 환아는 퇴원하였다.

고 찰

쇄골하정맥카테터는 내경정맥카테터에 비해 환자의 순응도가 높고 감염률이 낮아 수술 후 장기간 거치에 더 적합하지만, 기흉의 발생 빈도가 더 높고 다른 합병증의 빈도도

무시할 만한 수준은 아니다[2]. 쇄골하정맥카테터 삽입 시 혈흉의 원인이 될 수 있는 동맥 천자의 발생률은 약 5% 이내인 것으로 알려져 있는데, 합병증의 빈도는 천자 횟수에 비례하며 기계적 합병증의 빈도는 세 번 이상 천자를 시도를 하였을 경우 한 번 시도하였을 때보다 여섯 배 이상 증가한다고 하며[3], 시술자의 경험이 많으면 감소한다고 하였다[4]. 초음파 유도가 표준 술식으로 되어 있는 내경정맥카테터 삽입과는 달리[5] 쇄골하정맥카테터 삽입시의 초음파 유도는 합병증의 발생률이 해부학적 지표를 이용하는 술식과 합병증 발생률을 감소시킬 수 있다는 데 대해 이견이 있다[3,6-8]. 한편 소아에서는 연구 결과가 적은 편이긴 하지만, 동맥 천자의 발생률은 10% 내외이고, 혈흉까지 진행하는 경우는 전체의 1%라는 보고가 있다[1,9].

소아 신경외과 수술에 있어서 내경정맥카테터가 금기는 아니지만 임상적인 면에서 쇄골하정맥카테터에 비해 불리한 점이 있는데, 성인에 비하여 목이 짧으므로 수술부위와 가까워서 수술 중 접근하기가 번거롭고 대뇌의 정맥 환류를 방해하지 않도록 보다 주의 깊게 관리할 필요가 있기 때문이다. 대뇌의 정맥 환류를 방해할 우려 때문에 내경정맥이나 쇄골하정맥보다 전주정맥(antecubital vein)이 중심정맥카테터의 삽입 경로로 추천되기도 하나[10], 소아 환자에서는 술기 자체가 용이하지 않기도 하지만 카테터 끝을 정확한 위치에 거치시키는 것이 어렵다[11]. 특히 스스로의 행동을 통제할 능력이 없는 소아에서 수술 후 장기간 중심정맥카테터를 유지해야 할 경우까지 대비하여, 이번 증례에서는 순응도가 좋고 감염 위험이 낮은[9] 쇄골하정맥 천자를 시도하였다.

정상 혈압과 정상 동맥혈 산소포화도 아래에서, 울혈성 심부전이나 동정맥루 등 특별한 이상이 없는 한 동맥 천자의 여부는 박동성의 선홍색 혈액이 흡인되는 것으로 쉽게 알 수 있다. 만약 외관상으로 동맥혈인지 정맥혈인지 구별하기 어렵다면, 압력변환기를 연결하여 압력 파형을 관찰함으로써 양자를 구분할 수 있다. 또한 미리 거치한 동맥내 카테터와 동맥 천자가 의심되는 중심정맥카테터에서 동시에 혈액을 채취하여 가스분석을 하는 방법도 가능하다[2].

저자들은 천자 시도 중 선홍색의 박동성 역류가 관찰되어 동맥 천자를 바로 의심하였고, 채취한 혈액에 대한 가스분석이나 압력변환기 파형을 관찰할 필요는 없다고 판단하여 즉시 천자했던 바늘을 뽑은 다음 5분 이상 쇄골 아래 부위를 압박하였다. 이때 늑간동맥의 손상을 예상하지 못하고 쇄골하동맥을 천자하였다고 판단하였으므로 예상되는 천자부위만을 압박하여 늑간동맥을 압박하지 않게 되었고, 해부학적으로도 단순 압박만으로는 쉽게 지혈이 되지 않는 부위여서 효과적인 지혈이 불가능했던 것으로 보인다. 본 증례와 비슷하게 첫 번째 늑간동맥의 출혈이 대량의 혈흉

을 야기하여 수술적 교정을 하였다는 보고가 있다[12]. 뿐만 아니라 천자를 위해 쇄골 아래로 바늘을 삽입하려고 시도하였을 때 통상의 유도침에 비해 사용하였던 유도침의 경우 내경이 작아서 쉽게 첫 번째 늑골 아래로 휘어져 삽입되었을 것으로 생각된다. 또한 다량의 출혈로 인한 수혈이 지속적으로 이루어져서 이차적으로 혈소판 감소나 응고 장애가 지혈을 방해하였을 가능성을 완전히 배제할 수 없다. 수술 초반부터 예상했던 것보다 적혈구용적률이 많이 떨어져 있었고, 쇄골하정맥카테터를 삽입하였으며, 최대흡기압이 상승하는 한편 수술 중 중심정맥압이 감소하는 등 혈흉을 의심할 만한 근거가 있었고 또 실제로 수술 도중 그 가능성을 절대 배제하지는 않았다. 단, 중심정맥관이 우심방이 아니고 오른쪽 내경정맥으로 들어갔음이 추후 흉부 X-선 사진에서 보여 중심정맥압의 저하가 체액량을 정확히 반영했는가에 관해서는 의문이 남는다. 또 하나, 수술 후 흉부 X-선 사진을 직접 검토해 보지 않고 판독 의뢰만 했던 점이 이번 증례에서 혈흉의 발견 시점을 늦추는 요인으로 작용하였다.

동맥을 천자하더라도 특별한 응고 이상이 없고 가성동맥류 등의 합병증이 복합되지 않은 환자에서는 18 G 유도침에 의한 혈관벽 손상이 지속적인 출혈을 야기하는 일은 거의 없으며, 충분한 시간 동안 압박할 수만 있다면 7 Fr. 카테터도 큰 문제는 되지 않는다고 하였다[13]. 따라서 공기색전증 등의 발생을 고려하여 동맥 천자가 의심되면 즉시 유도침을 뽑고 천자 부위를 압박하는 것이 필요하다고 생각한다. 그러나 쇄골하정맥 주위 동맥의 지속적인 출혈은, 총경동맥(common carotid artery)나 대퇴동맥(femoral artery)에 비하여 진단이 늦어지는 경향이 있을 뿐 아니라 단순 압박에 의한 지혈도 용이하지 않다. 따라서 큰 내경의 카테터 제거 등 지속적인 출혈이 특별히 의심되거나 우려되는 경우, 혈관조영술에 의한 스텐트 삽입이나, 수술을 통해 지혈을 시도할 수 있겠다. 한편 경피적 봉합기구(percutaneous closure device)가 유용할 수 있는데[14] 수술실에서의 임상 적용에 관해서는 연구가 더 필요할 것으로 생각한다.

우측 쇄골하정맥카테터 삽입에 실패하였을 때 좌측 쇄골하정맥 천자를 시도하는 데 문제가 없었다는 연구가 있기는 하지만[9], 양측성 기흉과 같은 치명적 합병증을 회피하기 위하여 동측의 다른 정맥에 카테터를 거치하는 것이 일반적이다. 이번 증례에서는 우측과 좌측 모두 카테터 거치에 실패하고 나서 다시 우측을 시도하여 거치에 성공하였는데, 이미 우측에 여러 번 천자를 시도하였고 미처 발견하지 못한 기계적 합병증이 우측 폐야에 있을 가능성을 고려한다면 좌측 쇄골하정맥에 대한 천자 시도는 위험했다고 판단된다. 그리고 빠른 흉부 X-선 촬영이나 초음파 장비의 실시간 적용이 어렵다면, 쇄골하정맥 카테터 끝이 내경정맥

쪽으로 위치하는 것을 방지하기 위해서, J형 유도선의 카테터를 아래 방향으로 하면서 삽입하는 쪽으로 고개를 돌리는 것 같은 기법을 고려해야 하겠다[15].

소아에서 쇄골하정맥카테터 삽입 시 도플러 초음파나 X-선 투시 등의 이미지 보조가 뚜렷한 장점이 있다는 증거는 아직 확실하지 않지만, 향후 그 효용성을 검증하는 차원에서 시도해 볼 만한 가치는 있다고 판단된다[6,8]. 초음파는 휴대가 간편하고 수기 시행 후 생긴 작은 혈종이나 해부학적 이상을 감별하는 데도 탁월하므로, 수술장 안에서 활용도가 높다. 또 삽입부위 뿐만 아니라 카테터 끝의 위치가 정확한지를 판별하는 데도 유용할 수 있다[8]. 최소한 소아에서 중심정맥카테터를 삽입했다면 카테터 삽입 후 수술을 시작하기 전에 흉부 X-선 사진을 촬영하는 것도 좋은 방법이었으나, 이 증례에서처럼 혈흉이 발생하더라도 흉부사진에서 혈흉을 발견하기까지는 시간이 걸릴 수 있으므로 수술 직후에 흉부 X-선 촬영이 이런 합병증을 모두 예방하기는 어려운 것으로 판단되며, 그러한 면에서 즉시 적용이 가능한 초음파 장비의 가치가 드러난다고 하겠다. 결론적으로 중심정맥카테터 삽입을 여러 번 시도하게 되는 경우 수술 전 흉부 X-선 촬영을 시행하고, 수술 도중 예상치 않은 혈압변화나 동맥혈 산소분압의 변화 등 합병증을 의심하는 소견을 발견한다면 수술 도중이라도 흉부 X-선 촬영이나 흉부천자 등의 적극적인 치료가 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Karapinar B, Cura A. Complications of central venous catheterization in critically ill children. *Pediatr Int* 2007; 49: 593-9.
2. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003; 348: 1123-33.
3. Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl J Med* 1994; 331: 1735-8.
4. Sznajder JJ, Zveibil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S. Central vein catheterization. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986; 146: 259-61.
5. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003; 327: 361.
6. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. *Crit Care Med* 1996; 24: 2053-8.
7. Bold RJ, Winchester DJ, Madary AR, Gregurich MA, Mansfield PF. Prospective, randomized trial of Doppler-assisted subclavian vein catheterization. *Arch Surg* 1998; 133: 1089-93.
8. Lefrant JY, Cuillon P, Benezet JF, Dauzat M, Peray P, Saissi G, et al. Pulsed Doppler ultrasonography guidance for catheterization

- of the subclavian vein: a randomized study. *Anesthesiology* 1998; 88: 1195-201.
 9. Citak A, Karabocuoglu M, Uysel R, Uzel N. Central venous catheters in pediatric patients--subclavian venous approach as the first choice. *Pediatr Int* 2002; 44: 83-6.
 10. Bendo AA, Kass IS, Hartung J, Cottrell JE. Anesthesia for Neurosurgery. In: *Clinical anesthesia*. 4th ed. Edited by Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2001, pp 746-89.
 11. Chaturvedi A, Bithal PK, Dash H, Chauhan RS, Mohanty B. Catheter malplacement during central venous cannulation through arm veins in pediatric patients. *J Neurosurg Anesthesiol* 2003; 15: 170-5.
 12. Bergmann J, Gok Y, Smague E. Hemothorax caused by injury of the 1st intercostal artery following trial puncture of the subclavian vein. *Anaesthesist* 1984; 33: 592.
 13. Nicholson T, Ettles D, Robinson G. Managing inadvertent arterial catheterization during central venous access procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004; 27: 21-5.
 14. Wallace MJ, Ahrar K. Percutaneous closure of a subclavian artery injury after inadvertent catheterization. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12: 1227-30.
 15. Chung CW, Kim JY, Bahk JH, Ko H. The method to increase the ratio of location of a catheter in the superior vena cava by subclavian cannulation. *Korean J Anesthesiol* 2000; 38: 1024-8.
-