

심한 척추후측만증 환자에서 대퇴골절 복원술을 위한 미추마취 -증례보고-

연세대학교 의과대학 마취과학교실

이 종 화 · 이 기 영 · 신 양 식

= Abstract =

Caudal Anesthesia for the Reduction of Femur Shaft Fracture in a Patient with Severe Kyphoscoliosis - A case report -

Jong Hwa Lee, M.D., Ki Young Lee, M.D. and Yang-Sik Shin, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

We had experienced a successful caudal anesthesia for the intramedullary nailing of fractured femur shaft in a 39 years-old, male, adult weighing 47 kg with severe kyphoscoliosis. We had chosen caudal anesthesia as an anesthetic method because of his poor pulmonary function and severe deformity of thoracolumbar spine. Caudal anesthesia was performed with administration of the mixture of 6 mL of 2% lidocaine, 12 mL of 1.5% lidocaine, 10 mL of 0.5% bupivacaine, and 0.15 mg of 0.1% epinephrine. We could achieve the adequate anesthetic sensory dermatome level, L₁, for the operation without any significant deterioration of blood pressures and respiration.

We recommend that caudal anesthesia is a useful anesthetic method for a patient with severe kyphoscoliosis when the operation on hip or lower extremity is required.

Key Words : Fracture of femur shaft, Kyphoscoliosis, Caudal anesthesia

서 론

척추의 외측굴곡(lateral curvature)과 함께 중심축에 대한 척추굴의 회전변형이 동반되는 척추측만증(scoliosis)은 대개의 경우 척추의 후측만곡(kyphosis)을 동반하는데 이를 척추후측만증(kyphoscoliosis)이라고 한다. 척추후측만증은 척추굴의 변형으로 인한 흉곽의 변형으로 폐활 탄성(compliance)이 감소하고 호흡노력(work of breathing)이 증가하여 특징적인 제한성 폐기능부전의 소견을 보이는 질환이다. 또한

폐혈관저항의 증가로 인한 우심실부전 및 폐성심(cor pulmonale)이 자주 동반된다.

이와 같은 심폐기능의 이상으로 인하여 마취중 심폐부전에 빠질 위험이 커서 수술전 폐기능에 대한 정확한 평가가 우선되어야 하며, 수술중에도 세심한 주의가 필요하다. 한편으로는 요추부 변형으로 인한 척추 천자나 경막외 천자도 용이치 않은 경우가 많다.

본 저자들은 최근 심한 척추후측만증환자에서 하지수술을 위한 미추마취를 성공적으로 시행하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

중 례

신장 150 cm, 체중 47 kg인 39세의 남자환자가 내원 2 주전 자전거를 타고 가다 2 m 높이에서 떨어져서 생긴 우측 대퇴골 간부 골절, 우측 경골 골절을 주소로 몇몇 병원을 방문하였으나, 심한 척추후측만증으로 인한 마취의 어려움 및 합병증 등의 설명을 듣고 수술받기를 거절하고 자퇴하여 본원으로 전원, 본원 정형외과에서 우측 대퇴골 간부골절에 대하여 골수내 정고정술(intramedullary nailing)을 시행받게 되었다.

입원당시 체온 37.5℃, 맥박 80회/분, 혈압 120/80 mmHg이었으며, 우측 경골골절과 우측 대퇴골골절에 대해 각각 부목고정 및 Böehler Braun 골건인을 시행하고 있는 상태였다. 과거력상 3세경부터 척추변형이 생겼으나, 특별한 치료를 받지 못한 채 지냈으며 26세 때에는 폐결핵 진단받고 보건소에서 9개월간 항결핵제(약명 미상)를 투여받았다고 하였다.

환자는 마취전 평가에서 기침, 객담, 호흡곤란 등의 증상은 없었으나, 이학적 검사상 술통흉곽(barrel chest) 소견을 보였으며(Fig.1), 흉부 청진상 호흡음은 깨끗하였고 수포음이나 천명은 청진되지 않았다. 흉추는 귀배(humpback) 및 우측만곡소견을 보였다. 흉부 X-선 검사상 활동성의 폐실질병변은 없었으나, 우측 상 폐야(right upper lung field)에 다발성 낭성 음영(cystic shadow)과 양측 폐문 주위에 석회화된 림프 소절 및 섬유성 조흔의 소견이 있었으며(Fig.2), 흉요추부 X-선 검사에서는 늑골간격이 줄어들고, 흉요추의 심한 척후만곡 소견을 보였는데, Cobb's angle로 보면 측만곡 35°, 후만곡 89° 였다(Fig.3,4.). 대기에서의 동맥혈 가스검사상 pH 7.43, PaCO₂ 33.1 mmHg, PaO₂ 76.5 mmHg, BE -0.3 mmol/L로 호흡성 혹은 대사성 산염기 불균형이 없는 저산소혈증을 보였고, 폐기능검사상 FVC 1.74 L, FEV₁₀ 1.28 L, FEV₁₀/FVC 68.6%, MMEF₂₅ 73%, 0.66 L/sec로 제한성 호흡부전의 소견을 보였다(Table. 1). 객담 항산균 검사상 음성이었으며, 그 외 다른 검사소견상 이상은 없었다.

마취후 호흡기계 합병증 등의 위험을 줄이고자

부위마취를 시행하기로 하고 환자의 요추부위를 검사한 결과, 심한 척추후측만증 및 척추간 융합으로 인해 요추부에서의 척추 및 경막외천자가 용이치 않을 것으로 판단하고 미추마취를 시행하기로 하였다. 마취중 심전도 표준전극 II 및 NIBP(Spacelab® 90303B, Redmond, WA, U.S.A.)로 심박동수와 혈압을 3분마다 그리고 맥박산소포화계측기(Nellcor® N-185, Hayward, CA, U.S.A.)로 산소포화도를 지속적으로 감시하였다.

좌측와위에서 요추추부에 10% povidone iodide 스폰지로 소독하여 방포한 후, 양쪽 천골각을 촉진하여 1% lidocaine(세브란스병원 제약실, 서울, 한국)으로 피부팽진(skin wheal)을 만들고 22 G 단침으로 천미인대를 천자한 뒤 흡인하여 출혈유무를 확인하였으며, 저항소실법으로 바늘이 천골강 내에 있는 것을 확인하였다. 뒤이어 2% lidocaine(광명제약, 서울, 한국) 6 mL, 1.5% lidocaine(세브란스 병원 제약실, 서울, 한국) 12 mL 및 0.5% bupivacaine(이연제약, 서울, 한국) 10 mL와 0.1% epinephrine(대한약품, 서울, 한국) 0.15 mg을 혼합하여 10 초당 5 mL의 속도로 주입하였다. 양와위에서 약물주입 10분후 pinprick 검사에 의한 마취높이는 L₁이었으며, 마취직후 혈압은 140/80 mmHg, 맥박수는 120회/분, 맥박산소포화계측기를 이용한 동맥혈 산소포화도는 96% 였다.

수술시작 직후 수술부위의 심부 둔통을 호소해서 fentanyl(명문제약, 서울, 한국) 50 µg을 정맥내 주사하여 곧 완화되었으며, 그 뒤로는 통증을 호소하지 않았다. 약 3시간에 걸쳐 수술이 진행되었는데, 수술시작후 1시간경 혈압이 120/70 mmHg에서 갑자기 90/60 mmHg까지 떨어졌으나 당시 수술부위의 출혈량이 수혈을 요할 정도로 많지는 않아서 Pentaspan(제일약품, 서울, 한국) 500 mL를 주입하기 시작하였다. 혈압은 곧 110/60 mmHg정도로 회복되었다. 수술중 동맥혈 산소포화도는 94-95%정도를 유지하였으며, 환자는 호흡곤란 등의 증상을 보이지 않았다. 수술종료시 혈압은 100/60 mmHg, 맥박은 90회/분, 동맥혈산소포화도는 95%정도 였고 마취 피부 감각절은 L₁을 유지하고 있었다(Fig. 3).

회복실로 이송하여 처음 측정된 혈압은 100/40

mmHg였고 동맥혈 산소포화도는 94%정도 였으며, 당시 시행한 동맥혈가스검사상 pH 7.39, PaCO₂ 39.2 mmHg, PaO₂ 44.1 mmHg, BE -0.0 mmol/L여서 분당 10 L의 산소를 마스크를 통해 공급하였다. 20분 후 갑자기 혈압이 70/50 mmHg까지 떨어져서 수액을 급속히 주입하고, ephedrine(대원제약, 서울, 한국)을 정맥내로 14 mg 및 근육내로 26 mg 주사하고 난 뒤 혈압은 100/60 mmHg정도로 상승하였으며, 동맥혈산소포화도는 100%를 보였다. 10분후 재시행한 동맥혈 가스 검사는 pH 7.41, PaCO₂ 34.6 mmHg, PaO₂ 86.3 mmHg, BE -1.1 mmol/L로 호전되었다. 회복실에서 약 1시간동안 혈압이 100/60

mmHg, 맥박은 100회/분으로 비교적 안정되었고 환자가 특별한 불편 호소없이 병동으로 이송하였다. 병동 도착시 혈압은 100/70 mmHg였으며, 수술후 24시간까지 안정되게 유지되었다.

그러나 수술당일 오후 10시경 38.3℃의 발열이 있는 후, 3일간 간헐적으로 39℃이상의 발열이 지속되었다. 흉부 X-선 검사상 우측 상부 폐야에 침윤 소견이 보였고 객담 세균 배양 검사상 *α-Streptococcus*가 주요 병원균으로 판명되었다. 폐렴 의심하에 항생제투여 등 보존적 치료를 받았으며 동맥혈가스검사상 pH 7.39, PaCO₂ 35.6 mmHg, PaO₂ 41.6 mmHg, BE -2.0 mmol/L로 산염기불균형이 없는 저산소혈증소견을 보여서 경비 캐놀라를 통해 분당 2 L의 산소공급을 시작하였다. 산소공급중 시행한 동맥혈가스검사상 pH 7.41, PaCO₂ 33.8 mmHg, PaO₂ 70.0 mmHg, BE -1.6 mmol/L로 저산소혈증은 뚜렷하게 호전되었다. 수술후 5일째 부터 발열이 없었으며, 동맥혈가스검사도 대기중에서 pH 7.43, PaCO₂ 35.3 mmHg, PaO₂ 83.2 mmHg, BE +1.0 mmol/L로 개선되고 바퀴달린 의자(wheelchair)를 타고 움직일 수 있을 정도로 상태가 호전되어 수술후 20일 째에 퇴원하였다.

Fig. 1. Photographic lateral view of the patient. It shows the prominent kyphotic curvature on his mid-back area.

Fig. 2. A-P view of chest X-ray. It shows multiple cystic shadows on the right upper lung field with calcified and streaky density on both perihilar areas from stable pulmonary tuberculosis. Any active parenchymal lesion is not seen.

Fig. 3. A-P view of thoracolumbar spine. The radiograph in A-P view shows the deviation to the right on thoracic spine.

Fig. 4. Lateral view of thoracolumbar spine. The radiograph shows the severe kyphosis of the thoracolumbar spine measured 89° with Cobb's angle.

고 찰

척추후측만증 환자에서의 심폐기능의 침해정도는 흉요추 X-선상의 Cobb's angle의 크기와 높은 상관관계를 가지고 있어서, 이 각도가 40°를 넘으면 심폐기능 저하가 동반하는 경우가 유의하게 많아지며¹⁾ 100°이상인 경우 심폐기능이 현저히 저하된다²⁾. 또한 측만증만을 고려할 때도 60°미만에서는 호흡기능 저하가 드문 편이며 100°를 넘으면 현저하게 기능저하가 나타날 수 있다고 하나³⁾, 별다른 연관성을 찾지 못하였다는 보고도 있다⁴⁾. 본 증례에서 Cobb's angle은 측만곡이 35°, 후만곡이 89°로서 측만곡은 심한 편이 아니나, 후만곡의 정도는 심폐기능 저하의 원인이 될 수 있는 수준이었다.

척추후측만증 또는 척추측만증에서 특징적인 폐기능의 변화는 제한성 폐기능부전(restrictive pulmonary

insufficiency)인데 상대적으로 잔기량(residual volume)은 보존되면서 총폐용량(total lung capacity)이 심하게 감소되며 폐활량(vital capacity)도 감소된다. 이러한 폐용적의 감소는 흉벽 및 폐의 탄성(compliance)이 감소하기 때문이며, 이로 인하여 호흡근에 작용하는 탄성부하(elastic load)가 커지면서 호흡노력(work of breathing)이 증가하게 되어 호흡근의 피로를 유발하게 된다. 또한, 흉곽의 변형으로 인한 호흡근과 흉벽 사이의 기계적인 결합(mechanical coupling)의 이상으로 호흡근의 기능 약화가 일어나게 되어 호흡근의 피로를 가중시켜 호흡이 힘들다는 감각(sense of respiratory distress)이 생김으로써 이를 최소화하려는 생리적 반응으로 일회호흡량(tidal volume)이 줄고 호흡횟수가 늘어나 전체적으로 저환기(hypoventilation) 및 환기-관류 불균형(ventilation-perfusion mismatch)상태가 된다. 따라서, 동맥혈 가

스 검사상으로는 PaO_2 는 감소되나, PaCO_2 는 정상범 위인 소견을 보이게 되며⁵⁾ 폐포-동맥혈간 산소분압 차(A-aDO₂)와 사강환기율(V_D/V_T)도 증가한다. 척추 측만증 환자에서는 이산화탄소에 대한 환기반응이 저하되어 있는데다 고령이나 폐쇄성 폐질환으로 인해 환기-관류 불균형상태가 심해지게 되면 이에 대한 보상작용이 어려우므로 저산소혈증(hypoxemia) 뿐만 아니라, 고탄산혈증(hypercapnia)까지도 일어나 게 된다⁶⁾. 본 증례의 경우 Table 1의 폐기능검사 소 견에서 FVC, FEV_{1.0} 및 MMEF_{25-75%}는 감소되어 있 으나, FEV_{1.0}/FVC의 값은 정상에 가까운 소견을 보 임으로써 척추측만증 환자에서의 전형적인 제한 성 폐기능부전의 양상을 보였다^{7,8)}. 또한 본 증례에 서 수술전 대기에서의 동맥혈 가스 검사가 pH 7.43, PaCO_2 33.1 mmHg, PaO_2 76.5 mmHg, BE -0.3 mmol/L로서 정도의 저산소혈증만을 보였는데, Weber 등⁹⁾과 Shannon 등^{10,11)}은 척추측만증 환자에서 척추 만곡의 정도와 동맥혈 산소분압 수치간에 상관 관 계를 찾을 수 없다고 하였으며, Weber 등⁹⁾은 이러 한 환자에서 낮은 동맥혈 산소분압은 폐포내 확산 능의 저하가 한 요인인 것으로 추정하였다.

척추측만에 의해 만곡의 굴률부(convexity)쪽은 늑골 사이가 벌어지면서 늑골이 후방으로 회전하여 폐용적이 증가하게 되나, 함몰부(concavity)쪽은 늑 골간이 좁아지면서 늑골이 전방으로 이동하게 되어 폐조격이 압박을 받게 된다. 이러한 흉곽변형에 의 해 폐혈관 조직의 발달이 제대로 이루어지지 않게 되며, 저산소혈증에 의한 폐혈관수축에 의해 폐혈관 저항이 증가한다⁶⁾. 이에 따라 폐고혈압 및 우심실부

전을 야기하고, 심한 경우 폐성심(cor pulmonale)이 발생할 가능성이 높으며, 실제로 사망원인의 대부분 을 차지한다²⁾.

이러한 척추측만증환자의 마취에 있어서 전신마 취를 할 경우 수술 전에 동맥혈 가스검사 및 폐기 능검사등을 실시해서 폐기능부전의 유무 및 그 특 성과 심한 정도에 대한 평가를 시행해야 하며, 수술 중에는 폐고혈압이나 우심실 부전의 위험이 있으므로 폐동맥압 및 폐동맥폐기압을 감시할 것을 추천 하고 있으며, 수술 후에도 적절한 폐환기를 유지하 고 마취제의 잔존 효과에서 회복될 때까지 조절호 흡을 실시할 것을 권하고 있다¹⁶⁾.

따라서 환자에게 시행할 수술의 부위에 따라 부 위마취를 시행하는 것이 전신마취에 따른 심혈관계 및 호흡기계 억제작용을 피할 수 있는 방법이 될 것으로 생각된다. 그런데, 척추측만증환자에서는 척 추 구조의 변형 및 퇴행성 변화로 인한 융합등으로 요추부위에서 척추마취나 경막외마취를 시행하기 어려운 경우가 많으므로 미추마취가 경막외강으로 마취제를 투여하는 방법으로 사용될 수 있다¹⁾. 이러 한 경우, 마취의 높이는 투여한 마취제의 용적 (volume)에 의해 결정되며¹²⁾, Southworth 등¹³⁾에 의 하면 제 11 흉수신경이하부위의 마취인 경우에도 최소한 30 mL 이상의 많은 용량을 투여할 것을 추 천하고 있다. 이렇게 많은 양의 국소마취제를 일시에 경막외강으로 주입하는 경우 전신독성을 염려하 여야 하나, 전신독성을 일으키는 국소마취제의 혈중 농도는 5-7 µg/ml이며, 이것은 lidocaine의 경우 500 mg이상의 과다한 용량을 일시에 경막외강에 주입해 야 도달한다. 신 등¹⁴⁾의 보고에 의하면 미추마취에 있어서 1.5-2%의 lidocaine 400 mg정도를 사용시 전신독성을 야기할 정도의 혈중농도에 이르지 않았 으며, epinephrine을 혼주할 경우에는 혈중농도의 증 가를 더욱 억제한다고 하였다. 따라서 본 증례에서 사용된 lidocaine 300 mg과 bupivacaine 50 mg은 47 kg의 작은 체중이었지만 전신독성을 야기할 정 도의 많은 양은 아니었다고 생각된다.

미추마취를 하는 경우 심혈관계에 대한 영향은 미미하여 심한 혈압하강은 거의 없다고 하지만¹²⁾, 교감신경차단효과에 의해서 경한 혈압하강이 있을

Table 1. Preoperative pulmonary function test

	Predicted	Performed	% Predicted
FVC (L)	4.18	1.74	40.7
FEV _{1.0} (L)	3.50	1.28	36.5
FEV _{1.0} /FVC(%)	80.40	68.60	85.3
MMEF _{25-75%} (L/sec)	4.27	0.66	15.4

FVC: forced vital capacity

FEV_{1.0}: forced expiratory volume in 1 second

MMEF_{25-75%}: maximal midexpiratory flow

수 있으며¹⁵⁾, 혈관수축제 혹은 수액 공급에 의해 쉽게 회복된다. 호흡기계에 대한 영향은 일회호흡량은 변하지 않으면서 호흡수를 감소시킴으로써 분시환기량(minute ventilation)이 감소하게 되며, 이산화탄소에 대한 반응곡선의 기울기를 의의있게 증가시킨다. 그 외에, 말초신경차단효과에 의해 휴식시 환기(resting ventilation)를 저해하는 작용도 나타낸다¹²⁾. 본 증례에서는 간헐적 동맥혈 가스 분석에서 이러한 영향은 확인되지 않았다.

본 증례의 경우, Southworth 등¹³⁾이 추천한 30 ml의 국소마취제 용적에는 못미치나, 환자의 150 cm의 신장과 47 kg의 체중을 고려한 약 28 ml의 국소마취제 용액으로도 수술에 필요한 마취높이를 대부분 충족시킬 수 있었으며, 견인에 의한 심부 통증 호소시에는 소량의 진통제 사용으로 이를 해소할 수 있었다. 환자도 그외의 다른 불편이나 증상을 호소하지 않았으며, 수술 중에 혈압이나 동맥혈 산소포화도의 심각한 하강은 보이지 않았다. 회복실에서 저혈압은 미추마취로 인한 경도의 교감신경차단 효과와 수술 부위의 다소간 출혈에 기인한 것으로 생각되어지며, 이것은 혈관 수축제의 투여와 수액 공급으로 회복될 수 있었다.

또한 수술후 흉부 X-선 검사에서 폐침윤 소견이 우측 상부 폐야에 있었고, 객담 세균 검사상 *a-Streptococcus*가 주요 병원균으로 자란 사실로 미루어 흡인에 의한 폐렴이 발생하였다고 추정된다. 즉 척추후측만증 환자에서는 기침반사가 약화되어 있어서 호흡기감염의 발생이 잦은 데¹¹⁾, 본 증례에서는 이와 더불어 fentanyl의 투여로 인한 기침 반사의 저하 등이 결부되어 활발한 객담 배출이 없었었을 뿐 아니라, 수술중 또는 수술후에 무증후성 흡인(silent aspiration)이 일어났을 가능성도 배제할 수 없다.

본 증례와 같이 심한 척추후측만증 환자에서 시행될 수술의 성격에 따라 부위마취가 적용이 될 경우, 고관절 또는 하지의 수술을 위해 미추마취가 효과적으로 이용될 수 있으며, 이를 위해 미추마취의 수기와 생리적 효과에 대한 이해가 요구된다고 사료된다. 한편 술후 폐합병증에 대한 감시를 전신마취에서와 다른없이 철저히 하여야만 조기 처치하여

좋은 결과를 보장받을 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Stoelting RK, Dierdorf SF. *Anesthesia and co-existing diseases*. 3rd ed. New York: Churchill-Livingstone. 1993; 452-3.
- 2) Bergofsky EH, Turino GM, Fishman AP. *Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis*. *Medicine* 1959; 38: 263-317.
- 3) Yao FF, Artusio JF Jr. *Anesthesiology, problem oriented patient management*. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott company. 1988; 654-68.
- 4) Rom WN, Miller MA. *Unexpected longevity in patients with severe kyphoscoliosis*. *Thorax* 1978; 33: 106-10. IN Murray JF, Nadel JA. *Textbook of respiratory medicine*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders. 1994; 2524-31.
- 5) Murray JF, Nadel JA. *Textbook of respiratory medicine*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders. 1994; 2524-31.
- 6) Kafer NR. *Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis and the principles of anesthetic management*. *Anesthesiology* 1980; 52: 339-51.
- 7) Miller RD. *Anesthesia*, 4th ed. New York: Churchill-Livingstone. 1994; 883-6.
- 8) Levine DB. *Pulmonary function in scoliosis*. *Orthop Clin North Am* 1979; 10: 761-8.
- 9) Weber B, Smith JP, Briscoe WA, Friedman SA, King TKC. *Pulmonary function in asymptomatic adolescents with idiopathic scoliosis*. *Am Rev Resp Dis* 1975; 3: 389-96.
- 10) Shannon DC, Riseborough EJ, Valence LM, Kazemi H. *The distribution of abnormal lung function in kyphoscoliosis*. *J Bone Joint Surg* 1970; 52: 131-44.
- 11) Shannon DC, Riseborough EJ, Kazemi H. *Ventilation perfusion relationships following*

- correction of kyphoscoliosis JAMA 1971; 217: 579-84.*
- 12) Katz J. *Atlas of regional anesthesia. 2nd ed. London:Prentice-Hall International Inc. 1994; 129-31.*
- 13) Southworth JL, Hingson RA. *Continuous caudal anesthesia in surgery. Ann Surg. 1943; 118: 945-70. IN Collins VJ. Principles of anesthesia. 3rd ed. Philadelphia:Lea & Febiger. 1993; 1611-21.*
- 14) 신양식, 조성국, 박윤곤, 문봉기, 박광원, 조정현. 미추마취시 혈중 lidocaine의 농도. 대한 마취과 학회지 1988; 21: 325-30.
- 15) 김일선, 리용재, 권병연. Lidocaine을 이용한 천 추마취가 심혈관계에 미치는 영향. 대한마취 과 학회지 1983; 16: 229-31.
-