경막외마취 후 발생한 심한 저혈압을 동반한 당뇨병성 케톤산혈증 - 증례보고 -

대구가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실

노 윤 석 · 이 도 석 · 이 준 석

Diabetic Ketoacidosis with Severe Hypotension in Epidural Anesthesia - A case report -

Woon Seok Roh, M.D., Do Seok Lee, M.D., and Jun Seok Lee, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Catholic University of Daegu, Daegu, Korea

Morbidity and mortality are higher in diabetics undergoing surgery, which most often reflect various cardiovascular complications. Ketoacidosis is the most serious acute metabolic complications of diabetes perioperatively. Ketoacidosis has adverse effects such as decreased myocardial contractility and peripheral vascular tone, dehydration and electrolyte imbalances. We encountered a case of a 47 year-old man who presented with ketoacidosis and severe hypotension 15 minutes after being administered epidural anesthesia for femoro-popliteal arterial bypass surgery. This case highlights the need for anesthesiologists to consider the possibility that ketoacidosis can mimic severe hypotension due to epidural anesthesia or cardiogenic shock. (Korean J Anesthesiol 2006; 51: 391~4)

Key Words: complication, diabetes mellitus, hypotension, ketoacidosis.

지난 20-30년간 당뇨병의 유병율은 전 세계적으로 증가 추세에 있고,¹⁾ 우리나라에서도 1980년 대 이후 서구화된 생활양식과 비만 인구의 증가 등으로 당뇨병 환자들이 증가하고 있으며²⁾ 마취과 영역에서도 당뇨병을 가진 환자들의 수술이 증가하고 있다. 당뇨병은 만성적으로 심혈관계, 신장, 신경계 등에 손상을 주며, 당뇨병과 관련되어 발생한 관상 동맥 질환, 자율 신경병증, 당뇨병성 신병증 등은 수술기 합병증의 발생에도 직, 간접적인 영향을 줄 수 있다.³⁾ 또한 당뇨병성 케톤산혈증(diabetic ketoacidosis, DKA), 고삼투질성 비케톤성 혼수(hyperosmolar nonketotic coma)와 저혈당증 등과 같은 급성 대사 장애도 수술기 동안 적절한 진단과 치료가 이루어지지 않으면 심혈관계의 불안정을 초래한다. 특히 DKA는 당뇨병으로 인한 급성 대사 장애 중 가장 심각한 합병증으로 심근 수축력 및 말초혈관저항의 감소, 탈수 그리고 전해질 이상을 초래한다. 그러므로 심한 저혈압을 동반한 DKA는 척추 혹은 경막외 마취 후 교감신경차단으로 인한 저혈압이나 마취동안 발생할 수 있는 심

인성 쇼크 등과 감별이 어려울 수 있으므로 주의가 필요하다.

저자들은 하지의 동맥로 우회로술을 시행받는 당뇨병 환자에서 경막외 마취 후 심한 저혈압과 함께 발생한 DKA를 경험하였으므로 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

몸무게 70 kg, 키 170 cm, 47세 남자 환자로 오른쪽 대퇴천동맥(Rt. superficial femoral artery) 폐색증으로 진단받고, 대퇴슬과 동맥 우회로 수술을 위해 수술 1일전 입원하였다. 과거력상 20년 전부터 제 2형 당뇨병을 진단받고 휴먼 인슐린(Mixtard®, Novo Nordisk, Denmark) 하루 2회(아침 식전 40단위, 오후 20단위) 피하 주사 투여로 치료 중이었으며, 입원 당일 저녁에 시행한 혈액 검사에서 혈당은 171 mg/dl, 당화혈색소 8.7%였으며, 혈압 120/80 mmHg, 심박수 80회/분, 호흡수 14회/분, 체온 36.6°C로 활력 징후는 정상이었고, 수술 전 시행한 다른 혈액 검사와 요 검사도 정상이었다. 수술 전 케톤증의 진단을 위한 검사는 시행되지 않았다. 수술 당일 자정부터 금식을 하도록 하였고, 환자는 오후 3시 30분에 수술실에 입실하였으며, 금식 기간 동안 투여된 수액의 총량은 400 ml였다. 마취 전투약은 수술실 도착 30분 전에 midazolam 1 mg을 근주하였으며, 수술실 도착 당시 혈압

논문접수일 : 2006년 4월 20일

책임저자 : 이준석, 대구시 남구 대명 4동 3056-6

대구가톨릭대병원 마취통증의학과, 우편번호: 705-718

Tel: 053-650-4503, Fax: 053-650-4517

E-mail: sj7775@cu.ac.kr

은 110/50 mmHg, 심박수 110회/분이었고 특별히 호소하는 증상은 없었다. 제 3, 4 요추간에 18 G Tuohy 침을 경막외강에 거치하여 epinephrine을 혼합하지 않은 0.75% ropivacaine 150 mg을 주입하고 경막외 카테터를 삽입하였으며, 시험적 용량은 투여되지 않았다. 마취 5분 후 혈압은 105/50 mmHg, 심박수 112회/분이었으며, 마취 10분 후에는 혈압 90/45 mmHg, 심박수 115회/분이었다. 마취 후 환자의 우측 요골 동맥에 카테터를 거치하여 지속적인 동맥압 감시를 하였다. 마취 15분 후 평균 동맥압이 50 mmHg로 감소하여 빠른 수액 공급과 함께 ephedrine 10 mg을 정맥주사하고 마스크를 통해 100% 산소를 투여하였다. 평균 동맥압이 60 mmHg 까지 상승하였으나 다시 서서히 혈압이 하강하여 평균 동맥압 40 mmHg까지 떨어졌고, 심박수는 분당 127회까지 증가하였다. Ephedrine 20 mg을 추가로 투여하고 dopamine을 10 mcg/kg/min의 속도로 점적 주사하였으나 평균 동맥압은 60 mmHg 이상 증가하지 않았으며, 환자는 흉통과 오심, 호흡 곤란을 호소하였다. 침통각(pinprick sensation) 소실을 이용한 환자의 감각 차단 범위는 T4 부위였으며, 동맥혈가스 검사 결과 pH 7.09, PaCO₂ 33.2 mmHg, PaO₂ 395.7 mmHg, HCO₃⁻ 9.9 mmol/L, BE -19.9 mmol/L로 산혈증이 심해 중탄산염 160 mEq를 투여하였다. Ephedrine과 dopamine, 수액 투여에도 불구하고 혈압이 증가되지 않았으며 환자는 계속해서 흉통과 호흡 곤란을 호소하고 심한 흥분 상태를 보여 경막외 마취 40분 후 propofol 50 mg과 rocuronium 45 mg을 투여하고 내경 7.5 mm 기관내 튜브를 삽관하여 전신마취를 시행한 후

중심정맥도관을 거치하였으며, 중심정맥압은 10 cmH₂O 였다. 이때 시행한 동맥혈가스 검사는 pH 7.18, PaCO₂ 36.2 mmHg, PaO₂ 279.0 mmHg, HCO₃⁻ 13.1 mmol/L, BE -14.9 mmol/L, 혈당치는 380 mg/dl 였다. 속효성 인슐린 10 단위와 중탄산염 120 mEq를 정주하고, nitroglycerin 1.0 mcg/kg/min, dobutamine 10 mcg/kg/min, dopamine 점적 주사를 시작하면서 경식도심조음파로 심장의 기능 이상 유무를 관찰하였으나 심근 및 판막기능에 별 다른 이상이 없었다. 한편 평균 동맥압이 60 mmHg 전후로 유지되어 epinephrine 0.2 mcg/kg/min 점적 주사하였으나 별 반응이 없어 norepinephrine 0.1 mcg/kg/min을 점적 주사하였으며, 평균 동맥압은 60 mmHg 정도로 유지되었다. 산혈증의 교정이 잘 되지 않아 혈청 케톤, 혈장 삼투압, 요케톤, 요삼투압, 혈중 전해질 농도 등 당뇨병과 관련된 검사를 의뢰하였다. 마취 100분 후에 시행한 동맥혈가스 검사는 pH 7.09, PaCO₂ 44.6 mmHg, PaO₂ 579.0 mmHg, HCO₃⁻ 13.1 mmol/L, BE -16.7 mmol/L, 중심정맥압 11 cmH₂O, 혈당치는 361 mg/dL 였다. 술중 의뢰한 기타 검사에서 혈청 케톤 3+, 요케톤 3+, 혈장 삼투압 325 mOsmol/L (정상치: 285-294)로 상승하여 DKA를 진단하였다. 이후 적극적인 인슐린 치료와 수액치료를 병행하였다. 먼저 속효성 인슐린 10 단위를 정맥으로 투여하고 5% 포도당 용액 500 ml에 속효성 인슐린 50단위, KCl 30 mEq를 혼합한 수액을 이용하여 인슐린이 시간당 5단위의 속도로 주입되도록 하였다. 이 후 동맥혈가스검사와 혈당검사를 추적 검사하면서 속효성 인슐린 투여 속도를 조절하였다.

Table 1. Summary of Perioperative Laboratory Data

	Preop. value	After induction				After operation			
		20 min	40 min	100 min	160 min	0 hr	2 hr	4 hr	12 hr
Serum glucose (mg/dl)	171		380	361	303	260	250	195	166
ABGA									
pH		7.09	7.18	7.09	7.14	7.23	7.35	7.45	7.43
PaCO ₂ (mmHg)		33.2	36.2	44.6	34.2	30.5	32.8	33.4	37.2
PaO ₂ (mmHg)		395.7	279.0	579.0	367.3	281.0	141.8	134.1	131.8
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)		9.9	13.1	13.1	11.3	12.4	18.8	22.5	24.1
BE (mmol/L)		-19.9	-14.9	-16.7	-17.8	-15.3	-8.3	-1.6	-0.2
Serum ketone				3+			1+		-
Urine ketone	-			3+			3+		-
Serum osmolality (mOsmol/L)				325					292
BUN (mg/dl)	16			20.0			18.0		13.0
Cr (mg/dl)	0.8			1.3			1.2		0.8
Na ⁺ (mEq/L)	136			144			144	143	137
K ⁺ (mEq/L)	3.9			3.6			4.0	4.2	3.8
Cl ⁻ (mEq/L)	101			104			111	111	108

Preop.: preoperative, ABGA: arterial blood gas analysis.

활력 징후도 서서히 개선되어 수술 종료시 평균 동맥압은 70-80 mmHg, 심박동수는 분당 125회로 유지되었다. 수술이 끝나고 환자의 자발 호흡은 좋은 편이었으나, 의식이 약간 혼미하여 기관내삽관을 유지하고 중환자실로 이동하였다. 수술 종료 직후 동맥혈 가스검사 결과 PH 7.23, PaCO₂ 30.5 mmHg, PaO₂ 281.0 mmHg, HCO₃⁻ 12.4 mmol/L, BE -15.3 mmol/L, 산소포화도 99.3%, 혈당 260 mg/dL였다. 수술 중 투여된 수액의 총량은 4500 ml, 소변량은 1550 ml였으며 출혈은 거의 없었다. 중환자실에서 인슐린 치료를 지속하였고 활력징후는 점차 좋아졌고 환자의 의식은 더욱 더 명료해졌다. 중환자실 도착 2시간 후에는 PH 7.35, PaCO₂ 32.8 mmHg, PaO₂ 141.8 mmHg, HCO₃⁻ 18.8 mmol/L, BE -8.3 mmol/L, 산소포화도 98.7%, 중심정맥압 8 cmH₂O, 혈당 250 mg/dL, 혈청 케톤 1+, 요케톤 3+였으며 환자는 발판을 하였고 이후 한 시간마다 동맥혈가스검사와 혈당검사를 측정하였다. 수술 전, 중, 후의 검사 결과들을 표로 정리하였다 (Table 1). 수술 다음날 혈청 및 요 검사에서 케톤체가 검출되지 않았으며 다른 검사결과와 활력징후가 정상조건을 보여 2일 후 일반병동으로 이실하였고 특별한 후유증 없이 퇴원하였다.

고 찰

당뇨병은 심혈관, 신장, 신경계를 포함한 여러 장기에 손상을 일으키는 질환이다. 특히 당뇨병의 합병증 중 DKA, 고삼투질성 비케톤성 혼수와 저혈당증 등은 수술기동안 일어날 수 있으며 발생시 심혈관계의 불안정을 동반한다. 본 증례에서 환자는 경막의 마취 후 심한 혈압 감소와 빈맥과 같은 심혈관계의 불안정이 동반되었다. 초기에는 경막의 마취 후 교감 신경계의 차단으로 인한 저혈압의 발생을 의심하였고, ephedrine과 수액 투여로 혈압을 상승시키고자 하였다. 그러나 환자의 활력징후가 개선되지 않고 흉통의 호소가 동반되어 저자 등은 이의 원인으로 심장의 관상 동맥 질환의 동반 가능성을 고려하였다. 관상 동맥 심장 질환 가능성을 배제하기 위해 시행한 경식도 초음파 검사상 심장의 기능에 특별한 이상이 없어 중탄산나트륨과 적극적인 승압제로 저혈압을 치료하면서 다른 원인을 찾던 중 혈액과 소변검사상 케톤을 확인하고 DKA를 확진할 수 있었고, 이후 적극적인 인슐린 치료와 수액 투여로 혈압과 산혈증을 교정할 수 있었다. 즉 본 증례에서의 심한 혈액학적 변화 및 산혈증의 발생은 일차적으로 당뇨병의 급성 대사성 합병증중의 하나인 DKA에 의한 것이며, 경막의 신경 차단에 의한 말초혈액저류, 혈관내 용적 감소, 확인이 되지 않았지만 당뇨병성 자율 신경병증 등도 직, 간접적으로 영향을 주었다고 판단된다.

DKA는 당뇨병의 가장 심각한 급성 합병증 중의 하나로 사망률이 15%에 이른다.⁴⁾ 이는 주로 제1형 당뇨병에서 나타나며, 제2형 당뇨병 환자에서도 드물지만 발생한다. DKA는 항상 절대적 혹은 상대적 인슐린 결핍이 원인이 되어 발생한다.⁵⁾ 인슐린이 부족하게 되면 지방분해, 단백분해, 케톤체형성 등이 증가하게 되고 이로 인해 DKA를 초래하게 된다. 이 과정은 최소한의 인슐린 분비에 의해 억제될 수 있으며, 제2형 당뇨병 환자에서는 패혈증이나 탈수와 같은 부가적인 스트레스가 없다면 DKA의 발생은 드물다고 한다.⁶⁾ DKA의 발생에 있어 가장 흔한 요인들로는 감염, 치료에 불순응하거나 부적절한 인슐린 치료 등이 있다.⁷⁾ 또한 상대적인 인슐린의 부족 상태에서 스트레스 호르몬의 증가를 야기시킬 수 있는 급성 외상, 수술, 심각한 질병(critical illness), 정신적 스트레스, 단식(fasting), 탈수 등도 DKA의 발생에 원인이 된다.⁸⁻¹⁰⁾ 본 증례에서 DKA가 발생하게 된 정확한 원인을 알 수는 없으나 수술과 마취로 인한 스트레스, 긴 금식 기간 동안 불충분한 수액 보충과 경막의 차단으로 인한 상대적인 탈수 등이 일부 유발 인자로 작용했을 것으로 생각된다. 또한 본 증례의 환자에서 승압제에 반응하지 않은 저혈압이 지속되었는데 이는 당뇨병으로 인한 자율신경기능 부전의 가능성도 배제할 수 없다. 자율신경기능 부전은 제 1형 당뇨병 환자의 40%, 제 2형 당뇨병 환자의 17% 정도에서 관찰된다고 하며,¹¹⁾ 이들 중 일부만이 위마비(gastroparesis), 체위성 저혈압, 안정시 빈맥, 당뇨병성 실사, 방광마비 등의 증상을 나타낸다.¹²⁾ 심혈관계 자율신경기능부전의 정도를 평가하기 위해 사용되는 비침습적이고 손쉽게 사용할 수 있는 측정 방법으로는 깊은 호흡시 심박수 변화, valsalva ratio, 30:15 ratio, 체위성 혈압 변동, 지속적인 손 파악(sustained hand grip)후 혈압 변동 측정 등이 있지만¹³⁾ 이러한 방법들 중 하나의 검사로 자율신경병증의 정도를 평가하기는 매우 어려우며, 여러 가지 검사를 하기에는 번거로운 점이 많아 수술 전 환자 평가 시 마취과 의사들에 의해 일상적으로 시행되지는 않는다.¹⁴⁾ 본 증례에서도 수술 전 방문 시 당뇨병의 합병증에 대한 관상 동맥 질환이나 자율신경병증을 의심할만한 상기 증상들이 없어 이들 합병증에 대한 검사는 추가로 시행하지 않았다.

DKA의 임상 증상은 오심 및 구토, 탈수로 인한 저혈압과 빈맥, Kussmaul's 호흡, 복통, 장폐쇄증, 혼수 등이 있다.¹⁵⁾ 또한 임상 검사상 고혈당증, 대사성 산증, 체내 케톤 농도의 증가가 특징적이다.⁹⁾ 보통 250 mg/dl 이상의 고혈당증과 pH 7.3 이하, 중탄산염 15 mEq/L 이하의 대사성 산증, 소변과 혈액 내 케톤체의 존재, 고삼투압(hyperosmolarity), 저칼륨혈증, 혈액요소질소(blood urea nitrogen)와 크레아티닌 농도의 증가 등도 나타날 수 있다.¹⁵⁾

DKA의 치료는 수액 보충, 속효성 인슐린 정주와 함께 칼

름 등 혈중 전해질과 산염기 상태의 교정, 그리고 DKA 발생의 원인 인자를 평가하고 이를 적절히 교정해 주어야 한다.¹⁵⁾ 혈당 감소를 위한 목표치는 75-100 mg/dl/h이며, 속효성 인슐린을 10 단위 일회 주입 후 지속적으로 정주하며, 이후 혈당 측정을 통해 인슐린 투여 속도를 조절한다.¹⁶⁾ 혈당이 250 mg/dl에 도달하면 5% 포도당액의 주입을 통해 저혈당증을 예방하고, 정상적인 세포내 대사를 위해 포도당을 지속적으로 공급해야 된다. 탈수를 교정하기 위해서는 많은 양의 수액 투여가 필요하며, 수액의 종류는 생리식염수를 사용하는 것이 좋다. 유산염기액의 사용에 대해서는 논란이 있으나 간에서 유산염이 포도당으로 전환되므로 피하는 것이 좋다. 수액투여 방법으로 보통 첫 한 시간에 1-2리터, 그 후에는 시간당 200-500 ml를 투여한다.¹⁷⁾ DKA가 있는 성인에서의 혈관 내 수분 결핍량은 약 5-8 L, 칼륨 결핍은 200-400 mEq, NaCl 결핍량은 350-600 mEq 정도 된다고 한다.¹⁵⁾ 따라서 충분한 수액 투여와 함께 전해질 농도의 평가와 적절한 보충이 필요하다. 산혈증을 교정하기 위한 중탄산염의 투여에 대해서는 논란이 많으나, 일반적으로 수액과 인슐린의 투여로 산증이 교정되기 때문에 중탄산염으로 교정하는 것은 거의 요구되지 않는다. 그러나 pH 7.0-7.1 이하에서 심근 기능의 손상이 있을 수 있으므로 중탄산염의 투여가 고려될 수 있다.¹⁶⁾ 본 증례에서도 초기 산혈증의 진단과 함께 중탄산염을 투여하였으나 산혈증 교정이 잘 되지 않았고, DKA를 확인한 후에는 더 이상의 중탄산염을 투여하지 않고 인슐린 치료를 적극적으로 하여 산혈증을 교정하였다.

당뇨 환자들은 이환 기간이 길수록 여러 가지 장기 합병증을 동반할 가능성이 높아 마취 관리의 어려움과 수술기의 위험성이 증가한다. 본 증례에서 혈압이 승압제의 투여에도 별 변화를 보이지 않은 저혈압을 동반한 DKA가 동반되었기 때문이라고 생각된다. 당뇨병 환자에서 마취 중 DKA가 확진된 보고는 거의 없으며, 이는 흔히 볼 수 없는 현상이다. 모든 당뇨병 환자에서 수술 전 자율신경병증에 대한 평가를 하기는 어려우나, 특히 이환 기간이 긴 환자에서는 이에 대한 검사를 하는 것이 마취 관리에 도움이 될 것으로 생각된다. 또한, 당뇨 환자에서 당뇨로 인한 급성 합병증을 예방하기 위해서는 술 전에 적절한 혈당 조절과 산염기 상태의 평가가 필요하며, 수술 중 DKA의 발생은 드물지만 승압제에 반응이 없는 심한 저혈압과 산혈증이 동반될 경우 DKA의 발생을 의심할 필요가 있으며 적극적인 인슐린 치료가 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Gardner SG, Bingley PJ, Sawtell PA, Weeks S, Gale EAM: Rising incidence of insulin dependent diabetes in children aged under 5 years in the Oxford region: time trend analysis. *Br Med J* 1997; 315: 713-7.
2. Ko SH, Lee WY, Lee JH, Kwon HS, Lee JM, Kim SR, et al: Clinical characteristics of diabetic ketoacidosis in Korea over the past two decades. *Diabet Med* 2005; 22: 466-9.
3. McAnulty GR, Robertshaw HJ, Hall GM: Anesthetic management of patients with diabetes mellitus. *Br J Anaesth* 2000; 85: 80-90.
4. Basu A, Close CE, Jenkins D, Krentz AJ, Nattrass M, Wright AD: Persisting mortality in diabetic ketoacidosis. *Diabet Med* 1993; 10: 282-4.
5. Rosenbloom AL, Hanas R: Diabetic ketoacidosis (DKA): treatment guidelines. *Clin pediatr* 1996; 35: 261-6.
6. Westphal SA: The occurrence of diabetic ketoacidosis in non-insulin-dependent diabetics and newly diagnosed diabetic adults. *Am J Med* 1996; 101: 19-24.
7. Kitabchi AE, Umpierrez GE, Murphy MB, Barrett EJ, Kreisberg RA, Malone JJ, et al: Management of hyperglycemic crises in patients with diabetes. *Diabetes Care* 2001; 24: 131-53.
8. Yan P, Cheah JS, Thai AC, Yeo PP: Current concepts of the pathogenesis and management of diabetic ketoacidosis (DKA). *Ann Acad Med Singapore* 1983; 12: 596-605.
9. Umpierrez GE, Kitabchi AE: Diabetic ketoacidosis: risk factors and management strategies. *Treat Endocrinol* 2003; 2: 95-108.
10. Robertshaw HJ, McAnulty GR, Hall GM: Strategies for managing the diabetic patient. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2004; 18: 631-43.
11. Flynn MD, O'Brien IA, Corral RJ: The prevalence of autonomic and peripheral neuropathy in insulin-treated diabetic subjects. *Diabet Med* 1995; 12: 310-3.
12. Watkins PJ: Clinical observations and experiments in diabetic neuropathy. *Diabetologia* 1992; 3: 2-11.
13. Choi WI, Yoo HK, Ahn YH: Changes of the blood pressure and heart rate by effects of general anesthesia in diabetic autonomic neuropathy patients. *Korean J Anesthesiol* 1997; 32: 800-8.
14. Ewing DJ, Martyn CN, Young RJ, Clarke B: The value of cardiovascular autonomic function test: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care* 1985; 8: 491-8.
15. Stoelting RK, Dierdorf SF: Anesthesia and Co-Existing Disease. 4th ed. Philadelphia, Churchill Livingstone. 2002, p 403.
16. Fleisher LA: Anesthesia and uncommon diseases. 5th ed. Philadelphia, Saunders Elsevier. 2006, pp 450-1.
17. Miller RD: Miller's anesthesia. 6th ed. Philadelphia, Churchill Livingstone. 2005, p 1023.