말기 신부전증 환자의 동정맥루 수술에서 액와 상완 신경총 차단후 Lidocaine 정주로 촉발된 고칼륨성 심정지

— 증례보고 —

대구가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실

송석영 · 신흥동 · 서귀주 · 정진용 · 노운석 · 김봉일

Hyperkalemic cardiac arrest triggered by intravenous lidocaine following axillary brachial plexus block for the creation of an arteriovenous fistula — A case report —

Seok Young Song, M.D., Heung Dong Shin, M.D., Kwi Chu Seo, M.D., Jin Yong Chung, M.D., Woon Seok Roh, M.D., and Bong Il Kim, M.D.

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

Axillary brachial plexus blockade (BPB) is commonly used as an anesthetic method for patients undergoing the creation of an arteriovenous fistula (AVF) during end-stage renal disease (ESRD). Several studies have shown that the combination of intravenous lidocaine and hyperkalemia in ESRD can produce severe conduction disturbance and asystole. Here, we report a case of cardiac arrest in a 41 year old male patient who manifested severe cardiac conduction disturbance during creation of an AVF. Sixty-five minutes after BPB, the intravenous therapeutic doses of lidocaine administered to treat frequent premature ventricular contractions aggravated his heart rhythm and produced a sine wave and ventricular fibrillation. It was assumed that ventricular fibrillation was induced by a combination of local anesthetics administered during BPB and systemic hyperkalemia as a result of the ESRD [ED highlight-please ensure my changes do not alter your intended meaning]. The patient was completely resuscitated 45 minutes after the cardiopulmonary resuscitation and correction of the hyperkalemia. (*Korean J Anesthesiol* 2008; 55: 756~60)

Key Words: arteriovenous fistula, brachial plexus block, end-stage renal disease, hyperkalemia, lidocaine.

동정맥루 수술(creation of arteriovenous fistula)은 말기 신부전증 환자에서 혈액투석을 받기 위해 상지의 동맥과 정맥을 연결시키는 수술이다. 동정맥루 수술을 위한 마취는 전신마취, 상완 신경총 차단 및 국소 마취 모두 가능하지만 술 후 동정맥루의 혈류량 개선 효과가 가장 좋기 때문에 흔히 상완 신경총 차단이 선택되고 있다.¹⁻³⁾ 상완 신경총 차단중 액와부 차단은 쇄골상, 사각근간 차단보다 국소 마취제의 전신 독작용의 빈도가 적다고 알려져 있지만⁴⁾ 동정맥루 수술을 받는 말기 신부전증 환자의 경우 액와부 차단으로 국소마취제의 전신 독작용이 나타날 수도 있으

므로⁵⁾ 주의가 필요하다. 말기 신부전증 환자에서 동반될 수 있는 고칼륨혈증은 심장전도를 억제시킬 수 있는데⁶⁾ 국소마취제와 상호작용하여 서맥, 심실 조기 수축, 심근 전도 장애, 심실 부정맥 등과 같은 심혈관계 독작용을 일으킬 수 있기 때문에^{5,7,8)} 이러한 환자의 동정맥루 수술시 술전 환자 평가와 술중 환자 감시에 세심한 주의가 필요하다.

저자들은 기존 동정맥루의 폐쇄로 혈액 투석을 위한 동정맥루 수술을 받기 위해 내원한 41세의 만성 신부전 환자에서 1.5% mepivacaine 30 ml의 액와부 차단 후 중추신경계 독작용 없이 심전도상 나타난 서맥, 심실 조기 수축과 같은 심혈관계 독작용 증상과 심실 조기 수축을 치료하기 위해 2회의 lidocaine 정주로 촉발된 고칼륨성 심정지를 경험하였다. 45분간의 심폐소생술과 고칼륨혈증의 교정으로 후유증 없이 환자는 소생되었으며, 국소마취제와 고칼륨혈증의 상호 작용에 의한 심혈관계 독성에 대해 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

논문접수일 : 2008년 5월 2일

책임저자 : 노운석, 대구시 남구 대명4동 3056-6

대구가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실

우편번호: 705-718

Tel: 053-650-4522, Fax: 053-650-4517

E-mail: usno@cu.ac.kr

증 례

체중 54 kg, 신장 168 cm인 41세 남자 환자가 만성 신부전증 치료 목적으로 혈액투석을 위한 동정맥루 수술을 받기 위해 입원하였다. 과거력상 10년 전 제 2형 당뇨병으로 진단을 받았으며, 5년 전 고혈압과 당뇨병성 만성 신부전증을 진단받고 복막 투석으로 신부전 치료를 받아오다가 7개월 전 혈액 투석을 위한 동정맥루 수술을 받았다. 내원 5일 전 수술 받은 동정맥루의 기능이 좋지 않아 본원 혈관 외과 외래를 방문하여 동정맥루 재수술을 받기로 하였다. 술전 환자 방문시 외래에서 술전 검사 목적으로 실시한 검사 소견상 Na^+ 140 mM, K^+ 6.7 mM, BUN 66 mg/dl, Cr 10.4 mg/dl로 고칼륨혈증 소견이 있었지만 환자는 입원 2일전에 혈액 투석을 한번 더 받았다고 하였고 입원 후 시행한 심전도상(Fig. 1) QT 간격 연장과 좌각 차단(left bundle branch block, LBBB) 소견 이외에는 정상이었고 고칼륨혈증을 나타내는 심전도 소견이 보이지 않아 추가적인 검사를 시행하지 않고 상완 신경총 차단으로 마취하기로 하였다.

수술 당일 전처치로 midazolam 1.0 mg을 수술실 도착 30분 전에 근육 주사하였으며, 수술실에서 감시 장치로 혈압계, 심전도와 맥박 산소 측정기를 부착하였으며, 신경 차단 전 혈압은 180/90 mmHg이었고 심박수는 85회/분이었다. 좌측 액와 상완 신경총 차단을 위해 환자의 팔을 90도 정도 외전시킨 후 신경 자극기(Stimuplex Dig RC, B. Braun Melsungen AG, Germany)와 50 mm 길이의 22 gauge 신경 자극 바늘(Stimuplex, B. Braun Melsungen AG, Germany)을 사용하였다. 초기 자극 주기와 자극 전류를 1 Hz, 1.0 mA

Fig. 1. Preoperative EKG is presenting complete left bundle branch block and QT prolongation. Corrected QT interval is 469 millisecond (ms) (normal values < 440 ms).

로 선택한 다음, 액와 동맥을 향하여 바늘을 서서히 진입한 후 신경 자극에 의해 아래팔의 굴전을 유발하였으며, 0.5 mA로 자극 전류를 낮춘 후에도 같은 반응이 유지되어 1.5% mepivacaine 30 ml를 서서히 주입하였다. 신경 차단 15분 후 적절한 감각 차단이 이루어진 것을 pinprick test로 확인하고 수술을 진행시켰다. 차단 25분 후 혈압 160/90 mmHg, 심박수가 45-55회/분으로 감소하며 심전도상 QRS 복합체가 넓고 T 파가 높은 심실 조기 수축 소견이 간헐적으로 나타났다. 즉시 1% lidocaine 50 mg과 atropine 0.5 mg을 투여하였지만 반응이 없었고 오히려 심박수가 일시적으로 35-40회/분으로 떨어졌다가 50회/분으로 유지되었다. 그러나 환자의 의식은 명료하였고, 특별한 불편감을 호소하지 않아 수술을 지속시켰다. 신경차단 55분 후 심실 조기수축은 bigeminy 형태로 바뀌었고, T 파 높이가 더 높아지는 것 같아 1% lidocaine 50 mg을 추가로 주었다. 그러나 환자는 lidocaine에 전혀 반응을 하지 않았으며, 오히려 lidocaine 정주 10분 후 심전도 소견이 sine wave 형태로 변하면서 곧 심실 세동 형태로 바뀌었다(Fig. 2). 곧장 기관내 삽관 후 심폐 소생술을 시작하였고 심장 마사지를 100회/분 및 호흡수를 8-10 회/분으로 유지하면서 5분 간격으로 구조자를 교대하였다. 단극성 제세동기(Codemaster XL, HP, USA)가 도착하여 360 J을 선택하여 제세동을 시행하였지만 반응이 없어서 2분간 심장 마사지 및 인공 호흡을 시행하였으나 심전도 확인시 심장 리듬이 돌아오지 않았다. 다시 360 J로 제세동을 시행하였지만 반응이 없어서 epinephrine 1 mg과 atropine 0.5 mg을 정주하였다. 고칼

Fig. 2. This picture is showing the perioperative changes of blood pressure and heart rate. Intravenous lidocaine triggered severe bradycardia and cardiac arrest in end-stage renal failure with severe hyperkalemia.

류혈증에 의한 심정지가 의심되어 이를 치료할 목적으로 50% 포도당 용액 20 ml에 속효 인슐린(regular insulin) 15 U를 혼합 정주하였고,⁹⁾ 8.4% NaHCO₃ 40 ml, CaCl₂ 600 mg을 정주하였다. 또 심폐 소생술 시행과 동시에 지속적 혈압 감시와 혈액 가스분석을 위하여 대퇴 동맥을 통한 도관을 거치를 시도하였다. 심장 마사지와 인공 호흡을 지속적으로 하면서 우측 서혜부 부근에서 맥박을 감지하여 도관을 거치한 후, 심정지 25분경 실시한 혈액 가스 분석 소견상 pH 7.18, PCO₂ 56 mmHg, PO₂ 15 mmHg, Na⁺ 130 mM, K⁺ 7.4 mM, Ca²⁺ 1.05 mM으로 나왔으며, 산소 포화도는 12%이었다. 고칼륨혈증에 의한 심정지로 확신하고 추가로 50% 포도당 용액 20 ml에 속효 인슐린 15 U를 혼합 정주하였고 8.4% NaHCO₃ 40 ml를 정주하였다. 3-4분 후(심정지 28분 후) 360J의 제세동에 반응하여 환자의 심장리듬이 돌아왔다. 지속적 혈압 감시기 상에서 수축기 혈압이 60-70 mmHg로 다소 불안정하여 epinephrine을 0.1-0.2 μ g/kg/min의 속도로 지속 정주한 상태에서 심장 마사지와 인공 호흡을 20분간 더 지속하였다. 심장리듬이 돌아오고 20분 후 측정한 혈액 가스분석 소견상 pH 7.31, PCO₂ 54 mmHg, PO₂ 53 mmHg, Na⁺ 130 mM, K⁺ 6.1 mM, Ca²⁺ 0.9 mM으로 나왔으며 산소 포화도는 84%이었다. 이 때 측정한 맥박 산소 포화도는 100%이었으며 이중분광 계수(bispectral index score, BIS)는 61점이었다. 이때 경동맥 측진시 강한 맥박이 측지되어 우측 서혜부에 거치된 도관이 대퇴정맥에 거치되었음을 짐작하고 심장 마사지를 중지하였다. 그리고, 우측 서혜부 맥박을 측지하여 이미 거치된 도관의 1 cm 외측에 동맥 도관을 거치하였다. 침습적 대퇴동맥 혈압은 180/100 mmHg이었고, 이때 측정된 혈당치가 450 mg/dl로 나와 고칼륨혈증의 치료 목적으로 속효 인슐린 15 U만 추가 정주하였다. 이후 수술은 취소되었으며, 액와 상완 신경총 차단 120분 후 환자의 혈중 칼륨치가 4.1 mmol/L로 떨어진 것을 확인하고, 기관내 삽관이 된 채 환자를 중환자실로 이송하였으며, 인공 호흡기로 조절 환기를 하였다. 중환자실에서 환자의 흉부 방사선 촬영상 경미한 급성 폐부종이 동반되었으며, 고칼륨혈증을 치료하기 위해 혈액 투석용 중심 정맥 카테터(GamCath[®] Catheter, Gambro, Germany)를 삽입 후 혈액 투석을 받았다. 환자는 심정지 7시간 후 의식이 명료하게 돌아왔으며, 특별한 신경학적 후유증이 없는 것을 확인하고 다음날 아침 인공 호흡기를 이탈하고 기관내 튜브를 발관하였다. 이 후 환자는 신장 내과에서 혈액 투석으로 산염기 및 전해질 조절을 한 다음 심정지 11일째 1.5% mepivacaine 30 ml를 이용한 좌측 액와 상완 신경총 차단하에서 동정맥루 수술을 받았으며, 특별한 합병증 없이 퇴원하였다.

고 찰

본 증례는 말기 신부전 환자의 동정맥루 수술시 1.5% mepivacaine 30 ml로 시행한 액와 상완 신경총 차단 후 심실 조기 수축을 치료하기 위해 정주된 lidocaine과 환자의 고칼륨혈증의 심장 전도 억제 효과가 상승 작용을 하여 심혈관계 독작용 증상과 심정지가 초래된 경우로 판단된다. 특히 본 증례에서 심정지 바로 전까지 발작, 혼미 등과 같은 중추 신경계 독작용 증상이 전혀 없었으며, 심정지가 액와 상완 신경총 차단 후 65분 후에 발생하였던 점 등을 볼 때 mepivacaine의 혈관내 주입으로 인한 국소마취제의 전신 독작용과는 차이를 보여주고 있다. 또한 차단 15분 후 충분한 감각 차단이 확인되었던 점과 차단 25분 후부터 서서히 나타나기 시작한 서맥과 심실 조기 수축은 수술 전 효과적으로 조절되지 않은 고칼륨혈증 단독 효과로 보기는 어려우며 상완 신경총 차단으로 정상적으로 전신 흡수된 mepivacaine이 심장전도억제효과를 증폭시켰을 것으로 생각된다. 이러한 상황에서 또 다른 심장 전도 억제제인 lidocaine 정주로 심장 전도 억제가 더욱 악화되어 심정지로 이행되었다고 생각된다.

말기 신부전증 환자에서 흔히 볼 수 있는 고칼륨혈증은 심장 세포막 생리에 큰 변화를 초래하여 심한 심장 전도 장애나 무수축을 초래할 수 있다.⁶⁾ 고칼륨혈증이 심장전도를 억제하는 전기 생리학적인 기전은 고칼륨혈증에 의한 안정기의 탈분극과 이로 인한 세포막에 있는 나트륨 이온 통로(Na⁺ channel)의 불활성화와 관련이 있다.¹⁰⁾ 안정기의 세포막이 탈분극 상태로 변화되어 나트륨 이온 통로가 불활성화되면 활성 전위 동안 이용될 수 있는 나트륨 이온 통로의 수가 감소하게 되고 세포내로 나트륨 이온 유입율이 감소된다. 심장 전도 속도는 나트륨 이온 유입율에 비례하기 때문에 고칼륨혈증이 있을 경우 심장 전도 속도는 감소하게 된다.¹¹⁾ 그러므로 고칼륨혈증이 있을 경우 심장 전도 속도를 감소시키는 약제를 함께 사용할 때에는 주의가 필요하다. 응급상황에서 사용할 수 있는 나트륨 이온 채널 차단 효과가 있는 약물로는 항히스타민제, 베타차단제, phenothiazines, 국소마취제, 삼환 항우울제와 코가인 등이 있다.¹²⁾

고칼륨혈증이 있는 경우 부위 마취 자체가 금기인지는 여전히 논란이 되고 있다. Moore와 Bridenbaugh는¹³⁾ 고칼륨혈증은 bupivacaine의 사용에 금기는 아니라고 했지만 Gould와 Aldrete는⁵⁾ 고칼륨혈증이 동반된 신부전증 환자에서 bupivacaine 250 mg으로 액와부 차단후 전신 독작용의 첫번째 증상은 서맥과 저혈압이며 경련과 같은 중추 신경계 독작용 없이도 bupivacaine 독작용에 대한 심근 감수성이 증가된다고 하였다. Solomonson 등은¹⁴⁾ 동정맥루 수술을 받는

신부전증 환자에서 심장관련 위험요소를 증가시키는 인자로 동정맥루 수술을 받은 병력, 고령과 심근경색 병력이 있으며 성, 당뇨병, 고혈압 및 마취방법 등은 관련성이 낮았다고 했다. 그들은 동정맥루 수술 기왕력이 있는 경우가 위험인자가 되는 것은 동정맥루 수술 기왕력 자체가 만성신부전의 심혈관계 및 면역억제 효과에 더 오랫동안 노출되었다는 표시인자로 볼 수 있기 때문이라고 했다. 또한 동정맥루 수술 기왕력이 있는 환자는 본 증례에서처럼 동정맥루의 폐쇄로 인해 수술 전 고칼륨혈증이 잘 조절이 되지 않는 상태에서 수술실에 들어올 가능성이 높으므로 위험군에 포함될 수 있다고 생각된다.

수술실 이외에서 국소 마취제와 고칼륨혈증의 상호 작용에 의한 심정지에 대한 보고는 심실성 부정맥의 치료 일환으로 사용되는 lidocaine 정주와 관련이 있다. McLean 등은⁸⁾ 고칼륨혈증이 동반된 만성 신부전증 환자의 넓은 QRS 복합체 빈맥의 치료로 lidocaine 100 mg 정주로 인해 심정지를 초래한 2례를 보고하였다. 본 증례가 조절되지 않은 고칼륨혈증과 심실성 부정맥을 치료하기 위해 투여한 lidocaine의 상호작용에 의해 심정지가 초래된 점은 McLean 등의⁸⁾ 증례와 유사하다고 생각된다. 본 증례에서 수술전 고칼륨혈증을 간과한 것은 수술 5일전 칼륨치가 6.7 mM이었지만 수술 3일전 기존 동정맥루를 이용하여 1-2시간 혈액투석을 받은 병력이 있었고, 술전 1일전 심전도상 QT 간격 연장과 LBBB 소견을 보였지만 고칼륨혈증을 시사하는 Tall-T wave, PR기간 연장, P wave소실, sine wave, 서맥과 심실성 부정맥과 같은 뚜렷한 증상이 없어 혈중 칼륨치를 다시 측정하지 않고 수술을 진행시켰다. 만성 신부전 환자는 본 증례에서와 같이 고칼륨혈증에 내성을 보이는 경우가 있으며 고칼륨혈증과 심전도소견이 일치하지 않는 경우가 있다고 한다.⁶⁾ 그럼에도 불구하고 심전도는 신부전환자를 포함한 모든 환자의 고칼륨혈증의 관리에 있어서 가장 중요한 척도로 사용되고 있기 때문에⁶⁾ 동정맥루 수술환자의 수술전 환자평가지 심전도와 수술직전의 칼륨농도의 측정을 아울러 시행하는 것이 안전할 것으로 생각된다.

마취 전 중 후에 흔히 볼 수 있는 심실조기수축은 심실성 부정맥의 가장 흔한 형태로 상황에 따라서는 심실성 빈맥 혹은 심실세동으로 이행할 가능성으로 인해¹⁵⁾ 마취과 영역에서는 전통적으로 lidocaine을 정주하여 치료하여 왔다. 그러나 이런 경험적인 lidocaine의 사용은 점차적으로 사용이 줄어들고 있는데 그 이유로 lidocaine은 심허혈동안 심실 부정맥을 억제하지만 예방적 lidocaine의 사용과 높은 치명률과 관련이 있으며, sinus arrest, atrioventricular block 혹은 경련과도 관련이 있음이 밝혀지고 있기 때문이다.¹⁶⁾ 또한 심실세동을 가진 환자에서 lidocaine은 생존율을 낮추었으며, 제세동후 무수축의 빈도가 amiodarone보다 높았다고 한다.¹⁷⁾

이러한 근거에 의해서 2005년 심폐소생술 가이드라인에서는 amiodarone을 심실성 부정맥의 치료에서 초기에 사용할 것을 추천하고 있다.¹⁸⁾ 특히 lidocaine의 심근에 대한 영향은 치명적일 수가 있는데, 예를 들면 본 증례와 같이 고칼륨혈증과 같은 경우이며 이런 경우 lidocaine의 사용을 피하는 것이 안전하다.

고칼륨성 심정지 치료를 고려해 볼 때 본 증례에서와 같이 고칼륨혈증이 교정될 때까지 심폐소생술을 지속하는 것이 중요하다.⁶⁾ 이런 경우 심폐소생시 가장 먼저 선택할 약은 epinephrine과 칼슘이다. Alfonso 등은⁶⁾ 강력한 교감 신경계 항진제인 epinephrine은 칼륨의 세포내 유입을 유도하여 세포의 칼륨 농도를 낮추는데 기여를 하고 칼슘은 칼륨을 낮추는 효과는 없지만 심장 세포막의 흥분성을 막고, 고칼륨혈증에 의한 부정맥을 예방한다고 하며 혈중 칼슘 농도가 정상일 지라도 칼슘 사용을 권한다고 했다. 그 외에도 포도당 및 인슐린 정주, NaHCO₃ 투여 등이나 이등식 혈액 투석기를 통한 응급 혈액 투석을 응급 심폐 소생술과 동시에 시행하는 것도 하나의 해결책이 될 수 있다.^{6,19)}

결론적으로 본 증례는 말기 신부전 환자의 동정맥루 수술의 마취관리에 있어서 고칼륨혈증과 국소 마취제의 상호 작용으로 인해 치명적인 심혈관계 독작용이 초래될 수 있음을 보여준다. 그러므로, 위험인자로 알려진 고령, 환자의 심장 상태, 이전의 동정맥루 수술 기왕력에 대한 환자에 대해서는 수술 전 환자 평가시 세심한 주의가 필요하며, 수술 전 심전도 소견상 전형적인 고칼륨혈증 소견이 없더라도 전해질 검사를 통하여 혈중 칼륨 농도의 확인하는 것이 안전할 것으로 생각된다. 또한 이러한 환자를 위한 상완 신경총 차단시 수술도중 발생한 부정맥의 치료를 위해서 습관적으로 행하는 lidocaine 정주는 신중하게 생각해야 한다.

참 고 문 헌

1. Mouquet C, Bitker MO, Bailliant O, Rottembourg J, Clergue F, Montejo LS, et al: Anesthesia for creation of a forearm fistula in patients with endstage renal failure. *Anesthesiology* 1989; 70: 909-14.
2. Hingorani AP, Ascher E, Gupta P, Alam S, Marks N, Schutzer RW, et al: Regional anesthesia: Preferred technique for venodilation in the creation of upper extremity arteriovenous fistulae. *Vascular* 2006; 14: 23-6.
3. Alsalti RA, el-Dawlatly AA, al-Salman M, Jomaa S, Amro K, Dweiri MA, et al: Arteriovenous fistula in chronic renal failure patients: comparison between three different anesthetic techniques. *Middle East J Anesthesiol* 1999; 15: 305-14.
4. Brown DL, Ransom DM, Hall JA, Leicht CH, Schroeder DR, Offord KP: Regional anesthesia and local anesthetic-induced systemic toxicity: seizure frequency and accompanying cardiovas-

- cular changes. *Anesth Analg* 1995; 81: 321-8.
5. Gould DB, Aldrete JA: Bupivacaine cardiotoxicity in a patient with renal failure. *Acta Anaesthesiol Scand* 1983; 27: 18-21
6. Alfonzo AV, Isles C, Geddes C, Deighan C: Potassium disorders--clinical spectrum and emergency management. *Resuscitation* 2006; 70: 10-25.
7. Avery P, Redon D, Schaenzer G, Rusy B: The influence of serum potassium on the cerebral and cardiac toxicity of bupivacaine and lidocaine. *Anesthesiology* 1984; 61: 134-8.
8. McLean SA, Paul ID, Spector PS: Lidocaine-induced conduction disturbance in patients with systemic hyperkalemia. *Ann Emerg Med* 2000; 36: 615-8.
9. Kamel KS, Wei C: Controversial issues in the treatment of hyperkalaemia. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18: 2215-8.
10. Vassalle M, Greenspan K, Jomain S, Hoffman BF: Effects of potassium on automaticity and conduction of canine hearts. *Am J Physiol* 1964; 207: 334-40.
11. Ettinger PO, Regan TJ, Oldewurtel HA: Hyperkalemia, cardiac conduction and the electrocardiogram: a review. *Am Heart J* 1974; 88: 360-71.
12. Cairns CB, Paradis NA: Empiric lidocaine: deja vu (all over again?). *Ann Emerg Med* 2000; 36: 626-7.
13. Moore DC, Bridenbaugh LD: Does hyperkalemia contraindicate the use of bupivacaine or the use of succinylcholine to treat bupivacaine-induced toxicity in humans? *Anesthesiology* 1985; 62: 195-7.
14. Solomonson MD, Johnson ME, Ilstrup D: Risk factors in patients having surgery to create an arteriovenous fistula. *Anesth Analg* 1994; 79: 694-700.
15. Stoelting RK, Dierdorf SF: *Anesthesia and co-existing disease*. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone Inc. 1993, pp 71-2.
16. MacMahon S, Collins R, Peto R, Koster RW, Yusuf S: Effects of prophylactic lidocaine in suspected acute myocardial infarction: an overview of results from randomized, controlled trials. *JAMA* 1988; 260: 1910-6.
17. Sadowski ZP, Alexander JH, Skrabucha B, Dydzyszynski A, Kuch J, Nartowicz E, et al: Multicenter randomized trial and a systematic overview of lidocaine in acute myocardial infarction. *Am Heart J* 1999; 137: 792-8.
18. Hong MF, Dorian P: Update on advanced life support and resuscitation techniques. *Curr Opin Cardiol* 2005; 20: 1-6.
19. Lin JL, Huang CC: Successful initiation of hemodialysis during cardiopulmonary resuscitation due to lethal hyperkalemia. *Crit Care Med* 1990; 18: 342-3.