관상동맥우회술을 위한 내시경두경정맥채취 시 동맥혈액가스의 변화

인제대학교 의과대학 상계백병원 마취통증의학교실, *흉부외과학교실

강동욱 · 유병훈 · 이상석 · 연준흠 · 송철민* · 장지민*

The Change of Arterial Blood Gas during Endoscopic Saphenous Vein Harvesting for Coronary Artery Bypass Grafting

Dong Uk Kang, M.D., Byung Hoon Yoo, M.D., Sang Seok Lee, M.D., Jun Heum Yon, M.D., Cheol Min Song, M.D.*, and Ji Min Chang, M.D.*

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine, *Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea

Background: Endoscopic surgical procedure has recently been applied to not only intraabdominal or intrathoracic surgery but also saphenous vein harvesting, because it is less invasive and more cosmetically advantageous. Carbon dioxide insufflation during an endoscopic saphenous vein harvesting may cause an adverse effects on arterial blood gas and hemodynamic variables. This study was conducted to evaluate the safety of carbon dioxide insufflation during endoscopic saphenous vein harvesting.

Methods: Patients in ASA physical status III or IV, scheduled for an endoscopic saphenous vein harvesting (n=30) were gathered for the evaluation. Until the end of the procedure, controlled mechanical ventilation (tidal volume: 10 ml/kg, respiratory rate: 10 rates/min) and ventilator mode was fixed in this tidal volume and respiratory rate. Arterial blood gas analysis, end-tidal carbon dioxide, blood pressure and heart rate were measured before and at 10, 20, 30, 40 minutes after carbon dioxide insufflation.

Results: Preinsufflation values of PaCO₂ (partial pressure of arterial carbon dioxide) and P_{ET}CO₂ (partial pressure of end-tidal carbon dioxide) were 33.4 ± 3.6 mmHg and 24.1 ± 4.1 mmHg, respectively. PaCO₂ was significantly increased at 30 and 40 minutes after carbon dioxide insufflation (40.1 ± 7.4 mmHg and 41.4 ± 8.6 mmHg). P_{ET}CO₂ was significantly increased at 20, 30 and 40 minutes after carbon dioxide insufflation (27.6 ± 5.5 mmHg, 28.9 ± 7.0 mmHg and 29.6 ± 7.8 mmHg). But, the magnitude of difference between PaCO₂ and P_{ET}CO₂ was not significantly different.

Conclusions: During endoscopic saphenous vein harvesting, PaCO₂ was significantly increased compared with preinsufflation values. Careful monitoring of PaCO₂ is mandatory during the procedure. (Korean J Anesthesiol 2007; 53: 194~8)

Key Words: arterial blood gas, coronary artery bypass grafting, endoscopic surgical procedure, saphenous vein.

서 론

큰두경정맥(greater saphenous vein)은 관상동맥우회술(coronary artery bypass grafting, CABG)을 시행하는데 흔히 사용되는 혈관 중 하나이다. 긴 절개가 필요한 전통적 개방정맥채취(open vein harvesting)는 혈종, 피부 괴사, 부종, 연조직염(cellulitis), 두경 신경병증(saphenous neuropathy) 등의 합병

증이 6.8%에서 43.8%까지 나타난다.¹⁻³⁾ 이에 반해 내시경두경정맥채취(endoscopic saphenous vein harvesting, EVH)는 합병증 발생이 적고, 술 후 통증이 적으며, 미용상으로 우수하고, 조기 보행이 가능할 뿐만 아니라 재원 기간이 줄어들어 환자를 보다 빨리 일상생활에 복귀시킬 수 있다는 장점이 있어 CABG 시행시에 사용이 증가하는 추세이다.

EVH시 적절한 수술 시야를 확보하기 위해서 가스의 주입이 필요하다. 이산화탄소는 빨리 흡수되고, 불에 타지 않으며, 열을 거의 전달하지 않기 때문에 전기 소작이 필요한 내시경 수술에서 일반적으로 사용된다.⁴⁾ 이때 이산화탄소가 피하 조직내로 지속적으로 주입되고 체내로 확산됨으로 인하여 발생하는 호흡계 및 심혈관계의 변화와 여러 가지 합병증들이 보고되고 있다.⁵⁻⁷⁾

따라서 본 연구의 목적은 EVH시 이산화탄소를 주입하여

논문접수일 : 2007년 2월 22일

책임저자 : 유병훈, 서울시 노원구 상계7동

상계백병원 마취통증의학과, 우편번호: 139-707

Tel: 02-950-1173, Fax: 02-950-1323

E-mail: twowind@sanggyepaik.ac.kr

이 논문은 인제대학교 의과대학 2003년도 학술 연구비 보조로 이루어짐.

수술 시야를 확보하고자 할 경우 이산화탄소 주입이 동맥혈가스 변화와 이에 따른 혈액학적 변화에 미치는 영향을 평가하는데 있다.

대상 및 방법

전신마취하에 CABG 예정인 환자 중 미국마취과학회 신체등급 분류 3 또는 4에 해당하는 30명의 환자를 대상으로 하였다. 헬싱키 선언에 입각하여, 환자와 보호자에게 연구의 목적과 연구 참여중 일어날 수 있는 정신적, 신체적 위험을 충분히 설명한 후 환자 또는 보호자로부터 서면동의서를 받았으며, 본원 병원윤리위원회의 심의를 통과하였다. 심장 기능이 심하게 저하된 환자(박출 계수 < 25%), 최근 심근경색증 환자, 수술전 수축촉진제나 대동맥내풍선펌프를 사용한 환자들은 연구대상에서 제외하였다.

환자들에게 전투약은 하지 않았으며, 수술실 도착 후 산소 5 L/min를 마스크로 투여하면서 심전도, 비침습자동혈압기, 맥박산소측정기, BIS 감시장치(A-2000 XP monitor, Aspect Medical Systems, USA), 뇌산소측정기(Invos, Somanetics, USA)를 부착하고, modified Allen's test를 시행하여 척골동맥의 측부 순환여부를 확인한 후 국소마취 하에 좌측 요골동맥에 20 gauge 카테터를 삽입하였다.

마취유도를 위해 목표 농도 조절 주입(target controlled infusion, TCI) 시스템(Orchestra[®], Fresenius Vial, France)을 이용하여 propofol TCI 효과치 농도 1.5-2.0 μ g/ml, remifentanyl TCI 효과치 농도 6 ng/ml로 설정한 후 투여하였다. 눈을 떠보라는 명령에 반응하지 않고 속눈썹반사가 소실된 시기를 의식소실시기로 판단하여 의식의 소실을 확인한 후 vecuronium 0.12 mg/kg을 투여하고 기관내삽관을 시행하였다. 마취유지를 위해 산소 2 L/min, 공기 3 L/min와 propofol TCI 효과치 농도 1.5-2.0 μ g/ml, remifentanyl TCI 효과치 농도 4-10 ng/ml 범위내에서 사용하였고, BIS는 40-60 범위내에서 유지하였다. Vecuronium은 흉골을 닫을 때까지 1.0 μ g/kg/min으로 투여하였다. 마취유도 직후 우측 속목정맥(internal jugular vein)에 폐동맥 카테터를 삽입하여 중심정맥압, 심박출량, 폐동맥압, 폐동맥쇄기압 등을 감시하였으며,

좌측 넙다리동맥(femoral artery)에 카테터를 삽입하여 지속적인 혈압 측정과 동맥혈가스분석을 위한 혈액 채취 경로로 이용하였다.

환기기(Primus[®], Drager Medical, Germany)의 환기 방식은 기계적 조절 환기(controlled mechanical ventilation, CMV), 일회호흡량 10 ml/kg, 호흡수 10회/분으로 설정하였으며, EVH를 마무리할 때까지 고정된 채로 유지하였다. EVH시 이산화탄소를 4 L/min의 유량으로 주입하기 시작하였으며, 공간내압을 최대 12 mmHg으로 유지하였다. 이산화탄소 주입전과 이산화탄소 주입 후 10분, 20분, 30분, 40분에 넙다리동맥으로부터 혈액을 채취하여 pH, PaCO₂ (partial pressure of arterial carbon dioxide)를 측정하고, 동시에 P_{ET}CO₂ (partial pressure of end-tidal carbon dioxide), 혈압, 심박수를 측정하였다. 본원에서의 EVH시 걸리는 시간은 30-60분 가량 소요되는데, 실험에서 제외되는 대상을 최소로 하면서 이산화탄소가 주입되는 시간을 최대한 길게 하여 그 변화를 알아보고자 40분까지 측정하기로 하였다.

모든 측정치는 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였다. 이산화탄소 주입전 기준치와 비교하여 시간 경과에 따른 pH, PaCO₂, P_{ET}CO₂, 혈압, 심박수의 차이를 비교하기 위하여 반복측정 분산분석을 실시하였으며, 유의한 차이를 보이는 경우에는 pairwise comparison으로 Bonferoni test를 하였다. 통계 처리는 SAS PC (version 9.13)를 사용하였으며, P값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 보았다.

결 과

대상 군의 성별, 나이, 신장, 체중, 수술시간은 Table 1과

Fig. 1. The change of pH during carbon dioxide insufflation. The pH was significantly decreased during carbon dioxide insufflation compared with preinsufflation values. *P < 0.05 compared with preinsufflation pH.

Table 1. Demographic Data

Sex (M/F)	13/17
Age (yr)	67.1 $\pm$ 9.9
Height (cm)	159.0 $\pm$ 11.9
Weight (kg)	66.8 $\pm$ 10.6
Operation time (minutes)	460.0 $\pm$ 118.5

Values are expressed as mean $\pm$ SD or number of patients.

Fig. 2. The change of PaCO₂ and PETCO₂ during carbon dioxide insufflation. The PaCO₂ and PETCO₂ were significantly increased during carbon dioxide insufflation compared with preinsufflation values. PaCO₂: partial pressure of arterial carbon dioxide, PETCO₂: partial pressure of end-tidal carbon dioxide. *P < 0.05 compared with preinsufflation values.

같다.

EVH 시행 전에 측정한 pH, PaCO₂, PETCO₂ 값은 각각 7.47 ± 0.04 , 33.4 ± 3.6 mmHg, 24.1 ± 4.1 mmHg이었다. pH는 이산화탄소 주입 후 20분(7.43 ± 0.06), 30분(7.42 ± 0.06), 40분(7.41 ± 0.08)에 유의한 감소 소견을 보였다(Fig. 1). PaCO₂는 이산화탄소 주입 후 30분(40.1 ± 7.4 mmHg), 40분(41.4 ± 8.6 mmHg)에 유의한 증가 소견을 보였고, PETCO₂는 이산화탄소 주입 후 20분(27.6 ± 5.5 mmHg), 30분(28.9 ± 7.0 mmHg), 40분(29.6 ± 7.8 mmHg)에 유의한 증가 소견을 보였다(Fig. 2). PaCO₂와 PETCO₂의 차이에서는 유의한 변화를 보이지 않았다.

EVH시 혈압과 심박수는 유의한 변화를 보이지 않았다.

고 찰

큰두령정맥의 채취는 CABG 시행받는 환자에서 흔히 행해지는 시술이다. 이 환자들에서 EVH는 긴 절개를 하는 전통적인 방법에 비해 합병증이 감소하고 환자 만족도가 증가하는 것으로 알려져 있다.⁸⁻¹⁰⁾

Trendelenburg 자세에서 부인과적 복강경 또는 head-up 자세에서 복강경 담낭절제술을 시행받는 동안 CMV 방식으로 환기되는 환자에서 PaCO₂는 점진적으로 증가하여 이산화탄소를 주입한 지 15-30분 후에 고원(plateau)을 이룬다.^{11,12)} 이산화탄소 주입 후 PaCO₂는 여러 가지 원인에 의해 증가하게 되는데 가장 주된 기전은 이산화탄소 주입 장소로부터

터의 흡수 때문이며, 주입 가스의 확산성과 접촉면의 넓이, 접촉면의 관류 상태에 영향을 받는다.¹³⁾ 그 외 복부 팽만, 환자의 체위, 강제 환기, 감소된 심박출량으로 유발된 환기-관류 불균형으로 인하여 PaCO₂는 증가하게 된다. 일정 시간이 지난 후 더 이상 PaCO₂가 증가하지 않는 이유는 체내의 이산화탄소 저장 용적의 한계와 접촉면에 대한 압력 증가로 국소 관류 장애가 발생하기 때문이다.¹⁴⁾ 고탄산혈증은 이산화탄소를 이용한 복강경 수술에서 뿐만 아니라, 복막외 시술이나 기타 피하 주입시에도 발생할 수 있다. 부인과적 복강경이나 복강경 담낭절제술에서와 같이 복부에 이산화탄소를 주입하여 시야를 확보하는 방식과 달리 피하조직내로 이산화탄소를 주입하여 시야를 확보하는 내시경갑상선절제술이나 EVH와 같은 경우에는 PaCO₂의 변화가 복강내로 이산화탄소를 주입하는 경우와 다른 것으로 알려져 있다.¹⁵⁻¹⁷⁾ Mullett 등은 복강내 이산화탄소 주입시 PaCO₂가 15-30분 내에 평형을 이루는 것과는 달리 복강외 이산화탄소 주입시에는 PaCO₂가 이산화탄소의 주입이 끝날 때까지 평형을 이루지 않고 지속적으로 증가하였으며, 체내로의 이산화탄소 확산이 복강내 이산화탄소 주입시보다 복강외 이산화탄소 주입시에 더 현저하게 일어난다고 보고하였다. 그 이유로 복강외 주입이 이산화탄소와 접촉하는 교환면의 성질 때문에 평형 상태에 도달하기까지 좀 더 많은 시간이 필요하며, 복강외 공간의 지속적인 박리로 인하여 가스 교환 면적 또한 지속적으로 증가하기 때문이라고 하였다.¹¹⁾

Bellantone 등은 돼지를 이용한 내시경갑상선절제술 연구에서 이산화탄소 주입 압력을 10 mmHg로 유지시 PaCO₂가 약간 증가하였으나 유의하지 않은 정도였고, 산증과 혈액학적 변화 소견도 나타나지 않았으나, 15 mmHg 이상으로 유지시에는 유의한 고탄산혈증, 산증 및 혈압의 증가 소견을 보였다. 결국 15 mmHg보다 높은 주입 압력의 사용은 대사 및 혈액학적 합병증에 대한 위험도를 증가시키기 때문에 피해야 한다고 하였다.¹⁸⁾ 심폐기능의 이상이 없는 환자에서 내시경갑상선절제술시 이산화탄소 주입 압력을 6 mmHg로 제한하는 경우에 30분까지는 의미있는 PaCO₂의 상승을 보였으나 정상 범위 내에서의 상승이었고 30분 이후부터는 PaCO₂의 상승 없이 평형상태를 이루었으며 혈압과 심박수를 포함한 활력 징후에서 특이한 변화를 보이지 않았다.¹⁹⁾ 이는 복막외로 이산화탄소를 주입하는 내시경갑상선절제술에서 주입 압력을 6 mmHg로 제한하여 시행할 경우 PaCO₂ 감시하에 분시 환기량의 증가 없이 마취를 안전하게 수행할 수 있음을 보여주었다.¹⁹⁾ Rudston-Brown 등은 돼지를 모델로 한 실험 연구에서 이산화탄소의 피하 주입으로 인하여 고탄산혈증과 호흡산증이 발생할 수 있음을 보여주었다.²⁰⁾ 또한 피하 기종의 정도와 고탄산혈증 및 산증의 정도는 주입된 이산화탄소의 전체 양과 관련이 있음을 보여주

었다.²⁰⁾ Vitali 등은 100명의 환자에서 EVH시 4 L/min의 저 유량으로 이산화탄소를 주입하기 시작하여 12 mmHg의 압력으로 유지하였고, 이때 사용되는 주입기는 가스량을 조절하여 폐쇄된 피하 공간내 압력을 일정한 양압으로 유지할 수 있었다.²¹⁾ 그 결과 이산화탄소 주입 전과 EVH 종결시 측정된 PaCO₂의 변화는 미미하였다.²¹⁾ 만약 고유량과 고압력으로 이산화탄소를 주입했다면, 이는 PaCO₂를 증가시켜 혈액학적 변화를 초래하기에 충분했을 것이라 하겠다. 이들은 EVH 동안 이산화탄소 주입 유량과 압력에 세심한 주의가 필요하다고 하였다.²¹⁾ 우리의 경우 동일한 방법으로 시행했음에도 불구하고, 피하 이산화탄소 주입 후 30분, 40분에 측정된 PaCO₂가 유의한 증가 소견을 보였다. 이는 EVH를 실행하는 시간, 이산화탄소 주입기의 성능, 의사의 숙련도 등의 추가 변수가 작용했을 거라 추정해 볼 수 있으며, 추후 연구에서는 이에 대한 자료 보완이 필요하리라 본다. 복강경과 관련한 고탄산혈증은 심한 피하 기종을 보인 환자에서 증가함을 보여주었으며, 이는 이산화탄소의 피하 흡수가 고탄산혈증 발생의 중요한 요소임을 보여주는 것이다. 고탄산혈증은 교감신경계를 자극하여 혈압과 심박수에 영향을 주고 부정맥을 발생시킬 수 있기 때문에, 심폐 수술을 시행받는 쇠약한 노인 환자에서에서는 피해야 한다. 마취되어 있는 환자에서 적절히 호흡 조절을 하지 못하는 경우 산증이 심화되고, 이는 심혈관계와 더불어 중추 신경계 억제까지 초래하게 된다.⁵⁻⁷⁾ 본 연구에서는 EVH 동안 propofol과 remifentanyl의 TCI 효과처 농도를 일정한 범위 내에서 조절하여 혈액학적 변화를 최소화하도록 시도하였으며, 그 결과 평균 혈압과 심박수는 유의한 변화를 보이지 않았다.

일반적으로 EVH 시행과 동시에 내유동맥(internal mammary artery)을 박리한다. 이때 흉부외과 의사는 내유동맥 박리를 위한 시야를 확보하기 위하여 일회호흡량을 줄여달라고 요청한다. EVH 시행을 위해 피하로 주입되는 이산화탄소의 체내 흡수에 덧붙여 일회호흡량의 감소로 인하여 이산화탄소분압이 증가할 수 있고 이는 혈액학적 변화를 야기시킬 수 있다. EVH가 CABG에서 일상적으로 사용된다면 호흡회수의 증가와 같은 조치가 선행되어야 할 것이다.²²⁾ 위 사실들을 통해 본 연구에서 이산화탄소 주입압력의 제한과 PaCO₂의 정확한 감시가 마취시 매우 중요한 요소임을 알 수 있다. 일반적인 경우 마취 유지시 PaCO₂의 측정은 P_{ET}CO₂의 측정으로 대체된다. P_{ET}CO₂ 측정기는 정상적으로 존재하는 환기-관류의 부조화, 심박출량의 감소 등의 이유로 PaCO₂보다 5 mmHg 정도 낮게 측정되며 심한 심혈관계 질환, 사강의 증가 등의 특수한 경우가 아니면 일반적으로 PaCO₂를 잘 반영한다.²³⁾ 저자들의 연구에서는 PaCO₂와 P_{ET}CO₂의 차이가 9.2 ± 5.7 mmHg에서 11.2 ± 5.3 mmHg 범위내에서 유지되었으며, 유의한 소견은 아니었다.

Propofol과 remifentanyl로 마취받는 환자에서 이산화탄소를 피하로 주입하여 두렁정맥을 채취하는 경우에 PaCO₂가 유의하게 증가하기 때문에 PaCO₂의 면밀한 감시가 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Tevacaari HT, Mueller XM, von Segesser LK: Minimally invasive harvest of the saphenous vein for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: S119-21.
2. Wipke-Tevis DD, Stotts NA, Skov P, Carrieri-Kohlman V: Frequency, manifestations, and correlates of impaired healing of saphenous vein harvest incisions. *Heart Lung* 1996; 25: 108-16.
3. Uitley JR, Thomason ME, Wallace DJ, Mutch DW, Staton L, Brown V, et al: Preoperative correlates of impaired wound healing after saphenous vein excision. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 98: 147-9.
4. Eckenhoff RG: The medical gases. In: Introduction to anesthesia. 9th ed. Edited by Longnecker DE, Murphy FL: Philadelphia, Saunders. 1997, pp 128-9.
5. Pearce DJ: Respiratory acidosis and subcutaneous emphysema during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1994; 41: 314-6.
6. Wahba RW, Tessler MJ, Kleiman SJ: Acute ventilatory complications during laparoscopic upper abdominal surgery. *Can J Anaesth* 1996; 43: 77-83.
7. Mikami O, Kawakita S, Fujise K, Shingu K, Takahashi H, Matsuda T: Catecholamine release caused by carbon dioxide insufflation during laparoscopic surgery. *J Urol* 1996; 155: 1368-71.
8. Allen KB, Shaar CJ: Endoscopic saphenous vein harvesting. *Ann Thorac Surg* 1997; 64: 265-6.
9. Cusimano RJ, Dale L, Butany JW: Minimally invasive cardiac surgery for removal of the greater saphenous vein. *Can J Surg* 1996; 39: 386-8.
10. Lumsden AB, Eaves FF 3rd, Offenloch JC, Jordan WD: Subcutaneous, video-assisted saphenous vein harvest: report of the first 30 cases. *Cardiovasc Surg* 1996; 4: 771-6.
11. Mullett CE, Viale JP, Sagnard PE, Mielliet CC, Ruynat LG, Counieux HC, et al: Pulmonary CO₂ elimination during surgical procedures using intra- or extraperitoneal CO₂ insufflation. *Anesth Analg* 1993; 76: 622-6.
12. Baraka A, Jabbour S, Hammoud R, Aouad M, Najjar F, Khoury G, et al: End-tidal carbon dioxide tension during laparoscopic cholecystectomy. Correlation with the baseline value prior to carbon dioxide insufflation. *Anaesthesia* 1994; 49: 304-6.
13. Magno R, Medegard A, Bengtsson R, Tronstad SE: Acid-base balance during laparoscopy. The effects of intraperitoneal insufflation of carbon dioxide and nitrous oxide on acid-base balance during controlled ventilation. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1979; 58: 81-5.
14. Lister DR, Rudston-Brown B, Warriner CB, McEwen J, Chan M, Walley KR: Carbon dioxide absorption is not linearly related to

- intraoperative carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology* 1994; 80: 129-36.
15. Junghans T, Bohm B, Grundel K, Schwenk W: Effects of pneumoperitoneum with carbon dioxide, argon, or helium on hemodynamic and respiratory function. *Arch Surg* 1997; 132: 272-8.
16. Ng CS, Gill IS, Sung GT, Whalley DG, Graham R, Schweizer D: Retroperitoneoscopic surgery is not associated with increased carbon dioxide absorption. *J Urol* 1999; 162: 1268-72.
17. Kronowitz SJ: Endoscopic subcutaneous surgery: a new surgical approach. *Ann Plast Surg* 1999; 42: 357-64.
18. Bellantone R, Lombardi CP, Rubino F, Perilli V, Sollazzi L, Mastroianni G, et al: Arterial PCO₂ and cardiovascular function during endoscopic neck surgery with carbon dioxide insufflation. *Arch Surg* 2001; 136: 822-7.
19. Son MJ, Kim HS, Kim YH, Nam HW, Lee HS, Wie HW, et al: Evaluation of safety and usability of low pressure carbon dioxide insufflation in endoscopic thyroidectomy. *Korean J Anesthesiol* 2002; 43: 320-4.
20. Rudston-Brown BC, MacLennan D, Warriner CB, Phang PT: Effect of subcutaneous carbon dioxide insufflation on arterial pCO₂. *Am J Surg* 1996; 171: 460-3.
21. Vitali RM, Reddy RC, Molinaro PJ, Sabado MF, Jacobowitz IJ: Hemodynamic effects of carbon dioxide insufflation during endoscopic vein harvesting. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1098-9.
22. Gayes JM: Endoscopic saphenous vein harvesting and ETCO₂ in cardiac surgery patients. *Anesthesiology* 1998; 88: 1133.
23. Murphy GS, Vender JS: Monitoring in the anesthetized patient. In: *Clinical anesthesia*. 4th ed. Edited by Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers. 2001, pp 668-9.
-