

중환자에서 폐동맥 카테테르로부터 얻은 혈역학적 자료가 진단과 치료에 미치는 영향

연세대학교 의과대학 마취과학교실

방은치 · 고신욱 · 남순호 · 김종래 · 조혜원

= Abstract =

Diagnostic and Therapeutic Impacts of Hemodynamic Data from Pulmonary Artery Catheterization in Critically Ill Patients

Eun Chi Bang, M.D., Shin Ok Koh, M.D., Soon Ho Nam, M.D.
Jong Rae Kim, M.D. and Hye Won Cho, M.D.

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

Background: The hemodynamic status of critically ill patients is poorly predicted from clinical examination and chest x-ray findings, so equipments such as pulmonary artery catheter are needed for monitoring of hemodynamics. The authors undertook this study to evaluate physician's accuracy in predicting hemodynamic profiles, rates of therapeutic change resulting from catheterization and to compare the outcomes with or without therapeutic changes.

Methods: Pulmonary artery catheters were inserted in 19 critically ill patients. The physician's accuracy of predicting the hemodynamic profile, the rate of therapeutic changes by monitoring actual hemodynamic profiles were calculated and compared to the outcome between the patients with and without therapeutic change.

Results: Hemodynamic profiles were correctly predicted in 63% of all cases. Hemodynamic data from pulmonary artery catheter made the therapeutic plan changed in 53% of all cases. The cardiac index and left ventricular stroke work index were improved and the mortality rate was lower in patients with therapeutic changes, but there were no significant statistical differences between the patients with and without therapeutic changes. Complications occurred in 6 cases but had no effect on patient's outcome.

Conclusions: Hemodynamic data from a pulmonary artery catheter could lead to a more accurate diagnosis and therapeutic changes. (Korean J Anesthesiol 1996; 30: 291~299)

Key Words: Equipment: catheters; pulmonary arterial. Monitoring: hemodynamics. Outcome: mortality.

논문접수일 : 1996년 1월 17일

*본 논문은 1995년 연세대학교 의과대학 교수 일반과제 연구비의 지원으로 이루어졌음.

서 론

중환자에서는 흉부 방사선 소견, 임상 증상과 검사 소견만으로는 정확한 혈액학적 상황을 예측할 수 없으므로 종종 폐동맥 카테테르와 같은 침습적이고 적극적인 혈액학적 감시를 필요로 하게 된다.

1953년 개를 대상으로한 실험에서 우측 심장과 폐동맥에 풍선 카테테르를 삽입하였다¹⁾는 보고가 있었으며, 1970년 Swan 등이 인체에 두개의 내강을 가진(double-lumen) 폐동맥 카테테르를 혈류를 따라 우측 심장에 삽입하여 폐모세혈관쇄기압을 측정하였다²⁾. 그후 20여년 이상 사용 범위가 확대되어 현재는 많은 병원의 중환자실에서 폐동맥 카테테르를 이용한 혈액학적 감시를 일상적으로 시행하고 있다³⁾.

폐동맥 카테테르는 중환자들의 혈액학적 진단을 정확히 내리고, 이에 따라 치료의 방침을 결정하며, 치료 효과를 추적할 수 있다는 장점이 있다³⁾. 반면에 폐동맥 카테테르에서 얻은 정보로 환자의 예후를 개선시키고 사망률을 감소시킬 수 있는가에 대한 평가가 아직 과학적으로 이루어져 있지 않고, 비록 합병증의 발생률이 적기는하지만 일단 발생하면 환자에게 치명적일 수 있으며, 적지 않은 비용으로 인해 환자에게 경제적인 부담을 줄 수 있다. 또한 이로부터 얻은 혈액학적 자료를 잘못 해석함으로써 부적절한 치료 방법을 선택하여 이환율과 사망률을 증가시킬 위험도 있을 수 있다^{4,5)}. 그러나 보다 정확한 혈액학적 자료를 얻음으로써 초기의 치료에 효과가 없는 환자들에게 치료 방침의 변화를 가져올 수 있다.

이에 저자들은 임상 의들이 중환자에서 일반적으로 시행하는 임상적인 관찰, 흉부 방사선 소견으로부터 얼마나 정확히 혈액학적 상태를 진단할 수 있는가를 알아보고, 폐동맥 카테테르에서 얻은 정보에 의해 치료 방법이 변화하는 빈도 및 치료 방법이 변화된 경우 환자의 혈액학적 자료와 사망률에 대한 영향과, 폐동맥 카테테르에 의해 발생하는 합병증의 빈도를 알아보고자 이 연구를 하였다.

대상 및 방법

1) 연구대상

1995년 3월부터 8월까지 6개월간 연세대학교 부속 신촌 세브란스 병원 제1 및 제2 중환자실에 입실한 환자중, 혈액학적 상태가 불안정하여 폐동맥 카테테르의 삽입이 필요한 중환자 19명을 대상으로 하였다. 본원 중환자실은 제1 중환자실 19병상과 제2 중환자실 15 병상의 총 34 병상으로 구성되어 있으며 신경외과 환자, 관상동맥질환자와 신생아를 제외한 다영역의 환자들이 입실하고 있다.

2) 연구 방법

환자 보호자의 동의를 얻은 후 중환자실에 상주하는 마취과 의사에 의해 대상 환자들에게 7 French 폐동맥 카테테르(Baxter[®], California, U.S.A.)를 삽입하였다. 카테테르 삽입전에 입원당시 환자의 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation(APACHE) II score를 계산하고, 동맥혈을 채취하여 락트산염(lactate) 농도를 측정하고 혈액가스분석을 하여 동맥혈 산소분압과 흡입산소분율의 비(PaO₂/FiO₂)를 구하였으며, 수축기 및 이완기 혈압과 맥박을 측정하였다.

Table 1. Classification of the Different Hemodynamic Profile According to PCWP, CI and SVRI

| | PCWP | CI | SVRI |
|------------------------|---------|------------|--------------|
| Normal | 6 to 15 | 2.5 to 4.0 | 1900 to 2400 |
| Hypovolemia | < 6 | < 2.5 | > 2400 |
| Fluid overloading | > 15 | > 2.5 | < 2400 |
| Sepsis | < 15 | > 4.0 | < 1900 |
| Left heart failure | > 15 | < 2.5 | > 1900 |
| Mixed | < 15 | 2.5 to 4.0 | < 1900 |
| Pulmonary hypertension | < 15 | < 2.5 | PVRI > 300 |

PCWP: pulmonary capillary wedge pressure, mmHg, CI: cardiac index, L/min/m², SVRI: systemic vascular resistance index, dyne · sec/cm⁵ · m², PVRI: pulmonary vascular resistance index, dyne · sec/cm⁵ · m², Mixed refers to mixed hemodynamic profile of left heart failure and pulmonary hypertension. Originated from Mimoz et al³⁾

폐동맥 카테테르 삽입전에 이학적 소견, 검사 소견, 흉부 방사선 소견과 중심정맥압 등의 다른 진단 방법에 의해 예측한 혈액학적 진단과 이에 따른 치료 방법을 기록하였다. 혈액학적 진단은 환자의 폐모세혈관쇄기압, 심장지수, 전신혈관저항의 정도를 예측하여 정상, 저혈량증, 수액과다투여, 패혈증, 좌심실부전, 혼합형(좌심실부전+폐동맥고혈압)과 폐동맥고혈압 등으로 분류(Table 1)³⁾ 하였으며 이는 모두 마취과 전문의(critical care physician) 한사람에 의해 이루어졌다. 폐동맥 카테테르 삽입후에 중환자실에 상주하는 다른 한사람의 마취과 전문의에 의해 실제 측정된 혈액학적 자료에 의한 진단을 내리고 이

에 따른 치료 방법을 기록하였다. 폐동맥 카테테르로부터 얻은 자료에 의해 기존의 치료 방법이 변화된 환자들을 제 1군, 치료 방법이 변화되지 않은 환자들을 제 2군으로 분류하였다.

카테테르 삽입전에 예측한 혈액학적 진단이 삽입후의 진단과 어느 정도 일치했는가를 비교하여 임상적인 소견만으로 혈액학적 상황을 예측했을 때 진단의 정확도를 계산하였으며, 폐동맥 카테테르에서 얻은 혈액학적 자료에 의하여 치료의 방침이 변화된 빈도를 계산하였다. 두군간의 치료 결과를 비교하기 위하여 각군내에서 카테테르를 삽입하고 1시간후와 24시간 후에 수축기혈압, 이완기혈압, 심

Table 2. Profiles of Patients

| Age/Sex (years) | Diagnosis/Operation | Hemodynamic profile | | Therapeutic change |
|--------------------|---|------------------------|------------------------|--------------------|
| | | Predicted | Actual | |
| Group I | | | | |
| 31/M | bladder rupture,retroperitoneal abscess /primary repair of bladder, abscess drainage | sepsis | sepsis | * dopamine |
| 82/F | fracture neck femur Lt / hemiarthroplasty | Lt heart failure | Lt heart failure | + dobutamine |
| 46/M | multiple trauma/thoracotomy | sepsis | sepsis | * dobutamine |
| 58/F | malaria | Lt heart failure | Lt heart failure | * dobutamine |
| 57/M | intraabdominal abscess, ARDS | sepsis | hypovolemia | volume loading |
| 73/F | low gastrointestinal bleeding /bleeder ligation | hypovolemia | Lt heart failure | + dobutamine |
| 75/M | ARDS | pulmonary hypertension | hypovolemia | volume loading |
| 52/M | lung cancer/pneumonectomy | hypovolemia | sepsis | + epinephrine |
| 39/F | hepatoma,posoperative bleeding /bleeder ligation | hypovolemia | hypovolemia | + dobutamine |
| 35/F | end stage renal failure/renal allograft | sepsis | sepsis | + norepinephrine |
| Group II | | | | |
| 55/M | hepatoma rupture/Lt hepatic lobectomy | hypovolemia | hypovolemia | |
| 55/M | ARDS | sepsis | pulmonary hypertension | |
| 60/M | lung cancer | mixed | normal | |
| 54/M | multiple trauma/above knee amputation | sepsis | sepsis | |
| 58/F | myasthenia gravis/thymectomy | Lt heart failure | normal | |
| 43/M | multiple trauma | hypovolemia | hypovolemia | |
| 38/M | cellulitis foot Lt/above knee amputation | normal | sepsis | |
| 68/M | ARDS | pulmonary hypertension | normal | |
| 78/M | lung abscess/thoracotomy | sepsis | sepsis | |

ARDS; adult respiratory distress syndrome *; choice of following drug +; addition of following drug

박동수, 심장지수, 우심실압, 폐모세혈관쇄기압, 좌심실박출작업지수(left ventricular stroke work index), 우심실박출작업지수(right ventricular stroke work index), 전신혈관저항지수와 폐혈관저항지수를 측정하여 변화를 알아보았으며 두군의 사망률을 비교하였다.

폐동맥 카테테르 삽입시부터 거치 기간과 제거후까지 발생하였던 모든 합병증을 기록하였으며, 제거시에 카테테르 말단을 잘라 세균 배양검사를 시행하여 그 결과를 기록하였다.

모든 측정치는 평균±표준오차로 표시하였으며, 두군간의 혈액학적 자료의 비교에는 unpaired t-test를 적용하고 사망률의 비교에는 Chi-square test를 적용하였으며, p-value 0.05 이하일 때를 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

연구 기간동안 총 19명의 중환자(Table 2)에게 폐동맥 카테테르를 삽입하였으며, 모든 환자가 기관내 삽관후에 기계적 환기를 시행 받았다. 대상 환자의 과별 분포는 외과계 환자가 14명, 내과계 환자가 5명이었다. 삽입 부위는 우측 내경정맥이 12건으로 가장 많았고, 우측 쇄골하정맥이 4건 그리고 좌측 쇄골하정맥이 3건이었다,

Table 3. Demographic Data

| | Group | |
|------------------------------------|-------------|------------|
| | I (n=10) | II (n=9) |
| Age (years) | 54 ± 6 | 56 ± 4 |
| Sex (male/female, No) | 5/5 | 8/1 |
| SBP (mmHg) | 132 ± 12 | 140 ± 9 |
| DBP (mmHg) | 59 ± 3 | 63 ± 4 |
| Heart rate (beats/min) | 110 ± 9 | 115 ± 11 |
| Lactate values (mg/dl) | 39.4 ± 22.4 | 35.2 ± 7.3 |
| PaO ₂ /FiO ₂ | 265 ± 22 | 259 ± 19 |
| APACHE II score | 16 ± 2 | 17 ± 2 |

Group I and II refer to with and without therapeutic change, respectively. SBP and DBP refer to systolic blood pressure and diastolic blood pressure, respectively. All values are except sex expressed as mean ± SE.

폐동맥 카테테르를 삽입하게 된 이유는 패혈증, 패혈성 또는 저혈량성 속 환자의 판리를 위한 것이 9건(47%)으로 가장 많았으며, 성인성 호흡곤란증후군의 진단과 수액 요법을 위한 경우가 4건(21%), 좌심실부전을 진단하기 위한 경우가 3건(16%)이었으며 나머지 3건(16%)은 수술기의 혈액학적 변화를 감시하기 위해 술전에 시행한 것이었다. 평균 폐동맥 카테테르 거치일은 4.6일이었다.

카테테르 삽입 전에 측정한 수축기 및 이완기 혈압, 심박동수, 동맥혈의 락트산염 농도, 동맥혈산소분압/흡입산소분율의 비와 APACHE II score는 두군간에 유의한 차이가 없었다(Table 3).

폐동맥 카테테르 삽입전 예측한 혈액학적 진단이 삽입후의 진단과 일치했던 경우는 12건으로 혈액학적 진단의 정확도는 63%였다(Table 2). 폐동맥 카테테르에서 얻은 혈액학적 자료에 의한 진단은 패혈증 환자가 7명(37%)으로 가장 많았으며, 저혈량성 속 환자가 5명(26%), 정상인 경우가 3명(16%), 좌심실 부전이 3명(16%) 그리고 폐동맥고혈압이 1명(5%)이었다(Table 4).

폐동맥 카테테르에서 얻은 혈액학적 자료에 의해 치료 방법이 변화한 1군의 환자는 10명, 치료 방법이 변화하지 않은 2군의 환자는 9명으로 53%의 환자에서 치료에 변화를 가져왔다. 치료 방침이 변화했던 이유는 심박출량이 예상보다 낮아 좌심실부전이 동반된 것으로 판단하여 dobutamine을 선택 또는 추가하였던 경우가 5건으로 가장 많았으며 패혈성 속 환자에서 저혈압의 원인이 낮은 전신혈관저항 (<400 dyne·sec/cm⁵)때문인 것으로 판단하여 dopamine

Table 4. Distribution of Hemodynamic Profile

| Hemodynamic profile | Number of patient |
|-----------------------|-------------------|
| Normal | 3 (16) |
| Hypovolemia | 5 (26) |
| Fluid overloading | 0 (0) |
| Sepsis | 7 (37) |
| Left heart failure | 3 (16) |
| Mixed | 0 (0) |
| Pulmonay hypertension | 1 (5) |

Values () represents percentage.

Table 5. Changes of Hemodynamic Data

| Parameters | Group | |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | I (n=10) after 1 hour / 24 hours | II (n=9) after 1 hour / 24 hours |
| SBP | 132 ± 12 / 134 ± 6 | 140 ± 9 / 146 ± 9 |
| DBP | 59 ± 3 / 59 ± 4 | 63 ± 4 / 68 ± 6 |
| HR | 110 ± 9 / 110 ± 8 | 115 ± 11 / 117 ± 10 |
| CI | 3.86 ± 0.50 / 4.73 ± 0.51 | 3.90 ± 0.43 / 3.34 ± 0.27 |
| RAP | 7.7 ± 1.9 / 8.7 ± 1.9 | 5.3 ± 1.2 / 6.3 ± 1.4 |
| PCWP | 11.9 ± 1.6 / 12.3 ± 1.1 | 10.0 ± 1.6 / 10.6 ± 1.5 |
| LVSWI | 35.1 ± 4.5 / 44.1 ± 6.5 | 42.4 ± 8.4 / 38.0 ± 5.7 |
| RVSWI | 7.2 ± 1.3 / 8.3 ± 1.3 | 9.5 ± 1.3 / 10.2 ± 1.6 |
| SVRI | 1532 ± 213 / 1428 ± 83 | 1183 ± 89 / 1292 ± 68 |
| PVRI | 129 ± 41 / 145 ± 19 | 159 ± 14 / 174 ± 37 |

Group I and II refer to with and without therapeutic change, respectively. All values are expressed as mean ± SE. The values were measured 1 hour and 24 hours after pulmonary artery catheter insertion, respectively. SBP: systolic blood pressure, mmHg, DBP: diastolic blood pressure, mmHg, HR: heart rate, beats/min, CI: cardiac index, L/min/m², RAP: right atrial pressure, mmHg, PCWP: pulmonary capillary wedge pressure, mmHg, LVSWI: left ventricular stroke work index, g·m/m², RVSWI: right ventricular stroke work index, g·m/m², SVRI: systemic vascular resistance index, dyne·sec/cm⁵·m², PVRI: pulmonary vascular resistance index, dyne·sec/cm⁵·m²

Table 6. Complications

| Complications | Number of cases |
|-------------------------------|-----------------|
| Carotid artery puncture | 2 |
| Catheter tip culture positive | 2 |
| Bleeding | 1 |
| Infection | 1 |

이나 혈관수축제(epinephrine, norepinephrine)를 투여 하였던 경우가 3건, 그외에 흉부방사선 소견상 성인 성 호흡근단증후군의 소견을 보여서 수액투여를 제한하던 환자에서 실제 폐모세혈관쇄기압이 낮아져 수액 투여를 증량시켰던 경우가 2건이었다(Table 2).

양군의 모든 환자에서 폐동맥 카테테르 삽입 1시간후와 24시간후 측정된 수축기압, 이완기압, 심박동수, 심장지수, 우심실압, 폐모세혈관쇄기압, 좌심실박출작업지수, 우심실박출작업지수, 전신혈관저항지수와 폐혈관저항지수는 모두에서 통계적으로 유

의한 변화를 일으키지는 않았으나 치료 방법이 변화한 제 1군에서는 심장지수가 3.86 ± 0.50 L/min/m²에서 4.73 ± 0.51 L/min/m²로 좌심실박출작업지수가 35.1 ± 4.5 g·m/m²에서 44.1 ± 6.5 g·m/m²로 증가한 반면에, 제 2군에서는 심장지수가 3.90 ± 0.43 L/min/m²에서 3.34 ± 0.27 L/min/m²로 좌심실박출작업지수가 42.4 ± 8.4 g·m/m²에서 38.0 ± 5.7 g·m/m²로 감소하였다(Table 5).

사망률은 1군이 10명의 환자중 2명이 사망하여 20%, 2군이 9명의 환자중 3명이 사망하여 33.3%였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

폐동맥 카테테르에 의해 발생하였던 합병증은 카테테르 삽입시 경동맥 천공이 2건, 카테테르 말단의 세균배양검사상 양성인 경우가 2건, 카테테르 제거 후에 지속적인 출혈이 발생하였던 경우가 1건이었고 카테테르 삽입 부위의 감염이 1건으로 총 6명(31.6%)의 환자에서 합병증이 발생하였다(Table 6).

고 찰

본 병원의 중환자실에서는 과거 수년 보다 최근

에 폐동맥 카테테르 삽입 건수가 증가하여 1994년 3월부터 1995년 2월까지 1년간 15명의 환자에게 삽입했던 것에 비해 1995년 3월부터 8월까지 6개월 동안 19명의 환자에게 삽입하였다.

폐동맥 카테테르로부터는 심박출량, 우심방압, 폐동맥의 수축기 및 이완기압, 폐모세혈관쇄기압을 측정하고, 전신혈관저항, 폐혈관저항, 폐내단락(intrapulmonary shunt), 산소공급과 산소소모 등을 계산할 수 있으며, 미세한 폐혈관의 혈류에 폐쇄가 없다면 폐동맥 이완기 압력은 좌심방압과 평형을 이루며 이는 좌심실 이완기말 압력과 이완기말 용적을 간접적으로 반영할 수 있다. 열희석법(thermodilution technique)을 이용하여 심박출량을 측정하고 혼합정맥혈 산소포화도의 지속적인 감시, 우심실 박출계수의 측정이 가능하며, 초음파 변환기를 부착하여 Doppler로, 카테테르 표면에 2개의 전극을 부착하여 심전도 감시와 심박 조율기 등으로 응용하고 있다.^{3,6)}

폐동맥 카테테르는 일반적으로 중환자들의 혈액학적 감시에 쓰이나, 특히 외과계 환자들에서 복부 대동맥류 repair, 관상동맥 우회술과 심혈관계 합병증의 발생 가능성이 큰 혈관 수술에서 주술기의 혈액학적인 감시와 치료를 위해 술전에 삽입한다^{7,8)}. 또한 내과계 중환자실에서는 심근경색증 환자의 치료를 돕기 위해 자주 이용되며 특히 저혈압, 심인성 속이나 울혈성 심부전이 합병된 환자에서 유용하다⁹⁾.

이와같이 폐동맥 카테테르는 중환자의 진단과 치료를 위해 유용하다는 의견⁹⁾과 함께 이를 일상적으로 모든 중환자에게 거치하는 것에 대한 반론이 제기되어져 왔으며, 지나치게 남용 또는 오용하고 있다는 지적이 있어왔다¹⁰⁾.

본 연구에서 흉부 방사선 소견, 임상 증세와 증후에 근거하여 예측한 혈액학적 진단의 정확도는 63%였다. Cerolia등¹¹⁾은 임상 평가만으로는 혈액학적 상태를 예측하는데 도움이 안된다고 하였으며, 126명의 외과 환자를 대상으로 폐동맥 카테테르를 삽입하기 전에 담당 전공의들에게 폐모세혈관쇄기압, 심박출량과 전신혈관저항의 예측치를 저, 중, 고로 나누어 분류하게 하고 이를 실측치와 비교했을 때 일치된 분류를 한 경우는 47%에서 57%였으며 특히 폐모세혈관쇄기압을 예측하는 정확도가 가장 떨어진다고 하였다. 103명의 중환자를 대상으로 시행한

다른 연구에서도 2년차와 3년차 내과 전공의들이 심박출량, 전신혈관저항과 우심방압을 옳게 예측하는 경우는 50%였던 것에 비해 폐모세혈관쇄기압을 정확히 예측하는 빈도는 30%에 불과하였던 것¹²⁾으로 미루어 중환자에서는 전신혈관의 용적을 임상증세나 중심정맥압만으로는 정확히 평가하기가 어렵다고 할 수 있다. 이러한 결과들은 50% 이상의 임상들이 임상 증세에 의해 혈액학적 상황을 옳게 예측하지 못했다는 이전의 임상 연구 결과¹³⁾와 일치한다. 본 연구의 결과에서 비교적 정확한 예측을 하였던 것은 전공의가 아닌 중환자실 상주 전문의에 의해 진단의 예측이 이루어졌기 때문으로 생각된다. Mimoz등³⁾이 112명의 중환자를 대상으로 실시한 임상 연구에서도 전문의(senior staff)인 경우에는 68%, 전공의인 경우에는 51%에서 정확한 진단을 하였던 바 혈액학적 진단을 내리는데 있어서는 중환자 관리의 경험이 중요하다고 할 수 있다. 또한 초기의 치료에 의해 효과를 보이지 않는 환자들에게서는 혈액학적 진단이 잘못되어 있을 가능성이 많으므로 폐동맥 카테테르를 삽입하여 실제의 자료들을 측정하는 것이 매우 유용할 것이라 하였다. 많은 문헌들에서 폐부종 환자들에게 있어서 폐동맥 카테테르의 진단적 가치에 관해 언급하고 있는데¹⁴⁾, 본 연구에서도 4명의 환자에서 성인성 호흡곤란증후군을 진단하였다.

폐동맥 카테테르의 치료적 효용성에 관해서는 아직 연구되어진 바가 적다. Eisenberg등¹²⁾의 연구에서는 폐동맥 카테테르에서 얻은 정보에 의해 50%의 환자에서 치료 방법의 변화를 가져왔다고 하였으며, Mimoz등³⁾의 연구에서는 58%의 환자에서 치료 방법이 변화하였다고 하였는데, 전문의에 의한 경우가 37%이고 전공의에 의한 경우가 66%라고 하였으며, 질환별로는 저혈량성 속 환자의 경우 87%로 가장 많은 치료의 변화를 가져왔다고 보고하고 있다. 다른 154명의 중환자를 대상으로한 연구에서도 45%의 환자에서 치료의 변화를 가져왔다¹⁵⁾고 하였는데 이는 주로 폐모세혈관쇄기압의 실측치에 의한 경우라고 하였다. 이들의 결과들은 본 연구에서 53%의 환자에서 치료 방법이 변화하였던 경우와 유사하나 가장 많은 빈도를 차지하였던 것은 낮은 심박출량으로 dobutamine을 투여하였던 경우였으며, 폐모세혈

관쇄기압의 실측치에 의해 치료 방법이 변화한 경우는 2건이었다. 즉 본 연구에서도 폐동맥 카테테르에서 얻은 혈액학적 정보는 치료를 결정하는데 중요한 영향을 미쳤다.

그러나 중환자에게 폐동맥 카테테르를 삽입하는 것이 생존율과 예후를 개선시키는가에 관해서는 많은 의문이 제기되어져 왔으며, 이환율과 사망률을 감소시켰다는 보고도 없다. 폐동맥 카테테르를 삽입하였던 심근경색증 환자들을 대상으로한 전향성 연구에서 폐동맥 카테테르의 사용이 해마다 증가하기는 하였으나 이로 인해 오히려 병원 입원 기간이 길어졌을 뿐 아니라 사망률과 5년간의 생존율을 추적해본 결과 폐동맥 카테테르를 삽입했던 환자와 삽입하지 않았던 환자간에 유의한 차이가 없었다⁵⁾고 보고하였다. Tuman등¹⁶⁾이 1094명의 관상동맥 수술을 시행받은 환자를 대상으로하여 실시한 후향적 연구에서도 중심정맥압만을 측정했던 환자군과 폐동맥 카테테르를 삽입하여 혈액학적 감시를 하였던 환자들간에 중환자실 입실 기간, 술후 심근경색의 발생 빈도, 사망률과 비심장성 합병증의 발생 빈도에는 차이가 없었다고 하였다. Milmoz등³⁾의 연구에서는 폐동맥 카테테르로부터 혈액학적인 이상 소견을 즉각적으로 발견하여 조기에 적절한 치료를 한다면 환자의 생존율을 개선시킬 것으로 생각되어지나, 이로부터 얻은 정보에 의해 치료 방법이 변화한 전체 환자들에서는 사망률이 감소되지는 않았다. 그러나 질환별로 분석하였을 때 속 환자의 경우에는 치료의 변화에 의해 사망률이 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

그러나 위험율이 높은 외과수술 환자들을 대상으로한 연구에서는 폐동맥 카테테르를 술전에 삽입하여 혈액학적 자료들을 정상으로 교정한 경우 입원 기간과 중환자실 체제일수, 환기기 거치일수, 병원비, 사망률 등을 유의하게 감소시켰다고 보고하고 있다¹⁷⁾. 또한 Berlauck등¹⁸⁾은 상하지의 동맥혈관 수술을 받는 환자들에서 폐동맥 카테테르를 삽입하여 혈액학적으로 적절한 조건을 유지시킨 전향성 연구 결과 폐동맥 카테테르를 삽입한 환자들의 경우 대조군의 환자들에 비해서 술중의 혈액학적 상황의 불안정, 술후의 심장 합병증, 조기에 이식편에 혈전이 발생하는 비율이 감소하였으나 중환자실 입실

기간에는 유의한 차가 없다고 보고하였다.

본 연구의 결과에서는 폐동맥 카테테르에 의해 치료 방법이 변화하였던 환자들에서 대조군에 비해 사망률이 낮기는 하였으나 통계적인 유의성은 없었는데 그 이유는 통계적 유의성을 찾아내는데 19명의 환자는 너무 적은 수였기 때문일 것으로 생각된다. 그러나 치료 방법이 변화하였던 환자들에서 카테테르 삽입 다음날 통계적 유의성은 없다고 하여도 심장지수와 좌심실박출출입지수 그리고 폐모세혈관쇄기압이 일시적으로 상승했던 점으로 미루어 폐동맥 카테테르는 중환자들의 혈액학적 상황을 적절히 유지하는데에 도움을 주었다고 할 수 있으며 따라서 초기의 치료에 의해서 혈액학적 상황이 개선되지 않는 중환자들에서는 폐동맥 카테테르를 삽입하여 진단의 정확성을 기하는 것이 중요할 것으로 사료된다. 즉 폐동맥 카테테르를 적절한 시기에 삽입하여 혈액학적인 이상 소견을 조기에 발견할 수 있다면 중환자의 예후를 개선시키는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

중환자실 환자들의 많은 수가 장기부전, 패혈증 또는 전신적인 염증반응증후군 환자들이며 이들은 생리적으로 과역동성, 과대사성 반응을 보이므로 산소 결핍(O_2 debt)이 발생하기 쉬우며 조직의 저산소증과 유산증(lactic acidosis)에 빠지게된다. 따라서 이를 방지하기 위해서 산소 공급을 증가시켜 산소 결핍이 생기지 않도록 보조하여야 한다. 본 연구에서는 폐동맥 카테테르 삽입후에 심장지수를 $4 L/min/m^2$ 이상, 폐모세혈관쇄기압을 $12 \sim 16 mmHg$ 또는 그 이상, 혼합정맥혈의 산소포화도를 60% 이상으로 유지하는 것을 목표로하고 혈중의 락트산염 농도가 정상이 되도록 수액이나 colloid의 투여, 승압제나 심근 수축제 등을 사용하여 산소 공급을 정상의 1.5배 정도로 유지하도록 하였다¹⁹⁾. 이에 근거하여 몇몇 문헌들에서 조기에 침습적인 감시 장치를 이용하여 산소 공급을 증가시켜야한다고 주장하고 있다. 39명의 40세 이하의 외상 환자에서 중환자실 입실 직후에 폐동맥 카테테르를 삽입하여 락트산염 농도가 모든 환자에서 정상이 되도록 치료한 후에 사망 환자와 비사망 환자의 산소공급과 산소소모를 측정한 결과 비사망 환자에서 산소공급과 소모가 유의하게 높았음을 증명하였다²⁰⁾. 또한 위험

율이 높은 외과 환자들을 대상으로한 연구에서 술 중 또는 술후에 산소 결핍이 발생하였던 환자들에게서 장기부전증이나, 사망에 이르는 환자가 유의하게 많았음을 증명하였다²¹⁾. 따라서 조기에 폐동맥 카테테르를 삽입하여 산소 결핍을 발견하여 교정하고 예방하는 것이 중요하다²²⁾. 폐동맥 카테테르의 적응증이 확대되어옴에 따라 이에 관련된 합병증의 발생에 관심을 가지게 되었다. 최근에는 치명적인 합병증은 거의 없는 것으로 보고되어지고 있는데 이는 heparin이 표면에 처리된 새로운 재질의 카테테르가 개발되고, 거치기간을 72시간내로 하며, 풍선에 공기를 주입하는 동안에 주의 깊은 감시를 하기 때문이다²³⁾. 그러나 경하기는 하나 흔한 합병증으로서 삽입 당시의 일시적인 심실 부정맥으로부터 가장 치명적인 합병증으로는 폐동맥 천공에 의한 출혈이 발생 할 수 있다. 그밖의 알려진 합병증으로 풍선의 파열, 색전이나 장시간의 wedging으로 인한 폐경색, 부정맥, 기흉, 경동맥 천공, 세균혈증, 심내막염, 심근 경색증, 삼첨판 손상, 폐첨판 손상, 쇄골 하정맥 혈전증, 심장내에서의 카테테르의 꼬임(knotting) 등이 있다^{23,24)}. 따라서 폐동맥 카테테르 삽입전에는 항상 위험과 이점 사이의 균형(risk/benefit ratio)을 고려하여야 하며 Killips class I의 비교적 경한 환자들에게서 일상적으로 폐동맥 카테테르를 삽입할 필요성이 있는가에 관한 의문이 제기되고 있다²⁴⁾.

본 연구에서 합병증의 발생율은 31.6%였으며 앞서 언급한 합병증들이 발생하기는 하였으나 환자의 예후에 직접적인 영향을 미치지지는 않았으며 특수한 처치를 요하지는 않았다. 미국의 New York 대학병원에서 4년간의 폐동맥 카테테르 삽입 환자중 4명의 환자에서 다량의 객혈이 발생하여 이중 3명은 사망하고 1명은 폐절제술후에 생존하였다. 그후 Boyd등²⁵⁾이 528건의 폐동맥 카테테르 삽입에서 합병증을 연구한 결과 126건의 합병증이 발생하였으나 그중 생명을 위협하는 심각한 합병증은 심실성 빈맥, 패혈증, 폐출혈과 폐침윤등 23건(4.4%)이었으나 31명 사망 환자들의 직접적 사인이 되지는 않았으므로 폐동맥 카테테르 삽입의 정당성을 입증할 수 있다고 하였다. 따라서 폐동맥 카테테르 삽입후에는 경험 있는 중환자 관리 의사들에 의한 지속적 감시에 의해 안정성을 도모하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 대상 환자의 수가 적고 개개인의 차이가 커서 폐동맥 카테테르에서 얻은 혈액학적 자료에 의해 치료의 변화를 가져온 환자에서 혈액학적 자료의 개선이나 사망율의 저하에 있어서 통계적인 유의성을 찾을 수 없었다. 따라서 향후 삽입 건수가 증가함에 따라 더 많은 환자들을 대상으로 하여 그 치료적 영향과 예후에 관한 연구를 계속해야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 외과계와 내과계의 환자들이 모두 포함되어 있기는 하나 외과계의 중환자들이 74%으로 편중되어 있었다. 따라서 대상 환자의 범위를 축소하여 패혈증과 비패혈증 환자, 또는 수술 환자와 비수술 환자 등과 같이 질환을 구분하여 폐동맥 카테테르의 효용성에 관해 비교하는 연구를 진행시켜 보아야 할 것이며, 카테테르를 삽입한 환자와 삽입하지 않은 환자들간의 치료 결과를 비교하는 연구도 필요하다. 이를 위해서 마취과 상주 의사들은 폐동맥 카테테르에 관한 지식과 경험을 쌓아야 할 것이며 전공의들의 교육에 힘써야 할 것이다.

결론적으로 폐동맥 카테테르로부터 얻은 혈액학적 자료는 중환자의 진단을 보다 정확히 할 수 있게 하고, 치료의 방법을 변화시키는데 도움을 주었다.

참 고 문 헌

1. Lategola M, Rahn H: A self-guiding catheter for cardiac and pulmonary arterial catheterization and occlusion. *Proc Soc Exp Biol Med* 1953; 84: 667-8.
2. Swan HCL, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D: Catheterization of the heart in man with use of flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970; 283: 447-51.
3. Mimoz O, Rauss A, Rekik N, Buisson CB, Lemaure F, Brochard L: Pulmonary artery catheterization in critically ill patients: a prospective analysis of outcome changes associated with catheter-prompted changes in therapy. *Crit Care Med* 1994; 22: 573-9.
4. Iberti TJ, Fischer EP, Leibowitz AB, Panacek EA, Silverstein JH, Albertson TE: A multicenter study of physicians' knowledge of the pulmonary artery catheter. *JAMA* 1990; 264: 2928-32.
5. Gore JM, Goldberg RJ, Spodick DH, Aipert JS, Dale JE: A community-wide assessment of the use of pulmonary artery catheters in patients with acute myo-

- cardial infarction. *Chest* 1987; 92: 721-7.
6. Finegan BA: The pulmonary artery catheter: when and why it should be used. *Can J Anaesth* 1992; 39: R71-5.
 7. Sola JE, Bender JS: Use of the pulmonary artery catheter to reduce operative complication. *Surg Clin North Am* 1993; 73: 253-64.
 8. 민경태, 박윤곤, 남순호, 김찬, 인봉무, 엄대자 등: 개심술 마취관리 100예의 임상적 고찰. *대한마취과학회지* 1990; 23: 630-7.
 9. Iberti TJ, Fisher CJ: A prospective study on the use of the pulmonary artery catheter in a medical intensive care unit - its effect on diagnosis and therapy. *Crit Care Med* 1983; 11: 238.
 10. Robin ED: The cult of the Swan-Ganz catheter: overuse and abuse of pulmonary flow catheters. *Ann Intern Med* 1985; 103: 445-9.
 11. Cerolia G, Steingrub JS, Lahti MV, Teres D, Stein KL, Fink M, et al: Clinical assessment of hemodynamic values in two surgical intensive care units. *Arch Surg* 1990; 125: 1036-9.
 12. Eisenberg PR, Jaffe AS, Schuster DP: Clinical evaluation compared to pulmonary artery catheterization in the hemodynamic assessment of critically ill patients. *Crit Care Med* 1984; 12: 549-53.
 13. Connors AF, McCaffree DR, Gray BA: Evaluation of right-heart catheterization in the critically ill patient without acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 1983; 308: 263-7.
 14. Fein AM, Goldberg SK, Walkenstein MD, Dershaw B, Braitman L, Lippmann ML: Is pulmonary artery catheterization necessary for the diagnosis of pulmonary edema? *Am Rev Respir Dis* 1984; 129: 1006-9.
 15. Steinberg JS, Cerolia G, Lahti MV, Teres D, Bria W: Therapeutic impact of pulmonary artery catheterization in a medical/surgical ICU. *Chest* 1991; 99: 1451-5.
 16. Tuman KJ, MacCarthy RJ, Spiess BD, DaValle M, Hompland SJ, Dabir R, et al: Effects of pulmonary artery catheterization on outcome in patients undergoing coronary artery surgery. *Anesthesiology* 1989; 70: 199-206.
 17. Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB, Waxman K, Lee TS: Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. *Chest* 1988; 94: 1176-86.
 18. Berlaak JF, Abrams JH, Gilmour IJ, O'Connor SR, Knighton DR, Cerra FB: Preoperative optimization of cardiovascular hemodynamics improves in outcome in peripheral vascular surgery. *Ann Surg* 1991; 214: 289-99.
 19. Demling R, Lalonde C, Saldinger P, Knox J: Multiple organ dysfunction in the surgical patient: pathophysiology, prevention and treatment. *Curr Probl Surg* 1993; 4: 347-414.
 20. Khalil BA, Scalea TM, Trooskin SZ, Henry SM, Hitchcock R: Hemodynamic responses to shock in young trauma patients: need for invasive monitoring. *Crit Care Med* 1994; 22: 633-9.
 21. Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB: Role of oxygen debt in the development of organ failure, sepsis and death in high-risk surgical patients. *Chest* 1992; 102: 208-15.
 22. Yu M, Levy MM, Smith P, Takiguchi SA, Miyasaki A, Myers SA: Effect of maximizing oxygen delivery on morbidity and mortality rates in critically ill patients: a prospective, randomized, controlled study. *Crit Care Med* 1993; 21: 830-8.
 23. Lowenstein E, Teplick R: To(PA) catheterize or not to(PA) catheterize-that is the question. *Anesthesiology* 1980; 53: 361-3.
 24. Spodick DH: Physiologic and prognostic implications of invasive monitoring: undetermined risk/benefit ratios in patients with heart disease. *Am J Cardiol* 1980; 46: 173-5.
 25. Boyd KD, Thomas SJ, Gold J, Boyd AD: A prospective study of complications of pulmonary artery catheterizations in 500 consecutive patients. *Chest* 1983; 84: 245-9.
-