

체외순환도관의 혈액적합성 평가

- 방사선 동위원소(Tc99m) 활성화 혈소판의 생체 내 주입을 이용한 정량분석법의 개발 -

이 성 호* · 선 경* · 최 재 걸* · 손 호 성* · 정 재 승* · 안 상 수* · 오 혜 정*
이 환 성* · 이 혜 원* · 김 광 택* · 정 윤 섭** · 김 영 하*** · 김 형 뮤*

= Abstract =

Evaluation of Biocompatibility of Extracorporeal Circuit -Development of a Quantification Technique using In-vivo Injection of Tc99m Radioactive Platelets-

Sung Ho, Lee, M.D.*, Kyung Sun, M.D.* , Jai Geol Choi, M.D.* , Ho Sung Son, M.D.* ,
Jae Seung Jung, M.D.* , Sang Soo Ahn, B.S.* , Hye Jung Oh, M.S.* , Whan Sung Lee, PhD.* ,
Hye Won Lee, M.D.* , Kwang Taik Kim, M.D.* , Yoon Seop Jeong, M.D.** ,
Young Ha Kim, Ph.D.*** , Hyoung Mook Kim, M.D.*

Background: Blood-foreign interaction cause activation of coagulation and inflammatory process that may lead to multiorgan dysfunction and determine the surgical outcomes. Of the methods for assessing the biocompatibility, the platelet adhesion study is considered as the most valuable evaluation step in blood-foreign interaction. As the most studies have used in-vitro or ex-vivo conditions, we have developed a technique of quantification for platelet adhesion on the blood contact surface by using in-vivo injection of radioactive platelets.

Material and Method: A coupled bypass circuit was designed to connect the proximal and descending thoracic aorta in 6 piglets(20~25 Kg). One side of the circuit tube was consisted of a heparin coated PVC tube(10mm in ID, n=6, Experimental group), and the other, a non-heparin coated PVC tube(10mm in ID, n=6, Control group). After cannulation, the blood was circulated through the circuit for 2 hours. Platelet concentrate was prepared from homologous pig blood 24 hours before the experiment. The platelet concentrate was incubated with Tc-99m-HMPAO for 30 min and then centrifuged for 10 min. The supernatant was discarded and the radio-labeling efficacy was measured. The radio-labeled

*고려대학교 의과대학

Korea University Medical School

**순천향대학교 의과대학

SoonChonHyang University Medical School

***한국과학기술원

Korea Institute of Science and Technology

† 이 논문은 2001년 보건복지부 선도기술의료공학기술개발사업(G7)의 지원에 의하여 이루어진 것임. (HMP-98-G-2-041)

논문접수일 : 2001년 12월 21일 심사통과일 : 2002년 1월 23일

책임저자 : 선 경(136-705) 서울 성북구 안암동 5가 126-1, 고려대학교 의료원 홍부외과. (Tel) 02-920-5436, (Fax) 02-927-3104

E-mail: ksunmd@kumc.or.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한홍부외과학회에 있다.

platelet concentrate was mixed with the autologous plasma to make the volume 5 ml, and the mixture was injected intravenously into the experimental animal. After 2 hour circulation, 5 pieces of the specimen(10mm in length each) were obtained from each PVC tube. The radioisotopes were counted with a gamma counter(Cobra II, Packard, USA), and the ratio of radioisotope count was compared between the control and experimental group. **Result:** The radioisotope count number was 537.3221.1 Ci/min in the control group and 311.1 184.5 Ci/min in the experimental group($p=0.0104$). The ratio between the groups was 1 to 0.58 ($p=0.004$). **Conclusion:** In vivo quantification using technetium-99m-HMPAO labeled platelets is simple and reproducible in evaluating platelet adhesion on a foreign surface. We suggest this technique to be a useful tool for blood compatibility test.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2002;35:171-6)

Key word: 1. Biocompatibility materials
2. Circuits
3. Heparin
4. Platelet

서 론

혈액이 이물질과 접촉을 하면 체내에서 응고 및 염증기전을 활성화 시키게 되며, 임상적으로 혈전 전색과 심한 경우 다발성 장기 기능부전까지 발생하게 된다. 혈액-이물질 이상 반응을 억제하기 위한 여러 가지 시도 중에서 이물질의 혈액접촉표면을 개선하는 노력이 활발하게 진행 중인데, 이때 개선된 이물질 표면의 혈액적합성을 평가하는 지표의 선택은 대단히 중요하다. 혈액이 이물질에 접촉할 때 가장 먼저 혈장단백질이 흡착되고 여기에 피브리노겐이 부착되면서 혈소판의 활성화에 관여하기 때문에, 피브리노겐의 흡착량을 전기영동법이나 효소측정법 등으로 검사하는 방법들이 보고되어 있다^{1,2)}. 그러나 혈장단백질의 분석방법이 복잡하고 간접적인 평가이기 때문에, 접촉면의 응고기전에서 혈소판의 침착이 가장 중요한 단계라는 것을 감안하여³⁾ 혈소판의 표면흡착 정도를 직접 비교하는 방법이 흔히 사용되고 있다. 침착된 혈소판을 직접 관찰하기 위해 표면전자현미경(SSEM)이 흔히 사용되고 있으나, 관찰자의 주관이 개입될 수 있고 전체 상황을 대변하거나 정량화하기 힘들기 때문에 독자적인 지표로는 인정되지 못한다. 동위원소 첨가한 혈소판을 이용하여 실험실에서 혈소판의 침착 정도를 측정하는 방법은 많이 행하여 졌지만, 기존의 방법들은 대부분 in-vitro 혹은 ex-vivo 조건에서 시행되고 있으므로 생체 내 in-vivo 상황을 정확히 대변한다고 보기 힘들다. 또한 따라서 본 연구는 in-vivo 실험조건에서 동위원소(radioisotope)를 이용하여 혈소판의 표면흡착 정도를 정량 분석하는 방법을 개발하고자 계획되었다.

대상 및 방법

인체와 유전형질이 유사한 돼지(20-25 kg, n=6)를 실험대상으로 선정하여, 수술 5일 전부터 전문사육인이 관리하였고 실험 전 6시간부터 금식을 하였다. 실험에 사용할 혈소판은 실험 전날 동종의 돼지들(n=4)로부터 채취한 혈액을 원심분리하여 고농도 혈소판 용액(platelet concentrate)을 추출하였다. 실험당일 동위원소(Tc-99m-HMPAO, 180 μ Ci)을 섞어 30분간 방치한 다음, 10분간 원심분리하여 침전층의 동위원소 표지효율 (labeling efficiency)을 측정하였다. 동위원소 표지효율은 동위원소가 첨가된 혈소판 농축액을 고속 원심분리를 한 후, 상층과 하층의 방사선 동위원소량을 측정하여 하층의 동위원소량을 전체 동위원소량으로 나누어 계산하였다: Labeling efficiency (%) = $100 \times \text{침전층} / (\text{상층} + \text{침전층})$. 상층을 제거한 후 분리된 침전층에 혈장을 섞어 5 ml 용액으로 만든 후 실험동물을 정맥주사하였다.

실험동물은 실험 전 케타민(10 mg/kg)으로 마취 전처치를 하였다. 동물을 양와위로 수술대에 고정시키고 심전도 (Hewlett Packard system: 88S. Boeblingen, Germany)를 설치하였다. 펜토탈(15 mg/kg)로 마취를 유도하고 기관절개를 거쳐 삽관한 후 마취기(Semiclosed circle absorber system 10750. Dameca. Danmark)에 연결하여 N₂O와 Enflurane으로 흡입마취를 유지하였다. 흡기량은 15 ml/kg, 호흡수는 20회/분으로 하였다. 필요에 따라 근육이완제(노큐론, 0.1 mg/kg)로 자기 호흡을 억제하였다. 수술은 죄측 4번쩨 늑간사이를 가로 절개하여 하행 대동맥을 노출 시켰다. 하행 대동맥의 상부와

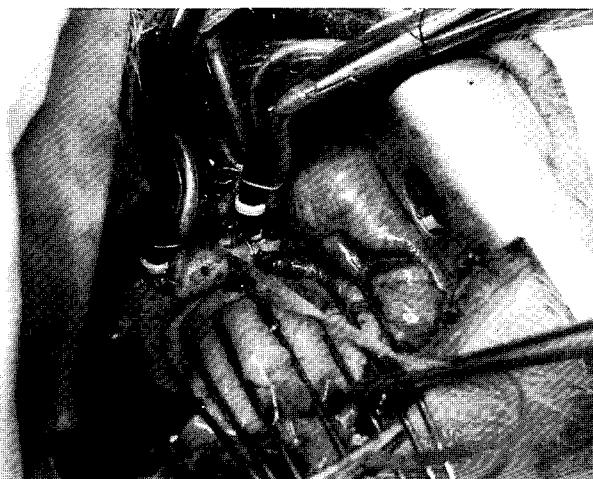


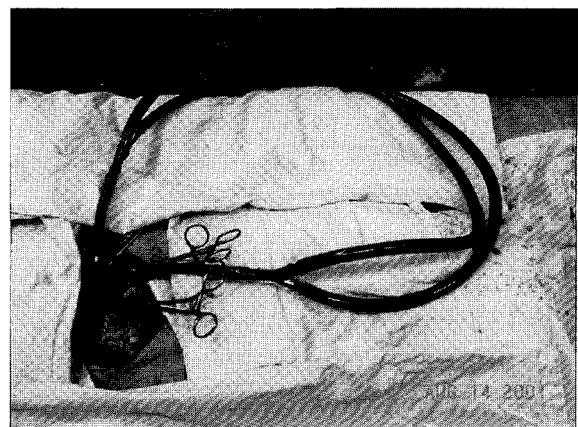
Fig. 1. Cannulation is made at the proximal and descending thoracic aorta

하부에 각각 4-0 프롤렌으로 쌈지봉합을 두개씩 뜯고 동맥 캐뉼라를 삽입하였다(Fig. 1).

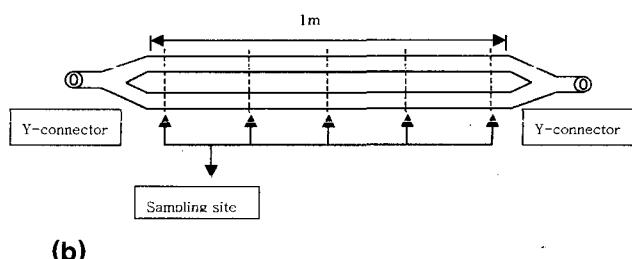
우회도관은 2중으로 구성하여 한쪽은 헤파린 처리를 하지 않은 PVC 도관(대조군; Capiox, Terumo, Japan)을 사용하였으며, 다른 한쪽은 헤파린 표면처리를 한 PVC 도관(실험군; Duraflo II, Baxter, USA)을 사용하였다. 각 우회도관을 같은 길이(1 m)로 재단하여 내부를 생리식염수로 채운 후 양쪽 동맥캐뉼라에 Y 커넥터로 연결하여 우회순환 회로를 완성하였다(Fig. 2-a & b). 우회순환은 2시간을 유지하였고, 항응고제는 순환 전에 1 mg/kg의 전신 헤파린처치를 하고 순환 1시간 째 0.5 mg/kg을 추가하였다. 활성화응고시간(ACT)은 250초 전후로 유지하였다.

순환 두시간 후 양쪽의 우회도관을 절자로 동시에 차단하여 도관 내면의 혈전형성 여부를 육안 관찰하였다. 각 순환 도관을 분리하여 생리식염수로 씻어내고 일정부위에서 10 × 10 mm 길이로 잘라내어 절편을 세분한 다음, 각각 Green tube에 넣어 동위원소 측정기(Gamma counter, Cobra II, Packard, USA)를 이용하여 Tc-99mOHPAO의 분당 count수를 측정하였다. 감마 카운터를 이용하여 측정된 동위원소 숫자를 군간 비교하였고, 통계처리는 Statistica(5.1 D, Tulsa, USA) 프로그램을 이용하였고 $p < 0.05$ 일 때 유의한 것으로 하였다. 표면전자현미경 관찰을 위해서 도관 중앙부위에서 1 cm 크기의 절편을 별도로 절취하여 0.2%의 glutaraldehyde에 보관한 다음, 알코홀(alcohol)로 탈수시킨 후 2000배율로 도관 내면의 혈소판 흡착정도를 관찰하였다.

실험동물은 고려대학교 동물관리 규정에 따라 마취상태에서 다량의 염화칼륨(2 mEq/kg)을 정맥 주입하여 안락사를 시키고 시체는 소각처리 하였다.



(a)



(b)

Fig. 2. (a) A coupled bypass circuit is constructed by using Y-connector. Each tube is 10 mm in internal diameter and 1 meter in length. (b) Five specimen are obtained at the same point from the tubes. Each specimen is 10 mm in length.

결 론

1. 육안 및 표면전자현미경 관찰

- 1) 육안 관찰소견 : 두 군 모두 순환 2시간 후 순환도관 내부에 명백한 혈전이 발생하지 않았다.
- 2) 표면전자현미경 소견 : 순환 2시간 후 순환도관 내면을 전자현미경으로 2000배 확대하여 관찰한 결과, 대조군에서는 적혈구 및 혈소판 침전이 많았으나 실험군에서는 적었다(Fig. 3).

2. 동위원소 측정

실험에 사용된 혈소판 농축액에서 혈소판수와 동위원소 표지효율(labeling efficiency)을 측정하였다. 사용한 혈소판은 실험 전날 4마리의 동물에서 채취하였기에, 같은 날 실험한 실험동물 II번과 III번, IV번과 V번 동물은 동일한 혈소판 농축액이 사용하였다. 4회의 동위원소 표지효율은 10.0%, 32.6%, 71.7%, 52.3%로 평균 동위원소 표지효율은 41.7%였다 (Table 1).

매 실험마다 두개의 도관에서 각각 채취한 5개 검체에서

Table 1. Platelet number and Labeling efficiency of radioisotope

Experimental Animal	I	II & III	IV & V	VI
Platelets (103/ul)	875	586	1078	1561
Isotope counts (mCi/min)	upper	68.8	47.9	115.6
	lower	7.8	117.6	55.8
Labeling efficiency (%)	10.0	32.6	71.7	52.3



Fig. 3. Surface scanning electron microscopic (SSEM) findings. The control group shows more cellular adhesion on the surface

동위원소량을 측정하였다(Table 2). 5개 검체의 평균 동위원소량을 구한 후 두 군 사이에 통계 비교한 결과, 대조군의 동위원소량이 유의하게 높았다(537.3221.1 : 311.1184.5 Ci/min, $p=0.0104$). 실험군과 대조군의 동위원소량 비율은 1:0.58로, 대조군에서 혈소판의 침착이 유의하게 많은 것을 알 수 있었다($p=0.040$) (Table 3).

고 찰

혈액이 이물질과 접촉을 하면 생체의 방어기전에 의해 혈액 응고기전, 보체계, 키닌계 등이 활성화된다. 이러한 기능의 과도한 활성은 생체에 나쁜 영향을 주게 되므로 생체에

사용될 의료용구의 생체적합성은 대단히 중요하며 이에 대한 활발한 연구가 계속되고 있다. 생체적합성의 판단은 여러 가지 지표들의 종합으로 이루어지며, 이러한 지표로는 보체계의 활성화 정도를 측정하거나 염증지표를 판단하고 응고기전의 활성화를 분석하는 방법들이 있다. 응고기전의 분석법으로는 혈장 단백질을 분석하거나 혈액 내 다양한 지표(혈소판, 피브리노겐, d-dimer)를 측정하고, 직접 접촉면의 혈장 단백 및 혈소판의 분석을 하기도 한다^{1,2)}. 특히 혈소판의 표면 흡착을 직접 관찰하는 것은 생체적합성 판정에서 큰 의미를 갖는데, 대부분 실험실 조건에서 시행되고 있어서 생체조건에 노출시킨 상황에서의 예측이 어려운 점이 있었다. 표면전자현미경 관찰은 흡착된 혈소판을 직접 관찰한다는 장점이 있으나, 언급한 바와 같이 관찰자의 주관이 개입될 여지가 많으며 정량적인 분석이 어려워 독립된 데이터로서의 의미를 가지기 어려운 단점이 있다. 따라서 본 실험은 동위원소를 이용하여 이물질 표면에 흡착된 혈소판을 정량적으로 분석하기 위하여 고안되었다.

1976년 Thakur에 의하여 indium-111 oxine 을 혈소판에 부착시키는 방법이 소개된 이후, 임상이나 실험을 위해 혈소판에 동위원소를 부착하는 여러 방법들이 개발된 바 있고, 좀 더 간편하고 경제적으로 유리하면서 정확한 결과를 얻기 위한 시도들이 많이 이루어졌다. 하지만 이제까지 이런 시도들은 Thakur의 방법에 비하여 많은 이점을 가지지 못하였기에, 아직까지 Thakur의 방법이 표준 모델로 여겨지고 있다⁴⁾. 혈소판을 방사선 동위원소로 표식하는 방법에서 동위원소는 주로 ¹¹¹In-oxine^{5,6)}과 technetium-99m hexamethylpropylene amine oxime(HMPAO)을 주로 사용하여 왔으며, 측정 기법은 주로 신체내 혈소판의 비정상적인 침착을 감마카메라를 이용하여 촬영하는 방식을 사용하였다^{7,8)}. 본 실험에서 사용한 technetium은 indium에 비하여 반감기가 짧지만 높은 친화력을 때문에 혈소판과 좋은 친화력을 가지고 있어 동위원소를 이용한 좋은 이미지를 얻을 수 있다. Indium에 비하여 값

Table 2. Isotope count of each specimen(μ Ci)

	I		II		III		IV		V		VI	
	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H
#1	547.2	138.9	230.1	121.0	521.7	272.0	608.6	372.0	787.5	778.5	484.7	197.0
#2	558.2	90.2	181.1	137.0	595.7	350.0	578.9	423.9	850.9	682.0	1068.4	293.0
#3	412.9	141.4	237.6	131.0	335.4	260.0	565.8	349.0	838.7	488.0	512.4	289.0
#4	581.1	150.6	165.5	139.0	406.6	337.0	520.9	358.0	826.7	619.0	874.2	287.0
#5	403.3	130.0	159.1	180.0	310.4	330.0	549.4	345.5	887.2	602.0	517.4	340.0

C, Control; E, Experiment

Table 3. Average isotope count (Ci) and Ratio

	Control	Study	Ratio
Experiment 1	500.5	130.2	1:0.26
Experiment 2	194.7	141.5	1:0.72
Experiment 3	434.0	309.7	1:0.71
Experiment 4	564.7	369.7	1:0.65
Experiment 5	838.2	634.1	1:0.76
Experiment 6	691.4	281.2	1:0.41
	537.3221.1	311.1184.5	1:0.58±0.20
	p=0.0104	p=0.0040	

이 싼 장점을 가지고 있으며, 또한 임상에서 구하기 쉽고 조작하기가 쉽다. 하지만 technetium은 소화기와 신장을 통하여 쉽게 배출이 되므로 복강 및 골반강 내에서의 이미지를 측정할 때 판독이 어렵다는 단점이 있는데⁹⁾, 본 실험과 같은 순환계에 사용할 경우 큰 문제가 되지 않는다.

본 연구에서는 대동맥 우회순환 모델을 이용하였는데, 동일 개체에서 Y 연결로를 이용하여 2개의 도관을 혈액에 동시 노출시킴으로써 조건을 만들 수 있어 신뢰할 만한 실험 결과를 얻을 수 있었다고 본다. 이 실험모델의 다른 장점은 실험조작이 비교적 간단하며 비용이 저렴하다는 것이다. 또한 실험 전날 동종의 동물에서 전혈을 채취하여 혈소판 농축액을 얻어놓으면, 실험 당일 쉽게 방사선 동위원소 첨가가 가능하며, 혈소판 응집정도는 동위원소 측정기인 감마 카운터를 이용하여 정량분석이 가능하여 두 군 사이에 정확한 비교가 가능하다.

이물질 표면에 흡착된 혈소판의 양은 투여된 혈소판 농축액의 동위원소량(Table 1)과 순환 2시간 후 채취된 검체의 동위원소량(Table 2 & 3)을 이용해 정량적인 평가가 가능하다. 본 연구에서는 혈소판의 숫자를 직접 계산하는 대신, 동위원소량을 이용하여 정량 분석하였고 그 결과를 통계 비교하였다. 참고로, Table 1에서 보여주는 동위원소 표지를 자체는 본 실험의 목표인 흡착된 혈소판의 정량분석과는 큰 연관이 없다. 그러나 실험 동물인 돼지에서 혈소판과 technetium의 흡착 표지율에 대한 자료가 없는 만큼, 향후 연구의 기초자료로 사용할 수 있도록 제시하였다.

이번 실험에서는 실험군으로 혜파린 코팅 도관(Duraflo II, Baxter, USA)을 사용하였고, 대조군으로는 혜파린 처리를 하지 않은 도관(Capiox, Terumo, Japan)을 사용하였다. 여러 문헌에서 혜파린 코팅 도관이 일반 도관에 비하여 체외 순환 후 발생할 수 있는 협명증의 발생 빈도를 낮출 수 있으며, 수술 시 혜파린의 사용량을 줄이고 염증 반응의 지표가 호전되었

다고 보고하고 있다^{10,11,12)}. 또한 Duraflo II 도관을 이용한 실험에서 혈장 단백 피브리노겐의 흡착이 유의하게 감소하였고 혈소판의 활성정도도 감소하였으며 혈소판의 도관내 흡착이 유의하게 감소한 결과를 보고하고 있다^{13,14)}. 이번 연구의 결과도 기존의 보고들과 같이 혜파린 코팅 도관에서 혈소판 흡착이 유의하게 감소하는 것을 보여주었다.

본 연구의 제한점은 실험조건 상 동종 혈소판을 사용하였다는 점이다. 동종혈소판은 생체에 주입되었을 때 자가혈소판과는 다른 반응을 보일 수 있다. 그러나 본 실험에서는 대조군과 실험군 도관을 같은 조건에 동시 노출시켰으므로, 두 군의 혈소판 흡착정도를 비교하는 데 무리가 없을 것으로 믿는다. 추후 임상에 적용할 때는 사전에 혈액을 채취하여 자가혈소판을 만들어 사용하면 더욱 정확한 평가가 가능하리라 믿는다. 또 다른 제한점은 동위원소가 부착된 혈소판이 정상적인 혈소판과 같은 반응을 보일 것인가 하는 점이다. 이 부분 역시 두 군을 상호 비교하는 데에는 무리가 없을 것으로 생각하며, 실제 임상에서도 무시할 만한 차이일 것으로 간주하고 있다.

결 론

혈액에 접촉되는 이물질의 생체적합성을 평가하는 대부분의 방법들은 생체 조건에서 지표를 객관화하거나 정량분석하기에 부족하였다. 저자 등이 자체 개발한 동위원소 측정법은 다른 인자들에 의한 영향을 최소화하고 생체 내에서 생체적합성을 간편하게 정량분석 할 수 있는 좋은 방법이라고 생각하기에, 향후 심혈관계 생체적합성 연구를 위한 기초자료로 보고하는 바이다.

참 고 문 헌

1. Tsai CC, Chang Y, Sung HW, Hsu JC, Chen CN. Effect of heparin immobilization on the surface characteristics of a biological tissue fixed a naturally occurring crosslinking agent(genipin): an in vitro study. Biomaterials 2001; 22:523-33.
2. Yoshinari N, Shingo Y, Ken Y, Eiki T, Akinori S, Yukihiko N. Protein adsorption and platelet adhesion on the surface of an oxygenator membrane. ASAIO J 1997; 43:M706-10.
3. Fougnot C, Labarre D, Jozefonvicz J, Josefowicz M. Modifications to Polymer Surface to improve blood compatibility. In: Macromolecular Biomaterials pp215-38, FL, USA,1984.
4. Thakur ML, Welch MJ, Malech HL. Indium-111 labeled human platelets: studies on preparation and evaluation of in vitro and in vivo function. Thromb Res 1976;9:345-57.
5. De Variees RA, De Breuin M, Marx JJM, van de Wiel

- A. *Radioisotopic labels for blood cell survival studies: a review.* Nucl Med Biol 1993;20:809-17.
6. Najeon Y, *The choice of tracer for platelet kinetics and scintigraphic studies.* Nucl Med Biol 1986;13:159-64.
7. Sinzinger, Virgolini I. *Nuclear medicine and atherosclerosis.* Eur J Nucl Med 1990; 17:160-78.
8. Thakur ML, Welch MJ, Malech HL. *Indium-111 labelled human platelets: improved method, efficacy and evaluation.* J Nucl Med 1984;17:97-104.
9. Becker W, Borner W, Borst U. *99mTc hexamethylpropyleneamineoxime(HMPAO) as a platele label: evaluation of labeling parameters and first in vivo result.* Nucl Med Commun 1988;9:831-42.
10. Eivind O, Tom EM, Erik F, Einfrid AH, Geir T, Mari-Anne LR, Vibeke V. *High and low heparin dose with heparin-coated cardiopulmonary bypass: Activation of complement and granulocytes.* Ann Thorac Surg 1995; 60:1755-61.
11. Gabriel SA, Paul O, Oz MS, et al. *Effect of anticoagulation protocol on outcome in patients undergoing CABG with heparin-bonded cardiopulmonary bypass circuits.* Ann Thorac Surg 1998;65:425-33.
12. Macro R, Silvia C, Daniela C, Antonio D, Alessandra B, Alessandro F, Lorenzo M. *Beneficial effect of Duraflow II heparin-coated circuits on postperfusion lung dysfunction.* Ann Thorac Surg 1996;61:76-81.
13. Hsu LC. *Biocompatibility in heparin-coated extracorporeal circuits.* Perfusion 1996;11:256-63.
14. Tong SD, Rolfs MR, Hsu LC. *Evaluation of Duraflow II heparin immobilized cardiopulmonary bypass circuits.* ASIOS J 1990;36:654-56.

=국문초록=

배경: 혈액이 이물질과 접촉을 하면 체내에서 응고 및 염증기전을 활성화 시키게 되고 임상적으로 폐 및 신장 기능의 저하, 출혈 등을 유발할 수 있고 심한 경우 다발성 장기기능 저하까지 발생할 수 있다. 이 때문에 혈액-이물질 접촉표면을 개선하는 여러 가지 시도들이 이루어지고 있고 혈액접촉표면의 적합성을 평가하는 지표의 선택은 대단히 중요하다. 접촉면의 응고기전에서 혈소판의 침착이 가장 중요한 단계이고 혈소판의 침착을 확인하기 위하여 표면흡착 정도를 비교하는 방법이 흔히 사용되고 있는데, 대부분 in-vitro 혹은 ex-vivo 조건에서 시행되고 있으므로 생체 내 in-vivo 상황을 정확히 대변한다고 보기 힘들다. 따라서 본 연구는 in-vivo 실험조건에서 동위원소(radioisotope)를 이용하여 혈소판의 표면흡착 정도를 정량 분석하는 방법의 유용성을 분석하고자 계획되었다. **대상 및 방법:** 돼지(20-25 kg, n=6)를 이용하여 하행대동맥 우회회로를 구성하였다. 우회회로는 혜파린 표면처리가 안된 일반 PVC 도관(대조군; Capiox, Terumo, Japan)과 이온결합 혜파린 표면 처리된 PVC 도관(실험군; Duraflow II, Baxter, USA)을 Y-connector로 연결하여 2개의 회로를 동시에 구성하였다. 수술 전날 동종의 실험동물로부터 혈액을 채취하여 원심분리를 통해 고농도 혈소판 용액(platelet concentrate)을 추출하였고, 수술 당일 동위원소(Tc-99m-HMPAO, 180 µCi)을 섞어 30분간 방치한 다음, 10분간 원심분리하여 침전층의 labeling efficiency를 측정하였다. 분리된 침전층에 혈장을 섞어(5 ml) 실험동물에 정맥주사한 후, 전신 혜파린 처치 상태에서(1 mg/kg) 하행대동맥을 차단하여 우회도관 쪽으로 2시간 동안 혈액을 순환시키고 분리하였다. 각 도관의 내강을 생리식염수 500 ml로 동시에 세척한 다음, 일정 간격으로 10x10 mm 크기의 절편을 5개 채취하였다. 절편을 세분하여 측정튜브에 담아 동위원소 측정기(gamma counter, Cobra II, Packard ,USA)를 이용하여 Tc-99m-HMPAO의 분당 count수를 측정함으로써 혈소판의 흡착정도를 정량분석 비교하였다. **결과:** 동위원소 측정기를 이용한 평균 count수는 각각의 실험군과 대조군의 비율을 이용하여 비교하였다. 평균 count 수는 대조군에서 537.3 Ci/min였고 실험군에서는 311.1Ci/min로 측정되었으며, 두 군 사이의 비율은 대조군에 비하여 실험군이 1: 0.58로 통계적으로 유의하였다.(p=0.004) **결론:** 위 결과를 통하여 실험군이 대조군에 비하여 혈소판 표면흡착측면에서 우수하다는 것을 정량적으로 증명할 수 있었다. 저자 등이 사용한 in-vivo 동위원소 측정법으로 혈소판 흡착정도의 생체 내 실험으로 유용하며 의료 고분자 재료의 혈액적합성 판정의 지표로 제시하고자 한다.

중심 단어: 1. 혈액적합성
2. 방사선동위원소
3. 혈소판
4. 혜파린 코팅
5. 우회 순환 회로