

# 低溫 血液稀釋 體外循環法에 關한 實驗的 研究\*

An Experimental Study on Hemodilution Perfusion with 5% Dextrose Priming under Normothermia, Hypothermia and Profound Hypothermia

서울大學 醫科大學 外科學教室

李 逢 夏

## 目 次

### I. 緒論

#### II. 實驗材料

##### A. 實驗動物

##### B. 實驗器具

###### 1. 「泵」(Pump)

###### 2. 酸化器(Oxygenator)

a) 局所灌流用 囊型酸化器(Regional Perfusion Bag Oxygenator) 및 热交換器(Heat Exchanger)

b) 二重 Helix 酸化器(Double Helical Oxygenator)

#### III. 實驗方法

##### A. 心肺機의 操作

- 1) 心肺機 5% 葡萄糖液 充填
- 2) 펌프의 搏出量 決定

##### 3) 心肺機 稼動

##### B. 手術操作

##### C. 热交換器 操作

##### D. 實驗操作 및 檢查法

#### V. 實驗成績

##### A. 血液成分

##### B. 血漿血色素

##### C. 血液凝固機轉

##### D. 血力學的 所見

##### E. 動脈血 pH 值

##### F. 體外循環中 尿量

##### G. 冷却 및 加溫 所要時間

##### H. 食道溫 및 直腸溫의 差異

#### V. 總括 및 考按

#### VI. 結論

##### 英文抄錄

##### 文獻

## I. 緒論

1937 年 Gibbon<sup>1,2)</sup> 人工心肺機을 組立하여 고양이에

\* 本論文의 要旨는 西紀 1963年 度 第15次 大韓醫學協會 學術大會 外科分科學會에서 發表 하였음.

서 4 時間 以上 肺動脈을 完全 血流遮斷하고 처음으로 心肺噴置를 試圖 하였으며, 1939 年에 心肺噴置를 實施한 고양이를 健康하게 生存 시켰다. 그 後 心肺機 使用動物의 長期 生存<sup>2)</sup>과 心房<sup>3)</sup> 및 心室<sup>4)</sup>의 實驗的 中隔缺損造成 및 手術方法의 研究가 施行되고, 1953 年에 처음으로 臨床例에서 人工心肺機 使用 體外循環으로 心肺機能을 維持하여 心房中隔 缺損의 直視下 開心術에 成功하였다.

1954 年에는 Lillehei<sup>5,6)</sup>가 體外循環에 依하여 當時 閉塞法 또는 低溫法 만으로는 不可能 하였던 右心室 切開로 各種 心畸形의 根治手術에 成功한 以來, 心肺機使用 開心術은 눈부신 發展을 이루었다.

體外循環中, DeWall<sup>7), Magovern<sup>8), Coffin<sup>9), Ballinger<sup>10)</sup></sup></sup></sup>

等은 新陳代謝에 對하여, Andersen<sup>11), Starr<sup>12), Halley<sup>13), 李<sup>14)</sup> 等은 酸素飽和度, Nelson<sup>15), Gianelli<sup>16)</sup> 等은 灌流速度, Lord<sup>17), Cordell<sup>18)</sup> 等은 血流量, Fraser<sup>19)</sup>는 心筋障礙, Halley<sup>20)</sup> 等은 腦血流, Zuhdi<sup>21)</sup> 等은 腦障碍에 關하여, 各各 研究 하였으며, DeWall<sup>22)</sup> 等은 血液成分에 對하여 Paneth<sup>23), Wright<sup>24)</sup> 等은 血液化學, Bosher<sup>25)</sup>는 心搏出量, Osborn<sup>26)</sup> 等은 溶血에 關하여 報告한 바 있다.</sup></sup></sup></sup></sup></sup>

一方 1950 年 Bigelow<sup>27)</sup>는 生體組織의 酸素需要量을 減少 시켜, 血流遮斷 時間을 延長 시킬 수 있는 冰水浸漬(Surface Cooling)에 依한 低溫法의 心臟手術 應用可能性을 指摘한 바 있고, 그後 Swan<sup>28~31), Lewis<sup>32~35)</sup> 等은 이 方法을 心臟 및 大血管 手術에 利用하였다.</sup>

1952 年 Gollan<sup>36)</sup>이 體外循環 血液冷却(Core-Cooling)에 依한 超低溫法(Profound Hypothermia)을 紹介한 後, 低溫法의 長點을 體外循環에 併合한 低溫 體外循環法이 多이 研究 되었다.

即 低溫 體外循環中, Demetriades<sup>37), Young<sup>38), Neville<sup>39), Ebert<sup>40)</sup></sup></sup></sup>

等은 新陳代謝, Sealy<sup>41,42), Lopez-Belio<sup>43)</sup> 等은 EKG, 心作用 等 諸 生理學의 研究가 動物實</sup>

驗 및 臨床에서 實施되었고, Gollan<sup>44)</sup>은 개에서 Sealy<sup>45)</sup>, Kimoto<sup>47)</sup>, Sloan<sup>48)</sup>, DeGasperis<sup>49)</sup> 等은 臨床에서 각各 成功의 開心術을 實施 報告하였다.

最近 Brown<sup>50,51)</sup>, Kaplan<sup>52)</sup>, DeGasperis<sup>53)</sup> 等은 能率의 热交換器(Heat Exchanger)를 考案하고 이를 心肺機 回路에 插入하여 超低温下에 心停止 및 心肺機 稼動 中斷, 全身循環 中斷(Circulatory Arrest)을 實施하고 靜止心에서 手術을 完了한 後 體外循環 再開 加溫으로 心蘇生(Cardiac Resuscitation)을 可能케하는 超低温下 體外循環이 實施케 되었다. 即 Sealy<sup>46)</sup>, Lesage<sup>54)</sup>, Shields<sup>55)</sup> 等의 動物 實驗例, Sealy<sup>56)</sup>, Dubost<sup>57)</sup>, Björk<sup>58)</sup> 等의 臨床例가 있다.

超低温下 體外循環에서 热交換器 使用 冷却 및 加溫은 他 冷却法 보다 冷却 및 加溫 所要時間이 短고 安全하고 簡便함을 Dubost<sup>59)</sup>, Heimbecker<sup>60)</sup>, Björk<sup>58)</sup>, 李<sup>61)</sup> 等이 強調하였다.

上述한 體外循環法에 있어서 心肺機 充填은 거의 모두 加「해파린」(Heparin) 血液이 慣用 되었는데, 手術時 多量의 血液이 必要하여 그 複雜性 때문에 應急 開心術이 不可能하고 血液銀行의 業務量 過重 및 患者的 經濟的 負擔이 莫大한 缺點이 있다.

더욱이 1962年 Gadboys<sup>62)</sup>, Litwak<sup>63)</sup> 等은 加「해파린」血液 心肺機 充填時 灌流開始 直後 血壓下降, 血小板 및 白血球 減少症, 血球凝集, 肺鬱血, 腎不全, 腦變化等의 所謂 同種輸血症候群(Homologous Blood Syndrome)의 出現을 報告하였다.

이 같은 諸 缺點을 解決하는 方法으로 血液 以外의 充填液의 使用이 講究實施케 되었다.

1954年 Gollan<sup>64)</sup>은 生理食鹽水를 恒用 加「해파린」血液에 代用하였고, Long<sup>65)</sup>와 DeWall<sup>66)</sup>, Hellström<sup>67)</sup> 等은 低分子量 「dextrans」(Dextran)을 血液代身 心肺機에 充填하였으며, Zuhdi<sup>68~71)</sup>와 Lillehei<sup>72)</sup> 等은 5% 葡萄糖液을 心肺機에 充填하고, 30°C 內外의 低溫法과 合併使用하여 體外循環을 實施하였으며, Cooley<sup>73)</sup> 等은 5% 葡萄糖液 充填 正常溫 體外循環을 實施하였다.

우리나라에서 心肺機 使用 開心術은 多量의 充填血液 및 心肺機의 消耗 附屬品에 莫大한 經費가 所要됨이 가장 큰 難點이며, この 條件을 克服하는 것이 開心術의 實用化의 切實한 課題이다.

이 生理的, 經濟的 難點 解決에 曙光을 보인 것이 5% 葡萄糖液 充填 心肺機 使用 開心術인 것이다.

即 5% 葡萄糖液 使用 血液稀釋 灌流法(Hemodilution Perfusion)은 最近 研究하기 始作한 體外循環法으로서 이에 따른 諸 生理的 變化에 關해서는 아직 究明되지 않은 點이 많다.

또한 血液稀釋 灌流法에 關한 研究도 正常體溫, 低溫

法과의 併用 實施한 報告는 있으나, 超低温 血液稀釋 灌流法의 研究는 尚今 發表된 바가 없다. 이에 著者は 5% 葡萄糖液 充填 心肺機 使用 體外循環을 實施하고, 이 때 蒼起되는 生體의 諸 變化中 加「해파린」血液 使用時 好發하는 同種輸血症候群의 主所見인 血球成分 및 血力學的 變化를 追求함에 있어 正常體溫 및 低溫下 血液稀釋法에 添加하여 超低温下 本法 實施의 所見을 觀察함을 이 實驗의 目的으로 하였다.

## II. 實驗材料

### A. 實驗動物

體重 14kg 內外의 雜犬 34犬을 雌雄의 區別 없이 使用하였다. 그中 8匹은 紿血犬으로 使用하고, 結局 26匹을 對象으로 하여 26回의 5% 葡萄糖液 心肺機 充填 體外循環을 實施하였다.

### B. 實驗器具

#### 1. 펌프(Pump)

펌프는 Lillehei의 Occlusive Sigmamotor의 TMI型을 動脈「펌프」로, TIS型을 心內血吸引「펌프」(Ca-

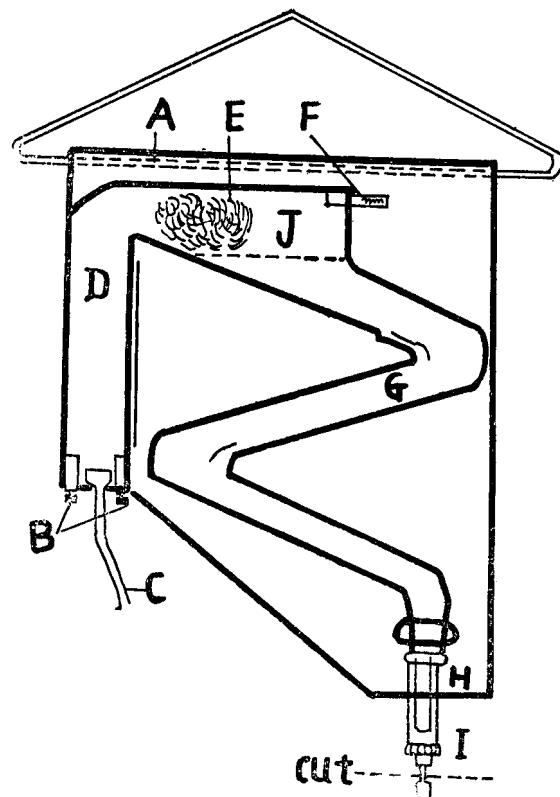


Fig. 1. Small bag oxygenator for regional perfusion

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| A. Slip metal rod         | F. Excess O <sub>2</sub> and CO <sub>2</sub> outlet vent |
| B. Venous blood inlets    | G. Descending flow channels                              |
| C. O <sub>2</sub> Inlets  | H. Blood filter  |
| D. Bubbling chamber       | I. Arterial blood outlets                                |
| E. Siliconized debubbling | J. Debubbling chamber                                    |

rdiotomy Sucker Pump)로 使用 하였으며 靜脈 펌프, 靜脈血 貯溜筒은 除去 하였다.

## 2. 酸化器(Oxygenator)

本 實驗에서는 Lillehei 式 氣泡型 酸化器 中, 小囊型 酸化器와 新型罐 「헤릭스」 酸化器(Helix Reservoir Oxygenator, New Type Canister) 2種을 使用하였다.

a) 局所 灌流用 囊型 酸化器(Bag Oxygenator for Regional Perfusion) 및 热交換器(Heat Exchanger): 美國 Travenol 會社製 市販 容量 約 500 cc 의 局所灌流用 Stainless Steel Sponge Plastic 小囊型 酸化器 이다(第1圖).

囊型 酸化器에는 水溫에 依하여 調節되는 日本神原式

热交換器를 使用하여 血液의 冷却 및 加溫을 施行하였다.

b) 二重「헤릭스」酸化器(Double Helical Oxygenator): 新型罐 除氣泡器(Debubbler)(第2圖)와 Zuhdi의 二重「헤릭스」를 使用하였다.

이 二重「헤릭스」는 DeWall, Lillehei의 罐「헤릭스」酸化器의 變形으로, 內經 1吋 또는  $1\frac{1}{4}$ 吋의 205cm 길이의 「푸라스틱 헤릭스」내에 內徑  $\frac{1}{2}$ 吋의 250cm 길이의 不銹鋼 파이프를 插入한 二重「헤릭스」이다(第3圖).

이 內廓 不銹鋼 파이프내에 冷水 및 溫水를 灌流시켜 外廓 푸라스틱 헤릭스 内의 血液를 冷却 또는 加溫함으로써 热交換器의 作用과 血液貯溜 裝置가 兼하게 되는 것이다.

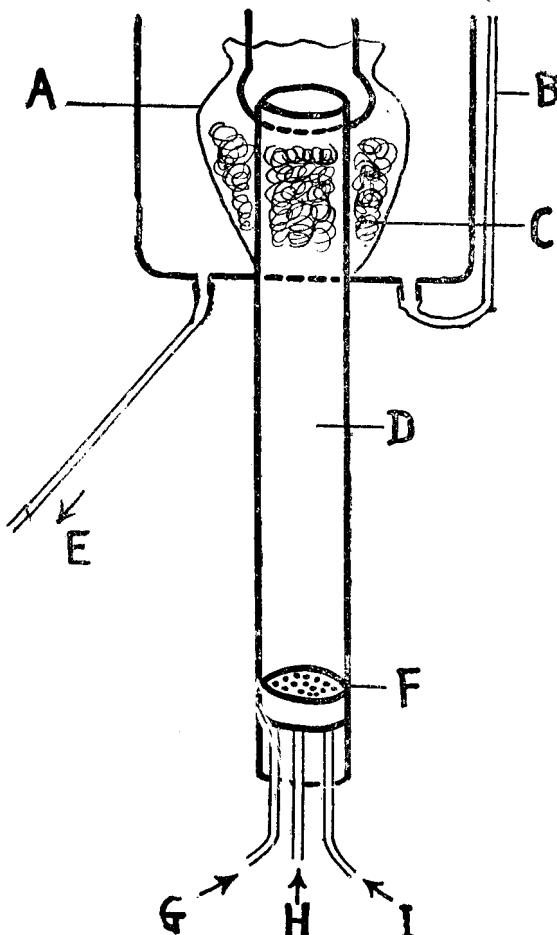


Fig. 2. Debubbling canister(New model)

- |                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| A. Nylon filter           | F. O <sub>2</sub> bubble diffuser |
| B. Blood level            | G. Venous blood inlets            |
| C. Stainless steel sponge | H. O <sub>2</sub> inlets          |
| D. Oxygenation column     | I. Cardiotomy suckerblood inlets  |
| E. Arterial blood outlets |                                   |

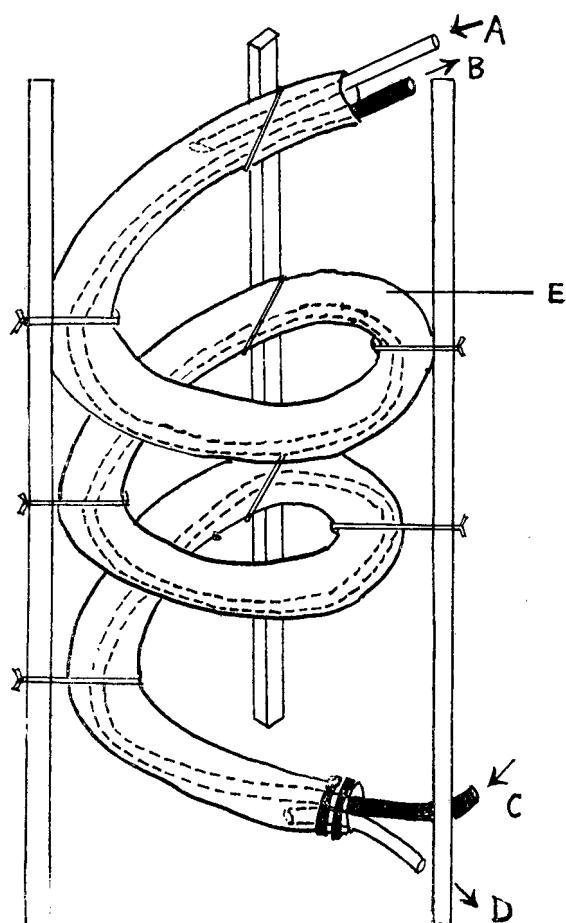


Fig. 3. Double Helix

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| A. Arterial blood inlets     | D. Arterial blood outlets |
| B. Circulating water outlets | E. Plastic helix.         |
| C. Circulating water inlets  |                           |

### III. 實驗方法

#### A. 心肺機操作

1. 心肺機 5% 葡萄糖液 充填(5% Dextrose Priming): 生體의 1일 液體 需要量을  $2\text{cc}/\text{kg}/\text{hr}$ 로 하고 그  $\frac{1}{2}$ 量의 5% 葡萄糖液을 心肺機 充填量으로 하는 Cooley의 算出 方式에 따랐다.

一方 5% 葡萄糖 充填後 酸化器서 動脈血 貯溜部까지 氣泡 殘存이 없도록 注意하는 것은 他 氣泡型 酸化器充填時와 같다.

2. ポンプ의 搏出量 決定(Calibration of the Pump): 本 實驗에서는 French No. 14 口徑의 Bardic Cardiovascular Catheter를 專用 하였으며, 이를 動脈管 尖部에 連結하고 「펌프」의 各 Gauge 別 1分間 搏出量을 液量計와 秒時計로 測定하여, 全身灌流時의 灌流量決定의 基準을 삼았다. 充填과 搏出量이 決定되면 酸化器內 液體量을 囊型에서는 懸垂秤, 헤릭스型에서는 「헤릭스」에 100 cc 마다 記標된 눈금으로 正確히 測定하여 灌流中 및 終了後의 酸化器 및 全身血液量의 增減 計算의 基準을 삼았다.

3. 心肺機 積動: 動物의 插管(Vascular Cannulation) 이 끝나면 미리 計測한 搏出量으로 心肺機를 積動함과同時に 動靜脈의 遮斷(Clamp)을 除去하면 體外循環이始作된다.

이 때 酸化器에 充填된 5% 葡萄糖液이 少量일 때는 먼저 靜脈遮斷만을 除去하여 上下空靜脈血의 酸化器로의 流出만 徐徐히 하여 動脈血 貯溜部에 이르러 비로소 動脈 펌프를 始動하여 實驗犬에 動脈血을 注入한다 (Wetting of the System). 이 때 動物의 低血量에 依한 低血壓은 急速한 輸血로 處置한다.

體外循環 開始(動脈血 注入)와 더부리 麻醉器 使用陽壓呼吸을 中斷하고, 心臟狀態를 觀察한 後 上下空靜脈에 걸어 놓았던 膽帶 테이프를 조여 靜脈血의 心還流를 完全遮斷한다.

酸化器의 靜脈血 流入口(酸素噴出口)를 右心房에서 45~50 cm 下方에 놓고 Syphon作用으로 靜脈血을 酸化器에 導入하였다.

萬一 靜脈血 還流가 不充分하면 L카테타尖端의 位置를 調節하여 流出의 圓滑을 期하였다. 心房室切開時의 心內血은 特殊吸引裝置에 連結한 Sucker를 通하여 還流筒(Cardiotomy Sucker Well)에 一旦 貯溜하고 이 것이 充溢하면 心內血 「펌프」로 (Cardiotomy Pump)酸化器에 誘導하였다.

單位灌流量(Perfusion Rate)은 20~30cc/kg/min. 이었고, 酸素 吹込量은 100% 酸素 4L/min. 內外가 普通이었다.

必要한 諸 實驗이 끝나면 動脈管端을 遮斷함과 同時に 心肺機 積動을 停止시켜 體外循環을 中斷하고 麻醉器에 依한 陽壓呼吸을 實施하여 正常呼吸機能의 還元을 期하였다. 體外循環 直後 心肺機內 血液量을 實驗前과 比較하고 實驗犬 血液量에 過不足이 없도록 하였다 (Balancing of Blood Volume).

實驗犬에 血液이 不足하면 動脈 펌프를 積動하여 酸化器內 血液을 輸血하고, 過重하면 過量만큼 體內 血液을 酸化器內로 鴉血하였다.

#### B. 手術操作

實驗犬은 2.5% Pentothal Sodium 麻醉後 正確히 體重計重後 手術台 上에 固定하고, 氣管內插管으로 全身麻醉器에 連結하여 100% 酸素를 吸入시키고 隨意 麻醉를 追加하였다.

一側 股動靜脈部에 約 5 cm의 皮膚切開를 加하여 股動靜脈을 分離後, 각각 「포리에치렌 투-브」를 5 cm 以上 插入하여 固定하고 Twin Viso 器에 連結하여 動靜脈壓 測定斗 被檢 血液 採取에 使用하였다.

他側 股動靜脈도 같은 方法으로 分離後, 股靜脈에 「포리에치렌 투-브」를 5 cm 以上 插入하여 小囊型 酸化器 使用群의 手術時 失血補充에 使用 되었다.

여기서 實驗犬 體重 kg 當 3 mg의 「해파린」을 靜注하고, 動脈 「카테타」(French No. 14 Bardic Cardiovascular Catheter)를 3~5 cm 插入後 固定하였다.

開胸은 麻醉器 使用 陽壓下에 左側下位 側臥位에서 右側 第 4 肋骨間 前側方切開로 하고, 心囊을 넓게 切開하여 上下空靜脈 分離後 膽帶 「테이프」를 끼워 들렸다.

上空靜脈은 奇靜脈을 通하여 無名靜脈 直前 까지, 下空靜脈은 右心耳를 通하여 橫隔膜 下位 까지 No. 28~32 靜脈 「카테타」를 血流에 逆方向으로 插入後 固定하였다.

上下空靜脈 「카테타」는 Y管을 通하여 酸化器에 連結하였다.

諸 實驗이 끝나면 血管 「카테타」는 插管의 順序와 反對로 即 上空靜脈, 下空靜脈, 股動脈의 順으로 拔去하고 「해파린」中和剤인 「포리브렌」(Polybrene) 3 mg/kg 을 5% 葡萄糖液에 10倍 稀釋하여 徐徐히 靜注하였다.

胸廓內 排液管을 插入後 閉胸하고 體重을 計重하여 術前 體重과 比較하였다.

採血犬은 2.5% 「펜토탈 쏘디움」(20~30 mg/kg) 麻醉後 股動脈에 插管하여 ACD液瓶에 動脈血을 採取하여 手術中 失血을 補充하였다.

小囊型 酸化器 使用群에서는 靜脈을 通하여 輸血하고, Helix型 酸化器 使用群에서는 罐(Canister)에 直接輸血하였다.

### C. 热交换器操作

心肺機稼動後數分内에 静脈血 心肺機還流와 心肺機動脈血의 生體內注入量은 平衡을維持하게 된다。  
(Balancing of Pump Oxygenator).

本實驗에서는 心肺機稼動後 10分間은 正常體溫下全身灌流를 實施하고, 體外循環의 正常임을 確認後 灌流「펌프」(Circulating Pump)를 稼動하여 體外循環動脈血의 冷却을 開始하였다.

小囊型酸化器 使用群에서는 热交換器를 动脈「펌프」와 實驗犬 사이에 插入하였으며, 「헤릭스」型酸化器 使用群에서는 二重「헤릭스」가 热交換器의 作用을 兼하므로 灌流「펌프」만 使用하였다.

어떤 型의 酸化器이건 全 實驗例에서 冷 및 溫水의 灌流方向은 血流와 逆行되게 하였다.

冷却時에는 灌流「펌프」의 冷水槽에 冷水와 冰塊片으로 채웠고, 加溫時는 溫水槽의 水溫이 42°C 内外가 되도록 電氣自動加熱裝置를 使用하였다.

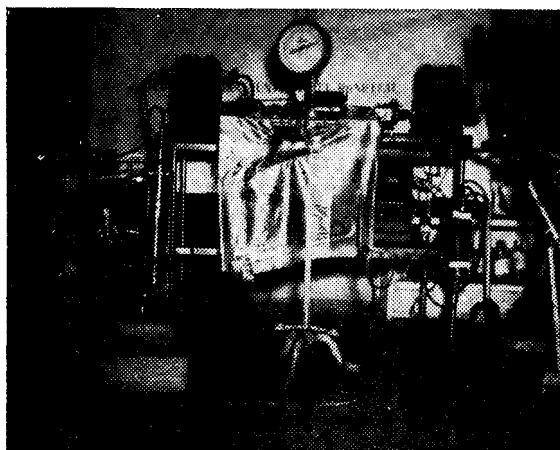
冷却中 冷水槽 溫度를 1~5°C로維持하였고, 加溫時溫水槽 溫度는 灌流裝置의 電氣自動調節器로 42°C를維持하였다.

### D. 實驗操作 및 檢查法

總 26例에서 為先 10分間 正常體溫 全身灌流를 實施한 後, 冷却開始하여 20°C까지 冷却하고, 加溫하여 3 5°C에 이르러 全身灌流를 中止하였다.

第I群 10例는 手術中失血을 5%葡萄糖液으로 補充하고, 처음 5例는 小囊型酸化器를 使用하였다, 남아지 5例는 二重「헤릭스」酸化器를 使用하였다.

第II群 8例는 手術中失血을 ACD血로 補充하고 小囊型酸化器를 使用하였다(寫眞 I 및 第4圖).



寫眞 I : 小囊型酸化器 使用 低溫 體外循環 裝置(神原式 热交換器가 體外循環回路에 插入되어 있음)

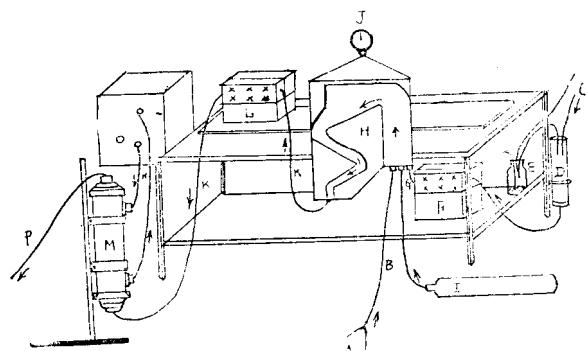
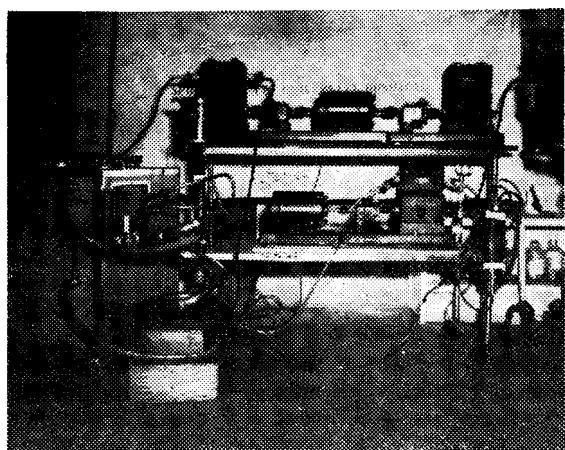


Fig. 4. Extracorporeal Circulation with a Small Bag Oxygenator

- A. Vena Caval Catheter
- B. Venous blood inflow tubing
- C. Tubing from cardiotomy sucker
- D. Cardiotomy sucker blood reservoir
- E. Mercury trap to regulate negative pressure
- F. Cardiotomy sucker pump
- G. Cardiotomy sucker blood inflow tubing
- H. Plastic sheet oxygenator
- J. Dynamometer scale
- L. Arterial pump
- N. Water circulation channel
- P. Arterial cannule
- I. 100% O<sub>2</sub> tank
- K. Arterial outflow tubing
- M. Heat exchanger
- O. Circulating pump

第III群 8例는 手術中失血을 ACD血로 補充하고 二重「헤릭스」酸化器를 使用하였다(寫眞 II 및 第5圖).



寫眞 II : 二重「헤릭스」使用 低溫 體外循環裝置(热交換器는 必要없음)

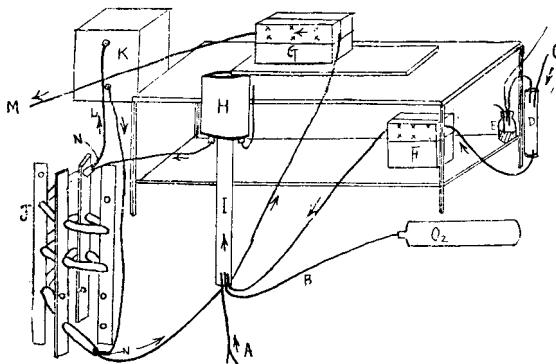


Fig. 5. Extracorporeal Circulation with Double Helix

- A. Vena caval catheter
- B. O<sub>2</sub> inlets to oxygenator
- C. Tubing from cardiotomy sucker
- D. Cardiotomy sucker blood reservoir
- E. Mercury trap to regulate negative pressure
- F. Cardiotomy sucker pump
- G. Arterial pump
- H. Debulbbling canister
- I. Double helix
- J. Water circulation channel
- K. Stainless steel helix
- L. Arterial pump
- M. Oxygenation column
- N. Circulating pump
- O. Arterial line

第IV群은 ACD 血로 失血補充한 第II群 및 第III群의 總和 16例이다. 體溫은 食道溫을 電氣溫度計(Telethermometer)로 測定, 直腸溫은 棒狀 溫度計로 2個部位서 測定하였다.

第1表

### 體外循環操作

實驗番號	動物番號	體重(kg)	灌流時間(min)	單位灌流量(cc/kg/min)	總灌流量(cc/min)	5%葡萄糖液充填量(L/min)	O <sub>2</sub> 吹込量	失血補充(cc)	最低溫度C 食道/直腸	酸化器	備考
1	370	15	80	27	400	360	4	5%葡萄糖500	20.0 22.5	Small Bag	
2	371	16	88	25	400	384	4	// 400	19.0 19.5	//	{24°C에 心停止, 30°C에 心搏動
3	372	13	63	31	400	312	3	// 350	19.0 24.5	//	
4	373	12	85	33	400	288	4	// 400	19.5 23.0	//	{25°C에 心停止, 29.5°C에 心搏動
5	374	11	72	36	400	264	4	// 1.300	20.0 20.0	//	
6	375	15	66	27	400	360	2~3	// 400	19.8 19.0	Double Helix	
7	376	10	71	24~30	240~300	240	4	// 450	19.8 22.3	//	
8	377	14	70	21~34	300~480	336	4	// 350	20.0 21.0	//	
9	378	11	90	22~27	240~300	264	7	// 300	20.0 23.0	//	{23°C에 心停止, 30°C에 心搏動 34°C에 心停止
10	379	16	63	22~30	350~480	384	4	// 300	19.6 21.5	//	
11	381	13	65	31	400	312	3.5	ACD血500	19.5 17.5	Small Bag	
12	382	13	57	31	400	312	4	// 500	18.0 19.0	//	

被檢 血液 採取는 正常體溫이 全身灌流 開始 直前, 灌流10分後인 冷水灌流「.tap」稼動 直前, 가장 臓器 溫度에 一致되는 食道溫 下降에 따라 30°C, 25°C, 20°C, 및 加溫됨에 따라 25°C, 30°C, 35°C에 각각 採取하여 檢查하고, 같은 時刻과 溫度에서 心搏動數, 動靜脈壓, 動脈血 pH值, prothrombin Time이 測定되었다.

凝血時間, 血漿血色素는 灌流前과 灌流後 兩次에 걸쳐 測定하였다.

尿量은 下正中切開로 開腹後 膀胱을 露出し켜 膀胱壁을 切開後 「네라톤 카테타」를 插入하고 埋沒縫合으로 固定하고 殘尿를 全量 壓出 시키고, 液量計로 誘導하여 灌流 終了後 液量計 尿量 測定하였다.

被檢 血液에서 赤血球, 白血球 및 血小板, 血色素, 白血球 成分 百分率, Hematocrit, 血漿血色素量 測定하였다.

動脈壓 및 心搏動數는 Twin Viso Electromanometer로 permapaper에 直接 描寫 測定하고, 靜脈壓은 脊髓液壓計로, 凝血時間은 Lee & White 試驗管法으로, Prothrombin Time은 Quick 法으로, 動脈血 pH值는 比色法으로 測定하였다.

### IV. 實驗成績

#### A. 血液成分

##### I. 白血球數(第2表)

第I群: 正常値는 平均  $7.165 \pm 1.167$ 이고, 灌流 10分後  $3.625 \pm 1.316$ 으로 減少하고, 冷却에 따라 30°C에서 2.690±960, 25°C에서 2.400±924, 20°C에서 1.960±574로 體溫下降에 따라 減少하였다.

13	384	12	51	33	400	288	3	//	400	19.5	21.0	//		
14	385	12	44	33	400	288	4	//	450	19.5	23.0	//		
15	387	16	60	25	400	384	4	//	400	20.0	19.0	//		
16	388	15	52	27	400	360	4	//	500	20.0	19.5	//		
17	390	10	45	30	300	240	4	//	400	19.5	22.0	//		
18	391	16	40	25	400	384	4	//	550	19.0	23.0	Double		
19	393	14.5	56	21~28	300~400	348	4~7	//	500	20.0	20.5	Helix		
20	394	13.5	53	30	400	324	7	//	500	19.5	21.8	//		
21	396	12	57	33	400	288	5~9	//	300	20.0	20.4	//		
22	397	13	64	24~31	300~400	312	4~8	//	500	20.0	19.5	//		
23	399	10	66	30	300	240	5~6	//	400	20.0	19.0	//		
24	400	12	63	25	300	288	5~7	//	400	20.5	22.0	//		
25	402	13	45	27	350	312	4	//	500	20.0	23.0	//		
26	403	14	52	25	350	336	4	//	500	20.0	21.5	//		

第 2 表

體 外 循 環 中 白 血 球 值

群別	體溫 動物番號	正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
I	370	6.200	4.700	4.600	3.400	2.400	2.500	2.700	2.900
	371	7.150	4.000	2.000	1.600	1.600	2.200	1.900	4.600
	372	5.800	5.400	3.200	2.200	2.200	1.500	1.400	1.400
	373	8.200	5.600	3.900	4.250	2.300	1.800	2.600	3.400
	374	6.200	4.300	2.000	3.400	3.000	2.400	2.400	2.500
	375	9.900	1.500	1.300	1.450	800	950	950	1.650
	376	6.700	3.050	2.050	1.500	2.100	1.300	2.000	2.300
	377	7.900	2.600	3.200	2.900	1.400	1.900	2.000	2.100
	378	7.200	2.200	2.050	1.300	1.800	2.500	2.300	2.500
	379	6.400	2.900	2.600	2.000	2.000	2.300	2.400	2.400
II	Mean	7.165	3.625	2.690	2.400	1.960	1.935	2.065	2.575
	S D	1.167	1.316	960	924	574	506	509	859
	SEM	369	416	304	292	183	160	162	272
	P	P<	,001	,001	,001	,001	,001	,001	,001
	381	5.000	6.000	2.700	2.500	1.650	1.800	3.400	4.250
III	382	9.400	5.000	3.000	2.600	2.050	1.950	2.650	2.800
	384	10.400	5.400	4.400	3.000	2.800	2.800	3.100	4.200
	385	10.400	4.400	3.400	2.700	2.650	3.800	4.000	4.200
	387	4.750	2.600	2.600	2.000	2.400	2.600	2.750	2.800
	388	9.400	4.400	3.500	3.100	2.850	3.200	3.800	4.000
	390	4.800	3.700	3.500	3.200	2.800	2.600	3.000	3.150
	391	7.200	5.500	4.300	4.000	3.200	3.300	3.600	3.900
	Mean	7.669	4.625	3.425	2.887	2.550	2.756	3.288	3.662
	S D	2.364	1.028	624	553	446	625	458	587
	SEM	835	363	221	195	158	221	162	207
III	P	P<	,01	,01	,001	,001	,001	,001	,001
	393	5.200	4.900	3.600	4.350	2.600	3.700	3.600	3.900
	394	6.200	5.200	2.900	2.800	2.100	2.900	3.200	4.200
	396	4.250	3.850	3.200	2.000	1.800	1.800	2.200	3.900
	397	9.200	7.400	2.900	2.100	1.900	3.000	3.200	3.400
III	399	7.800	4.800	1.950	1.700	2.600	2.300	2.350	2.650

	400	9.800	5.000	5.300	4.000	4.500	5.350	6.200	9.700
	402	9.000	3.800	3.800	4.000	2.800	3.400	3.750	3.800
	403	9.800	5.000	4.800	4.100	4.600	5.350	6.200	9.600
	Mean	7.656	4.994	3.556	3.131	2.785	3.350	3.838	5.144
	S D	2.038	1.031	1.004	1.035	916	1.202	458	2.632
	SEM	720	364	354	366	324	425	162	930
	P	P<	,01	,001	,001	,001	,001	,001	,05
II, III	Mean	7.663	4.809	3.491	3.009	2.669	3.053	3.563	4.403
	S D	2.204	1.046	839	824	731	1.044	1.107	1.672
	SEM	779	262	296	206	258	261	277	418
	P	P<	,001	,001	,001	,001	,001	,001	,001

Mean.....平均値 SD.....標準偏差 SEM.....標準誤差 P.....P値

加温에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $1.935 \pm 506$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $2.065 \pm 509$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $2.575 \pm 859$ 로漸次增加하였다( $P < 0.01$ ).

第 II 群: 正常值는 平均  $7.663 \pm 2.364$ 이고, 灌流 10分後  $4.625 \pm 1.028$ ( $P < 0.001$ )로減少하고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.425 \pm 624$ ( $P < 0.01$ ),  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $2.887 \pm 553$ ( $P < 0.001$ ),  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $2.550 \pm 446$ ( $P < 0.001$ )로減少하였다.

加温에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $2.756 \pm 625$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.288 \pm 458$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.662 \pm 587$ 로漸漸增加하였다( $P < 0.001$ ).

第 III 群: 正常值는 平均  $7.656 \pm 2.038$ 이고, 灌流 10

分後  $4.994 \pm 1.031$ ( $P < 0.01$ )로減少하고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.556 \pm 1.004$ ( $P < 0.001$ ),  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.131 \pm 1.035$ ( $P < 0.001$ ),  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $2.785 \pm 916$ ( $P < 0.001$ )로減少하였다.

加温에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.350 \pm 1.202$ ( $P < 0.001$ ),  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $3.838 \pm 458$ ( $P < 0.001$ ),  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $5.144 \pm 2.632$ ( $P < 0.05$ )로增加하였다.

#### . 白血球 成分 百分率

中性嗜好性細胞에 있어 桿狀核細胞는 큰變動이 없으나, 分核細胞에 큰變動이 있었다(第3表).

第3表 體外循環中中性嗜好性細胞值

群別	體溫 動物番號	正常		灌流 10分後		$30^{\circ}\text{C}$		$25^{\circ}\text{C}$		$20^{\circ}\text{C}$		$25^{\circ}\text{C}$		$30^{\circ}\text{C}$		$35^{\circ}\text{C}$	
		Stab	Seg	Stab	Seg	Stab	Seg	Stab	Seg	Stab	Seg	Stab	Seg	Stab	Seg	Stab	Seg
I	370	1	44	3	43	2	52	1	42	1	28	1	37	0	38	0	41
	371	3	51	1	44	4	39	1	27	3	28	2	38	1	42	0	52
	372	2	44	0	59	1	44	0	37	1	39	1	39	0	39	0	42
	373	5	54	12	43	1	44	5	28	7	7	2	12	5	15	4	38
	374	5	74	6	42	14	36	8	36	14	28	11	30	2	28	12	22
	375	2	65	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1
	376	4	46	7	23	2	24	0	15	0	9	0	16	0	18	1	19
	377	1	63	1	74	1	63	0	69	2	26	2	59	2	58	2	50
	378	1	76	0	68	3	55	0	64	3	12	3	8	0	1	0	4
	379	5	43	1	44	3	38	2	27	5	26	4	33	3	38	5	35
II	Mean	2.9	56.0	3.1	45.2	3.2	39.5	1.7	34.6	3.6	20.3	2.6	27.4	1.3	27.7	2.5	30.4
	S D	1.5	12.0	3.8	1.4	4.3	11.8	2.6	16.5	4.1	11.7	3.0	14.7	1.6	17.9	3.6	16.2
	SEM	0.5	3.8	1.2	4.3	1.4	3.7	0.8	5.2	1.3	3.7	1.0	4.7	0.5	5.7	1.1	5.1
	P	P<	,9	,1	,9	,01	,2	,01	,3	,001	,7	,001	,05	,001	,7	,001	
II	381	1	64	4	43	2	52	6	39	6	42	1	40	1	51	1	67
	382	1	74	0	54	1	45	0	45	1	34	0	45	0	40	4	41
	384	1	91	0	45	0	28	0	24	3	24	3	40	1	10	0	28
	385	1	60	2	64	1	9	1	10	0	25	1	21	2	22	1	63
	387	1	77	0	62	0	57	1	46	0	33	2	50	0	48	5	49
	388	1	59	2	44	1	25	1	19	1	10	0	21	1	33	2	23

	390	0	62	0	36	0	24	0	18	0	18	2	20	2	12	1	24
	391	1	75	7	55	2	37	3	24	9	18	3	23	0	22	0	20
	Mean	0.9	70.3	1.9	50.4	0.9	34.6	1.5	28.1	2.5	25.5	1.5	33.7	0.9	29.7	1.7	39.4
	S D	0.1	10.3	2.4	9.3	0.8	15.1	1.9	12.5	3.1	8.0	1.1	11.9	0.2	14.7	1.7	18.8
	SEM	0.1	3.6	0.8	3.3	0.3	5.3	0.7	4.4	1.1	2.8	0.4	4.2	0.1	5.2	0.6	6.6
	P		P<	,3	,01	,9	,001	,4	,001	,2	,001	,2	,001	,9	,001	,2	,01
III	393	1	36	0	34	2	25	0	26	0	17	5	9	5	15	0	28
	394	7	39	1	28	0	17	0	19	0	17	1	10	0	16	0	28
	396	0	74	1	76	2	75	0	73	0	64	2	56	4	74	2	83
	397	8	40	1	28	0	16	0	18	0	17	0	16	1	10	0	28
	399	3	52	1	75	1	58	2	50	2	42	8	32	7	57	8	53
	400	8	75	2	73	0	68	3	53	6	54	6	39	8	64	8	61
	402	5	79	0	58	1	50	1	26	4	25	3	24	3	25	2	62
	403	7	75	0	67	1	72	3	54	5	53	5	38	7	63	7	61
	Mean	4.9	58.7	0.7	54.9	0.9	47.6	1.1	39.9	2.1	36.1	3.7	28.0	4.4	40.5	3.4	50.5
	S D	3.0	17.7	0.6	22.8	0.7	23.2	1.1	15.4	2.4	18.2	2.5	15.3	2.7	23.7	3.4	19.1
	SEM	1.1	6.3	0.2	8.1	0.2	8.2	0.4	5.4	0.8	6.4	0.9	5.4	1.0	8.4	1.2	6.8
	P		P<	,001	,7	,001	,4	,01	,05	,05	,05	,4	,01	,7	,1	,4	,4
I, III	Mean	6.8	64.5	1.3	52.6	0.9	41.1	1.3	34.0	2.3	30.8	2.6	30.3	2.6	35.1	2.6	44.9
	S D	2.9	15.5	1.8	15.5	0.7	20.6	1.7	17.1	2.8	15.7	2.3	11.4	2.7	21.0	2.8	18.5
	SEM	0.7	3.9	0.5	3.9	0.2	5.2	0.4	4.3	0.7	3.9	0.6	2.8	0.7	5.3	0.7	4.6
	P		P<	,1	,05	,01	,001	,1	,001	,6	,001	,7	,001	,7	,001	,8	,01

第 I 群 : 分核細胞 正常値은 56±12 이고, 灌流 10 分後 45.2±1.4(p<0.1)로若干 減少하고, 冷却에 따라 30°C에서 39.5±11.8(p<0.001), 25°C에서 34.6±16.5(p<0.01), 20°C에서 20.3±11.7(p<0.001)로 減少하였다.

加溫에 따라 25°C에서 27.4±14.7, 30°C에서 27.7±17.9, 35°C에서 30.4±16.2로漸次增加하였다(p<0.001).

第 II 群 : 正常値은 70.3±10.3이며, 灌流 10 分後 50.4±9.3(p<0.01)로 減少되고, 冷却에 따라 30°C에서 34.6±15.1, 25°C에서 28.1±12.5, 20°C에서 25.5±8.0으로漸次減少하였다(p<0.001).

加溫에 따라 25°C에서 33.7±11.9(p<0.001), 30°C에

서 29.7±14.7(p<0.001), 35°C에서 39.4±18.8(p<0.01)로漸次增加하였다.

第 III 群 : 正常値은 58.7±17.7이며, 灌流 10 分後 54.9±22.8(p<0.7)로 減少의 傾向을 보이고, 冷却에 따라 30°C에서 47.6±23.2(p<0.4), 25°C에서 39.9±15.4(p<0.05), 20°C에서 36.1±18.2(p<0.05)로漸次減少하였다.

加溫에 따라 25°C에서 28.0±15.3(p<0.01)로一時 더 減少하였으나, 30°C에서 40.5±23.7(p<0.1), 35°C에서 50.5±19.1(p<0.4)로漸次增加하였다.

淋巴球는 大體로 中性嗜好性細胞와 反對의 結果를 나타내었다(第 4 表).

第 4 表

## 體外循環中 淋巴球值

群別	體溫 動物番號	正	常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
I	370	50		51	39	41	62	57	58	48
	371	43		50	51	64	69	54	42	36
	372	48		15	50	54	48	54	59	48
	373	37		38	50	58	79	76	76	54
	374	12		50	46	54	50	51	54	54
	375	32		63	76	80	99	84	94	96
	376	40		63	68	76	78	79	71	70
	377	32		22	31	27	72	32	36	50
	378	21		28	38	36	77	86	48	96
	379	50		50	58	68	65	59	54	56

	Mean	36.5	43.0	50.7	55.8	69.9	63.2	59.2	60.8
	S D	12.0	15.7	14.2	13.5	14.2	16.5	15.6	19.2
	SEM	3.8	5.0	4.5	4.3	4.5	5.2	4.9	6.1
	P	P<	,3	,05	,01	,001	,001	,01	,01
II	381	30	33	42	46	45	48	45	19
	382	25	27	43	52	61	47	54	47
	384	7	55	69	75	70	57	81	72
	385	29	32	87	83	74	74	72	35
	387	22	37	41	51	66	24	52	46
	388	30	52	72	77	83	70	65	71
	390	28	60	68	79	76	70	86	71
	391	21	36	58	70	42	69	71	74
	Mean	24.0	41.5	60.0	66.6	64.6	57.4	65.7	54.4
III	S D	7.2	11.4	15.6	14.9	13.7	16.0	13.6	15.8
	SEM	2.6	4.0	5.5	5.3	4.8	5.6	4.8	5.6
	P	P<	,01	,001	,001	,001	,001	,001	,001
	393	50	54	46	61	79	85	72	72
	394	53	63	68	69	75	81	71	72
	396	21	24	22	27	36	40	22	15
	397	53	63	69	69	75	71	81	72
	399	32	13	37	43	51	50	28	26
	400	11	25	21	40	39	54	24	30
II, III	402	6	41	44	62	70	56	69	28
	403	12	22	27	40	41	56	26	30
Mean	29.7	38.1	41.7	51.4	58.3	61.6	48.6	43.1	
S D	18.8	16.9	17.7	13.0	16.2	14.7	24.4	23.2	
SEM	6.7	9.0	6.3	4.6	5.7	5.2	8.6	8.2	
P	P<	,4	,2	,05	,01	,01	,1	,2	

第 I 群: 正常値은  $36.5 \pm 12.0$  이고, 灌流 10 分後 43.0  $\pm 15.7$ (p<0.3)로 增加의 傾向을 보였으며, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $50.7 \pm 14.2$ (p<0.05),  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $55.8 \pm 13.5$ (p<0.01),  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $69.9 \pm 14.2$ (p<0.001)로 增加하였다.

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $63.2 \pm 16.5$ (p<0.001),  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $59.2 \pm 15.6$ (p<0.01),  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $60.8 \pm 19.2$ (p<0.01)로 漸次 減少하였다.

第 II 群: 正常値은  $24.0 \pm 7.2$  이고, 灌流 10 分後 41.5  $\pm 11.4$ (p<0.01)로 增加 하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $60.0 \pm 15.6$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $66.6 \pm 14.9$ 로 漸次 增加 하였으며,  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $64.6 \pm 13.7$ 로 若干 減少하였다(p<0.001).

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $57.4 \pm 16.0$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $65.7 \pm 13.6$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $54.4 \pm 15.8$ 로 大體로 減少의 傾向을 보았다(p<0.001).

第 III 群: 正常値은  $29.7 \pm 18.8$  이고, 灌流 10 分後  $38.1 \pm 16.9$ (p<0.4)로 增加 하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $41.7 \pm 17.7$ (p<0.2),  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $51.4 \pm 13.0$ (p<0.05),  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $58.3 \pm 16.2$ (p<0.01)로 增加 하였다.

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $61.6 \pm 14.7$ (p<0.01)로 增加 하였으며,  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $48.6 \pm 24.4$ (p<0.1),  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $43.1 \pm 23.2$ (p<0.2)로 漸次 減少의 傾向을 보았다.

體外循環中 單核細胞, Eosinophil 및 Basophil 値는 正常에 比해 大差 없다(第 5 表).

第5表

體外循環中 Monocyte, Eosinophil 및 Basophil 値

群別	動物番號	體溫			正正常			灌流10分後			30°C			25°C			20°C			25°C			30°C			35°C			
		M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	
I	370	0	4	0	0	3	0	0	7	0	3	13	0	1	8	0	0	5	0	0	4	0	2	9	0	0	0	0	
	371	0	3	0	0	4	0	0	6	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0	0	12	0	0	0	
	372	6	0	0	0	26	0	0	4	0	0	6	0	0	12	0	0	6	0	0	2	0	1	9	0	0	0	0	
	373	0	4	0	0	7	0	0	4	0	0	9	0	1	6	0	0	10	0	0	1	3	0	2	2	0	0	0	
	374	3	0	0	0	2	2	4	2	0	0	2	0	4	4	0	5	3	0	12	4	0	10	2	0	0	0		
	375	0	0	0	0	25	0	0	24	0	0	20	0	0	1	0	0	14	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	
	376	0	10	0	0	7	0	0	6	0	0	9	0	0	13	0	0	5	0	1	6	0	1	5	0	0	0	0	
	377	0	2	0	0	3	0	1	4	0	1	3	0	0	0	0	0	7	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	
	378	0	2	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	8	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	379	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	3	0	1	3	0	0	4	0	2	3	0	1	3	0	0	0	0	
II	381	0	5	0	0	20	0	0	4	0	0	9	0	0	7	0	0	11	0	0	3	0	0	14	0	0	0	0	
	382	0	0	0	0	19	0	0	11	0	0	3	0	1	3	0	0	8	0	0	6	0	0	8	0	0	0	0	
	384	0	1	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	
	385	1	9	0	0	2	0	0	3	0	0	6	0	0	1	0	0	4	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	
	387	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	388	1	9	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	
	390	0	10	0	0	4	0	0	8	0	0	3	0	0	6	0	0	8	0	0	0	0	0	4	0	0	0		
	391	1	2	0	0	2	0	1	2	0	0	3	0	31	5	0	0	5	0	0	7	0	0	6	0	0	0	0	
	393	1	13	0	0	12	0	0	27	0	0	13	0	0	4	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	
	394	0	7	0	0	7	0	0	15	0	0	12	0	0	8	0	0	8	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	
III	396	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	397	0	7	0	0	7	0	0	15	0	0	13	0	0	8	0	0	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	
	399	0	12	0	0	9	0	0	4	0	0	5	0	0	5	0	11	9	0	0	8	0	0	0	13	0	0	0	
	400	0	6	0	0	0	0	0	8	3	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	
	402	0	10	0	0	1	0	0	5	0	0	11	0	0	0	0	0	17	0	0	13	0	0	8	0	0	2	0	
	403	0	6	0	0	8	3	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	
	395	1	13	0	0	12	0	0	27	0	0	13	0	0	4	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	
	396	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	397	0	7	0	0	7	0	0	15	0	0	13	0	0	8	0	0	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	
	399	0	12	0	0	9	0	0	4	0	0	5	0	0	5	0	11	9	0	0	8	0	0	0	13	0	0	0	
	400	0	6	0	0	0	0	0	8	3	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	

## 3. 赤血球數(第6表)

萬으로漸次減少하였다( $p<0.001$ ).

第I群: 正常值는  $470 \pm 53.1$ 萬이고, 灌流 10分後  $343.7 \pm 63.4$  萬으로減少하고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $309.1 \pm 76.7$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $290.3 \pm 20.1$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $257.8 \pm 76.6$  (p<0.001)이다.

第6表

體外循環中赤血球值

群別	動物番號	體溫			正正常			灌流10分後			30°C			25°C			20°C			25°C			30°C			35°C				
		M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B		
I	370	410m	340m	32	280m	220m	230m	250m	280m	280m	371	510	420	300	450	400	350	345	350	372	510	315	310	340	350	358	350	350	350	
	373	460	360	340	300	240	240	363	320	320	374	460	282	171	189	155	160	150	120	375	590	500	430	310	320	340	350	380	380	
	376	430	200	180	140	140	141	180	190	190	377	400	310	300	334	312	360	390	390	378	460	360	290	220	180	150	160	160	160	
	379	470	350	310	270	220	230	250	250	250	380	370	300	260	310	270	220	230	200	381	0	5	0	0	20	0	0	0	0	
	393	1	13	0	0	12	0	0	27	0	0	394	0	7	0	0	7	0	0	8	395	0	12	0	0	9	0	0	0	0
	396	0	5	0	0	0	0	0	0	0	397	0	7	0	0	15	0	0	13	398	1	9	0	0	2	0	0	0	0	
	399	0	12	0	0	9	0	0	4	0	399	0	12	0	0	4	0	0	5	400	0	6	0	0	0	8	3	0	0	
	401	0	10	0	0	1	0	0	5	0	401	0	6	0	0	8	3	0	0	303	0	6	0	0	0	0	0	0	0	
	402	0	10	0	0	1	0	0	5	0	402	0	10	0	0	1	0	0	0	403	0	6	0	0	0	0	0	0	0	
	404	0	6	0	0	8	3	0	0	0	404	0	6	0	0	8	3	0	0	405	0	6	0	0	0	0	0	0	0	

	Mean	470	343.7	309.1	290.3	257.8	271.3	275.3	295.0
	S D	53.1	66.4	76.7	20.1	76.6	77.8	84.3	87.1
	SEM	16.8	21.0	24.3	6.4	24.2	24.6	26.7	27.5
	P	p<	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001
II	381	520	352	320	310	310	320	360	383
	382	490	480	489	360	300	293	380	400
	384	440	380	380	340	340	350	360	380
	385	530	460	500	440	440	474	485	530
	387	380	370	340	330	330	380	380	400
	388	520	450	430	400	400	470	385	500
	390	420	340	300	310	320	350	360	400
	391	430	400	390	380	310	340	390	400
	Mean	466.3	404.0	393.6	358.8	343.8	363.4	400.0	424.1
	S D	52.3	45.8	58.9	45.3	44.2	46.6	50.1	50.4
	SEM	18.5	16.2	20.8	16.0	15.6	16.5	17.7	17.8
	P	p<	.05	.05	.001	.001	.001	.05	.1
III	393	640	460	460	440	450	500	500	550
	394	410	380	370	300	290	310	350	380
	396	560	420	350	300	350	370	440	460
	397	340	330	300	320	290	310	320	350
	399	440	370	380	380	380	400	420	380
	400	510	400	480	440	460	458	450	500
	402	470	340	350	330	300	330	360	380
	403	510	410	410	450	450	460	460	500
	Mean	483.8	388.8	387.5	370.0	371.3	392.3	412.5	437.5
	S D	69.4	40.1	64.2	63.5	69.7	69.4	59.5	68.8
	SEM	24.5	14.2	22.7	22.5	24.7	24.5	21.0	24.3
	P	p<	.01	.02	.01	.01	.02	.05	.2
	Mean	475.6	396.4	390.6	364.4	357.5	382.2	406.3	430.8
	S D	62.9	45.9	63.4	54.4	61.1	68.3	54.3	62.7
	SEM	13.2	11.5	13.4	13.8	15.0	17.1	13.6	13.2
	P	p<	.001	.001	.001	.001	.001	.01	.05

第 II 群 : 正常值는  $466.3 \pm 52.3$  萬이고, 灌流 10 分後  $404 \pm 45.8$  萬( $p < 0.05$ )로 減少하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $393.6 \pm 58.9$  ( $p < 0.05$ ),  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $358.8 \pm 45.3$  ( $p < 0.01$ ),  $20^{\circ}\text{C}$  에서  $343.8 \pm 44.2$  萬( $p < 0.001$ )으로 漸次 減少하였다.

加溫에 따라,  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $363.4 \pm 46.6$  ( $p < 0.001$ ),  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $400 \pm 50.1$  ( $p < 0.05$ ),  $35^{\circ}\text{C}$  에서  $424.1 \pm 50.4$  萬( $p < 0.1$ )로 漸次 增加하였다.

第 III 群 : 正常值는  $483.8 \pm 69.4$  萬이고, 灌流 10 分後  $388.8 \pm 40.1$  萬( $p < 0.01$ )로 減少하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $387.5 \pm 64.2$  ( $p > 0.02$ ),  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $370 \pm 63.5$  ( $p < 0.01$ ),  $20^{\circ}\text{C}$  에서  $371.3 \pm 69.7$  萬 ( $p < 0.01$ )으로 漸次 減少하

였다.

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $392.3 \pm 69.4$  ( $p < 0.02$ ),  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $412.5 \pm 59.5$  ( $p < 0.05$ ),  $35^{\circ}\text{C}$  에서  $437.5 \pm 68.8$  萬( $p < 0.2$ )로 漸次 增加하였다.

#### 4. Hemoglobin 值 (第 7 表)

第 I 群 : 正常值는  $12.02 \pm 0.77\text{mg\%}$  이고, 灌流 10 分後  $8.29 \pm 2.17\text{mg\%}$  로 減少하고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $6.92 \pm 2.08$ ,  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $5.93 \pm 1.83$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  에서  $5.53 \pm 1.76\text{mg\%}$  로 減少하였다 ( $p < 0.001$ ).

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $6.1 \pm 1.79$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $6.73 \pm 3.19$ ,  $35^{\circ}\text{C}$  에서  $7.06 \pm 2.17\text{mg\%}$  로 漸次 增加하였다 ( $p < 0.001$ ).

第 7 表

體外循環中 Hemoglobin 値

群別	體溫 動物番號	正正常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
I	370	11.2	8.9	7.5	7.0	6.3	6.5	8.8	9.0
	371	12.2	9.4	8.2	9.3	8.6	9.0	9.8	10.0
	372	13.6	11.0	11.0	7.0	6.5	6.5	7.0	7.5
	373	12.5	8.0	7.0	6.2	6.5	6.5	6.9	6.9
	374	10.0	4.5	3.0	2.5	2.8	2.8	3.0	3.0
	375	12.5	9.5	7.5	6.7	5.6	7.5	7.8	7.0
	376	12.2	4.0	4.8	4.0	3.6	4.0	4.0	4.5
	377	11.0	6.8	7.5	7.2	6.5	7.5	8.0	9.0
	378	13.0	12.0	5.0	2.5	3.0	4.2	4.5	4.8
	379	12.0	8.8	7.7	6.9	5.9	6.5	7.5	8.9
	Mean	12.02	8.29	6.92	5.93	5.53	6.1	6.73	7.06
	SD	0.77	2.17	2.08	1.83	1.76	1.79	3.19	2.17
II	381	13.0	8.0	7.9	7.8	7.0	7.9	8.0	8.2
	382	12.7	10.0	10.2	10.0	10.0	10.2	10.2	10.7
	384	12.9	9.8	10.0	9.4	8.8	10.0	10.0	10.5
	385	12.6	12.0	11.0	12.4	12.3	11.8	11.0	12.0
	387	11.0	10.3	10.3	9.5	8.9	9.8	10.2	9.8
	388	12.6	11.5	11.0	11.8	11.4	11.8	12.3	12.0
	390	12.0	11.0	10.0	10.8	10.4	10.0	10.8	11.0
	391	10.8	9.2	8.2	7.8	7.4	8.0	9.0	9.4
	Mean	12.20	10.23	9.83	9.89	9.53	9.94	10.19	10.45
	SD	0.80	1.20	1.09	1.65	1.73	1.37	0.98	1.21
	SEM	0.28	0.42	0.39	0.56	0.61	0.48	0.35	0.43
	P	P<	.01	.001	.01	.01	.001	.001	.01
III	393	15.3	11.0	12.2	11.5	7.6	11.8	12.9	13.0
	394	12.0	9.0	8.0	7.8	7.0	7.6	8.2	9.0
	396	12.2	9.2	9.0	8.3	8.2	9.0	9.0	9.5
	397	9.8	8.3	6.0	6.9	6.5	7.0	8.0	8.2
	399	10.5	8.4	8.0	8.0	8.5	8.5	8.7	9.0
	400	16.0	11.8	10.9	11.3	11.0	12.5	12.0	12.5
	402	13.0	8.0	7.2	7.0	6.2	7.5	7.5	8.2
	403	15.0	12.8	13.0	12.3	11.9	13.0	13.3	13.5
	Mean	12.47	9.81	9.29	9.14	8.36	9.55	10.01	10.36
	SD	1.67	1.69	2.33	2.15	1.94	2.20	2.27	1.12
	SEM	0.59	0.60	0.82	0.76	0.69	0.78	0.80	0.75
	P	P<	.01	.01	.01	.001	.02	.05	.05
II, III	Mean	12.34	10.02	9.56	9.51	8.94	9.74	10.1	10.4
	SD	1.32	1.47	1.84	1.90	1.93	1.84	1.84	1.69
	SEM	0.33	0.37	0.46	0.48	0.48	0.46	0.46	0.43
	P	P<	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001

第 II 群: 正常值는  $11.20 \pm 0.8\text{mg\%}$ 이고, 灌流 10 分後  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $9.83 \pm 1.09(\text{p}<0.001)$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $9.89 \pm 1.65$   $10.23 \pm 1.2\text{mg\%}(\text{p}<0.01)$ 로 減少 하였고, 冷却에 따라  $(\text{p}<0.001)$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $9.53 \pm 1.73\text{mg\%}(\text{P}<0.01)$ 로 大體

로漸次減少하였다.

加溫에 따라 25°C에서 9.94±1.37(P<0.001), 30°C에서 10.19±0.98(P<0.001), 35°C에서 10.45±1.21mg%(P<0.01)로漸次增加하였다.

第Ⅲ群: 正常值는 12.47±1.67mg%이고, 灌流 10分後 9.81±1.69mg%(P<0.01)로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 9.29±2.33(P<0.01), 25°C에서 9.14±2.15(P<0.01), 20°C에서 8.36±1.94mg%(P<0.001)로漸次減少하였다.

加溫에 따라 25°C에서 9.55±2.2(P<0.02), 30°C에서

10.01±2.27(P<0.05), 35°C에서 10.36±2.12mg%(P<0.05)로漸次增加하였다.

### 5. Hematocrit 值(第8表)

第Ⅰ群: 正常值는 34.7±3.7%이고, 灌流 10分後 24.7±7.8(P<0.01)로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 19.4±4.7, 25°C에서 16.6±5.7, 20°C에서 15.6±5.3%로漸次減少하였다.(P<0.001)

加溫에 따라 25°C에서 17.7±5.0, 30°C에서 18.3±5.2, 35°C에서 19.3±5.3%로漸次增加하였다.(P<0.001).

第8表

體外循環中Hematocrit 值

群別	體溫 動物番號	正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
I	370	34	30	24	22	18	21	23	26
	371	36	29	22	27	27	26	27	25
	372	42	35	30	18	18	20	19	14
	373	30	20	19	16	14	16	16	18
	374	31	14	10	6	8	8	8	9
	375	32	26	24	18	18	22	20	22
	376	40	12	12	12	10	14	14	16
	377	32	20	19	18	18	20	22	24
	378	36	36	14	10	10	12	14	16
	379	34	25	20	19	15	18	20	23
	Mean	34.7	24.7	19.4	16.6	15.6	17.7	18.3	19.3
	S D	3.7	7.8	4.7	5.7	5.3	5.0	5.2	5.3
II	381	40	22	21	22	23	24	24	24
	382	42	31	30	30	30	30	30	34
	384	41	34	33	33	33	35	35	35
	385	40	34	32	32	30	34	36	38
	387	36	32	30	30	28	30	30	34
	388	38	34	30	30	27	29	32	34
	390	33	30	24	21	21	25	29	31
	391	32	28	26	26	25	25	26	28
	Mean	37.8	30.7	28.3	28.0	27.1	29.0	30.3	32.3
	S D	3.5	3.8	4.0	4.5	3.7	3.9	4.0	4.1
	SEM	1.2	1.4	1.4	1.6	1.3	1.4	1.4	1.5
	P	P<	.01	.001	.001	.001	.001	.001	.02
III	393	42	36	24	36	37	36	40	42
	394	38	26	25	26	24	23	25	25
	396	38	24	26	26	24	34	26	26
	397	23	24	22	31	30	26	27	26
	399	32	22	22	26	25	26	26	28
	400	50	30	32	34	34	36	36	36
	402	40	24	22	22	20	24	24	26
	403	40	38	34	34	32	35	35	35

	Mean	37.9	28.0	25.9	29.4	28.3	30.0	29.9	30.5
	S D	7.3	5.7	4.6	4.7	4.6	5.4	5.7	5.9
	SEM	2.6	2.0	1.6	1.7	1.6	1.9	2.0	2.1
	P	P <	.02	,01	,02	,01	,05	,05	,05
II, III	Mean	37.8	29.3	27.1	28.7	27.7	29.5	30.1	31.4
	S D	5.7	5.0	4.3	4.7	4.7	4.7	4.9	5.2
	SEM	1.4	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.3
	P	P <	,001	,001	,001	,001	,001	,001	,001

第II群：正常値는 37.8±3.5%이고, 灌流 10分後 30.7±3.8%(P<0.01)로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 28.3±4.0, 25°C에서 28.0±4.5, 20°C에서 27.1±3.7%로 減少하였다(P<0.001).

加溫에 따라 25°C에서 29.0±3.9(P<0.001), 30°C에서 30.3±4.0(P<0.001), 35°C에서 32.3±4.1%(P<0.02)로 減少하였다.

第III群：正常値는 37.9±7.3%이고, 灌流 10分後 28.0±5.7%(P>0.02)로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 25.9±4.6(P<0.01), 25°C에서 29.4±4.7(P<0.02), 20°C에서 28.3±4.6%(P<0.01)로 大體로 減少하였다.

加溫에 따라 25°C에서 30.0±5.4, 30°C에서 29.9±5.7, 35°C에서 30.5±5.9%로 漸次 增加의 傾向을 보았다(P<0.05).

#### 6. 血小板值(第9表)

第I群：正常値는 119.100±39.500이고, 灌流 10分後 84.200±27.900(P<0.05)로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 72.600±18.400(P<0.01), 25°C에서 62.200±36.900(P<0.01), 20°C에서 49.200±33.600(P<0.001)로 減少하였다.

加溫에 따라 25°C에서 57.500±17.600(P<0.001), 30°C에서 82.400±39.000(P<0.05), 35°C에서 98.500±21.700(P<0.2)로 減少하였다.

第9表 體外循環中 血小板值

群別	體溫 動物番號	正常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
I	370	196T	196T	188T	156T	136T	144T	184T	196T
	371	95	70	58	46	42	49	86	90
	372	116	120	84	56	56	76	80	92
	373	134	80	76	140	76	58	66	140
	374	156	52	64	44	36	40	56	80
	375	92	60	56	44	40	48	102	102
	376	93	56	48	24	8	19	92	96
	377	162	114	66	44	42	68	76	88
	378	82	40	34	20	24	36	40	40
	379	65	54	52	48	32	37	42	61
	Mean	119.1	84.2	72.6	62.2	49.2	57.5	82.4	98.5
	S D	39.5	27.9	18.4	36.9	33.6	17.6	39.0	21.7
II	SEM	12.5	8.8	5.8	11.7	10.6	5.6	12.3	6.9
	P	P <	.05	.01	.01	,001	,001	,05	,2
	381	108	68	64	50	64	63	136	88
	382	180	110	92	108	98	108	60	80
	384	240	156	100	102	108	116	115	115
	385	192	104	176	80	126	88	186	242
	387	216	88	206	192	156	162	202	160
	388	190	114	124	90	125	89	186	212
	390	160	120	154	102	86	68	95	180
	391	220	138	124	140	130	120	100	80

	Mean	188.3	112.3	130.0	108.0	111.6	101.8	135.0	144.6
	S D	48.2	25.6	43.7	39.7	24.8	31.3	46.3	62.2
	SEM	17.0	9.0	15.5	14.1	8.8	11.1	16.4	22.0
	P	P <	.01	.05	.01	.01	.001	.05	.2
III	393	116	64	64	82	64	80	82	82
	394	160	82	80	56	50	52	68	88
	396	124	82	80	36	48	68	100	124
	397	184	144	120	180	96	56	112	124
	399	160	72	72	56	30	110	110	144
	400	186	182	112	120	148	140	132	116
	402	93	61	57	45	81	58	102	142
	403	176	171	101	109	118	130	132	117
	Mean	149.9	107.3	85.8	85.5	79.4	86.8	104.8	117.1
	S D	32.2	46.8	21.4	45.4	37.2	32.9	19.2	21.0
	SEM	11.4	16.6	7.4	16.1	13.1	11.6	6.8	7.4
	P	P <	.05	.001	.01	.01	.01	.01	.05
II, III	Mean	169.1	109.8	107.9	96.8	95.5	94.1	119.9	130.9
	S D	41.2	37.8	40.9	44.2	35.2	33.2	40.0	58.2
	SEM	10.3	9.5	10.2	11.0	8.8	8.3	10.0	14.6
	P	P <	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.05

第 II 群: 正常値는 188.300±48.200이고, 灌流 10分後 112.300±25.600(P<0.01)로 減少 하였고, 冷却에 따라 30°C에서 130.000±43.700(P<0.05), 25°C에서 108.000±39.700(P<0.01), 20°C에서 111.600±24.800(P<0.01)로 大體로 漸次 減少 하였다.

加溫으로 25°C에서 101.800±31.3(P<0.001), 30°C에서 135.000±46.300(P<0.05), 35°C에서 144.600±62.200(P<0.2)로 大體로 漸次 增加하였다.

第 III 群: 正常値는 149.000±32.200이고, 灌流 10分後 107.300±46.800(P<0.05)로 減少 하였고, 冷却에 따라 30°C에서 85.800±21.400(P<0.001), 25°C에서 85.500±45.400(P<0.01), 20°C에서 79.400±37.200(P<0.01)로 減少 하였다.

加溫에 따라 25°C에서 86.800±32.900(P<0.01), 30°C에서 104.800±19.200(P<0.01), 35°C에서 117.100±21.000(P<0.05)로 減少 하였다.

### B. 血漿血色素值(第 10 表)

10例의 實驗例에서 血漿血色素值는 體外循環으로 例外無이 相當量 增加 하였다.

灌流前의 正常値는 1.5±2.97mg%이고, 平均 61.6±11.31分의 灌流後 血漿血色素는 82.08±31.48mg%(P<0.001)로 顯著한 增加를 보였다.

第 10 表 體外循環前後 血漿血色素值

動物番號	灌流時間	灌流前	灌流後	備 考
	min	mg%	mg%	
378	90	0	132.4	{心內血 吸引還流
	65	1.0	80.2	
	57	3.0	79.4	
	56	0.5	83.5	
	53	0	51.4	
	57	0.5	59.0	
	64	0	83.5	
	66	0	127.4	{心內血 吸引還流
	63	10.0	88.8	
	45	0	35.2	
Mean	61.6	1.5	82.08	
S D	11.31	2.97	31.48	
SEM	3.58	0.94	9.96	
P	P <	.001		

### C. 血液凝固機轉

#### 1. 凝血時間(第 11 表)

10例의 實驗例에서 모두 灌流後 多少 凝血時間이 延長되었다.

即 灌流前 正常値는 9.08±2.85分이고, 灌流後 18.54±2.86分(P<0.001)으로 相當한 凝血時間의 延長을 보았다.

第11表 體外循環前後 血液凝血時間

動物番號	灌流前	灌流後	備考
370	4.05min	20.17min	5%補充 Small Bag使用
371	12.75	25.33	//
377	10.33	17.67	5%補充 二重 Helix使用
378	7.83	18.50	//
382	8.42	16.50	ACD血補充
384	12.08	20.67	Small Bag使用
385	10.50	18.17	//
394	6.33	14.83	ACD血補充
396	11.42	21.28	二重 Helix使用
403	7.08	16.33	//
Mean	9.08	18.54	
S D	2.85	2.86	
S EM	0.90	0.90	
P	P<	,001	

第12表

體外循環中 Prothrombin Time

動物番號	正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C	備 考
371	12.0	15.0	16.0	15.0	16.5	18.0	18.5	20.0	5%補充 S.B
372	13.0	14.0	17.0	18.0	18.5	19.0	19.0	20.0	//
373	13.0	15.5	16.0	17.0	17.5	18.0	19.0	24.0	//
374	10.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.5	18.0	20.5	//
375	13.0	22.0	18.0	21.5	16.5	19.5	18.0	20.0	//
376	16.5	14.5	13.5	13.5	13.0	13.0	13.0	15.0	5%補充 D.Helix
377	14.0	22.0	20.0	26.0	24.0	25.0	24.0	24.0	//
378	13.0	15.0	37.0	25.0	28.0	35.0	45.0	50.0	//
393	14.0	15.0	12.0	45.0	50.0	65.0	75.0	75.0	ACD血補充 D. Helix
Mean	13.2	16.5	18.4	22.0	22.4	25.8	27.7	29.8	
S D	1.63	2.44	6.94	9.20	10.54	7.54	10.39	18.57	
SEM	0.55	0.81	2.31	3.07	3.51	2.51	3.46	6.19	
P	P<	,01	,05	,02	,05	,001	,01	,02	

였다( $P<0.001$ )。

加溫에 따라 25°C에서 53.3±6.2, 30°C에서 62.9±

18.9, 35°C에서 83.9±16.6으로漸次增加하였다( $P<$  $0.001$ )。

第13表

體外循環中 心搏動數

群別	動物番號	體溫	正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
I	370	130	100	90	70	45	60	80	100	
	371	120	80	60	40	(0)	(0)	40	80	
	372	120	90	80	60	35	45	60	75	
	373	110	80	48	(0)	(0)	(0)	48	80	
	374	120	80	60	40	40	50	60	70	
	375	160	140	100	45	45	60	100	120	
	376	130	70	55	38	30	40	55	60	
	377	100	88	55	40	40	60	80	90	

	378	140	60	40	20	(0)	(0)	36	(0)
	379	120	80	72	44	45	58	70	80
	Mean	125.0	86.8	66.0	44.1	40.0	53.3	62.9	83.9
	S D	15.7	20.5	16.9	14.9	5.4	6.2	18.9	16.6
	SEM	5.0	6.5	5.7	5.0	2.0	2.4	6.0	5.5
	P	P<	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001
II	381	200	145	60	54	38	42	100	160
	382	120	90	60	50	40	48	80	98
	384	100	100	80	60	50	60	75	85
	385	180	120	60	40	44	60	80	100
	387	160	130	70	50	48	50	60	100
	388	120	90	80	80	50	60	75	88
	390	180	100	90	80	50	70	90	110
	391	180	160	100	85	60	80	100	130
	Mean	155.0	116.9	75.0	62.4	47.5	58.8	82.5	108.9
III	S D	34.4	24.8	14.1	33.6	6.5	37.4	12.8	23.3
	SEM	12.2	8.8	5.0	11.9	2.3	13.2	4.5	8.2
	P	P<	.3	.001	.001	.001	.001	.01	.01
	393	160	130	67	50	40	55	60	100
	394	140	105	85	60	40	50	90	100
	396	120	80	75	60	35	40	80	90
	397	140	90	60	25	18	(0)	40	80
	399	180	140	120	80	40	60	85	96
	400	150	120	115	40	(0)	(0)	36	70
II, III	402	140	100	75	70	45	70	80	90
	403	130	100	80	60	40	65	70	85
	Mean	145.0	108.1	84.6	55.6	36.9	56.7	67.6	88.9
	S D	17.3	19.0	20.3	16.1	8.4	9.8	19.2	9.7
	SEM	6.9	6.7	7.2	5.7	3.2	4.0	6.8	3.4
	P	P<	.01	.001	.001	.001	.001	.001	.001
	Mcana	150.0	112.5	79.8	59.0	39.9	50.6	75.1	98.9
	S D	27.6	22.4	18.1	16.3	9.3	13.0	18.3	20.8
	SEM	6.9	5.6	4.5	4.1	2.4	3.5	4.6	5.2
	P	P<	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001

第Ⅰ群: 正常値는 155.0±34.4이고, 灌流 10分後 116.9±24.8(P<0.3)으로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 75.0±14.1, 25°C에서 62.4±33.6, 20°C에서 47.5±6.5로 漸次 減少하였다(P<0.001).

加溫에 따라 25°C에서 58.8±37.4(P<0.001), 30°C에서 82.5±12.8(P<0.01), 35°C에서 108.9±23.3(P<0.01)로 漸次 增加하였다.

第Ⅱ群: 正常値는 145±17.3이고, 灌流 10分後 8.1±19.0(P<0.01)로 減少하였고, 冷却에 따라 30°C에서 84.6±20.3, 25°C에서 55.6±16.1, 20°C에서 36.9±8.4로 漸次 減少하였다(P<0.001).

加溫에 따라 25°C에서 56.7±9.8, 30°C에서 67.6±19.2, 35°C에서 88.9±9.7로 漸次 增加하였다(P<

0.001).

心停止는 第Ⅰ群에서 23°, 24°, 25°C에서 각各1例合3例, 第Ⅱ群에서 없었고, 第Ⅲ群에서 20.5°, 20°C에 각各1例合2例2例即總5例에서 보았다.

## 2. 動脈壓 (第14表)

第Ⅰ群: 平均壓의 正常値는 111.9±15.5mmHg이고, 灌流 10分後 53.6±15.5 mmHg로 下降 하였고, 冷却에 따라 30°C에서 39.3±3.8, 25°C에서 35.9±6.4, 20°C에서 33.3±7.3mmHg로 漸次 下降 하였다(P<0.01).

加溫에 따라 25°C에서 36.2±7.5, 30°C에서 39.7±5.1, 35°C에서 46.0±5.0mmHg로 漸次 上昇 하였다(P<0.001).

第14表

## 體外循環中血壓

—李逢夏：低溫血液稀釋體外循環法之關節實驗的研究—

群	動物番號	單位	灌流量	正		常		灌流10分鐘後		30°C		25°C		20°C		25°C		30°C		35°C					
				S	D	M	S	D	M	S	D	M	S	D	M	S	D	M	S	D	M				
I	370	27	120	90	100	60	45	50	57	35	46	30	34	45	30	35	48	30	36	50	34	39	60	50	53
	371	25	140	100	113	70	50	40	43	40	42	32	25	27	30	25	28	29	50	38	42	33	45	40	45
	372	31	135	95	108	50	43	50	58	40	43	40	35	37	40	35	37	40	30	38	39	30	35	40	45
	373	33	145	85	105	75	50	50	58	45	30	35	36	26	29	29	26	29	40	31	40	35	35	40	45
	374	36	180	125	140	55	25	28	45	30	35	36	26	29	29	26	29	40	26	31	34	31	35	40	43
	375	27	24~30	180	120	140	54	59	40	32	35	40	34	40	32	33	38	32	42	30	34	36	42	34	44
	376	21~34	140	100	113	65	40	58	43	30	34	40	34	40	32	35	40	30	33	48	35	39	45	45	50
II	377	22~27	140	80	90	100	60	35	43	60	40	47	50	40	43	50	42	45	55	45	55	45	45	50	
	378	22~30	150	90	110	65	50	55	50	40	43	55	55	44	48	55	42	46	55	45	48	55	45	50	
	379	P	<	18.3	15.5	11.9	12.2	15.5	6.4	4.1	3.8	8.3	5.6	6.4	9.8	6.8	7.3	6.7	6.2	7.5	5.8	5.2	6.3	5.0	
III	Mean	144.0	96.5	111.9	65.3	48.4	53.6	48.4	35.0	39.3	42.4	32.7	35.9	38.3	30.3	33	42.0	33.2	36.2	48.2	35.6	39.7	54.4	41.4	
	SD	21.2	14.9	15.5	11.9	12.2	15.5	6.4	4.0	3.7	4.0	3.0	3.3	4.0	3.1	2.1	4.0	2.3	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.6	
	SEM	6.7	5.8	3.8	3.9	4.9	2.0	1.3	1.2	2.6	1.8	2.0	1.8	2.0	1.8	1.3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	P																								
IV	381	31	105	93	97	75	48	57	55	45	48	55	46	49	55	46	49	70	55	60	80	65	70	90	77
	382	31	90	70	77	60	45	50	55	43	47	55	45	48	45	45	48	40	45	45	40	53	58	69	77
	384	33	100	90	93	40	35	37	40	30	33	30	33	30	33	30	33	30	33	30	33	30	33	30	33
	385	33	130	100	110	75	55	62	50	40	43	60	40	47	55	40	45	55	40	45	56	42	47	65	68
V	387	25	150	130	137	60	52	55	58	50	56	60	50	53	60	52	55	60	50	53	57	49	52	65	55
	388	27	145	115	125	65	55	52	55	40	45	55	40	45	50	35	40	55	40	45	49	45	49	70	57
	390	30	140	115	123	50	33	39	46	20	24	40	20	25	35	25	28	40	30	35	40	36	40	48	
	391	25	150	110	123	50	35	40	50	35	40	35	40	35	30	32	35	30	32	40	30	33	60	53	
VI	Mean	126.3	102.9	110.6	61.9	46.0	51.5	51.1	37.9	42.0	50.0	38.3	42.1	46.9	36.6	40.0	55.8	41.3	45.5	63.6	48.6	53.6	75.6	63.5	
	SD	22.8	17.4	18.8	10.6	10.6	13.3	5.5	8.8	9.2	8.3	8.4	9.0	8.4	8.6	9.4	8.9	8.7	13.1	10.3	10.7	12.1	7.6	9.9	
	SEM	8.1	6.2	6.7	5.1	3.7	4.7	2.0	3.1	3.2	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.3	3.7	3.8	4.3	3.3	3.5	
	P																								
VII	363	21~28	150	130	137	60	52	56	58	50	56	60	50	53	50	53	50	53	50	56	40	45	48	56	57
	394	30	105	113	75	50	58	60	45	50	56	45	49	50	49	50	49	50	49	50	49	50	48	53	
	396	33	115	85	95	60	45	55	52	60	50	53	60	50	53	60	50	53	60	57	60	57	68	70	
	397	24~31	130	95	107	65	38	47	70	45	53	70	45	50	45	40	42	40	35	37	60	47	55	62	66
VIII	399	30	145	115	125	55	43	47	40	30	33	45	30	35	45	30	35	45	30	35	45	30	33	60	45
	402	25	140	110	120	60	65	73	70	45	53	60	48	52	50	30	26	27	40	30	33	60	45	50	58
	403	25	120	90	100	60	40	47	50	50	57	60	50	53	55	45	45	48	50	45	49	62	48	53	
	Mean	130.0	101.5	110.9	68.8	48.5	55.4	58.5	44.1	49.6	57.6	44.8	48.6	48.6	39.0	42.4	53.4	41.3	45.3	74.6	57.0	63.1	88.8	65.9	
IX	SD	13.5	15.5	16.6	11.1	9.0	9.6	9.6	6.5	4.7	7.0	6.5	5.5	8.7	7.3	11.2	9.6	10.0	7.8	13.2	17.0	23.4	15.4	15.8	
	SEM	4.8	5.5	5.9	3.9	3.2	3.4	3.4	2.3	1.7	2.5	2.3	1.9	3.1	2.6	2.7	4.0	3.4	3.5	2.7	4.7	6.0	8.3	5.5	5.6
	P																								
	Mean	128.1	102.1	110.8	65.3	47.3	52.8	54.8	41.0	45.8	53.8	41.0	45.3	45.3	47.8	41.1	52.8	69.1	45.4	69.1	55.4	58.4	82.2	61.4	68.1
X	SD	18.9	16.6	11.3	9.6	10.5	8.5	9.1	9.2	9.1	8.2	7.9	8.2	10.4	9.3	9.4	16.3	12.3	12.7	19.8	13.5	13.9	3.4	3.5	
	SEM	4.7	4.2	2.8	2.4	2.6	2.1	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.4	2.3	3.1	3.2	4.9	3.4	
	P																								
	Mean	128.1	102.1	110.8	65.3	47.3	52.8	54.8	41.0	45.8	53.8	41.0	45.3	45.3	47.8	41.1	52.8	69.1	45.4	69.1	55.4	58.4	82.2	61.4	68.1

**第Ⅱ群：** 平均壓의 正常值는  $110.6 \pm 18.8$  mmHg 이고, 灌流 10 分後  $51.5 \pm 13.3$  mmHg 로 下降 하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $42.0 \pm 9.2$ ,  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $42.1 \pm 8.4$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  에서  $40.0 \pm 8.6$  mmHg 로 漸次 下降 하였다( $P < 0.001$ ).

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $45.5 \pm 8.7$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $53.6 \pm 10.7$ ,  $35^{\circ}\text{C}$  에서  $63.5 \pm 9.9$  mmHg 로 漸次 上昇 하였다( $P < 0.001$ ).

**第Ⅲ群：** 平均壓의 正常值는  $110.9 \pm 16.6$  mmHg 이고, 灌流 10 分後  $55.4 \pm 9.6$  mmHg 로 下降 하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $49.6 \pm 4.7$ ,  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $48.5 \pm 5.5$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  에서  $42.4 \pm 7.6$  mmHg 로 漸次 下降 하였다( $P < 0.001$ ).

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $45.3 \pm 10.0$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $63.1$

$\pm 17.0$ ,  $35^{\circ}\text{C}$  에서  $72.6 \pm 15.8$  mmHg 로 漸次 上昇 하였다( $P < 0.001$ ).

### 3. 靜脈壓 (第 15 表)

**第Ⅰ群：** 正常值는  $98.7 \pm 31.1$  mmH<sub>2</sub>O 이고, 灌流 10 分後  $70 \pm 8$  mmH<sub>2</sub>O( $P < 0.02$ )로 下降 하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $63.6 \pm 7.4$ ( $P < 0.01$ ),  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $55.9 \pm 7.7$ ( $P < 0.001$ ),  $20^{\circ}\text{C}$  에서  $54.2 \pm 7.5$  mmH<sub>2</sub>O( $P < 0.001$ )로 漸次 下降 하였다.

加溫에 따라  $25^{\circ}\text{C}$  에서  $58.6 \pm 6.9$ ( $P < 0.001$ ),  $30^{\circ}\text{C}$  에서  $63.5 \pm 6.4$ ( $P < 0.01$ ),  $35^{\circ}\text{C}$  에서  $66.9 \pm 7.4$  mmH<sub>2</sub>O( $P < 0.01$ )로 漸次 上昇 하였다.

第 15 表

體 外 循 環 中 靜 脈 壓 値

群 別	體溫 動物番號	正 常	灌流10分後	$30^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}$	$20^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C}$	$35^{\circ}\text{C}$
I	370	90	75	65	50	45	50	60	65
	371	100	74	66	63	70	73	74	80
	372	72	64	54	42	48	60	60	60
	373	75	71	70	70	61	59	72	70
	374	70	75	61	58	52	50	56	59
	375	80	70	54	48	45	64	65	72
	376	105	50	66	57	56	61	64	65
	377	95	66	60	55	55	57	60	60
	378	180	75	60	54	50	50	54	60
	379	120	80	80	62	60	62	70	78
	Mean	98.7	70.0	63.6	55.9	54.2	58.6	63.5	66.9
	SD	31.1	8.0	7.4	7.7	7.5	6.9	6.4	7.4
II	SEM	9.8	2.5	2.3	2.4	2.4	2.2	2.0	2.3
	P	P <	.02	.01	.001	.001	.001	.01	.01
	381	90	55	60	55	52	52	55	60
	382	70	71	70	61	59	70	70	72
	384	88	68	63	63	64	62	62	60
	385	88	64	74	68	50	48	48	62
	387	100	60	67	68	60	60	80	80
	388	105	50	66	67	64	61	56	52
	390	75	58	58	52	44	50	50	52
	391	78	90	90	68	68	60	55	54
	Mean	86.8	64.5	68.5	62.8	57.6	57.9	59.5	61.5
	SD	11.3	11.6	9.5	5.9	11.3	6.9	10.1	9.2
	SEM	4.0	4.1	3.4	2.1	4.0	2.4	3.6	3.3
	P	P <	.01	.01	.001	.001	.001	.001	.001
	393	86	50	48	42	40	44	44	50
	394	105	50	66	58	52	55	56	64
	396	145	60	64	62	60	61	60	64
	397	130	64	55	55	68	68	70	70
	399	110	70	72	60	60	65	64	66

III	400	135	60	64	62	60	62	60	64
	402	70	80	54	48	42	56	64	72
	403	80	60	55	50	50	50	55	50
	Mean	107.9	61.8	59.8	54.6	54.0	57.6	59.1	62.5
	SD	25.8	9.3	7.4	6.8	9.1	7.5	7.3	7.7
I, II	SEM	9.1	3.3	2.9	2.4	3.2	2.6	2.6	2.7
	P	P <	,001	,001	,001	,001	,001	,001	,001
	Mean	97.2	63.1	64.1	58.7	55.8	57.75	59.3	62.0
	SD	22.5	10.6	9.6	7.6	8.6	8.7	8.9	8.6
II	SEM	5.6	2.7	2.4	1.9	2.2	2.2	2.2	2.2
	P	P <	,001	,001	,001	,001	,001	,001	,001

第Ⅰ群：正常値는  $86.8 \pm 11.3 \text{ mmH}_2\text{O}$  이고, 灌流 10 分後  $64.5 \pm 11.6 \text{ mmH}_2\text{O}$  ( $P < 0.01$ )로 下降 하였고, 冷却에 따라  $30^\circ\text{C}$ 에서  $68.5 \pm 9.5$  ( $P < 0.01$ ),  $25^\circ\text{C}$ 에서  $62.8 \pm 5.9$  ( $P < 0.001$ ),  $20^\circ\text{C}$ 에서  $57.6 \pm 11.3 \text{ mmH}_2\text{O}$  ( $P < 0.001$ )로 漸次 下降 하였다.

加溫에 따라  $25^\circ\text{C}$ 에서  $57.9 \pm 6.9$ ,  $30^\circ\text{C}$ 에서  $59.5 \pm 10.1$ ,  $35^\circ\text{C}$ 에서  $61.5 \pm 9.2 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 漸次 上昇 하였다 ( $P < 0.001$ ).

第Ⅲ群：正常値는  $107.6 \pm 25.8 \text{ mmH}_2\text{O}$  이고, 灌流 10 分後  $61.8 \pm 9.3 \text{ mm}$ 로 下降 하였고, 冷却에 따라  $30^\circ\text{C}$

에서  $59.8 \pm 7.4$ ,  $25^\circ\text{C}$ 에서  $54.6 \pm 6.8$ ,  $20^\circ\text{C}$ 에서  $54.0 \pm 9.1$ 로 漸次 下降 하였다. ( $P < 0.001$ )

加溫에 따라  $25^\circ\text{C}$ 에서  $57.6 \pm 7.5$ ,  $30^\circ\text{C}$ 에서  $59.1 \pm 7.3$ ,  $35^\circ\text{C}$ 에서  $62.5 \pm 7.7 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 漸次 上昇 하였다.

#### E. 動脈血 pH 値 (第 16 表)

第Ⅱ群：正常値는  $7.463 \pm 0.081$  이고, 灌流 10 分後  $7.296 \pm 0.15$  ( $P < 0.02$ )로 減少 하였고, 冷却에 따라  $30^\circ\text{C}$ 에서  $7.273 \pm 0.126$  ( $P < 0.01$ ),  $25^\circ\text{C}$ 에서  $7.251 \pm 0.082$  ( $P < 0.001$ ),  $20^\circ\text{C}$ 에서  $7.223 \pm 0.049$  ( $P < 0.001$ )로 漸次 減少 하였다.

第 16 表 體外循環中動脈血 pH 値

群別	體溫 動物番號	體外循環中動脈血 pH 値							
		正常	灌流 10 分後	$30^\circ\text{C}$	$25^\circ\text{C}$	$20^\circ\text{C}$	$25^\circ\text{C}$	$30^\circ\text{C}$	$35^\circ\text{C}$
II	381	7.45	7.23	7.21	7.22	7.24	7.17	7.18	7.25
	382	7.55	7.41	7.46	7.31	7.21	7.11	7.31	7.26
	384	7.35	7.15	7.15	7.20	7.17	7.22	7.26	7.25
	385	7.56	7.46	7.46	7.31	7.26	7.46	7.31	7.31
	387	7.52	7.57	7.37	7.42	7.32	7.27	7.27	7.22
	388	7.38	7.17	7.17	7.18	7.18	7.23	7.28	7.23
	390	7.52	7.22	7.20	7.20	7.22	7.15	7.15	7.20
	391	7.37	7.16	7.16	7.17	7.17	7.22	7.27	7.22
	Mean	7.463	7.296	7.273	7.251	7.223	7.229	7.257	7.249
	S D	0.081	0.15	0.126	0.082	0.049	0.078	0.057	0.032
III	SEM	0.028	0.053	0.044	0.029	0.017	0.027	0.020	0.011
	P	P <	,02	,01	,001	,001	,001	,001	,001
	393	7.37	7.25	7.22	7.17	7.17	7.22	7.26	7.23
	394	7.36	7.16	7.16	7.17	7.16	7.23	7.26	7.25
	396	7.52	7.41	7.43	7.31	7.21	7.12	7.30	7.32
	397	7.10	7.06	7.06	7.10	7.20	7.23	7.10	7.16
	399	7.30	7.10	7.15	7.20	7.25	7.20	7.25	7.20
	400	7.25	7.19	7.15	7.20	7.20	7.15	7.15	7.10
	402	7.26	7.16	7.16	7.11	7.16	7.16	7.16	7.11
	403	7.33	7.21	7.25	7.22	7.20	7.25	7.25	7.20
	Mean	7.312	7.193	7.198	7.185	7.194	7.195	7.216	7.221
	S D	0.086	0.098	0.082	0.064	0.026	0.013	0.065	0.073

	S E M P	0.030 P <	0.035 .02	0.029 .02	0.023 .01	0.009 .01	0.005 .01	0.023 .05	0.026 .05
I, II	Mean	7.387	7.301	7.235	7.218	7.208	7.212	7.235	7.219
	S D	0.124	0.145	0.104	0.079	0.032	0.077	0.066	0.058
	S E M P	0.031	0.036	0.026	0.020	0.008	0.019	0.017	0.015
	P	P < .1		,001	,001	,001	,001	,001	,001

加温에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.229 \pm 0.078$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ 에서 7.25  $\pm 0.057$   $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.249 \pm 0.032$ 로漸次上升하는倾向을 보였다( $P < 0.001$ ).

第Ⅱ群: 正常值는  $7.312 \pm 0.086$ 이고, 灌流 10分後  $7.193 \pm 0.098$ ( $P < 0.02$ )로 減少하였고, 冷却에 따라  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.198 \pm 0.082$ ( $P < 0.02$ ),  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.185 \pm 0.064$ ( $P < 0.01$ ),  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.194 \pm 0.026$ ( $P < 0.01$ )로漸次減少하였다.

加温에 따라  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.195 \pm 0.013$ ( $P < 0.01$ ),  $30^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.216 \pm 0.065$ ( $P < 0.05$ ),  $35^{\circ}\text{C}$ 에서  $7.221 \pm 0.073$ ( $P < 0.05$ )로漸次上升하였다.

#### F. 尿量(第17表)

第Ⅰ群:  $50.13 \pm 6.36$ 分의灌流中尿量은  $11.13 \pm 2.5$  cc이었고, 1時間尿量은  $12.26 \pm 2.32$ cc였으며, 體重kg當  $1.08 \pm 0.27$ cc이었다.

第Ⅱ群:  $58.63 \pm 5.22$ 分의灌流後尿量은  $12.0 \pm 1.41$  cc이었고, 1時間尿量은  $12.51 \pm 2.41$ cc였으며, 體重kg當  $0.95 \pm 0.13$ cc이었다.

#### G. 冷却 및 加温所要時間(第18表)

第Ⅰ群: 灌流前體溫은  $37.4 \pm 1.01^{\circ}\text{C}$ 이고, 灌流 10分後인冷却開始時體溫은  $34.9 \pm 1.07^{\circ}\text{C}$ 로下降되었다.

第17表 體外循環中尿量

群別	區分 動動番號	休 重 kg	灌 流 時 間 min	尿 量 cc	cc/hr	cc/hr/kg	備 考
I	381	13	52	14	16.2	1.2	ACD血補充 S.B
	382	13	57	13	13.7	1.1	//
	384	12	51	10	11.8	1.0	//
	385	12	44	7	9.5	0.8	//
	387	16	60	13	13	0.8	//
	388	15	52	14	16.2	1.1	//
	390	10	45	8	10.7	1.7	//
	391	16	40	10	15	0.9	//
	Mean	13.38	50.13	11.13	13.26	1.08	
	S D	1.997	6.356	2.571	2.319	0.273	
	S E M	0.706	2.247	0.909	0.82	0.096	
II	393	14.5	56	15	16.0	1.1	ACD血補充 Helix
	394	13.5	53	13	14.7	0.9	//
	396	12	65	12	11.1	1.0	//
	397	13	57	10	10.5	0.8	//
	399	10	64	12	11.3	1.1	//
	400	12	66	11	10	0.8	//
	402	13	63	11	10.5	0.8	//
	403	14	45	12	16	1.1	//
	Mean	12.75	58.63	12.0	12.51	0.95	
	S D	1.225	5.215	1.412	2.421	0.132	
	S E M	0.433	1.844	0.499	0.856	0.047	
I, II	Mean	13.06	54.38	11.56	12.89	1.02	
	S D	1.721	7.861	2.119	2.406	0.223	
	S E M	0.43	1.965	0.529	0.602	0.056	

20°C 까지 冷却 所要時間은 29.8±5.59 分으로 冷却 速度는 2.08±0.51min/°C 이었고, 35°C 까지 加溫 所要時間은 34.9±6.43 分으로 加溫 速度는 2.44±0.47min/°C 이었다.

**第Ⅰ群：** 灌流前 體溫은 38.6±0.73°C 이고, 灌流 10 分後 冷却 및 加溫 所要時間(食道溫)

群別	動物番號	灌流前體溫(灌流0分後) °C	冷卻開始體溫 °C	20°C 까지冷卻所要時間 min	冷卻速度 °C/min	35°C 까지加溫所要時間 min	加溫速度 °C/min
I	370	36.5	34	36	2.6	34	2.3
	371	38.5	37	40	2.4	38	2.5
	372	37	34	22	1.5	31	2.1
	373	36	33	33	3	42	2.8
	374	36.5	35	31	2.1	31	2.1
	375	37	36	28	1.9	28	1.9
	376	37	34.5	17	1.2	43	2.9
	377	39.5	35	28	1.9	32	3.1
	378	37.5	34.5	35	2.4	45	3
	379	38	35.5	28	1.8	25	1.7
	Mean	37.4	34.9	29.8	2.08	34.9	2.44
	SD	1.01	1.07	5.59	0.51	6.43	0.47
	SEM	0.32	0.34	1.77	0.16	2.03	0.15
II	381	38	37	28	1.6	27	1.8
	382	40	34.5	22	1.5	25	1.7
	384	39	35	21	1.4	20	1.3
	385	38.5	37	19	1.1	15	1
	387	38	37	23	1.4	27	1.8
	388	38.5	35.5	22	1.4	20	1.3
	390	37.5	35	21	1.4	14	0.9
	391	39	35.5	18	1.2	12	0.8
	Mean	38.6	35.8	21.75	1.38	20.0	1.33
	SD	0.73	0.96	2.82	0.15	5.57	1.46
	SEM	0.26	0.34	1.00	0.05	1.97	0.52
III	393	38	36	22	1.4	24	1.6
	394	37	32	21	1.8	22	1.5
	396	38.5	36.5	23	1.4	24	1.6
	397	38.5	36	24	1.5	30	2
	399	36	34.5	27	1.9	29	1.9
	400	39	34.5	22	1.5	31	2.1
	402	38.5	35.5	20	1.3	15	1
	403	37.5	33.5	23	1.7	19	1.3
	Mean	37.9	34.8	27.75	1.56	24.25	1.63
	SD	0.93	1.37	2.03	0.20	5.14	0.35
	SEM	0.33	0.48	0.72	0.07	1.82	0.12
IV	Mean	38.2	35.3	22.25	1.47	22.75	1.48
	SD	0.9	1.31	2.49	0.20	5.84	0.39
	SEM	0.22	0.35	0.62	0.05	1.46	0.10

分後인 冷却 開始時 體溫은 35.8±0.96°C 로 下降 하였다.

20°C 까지 冷却 所要時間은 21.75±2.82 分으로 冷却 速度는 1.38±0.15min/°C 이었고, 35°C 까지 加溫 所要時間은 20±5.57 分으로 加溫 速度는 1.33±1.46min/°C 이었다.

**第Ⅱ群：** 灌流前 體溫은 37.9±0.93°C 이고, 灌流 10 分後인 冷却 開始時 體溫은 34.8±1.37°C 로 下降 하였다.

20°C 까지 冷却 所要時間은 22.75±2.03 分으로 冷却 速度는 1.56±0.2min/°C 이었고, 35°C 까지 加溫 所要時間은 24.25±5.14 分으로 加溫 速度는 1.63±0.35min/°C 이었다.

#### H. 食道溫 및 直腸溫의 溫度差(第19表)

**第Ⅰ群：** 正常 食道溫 37.4±1.01°C, 正常 直腸溫 37.6±1.51°C 로 0.2±1.54°C 直腸溫이 높다. 灌流 10 分後 食道溫 34.9±1.07°C, 直腸溫 36.0±0.85°C 로 下降하여 1.1±0.89°C 直腸溫이 높다.

冷却되어 食道溫 30°C에서 直腸溫 31.9±0.9°C, 25°C에서 26.6±1.47°C, 20°C에서 21.8±1.65°C로 1.9±0.9°C, 1.6±1.26°C, 1.8±1.65°C의 差로 각各 直腸溫이 높다.

加溫되어 食道溫 25°C에서 直腸溫 25.5±1.32°C, 30°C에서 29.4±0.88°C, 35°C에서 34.3±0.91°C로, 25°C에서 0.5±1.52°C 直腸溫이 높고, 30°C 및 35°C에서 각각 0.6±0.88°C, 0.7±0.91°C 食道溫이 높다.

**第Ⅱ群：** 正常 食道溫 38.6±0.73°C, 正常 直腸溫 38.8±0.94°C로 0.19±0.61°C 直腸溫이 높다. 灌流 10 分後 食道溫 35.8±0.96°C, 直腸溫 36.5±0.79°C로 下降하여 0.7±0.9°C 直腸溫이 높다.

冷却되어 食道溫 30°C에서 直腸溫 32.1±1.84°C, 25°C에서 26.8±1.8°C, 20°C에서 21.6±1.98°C로 각각 2.1±1.84°C, 1.8±1.8°C, 1.6±1.98°C 直腸溫이 높다.

加溫되어 食道溫 25°C에서 直腸溫 25.6±1.65°C, 30°C에서 30.5±1°C, 35°C에서 34.6±1.11°C로 30°C까지는 0.6±1.65°C, 0.5±1°C 直腸溫이 높고, 35°C에서는 0.4±1.36°C 食道溫이 높다.

**第Ⅲ群：** 正常 食道溫 37.9±0.93°C, 正常 直腸溫 38.9±0.89°C로 1±0.83°C 直腸溫이 높다. 灌流 10 分後 食道溫 34.8±1.41°C, 直腸溫 36.0±0.19°C로 下降하여 1.2±1.39°C 直腸溫이 높다.

冷却되어 食道溫 30°C에서 直腸溫 30.4±1.54°C, 25°C에서 26.1±1.27°C, 20°C에서 21.2±0.93°C로 각각 0.4±1.54°C, 1.1±1.27°C, 1.2±0.93°C 直腸溫이 높다.

加溫되어 食道溫 25°C에서 直腸溫 24.9±0.33°C, 30°C에서 29.0±0.75°C, 35°C에서 33.8±0.86°C로 각각 0.1±0.33°C, 1±0.75°C, 1.2±0.86°C 食道溫이 높다.

第19表

食道温 呕 直腸温の 溫度差

(差 直腸温. 標準)

群別	食道温 動物番號	正 常			灌流 10分後			30°C			25°C			20°C			25°C			30°C				
		食道	直腸	差	食道	直腸	差																	
I	370	36.5	38	1.5	34	37	3	32.5	2.5	24.5	(—)	25	5	27	2.0	30	0	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	371	38.5	38	0.5	37	37	0	32.5	2.5	24	1	19	1	22.5	2.5	30	0	34	1	(—)	(—)	(—)	(—)	
	272	37	39	2	34	36	2	32.5	2.5	27	2	22.5	2.5	27	2	30.5	0.5	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	373	36	34	2	33	34	1	32.5	2.5	29.0	4	23	3	26.5	1.5	29	1	33.5	1.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	374	36.5	36	0.5	35	35.5	0.5	33	3	28.5	3.5	20.5	0.5	25	0	29	1	36.5	1.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	375	37	37.5	0.5	36	36.5	0.5	31	1	26	1	19.5	0.5	23.5	1.5	28	2	33	2	(—)	(—)	(—)	(—)	
	376	37	39.5	2.5	34.5	36.5	2	31.5	1.5	27	2	22	2	25	0	28	2	33.5	1.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	377	39.5	37	2.5	35	35.5	0.5	31	1	27	2	22	2	26.5	1.5	30	0	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	378	37.5	38	0.5	34.5	35.5	1	30	0	26	1	22	2	26	1	30.5	0.5	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	379	38	38.5	0.5	35.5	36	0.5	32	2	26.5	1.5	22	2	25.5	0.5	29.5	0.5	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
II	Mean	37.4	37.6	0.2	34.9	36.0	1.1	31.9	1.9	26.6	1.6	21.8	1.8	25.5	0.5	29.4	0.6	34.3	0.7	(—)	(—)	(—)	(—)	
	SD	1.01	1.51	1.54	1.07	0.85	0.89	1.90	1.25	1.47	1.26	1.65	1.65	1.32	0.52	0.88	0.88	0.91	0.91	0.29	0.29	0.29	0.29	
	SEM	0.32	0.48	0.49	0.34	0.26	0.21	0.83	0.40	0.47	0.35	0.52	0.52	0.42	0.48	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	
	381	38	37	(—)	37	37.5	0.5	29	1	23	(—)	2	18	(—)	23	(—)	30	0	35.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)
	382	40	40	0	34.5	36	1.5	33	3	27	2	21	1	27.5	2.5	31	1	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	384	39	38.5	0.5	35	36	1	32	2	27	2	21.5	1.5	24	1	30	0	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	385	38.5	39	0.5	37	38	1	35	5	29	4	22.5	2.5	27	2	30	0	33	2	(—)	(—)	(—)	(—)	
	387	38	38.5	0.5	37	35.5	1.5	30	0	26	1	21	1	28	3	33	3	37	2	(—)	(—)	(—)	(—)	
	388	38.5	39	0.5	35.5	36.5	1	31	1	26	1	20.5	0.5	25.5	0.5	31	1	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	390	37.5	38	0.5	35	36.5	1.5	33.5	3.5	27.5	2.5	23	3	24	1	29	1	34	1	(—)	(—)	(—)	(—)	
	391	39	40	1	35.5	36	0.5	33	3	29	4	25	5	26	1	30	0	34	1	(—)	(—)	(—)	(—)	
III	Mean	38.6	38.8	0.19	35.8	36.5	0.7	32.1	2.1	26.8	1.8	21.6	1.6	25.6	0.6	30.5	0.5	34.6	0.4	(—)	(—)	(—)	(—)	
	DS	0.73	0.94	0.61	0.96	0.79	0.9	1.84	1.84	1.8	1.8	1.98	1.98	1.65	1.65	1	1	1.11	1.36	(—)	(—)	(—)	(—)	
	SEM	0.26	0.33	0.22	0.34	0.28	0.32	0.65	0.65	0.64	0.64	0.70	0.70	0.58	0.58	0.35	0.35	0.39	0.48	(—)	(—)	(—)	(—)	
	393	38	39	1	36	36	0	30.5	0.5	25	0	20.5	0.5	25	0	29	1	34	1	(—)	(—)	(—)	(—)	
	394	37	39.5	2.5	32	36	4	31.5	1.5	27	2	22	2	25	0	28	2	34	1	(—)	(—)	(—)	(—)	
	396	38.5	39	0.5	36.5	36.5	0	27.5	2.5	24	1	19.5	0.5	25	0	28	2	32.5	2.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	397	38.5	40	1.5	36	36	0	29	1	25	0	20.5	0.5	25	0	30.5	0.5	35	0	(—)	(—)	(—)	(—)	
	399	36	37	1	34.5	35	0.5	29.5	0.5	26	1	21	1	25	0	29.5	0.5	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	400	39	39.5	0.5	34.5	36.5	2	32	2	27	2	21.5	1.5	24	1	29	1	34.5	0.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	402	38.5	38	0.5	35.5	36	0.5	32	2	28	3	22.5	2.5	25	0	29	1	32.5	2.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
	403	37.5	39	1.5	33.5	36	2.5	31.5	1.5	27	2	22	2	25	0	29	1	33.5	1.5	(—)	(—)	(—)	(—)	
IV	Mean	37.9	38.9	1	34.8	36.0	1.2	30.4	0.4	26.1	1.1	21.2	1.2	24.9	0.1	29.0	1	33.8	1.2	(—)	(—)	(—)	(—)	
	S D	0.93	0.89	0.83	1.41	0.19	1.39	1.54	1.54	1.27	1.27	0.93	0.93	0.33	0.33	0.75	0.75	0.86	0.86	(—)	(—)	(—)	(—)	
	SEM	0.33	0.32	0.29	0.50	0.07	0.49	0.54	0.54	0.45	0.45	0.33	0.33	0.12	0.12	0.26	0.26	0.31	0.31	(—)	(—)	(—)	(—)	

I. II.	Mean	38.2	38.8	0.59	35.3	36.3	0.9	31.3	1.3	26.5	1.5	21.4	1.4	25.3	0.3	29.8	(-)	0.2	34.2	(-)	0.8
	SD	0.9	0.92	0.83	1.31	0.69	0.92	1.88	1.88	1.60	1.60	1.49	1.49	1.33	1.33	1.21	1.21	1.21	1.07	1.21	
	SEM	0.22	0.23	0.21	0.33	0.17	0.23	0.47	0.47	0.40	0.40	0.37	0.37	0.33	0.33	0.30	0.30	0.27	0.27	0.28	

第20表

## 5% Dext. 失血補充群 成績

(10例 平均値)

區 分	體 溫		正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
血 液	白 細 胞	數	7165	3625	2690	2400	1960	1935	2065	2575
		Stab	2.9	3.1	3.2	1.7	3.6	2.6	1.3	2.5
		Seg	56.0	45.2	39.5	34.6	20.3	27.4	27.7	30.4
	血 球 成 分	淋 巴	36.5	43.0	50.7	55.8	69.9	63.2	59.2	60.8
		單 核	1	0	1	1	1	1	2	2
		Eosin	3	9	6	7	6	6	5	5
		Baso	0	0	0	0	0	0	0	0
凝 固 機 轉	赤 血 球		470.0 m	343.7	309.1	290.3	257.8	271.3	275.3	295.0
	血 色 素		12.02mg%	8.29	6.92	5.93	5.53	6.1	6.73	7.06
	血漿血色素		Hct	34.7 cc	24.7	19.4	16.6	15.6	17.7	18.3
	血 小 板		119100	84200	72600	62200	49200	57500	82400	98.500
	Proth. T. Clott. T.		13.1 sec 8.75 min	16.6	19.2	19.1	19.0	20.9	21.8	24.2 20.32
血 力 學 的 所 見	心 搏 動 數		125.0	86.8	66.0	44.1	40.0	53.3	62.9	83.9
	動 脈 壓	收 擴	144 mm	65	48	42	38	42	48	54
		97 mm	48	35	33	30	33	36	41	41
		112 mm	54	39	36	33	36	40	46	46
	靜 脈 壓		98.7 mm	70.0	63.6	55.9	54.2	58.6	63.5	66.9
動 脈 血 pH										
食 道 咽 直 腸 溫 差		0.2°C	1.1	1.9	1.6	1.8	0.5	-0.6	-0.7	
尿 量										
※ 冷 却 及 加 溫 時 間		冷 却 29.8 分 速 度 2.08 min/°C				加 溫 34.9 分 速 度 2.44 min/°C				

※ 直腸溫基準

第21表

## ACD 血 失血補充 Small Bag 使用群 成績

(8例 平均値)

區 分	體 溫		正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
血 液	白 細 胞	數	7669	4625	3425	2887	2550	2756	3288	3662
		Stab	0.9	1.6	0.9	1.5	2.5	1.5	0.9	1.7
		Seg	70.3	50.4	34.6	28.1	25.5	33.7	29.7	39.4
	血 球 成 分	淋 巴	24.0	41.5	60.0	66.6	64.6	57.4	65.7	54.4
		單 核	0	0	0	0	0	0	1	0
		Eosin	5	6	4	0	4	5	3	5
		Baso	0	0	0	0	0	0	0	0
	赤 血 球		466.3 m	404.0	393.6	358.8	343.8	363.4	400.0	424.1
	血 色 素		12.20mg%	10.23	9.83	9.89	9.53	9.94	10.19	10.45
	血漿血色素		2.0 mg%							79.8

	Hct 血小板	37.8cc 188300	30.7 112300	28.3 130000	28.0 108000	27.1 111600	29.0 101800	30.0 135000	32.3 144600
凝機 固轉	Proth. T. Clott. T.	10.0min							18.57
血 力 學 的 所 見	心搏動數	155.0	116.9	75.0	62.4	47.5	58.8	82.5	108.9
	動 脈 壓	收 擴 平	126mm 103mm 111mm	62 46 52	51 38 42	50 38 42	47 37 40	56 41 46	64 49 54
	靜 脈 壓	86.8mm	64.5	68.5	62.8	57.6	57.7	59.5	61.5
動 脉 血 pH		7.462	7.296	7.273	7.251	7.223	7.229	7.257	7.249
食道 及直腸溫差		°C 0.19	0.7	2.1	1.8	1.6	0.6	0.5	-0.4
尿 量								11.13cc	
※冷却 및 加溫時間		冷却 21.75分	速度 1.38 min/°C			加溫 20.0分	速度 1.33 min/°C		

※直腸溫基準

第22表

ACD 血失血補充二重 Helix 使用群成績

(8例平均値)

區分	體溫	正常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C
血 液	白 血 球	數 stab Seg	7656 4.9 58.7	4994 0.7 54.9	3556 0.9 47.6	3131 1.1 39.9	2785 2.1 36.1	3350 3.7 28.0	3838 4.4 40.5
	血 淋 巴	單 核	29.7	38.1	41.7	51.4	58.3	61.6	48.6
	球	Eosin Baso	0 8 0	0 6 0	0 9 0	0 8 0	0 3 0	1 7 0	0 7 0
成 分	赤 血 球	483.8m	388.8	387.5	370.0	371.3	392.3	412.5	437.5
	血 色 素	12.47mg%	9.81	9.29	9.14	8.36	9.55	10.01	10.36
	血漿血色素	1.6mg%							
	Hct	37.9cc	28.0	25.9	29.4	28.3	30.0	29.9	75.5
	血 小 板	149900	107300	85800	85500	79400	86800	104800	117100
凝固機轉	Proth. T. Clott. T.	8.28min							17.48
血 力 學 的 所 見	心搏動數	145.0	108.1	84.6	55.6	36.9	56.7	67.6	88.9
	動 脈 壓	收 擴 平	130mm 101mm 111mm	69 49 55	59 44 50	58 45 49	49 39 42	53 41 45	75 57 63
	靜 脈 壓	107.6mm	61.8	59.8	54.6	54.0	57.6	59.1	62.5
動 脉 壓 pH		7.31	7.193	7.198	7.185	7.194	7.195	7.216	7.221
食道 及直腸溫差		1°C	1.2	0.4	1.1	1.2	-0.1	-1	-1.2
尿 量								12.0cc	
※冷却 및 加溫時間		冷却 22.75分	速度 1.56min/°C			加溫 24.25分	速度 1.63min/°C		

※直腸溫基準

第 23 表

ACD 血 失血補充群 成績

(16例 平均値)

體 溫			正 常	灌流10分後	30°C	25°C	20°C	25°C	30°C	35°C		
血 液 成 分	白 血 球	數	7663	4809	3491	3009	2669	3053	3563	4403		
		Stab	6.8	1.3	0.9	1.3	2.3	2.6	2.6	2.6		
		Seg	64.5	52.6	41.1	34.0	30.8	30.3	35.1	44.9		
	單 核 球	淋 巴	26.3	39.8	50.9	59.0	61.4	59.5	57.2	48.8		
		0	0	0	0	2	1	1	0			
		Eosin	6	6	7	6	4	6	5	4		
		Baso	0	0	0	0	0	0	0	0		
凝 機 固 轉	赤 血 球		475.6m	396.4	390.6	364.4	357.5	382.2	406.3	430.8		
	血 色 素		12.34mg%	10.02	9.56	9.51	8.94	9.74	10.1	10.4		
	血漿血色素		0.17mg%							76.48		
	Hct		37.8cc	29.3	27.1	28.7	27.7	29.5	30.1	31.4		
	血 小 板		169100	109800	107900	96800	95500	94100	119900	130900		
血 力 學 的 所 見	Proth. T.											
	Clott. T.		9.48 min							18.26		
	心 搏 動 數		150.0	112.5	79.8	59.0	39.9	50.6	75.1	98.9		
	動 脈 壓	收	128mm	65	55	54	48	55	69	82		
		擴	102mm	47	41	40	38	41	53	61		
		平	111mm	53	46	45	41	45	58	68		
	靜 脈 壓		97.2mm	63.1	64.1	58.7	55.8	57.75	59.3	62.0		
動 食 道 脉 血 溫 差	pH		7.387	7.301	7.235	7.218	7.208	7.212	7.235	7.219		
	直腸溫差		0.59°C	0.9	1.3	1.5	1.4	0.3	-0.2	-0.8		
尿 量								11.56cc				
*冷却 및 加溫時間			冷却 22.25分	速度 1.47 min/°C			加溫 22.75分	速度 1.48 min/°C				

\* 直腸溫基準

## V. 總括 및 考案

어떤型의 心肺機를 使用하드라도 正常溫, 低溫 또는 超低溫下 體外循環 實施後 程度의 差는 있어도 生體의 生理的 變化를 招來한다.

이 生理的 變化를 最少로 抑制하려는 것이 모든 體外循環 研究의 目的이다. 本 實驗은 加「해파린」血液 心肺機 充填에 依한 많은 研究와는 달리 最近 導入되기始作한 5% 葡萄糖液 心肺機 充填에 依한 血液稀釋 灌流法을 正常溫, 低溫 및 超低溫下에 實施하여, 經濟的 으로 有利한 本法이 生體에 미치는 生理學의 變化的 檢索 및 그 臨床使用 可能性에 添加하여 加「해파린」血液 使用時 發生하는 同種輸血症候群 發生 有無를 觀察한 것이다.

血液成分: 血液成分에 있어 白血球, 赤血球, 血色素, 「해마토크릴」, 血小板이 모두 10分間 正常溫 體外循環後에 體外循環前 보다 減少하고 低溫, 超低溫으로 體溫

下降과 더불어 大體로 減少하여 20°C에 이르러 最少值를 보이고, 加溫되어 超低溫, 低溫, 35°C로 體溫上昇과 더불어 增加하여 術前值에 接近한다.

一般으로 手術中 失血 5% 葡萄糖液 補充群인 第Ⅰ群에서 血液成分의 減少가 顯著하며 또 加溫에 依한 增加도 微微하다. 即 35°C에서 血小板은 正常의 82.7%로 正常值에 接近하나, 白血球는 正常의 39.4%, 赤血球는 62.8%, 血色素는 58.7%, 「해마토크릴」는 56.8%로 甚히 減少하였다.

體溫이 35°C로 加溫된 體外循環 終了後 第Ⅱ群은 赤血球가 正常의 91%, 血色素 85.7%, 「해마토크릴」 82.8%, 血小板 76.8%, 第Ⅲ群은 赤血球 90.4%, 血色素 83.1%, 「해마토크릴」 83.1%, 血小板 78.1%로 正常範圍에 接近하나, 白血球만은 第Ⅱ群에서 47.8%, 第Ⅲ群에서 67.2%로 術值 回復程度가 不完全하다.

白血球의 減少는 Zuhdi 等의 5% 葡萄糖液 心肺機 充填 低溫 血液稀釋 灌流後 觀察에 一致된다.

白血球 成分 百分率에 있어 中性嗜好性細胞는 體溫下降에 따라 減少하고 淋巴球가 增加하였으며, 加溫에 따라 中性嗜好性細胞가若干增加하고, 淋巴球가若干減少하였으나, 體外循環終了後 35°C에서도 第I群에서 55.9%, 第II群에서 57.3%, 第III群에서 84.7% 正常 보다 中性嗜好性細胞의 減少가 있고, 第I群에서 63.8%, 第II群에서 126.7%, 第III群에서 45.3% 正常 보다 淋巴球가增加하였다.

赤血球의 冷却時 減少와 加溫時 增加는 Greer<sup>70)</sup> 等의 5% 葡萄糖液 充填 低溫 稀釋灌流中, 冷却時 赤血球 減少 및 加溫時 正常 가까이 增加한다는 成績에一致한다.

血色素가 灌流中 減少 되었다가 加溫으로 正常範圍로 回復되는 結果는 DeWall<sup>72)</sup>等의 實驗成績과一致하나, Zuhdi<sup>74)</sup> 等은 增加한다고 報告하였다.

「해마토크릴」值의 稀釋灌流後 減少는 Zuhdi<sup>74)</sup>의 成績에一致된다.

血小板 減少는 Zuhdi<sup>74)</sup>, DeWall<sup>72)</sup>, Hellström<sup>67)</sup>等의 研究報告에一致한다.

本 實驗에 있어서 體外循環에 依한 血球成分의一般的な 減少는 5% 葡萄糖液 心肺機 充填과 低溫에 依한 血球成分의 臟器內集中蓄積 및 機械的 血球破壞의 3因子에基因하는 것 같다.

첫째로 1日 液體需要量의  $\frac{1}{2}$  을 心肺機에 充填 하였으므로 相當히 實驗犬 血液이稀釋되었으리라는 것은 疑心할 餘地가 없다.

둘째로 低溫法 施行時 血球成分 變化에 있어, Stucky<sup>75)</sup>의 赤血球 減少, Helmsworth<sup>76)</sup>, 李<sup>77)</sup> 等의 白血球 減少, Helmsworth<sup>76)</sup>의 血色素 減少, Fisher<sup>78)</sup>의 「해마토크릴」 減少, Ellis<sup>79)</sup>, Willson<sup>80)</sup>, Wensel<sup>81)</sup>等의 血素板 減少 等의 많은 報告로 低溫의 影響이 큼을 알 수 있다.

셋째로 血球破壞는 心肺機 操作中の「펌프」, 酸化器內의 酸素 噴射, 正常血管에서 體外人造導管으로 導入 通過時 等 機械的 因子에 依한 血球破壞를 생각할 수 있다.

血漿血色素는 灌流前 1.5±2.97mg%에서 82.08±31.48mg%로相當한 增加가 있다.

이 結果는 5% 葡萄糖液 充填時의 Zuhdi<sup>68, 69, 71)</sup> 等의 報告 및 血液 充填時의 DeWall<sup>77</sup>, Moloney<sup>82)</sup>等의 報告와一致하는 바 이것은 體外循環中 血球破壞 또는 溶血現象이進行되었음을 意味한다.

DeWall<sup>77</sup>, 李<sup>19)</sup> 等은 血液 充填 體外循環中 溶血現象은 微微하다고 報告하였으나, 本 5% 葡萄糖液 充填 血液稀釋灌流法에서는 平均 82mg%의相當한 溶血現

象을 보나, 이것은 臨床例에서 흔히 보는範圍에 屬한다.

Björk<sup>58)</sup>는 酸化器 없이 自家肺를 使用하고, 熱交換器와 「펌프」만으로 超低溫下 體外循環을 實施하면 血球破壞 및 溶血이 적다고 報告하였다.

Osborn<sup>26)</sup>은 體外循環中 心內血吸引裝置에 溶血이 많다고 主張하고, 이의豫防으로 心內靜脈血의還流抑制와 低加速度의 큰 口徑의吸引管의 考案으로 50~60mmHg의 陰壓을維持할 것을 強調하였다.

本 實驗에서도 心內血吸引을 行한例에서 顯著한 溶血이 있어 Osborn의 主張에 同調한다.

Lillehei<sup>等</sup>은 「펌프」에 依한 機械的 損傷과 心內血吸引時 過度한 陰壓 및 空氣混合에 依한 湍流로 血球가破壊된다고 主張하고豫防으로 心內血吸引回路에 20mm內外의 水銀柱 安全瓣의 插入과 空氣吸引의 防止 등을 主張하였다. 即 心內血이 고인 다음에吸引器尖端을 血液內에 浸滲하라는 것이다.

**血液凝固機轉:** 本 實驗에서 體外循環前後의 出血時間, 血液凝固時間은若干 延長되었다. 即 9例에서 Prothrombin Time은 正常溫, 低溫 및 超低溫으로 體溫下降과 더불어 延長되었고, 加溫으로 短縮되지 않고繼續延長되어 術前值 13.2±1.63秒에서 35°C 때 29.8±18.57秒에 이르렀다. 一方 10例에서의 凝血時間은 術前值 平均 9.08±2.85分에서 35°C 때 18.54±2.86分으로 延長되었다.

이 實驗成績에 있어 Prothrombin Time의 延長은 Zuhdi<sup>80)</sup>의 5% 葡萄糖液 稀釋灌流時 大差없다는 報告와, Hellström<sup>67)</sup>, Zuhdi<sup>71)</sup>, Long<sup>65)</sup> 等의 5% 葡萄糖液 또는 Rheumacrodex의 稀釋灌流로 凝血時間이 障碍되지 않고 正常範回라는 報告와는多少의 差가 있다.

血液充填體外循環에 있어 Cohen<sup>6)</sup>은 凝血時間이 빨라진다고 報告하였고, DeWall<sup>77</sup>, Kaulla<sup>83)</sup>等은 術前과 大差없다고 報告하고, Schmidt<sup>89)</sup>은 延長된다고 報告하였다.

Fisher<sup>78)</sup>는 低溫法 施行時 凝血時間이 延長되고, 加溫으로 正常에回復되나, 長時間 冷却된動物은 加溫으로回復되지 않는다고 報告하였다.

**血力學的所見:** 心搏動數는 體溫下降과 더불어 減少하고, 上昇과 더불어 增加하였으며, 體外循環終了後 35°C에서 第I群은 84±17, 第II群은 109±23, 第III群은 89±10의 平均值로 正常으로의回復을 보았다. 低溫 또는 低溫灌流時 體溫下降과 더불어 心搏動數가 減少하고, 上昇과 더불어 增加함은 Juvenelle<sup>85)</sup>, Gunton<sup>86)</sup> Santos<sup>87)</sup>等의 많은 報告가 있다.

血壓值은 開胸으로 術前보다若干下降하고 動脈「캐뉼」插入으로 變動이 없으나, 上下空靜脈「캐뉼」插入時에 血壓은 急激히 下降하였다.

體外循環中 體溫下降과 더불어 血壓은 下降하고 加溫됨에 따라 漸次 上昇하였다.

第Ⅰ群에서는 體外循環中 平均 平均壓은 33~54mmHg 이고, 第Ⅱ群은 40~60mmHg, 第Ⅲ群은 42~73mmHg로 輸血한 第Ⅱ, 第Ⅲ群의 成績이 優秀함을 알 수 있다. 低溫法 施行時 溫度下降에 따른 血壓下降 및 加溫과 더불어 上昇함은 Hegnauer<sup>88)</sup>, Sabiston<sup>89)</sup>, Shumacker<sup>90)</sup>等의 研究에 依하여 明白하다.

血液充填 正常溫 및 低溫下 體外循環中 血壓下降은 Digliotti<sup>91)</sup>等에 依해 報告되었는데 本 實驗成績도 이에 一致한다.

靜脈壓도 體外循環中 體溫下降과 더불어 大體로 下降하고 上昇과 더불어 增加하였다.

그러나 灌流中 60mm H<sub>2</sub>O 內外를 維持하였으며, 第Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ群間에 大差 없고, 또 體溫差에 따라 크게 變動하지 않았다.

Sabiston<sup>89)</sup>等은 低溫下에 56~40mm H<sub>2</sub>O로 下降한다고 報告하였다.

本 實驗成績도 大略 이에 一致한다.

以上 血力學的 所見이 血液充填 體外循環法과 比較하여 큰 差異點이 없다.

**動脈血 pH值:** 動脈血 pH值는 體溫下降에 따라 低下하고, 上昇과 더불어 增加하여 體外循環 終了後 35°C에서 第Ⅱ群은 正常值의 97.2%, 第Ⅲ群은 98.8%로 거의 正常值로 回復되었다.

이 成績은 血液充填 體外循環에 依하여 動脈血 pH值의 變動이 적다는 Nelson<sup>15)</sup>, DeWall<sup>77)</sup>等의 報告와 一致한다.

低溫下에서 Swan<sup>92)</sup>等은 pH值의 下降을 報告하고, pH值의 急激한 下降은 心室細動의 主原因이 되며 高率의 死亡率을 同伴한다고 하였다.

本 實驗에서는 第Ⅰ群에서 3例, 第Ⅱ群에서 全無, 第Ⅲ群에서 2例의 心室細動을 經験하였는데, 心室細動은 冷却 및 加溫時間이 延長되는 例에 頻發하는 것 같다.

**尿量:** 本 實驗에서 體外循環中 尿量은 平均 12.9±2.4cc/hr, 또는 1.0±0.2cc/hr/kg로 充填 5% 葡萄糖液의 約 3.76%이며 一日量 推算은 實驗犬 體重이 13.06±1.72kg 이므로 約 313.4±8.26cc이다.

이 成績은 DeWall<sup>72)</sup>의 5% 葡萄糖液 充填 體外循環中 充填量의 11%, 回復室에서 65%의 尿量에는 未及이나, Zuhdi<sup>69)</sup>의 灌流中 5~50cc, 처음 24時間 285~1,150cc의 尿量에 比한 成績과 比等하다.

Morales<sup>93)</sup>에 依하면 低溫下에서 尿量은 25%로 減少한다고 報告하였다.

#### 冷却 및 加溫速度

冷却開始하여 20°C로 體溫下降시키기 까지의 所要時

間은 第Ⅰ群에서 平均 29.8±5.59分, 第Ⅱ群에서 21.8±2.8分, 第Ⅲ群에서 22.8±2.0分이었으며, 20°C에서 35°C까지 加溫 所要時間은 第Ⅰ群에서 平均 34.9±6.4分, 第Ⅱ群에서 20±5.57分, 第Ⅲ群에서 24.3±5.1分이었다.

따라서 冷却速度는 第Ⅰ群에서 2.08±0.5分, 第Ⅱ群에서 1.38±0.15分, 第Ⅲ群에서 1.56±0.2分에 1°C씩 下降하였고, 加溫速度는 第Ⅰ群에서 2.44±0.47分, 第Ⅱ群에서 1.33±1.46分, 第Ⅲ群에서 1.63±0.35分에 1°C씩 上昇하였다.

Zuhdi는 食道溫이 0.4~2°C/min<sup>68)</sup> 0.5~3°C/min<sup>69)</sup>로 下降하였다고 報告하고, Dubost<sup>59)</sup>는 热交換器 使用으로 20分內에 10°C로 下降 시켰다고 報告하였고, Sealy는 热交換器 使用으로 20~30分에 正常溫에서 9~20°C로 冷却 하였다, 本 實驗值도 上記 諸 報告와 大略一致하였다, 第Ⅱ群에서 第Ⅲ群 보다 冷却 및 加溫速度가 빨랐다.

이 것은 250cc의 容量을 가진 热交換器에 恒常 血液이 貯藏되는 反面, 二重「헤리스」使用時는 이 보다 적은 血液이 貯藏되기 때문이라 생각된다. 即 冷却裝置에 接觸하는 血液의 多少와 灌流速度에 따라 冷却 및 加溫時間에 差가 생기며, 热交換器나 二重「헤리스」內에 血液이 많을 수록 接觸面이 넓고, 灌流速度가 빠를 수록 冷却 또는 加溫된 血液이 빨리 循環하기 때문에 冷却 및 加溫時間이 短縮된다.

#### 食道溫과 直腸溫의 溫度差

正常體溫에서 直腸溫이 食道溫 보다 第Ⅰ群에서 平均 0.2±1.5°C, 第Ⅱ群에서 0.19±0.61°C, 第Ⅲ群에서 1±0.83°C 높고, 體外循環中 冷却되어 食道溫 20°C까지 1.5°C 內外로 直腸溫이 높으나, 加溫되어 體溫上昇과 더불어 兩 溫度差가 적어지고, 食道溫 30~35°C에서는 오히려 0.5°C 內外로 食道溫이 높다.

이 結果는 Brown<sup>51)</sup>等이 行한 實驗成績 即 正常溫에서 直腸溫이 若干 높고, 冷却과 加溫이 食道가 빨라 正常溫 가까이 이르러 食道溫이 높아지는 結果에 一致한다.

食道溫이 直腸溫 보다 빨리 冷却 및 加溫됨을 Lesage, Shields<sup>55)</sup>等도 報告하고 있다.

一般으로 食道 및 直腸의 溫度差 程度는 動脈「카테타」位置에 따라 左右되는 것 같다.

即 動脈「카테타」가 上行胸部大動脈에 挿入되면 食道溫은 速히 冷却 및 加溫되고, 股動脈에 挿入되면 直腸溫이 빨리 冷却 및 加溫된다.

여기서 各群을 比較하면, 手術中 失血을 5% 葡萄糖液으로 補充하여 低溫 血液稀釋 灌流를 實施한 第Ⅰ群은 血液成分의 減少가 激甚 할 뿐 아니라 心搏動數, 動脈壓이 35°C로 加溫 했어도 正常範圍와 差異가 顯著하

기 때문에臨床에直接活用하기困難하다고思料된다. ACD血로失血을補充하고小囊型酸化器를使用한第Ⅱ群과二重「헤릭스」酸化器를使用한第Ⅲ群은加溫되어35°C에이르면,血液成分,血力學的所見,動脈血pH値는모두正常範圍에近接回復되고,血液凝固機轉도若干延長되나臨床에서問題視될程度는아니므로兩群은慣用加「해파린」血液充填體外循環法에比해損色이없다.

第Ⅰ群이第Ⅲ群에比해白血球의回復이若干遲延되는一方,冷却 및 加溫時間이若干짧으나兩群에大差없다. Zuhdi, Lellehei, Cooley等의研究報告와같이2~3pints로血液需要量을大幅줄여經濟的負擔을덜고,應急開心術을可能케할뿐아니라,同種輸血症候群의出現 및術後諸臟器의合併症等이慣用血液充填法에比해別差없으므로이ACD血失血補充5%葡萄糖液充填心肺機使用低溫血液稀釋灌流法이體外循環使用開心術이우리나라環境下에서는最善의方法이아닌가思料된다.

上述한바와같이小囊型酸化器使用群(第Ⅰ群)과二重「헤릭스」酸化器使用群(第Ⅲ群)과의生理學의變化의差異는別로없으나,單只消耗附屬品의後者가훨씬安價하게매힌다는點은韓國서의心肺機使用開心術에더有利한點이라하겠다.

#### IV 結論

5%葡萄糖液心肺機充填血液稀釋灌流法을(I)5%葡萄糖液輸液,(II)小囊型酸化器 및熱交換器使用中ACD血輸血,(III)二重「헤릭스」使用中ACD血輸血의3群에正常體溫,低溫 및超低溫下에實施하여生理的變化를觀察하고 다음의結論을얻었다.

1. 白血球,赤血球,血色素,「헤마토크릴」,血小板은正常體外循環으로減少하고,體溫下降과더불어더욱reduced하였으며,體溫上升과더불어漸次增加하여35°C에서正常範圍에近接하였다.

2. 中性嗜好的性細胞는正常體外循環으로減少하고體溫下降과더불어더욱reduced하고,體溫上升과더불어多少增加하여normal範圍에近接하였다.

3. 淋巴球는正常體外循環으로增加하고,體溫下降과더불어더욱增加하고,體溫上升과더불어多少減少하여normal範圍에近接하였다.

4. 血漿血色素는體外循環後全例에서增加하였다.

5. Prothrombin Time은正常體外循環으로延長되었으며,體溫下降에따라또體溫上升에따라繼續延長되었다.

6. 血液凝血時間은體外循環後若干延長되었다.

7. 心搏動數,動脈壓,靜脈壓은正常體外循環으로減少하고,體溫下降과더불어더욱reduced하였으며,體溫

上升과더불어增加하여35°C에正常範圍에近接하였다.

8. 動脈血pH値는正常體外循環으로減少하고體溫下降과더불어더욱reduced하였으며,體溫上升과더불어增加하여35°C에normal範圍에近接하였다.

9. 體外循環中尿量은11,6cc로5%葡萄糖液充填量의約3.8%이다.

10. 20°C까지冷却所要時間은17~40分,平均25분이었고,35°C까지加溫所要時間은12~45分,average27분이었다.

11. 食道溫이直腸溫보다빨리冷却및加溫되었다.

12. 5%葡萄糖液失血補充血液稀釋灌流法(第Ⅰ群)은臨床에活用하기困難하다.

13. 이實驗으로小囊型酸化器,二重「헤릭스」酸化器使用5%葡萄糖液血液稀釋灌流法은美國數個心臟外科「센타」에서現在까지實施된正常體溫(37°C内外),低溫(30°C内外)뿐만아니라,超低溫下(20°C)에서도可用하여臨床例使用의基礎가될것으로본다.

(本研究遂行에있어始終指導와論文을校閱하여주신李寧均副教授,李燦范教授,南基鏞教授및많은協助를하여주신李東植助教授,崔秉茂및金相仁講師에게甚謝한다)

#### ABSTRACT

#### An Experimental study on Hemodilution Perfusion with 5% Dextrose Priming under Normothermia, Hypothermia and Profound Hypothermia

Bong Ha Rhee, M.D.

Department of Surgery, College of Medicine,  
Seoul National University, Seoul, Korea

Some physiological changes by hemodilution perfusion with 5% dextrose solution priming under normothermia, hypothermia and profound hypothermia were observed in 26 dogs, utilizing bubble type oxygenator.

Pump oxygenator used, was consisted of sigmamotor pump and two kinds of bubble type oxygenator: small bag oxygenator for regional perfusion and double helical oxygenator with new type canister.

Group I: In 10 dogs, the blood loss during surgery was replaced by 5% dextrose solution.

Group II: In 8 dogs small bag oxygenator was used and blood loss replaced by ACD blood.

Group III: In 8 dogs double helical oxygenator was used and blood loss was replaced by ACD blood.

The weight of dogs varied between 10 to 16kg. The range of perfusion rate was from about 20cc to 35cc/kg/min., total perfusion rate being 240cc to 480cc/min. in normothermic, hypothermic and profound hypothermic condition.

Red and white blood cell and platelets counts, hemoglobin and hematocrit values decreased by normothermic hemodilution perfusion or cooling and increased by rewarming. Those values returned to normal range by rewarming.

Those values returned to normal range by rewarming, at 35°C. But white blood cell counts did not approach normal range by rewarming at 35°C., showing about 61% of normal value.

The neutrophils decreased and lymphocytes increased significantly during normothermic, hypothermic and profound hypothermic hemodilution perfusion.

Plasma hemoglobin value increased moderately from preperfusion average value of about 1.5mg% to postperfusion average value of about 82mg%.

Prothrombin time and coagulation time delayed slightly after hemodilution perfusion.

Heart beats, venous pressure and arterial pressure during perfusion fell by cooling and rose to near normal range by rewarming.

Arterial pH value decreased slightly by normothermic perfusion or lowering temperature but increased to normal range by rewarming.

Urine output during perfusion was from 0.5cc to 16.2cc/hr.

Cooling time was 17-40 min. and rewarming time was 12-45 min.

Midesophageal temperature fell or rose rapidly than rectal temperature.

By normothermic, hypothermic or profound hypothermic hemodilution perfusion under this experimental conditions, physiological changes neither severe nor harmful deviation were observed.

In this experiments, those results imply that the normothermic, hypothermic or profound hypothermic hemodilution perfusion utilizing dextrose solution replacement of blood loss during surgery (Group 1) is not practical, because physiological changes were too severe.

The normothermic, hypothermic or profound hypothermic hemodilution perfusion which blood loss during operation was replaced by ACD blood (Group

II, III,) is feasible and advantageous method open heart surgery under the environmental circumstances in Korea.

## REFERENCES

- 1) Gibbon, J.H., Jr.: *Maintenance of Cardiorespiratory Functions by Extracorporeal Circulation*. *Circulation*. 19: 646-656, 1959.
- 2) Miller, B.J., Gibbon, J.H., Jr. Gibbon, M.H.: *Recent Advanced in the Development of a Mechanical Heart and Lung Apparatus*. *Ann. Surg.* 134: 694-708, 1951.
- 3) Miller, B.J., Gibbon, J.H., Jr., Greco, V.F., Smith, B.A., Cohn, C.H., Allbritten, F.F.: *The Production and Repair of Interatrial Septal Defects Under Direct Vision with the Assistance of an Extracorporeal Pump-Oxygenator Circuit*. *J. Thoracic Surg.* 26: 598-616, 1953.
- 4) Gibbon, J.H., Jr., Miller, B.J., Dobell, A.R., Engell, H.C., Voight, G.B.: *The Closure of Interventricular Defects in Dogs During Open Cardiotomy with the Maintenance of the Cardiorespiratory Functions by a Pump-Oxygenator*. *J. Thoracic Surg.* 28: 235-240, 1954.
- 5) Warden, H.E., Cohen, M., Read, R.C., Lillehei, C.W.: *Controlled Cross Circulation for Open Intra-cardiac Surgery. Physiologic Studies and Results of Creation and Closure of Ventricular Septal Defects*. *J. Thoracic Surg.* 28: 331-343, 1954.
- 6) Cohen, M., Warden, H.E., Lillehei, C.W.: *Physiologic and Metabolic Changes During Autogenous Lobe Oxygenation with Total Cardiac By-pass Employing the Azygos Flow Principle*. *Surg. Gyn. & Obst.* 98: 523-529, 1954.
- 7) DeWall, R.A., Warden, H.E., Gott, V.L., Read, R.C., Varco, R.L., Lillehei, C.W.: *Total Body Perfusion for Open Cardiotomy Utilizing the Bubble Oxygenator*. *J. Thoracic Surg.* 32: 591-603, 1956.
- 8) Magovern, G.J., Cartwright, R.S., Neville, J.F., Jr., Kent, E.M.: *Metabolic Acidosis and the Dissociation Curve of Hemoglobin During Extracorporeal Circulation*. *J. Thoracic & Cardiovasc. Surg.*, 38: 561-572, 1959.
- 9) Coffin, L.H., Jr., Ankeney, J.L.: *The Effect of Extracorporeal Circulation Upon Acid-Base Equilibrium*.

- ilibrium in Dogs. Arch. Surg., 80: 447-451, 1960.*
- 10) Ballinger, H., W.F., Vollenweider, H., Pierucci, L.Jr., Templeton, III, J.Y.: *Anaerobic Metabolism and Metabolic Acidosis During Cardiopulmonary Bypass. Ann. Surg., 153: 499-506, 1961.*
- 11) Andersen, M.N., Senning, A.: *Studies in Oxygen Consumption During Extracorporeal Circulation with a Pump-Oxygenator. Ann. Surg., 148: 59-65, 1958.*
- 12) Starr, A.: *Oxygen Consumption During Cardiopulmonary Bypass. J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 38: 46-56, 1959.*
- 13) Halley, M.M., Reemtsma, K., Creech, O., Jr.: *Hemodynamics & Metabolism of Individual Organs During Extracorporeal Circulation. Surgery., 46: 1128-1134, 1956.*
- 14) 李永麟: 體外循環에 關한 實驗的研究. *Medical Digest., 14: 2071-2097, 1962.*
- 15) Nelson, R.M., Hecht, H.H., Hardy, R.W., McQuarrie, D.G., Burge, J.: *Extracorporeal Circulation for Open Heart Surgery. J. Thoracic Surg., 32: 638-646, 1956*
- 16) Gianelli, S.Jr., Robinson, J.H., Best, R.J., Kirby, C.K.: *Hemodynamic Mechanisms which Automatically Maintain a Relatively Constant Blood Volume During Cardiopulmonary Bypass. Surgery., 44: 368-389, 1958.*
- 17) Lord, J.W., Jr., Coryllos, E., Lowenfels, A.B., Dysart, R., Neumann, C.G.: *Evaluation of Operations for Revascularization of the Myocardium by the Study of Coronary Blood Flow Using Extracorporeal Circulation. Surgery., 43: 202-213, 1958.*
- 18) Cordell, A.R., Spencer, M.P.: *Electromagnetic Blood Flow Measurement in Extracorporeal Circuits: Its Application to Cardiopulmonary Bypass. Ann. Surg., 151: 71-74, 1960.*
- 19) Fraser, R.S., Rossall, R.E.: *Acute Myocardial Injury During Cardiopulmonary Bypass. Am. Heart J., 56: 926-928, 1958.*
- 20) Halley, M.M., Reemtsma, K., Creech, O., Jr.: *Cerebral Blood Flow, Metabolism and Brain Volume in Extracorporeal Circulation. J. Thoracic Surg., 36: 506-518, 1958.*
- 21) Zuhdi, N., Joel, W., Carey, J., Faggella, M.L., Greer, A.: *Cerebral Changes During Cardiorespiratory Bypass Using the Helix Reservoir Bubble Oxygenator. J. Thoracic Surg., 37: 703-706, 1959.*
- 22) DeWall, R.A., Long, D.M., Gemmill, S.J., Lillehei, C.W.: *Certain Blood Changes in Patients Undergoing Extracorporeal Circulation Analysis of 350 Perfusions. J. Thoracic Surg., 37: 325-333, 1959.*
- 23) Paneth, M., Sellers, R., Gott, V.L., Weirich, W.L., Allen, P., Read, R.C., Lillehei, C.W.: *Physiologic Studies Upon Prolonged Cardiopulmonary By-Pass with the Pump Oxygenator with Particular Reference to (1) Acid Base Balance. (2) Siphon Caval Drainage. J. Thoracic Surg., 34: 570-579, 1957.*
- 24) Wright, E.S., Harpur, E.R., Dobell, A.R.G., Murphy, D.R.: *Plasma protein Denaturation in Extracorporeal Circulation. J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 44: 550-556, 1962.*
- 25) Bosher, L.H., Jr.: *Problems in Extracorporeal Circulation Relating to Venous Cannulation and Drainage. Ann. Surg., 149: 652-663, 1959.*
- 26) Osborn, J.J., Cohen, K., Hait, M., Russi, M., Salel, A., Harkins, G.: *Hemolysis During Perfusion. Sources and Means of Reduction. J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 43: 459-464, 1962.*
- 27) Bigelow, W.G., Callaghan, J.C., Hopps, J.A.: *General Hypothermia for Experimental Intracardiac Surgery. Ann. Surg., 132: 531-539, 1950.*
- 28) Swan, H., Virtue, R.W., Blount, S.G., Jr., Kircher, L.T., Jr.: *Hypothermia in Surgery. Analysis of 100 Clinical Cases. Ann. Surg., 142: 382-400, 1955.*
- 29) Swan, H., Blount, S.G., Jr., Virtue, R.W.: *Direct Vision Suture of Interatrial Septal Defect During Hypothermia. Surgery., 38: 858-871, 1955.*
- 30) Swan, H., Kortz, A.B.: *Direct Vision Trans Aortic Approach to the Aortic Valve During Hypothermia. Experimental Observations and Report of Successful Clinical Case. Ann. Surg., 144: 205-214, 1956.*
- 31) Swan, H., Wilkinson, R.H., Blount, S.G., Jr.: *Visual Repair of Congenital Aortic Stenosis During Hypothermia. J. Thoracic Surg., 35: 139-153, 1958.*
- 32) Lewis, F.J., Varco, R.L., Taufic, M.: *Repair of Atrial Septal Defects in Man Under Direct Vision with the Aid of Hypothermia. Surgery., 36: 538-556, 1954.*
- 33) Lewis, F.J., Shumway, N.E., Niazi, S.A., Benjamin, R.B.: *Aortic Valvulotomy Under Direct Vision*

- During Hypothermia.* *J Thoracic Surg.*, 32: 481-499, 1956.
- 34) Lewis, F.J.: *Repair of Atrial Septal Defects During Hypothermia.* *Surgery*, 41: 690-691, 1957.
- 35) Lewis, F.J., Niazi,S.A.: *A Technique Employing Hypothermia for the Repair of Atrial Septal Defects.* *Surg. Gyn. & Obst.*, 106: 751-755, 1958.
- 36) Gollan, F., Blos, P., Schuman, H.: *Studies on Hypothermia by Means of a Pump Oxygenator.* *Am. J. Physiol.*, 171: 331-340, 1952.
- 37) Demetriaides, A.S., Cowley, R.A.: *Acidosis in Clinical and Experimental Hypothermia Following Total Circulatory Occlusion.* *Circulation*, 20: 685-685, 1959.
- 38) Young, W.G., Jr., Sealy, W.C., Brown, I.W., Jr., Smith, W.W., Callaway, H. A., Jr., Harris, J.S.: *Metabolic and Physiologic Observations on Patient Undergoing Extracorporeal Circulation in Conjunction with Hypothermia.* *Surgery*, 46: 175-184, 1958.
- 39) Neville, W.E., Kameya, S., Oz.M. Bloor, B., Clowes G.H.A., Jr.: *Profound Hypothermia and Complete Circulation Interruption. Experimental and Clinical Physiological Observations.* *Arch. Surg.*, 82: 108-119, 1961.
- 40) Ebert, P.A., Greenfield, L.J., Austen, W.G., Morrow, A.G.: *The Relationship of Blood pH During Profound Hypothermia to Subsequent Myocardial Function.* *Surg. Gynec. & Obst.*, 114: 357-362, 1962.
- 41) Sealy, W.C., Brown, I.W., Young, W.G., Jr.: *A Report on the Use of Both Extracorporeal Circulation and Hypothermia for Open Heart Surgery.* *Ann. Surg.*, 147: 603-613, 1958.
- 42) Sealy, W.C., Young, W.G., Jr., Lesage, A.M., Brown, I.W., Jr.: *Observations on Heart Action During Hypothermia Induced and Controlled by a Pump Oxygenator.* *Ann. Surg.*, 153: 797-814, 1961.
- 43) Lopez Belio, M., Tasaki, G., Balagot, R., Sanchez, L., Gomez, F., Julian, O.C.: *Effect of Hypothermia During Cardiopulmonary Bypass on Peripheral Resistance.* *Arch. Surg.*, 81: 283-290, 1960.
- 44) Gollan, F., Phillips, R., Jr., Grace, J.T., *Open Left Heart Surgery in Dogs During Hypothermia Asystole with and without Extracorporeal Circulation.* *J. Thoracic Surg.*, 30: 626-630, 1955.
- 45) Sealy, W.C., Brown, I.W., Jr., Young, W.G., Jr., Stephen, C.R., Harris, J.S., Merritt, D.: *Hypothermia, Low Flow Extracorporeal Circulation and Controlled Cardiac Arrest for Open Heart Surgery.* *Surg. Gyn. & Obst.*, 104: 441-450, 1957.
- 46) Sealy, W.C., Young, W.G., Jr., Brown, I.W., Jr., Lesage, A.M.: *Profound Hypothermia Combined with Extracorporeal Circulation for Open Heart Surgery.* *Surgery*, 48: 432-438, 1960.
- 47) Kimoto, S., Sugie, S., Asano, K.: *Open Heart Surgery Under Direct Vision with the Aid of Brain-Cooling by Irrigation Experimental Studies and Report of Clinical Cases, Including Three Successfully Treated Cases of Atrial Septal Defect.* *Surgery*, 39: 592-603, 1956.
- 48) Sloan, H., Mackenzie, J., Morris, J.D., Stern, A., Sigmann, J.: *Open Heart Surgery in Infancy.* *J. Thoracic & Cardiovas. Surg.*, 44: 459-476, 1962.
- 49) DeGasperis, A., Demetz, A., Donatelli, R.: *Profound Hypothermia and Cardiocirculatory Arrest for Intracardiac Surgery Experience with 58 Consecutive Cases.* *J. Thoracic & Cardiovas. Surg.*, 45: 353-367, 1963.
- 50) Brown, I.W., Jr., Smith, W.W., Young, W.G., Jr., Sealy, W.C.: *Experimental and Clinical Studies of Controlled Hypothermia Rapidly Produced and Corrected by a Blood Heat Exchanger During Extracorporeal Circulation.* *J. Thoracic Surg.*, 36: 497-505, 1958.
- 51) Brown, I.W.Jr., Smith, W.W., Emmons, W.O.: *An Efficient Blood Heat Exchanger for Use with Extracorporeal Circulation.* *Surgery*, 44: 372-377,
- 52) Kaplan, A., Carroll, F., Fisher, B.: *A Gas Type Heat Exchanger for Induction of Profound Hypothermia and Rewarming.* *J. Thoracic & Cardiovas. Surg.*, 43: 388-391, 1962.
- 53) DeGasperis, A., Demetz, A., Donatelli, R.: *An Ultrarapid Heat Exchanger for Profound Hypothermia.* *J. Thoracic & Cardiovas. Surg.*, 45: 343-352, 1963.
- 54) Lesage, A.M., Sealy, W.C., Brown, I.W., Jr., Young, W.G., Jr.: *Hypothermia and Extracorporeal Circulation: Experimental Studies of Profound Hypothermia of 10° to 20° C.* *Arch. Surg.*, 79: 607-613, 1959.
- 55) Shields, T.W., Lewis, F.J.: *Rapid Cooling and Surgery at Temperature Below 20 C.* *Surgery*, 46: 164-174, 1959.

- 56) Sealy, W.C., Brown, I.W., Young, W.G., Smith, W.W., Lesage, A.M.: *Hypothermia and Extracorporeal Circulation for Open Heart Surgery. Its Simplification with a Heat Exchanger for Rapid Cooling and Rewarming.* Ann. Surg., 150: 627-639, 1959.
- 57) Dubost, C., Blondeau, P., Piwnica, A., Weiss, M., Lenfant, C., Passeelecq, J.: *Syphilitic Coronary Obstruction: Correction Under Artificial Heart-Lung and Profound Hypothermia At 10° C.* Surgery, 48: 540-547, 1960.
- 58) Björk, V.O.: *An Effective Blood Heat Exchanger for Deep Hypothermia in Association with Extracorporeal Circulation But Excluding Oxygenator.* Circulation, 24: 1436-1436, 1961.
- 59) Dubost, C., Blondeau, P., Piwnica, A.: *Combination of Artificial Heart-Lung and Deep Hypothermia in Open Heart Surgery.* Circulation, 26: 145-145, 1962.
- 60) Heimbecker, R.O., Varga, A. McMeekan, J.: *The Heat Exchanger in Extracorporeal Circulation.* J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 43: 465-472, 1962.
- 61) 李寧均: 心臟手術에 있어서의 體外循環法의 發達 綜合醫學, 6: 711-715, 1961.
- 62) Gadboys, H.L., Slonim, R., Litwak, R.S.: *The Homologous Blood Syndrom. I. Preliminary Observations on Its Relationship to Clinical Cardiopulmonary Bypass.* An. Surg., 156: 793-804, 1962.
- 63) Litwak, R.S., Wisoff, B.G., Gadboys, H.L.: *Homologous Blood Syndrome During Extracorporeal Circulation in Man.* Circulation, 26: 752-753, 1962.
- 64) Gollan, F., Hoffmann, J.E. Jones, R.M.: *Maintenance of Life of Dogs below 10°C without Hemoglobin.* Am. J. Physiol., 179: 640-640, 1954.
- 65) Long, D.M., Jr., Sanchez, L., Varco, R.L., Lillehei, C.W.: *The Use of Low Molecular Weight Dextran and Serum Albumin as Plasma Expanders in Extracorporeal Circulation.* Surgery, 50: 12-28, 1961.
- 66) DeWall, R.A., Lillehei, C.W.: *Simplified Total Body Perfusion.* J.A.M.A., 179: 430-434, 1962.
- 67) Hellström, G., Björk, V.O.: *Hemodilution with Rheomacrodex During Total Body Perfusion.* J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 45: 395-401, 1963.
- 68) Zuhdi, N., McCollough, B., Carey, J., Greer, A.: *Double Helical Reservoir Heart-Lung Machine. Designed for Hypothermic Perfusion: Primed with 5% Glucose in Water:: Including Hemodilution.* Arch. Surg., 82: 320-325, 1961.
- 69) Zuhdi, N., McCollough, B., Carey, J., Krieger, C.: *Hypothermic Perfusion for Open Heart Surgical Procedures. Report on the Use of a Heart-Lung Machine Primed with Five Percent Dextrose in Water Induction Hemodilution.* Int. Coll. Surgeons, 35: 319-326, 1961.
- 70) Greer, A.E., Carey, J.M., Zuhdi, N.: *Hemodilution Principle of Hypothermic Perfusion. A. Concept Obviating Blood Priming.* J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 43: 640-648, 1962.
- 71) Zuhdi, N., Carey, J.M., Greer, A.E.: *Hemodilution and Coagulation Factors in Extracorporeal Circulation.* J. Thoracic & Cardiovas. Surg., 43: 816-821, 1962.
- 72) DeWall, R.A., Lillehei, C.R., Sellers, R.D.: *Hemodilution Perfusions for Open Heart Surgery. Use of Five Percent Dextrose in Water for the Priming Volume.* New England J.M., 266: 1078-1084, 1962.
- 73) Cooley, D.A., Beall, A.C., Jr., Grondin, P.: *Open Heart Operations with Disposable Oxygenators, 5 per cent Dextrose Prime, and Normothermia.* Surgery, 52: 713-719, 1962.
- 74) Zuhdi, N., McCollough, B., Carey, J., Greer, A.: *The Use of Citrated Banked Blood for Open Heart Surgery.* Anesthesiology, 21: 496-501, 1960.
- 75) Stuckey, J. Coco, R.M.: *A Comparison of the Blood Pictures of Active and Hibernating Ground Squirrels.* Am. J. Physiol., 137: 431-435, 1942.
- 76) Helmsworth, J.A., Stiles, W.T., Elstun, W.: *Changes in Blood Cellular Elements in Dogs During Hypothermia.* Surgery, 38: 843-846, 1955.
- 77) 李聖行: 低溫法에 關한 研究. 大韓外科學會雜誌, 3: 259-270, 1961.
- 78) Fisher, B., Feder, E.J., Lee, S.H.: *Rewarming Following Hypothermia of Two to Twelve Hours. II. Some Metabolic Effects.* Ann. Surg. 148: 32-43, 1958.
- 79) Ellis, P.R., Jr., Kleinsasser, L.J., Speer, R.J.: *Changes in Coagulation Occurring in Dogs During Hypothermia and Cardiac Surgery.* Surgery, 41: 198-210, 1957.
- 80) Willson, J.T., Miller, W.R., Eliot, T.S.: *Blood Studies in the Hypothermic Dog.* Surgery, 43: 979-989, 1958.
- 81) Wensel, R.H., Bigelow, W.G.: *The Use of Heparin*

- to Minimize Thrombocytopenia and Bleeding Tendency During Hypothermia. *Surgery*, 45: 223-228, 1959.
- 82) Maloney, J.V., Jr., Longmire, W.P., Jr., Schmutzler, K.J., Marable, S.A.: An Experimental and Clinical Comparison of the Bubble Dispersion and Stationary Screen Pump Oxygenators. *Surg. Gynec. & Obst.* 107: 577-587, 1958.
- 83) Kaulla, K.N., Swan, H.: Clotting Deviations in Man Associated with Open-Heart Surgery During Hypothermia. *J. Thoracic Surg.* 36: 857-868, 1958.
- 84) Schmidt, P.J., Peden, J.C., Jr., Brecher, G.: Thrombocytopenia and Bleeding Tendency After Extracorporeal Circulation. *New Eng. J. Med.*, 265: 1181-1184, 1961.
- 85) Juvenelle, A.A., Lind, J., Wegelius, C.: A New Method of Extracorporeal Circulation. Deep Hypothermia Combined with Artificial Circulation. *Am. Heart J.*, 47: 692-736, 1954.
- 86) Gunton, R.W., Scott, J.W., Lougheed, W.M., Betterell, E.H.: Changes in Cardiac Rhythm and in the Form of the Electrocardiogram Resulting From Induced Hypothermia in Man. *Am. Heart J.*, 52: 419-429, 1956.
- 87) Santos, E.M., Kittle, C.F.: Electrocardiographic Changes in the Dog During Hypothermia. *Am. Heart J.* 55: 415-420, 1958.
- 88) Hegnauer, A.H., Shriber, W.J., Haterius, H.O.: Cardiovascular Response of the Dog to Immersion Hypothermia. *Am. J. Physiol.*, 161: 455-465, 1958.
- 89) Sabiston, D.C., Jr., Theilen, E.O., Gregg, D.E.: The Relationship of Coronary Blood Flow and Cardiac Output and Other Parameters in Hypothermia. *Surgery*, 38: 498-505, 1955.
- 90) Shumacker, H.B., Jr.: Comments on the Distribution of Blood Flow. *Surgery*, 47: 1-16, 1960.
- 91) Dogliotti, A.M., Ciocatto, E., Querci, M.: Extracorporeal Circulation in Deep Hypothermia: An Experimental Study. Blood Chemistry and Hemodynamic Changes; Behaviour of Cerebral Blood Flow. *J. Int. Coll. Surgeons*, 35: 302-318, 1961
- 92) Swan, H., Zeavin, I., Holmes, J.H., Montgomery, V.: Cessation of Circulation in General Hypothermia. I. Physiologic Changes and their Control. *Ann. Surg.*, 138: 360-376, 1953.
- 93) Morales, P., Carbery, W., Morello, A., Morales, G.: Alterations in Renal Function During Hypothermia in Man. *Ann. Surg.* 145: 488-499, 1957.