

## 에타놀을 이용한 腎動脈 塞栓法에 관한 實驗的 研究

### An Experimental Study on Renal Artery Embolization with Ethanol

서울大學校 醫科大學 放射線科學 教室

任廷基·崔炳寅·韓萬青·金周完

#### 緒 論

腎動脈에 塞栓物質을 注入하여 人爲的으로 腎梗塞을 誘發시키는 方法은 腎出血時 止血 目的이나(Bookstein et al., 1973; Ritz et al., 1973; Kalish et al., 1974; Fletcher, 1976; Anderson et al., 1977; Wallace et al., 1978; Marshall et al., 1979; Uretzky et al., 1979), 腎細胞癌에 對한 補助的 治療 方法으로(Almgard et al., 1973; Bracken et al., 1975; Goldstein et al., 1975; Guiliani et al., 1977; Ekelund et al., 1979; Wallace et al., 1981), 臨床에서 利用度가 增加하고 있는 바, 效果的이고 安全한 塞栓物質의 發見 및 開發이 治療的, 行動的 放射線科學 分野의 研究의 焦點이 되고 있다.

最近 새로운 塞栓物質로서 無水에타놀을 使用한 研究가 一部에서 이루어지고 있으나(Ellman, 1980; Ekelund et al., 1981; Ellman, 1981; 韓等, 1982), 塞栓을 일으키는데 必要한 에타놀의 濃度 및 容量에 對한 資料가 未備한 狀態이다.

이에 著者는 家兎의 腎動脈을 利用하여 塞栓에 必要한 에타놀의 適正 濃度 및 量을 究明하여 臨床 應用의 基礎 資料로 삼기 爲하여 本 研究를 施行하였다.

#### 研究對象 및 方法

##### 1. 研究對象

體重 2.0~2.5kg의 家兎 66마리를 對象으로하여, 에타놀 注入濃度와 量에 따라 5個 群으로 區分하였는데, 第1群은 60%에타놀 體重 1kg當 0.2ml를 注入한 群으로 13, 第2群은 80% 에타놀 體重 1kg當 0.2ml를 注入한 群으로 15, 第3群은 80%에타놀 體重 1kg當 0.5ml를 注入한 群으로 11, 第4群은 無水에타놀 體重

1kg當 0.2ml를 注入한 群으로 14, 第5群은 無水에타놀 體重 1kg當 0.5ml를 注入한 群으로 13마리이었다. (Table 1)

##### 2. 研究方法

麻醉는 Sepamin 20mg~25mg (10mg/kg)를 筋肉注射하여 鎮靜시키고 20~30分後 Pentothal 25mg~35mg (12.5mg/kg)을 耳角靜脈에 分割 注射하였다. 카테타 插入은 皮膚 切開後 나비型 바늘의 頭部를 Seldinger氏 바늘로 代用한 變形된 Seldinger氏 方法으로 大腿動脈에 施行하였으며 X線 透視下에 一側腎 주로 右腎動脈에 選擇 進入시켰다. 카테타는 Formocath polyethylene tubing(Becton Dickinson 會社製品. Cat No. 7630, I.D.: 0.037, O.D.: 0.048)을 使用하였고 末端 部位를 10~20° 程度로 J字型으로 角度를 만들었다.

腎動脈造影術은 Toshiba 500mA 透視攝影機로 55kvp 100mA, 0.05秒, 焦點-필름 거리 40인치의 條件으로 施行하였고 造影劑는 Telebrix 30 (Ioxithalamic meglumine salt 66%) 0.6~0.8ml (0.3ml/kg)를 투비크린 注射器를 使用하여 손으로 注入하였다.

에타놀 注入 直後, 1週後 및 4週後에 追跡 腎動脈造影術을 施行하여, 腎動脈의 閉鎖 與否 및 程度와 範圍 塞栓血管의 再疎通 等을 觀察하였으며, 主腎動脈이 完全 閉鎖되어 選擇的 導管插入이 안된 경우는 腹部大動脈 造影術로 觀察하였다.

追跡檢査 後 開腹하여 兩側 腎臟과 腹腔內 他臟器의

Table 1. Experimental groups of renal infarction with ethanol in rabbits

Group	Ethanol	ml/kg	No. of Rabbits			
			Immediate	1 week	4 week	Total
I	60%	0.2	5	5	3	13
II	80%	0.2	5	5	5	15
III	80%	0.5	5	3	3	11
IV	absolute	0.2	5	4	5	14
V	absolute	0.5	5	4	4	13

† 접수일자: 1983. 3. 9.

\* 본 논문은 1981년도 서울대학교 의과대학 동창회 연구비 보조로 이루어진 것임.

상태를 觀察하였고, 에타놀 注入 腎은 摘出後 2日 내 지 3日間 10% 中性포르말린液에 固定後 切片을 만들어 hematoxylin-eosin 染色後 病理組織學的 所見을 觀察하였다.

研究 結果

腎動脈 造影像에서 腎動脈 및 그 分枝의 變化가 없거나, 輕微한 狹窄은 있으나 腎動脈分枝의 切斷 또는

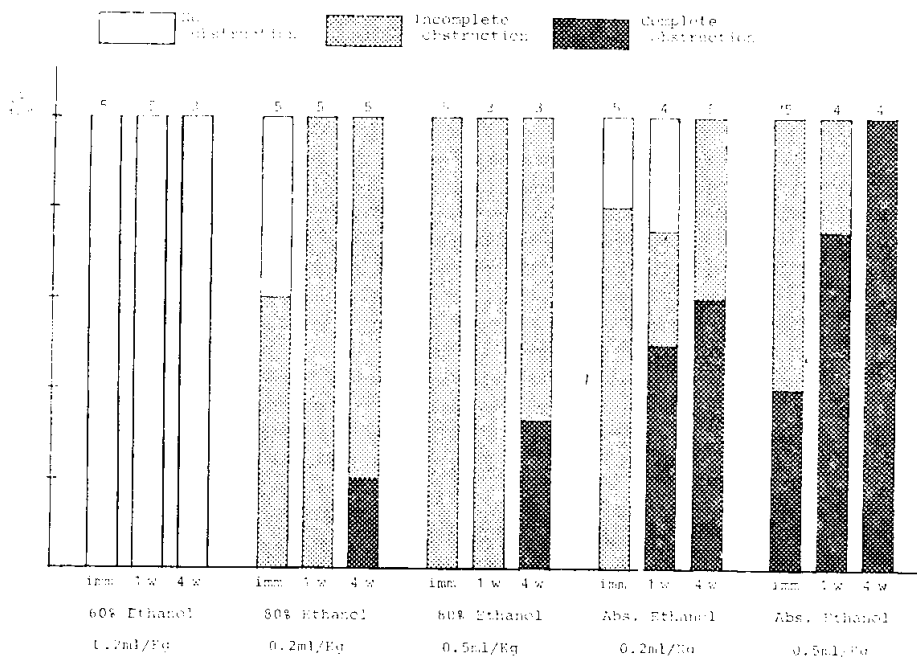


Fig. 1. Percentage of renal artery obstruction on sequential renal angiography in each group is summarized.

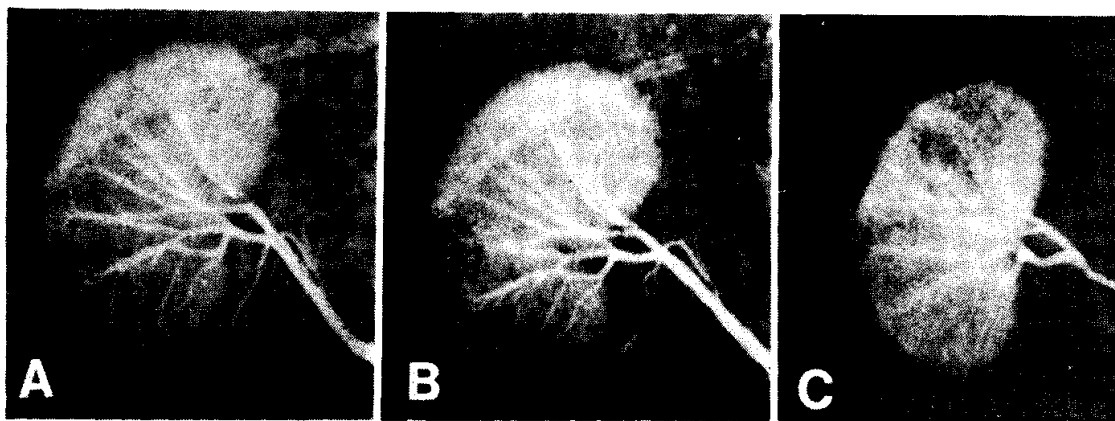


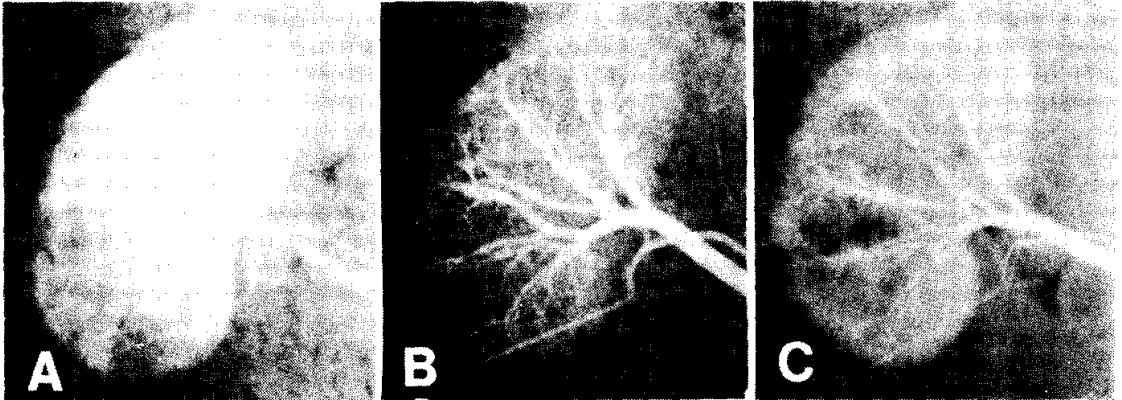
Fig. 2. Infusion of 60% ethanol (0.2ml/kg)  
 A. Normal arterial branch pattern is seen before infusion of ethanol.  
 B. Immediate follow-up study after infusion of ethanol shows no significant change.  
 C. One week follow-up study after infusion of ethanol shows diffuse spastic change. However, no demonstrable obstruction of renal arterial branches is seen.

灌流缺損이 뚜렷하지 않은 경우를 閉鎖가 없는 것으로 認定하고, 腎臟의 一部에 灌流缺損이 있거나, 一部 腎動脈 分枝의 切斷이 있는 경우를 不完全閉鎖, 그리고 主腎動脈이 完全閉鎖가 되고 腎臟에 灌流가 전혀 없는 경우를 完全閉鎖로 分類하여 各 群別로 그 所見을 分

析하면 다음과 같다(Fig. 1).

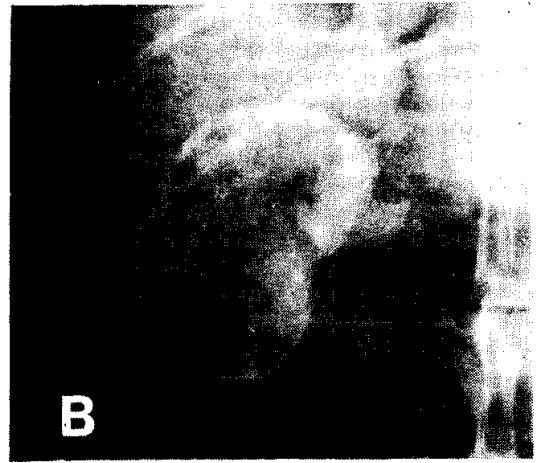
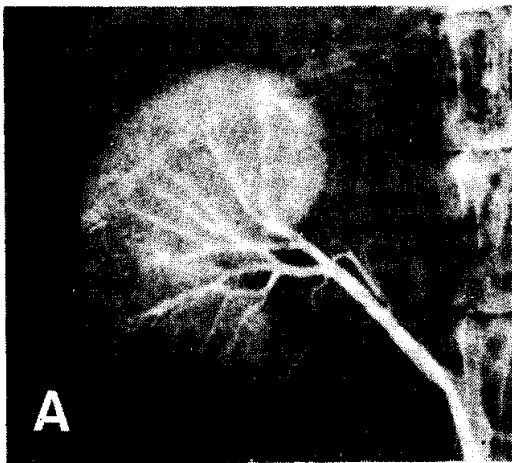
60%에 다는 體重 1kg當 0.2ml를 注入한 第1群에서는 注入直後, 1週 및 4週에 13마리 全例에서 閉鎖를 볼 수 없었다(Fig. 2).

80%에 다는 體重 1kg當 0.2ml를 注入한 第2群에서



**Fig. 3.** Infusion of 80% ethanol (0.2ml/kg)

- A. Normal arterial branch pattern is seen before infusion of ethanol.
- B. Immediate follow-up study after infusion of ethanol shows peripheral branch obstruction and focal peripheral perfusion defects.
- C. One week follow-up study after infusion of ethanol shows diffuse spastic narrowing and stretching of interlobar arteries with peripheral branch obstruction.
- D. Four week follow-up study after infusion of ethanol shows more progressed central renal artery narrowing and peripheral branch obstruction. Note shrinkage of kidney size.



**Fig. 4.** Infusion of absolute ethanol (0.2ml/kg)

- A. Normal right kidney is seen before infusion of ethanol.
- B. Scout film, taken four weeks after infusion of ethanol. Note densely calcified renal cortex and remarkable decrease of renal size. On abdominal aortogram, right renal artery was totally occluded at the beginning.

는 注入 直後 5마리中 3마리에서 不完全閉鎖를 보였고 나머지 2마리에서는 閉鎖를 보이지 않았다. 注入後 1週 追跡檢査를 施行한 5마리는 全例에서 不完全閉鎖를 보였고, 注入後 4週의 5마리中 4마리에서 不完全閉鎖, 나머지 1마리에서 完全閉鎖를 보였다(Fig. 3).

80%에 달하는 體重 1kg當 0.5ml를 注入한 第3群에서는 注入直後 5마리 全例에서 不完全閉鎖를 보였고, 1週後 追跡檢査한 3마리에서 모두 不完全閉鎖를 보였다. 注入後 4週에서는 3마리中 1마리에서 完全閉鎖, 2마리에서 不完全閉鎖를 보였다.

無水에 달하는 體重 1kg當 0.2ml를 注入한 第4群에서는 注入直後 5마리中 4마리에서 不完全閉鎖를 보였고 1마리에서는 閉鎖가 없었으며, 注入後 1週에서는 4마리中 2마리에서 完全閉鎖, 나머지 1마리는 變化를 보이지 않았다. 注入後 4週의 5마리에서는 3마리가 完全閉鎖, 2마리가 不完全閉鎖를 보였다(Fig. 4).

無水에 달하는 體重 1kg當 0.5ml를 注入한 第5群에서는 注入直後 5마리中 2마리에서 完全閉鎖, 3마리에서 不完全閉鎖를 보였으며, 注入 1週에서는 4마리中 3마리에서 完全閉鎖, 1마리에서 不完全閉鎖를 보였다. 注入 4週의 4마리는 全例에서 完全閉鎖를 보였다(Fig. 5).

追跡檢査에서 時日이 지날수록 閉鎖의 程度는 심하여지는 양상을 보였고(Fig. 1), 一斷 閉鎖된 血管의 再疎通은 볼 수 없었다. 梗塞腎의 X線上 石灰化 所見은 4週 追跡檢査 群에서 볼 수 있었는데 完全閉鎖를 보인 17例中 4例에서 나타났다(Fig. 4).

追跡檢査後 開腹하여 腹腔內 臟器를 觀察한 結果 에 달하는 注入한 腎臟 以外의 他臟器에서는 異常所見을 發見할 수 없었고, 에 달하는 注入한 腎臟은 腎動脈造 影術上 末梢分枝의 部分的 閉鎖를 보였던 例에서는 局所的 梗塞과 不規則한 皮質 傷痕 및 輕度の 腎臟크기의 減少가 있었는데 比較하여(Fig. 6), 主腎動脈의 完全閉鎖가 있었던 例에서는 腎臟에 廣範圍한 梗塞이 있었으며, 顯著的한 크기의 減少가 觀察되었다(Fig. 7).

에 달하는 注入腎臟의 顯微鏡의 所見은 腎動脈 分枝의 部分的 閉鎖가 있었던 例에서는 局所的인 細管細胞의 凝固性 壞死, 核溶解, 그리고 壞死部 周圍의 炎症細胞 浸潤 및 纖維化 等の 局所的 腎梗塞의 所見을 보였고(Fig. 8), 腎動脈의 完全閉鎖를 보인 例에서는, 皮膜下部를 除外한 全腎組織에서 梗塞 所見이 觀察되었다(Fig. 9).

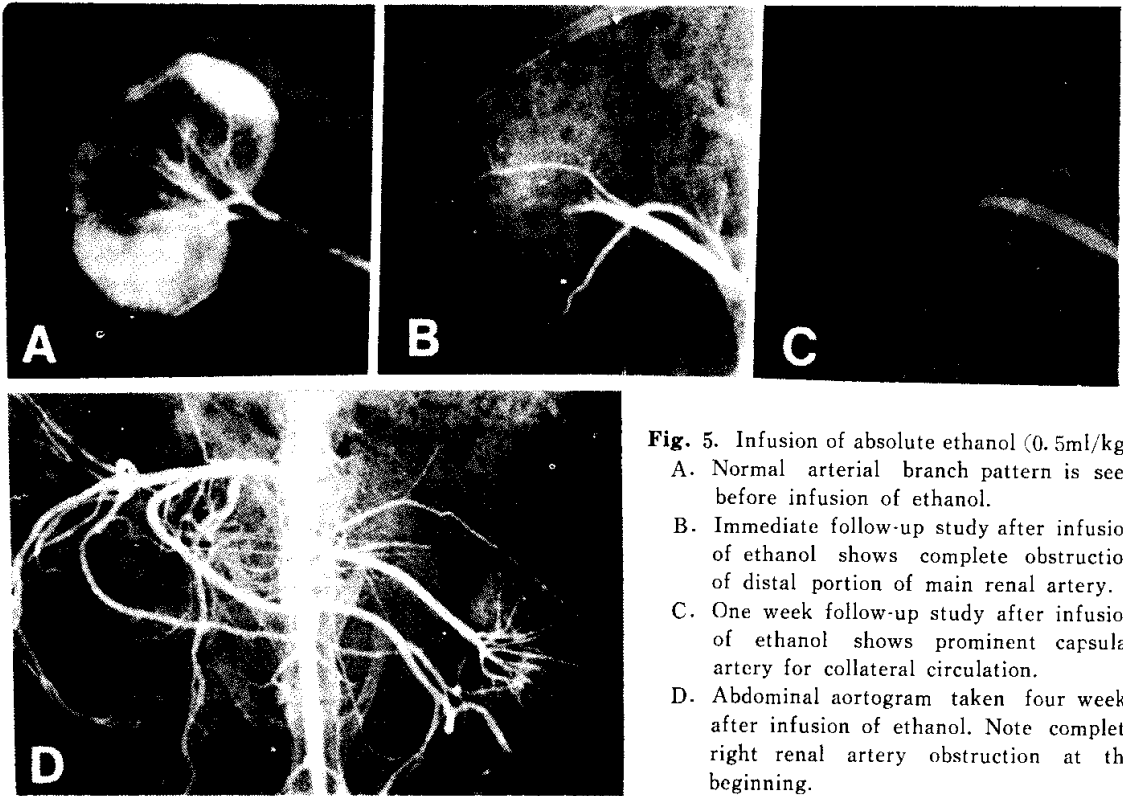
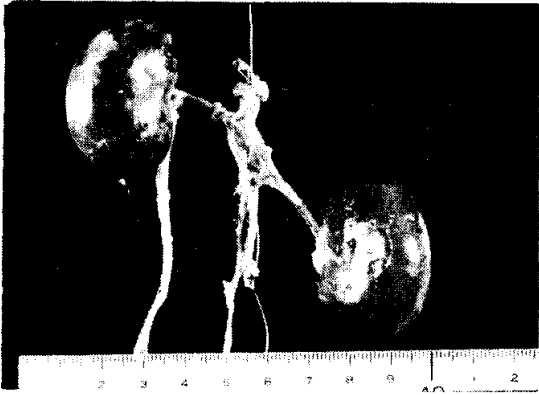


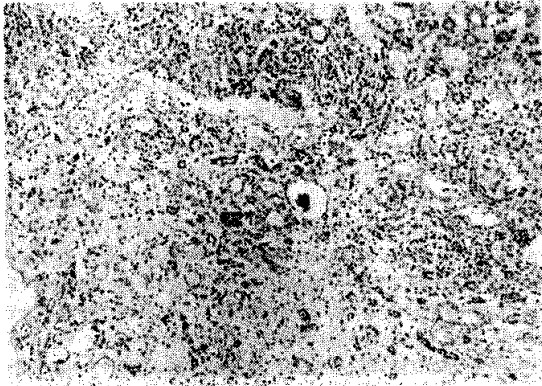
Fig. 5. Infusion of absolute ethanol (0.5ml/kg)  
 A. Normal arterial branch pattern is seen before infusion of ethanol.  
 B. Immediate follow-up study after infusion of ethanol shows complete obstruction of distal portion of main renal artery.  
 C. One week follow-up study after infusion of ethanol shows prominent capsular artery for collateral circulation.  
 D. Abdominal aortogram taken four weeks after infusion of ethanol. Note complete right renal artery obstruction at the beginning.



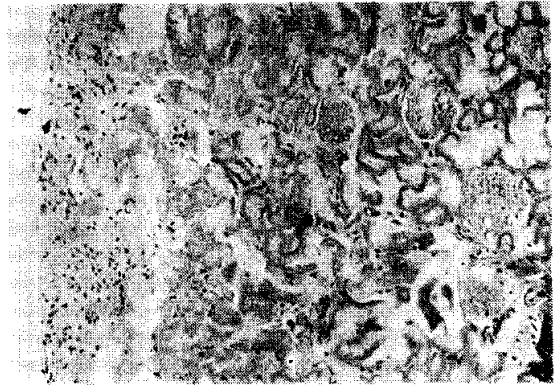
**Fig. 6.** Gross specimen of both kidneys taken four weeks after infusion of 80% ethanol (0.2 ml/kg) shows focal area of yellow-whitish discoloration and irregular cortical scarring of right kidney. Slightly decreased right renal size is seen.



**Fig. 7.** Gross specimen of both kidneys taken four weeks after infusion of absolute ethanol (0.5ml/kg) shows marked shrinkage and yellow-whitish discoloration of totally infarcted right kidney. Compensatory enlargement of left kidney is seen.



**Fig. 8.** Microscopic findings of 80% ethanol (0.2 ml/kg) infused kidney taken four weeks after infusion. H & E, X100. Focal area of tubular loss and interstitial fibrosis with surrounding inflammatory cell infiltration are noted.



**Fig. 9.** Microscopic findings of absolute ethanol (0.5ml/kg) infused kidney taken four weeks after infusion. H & E, X100. Massive coagulation necrosis of tubule and relatively intact subcapsular area fed by capsular artery are noted.

### 考 察

카테타를 통해서 人爲的으로 腎動脈을 塞栓시키는 경우는 첫째, 腎細胞癌(Almgard et al., 1973; Bracken et al., 1975; Goldstein et al., 1975; Guiliani et al., 1977; Ekelund et al., 1979; Wallace et al., 1981), 腎動靜脈瘤(Almgard et al., 1973; Bookstein et al., 1973; Ritz et al., 1973; Anderson et al., 1977; Wallace et al., 1978; Marshall et al., 1979; Uretzky et al., 1979) 및 腎外傷(Kalish et al., 1974; Silber et al., 1975; Chuang et al., 1977)으로 인한 出血時

止血 目的으로, 둘째, 腎細胞癌에 의한 심한 痛症時 鎮痛 目的으로(Ekelund et al., 1979), 셋째, 腎細胞癌을 手術前 腫塊의 크기 및 血管分布密度를 줄임으로써 手術을 容易하게 할 目的으로, 넷째, 手術이 不可能한 腫瘍에 대한 補助的 治療 目的으로, 다섯째, 血管이 많은 腫瘍을 血管이 적은 腫瘍으로 바꿈으로써 生體의 免疫學的 反應을 刺戟할 目的으로(Ekelund et al., 1979; Ellman, 1981), 臨床에서 施行 頻도가 늘고 있다.

지금까지 使用되어온 塞栓物質로서는 自家血塊, 脂肪 및 筋肉 등의 自家組織(Silber et al., 1975; Chuang et al., 1977; Vlahos et al., 1980; 延等, 1981), Gel-

foam (Almgard et al., 1973; Bracken et al., 1975; Goldstein et al., 1975; Fletcher et al., 1976; Barth et al., 1977; Adler et al., 1978; Vlahos et al., 1980), Ivalon (Tadavarthy et al., 1975; Chuang et al., 1981), Gianturco coil (Gianturco et al., 1975; Wallace et al., 1976; Anderson et al., 1979; Tisnado et al., 1979; Chuang et al., 1980), 分離式 珪素氣囊 (silicon balloon) (Guillaume et al., 1977; White et al., 1978; Kaufman et al., 1979; Robert et al., 1979) 등의 固形物質들이 開發 使用되어 왔는데, 이들은 使用 後 血管의 再疎通이 잘고, 末梢血管 閉鎖가 不可能하여 完全 腎梗塞을 誘發시키기가 어려운 點이 있고, 技術上 카테타를 통한 標的部位 塞栓物質 注入이 어려우며, 合併症으로 非標的部位에 偶發的 塞栓을 일으킬 수 있다는 點 등이 短點으로 指摘되어 왔다. (Woodside et al., 1976; Gang et al., 1977; Tegtmeier et al., 1977; Mukamel et al., 1979).

Vlahos 等(1980)의 개를 利用한 實驗에 의하면 自家血塊에 의한 腎動脈 塞栓은 塞栓後 24時間에서 부터 再疎通이 始作되어 7日에 完全疎通이 되었고, Gelfoam에 의한 塞栓은 3週에서 部分的 再疎通을 보이다가 5週에 完全疎通을 보이며, 自家筋肉에 의한 塞栓은 3~4週에 再疎通을 보였고, 自家脂肪 및 Ivalon에 의한 塞栓은 再疎通을 보이지 않았다. Greenfield 等(1978)은 固形 塞栓物質의 非標的 臟器의 偶發的 塞栓을 豫防하기 위하여 氣囊카테타로 動脈 近位部를 막은 다음 塞栓物質을 注入하는 方法을 考案하였는데, 이와같은 方法으로 非標的部 塞栓 豫防은 可能하나 施術時 技術的 어려움과 많은 費用이 든다는 短點이 있다.

固形 塞栓物質의 短點을 補充하면서 永久的이며 末梢血管 및 毛細血管의 塞栓을 誘發시킬수 있는 液性 塞栓物質에 對한 研究의 結果로 組織 接着劑의 一種인 Cyanoacrylate가 登場하였는데 (Dotter et al., 1975; Gunther et al., 1978; Papo et al., 1981), 이는 血管內에서 即時 血栓을 形成하여 永久的인 末梢血管의 閉鎖를 일으킴으로 注目を 받고 있으나, 作用 時間이 너무 빠른 短點이 있으며 (Papo et al., 1981), 癌 및 畸形 誘發의 可能性을 提示하는 報告가 있어 (Dotter et al., 1975), 臨床的 利用에 問題點이 되고있다.

最近에 Doppman 等(1981)은 高濃度의 沃素含有 造影劑를 腎動脈 近位部를 카테타로 閉鎖시킨 狀態에서 多量을 一時에 注入하여 造影劑를 血管밖으로 漏出시키므로써 腎實質에 機械的 및 化學的 損傷을 誘發하여 非外科的 腎摘出을 試圖한 바 있는데, 이는 腎動脈 閉鎖에 의한 腎摘出이 아니고 腎實質 損傷에 의한 것이르

로 腎動脈 損傷에 의한 腎出血時에는 臨床的 利用 價値가 희박하다고 思料된다.

Albrechtsson (1977), Barry (1981) 등은 微細 鐵粉末液을 磁氣의 影響下에 토끼 및 개의 腎動脈에 注入하여 鐵粉末의 磁力에 의한 集合에 의해서 腎動脈 塞栓을 誘發시키는 方法을 報告하고 있으나 아직 實驗的 段階이고 高磁場의 設備 및 赤血球의 赤芽細胞化 등의 問題點을 안고 있다 (Tavassoli et al., 1976).

에타놀의 塞栓物質으로서의 長點은 첫째, 카테타를 통한 標的部位 注入이 쉽고, 둘째, 注入 量과 速度를 調節하기 쉬우며, 셋째, 主腎動脈뿐 아니라 毛細血管에 까지 閉鎖를 일으키며, 閉鎖血管의 再疎通이 없으므로 完全한 腎梗塞을 誘發시킬 수 있으며, 넷째, 無菌의 液體로 全身의 合併症없이 使用할 수 있고, 다섯째로, 非標的 臟器에 偶發的 塞栓의 危險이 없다는 것이다 (Ellman, 1980; Ekclund et al., 1981; Ellman, 1981; 韓 等, 1982).

腎動脈에 注入된 에타놀은 絲毬體를 거쳐 腎靜脈으로 오는 동안 稀釋되므로 下大靜脈 및 右心房等의 遠位部에는 損傷을 주지 않으며 (Ellman, 1980; 韓 等, 1982), 腎動脈 自體에도 濃度가 낮은 경우에는 塞栓 效果가 없음을 本 研究의 第1群(60% ethanol 0.2ml/kg)의 結果로 알 수 있었다.

Ellman (1980)은 개에서 10%의 에타놀을 體重 10 lb 當 1ml를 大動脈 및 腎動脈에 注入後 7週에 開腹하여 病理組織學的으로 觀察한 結果, 血管 및 腎組織에 아무런 損傷이 없었음을 報告하였다.

에타놀을 生體에 投與하였을 時 1時間 以內에 體液에 分散되어 平衡을 이루는데 (Goodman et al., 1971), Widmark 方法에 의하면 無水에타놀 體重 1kg當 0.2 ml 및 0.5ml 投與時 血中 濃度는 各各 23.7mg%, 59.3mg%로 計算되어 美國의 飲酒運轉 法의 中毒基準 置인 100mg%에 못미치 安全하게 生體에서 使用될 수 있다고 思料된다 (Goodman et al., 1971; Ellman, 1980; Ellman, 1981).

現在까지 밝혀진 에타놀의 組織에 대한 作用은 細胞 原形質 脫水에 의한 收斂作用, 蛋白質 變性 및 局所的 刺戟 效果가 알려져 있으나 (Goodman et al., 1971), 血管 및 血液에 대한 作用은 明確히 밝혀지지 않은 狀態이어서 이에 대한 研究가 課題로 되어있다. 에타놀에 의한 腎梗塞의 機轉 역시 確立된 狀態가 아니나, 血管內皮의 損傷, 血管 周圍組織의 壞死, 血管의 硬直, 그리고 損傷된 赤血球와 變性된 蛋白質의 덩어리에 의한 塞栓 效果가 豫備的 結論으로 提示되고 있다 (Ellman, 1980; 韓 等, 1982).

無水에 타놀을 利用하여 腎塞栓을 일으킨 實驗的 研究로서 Ellman (1980)은 개를 使用하여 體重 10 lb 當 1 ml의 無水에 타놀을 20~30秒 동안에 腎動脈에 注入하여 6日 내지 16日 동안 觀察한 結果 8例中 6例에서 完全梗塞을 일으켰고, 나머지 2例는 部分的 梗塞을 나타내었는데, 病理組織學上 完全梗塞을 보인 例中 腎動脈造影上에서는 末梢分枝의 閉鎖만 보인 例가 있었다. 이와같이 Ellman(1980)은 에타놀의 塞栓物質로서의 效果 判定을 病理組織學上의 腎梗塞 有無로 한데 比하여, 著者는 腎外傷 및 腎細胞癌 등의 臨床的 應用時 迅速하고 完全한 腎動脈의 遮斷이 要求되는 點을 勘案하여 血管造影上 主腎動脈의 1週以內 完全閉鎖를 效果的인 塞栓으로 認定하였다.

지금까지 無水에 타놀이 아닌 低濃度에 타놀을 塞栓物質로 使用한 例는 報告된 바 없는데, 著者는 生體에 刺戟이 적은 低濃度에 타놀의 塞栓 可能性을 觀察하기 위하여 60% 및 80%에타놀 注入을 試圖하여본 結果 60%에타놀 注入群에서는 塞栓效果를 觀察할 수 없었으며, 80% 에타놀 注入群中 體重 1kg當 0.5ml를 注入한 第3群에서는 全例에서 腎動脈의 不完全 및 完全閉鎖를 보였으나, 無水에 타놀 體重 1kg當 0.2ml를 注入한 第4群에 比하여 完全閉鎖의 頻도가 낮고, 注入 絕對量이 2배가 되어 生體에 대한 負擔도 더 클것으로 豫想되므로 腎塞栓에 必要한 適正濃度는 無水에 타놀이 라고 結論지을 수 있었다.

腎動脈 閉鎖에 關與하는 因子는 에타놀 效果外에 카테다에 의한 血管 內皮의 機械的 損傷과 造影劑 注入에 의한 腎動脈 및 腎實質의 刺戟效果를 排除할 수 없겠으나(韓 等, 1980), 에타놀 注入前의 腎動脈造影像에 눈에 띄는 異常을 觀察할 수 없었던 點과 臨床에서 選擇的 腎動脈造影術後 腎機能의 障碍를 보이지 않는 것이 常例인 點으로 보아 큰 影響은 미치지 않으리라 思料된다.

### 結 論

에타놀의 塞栓物質로서의 效用성과 主腎動脈의 完全閉鎖를 일으키는데 必要한 에타놀의 濃度 및 量을 究明하기 爲하여 家兎의 腎動脈을 利用한 實驗을 하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 60%에타놀 體重 1kg當 0.2ml 注入時 腎動脈의 閉鎖를 볼 수 없었다.
2. 80%에타놀 體重 1kg當 0.2ml 注入時 大部分에서 腎動脈의 不完全閉鎖가 觀察되었다.
3. 80%에타놀 體重 1kg當 0.5ml 注入時 全例에서

注入 直後 腎動脈의 不完全閉鎖를 보였고 4週 追跡 檢査上 一部에서 完全閉鎖를 보였다.

4. 無水에타놀 體重 1kg當 0.2ml 注入時 注入 直後 大部分에서 腎動脈의 不完全閉鎖를 보였고, 時間 經過에 따라 半數 以上에서 完全閉鎖로 移行되는 所見을 보였다.

5. 無水에타놀 體重 1kg當 0.5ml 注入時 注入 直後 腎動脈의 不完全 및 完全閉鎖를 보이다가 1週 以後에는 全例에서 完全閉鎖를 보였다.

以上の 結果로 에타놀은 腎動脈에서 效果的인 塞栓物質이며, 無水에타놀 體重 1kg當 0.2ml 내지 0.5ml가 腎動脈의 完全閉鎖를 일으키는 適正濃度 및 量임을 究明할 수 있었다.

### —ABSTRACT—

## An Experimental Study on Renal Artery Embolization with Ethanol

Jung Gi Im, Byung Ihn Choi,

Man Chung Han and Chu Wan Kim

Department of Radiology, College of Medicine,  
Seoul National University

Artificial renal artery embolization was induced using ethanol in rabbits to determine the adequate concentration and amount of the ethanol to induce total renal ablation.

A series of selective renal arteriography was done immediately, 1 week and 4 weeks after infusion of ethanol.

The results were as follows:

1. There was no visible obstruction of renal artery after infusion of 60% ethanol 0.2ml/kg.
2. Incomplete obstruction of renal artery was produced in majority, after infusion of 80% ethanol 0.2ml/kg.
3. Incomplete obstruction of renal artery was produced in all cases after infusion of 80% ethanol 0.5ml/kg.
4. Incomplete obstruction of renal artery was produced in majority, after infusion of absolute ethanol 0.2ml/kg, and it became complete obstruction above half cases after 4 weeks.
5. Complete obstruction of renal artery was pro-

duced after infusion of absolute ethanol 0.5ml/kg, in majority initially and in all cases later on.

It was considered that ethanol is an effective agent for complete renal arterial occlusion and 0.2 to 0.5ml/kg of absolute ethanol is effective minimal dose for complete renal arterial occlusion.

## REFERENCES

- Adler, J., Eihorn, R. and McCarthy, J.: *Gelfoam embolization of the kidneys for treatment of malignant hypertension. Radiol.*, 128:45-48, 1978.
- Albrechtsson, U., Hansson, G.-A. and Olin, T.: *Vascular occlusion with a ferromagnetic particle suspension: An experimental investigation in rabbits. Acta. Radiol. Diag.*, 18:279-291, 1977.
- Almgard, L.E., Fernström, I., Harverling, M. and Ljungqvist, A.: *Treatment of renal adenocarcinoma by embolic occlusion of renal circulation. Br. J. Urol.*, 45:474-477, 1973.
- Almgard, L.E. and Fernström, I.: *Embolic occlusion of an intrarenal aneurysm: A case report. Br. J. Urol.*, 45:485-486, 1973.
- Anderson, J.H., Wallace, S. and Gianturco, C.: *Transcatheter intravascular coil occlusion of experimental arteriovenous fistulas. Am. J. Roentgenol.*, 129:795-798, 1977.
- Anderson, J.H., Wallace, S. and Gianturco, C.: *Mini Gianturco stainless steel for transcatheter vascular occlusion. Radiol.*, 132:301-303, 1979.
- Barry, J.W., Bookstein, J.J. and Alksne, J.F.: *Ferromagnetic embolization. Radiol.*, 138:341-349, 1981.
- Barth, K.H., Stranderg, J.D. and White, R.E. Jr.: *Longterm follow-up of transcatheter embolization with autologous clot, Oxycel and Gelfoam in domestic swine. Invest. Radiol.*, 12:273-280, 1977.
- Bookstein, J.J. and Goldstein, H.M.: *Successful management of post-biopsy fistula with selective arterial embolization. Radiol.*, 109:535-536, 1973.
- Bracken, R.B., Johnson, D.E., Goldstein, H.M., Wallace, S. and Ayala, A.G.: *Percutaneous transfemoral renal artery occlusion in patient with renal carcinoma. Urol.*, 6:6-11, 1975.
- Chuang, V.P., Reuter, S.R. and Schmidt, R.W.: *Control of experimental traumatic renal hemorrhage by embolization with autogenous blood clot. Radiol.*, 117:122-123, 1977.
- Chuang, V.P., Soo, C.S. and Wallace, S.: *Ivalon embolization in abdominal neoplasms. Am. J. Roentgenol.*, 136:729-733, 1981.
- Chuang, V.P., Wallace, S. and Gianturco, C.: *A new improved coil for tapered-tip catheter for arterial occlusion. Radiol.*, 135:507-509, 1980.
- Doppman, J.L., Popovsky, M. and Girton, M.: *The use of iodinated contrast agents to ablate organs: Experimental studies and histopathology. Radiol.*, 138:330-340, 1980.
- Dotter, C.T., Goldman, M.L. and Rösch, J.: *Instant selective arterial occlusion with isobutyl-2-cyanoacrylate. Radiol.*, 114:227-230, 1975.
- Ekelund, L., Mansson, W., Olsson, M. and Stigsson, L.: *Palliative embolization of arterial renal tumor supply. Acta. Radiol. Diag.*, 20:323-336, 1979.
- Ekelund, L., Johnson, N. and Terugnet, N.: *Transcatheter obliteration of the renal artery by ethanol injection. Cardiovasc. Intervent. Radiol.*, 4:1-7, 1981.
- Ellman, B.A.: *Renal infarction with absolute ethanol. Invest. Radiol.*, 15(4):318-322, 1980.
- Ellman, B.A.: *Ablation of renal tumor with absolute ethanol. Radiol.*, 141:619-626, 1981.
- Fletcher, E.W.L.: *Transcatheter arterial embolization in a patient bleeding from a renal neoplasm. Br. J. Radiol.*, 9:643-645, 1976.
- Gang, D.L., Dole, K.B. and Adelman, L.S.: *Spinal cord infarction following therapeutic renal artery embolization. J.A.M.A.*, 237:2841-2842, 1977.
- Gianturco, C., Anderson, J.H. and Wallace, S.: *Mechanical devices for arterial occlusion. Am. J. Roentgenol.*, 124:428-435, 1975.
- Goldstein, H.M., Medellin, H. and Beydoun, M.T.: *Transcatheter embolization of renal cell carcinoma. Am. J. Roentgenol.*, 123:557-562, 1975.
- Goodman, L.S. and Gilman, A.: *The pharmacological basis of therapeutics. 4th ed., London, Macmillan* :135-146, 1971.
- Greenfield, A.J., Athanasoulis, C.A., Walman, A.C. and Lemoure, E.R.: *Transcatheter embolization: Prevention of embolic reflux using balloon catheter.*



- ters. *Am. J. Roentgenol.*, 131:651-655, 1978.
- Guiliani, L., Carmingani, G., Belgrano, E. and Puppo, P.: *Embolization of renal cell carcinomas with isobutyl-2-cyanoacrylate*. *Urol.*, 10:197-201, 1977.
- Guillaume, J. and Roulleau, J.: *Experimental embolization with inflatable and releasable balloons in dogs*. *Neuroradiol.*, 14:85-88, 1977.
- Gunther, R., Schubert, U. and Bohl, J.: *Catheter embolization of the kidney with butyl-2-cyanoacrylate: Experimental and clinical results*. *Cardio-vasc. Radiol.*, 1:101-108, 1978.
- 韓萬青, 張基賢, 延敬模, 柳星烈, 金周完: 微細血管造影術에 의한 放射線 損傷에 관한 實驗的 研究—腎의 放射線 損傷을 中心으로—大韓放射線學會誌, 16(1): 1-8, 1980.
- 韓萬青, 崔炳寅, 朴在亨, 河星煥, 張基賢: 에타놀을 利用한 腎動脈塞栓法에 관한 實驗的 研究(1). 大韓放射線醫學會誌, 18(3):411-415, 1982.
- Kalish, M., Greenbaum, L., Silber, S. and Goldstein, H.: *Traumatic renal hemorrhage treatment by arterial embolization*. *J. Urol.*, 112:138-141, 1974.
- Kaufman, S.L., Strandberg, J.D. and Barth, K.H.: *Therapeutic embolization with detachable silicon balloon: Long term effects in swine*. *Invest. Radiol.*, 14:156-161, 1979.
- Marshall, F.F., White, R.E.Jr. and Kaufman, S.L.: *Treatment of traumatic renal arteriovenous fistulas by detachable silicon balloon embolization*. *J. Urol.*, 122:237-239, 1979.
- McCarron, D.A., Rubin, R.J. and Barnes, B.A.: *Therapeutic bilateral renal infarction in end-stage renal disease*. *N. Engl. J. Med.*, 294:652-658, 1976.
- Mukamel, E., Hadar, H. and Nissenkorn, I.: *Wide-spread dissemination of Gelfoam particles complicating occlusion of renal circulation*. *Urol.*, 14: 194-197, 1979.
- Papo, J., Baratz, M. and Merimsky, E.: *Infarction of renal tumors using isobutyl-1, 2-cyanoacrylate and lipiodol*. *Am. J. Roentgenol.*, 137:781-785, 1981.
- Ritz, G.K., Atallan, N.K. and Bridi, G.I.: *Renal A-V fistula treated by catheter embolization*. *Br. J. Radiol.*, 46:224-227, 1973.
- Robbins, S.L. and Cotran, R.S.: *Pathologic basis of disease. 2nd ed., Philadelphia, Saunders:132-138, 1979.*
- Robert, I., White, J.R., Kaufman, S.L., Barth, K.H., Decaprio, V. and Strandbert, J.D.: *Embolotherapy with detachable silicon balloons: Technique and clinical results*. *Radiol.*, 131:619-627, 1978.
- Silber, S.J. and Clark, R.E.: *Treatment of massive hemorrhage after renal biopsy with angiographic injection of clot*. *N. Engl. J. Med.*, 292:1387-1388, 1975.
- Tadavarthy, S.M., Moller, J.H. and Amplatz, H.: *Polyvinil alcohol (Ivalon)—A new embolic material*. *Am. J. Roentgenol.*, 125:609-616, 1975.
- Tavassoli, M., Benig, J. and Houchin, D.: *Experimental induction of erythroblastemia using carbonyl iron particles*. *Am. J. Pathol.*, 85:363-372, 1976.
- Tegtmayer, C.J., Smith, T.H. and Shaw, A.: *Renal infarction; A complication of Gelfoam embolization of a hemangioendothelioma of the liver*. *Am. J. Roentgenol.*, 128:305-307, 1977.
- Tisnado, J., Beachley, M.C. and Cho, S.R.: *Peripheral embolization of a stainless steel coil*. *Am. J. Roentgenol.*, 133:324-326, 1979.
- Uretzky, G., Shapiro, A. and Ring, E.: *Arterial embolization of bleeding pseudoaneurysm caused by percutaneous renal biopsy*. *Urol.*, 14: 295-297, 1979.
- Vlahos, L., Karatzas, G., Papaharalambous, N. and Pont-fex, G.R.: *Percutaneous arterial embolization in the kidneys of dogs: A comparative study of eight different materials*. *Br. J. Radiol.*, 53:289-298, 1980.
- Wallace, S., Gianturco, C. and Anderson, J.H.: *Therapeutic vascular occlusion utilizing steel coil technique: Clinical applications*. *Am. J. Roentgenol.*, 127:381-387, 1976.
- Wallace, S., Schwarten, D.E. and Smith, D.C.: *Intrarenal arteriovenous fistulas: Transcatheter steel coil occlusion*. *J. Urol.*, 120:282-286, 1978.
- Wallace, S., Chuang, V.P. and Swanson, D.: *Embolization of renal cell carcinoma*. *Radiol.*, 138:563-570, 1981.
- White, R.I. Jr., Ursic, T.A. and Kaufman, S.L.: *Therapeutic embolization with detachable balloons*.

- Physical factors influencing permanent occlusion.* *Radiol.*, 126:521-523, 1978. 1033-1034, 1976.
- Woodside, J., Schwartz, H. and Bergreen, P.: *Per-cutaneous embolization complicating bilateral renal infarction with Gelfoam.* *Am. J. Roentgenol.*, 126-1033-1034, 1976.
- 延敬模, 韓萬青: 腎動脈 塞栓症에서의 微細血管造影像에 關한 研究. 大韓放射線醫學會誌, 17: 14-23, 1981.