

血液灌注 血液灌注 血液灌注 血液灌注 血液灌注

Hemoperfusion

Hemoperfusion

Hemoperfusion

Hemoperfusion

Hemoperfusion

楊瑞珍

概論

利用吸附劑吸收毒素的觀念，早在 Hippocrates 時代就有了。他用活性碳來治療消化系障礙和去除毒素。主要是口服用以治療急性中毒。近年來有人研究利用活性碳治療尿毒。所謂血液灌注就是將病人的血液流經一個含有特製活性碳顆粒的圓筒，以清洗血液內的毒素或藥物。1920年 Bock 發現活性碳可以除去尿中的肌酸酐 (Creatinine) 和尿酸 (uric acid)，但對尿素 (urea) 吸收效果不好。血液灌注的優點是清除肌酸酐，尿酸，有機酸，酚化合物，靛苷 (Indican)，胍鹽基 (Guanidine-bases)，巴比特魯類 (barbiturates) 外尚能清除中分子量物質及與蛋白質結合的藥物或毒物。兩小時之血液灌注對降低血內中分子量物質的效力比標準血液透析六小時還強。其缺點為不能清除水份，電解質及尿素，故用於急性藥物中毒療效最佳。Fig 1-16 此外也嚐試用活性碳在肝臟衰竭的病人做血液灌注其效果尚無結論。除了活性碳外樹脂 (Resin) 也是一種有效的吸附劑，1960年 A. J. pallotta 用陰離子交換樹脂在靜脈注射 Phenobarbital 的狗做血液灌注發現其血中濃度可降低 70%，

另外使用 XAD-2，不帶電荷的樹脂治療巴比特魯中毒亦同樣有效。其他如 Digoxin, theophylline, methotrexate 都可用樹脂除去。至於肝臟方面樹脂可降低血中氨，甚至對阻塞性黃疸的治療亦有效果。

血清中分子。(分子量 300-1,500) 濃度之變化

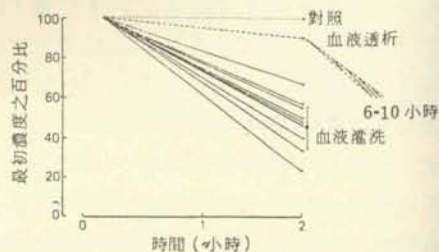


圖 1-16 兩小時血液灌注對中分子物質之清除效果與標準血液透析比較

原理

所謂血液灌注就是將病人的血液流經活性碳顆粒的圓筒以清洗血液內的毒素和藥物，或利用離子交換樹脂的原

要把人體血液內的毒性物質交換出來。血液灌注所需要的裝備如圖一P₁ 病人的血液被幫浦 (Blood pump) 抽出經過含有吸附劑的灌注柱 (cartridge) 後由靜脈回到病人身上，若以每分鐘300ml 來算平均每17分鐘就可將體內血液全部洗過一次。在灌注系統中有3個壓力表用以監測壓力，另外在中間可安插一個補充液體或藥物及收集氣泡的裝置。

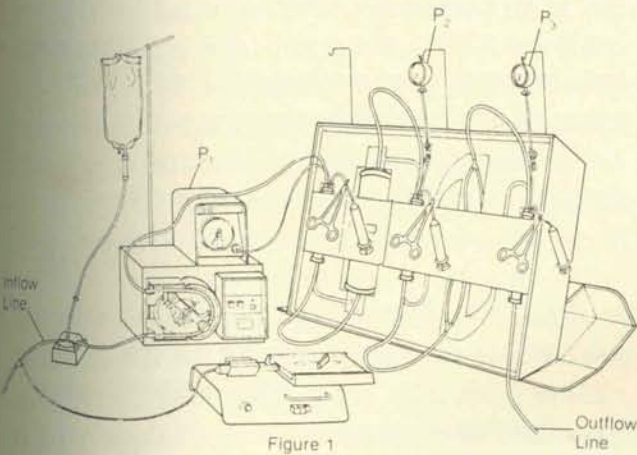


Figure 1

種類

吸附劑一般通用的分三種：

- 離子交換樹脂 (ion - exchange resins)
- Polymeric , nonionic adsorbents (in particular the Amherlite XAD series)
- 活性碳 activated carbon

1. Amherlite XAD - 2 resin 是不帶電荷的樹脂重 650 克，是一個 Cross - linked ，大網狀 styrene di - vinylbenzene copolymer 對脂溶性有機分子具有特別的吸附作用。Resin 對熱的安定性高達 250°C 以上。XAD - 4 並不是利用離子交換，而是利用 Van der Waal's interreaction (即一種分子間電極性的吸收) ，其功能依其溶質的怕水性 (Hydrophobic) 溶劑及吸著性的相對關係而定。這些 Resin 對催眠性和鎮靜性藥物的吸附性依其水及脂的分散係數有關；例如 Methaqualone , Glutethimide , Ethchlorvynol 和大部份的 Barbiturate (除了 barbituric acid 外) 具有高脂溶性都比較容易被 Resin 吸附。

Amnerlite XAD - 4 Resin 在化學上與 Amherlite XAD - 2 Resin 相同，但在生理上却不太相同，它是一種安定的 Copolymer，也是一種非離子性的吸著劑。因

血液灌注對下列藥物有效

分類 Category	藥物 Drug
一 Analgesic	Acetaminophen (paracetamol)
二 Sedative / hypnotics	Salicylate
三 Barbiturates	
a. Short-acting	Heptabarbital, phenobarbital, Secobarbital
b. Intermediate acting	Amobarbital
c. Long acting	phenobarbital
四 Cardiac Glycoside	Digoxin
五 Tricyclic Antidepressants	Amitriptyline, Chlorimipramine
六 Miscellaneous	Hydrochloride, Nortriptyline Bromsovalum Bromodiethylacetylurea, (Carbromal) Ethchlorvynol, Glutethimide, Methaqualone Paraquat,

為 XAD-4 的孔洞較小故其表面積 (Surface area) 較大。XAD-2 的孔洞 42 mg/100ml，其表面積有 330 sqm/gm，XAD-4 的孔洞 51 gm/100ml 表面積有 750 sqm/gm，因為表面積的增加，XAD-4 比 XAD-2 更有吸附能力。

2 活性碳 (Activated carbon)：活性碳用來吸附藥物或代謝廢物的價值已被確認，但因為血液直接與活性碳接觸造成碳粒堵塞在肺、脾、肝、腎等器官和血小板的減少，因而限制了血液灌注的普遍。為了減少對血球的破壞和碳粒堵塞，有人研究在碳粒上覆蓋一層膜像 polyhydroxyethyl methacrylate (PHEMA)，cellulose nitrate，cellulose acetate，cellulose triacetate，methacrylate copolymer，acylic polymer 另外再加上 albumin 等。也有的是將碳粒灑佈在膜上再捲起來，叫做 Fixed bed charcoal。這樣血液可以不必直接接觸碳，將能減除上項合併症。利用血液灌注來治療藥物中毒較血液透析有更好的效果。但却不能用來取代血液透析以治療尿毒症。因為活性碳無法脫水，無法除去無機鹽和尿素，但對大部份的代謝廢物有著相當能力。所以若能合併使用血液透析和血液灌注必能增加治療效果。

適應症

a 藥物中毒——使用於昏迷患者，用以降低體內藥物濃度。有些病案雖未昏迷但已產生臨床上很嚴重的病徵且可能有生命危險時可利用血液灌注來預防昏迷或縮短昏迷時間。

血液灌注的效果與藥物的親和力有關：

- 1 分子量小於 1000 (Daltons) 者灌注效果好。
- 2 非極性芳香族物質比極性脂肪族物質清除速率快。
- 3 不易溶於水的藥物較高溶於水的藥物容易被吸附。

b 腎臟衰竭——血液灌注必須加上血液透析，對於腎臟衰竭才能發揮充分的治療效果。

c 肝臟衰竭——其治療價值尚無結論。

時間與次數

灌洗後患者臨床症狀或昏迷情況有所改善時表示治療有效，若其血中藥物濃度仍偏高時可增加灌注次數，直到

患者達到理想狀態。灌注時間可從一小時四十五分至十小時，通常是二~四小時完成。若要超過十小時以上的治療必須特別小心，一旦發現害處多於益處時應立即結束。

副作用

血液灌注由於是血液直接和吸附劑接觸，所以主要的問題是血球的損傷和吸附劑所引起的堵塞，此種併發症在沒有包覆的木炭最顯著，其他 fibrinogen，血小板，白血球皆會顯著降低，體溫會上升，如果包覆後則血球損傷減少。若用在急性中毒時這些問題並不重要，但若用在已有潛在的血液凝結病變成有嚴重肝臟疾病像 Reye's syndrome，或長期治療慢性尿毒症，則對血球損失或堵塞形成則需要注意。除此之外，活性碳可以吸收身體必要的物質，像 isoleucine，leucine，phenylalanine，tyrosine，arginine，glutamine 等胺基酸。

在樹脂方面，亦會發生血球損失和顆粒堵塞，或是將血中人體必須的物質去除，或從樹脂放出毒素或污染物質，在陽離子交換樹脂，由於嚴重的血小板減少，鈣或其他陽離子的喪失導致心臟輸出量減少，以致低血壓。另外由於鈣的減低亦會導致抽搐和心律不整，若有代謝性或尿毒症性酸中毒時，可能會反彈性高鉀血。

IRA 900 陰離子交換樹脂若混以 2 : 1 之 chloride 和 bicarbonate，它對於細胞外電解質平衡沒有明顯影響而 Amherlite XAD-2 和 XAD-4 等不帶電樹脂，則只有輕微的短暫性的血小板減低（一般在血液灌洗後 18~24 小時內可恢復）。同樣的，在短期使用，像急性中毒時，沒有看到放出粒子，但若長期使用，則有可能發生顯著的顆粒堵塞。

注意事項

治療急性中毒患者，可先用一般加強性支持療法如洗胃，強迫性利尿，保持呼吸道通暢，維持良好的呼吸與循環功能，預防感染，維持體液與電解質平衡等絕大多數患者皆可復原，死亡率小於百分之一，但嚴重中毒的病人需要人工呼吸時，其死亡率則高，若單獨用保守療法，將延長病人的昏迷時間，增加併發症而引起死亡。一般腹膜透析或血液透析只可幫助一些低蛋白結合性，高水溶性之毒

素的排除。而血液灌注對於脂溶性或不易透析之物質仍然有效，故常被用來治療急性藥物中毒，因此要注意下列各項：

1 當病人意識不清時，爲了減輕血中藥物的濃度，作血液灌注，但這僅是一種輔助療法，而不是一種代替性的治療。

2 若病人體重低於 2.5 Kg 時，應特別小心，因爲在體外工作的血量約 565 CC 故可考慮先給予 whole blood，補充體液之不足。

3 肝素法 (Heparinization) 的運用必須嚴格遵守，因爲若 Heparin 用量不夠，則灌注系統容易凝固，而須提早結束。

4 對擬使用 Hemoperfusion 來做治療時應作好處與壞處的權衡，以決定是否採用；像 intracranial bleeding coagulation disorders 或其他出血傾向均要考慮。

5 作治療中或治療後，血小板都會降至臨床上嚴重的程度，所以當使用 Heparin 時必需相當小心監測，以明白實際現象。

6 小心勿形成空氣栓塞，亦可使用 air detector 監測，另外亦需不斷地觀察滴注腔 (Drip chamber's) 的血液水位是否下降。

7 裝置 pump chamber 時應小心對好以免發生危險。

應用

(一) 肝臟方面——1972 年 Chang 首先用活性碳血液灌注治療肝昏迷病人，證明人工肝臟 (Artificial liver) 的觀念是不容反駁的。人工輔助裝置是利用合理的設計來輔助治療急性猛暴性肝衰竭，但目前僅能做短期應用，因爲急性肝衰竭的病理生理學仍未完全明瞭，對於肝臟運輸的機轉也不清楚，而且肝臟另外還行合成作用像 Clotting factor V，血液灌注其目的是用來去除肝衰竭時堆積的毒素，然而至今我們仍不知道肝昏迷是否因爲毒素代謝物的積聚抑或缺乏正常肝臟分泌的某些特別物質，最近有人重新研究它。

1950 年首次報告有人利用血液透析來治療肝衰竭，以後陸續有如是報告，在 1958 年 Kiley 和 1962 年 Doyle 都證明血液透析可降低血中的氨 (Ammonia)，但因肝昏迷的毒素分子 (middle molecules) 不易被移去，故限制了其治療價值。

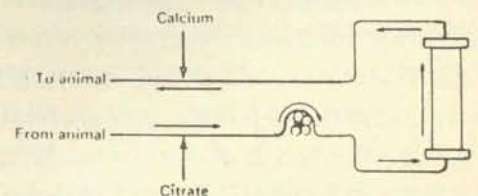
因爲血液透析的能力有限，所以又設計利用血液灌注

直接把肝衰竭所蓄積的毒素吸附，灌注因爲不需經過“透析膜” (membrane) 可使“middle molecules”容易移出，也可以把蛋白結合物 (protein-bound) 和不易透析的物質 (nondialyzable substances) 吸附清除，但却造成了血小板及白血球的減少。

A. 活性碳吸附劑可清除氨、尿素、肌酸酐等但對 Bilirubin 的清除能力差，Chang 首先利用活性碳來醫治兩位肝衰竭病人，以後在 King college hospital 用狗作實驗證明對肝缺血 (hepatic ischemia) 也有效果，但事實上活性碳對 bilirubin, bile acids, Ammonia 的廓清力很小，而大部份被清除的是 anionic acids，因此若能知道肝衰竭的發病原理對人工輔助器的設計是有幫助的。

B. 樹脂吸附劑方面：陽離子交換樹脂像 Domox-50，或其他綜合陽離子對高血氨 (Hyperammonemia) 的肝衰竭病人，能降低其血中氨的濃度，但在神經學上的改善却很小，而在不帶電荷的交換樹脂像 XAD-2 和陰離子交換樹脂像 Domex，亦證明可除去血漿中一些與蛋白質結合，或不易透析的內在和外來物質如膽色素，膽酸和 Sulfobromophthalein 等。Russia 也報告可使用陰離子交換樹脂來降低血清中膽色素的濃度。雖然用樹脂作血液灌注可以作臨床治療，但因爲白血球的減少 (60-80%) 和血小板的降低 (60-98%)，所以用此法來治療肝衰竭病人仍不被鼓勵。

C. 除了活性碳和樹脂外，也有人用 Albumin-agarose gel。其原理是使用 Albumin-agarose gel 的 affinity chromatography 作成 extra-corporal hemoperfusion in vitro 發現能清除膽色素，indocyanine green, BSP 包括某些膽酸和一些與白蛋白結合的藥物。In vivo 在一小時內可使老鼠的膽色素從 8.2 mg % 降至 2.6 mg % (70%) 而對血液只有輕微的影響。但在猴子和人類的血液 (in vitro) 則有顯著的血小板和白血球的損失，不過若血液進入血液灌注柱 (cartridge) 前打 citrate 出來時補充鈣，則可避免此種副作用，於樹脂和活性碳亦同。(附圖)：



或許將來利用 albumin-agarose gel 作血液灌注來輔助治療急性肝衰竭是具有價值的。

D.生物學的活性吸附劑如用 gel-entrapped 肝臟的 microsome 可行 O-demethylation, P-hydroxylation, glucuronidation 和 In vitro 代謝 diazepam。Brunner 亦報告成功的將 UDP-glucuronyl transferase 附著在 acrylamide 或 Sepharose 上，可以用在 paracetamol 中毒之老鼠，也有人用肝細胞做組織培養，已證明可降低老鼠之胆色素和氨。到目前為止，對於猛暴性肝衰竭仍然沒有一種方法能肯定的說比細心的加護照顧，迅速的治療其併發症更具效果。

(二)各種藥物中毒：

藥物中毒常因誤食或企圖自殺，在歐美社會發生率相當高，有人調查英國三所大醫院，發現藥物中毒病人佔內科住院總患者 10% 佔急診 20%。在美國每年因服藥過量或服毒自殺死亡者超過 20000 人，兒童中毒事件每年約 200 萬起，造成四百多人死亡，因此尋求一種有效的治療，已經是刻不容緩。

A. 巴比特魯類：

利用血液灌注來清除 Barbiturates 和 glutethimide 其廓清速率為 207-300 ml/min，治療時間可從 2 ½ - 10 小時。灌注係經過一個 650 gm 的 Amberlite XAD-2 resin 既簡單又對藥物中毒諸如 Barbiturates, glutethimide 和 ethchlorvynol 較之利用血液透析更具效果。有一個攝食 75 gm 的 glutethimide 患者，連續接受 3 天的灌注，先後治療了 9 小時，10 小時和 8 小時，清除了 30 gm 以上的藥物，病人戲劇性的恢復，證明灌注療法的價值。in vitro 血液灌注用 XAD-4 resin 來清除 phenobarbital 比使用 XAD-2 更有效，據研究 2 ½ - 10 小時的灌注通過 XAD-4 resin，能使 8/10 的 barbiturate 和 glutethimide 中毒病人得到成功的救治，接受灌注的患者一般經過 5.6 ± 3.0 小時會有 ¼ 病人發生血小板減少，從 229,000 ± 98,000 /ml 到 115,000 ± 40,000 /ml 之間，然而經過 18 - 24 小時後可回復到 182,000 ± 97,000 /ml，並沒有出血和溶血的合併症被報告。但值得注意的是有一個病人作血液灌洗把血中的 glutethimide 從 11.0 降到 9.5mg/100ml，在 9 小時中除去 13.4 gm，這說明 glutethimide 迅速地從細胞內液和腸胃系輸送到細胞外液。但有些病人在灌洗後血清中 glutethimide 濃度低，却仍呈深度昏迷 (deep coma) 這顯然說明昏迷與血清中 glutethimide 的濃度不成正比。很可能的是 glutethimide 的代謝毒素控制著昏迷程度 (同樣的情形發生在狗的 phenobarbital 中毒以及人的 phenobarbital 和 glutethimide 的中毒)。

若在臨床上患者對治療的反應較慢，那可能是毒素已

經作用到 CNS (central nervous system)，對昏迷來說這也是重要的因素，就曾有患者灌洗後又再度昏迷，尤其容易發生在 glutethimide 中毒的病人。

B. 毛地黃類：

毛地黃中毒時一般治療不佳的病人，選擇一種安全有效的治療方法是需要的。一般的利尿劑或血液透析是無效的，因為毛地黃與組織結合。同樣的，腹膜透析亦無法清除毛地黃。利用血液灌注來治療毛地黃中毒，在狗實驗中已有成功的報告，最近亦有臨床病例報告。

案例一利用樹脂血液灌注

是一位 51 歲的女病人，正接受長期血液透析，合併充血性心衰竭 (CHF)，當她症狀無法用透析的超過濾 (ultrafiltration) 來改善時，醫師合併藥物治療，給予 0.125 mg/daily 的 digoxin，症狀改善了。兩個月後，當她在乾燥體重 (dry weight) 時血壓高達 180/100 mm Hg，醫生告訴她抗高血壓藥 (Antihypertension Drugs) 增加到一天 4 次，她不明白把 Digoxin 也同樣增至 0.125 mg qid，當 5 天以後她主訴噁心、嘔吐、心電圖顯示毛地黃效應 (digitalis effect) 和 normal sinus rhythm (NSR) 血漿中 digoxin 濃度是 0.4ng/ml，予做 4 小時的血液透析，但無效故決定採用 resin 血液灌注，血漿中 digoxin 的廓清率約 143.07 ml/min ~ 82.78 ml/min 約經過 150 分鐘病人噁心好了。灌注中的 4 小時病人良好，亦沒有發生血小板的變化。

案例二利用活性碳血液灌注

有一位 62 歲的老婦人，攝食約 70 顆 0.25mg 的 digoxin，結果嘔吐，腹瀉、反應遲鈍，血壓 104/50 mm Hg，心律不整 40 次/min，肝臟擴大，實驗室報告：Ht 40%，WBC 10,300/cumm，Platelets 145,000/cumm，K⁺ 5.9 mEq/l，Blood creatinine 0.7 mg/dl，plasma digoxin 19 ng/ml，EKG 顯示 Mobitz type 2 Pattern with 2:1 heart block，ventricular rate 56 次/min 開始時用靜脈點滴 Isoproterenol hydrochloride 和 atropine sulfate 來維持 Ventricular rate 在 50 次/min 以上，這種治療經過 12 小時，EKG 顯示如前，ventricular rate 47 次/min，Digoxin 濃度是 15 ng/ml。最後決定是採用活性碳血液灌注，灌洗 5 個小時後血中 digoxin 降至 5.3 ng/ml，血小板 150,000/cumm，患者改善了，並未再使用 Isoproterenol 或 Atropine EKG 看來有 first-degree atrioventricular block 心跳 64 次/min。

藥物中毒最常見於住院治療的患者，其發生率佔 8% ~ 35% 造成致死原因是心臟中毒佔 3 ~ 21%，在腎臟

功能正常時 digoxin 由腎臟排泄，其半壽期 (half-time) 平均是 1.6 天，因此一般的支持療法希望能由正常的腎臟功能排泄過量的藥物，可是經常毛地黃中毒的患者腎臟也不正常，以致延長了 Digoxin 在體內的半壽期，同時毒素增加，因此增加了死亡率。

血液灌注對 Digoxin 的廓清率平均約 90 ml/min，據報告其副作用是減少血小板，通常可在治療後 24 小時內恢復正常，因此很少發生出血合併症。

C. Theophylline :

Theophylline 中毒時常會發生神經症狀，像羊癲癇雖然打 diazepam, phenobarbital 常不能收到效果，也會產生心臟症狀像心律不整，呼吸衰竭等。Lauryer 報告用 Resin hemoperfusion 在血流 300ml/min 時去除率是 225 ml/min 而且癲癇停止，Russo 報告在一個有上述二種症狀之病人做 4 小時的活性碳血液灌注，1 小時內症狀消失。

D. Paraquat :

對於 Paraquat 或 diquat 等除草劑，往往只喝一到三口就會致命，對於其治療並無解藥，但由於它們是雙鍵陽離子化合物，不會迅速吸收，所以早期可以洗胃，口服礦物吸收劑像 Fuller's earth, bentonite 或灌腸等，但若吸收以後則需靠血液透析或血液灌注。在濃度 20 ppm，而流速 100ml/min 時，血液透析去除率為 70 ml/min，而碳血液灌注更佳，在 1—2 ppm 時血液灌注之去除率為血液透析的 5 至 7 倍，而在 1 ppm 以下血液透析沒有效果（但 1—2 ppm 以下常是病人中毒的濃度）而活性碳可以使之降至零。Gelfand 用活性碳血液灌注從 3 個病人中救活一個，至於為何救不活，S. Okonek 認為去除組織中的毒素才是最重要，而 paraquat 有很強的組織吸附力，因此必須愈早愈好，如果已和組織結合就沒有效果。（另外，作完 Hemoperfusion 後亦應注意藥物濃度的 rebound 以防病人病情突然轉劇。）

E. Amanita phalloides, CCl₄, Methotrexate salicylate 中毒等等：

Wauters 在草 (Amanita phalloides) 中毒的病人有嚴重腸胃症狀，但尚未造成肝腎衰竭之病人做 charcoal 血液灌注能防止病人死亡，而 Schwarzback 將之用在 CCl₄ 中毒效果亦佳。

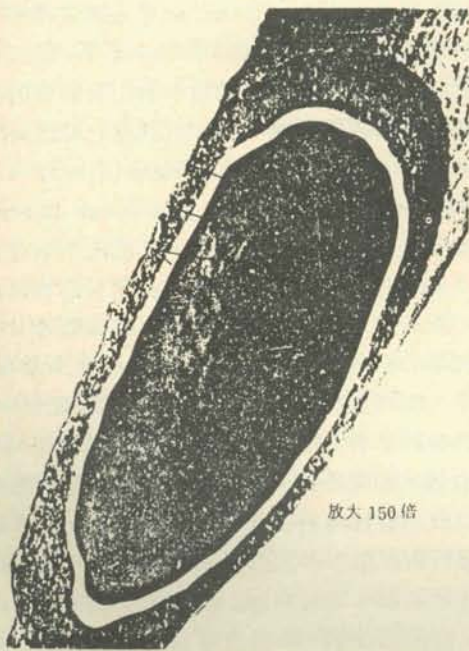
此外，Gibson 亦用 XAD-4 血液灌注治療 Methotrexate 引起之嚴重毒性，而活性碳之血液灌注更為 XAD-4 去除率的 3.5 倍，不過因灌注後有反彈現象，所以以較短時間重複灌洗較為有效。其他 Salicylate Camphor 等皆有報告。

(二) 腎臟衰竭：

自從 Kolff 首先在做過 Scribner 動靜脈吻合的病人做血液透析後，血液透析已被廣泛而且成功的使用在慢性腎臟衰竭和急性中毒的病人身上。為了進一步簡化其治療方法，很多利用血液透析的原理做進一步的研究正在進行中，血液灌注即是其中之一。

在用樹脂做吸附劑方面，McLaughlin 等人用 Dowex 50 × 8 陽離子交換樹脂在狗做血液灌注顯示血中鉀可以降低，生命可以延長，但 BUN 漸漸增加，pH 漸變酸性，到 7.10 後終於死亡，Sandler 等人將之用在狗和人身上，在人 60 分鐘就能使鉀從 6.0 mEq/L 降至 4.6 mEq/L。對於白血球、紅血球和血小板沒有顯著的改變。

在活性碳的經驗方面，Bock 發現它可以去除尿中的肌酸酐和尿酸，但對尿素很差。Yatzidis in vitro 顯示可以去除 Indicanphonols, guanidine bases 和有機酸。他在慢性腎衰竭的病人做了 20 次的血液灌注。發現用 2—3 個碳柱做 60 分鐘灌注，相當於血液透析 4 到 6 個小時，對於病人昏睡和腸胃病狀有顯著改善，沒有透析後乏尿現象，但有畏寒和低血壓，George Dunea 亦得到類似結果，他報告有血小板降低現象，但無出血。他認為在腎臟仍有排泄水，電解質和尿素功能的病人，這種血液灌注很有效，如果不是，也可做輔助血液透析的方法，因為它可以做到血液透析沒法做到的。Chang 用 AcAc 做吸附劑，發現對肌酸酐和尿酸去除率相當高，相當或優於標準的血液透析器，而且對 guanidine 亦很有效，此外它不像沒有包被的活性碳，對於血球沒有不良效果，亦不會放出顆粒栓塞。另外他將血液灌注，超過濾 (ultrafiltration) 血液透析併用、或單獨使用做一比較，發現單用血液透析對與蛋白質結合的分子，中分子量分子、尿酸、肌酸酐，皆沒有血液灌注的佳，但若單用血液灌注，則對鉀、磷酸、BUN、鈉的去除，不若併用血液透析的好，若血液灌注加上超透，則對鈉的移除效果最佳，由此看來，血液灌注仍然必須加上血液透析，對於腎臟衰竭才能發揮充分的治療效果。所以目前世界各地正在進行臨床研究，而且已有雙重作用的新透析膜問世，用這種新透析膜可做成空心纖維透析器或蟠管透析器，如圖 (1-17)，表示吸附透析 (Sorbent dialysis) 空心纖維之斜切面，內層為 cellulose 透析膜，厚 5—10 micron 外層為活性碳，厚約 35 micron。



放大 150 倍

圖 1-17 吸着透析空心纖維之斜切面

結論

隨著對動物及人類的實驗研究，血液灌注已在內因性及外因性毒物之去除佔一席之地。對不少藥物中毒及部分代謝疾病（例如尿毒症等），血液灌注確已收到快速而且有效的治療效果，但對藥物中毒之治療而言，傳統之方法亦可收到相當療效，而且血液灌注非無副作用及合併症，又何種藥物或毒素能由何種吸附劑作有效之吸收，尚未完全明瞭。再者此等吸著劑對體內必需之物質亦有吸收之現象。因此本法應限於非常嚴重而有生命危險之中毒病人，始可考慮使用。至於當作人工肝臟輔助器，可說尚在試驗性階段，一俟肝性昏迷之病因查明後必有長足進步。

參考資料：

1. 張天鈞等：當代醫學，第六卷，第九期，血液灌注。
2. 譚柱光：人工腎臟與腹膜透析 19-22 南山堂出版。
3. R. VAN WAGENEN, D. L. COLEMAN, J.D. ANDRADE: Adsorbent hemoperfusion: Nonbiological particulate matter. *Kidney International* Vol. 17 PS-397-S-400, 1975.
4. Joseph W. Smiley MD; Noreen M. March. MD; Edmund T. Del Guercio MD: Hemoperfusion in the Management of Digoxin Toxicity. *JAMA* Vol. 240 No. 25 P2736-2737, 1978.
5. JAP TRAFFORD, RH JONES, R EVANS, P SHARP, P SHARPSTONE, J cook: Hemoperfusion with R-004 Amberlite resin for treating acute poisoning: *British Medical Journal*, 1453-1456.
6. Paul D. Berk, Bruce F. Scharschmiot, James F. Martin, Paul H Plotz: Artificial support systems for liver failure. *Kidney International* PS 233-S238, 1976.
7. Paul D. Berk. MD: Artificial Liver P789-791, 1978.
8. Thomas A. Davis: Activated Carbon fibers in hemoperfusion devices, *Kidney International* vol, PS406-S-408, 1975.
9. J.T. Hew. F.E. Hart. R.A. Willson: Liver Support Systems *Gastroenterology*. Vol. 74 P661-663, 1978.
10. XR-004 Hemoperfusion System.
11. Jerry -L Rosebaum MD. FACP; Mark S. Kramer, MD; Rasia Raja. MD. FACP: Resin Hemoperfusion for Acute Drug Intoxication, *Arch intern. Med.* 136. 263-266, 1976.