

중 설

독성 물질 제거에 있어서 투석과 연관된 치료

아주대학교 의과대학 신장내과학교실

김흥수 · 신규태

Dialysis Related Treatment to Increase Elimination of Toxic Agent

Heung Soo Kim, M.D., Gyu Tae Shin, M.D.

Department of Nephrology Ajou University School of Medicine

Various forms of dialytic techniques are available for detoxification. Hemodialysis, hemoperfusion and hemofiltration (hemodialfiltration) are the main treatment modalities. Because these modalities are rather invasive and expensive, it must be decided in balance of the risk and benefit to the patient. The prime consideration in the decision is based on the clinical features of poisoning; hemodialysis or hemoperfusion should be considered in general if the patient's condition progressively deteriorates despite intensive supportive therapy. The hemodialysis technique relies on passage of the toxic agent through a semipermeable membrane so that it can equilibrate with the dialysate and subsequently removed. It needs a blood pump to pass blood next to a dialysis membrane, which allows agents permeable to the membrane to pass through and reach equilibrium. Solute (or drug) removal by dialysis has numerous determinants such as solute size, its lipid solubility, the degree to which it is protein bound, its volume of distribution etc. The technique of hemoperfusion is similar to hemodialysis except there is no dialysis membrane or dialysate involved in the procedure. The patient's blood is pumped through a perfusion cartridge, where it is in direct contact with adsorptive material (usually activated charcoal) that has a coating material such as cellulose. This method can be used successfully with lipid-soluble compounds and with higher-molecular-weight compounds than for hemodialysis. Protein binding does not significantly interfere with removal by hemoperfusion. In conclusion, hemodialysis, hemoperfusion and hemofiltration can be used effectively as adjuncts to the management of severely intoxicated patients.

Key Words: Hemodialysis, Hemoperfusion, Hemofiltration

서 론

독성 물질 제거와 관련된 투석 치료를 논하기 전에 우선

책임저자: 김 흥 수
경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5번지
아주대학교 의과대학 신장내과학교실
Tel: 031) 219-5132, Fax: 031) 219-5109
E-mail: nephrohs@ajou.ac.kr

*본 논문의 일부는 2003년 9월 26일 임상 독성 학회 학술 대
회 때 발표됐음.

투석의 역사와 투석의 원리를 이해하는 것이 이해에 도움
이 될 것으로 생각된다. 투석(dialysis)이라는 단어는
1854년 스코틀랜드의 물리 교수인 Thomas Graham이
처음 사용하기 시작하였으며 이것은 반투과성 막을 사
이에 두고 서로 다른 농도의 용액에서 용질의 농도가 높은
쪽에서 낮은 쪽으로 용질의 이동을 의미하였다¹⁾. 이미 이
때 Graham은 투석이 의학적 치료에 사용될 것이라는 것
을 예견하기도 하였다. 그렇지만 이러한 예견 즉, 혈액으
로부터 확산 작용에 의해 용질을 제거할 수 있다는 이론은
1913년 Abel, Rowntree, 그리고 Turner등²⁾ 이 처음으로
투석기를 만들어 사용하기 전까지는 이용되지 못하였다.

이들은 속이 비어있는 가느다란 실의 다발을 유리 실린더 안에 넣어 실속으로는 혈액을 그리고 실린더 안에는 투석액을 넣는 방법 - 거의 현재 사용하고 있는 혈액 투석 방법과 동일 - 을 고안하여 동물에서 salicylate 등의 독성 물질 제거에 사용하였다. 실제 임상에서 환자를 대상으로 하는 인공신장은 1944년 Kolff³⁾ 에 의해 고안되었으며 1951년에는 Doolan⁴⁾ 이 aspirin에 중독된 환자에서 aspirin 제거를 목적으로 투석을 시도하였으나 이러한 시도는 투석기의 기술적 문제로 성공하지 못했으며 1955년에야 Schreiner⁵⁾ 에 의해서 aspirin 중독 환자에서 성공하였다. 이후로 많은 환자에서 혈액 투석 (hemodialysis), 복막 투석 (peritoneal dialysis) 그리고 혈액 관류 (hemoperfusion), 혈액 여과 (hemofiltration)를 이용하여 여러 가지 독성 물질을 제거할 수 있었다는 보고들이 있었다.

2001년 미국의 American Association of Poison Control System (AAPCC) 의 자료에 의하면⁶⁾ 독성물질에 노출되었던 2,267,979 환자들 중 1,280명에서 혈액 투석을 시행하였고 45명에서 혈액 관류를 그리고 26명에서 투석과 연관된 치료를 시행하여 총 1,351명에서 투석 혹은 투석과 연관된 치료를 받았다. 이렇듯 투석은 독성 물질 제거에 있어서 흔한 치료는 아니지만 여러 가지 적응증이 되는 경우에는 아주 효율적인 치료 효과를 얻을 수 있는 치료방법이다. 본 논문에서는 독성 물질 제거에 사용되는 치료 중 혈액 투석 (hemodialysis), 혈액 관류 (hemoperfusion), 그리고 혈액 여과 (hemofiltration) 등에 대하여 설명하고자 한다.

본 론

혈액 투석은 환자의 몸에서 불필요한 용질은 제거하고 (한편으로는 필요한 용질은 주입도 가능) 체내 저류된 과도한 수분을 제거하는 치료로 이용될 수 있다. 용질 제거의 기전은 확산 (diffusion) 현상과 초여과 (ultrafiltration) 현상을 이용하는 데 확산이란 반투과성 막을 사이에 두고 각각 농도가 다른 용액 내에서는 용질이 용질의 농도차, 용질의 크기, 시간 등에 따라 농도가 높은 쪽 용액에서 낮은 쪽 용액으로 이동하게 되는 현상이다. 초여과는 대류성 이동 (convective transport)이라고도 하며 물이 수압 혹은 삼투압의 차이에 의해 반투과성 막을 통과할 때 약간의 용질도 같은 방향으로 이동하는 현상 (solvent drag)을 말한다. 즉 반투과성 막을 사이에 두고 우리가 원하는 용액 (이것이 투석액 입) 과 그 반대쪽에 혈액을 흐르게 하면서 적절한 수압을 유지해 주면 확산과 초여과 현상에 의해서 혈액 내에 과도하게 존재하는 용질 즉, 독성 물질을

제거할 수 있게 된다. 투석액은 환자의 상태에 따라 혹은 원하는 목표에 따라 그 성분 (예를 들어 bicarbonate, sodium농도 등) 을 기계에 따라서는 조절할 수 있게 되어 있으며 흔히 사용되고 있는 투석액 조성은 Na^+ 140 mEq/L, K^+ 2.0 mEq/L, Cl^- 110 mEq/L, HCO_3^- 30 mEq/L, Ca^{++} 3.0 mEq/L, Mg^{++} 1.0 mEq/L, dextrose 100 mg/dl 이다. 일반적인 투석 방법은 우선 효율적인 투석을 위해서는 분당 200 ml이상의 혈액을 빼낼 수 있는 혈관이 필요하므로 대퇴정맥 혹은 내경 정맥 (쇄골하 정맥도 가능하나 정맥 협착증의 후유증의 빈도가 상대적으로 높아 선호되지 않음)을 확보해야한다. 이 경우 혈액을 빼내는 도관과 투석으로 원하는 용질 (혹은 독성 물질)이 제거된 혈액을 다시 주입해야하는 도관이 붙어 있는 이중 관강도관 (dual lumen catheter)을 쓰게 된다. 일반적으로 신장내과 의사와 협의 진료 하에 진행되며 기계 사용여부를 미리 확인해야 하고 기계 준비 시간이 1~2 시간 필요하다. 1회 투석 시간은 보통 4시간이나 이것은 환자의 상황에 따라 조절 가능하다. 혈액 투석 시 투석막 내부를 흐르는 혈액의 응고를 막기 위해 헤파린을 이용하여 전신적 항응고 요법을 시행하는 것이 투석 효율을 유지하는 측면에서 좋으나 환자의 상태가 헤파린을 사용하기 곤란한 경우 즉, 출혈성 경향이 심하든지 혹은 최근 수술을 한 경우에는 생리식염수로 투석막을 세척하는 방법으로도만 가능하다.

이러한 투석 치료로 용질 즉 독성 물질의 제거가 가능하지만 용질의 여러 가지 요인과 투석의 요인에 따라 그 효율이 달라진다⁷⁾. 용질 쪽의 요인들로는 용질의 크기가 작을수록, 지방 용해도가 낮을수록, 단백질과의 결합능이 떨어질수록, 체내 분포 용적이 적을수록 용질의 제거가 용이하다. 투석 쪽의 요인들로는 투석막의 면적이 클수록, 투석막 재질이 고유량 투석막 (high flux membrane) 인 경우, 혈류량과 투석액 유량이 많을수록 용질의 제거가 우수하다. 용질 측면에서 극단적인 두 가지 약물의 예를 들면 다음과 같다. 정신과 약물로 흔히 쓰이는 리튬은 양이온중 가장 작아 LiCO_3 의 분자량은 73.89 밖에 안 된다. 또한 지방에 용해되지 않으며 단백질과 결합하지 않고 체내 분포 용적은 0.8 L/Kg 로서 약물 중 투석으로 제거가 아주 잘되는 약물 중 하나이다. 따라서 이러한 약물에 의한 중독 환자인 경우 아주 효과적으로 치료가 가능하다. 또 한편으로는 당뇨병성 신경병증의 치료제로 흔히 쓰이는 amitriptyline이 있는데, 이 약물은 상대적으로 분자량이 크고 (amitriptyline HCl로서 313.87) 다소 지방에 분해되며 96.4%가 단백질과 결합하며 체내 분포 용적도 15 L/Kg 로서 리튬에 비하면 여러 가지 조건이 투석으로 제거가 거의 힘든 약물이다⁸⁾. 따라서 약물 중독 환자의 혈액 투석의

결정은 각 약물에 따라 투석에 의해 제거가 가능한 지를 반드시 확인 후 시행해야 하겠다. 혈액 투석에 의해 제거가 가능한 약물은 표 1과 같다. 혈액 투석으로 인한 제거 가능성 확인도 중요하지만 아무래도 혈액 투석은 비교적 침습적인 치료 방법이므로 다음과 같은 적응증이 있는 경우에 보통 시행한다. 첫째, 보존적 치료에도 불구하고 환자 상태가 악화 될 때, 둘째, 정상 제독 방법에 장애가 있는 경우, 셋째, 섭취한 약물이나 독성 물질이 환자에게 심각한 병세 혹은 사망에 이르게 할 수 있을 때, 넷째, 나이 나 기존 질환에 의해 독성 물질의 효과가 더욱 심하게 나타날 때, 다섯째, 중추 신경 특히 중뇌 장애가 심하게 나타날 때 (호흡수 감소, 저체온증, 저혈압 등) 등이다. 혈액 투석 시 발생 할 수 있는 합병증은 매우 다양하다. 가장 흔한 것은 저혈압이며 그 외에도 전해질 장애, 발작, 부정맥, 투석막 응고, 공기 색전증 등이 있을 수 있다. 투석의 비용을 보면 투석 1회당 2003년 9월 현재 약 120,000원 (보험 기준 투석비 74,000원, 투석액 13,000원, 재료대 34,000원 카테타 삽입료 및 재료대 별도) 정도이며 약물 중독이 자살 목적인 경우 보험 적용이 안된다. 따라서 혈액 투석을 몇 차례 시행시 경제적인 부담도 크다 할 수 있다.

혈액 관류 (hemoperfusion)는 혈액 투석과 혈액을 이용한다는 기본적인 측면 에서는 비슷하지만 투석막 대신 흡착력이 강한 작은 조각들이 들어 있는 원통 모양의 통을 이용한다는 것이 가장 큰 차이점이라 할 수 있다. 즉 흡착력이 강한 물질에 피를 직접 접촉 시킴으로써 원하는 약물이나 독성 물질을 제거하는 방법이다. 이러한 방법은 1940 대⁹⁾ 에 처음 개발된 후 1950년대부터 1970년대¹⁰⁻¹²⁾ 에 걸쳐서 다듬어 졌으며 1970년대와 1980년대¹³⁻¹⁵⁾ 에 들어서 임상적 치료에 이용되기 시작하였다. 국내에서 시판되고 있는 흡착제는 Adsorba (Gambro사) 로서 이것은 흡착제로 활성탄을 사용하며 활성탄에 cellulose nitrate 중합체를 입힌 것이다. 이러한 처리를 함으로서 생체 적합성을 높일 수 있고 따라서 부작용도 최소화할 수 있다. 혈액 관류의 특징은 혈액 투석으로는 제거가 불가능한 지방 용해도가 높은 약물도 제거가 가능하다는 장점과 비교적 분자량이 큰 약물도 제거가 가능하다는 점이다. 혈액 관류로 제거가 가능한 약물을 표 2에 요약하였다⁸⁾. 혈액 관류 시 혈액 투석과의 또 한 가지 차이점은 흡착제를 쓰기 때문에 흡착제의 효과가 일정 시간 지나면 포화되기 때문에 효과가 없어진다는 것이다. 혈액 관류의 부작용으로는 경한 혈소판 감소, 백혈구 감소, fibrinogen 감소, 저칼슘혈증, 저혈당 등이 있을 수 있다. 국내 혈액 관류 시 비용은 보험 기준으로 혈액 관류술 1회 당 105,000원 재료대 357,000원으로 약 460,000원이 든다. 국내에서 혈액 관류

와 연관된 논문을 KoreaMed를 통해서 찾아본 결과 10개의 논문¹⁶⁻²⁵⁾ 을 확인할 수 있었으며 그중 6개는 paraquat 관련이 가장 많았고 나머지는 pendipronil (제초제), dapsone, methotraxate 관련 논문들 이었다. 배동¹⁹⁾에 의하면 파라콰트 중독 환자에서 혈액 관류술 시행군 (n=29)

Table 1. 혈액 투석에 의해 제거가 가능한 약물들⁸⁾

Alcohols	Sedatives-Anticonvulsants
Ethanol	Butabarbital
Ethylene glycol	Pentobarbital
Isopropanol	Phenobarbital
Methanol	Carbamazepine
	Chloral hydrate
Analgesics	Ethchlorvynol
Acetaminophen	Glutethimide
Colchicine	Meprobamate
Salicylates	primidone
	(Valproic acid)
Antibiotics and Chemotherapeutics	Cardiovascular Drugs
Amoxicillin	Atenolol
Clavulanic acid	Captopril
Penicillin	Enalapril
Ticarcillin	Metoprolol
Cefixime	Methyldopa
Cefuroxime	Nadolol
Cephalexin	Procainamide
Amikacin	Propranolol
Gentamicin	Sotalol
Kanamycin	Tocainide
Neomycin	
Streptomycin	Solvents
Tibramycin	Acetone
Metronidazole	Camphor
Nitrofurantoin	Thiols
Sulfisoxazole	Trichlorethylene
Sulfonamides	
Tetracycline	Miscellaneous
Imipenem	Lithium
Ciprofloxacin	Theophylline
Acyclovir	Paraquat
Isoniazid	Aniline
Ethambutol	Boric acid
Didanosine	Chlorates
Zidovudine	Diquat
Foscarnet	Thiocyanate
Ganciclovir	
Cyclophosphamide	
5-Fluorouracil	

Parentheses indicate not well removed.

과 미시행군 (n=16) 사이에 생존률에 통계적인 차이는 없다고 하였으며 노등²¹⁾ 은 혈액 관류술 단독 치료군과 혈액 관류술 과 지속성 정정맥 혈액 여과술로 같이 치료한 군 사이에 생존율에는 차이가 없다고 하였다.

혈액 여과술 (hemofiltration) 도 약물 중독과 관련한 보고들이 있으며 일반적으로 혈액 투석에 비해서 약물 제거 능력이 떨어지기는 하지만²⁶⁾ 분자량이 비교적 큰 물질 (<4,500~40,000) 의 제거가 가능하고²⁷⁾ 또한 혈액 투석 (일반적으로 회당 4 시간) 에 비해 장시간 사용 할 수 있다

는 장점도 있다. 혈액 투석과의 차이는 동맥과 정맥을 이용하는 경우는 혈액 펌프를 사용하지 않을 수 있으며 투석액을 사용하지 않는다는 점이다. 마지막으로 복막 투석은 약물 중독시 약물의 제거 효율이 가장 낮은 방법이다. 시행 하는 방법은 카테타를 복강안에 위치시킨 후 이것을 통해 2 liter의 투석액을 넣은 후 약 3~4시간 후 배액 시킨다. 투석액은 회사 에 따라 그 성분이 약간의 차이는 있지만 일반적으로 우리 몸의 전해질 성분과 유사한 농도로 만든 수액이며 삼투압을 높이기 위해 높은 농도의 포도당을 함

Table 2. 혈액 관류에 의해 제거가 가능한 약물들⁸⁾

Barbiturates	Antimicrobials/Anticancer	Cardiovascular
Amobarbital	(Adriamycin) [†]	Digoxin
Butobarbital	Ampicillin	Diltiazem
Hexobarbital	Carmustine [†]	(Disopyramide)
Pentobarbital	Chloramphenicol	Flecainide
Phenobarbital	Chloroquine	Metoprolol
Quinalbital	Clindamycin	N-acetylprocainanide
Secobarbital	Dapsone	Procainamide
Thiopental	Doxorubicin	Quinidine
Vinalbital	(5-Fluorouracil)	
	Gentamicin	Miscellaneous
Nonbarbiturate	Isoniazid	Aminophylline
Hypnotics,	(Methotrexate)	Cimetidine
Sedatives,	Thiabendazole	(Fluoroacetamide)
and tranquilizers		(Phencyclidine)
Carbromal	Antidepressants	Phenols
Chloral hydrate	(Amitryptiline)	(Podophyllin)
Chlorpromazine	(Imipramine)	Theophylline
(Diazepam)	(Tricyclics)	
Diphenhydramine		Solvents, Gases
Ethchlorvynol	Plant and Animal Toxins,	Carbon tetrachloride
Glutethimide	Herbicides, Insectides	Ethylene oxide
Meprobamate	Amanitin	Trichloroethane
Methsuximide	Chlordane	Xylene
Methypylon	Demeton sulfoxide	
Promethazine	Dimethoate	Metals
(Valproic acid)	Diquat	(Aluminum)*
	Methylparathion	(Iron)
Analgesics,	Nitrostigmine	
Antirheumatics	(Organophosphates)	
Acetaminophen	Parathion	
Acetylsalicylic acid	Paraquat	
Colchicine	Phalloidin	
D-Propoxyphene	Polychlorinated	
Methylsalicylate	biphenyls	
Phenylbutazone		
Salicylic acid		

(), Not well removed; (*), removed with chelating agent; †, well removed in regional hemoperfusion.

유하고 있다. 이러한 조건에서 확산과 초여과에 의해서 용질이 환자의 혈액으로부터 복강내로 빠지게 되며 이것을 배액하므로써 체내로부터 제거하게 된다. 혈액 투석에 비해서는 독성 물질의 시간당 제거 효율이 많이 떨어지므로 빠른 시간 내에 독성 물질을 제거해야 하는 상황에서는 적절한 치료 방법이 되지 못한다²⁶⁾.

결 론

독성 물질 제거에 있어서 투석과 연관된 치료로는 혈액 투석, 혈액 관류 및 혈액 여과(혹은 혈액 투석 여과) 술 등이 가능하며 이러한 치료들은 보존적 치료에 비해 침습적이고 비용도 많이 드는 편이므로 하기 전에 환자에게 치료를 함으로서 얻을 수 있는 득과 실을 잘 저울질해야 한다. 적응증은 일반적으로 보존적 치료에도 불구하고 환자 상태가 안 좋아지거나 정상적인 제독 루트가 작동하지 못하는 경우이다. 혈액 투석은 상대적으로 분자량이 작은 경우, 지방 용해도가 낮은 경우에 효과적으로 제거가 가능하며 혈액 관류는 분자량이 크거나 지방 용해도가 높은 경우에 일반적으로 선호된다. 시행 방법은 중심 정맥, 주로 대퇴 정맥이나 내경정맥을 이용하며 항응고제를 사용하며 1 회당 4시간 (혈액 관류인 경우 6시간 까지 가능) 치료를 하게 된다. 혈액 투석은 반투과성 막을 사이에 두고 한쪽은 혈액을 또 다른 한쪽은 투석액을 흘려줌으로서 독성 물질이 들어 있는 혈액으로부터 투석액 쪽으로 독성 물질이 빠져 나가게 되고 결국 환자 몸으로부터 제거 된다. 혈액 관류는 혈액 투석과 거의 비슷한 과정이지만 투석막과 투석액을 필요로 하지 않는다. 대신 흡착 물질 (주로 활성탄) 이 들어 있는 통에 혈액을 통과 시킴으로서 효과를 얻게 된다. 이 방법은 혈액 투석과 달리 지방 용해도가 높은 경우나 분자량이 큰 독성 물질 제거에도 효과가 있다. 결론적으로 독성 물질 제거에 있어서 투석과 연관된 치료는 적절한 적응증이 있는 지를 우선 확인하는 과정이 필요하며 그 다음은 투석과 연관된 치료들 중 가장 효율적인 제거 방법이 어떠한 방법인지를 선택하는 과정이 필요하다.

참고문헌

1. Graham T: Bakerian lecture on osmotic force. *Phil Trans Roy Soc London*, 1854, p.177.
2. Abel JJ, Rowntree LG, Turner BB: On the removal of diffusible substances from the circulating blood by mean of dialysis. *Trans Assoc Am Phys* 1913;28:51.
3. Kolff WJ, Berk HT: Artificial kidney: Dialyzer with great area. *Acta Med Scand* 1944;117:121.
4. Doolan PD, Walsh WP, Kyle LH, Wishinsky H:

Acetylsalicylic acid intoxication: A proposed method of treatment. *JAMA* 1951;146:105.

5. Schreiner GE, Berman LB, Griffin J, Feys J: Specific therapy for salicylism. *N Engl J Med* 1955;253:213.
6. Litovitz TL, Klein-Schwartz W, Rodgers GC Jr, Cobaugh DJ, Youniss J, Omslaer JC et al.: 2001 Annual report of the American Association of Poison Control Centers Toxic Exposure Surveillance System. *Am J Emerg Med* 2002;20:391.
7. Maher JF : Principles of dialysis and dialysis of drugs. *Am J Med* 1977;62:475.
8. James FW : Active methods for detoxification. In : Clinical management of poisoning and drug overdose, edited by Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF, 3rd ed., Philadelphia, *Saunders*, 1998. p.175-188.
9. Muirhead EE, Reid AF: Resin artificial kidney. *Lab Clin Med* 1948;33:841.
10. Schreiner GE: The role of hemodialysis (artificial kidney) in acute poisoning. *Arch Intern Med* 1958;102:896.
11. Yatzidis IT, Vouclari S, Oreopoulus D, et al: Treatment of severe barbiturate poisoning. *Lancet* 1965;2:216.
12. Chang TMS: Artificial Cells. Springfield, IL, Charles C Thomas, *Publisher*, 1972.
13. Hampel G, Crome P, Widdop B, Goulding R: Experience with fixed-bed charcoal haemoperfusion in the treatment of severe drug intoxication. *Arch Toxicol* 1980;45:133.
14. Gelfand MC, Wichester JF, Kneppshild JH, et al: Charcoal hemoperfusion in severe drug overdosage. *Trans Am Soc Artif Intern organs* 1977;23:599.
15. Verpooten GA, De Broe ME: combined hemoperfusion-hemodialysis in severe poisoning: Kinetics of drug extraction. *Resuscitation* 1984;11:275.
16. 유재하, 강상훈, 김현실, 백성흠, 유태민, 이지웅 등; 농약 (Gramoxon) 중독에 의한 화상으로 발생된 구강점막염 치험. *대한 구강악안면 외과학회지* 2003;29(2):123-7.
17. 김화영, 이지영, 조종태, 윤성철: Hemoperfusion과 Continuous venovenous hemodiafiltration으로 치료한 paraquat 중독증 1예. *대한 내과학회지* 2002;63(6):706-10.
18. 윤성철, 탁우택, 박영아, 이종안, 김종완: 그라목손 (Paraquat) 중독환자에서 혈액여과투석(Hemodiafiltration) 방법을 중심으로 한 체외 배설 치료의 효율성에 관한 연구. *대한 신장학회지* 2002;21(6):914-23.
19. 배기범, 김성욱, 손중원, 서재석, 오종택, 도병훈 등: 파라과트 중독 환자에서 예후 예측인자 및 혈액관류술의 효과. *대한 응급학회지* 2002;13(3):229-36.
20. 주민하, 구자룡, 윤종우, 이정열, 노희정, 전만조 등: 폐섬유화를 보인 paraquat 중독의 치료 2 예. *대한 내과학회지* 2001;60(5):490-5.
21. 노희중, 구자룡, 이정열, 주민하, 전만조, 김진철 등: Paraquat 중독 환자에 대한 hemoperfusion과 continuous veno-venous hemofiltration 의 치료 효과. *대한 내과학회지* 2000;59(6):651-6.
22. 정병근, 김지겸, 백영권, 박성호, 김경욱: Hemoperfusion과 Methylene Blue로 치료한 pendipronil® 중독 1예. *대한 신*

- 장학회지 2000;19(6):1150-3.
23. 김백선, 고윤호, 전은정, 김창욱, 조석구, 김훈교 등: 고용량의 Methotrexate 투여 후 발생한 급성 신부전증에서 시행한 혈장교환법과 혈액투석의 병행요법 1예. 대한 혈액학회지 2000;35(1):58-61.
 24. 이현수, 강응택, 유석희: 중독 환자치료에 혈액 관류(hemoperfusion)의 이용. 한국의과학 1994;26:104-12.
 25. 성낙현, 김영환, 허완재, 임채호, 김재삼, 백석기 등: Dapsone 다량 중독에 의한 급성 용혈성 빈혈 및 Methemoglobinemia 치료 1예. 대한 혈액학회지 1997 ;32(1): 106-11.
 26. Goldfarb DS: Principles and techniques applied to enhance the elimination of toxic compounds In: Goldfrank's Toxicologic emergencies. edited by Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin LA, Howland MA, Hoffman RS, Nelson LS, 7th ed., New York, McGraw-Hill, 2002. p. 58-68.
 27. Ellehorn MJ: Elimination enhancement In: Ellehorn's medical Toxicology: Diagnosis and treatment of human poisoning, edited by Ellehorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J, 2nd ed., Baltimore, Williams & Wilkins, 1997. p.79-88 .
 28. Simon NM, Krumlovsky FA: The role of dialysis in the treatment of poisonings. *Ration Drug Ther* 1997;3:1-7.