

コイル型人工腎センターの経験と問題点

横浜市立大学医学部泌尿器科学教室（主任：高井修道教授）

日 台 英 雄， 福 岡 洋
村 山 鉄 郎， 武 田 尚
岩 本 晃 明， 白 雲 起

横浜市立大学医学部第1内科学教室（主任：福島孝吉教授）

川 田 征 一， 竹 内 正 気

17 MONTHS EXPERIENCE AT A COIL TYPE KIDNEY CENTER :
RE-APPRAISAL OF LONG TERM HEMODIALYSIS
BY THE LOW PRIME COIL KIDNEYHideo HIDAI, Hiroshi FUKUOKA, Tetsuo MURAYAMA,
Takashi TAKEDA, Teruaki IWAMOTO and Unki HAKU*From the Department of Urology, Yokohama City University School of Medicine
(Director : Prof. S. Takai, M. D.)*

Seiichi KAWADA and Seiki TAKEUCHI

*From the Department of Medicine, Yokohama City University School of Medicine
(Director : Prof. K. Fukushima, M. D.)*

17 months experience on hemodialysis performed at the Hemodialysis Center, Yokohama City University Hospital is reported. Merit and demerit of long-term hemodialysis utilizing the RSP type kidney, the central dialysate supply system and the low prime coil such as EX-O1 or EX-O3, regarding blood loss, side effects during dialysis, shunt survival, and cost-effect relationship were discussed.

Because of minimal blood loss, and time and labor saving mechanism, the RSP type machine with the low prime coil is considered to be suitable for long term hemodialysis at hospital hemodialysis unit. Until the time when the hollow fiber kidney is available in more reliable one and at reasonable cost, the RSP type machine with the low prime coil can be advocated to be adequate for hemodialysis in Japan.

はじめに

人工腎による透析療法は本邦においても1969年を境として急速に普及しつつあり、1972年1月現在の人工透析研究会集計によれば人工腎は1,575台に達し、1,826名の患者が透析をうけている。慢性腎不全疾患に対する国および地方自治体の援護によっていっそうこの傾向は拍車加わるものと思われる¹³⁾。

1969年以降の人工腎の急増は主としてキール型によ

るものであり、これはキール型人工腎の透析ごとの経費が安い、血液充填量が少なく、したがって失血量が少ない、血液ポンプが不要であるといった長期血液透析に適した利点のためであり、当初本邦で普及したコイル型人工腎は、コイルが高価で血液充填量が多いtwin coilを使用していたため、長期透析には不適當であると考えられていたゆえである⁸⁾。

しかしながら近年 EX-O1, EX-O3, ultra-flo II などの low prime coil が出現するに及んでその省力性、

スペースが少なくても、キール型に匹敵する小充填量で blood priming が不要であるといった性能のため、長期血液透析にも用いるようになった^{9,10,14-16}。とはいえ、本邦においては依然として長期血液透析すなわちキール型人工腎による透析とする考え方が一般であり、欧米での人工腎機種がキール型を主とするセンター33に対してコイル型を主とするセンター22であるのに、本邦では、1971年12月現在でキール型1,259台、コイル型316台と圧倒的にキール型人工腎が多い^{1,13}。

われわれはきわめて限られたスペースと限られた人員により人工腎センターを運営する必要にせまられ、low prime coil と RSP 型人工腎のみを使用する人工腎センターを計画し、1971年7月より17カ月間にわたり、急性腎不全13例、慢性腎不全19例に対し、のべ

1,385回の透析をおこなった。low prime coil 使用による人工腎センターを運営するに当たっての経験と、これに伴って生じた問題点につき述べるとともに、low prime coil による長期透析の妥当性などについて論ずる。

人工腎センターの構成

予定された人工腎センターの面積は約 80 m² ときわめてせまく、このスペースに透析液供給装置、透析器、ベッド、ナースステーション、機材置場、準備室、ロッカー、患者更衣所などを Fig. 1 のごとく予定した。

在来のコイルを使用するコイル型透析器は re-circulating system であり、透析槽内の液がコイルを通過して再循環するもので、同一透析液を使用するた

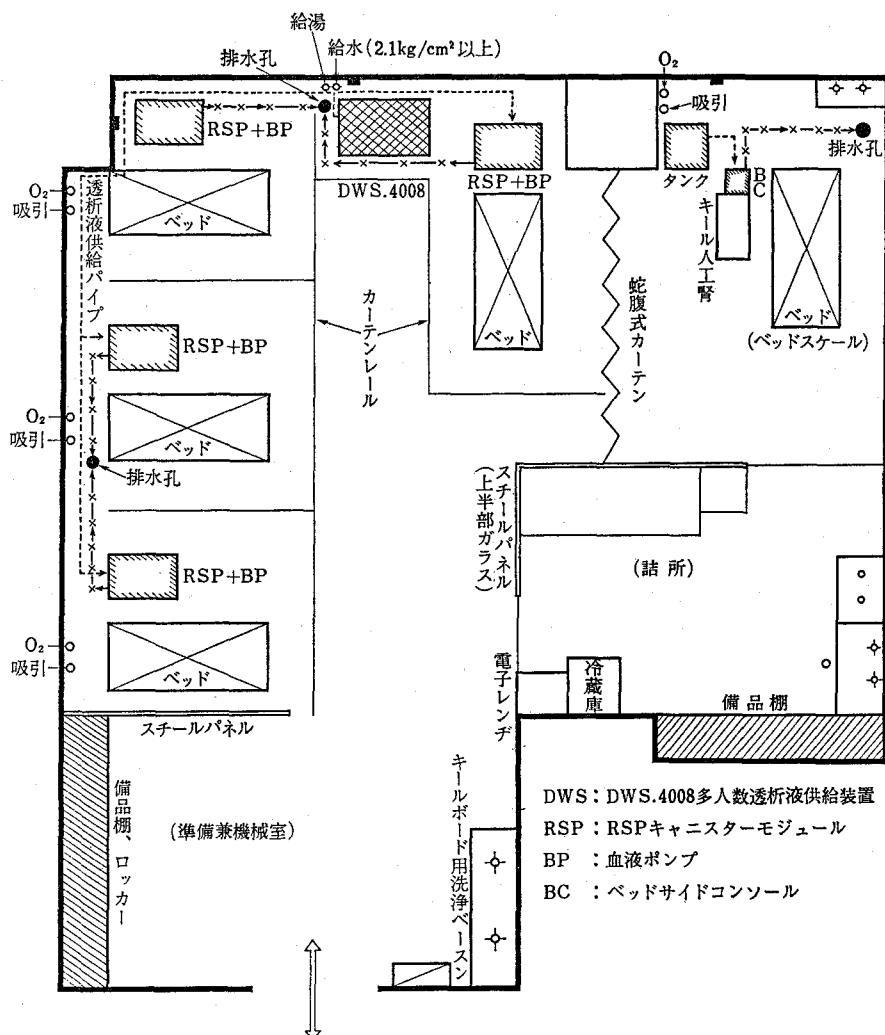


Fig. 1

め、時間の経過とともに効率の低下、細菌増殖による pyrogen にもとづく発熱を生ずるので3時間で透析液を交換する必要があった。アメリカのトラベノール社により考案された RSP 型透析器は、新しい透析液が常に供給され小容量の透析槽内で再循環しつつ余分な液が over-flow して流出する re-circulating single pass 方式 (RSP) をとっている。このため効率がよく、また透析液の交換不要で省力化され、透析中の発熱をきたしにくいこと、透析液供給を中央化しようといった利点がある。このため RSP 型人工腎を採用した^{18, 21)}。

透析液供給装置は容量比例方式の Drake Willock 社製 DWS 4008 を使用し、4床同時透析をおこなうとともに予備として、また、さらに多人数に透析をおこなうための自給排水可能な 200ℓ と 100ℓ の予備タンクをそなえた。これらによりなんらかの理由で自動供給装置が使えないおりに四人同時透析を代行でき、また特殊処方の透析液を使用する場合にも用いうる。その他の設備は Table 1 に記されている。なおキール型透析器1台を備えているのは教育および訓練用である。

Table 1.

主要機器	DWS デリバリーシステム4008型	1式
	トラベノール社	
	RSP キャニスターモジュール	4台
	トラベノール社血液ポンプ	4台
	WG キール透析器	1台
	キール用ベッドサイドコンソール	1台
	200ℓ 透析液タンク	1台
	100ℓ 透析液タンク	1台
	ベッドスケール	1台
	ヘパリン注入器	5台
	クナウエル浸透圧計	1台
	多用途記録監視装置	1台
	電子レンジ	1台
	冷蔵庫	1台
	(日機装 CD-1	1台)
内 装	酸素および吸引パイピング	1式
	透析液供給・排液パイピング	1式
	空調装置	1式
	給水・給湯設備 (水圧 2.1 kg/cm ²)	1式
	キールボード洗浄用ベースン	1式
	BGM 装置	1式

以上の設備により1人につき週2回、6時間透析をおこなう場合、夜間透析もおこなえば24～30人に対して透析可能であるが、実際には専属看護婦が5名のみであり、専任の医師もいないため、長期透析患者は10

数名に限らざるをえなかった。

管理方式は医学部病院長に属し、関係各科代表と総婦長室、給食係、人工腎センター代表からなる人工腎センター運営委員会により管理運営された。また、患者の選択方式は内科、小児科、泌尿器科代表による人工腎適応委員会において医学的条件を検討し、first come, first served を原則として決定した。実際の運用は泌尿器科が主となっておこなった²⁵⁾。

血液透析の成績

長期血液透析を予定した慢性腎不全患者中4例は死亡し、3例は他のセンターに転院し、12名が2年6月から5カ月に及ぶ透析をうけており、全員が通院透析で1例を除きすべて社会復帰している。社会復帰不能の1例は悪性高血圧のための renin dependent hypertension があり、降圧剤に抵抗し、やむをえず両腎摘除をおこなったが、すでに眼底黄斑萎縮を生じ、視力障害が回復しないためによるものである。

本邦では透析開始1年以内に50%が死亡し、また昼間透析をおこなっている者の中で社会復帰している者は38.7%にすぎないのとは比しては良好な成績といえる¹³⁾。

急性腎不全は13例で、そのうち7例、54%を救命しえた。これら救命しえた症例のうちには、出産後の急性腎皮質壊死症例やコールドバーマ第2液服用による急性腎不全例で3カ月に及ぶ長期無尿に対して、のべ37回の血液透析をおこなって救命しえた症例も含まれる¹⁷⁾ (Table 2)。

血液透析による主たるアクシデント および副作用

1385回の血液透析中 coil の leak または break は圧テストをあらかじめおこなっていても42回、2.9%に生じた。その他、血液回路凝血を2回、回路接続のはずれを1回経験した。いずれの場合も適当な処置により大事には至らなかった。透析中の副作用としては Table 3 のごとく嘔気、頭痛、血圧低下などが主で16.2%に認められた。脳圧亢進、ひいては血圧上昇をきたすような狭義の不均衡症候群は1,385透析中11回、0.79%に認められたのみである。一般には coil 型人工腎は Kiil 型と比し効率がよく、したがって、不均衡症候群をきたしやすいとされているが、第1回目の透析を緩徐に短時間おこなうこと、一般の34倍希釈透析液に比し、ブドウ糖濃度と浸透圧が若干高値の透析液 (キンダリー 2 D号、浸透圧 305 mOsm) を特注し、使用していることなどのゆえか他のキール型人

Table 2-1. 急性腎不全症例 (1971年7月～1972年11月)

症 例	年 令	性	診 断	透 析 期 間	透析回数	シャント種類	生 存 期 間
南 ○ 静 ○	23	女	慢性腎炎の急性増悪	1971. 7～8	10	V-V シャント	健 在
饗 ○ 正 ○	70	男	術 後 腎 不 全	1971. 8	1	V-V シャント	2 日
米 ○ 浅 ○ 郎	57	男	術 後 腎 不 全	1971. 9	1	V-V シャント	5 日
金 ○ 千 ○ 子	22	女	コールドパーマ 第2液中中毒	1971.10～1972. 1	37	V-V → 外シャ シャント → ント	全 治
尾 ○ 正 ○	65	男	術 後 腎 不 全	1971.10	1	V-V シャント	5 日
児 ○ 国 ○	27	男	重クロム酸液火傷	1971.10	5	V-V シャント	全 治
渋 ○ 貴 ○ 子	28	女	外妊, 出血ショック	1971.12	3	V-V シャント	11 日
原 ○ 太 ○	61	男	術 後 腎 不 全 両腎皮質壊死	1972. 3	13	V-V シャント	22 日
笹 ○ 利 ○	35	女	脱 水 ?	1972. 3	4	V-V シャント	全 治
長 ○ 川 ○ 郎	62	男	術 後 腎 不 全	1972. 6	3	V-V シャント	全 治
阿 ○ 晴 ○	32	男	昇 永 中 毒	1972. 8	8	V-V シャント	全 治
上 ○ チ ○	43	女	術 後 腎 不 全 異型輸血	1972.10	2	V-V シャント	死 亡
加 ○ 美 ○ 子	34	女	術 後 腎 不 全	1972. 9～10	10	V-V シャント	全 治

Table 2-2. 慢性腎不全症例 (1971年7月～1972年11月)

症 例	年 令	性	診 断	透 析 期 間	透析回数	シャント種類	生 存 期 間
河 ○ 優	39	男	慢 性 腎 炎	1970. 5～1971. 9	124	外 シャ ント	他センター転院
太 ○ 周 ○	16	男	慢 性 腎 炎	1970. 6～現在	276	外 → 内 → 外	透 析 中
根 ○ 正 ○	44	男	慢 性 腎 炎	1971. 5～1971.12	78	外 シャ ント	7 カ 月
松 ○ 五 ○	54	男	慢 性 腎 炎	1971. 7	3	外 シャ ント	3 日
朝 ○ 淳	38	男	悪 性 高 血 圧	1971. 8～現在	183	内 シャ ント	透 析 中
石 ○ 清	28	男	慢 性 腎 炎	1971. 8～現在	153	外 シャ ント	透 析 中
川 ○ 康 ○	40	男	慢性腎盂腎炎?	(1970. 4～1971. 8) 1971. 8～現在	(304) 140	外→内→内→外	透 析 中
国 ○ 義 ○	21	男	慢 性 腎 炎	1971. 8～1971.12	45	V-V → 外	4 カ 月
福 ○ 繁 ○	54	男	慢 性 腎 炎	(1970.10～1971. 8) 1971. 8～現在	(232) 120	外 → 内	透 析 中
牧 ○ 孝 ○	14	男	慢 性 腎 炎	1971. 9～現在	125	外 シャ ント	透 析 中
中 ○ 邦 ○	28	男	慢 性 腎 炎	1971.12～現在	73	内 シャ ント	透 析 中
中 ○ 幸 ○	34	女	慢 性 腎 炎	1971.12～現在	100	外 シャ ント	透 析 中
伯 ○ 雄 ○	21	男	慢 性 腎 炎	1971. 3	8	V-V シャ ント	16 日
山 ○ 安 ○	21	男	慢 性 腎 炎	1972. 3～現在	56	内 シャ ント	透 析 中
遠 ○ 強	44	男	慢 性 腎 炎	1972. 4～現在	69	外 シャ ント	透 析 中
川 ○ 武 ○	64	男	慢 性 腎 炎	1972. 6	14	外 シャ ント	他センター転院
塩 ○ 二 ○	26	男	慢 性 腎 炎	1972. 6～現在	27	内 シャ ント	透 析 中
秋 ○ 朝 ○	27	男	慢 性 腎 炎	1972. 9	2	内 シャ ント	他センター転院
須 ○ 泉	57	男	慢 性 腎 炎	1972. 7～現在	44	外 シャ ント	透 析 中

工腎センターでの副作用頻度に比し遜色がない^{2,3,7,22,24)}。

近年尿毒症原因物質として middle molecular substance が問題とされるようになり、本物質の透析には透析面積または透析時間の延長が提唱されている。

この点, low surface の EX-01 コイルでは問題があり, peripheral neuropathy などについても low prime

coil では発生が多いのではないかとみられているが、われわれのセンターでは2例に burning foot syndrome と思われる症状をきたし、透析時間の延長により症状を軽減した。

血液透析と貧血

在来の twin coil による長期血液透析上最大の問題

点は透析ごとに失われる失血量が多い点にあった。すなわち血液回路内の残血量は twin coil では約 100 cc, standard Kiil では 32 cc であり, 赤血球寿命短縮, エリスロポエチン産生低下, 赤血球産生抑制因子の増加, 溶血, 検査採血などにより貧血をきたしている腎不全患者でさらに貧血を増悪させた。最近用いられるようになった low prime coil は 20~30cc の残血量ではキール型に匹敵し, この面においてもコイル型人工腎は長期透析に適するようになった^{9,10,16,19)}。

さらにこの残血量を減少させるため, 透析終了後, 動脈側回路を開放し, 血液ポンプを低回転させつつ空気, ついで 250 cc の生理的食塩水を注入し, 空気を生食水により回路内血液を静脈側から患者側に入れるようこころみている。この方法により EX-O1 コイルの場合, 8 例平均 6.8 cc の失血量におさえることができた(残血量の測定はコイルおよび血液回路を 500 cc の水で洗浄し, さらに半透膜チューブをしぼり出した洗浄液について, 同一患者血液と比色定量した)。

検査用採血もなるべく少なくし, 週 1 回 Hct, 血清 K, 2 週に 1 回血清総蛋白, 尿素窒素, クレアチニン, 電解質, 末梢血, 4 週に 1 回肝機能をチェックするようにして検査用採血を月平均 23 cc におさえた。

一方, 積極的に腎性貧血を治療する方法として, Shaldon らにより提唱された, 両腎摘除術後テストステロン投与により, 腎外性エリスロポエチン活性上昇を生ぜしめて貧血を改善するこころみをわれわれも降圧剤無効の高血圧症例 2 例におこなった。すなわち両腎摘除後テストステロン 100~400 mg/週を投与したところ, エリスロポエチン活性の上昇は認められなかったが, 月間輸血量は 1 例で術前 654 cc/月平均から投与後 50 cc/月, 他の 1 例では 610 cc/月, 平均が 175 cc/月と著しく減少した²³⁾。

以上のような low prime coil 使用およびその他の貧血改善への努力によって, 人工腎センター開設以来 1 患者当月間輸血量は 171 cc となり, さらに Hct 維持目標を 15%に変更した。1972 年 4 月以降では 82 cc 平均におさえることができた。なお長期血液透析をおこなっている 12 例中, 3 例は 6~15 カ月間にわたり輸血をおこなっていない。

シャントについて

急性腎不全またはシャントトラブルにさいしては Shaldon カテーテルを使用する V-V シャントを好んで用いた。V-V シャントはセルディンガー法で簡単に作れ, また直ちに使用可能であり, 非透析時, 循環系に対する負担がないといった利点のゆえに 22 例に適

用した^{18,20,26)}。

Scribner shunt が permanent shunt でないことは周知の事実で凝血閉塞, 感染などのため shunt 寿命が短く, このため近年は Brescia-Cimino の提唱した動静脈吻合によるいわゆる内シャントの普及がめざましい。とはいえ外シャントは透析回路との接続が簡単であり, 外シャント手術でも血管吻合の技術なしで可能であり, またキール型人工腎では血液ポンプ不要で使用しうるといった捨てがたい利点のゆえに本邦では長期血液透析患者の約 80% に用いられている¹³⁾。

われわれの人工腎センターでも約半数例に使用し, 14 例に対して Quinton Sterilok shunt を用いた。コイル型人工腎は血液ポンプを使用するため陰圧のかかる可能性が大きく動脈内膜を傷つけて, shunt 寿命を短くするとされている。外シャントを使用した症例中 1 カ月以内に死亡した症例と, 他の人工腎センターに転院した症例を除く 8 例についてシャント開存期間をみると動脈側, 静脈側ともに 9.6 カ月であり, 他のキール型人工腎センターの成績と比してとくに劣っているとは思われない^{11,12)}。

外シャントトラブルについては Table 4 のごときものを経験した。他の報告と同様, 凝血閉塞はもっとも多く, これにより患者の生命線ともいべき外シャントがおびやかされるため, 患者による日常のチェックを指導し, シャント造影, 抗凝固剤投与, ウロキナーゼ投与などがおこなわれた。凝血を形成しても発見が早ければ declotting に成功し, シャントを救うことは周知の事実であり, このため, 外シャント血流状態監視の目的で A-V shunt monitoring system を開発し実用化中である。この A-V shunt monitoring system は外シャントの静脈側より発する血管雑音をテレメーター方式により監視し, 血管雑音がとだえたときアラームが鳴るように装置されている^{4,5,6)}。

内シャント方式は撓骨動脈と尺側皮静脈とを側々吻

Table 3. 透析中の副作用

嘔気または嘔吐	42
頭痛	73
頭痛, 嘔気, 嘔吐	24
頭痛, 低血圧	5
嘔気, 嘔吐, 低血圧	54
頭痛, 嘔気, 嘔吐, 低血圧	14
頭痛, 血圧上昇	6
嘔気, 嘔吐, 血圧上昇	4
頭痛, 嘔気, 嘔吐, 血圧上昇	1
合計	224/1385→16.2%

合する Brescia-Cimino の原法を用いて8例におこなわれた。内シャントは外シャントに比しトラブルが少ないとされているが、われわれの手術技術のゆえか本法では必ずしも満足しうる成績を得ることができず、Table 4 のごとき血流不良や内シャントの閉塞といった障害を経験した。1例では外シャントが頻回に閉塞し、やむをえず内シャントとしたが血液学的に不明の原因からこれも3カ月後に閉塞し、側々吻合術を再施行するも十分な血流がえられないため、また利用しうる静脈がないため、下腿より大伏在静脈をとり前腕皮下トンネルを通じて、撓骨動脈遠位断端と正中静脈間に自家静脈移植をおこなった。2カ月間は比較的順調に透析しえたもののこれも凝血閉塞し、いったんは Fogarty カテーテルにより de clotting をおこなって再使用可能となるも1カ月後に完全閉塞し、やむをえず外シャントにもどさざるをえなかった。本邦では一般に撓骨動脈径が細いこともあってすべての成人例に内シャントを適用することは不可能である。

省力化および経済性について

従来キール型人工腎では1回ごとの経費が安価であることが一つの利点とされてきた。一部に試験的に用いられている disposable Kiil を除けば一般にはキール型では前日半透膜を熟練者二人の手ではり、透析器を組立て、消毒液を充填し、翌朝消毒液を洗浄したのち使用している。また終了時にはキールボードの洗浄など技師または看護婦の手数を要することが多いが、在来の経済性に関する議論ではこの人件費や貴重な熟練者の作業時間を多く要するといったことについての考慮ははられていない。現今の医療労働事情からすればあるいは逆にキール型のほうが高価につく可能性もある^{9,10)}。

コイル型人工腎の場合はキール型と比し6時間と透析時間が短くてすむ点、患者の社会活動制限が若干少なく、また医療側でも8時間の通常勤務時間内に前準備、透析および終了後片付け作業などをおこなうことが可能である。われわれのセンターでは4～5人同時透析で朝の前準備に1名が1時間半、透析中3～4名が6時間、透析終了時3名が1時間半勤務することにより人工腎センターを運営している。

おわりに

在来、コイル型人工腎では長期透析に不適當であるとされてきたが、比較的安価な EX-O1, EX-O3 といった信頼性のおける高能率で、しかも充填血液量の少ない low prime coil が出現するにおよんで透析ごと

の失血が少なく省力性があり、透析時間が短いので患者の社会生活時間が長いといった点からふたたび見直されつつある。

いわゆる middle molecular weight substance に対する考慮からさらに改善する余地はあるものの、コイル型人工腎のみを使用したわれわれの人工腎センターでの1年5カ月間の経験にかんがみても hollow fiber 透析器や disposable Kiil に安定性、供給性、コストなどの諸問題がある現在、コイル型人工腎による透析は現今の医療事情下では長期血液透析にも適しているものと考えられる。

low prime coil および RSP 型透析器使用による人工腎センターの経験を述べるとともにコイル型人工腎センターでの問題点と対策についても論じた。

本論文の要旨は1972年12月7日、日本泌尿器科学会第344回東京地方会において発表した。

ご協力いただいた人工腎センター運営委員会および人工腎センター関係者に深謝いたします。

文 献

- 1) Drukker, W. et al. : Dialysis and Renal Transplantation, 4 : 7, 1967.
- 2) 福重 満・ほか：泌尿紀要, 15 : 847, 1969.
- 3) 福重 満・ほか：泌尿紀要, 17 : 89, 1971.
- 4) 日台英雄・ほか：医学のあゆみ, 76 : 607, 1971.
- 5) Hidai, H. et al. : Yokohama Med. Bull., 23 : 1, 1972.
- 6) 日台英雄・ほか：人工臓器, 1 : 140, 1972.
- 7) 平沢由平：人工透析研究会誌, 1 : 20, 1968.
- 8) 稲生綱政：人工腎臓の臨床, P.48, 協同医書, 東京, 1971.
- 9) 伊東三喜雄・ほか：泌尿紀要, 17 : 113, 1971.
- 10) 上山秀麿・ほか：泌尿紀要, 16 : 565, 1970.
- 11) 金田 浩・三村信英：人工透析研究会誌, 3 : 5, 1970.
- 12) 川村寿一・ほか：泌尿紀要, 17 : 33, 1971.
- 13) 小高通夫：人工透析研究会誌, 5 : 184, 1972.
- 14) Miller, F. W. et al. : Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organs, 14 : 126, 1968.
- 15) 村山鉄郎・ほか：横浜医学, 21 : 453, 1970.
- 16) 村山鉄郎・ほか：人工透析研究会誌, 4 : 55, 1971.
- 17) 村山鉄郎・ほか：日腎誌, 14 : 400, 1972.
- 18) Nosé, Y. : The Artificial Kidney, p. 195, Mosby, St. Louis. 1969.
- 19) 小川秀道・高橋長雄, 5 : 216, 1972.
- 20) 大沢 炯：臨泌, 23 : 159, 1969.

- 21) 酒徳治三郎・ほか：臨泌，**24**：705，1970. : 61，1970.
- 22) 笹岡拓雄：人工透析研究会誌，**5**：210，1972. 25) 高井修道・ほか：横浜医学，**23**：333，1972.
- 23) Shaldon, S. et al. : Trans. Amer. Soc. Artif. 26) 武田 尚・ほか：西日泌尿，**33**：1，1971.
- Int. Organs, **17**: 104, 1971. (1973年2月21日受付)
- 24) 鍛塚 寿・天本太平・森 勝彦：日泌尿会誌，**61**