

人工腎臓の臨床

稲生綱政

小池正

秋山暢夫

水野克己

共著

1980年2月2日



人工腎臓の臨床

東京大学教授

医学博士 稲生綱政

東京大学第2外科教室

医学博士 小池正

東京大学医科学研究所

医学博士 秋山暢夫

東京大学医科学研究所

医学博士 水野克己

共・著



a.8 ~ 13

2212

昭和 52 年 8 月 15 日 改訂第 4 版印刷

昭和 52 年 8 月 20 日 改訂第 4 版発行

人工腎臓の臨床

定 価 ￥ 6,000



著 者	稲 生 綱 政
代 表	
発 行 者	木 下 英 一
印 刷 所	科学図書印刷株式会社

発行所 協同医書出版社

(郵便番号 104)

東京都中央区湊 2-6-3

電話東京 (551) 4252・2447

振替口座 東京6-148631

© (Printed in Japan)

改訂の序

本書は昭和 46 年に出版され、昭和 49 年に改訂されましたが、その後も多くの読者に親しまれましたことは、著者にとってこの上もない喜びであります。人工透析療法はますます普及し、昭和 50 年 12 月末現在、本邦では人口 100 万人対比で慢性透析患者数は 126.2 名と世界最高になっております。このような現況からしても伺えるごとく、人工透析に関する研究も日進月歩で、医学的のみならず社会的要請にもこたえて行かなければなりません。

最近、人工透析療法に関する指導書は決して少なくありませんし、それぞれの特徴を持っておりますが、1954 年から手がけて来た血液透析療法の経験をもとに、過去を顧みつつ将来の発展を期待する目的で、今回 2 度目の改訂を行なったのであります。慢性透析療法を受けている患者さんはもちろんのこと、急性腎不全その他人工透析療法を必要とする疾患の適応も拡大されつつあり、その治療ならびに研究に従事されるすべての方々にも理解していただけるよう改訂に努力したつもりです。しかし、なお不備な点も少なくないと思いますので、愛読者諸兄からの御意見、御教示など今後ともよろしくお願い致します。

昭和 52 年 1 月

稲生 綱政



第 2 版 の 序

本書は3年前、すなわち昭和46年に出版され、多くの読者に親しまれましたことは、著者にとってこの上もない喜びであります。その後まだわずかな年月の間に、人工透析療法はさらに進歩を重ね、社会的にも福祉医療に伴う国家的な保障が行なわれるようになりました。かねてから、内容的な不備と、字句の不統一が気がかりになっておりましたので、この時期に、これらの不備を改訂し、さらに新しく取り上げられて来たいいくつかの問題点を補うため、比較的大幅な改訂を行なうことにしたわけでありま

す。

近年、人工透析療法を取扱う施設も急激に増加している折から、この方面の指導書も無いわけではありませんが、1954年から手がけて来た血液透析療法の経験をもとに、熱意を以て編集し、初版でもお約束した近い将来の改訂について、まずそのお約束の一部を果たすことになったわけであります。今回は、前述の如き内容の改訂とともに本書が医師のみならず、人工透析療法の診療に従事されるすべての方々にも理解しやすいように努力したつもりであります。

もちろん、これで満足し得るものが出来たとは思っておりません。愛読して頂いた諸兄から、問題点その他全般にわたって、忌憚のない御意見や御教示を頂き、今後さらに充実した書に育てたいと念願しているものであります。

昭和49年1月

稲生綱政

序

重篤な腎不全に対する人工透析療法は、今や日常不可欠の治療法となっている。

われわれは 1954 年から人工腎臓の臨床的応用に努力して来たが、当初はその開発も容易でなかった。装置も手製のものを作り、さらに透析膜としてのセロファンチューブもわれわれの手で作成して研究を重ねて来た。1960 年代になって本邦でも腎不全対策に透析療法が取り上げられるようになり、ことに慢性腎不全に対する長期透析法さらには腎移植の臨床的応用をも併せて、人工透析療法ことに血液透析（人工腎臓）療法が急速な発展を見るにいたり、昨年来における本邦の人工腎臓装置はすでに 700 台を数え、全く一般的な医療処置となりつつある。

われわれはかねてから、人工腎臓の臨床について、これに関心を持たれる方、実際に透析をされる方に対して、まとまった書物を出したいと考えていた。かつてわれわれが苦労した人工腎臓に関する問題のすべてを被露し、これによってさらに人工腎臓の社会的な意味と今後の問題を深くほり下げて行くべきと考えたからである。

人工透析に関しては最近、研究会やセミナーなど、その知識を豊富にする機会も少なくないし、装置その他も日進月歩の発達を示しつつあるが、過去 20 年近い本邦における透析療法の歴史をふりかえって、1冊のまとまった人工透析の臨床を記したものが無いのは気がついたとき、われわれはその責任を問われる思いがして、この書の編集に取りかかったわけである。内容的には多少意見を異にする部分もあるが、これは近い将来改訂の期を待つとして、人工腎臓（腹膜灌流も含む）の臨床に関してできるだけ平易に、そして実際に記載されたこの書を、診療に従事するもののみ

でなく広く一般の方々にも、この方面の知識を普及するべく御利用頂ければ幸甚と存ずる次第である。

稲生 綱 政

目 次

I. 歴史と意義	1
1. 意 義	1
1. 人工腎臓という名称	1
2. 適応上の意義	2
3. 生体腎と人工腎臓	3
2. 原 理	5
1. 血液透析法	5
2. 交叉透析法	7
3. 血液稀釈濾過型	7
3. 歴 史	9
1. 適応とその拡大	9
2. 動静脈短絡法の開発と進展	14
3. 装置の変遷	17
4. 腹膜透析法について	24
参考文献	26
II. 人工腎臓装置	29
1. 装置の種類	29
1. 型式の分類	29
2. 透析膜の種類	31
3. Kolff 型と Kiil 型装置の比較	33
4. 人工腎臓装置使用法の実際	37
2. 人工腎臓の改良	46
1. Kolff 型コイルの小型化	46
2. Kiil 型装置の改善	51
3. その他のダイアライザー	53

2 目 次

4. 吸着剤の応用	55
5. 改善の方向	56
3. 灌 流 液	58
1. 灌流液の必須条件	58
2. 処方 の 原理 と 処方 例	62
3. 灌流液調整法	66
4. 灌流液の修飾	69
5. 灌流液供給装置	72
参考文献	80

III. 透析法 の 実 際 81

1. ヘパリン化法	81
1. 全身ヘパリン化法	81
2. プロタミンによるヘパリンの中和	82
3. 選択的回路内ヘパリン化法 (局所ヘパリン化法)	84
2. カニュレーション	86
1. 血管露出法	86
2. 経皮的動静脈穿刺法	87
3. 体外シャント (または動静脈シャント, パーマネントシャント)	88
4. 皮下動静脈瘻 (内シャント)	91
5. 内, 外シャントの比較	98
3. 血液生化学値の改善	99
1. 血液尿素窒素	100
2. クレアチニン	101
3. 電解質の補正	102
4. 水分の補正	105
5. アチドーシスの補正	107
6. 血糖値の変動	108
7. アミノ酸の透析	108
8. ビリルビンの透析, 肝障害時の有害代謝産物の透析	108

9. 薬物の透析	109
10. ホルモン, ビタミン類その他	110
4. 透析による臨床症状の改善とディスキリブリウム症候群	110
1. 臨床症状の改善	110
2. ディスキリブリウム症候群 (Disequilibrium Syndrome)	112
5. 限外濾過法	121
6. 透析中の患者の管理	125
1. 透析前の患者の管理	126
2. 透析中の管理	127
3. 透析終了後の注意	130
7. 装置の事故および対策	131
1. カニキュレーション部の事故	131
2. 動静脈回路	133
3. コイルの破損	133
4. その他の機械の事故	135
5. 取り扱いの誤りによる事故	135
参考文献	138

IV. 腹膜透析法 139

1. 腹膜透析の手法	139
1. カテーテル	140
2. カテーテル挿入法	140
3. カテーテル挿入後腹壁瘻孔保存法	145
4. 瘻孔閉塞, あるいはカテーテルの挿入困難となったときの処置	145
2. 灌流操作	146
3. 灌流液	149
4. 腹膜透析の適応	150
5. 灌流法	151

1.	急性腎不全	151
2.	慢性腎不全	152
3.	急性薬物中毒	156
6.	腹膜透析の能率, 効果	156
7.	血液透析法との併用	159
8.	血液透析との比較	161
9.	腹膜透析の副作用	163
1.	悪心・嘔吐	163
2.	血圧上昇	163
3.	腹痛	164
4.	血圧下降, ショック	164
10.	腹膜透析の利点	164
1.	手技が簡単で速かに実施しうる	164
2.	血液を要しない	164
3.	侵襲が小さい	164
4.	水分奪取能力が高い	164
5.	電解質の調整も比較的速かである	165
6.	経費が低廉である	165
11.	腹膜透析の欠点	166
1.	尿素窒素, 血清クレアチニンを指標とする透析能率が低い	166
2.	蛋白漏出	166
3.	感染	167
4.	瘻孔閉塞, 腸癒着	167
12.	おわりに	168
	参考文献	170
V.	急性症に対する応用	171
1.	適応疾患	171
1.	適応疾患の変遷	171

2. 適応疾患の種類	172
3. 急性腎不全に対する治療方針	175
2. 実施時期	178
1. 実施時期と予後	178
2. 適応の指標	183
3. 透析方法の検討	190
1. カニューレの選択	190
2. ヘパリン化法	192
4. 臨床成績	195
1. 透析効果	195
2. 透析症例の予後	204
3. 副作用	209
5. 透析の実際——症例検討——	212
1. 急性糸球体腎炎	212
2. 手術後無尿	213
3. 外傷後無尿	214
4. 不適合輸血	215
5. 腎毒性薬剤	216
6. 腎不全を伴わない薬物中毒	217
参考文献	219
VI. 慢性症に対する応用	221
1. 慢性腎不全と尿毒症	221
1. 慢性腎不全および尿毒症の概念と原因疾患	221
2. 水分代謝	222
3. 腎性アチドーシス	224
4. 電解質代謝	224
5. 高窒素血症	225
6. 腎性貧血	225
7. 尿毒症性物質に関する新しい知見	226

2.	慢性尿毒症に対する適応と開始時期	227
3.	慢性透析療法	231
1.	パーマネントシャントの維持	232
2.	血液生化学値のコントロール	233
3.	自覚症状の改善	238
4.	ディスイクリブリウム症候群	240
5.	高血圧のコントロール	246
6.	心不全	248
7.	貧血の対策	250
8.	骨変化	255
9.	尿毒症性ノイロパチー	258
10.	B型肝炎	259
11.	合併症および死因	266
12.	慢性透析患者の救急処置	268
13.	慢性透析患者の外科手術	271
14.	透析患者の食事管理	275
15.	精神的問題	303
16.	ノースウエスト腎センターにおける8年間の成績	305
	参考文献	307
VII.	慢性症の患者管理	309
1.	末期慢性腎不全に対する両側腎摘出について	309
1.	両側腎摘出法	310
2.	術前術後の管理	312
3.	両側腎摘出の効果	313
2.	外来・家庭透析	323
1.	外来透析	324
2.	家庭透析	326
3.	社会復帰	336
4.	腎移植術との関連	339

1. 慢性腎不全に対する治療的意義	339
2. 腎移植術における人工透析の役割	344
5. 透析室の運営とスタッフの養成	352
1. 透析室の運営	352
2. スタッフの養成	354
3. 専従看護婦の養成	354
参考文献	361
VIII. 社会的問題と今後	363
1. 経済的問題	363
1. 医療補償と健康保険給付	363
2. 腎移植への移行	364
3. 慢性透析の今後	364
2. 慢性透析患者として	364
1. 身体障害者の認定と特典	364
2. 社会復帰の問題	367
3. 家庭透析の普及	367
4. 今後は如何にあるべきか	367
3. 医療機関について	368
1. 指定医と指定医療機関	368
2. センターとネットワーク	368
3. 診療要員の問題	368
4. 今後は如何にあるべきか	369
5. 透析室医療従事者のウイルス肝炎予防対策（第一次案）	369
4. 腎移植との関連	373
5. 結 語	374

I. 歴史と意義

1. 意義

内燃機関でもそうであるごとく、エネルギー代謝の行なわれるところでは必ずエネルギー源の供給とともに代謝終末産物の排出がある。ただ、一般の内燃機関の多くのものの代謝終末産物が主として気体であるのに対して、生体では一部を気体として肺胞を介した気道などから排出し、また一部は固体として消火管を介し肛門から排出するが、大部分は水分とともに腎臓から排出される。そしてこの排泄口の欠損ないし閉塞は内燃機関の機能に重大な影響を及ぼし、ついには全く機能を停止するに至る。同様に生体における腎機能の廃絶はあらゆる代謝機能に打撃を与え、ついには生命現象の維持を不可能とするわけである。ここで腎の果す役割を機構上から考察するとき、新たな構想のもとに同様な機能を代行し得る。すなわち、腎の代謝終末産物排出機構はすべて血液を介して行なわれるのであり、血液の浄化調整こそ腎本来の排泄機構と考えられ、従ってこれは物理的透析によって比較的十分に補い得ることである。

1. 人工腎臓という名称

かつては腎の毒物あるいは薬物排出機能を重要視し、前世紀から広く知られ、広く使用されているアスピリンその他のサリチル酸剤の中毒に対して、血液を透析することによって血中から排除し得るこの装置が人工腎臓といわれた所以である。そして後には薬物や毒物の排出のみでなく、蛋白の代謝終末産物である尿素窒素の排出や、水分・電解質代謝の調整を主目的とするに至って、ますます人工腎臓 (artificial kidney, Künstliche Niere) という名称にふさわしい装置となった。しかし、腹膜を透析膜と

して行なう人工透析法すなわち腹膜透析法も明らかにこれらの目的に沿った治療法であり、臨床的にも広く応用されている。しかも、腹膜透析に際しても灌流液の注入排除を自動的に行なえる機械的装置が開発された。これも広い意味では人工腎臓装置といえないことはない。両者を区別するため、また本来の機構上から最近では、血液を人工的な半透膜を介して透析を行なういわゆる人工腎臓による方法を血液透析法 (hemodialysis: H. D.) といい、腹膜透析法 (peritoneal dialysis: P. D.) と区別するようになっている。もちろん、旧来の習慣に従って血液透析を人工腎臓と呼ぶ場合も決して少なくなく、その機構は後に述べるごとく物理的透析を主体としたものではあるが、汙過型式を取るものも考案され臨床に応用されている。今後は透析以外の機構による装置もさらに開発されるであろうが、そのときは改めて狭義の意味の人工腎臓という名称が普遍化されることも考えられる。

2. 適応上の意義

Scribner ら¹⁾ (1960) が持続動静脈短絡法 (permanent shunt) を開発するまでは、血液透析法の適応は専ら急性腎不全あるいは急性薬物中毒であった。すなわち、重篤で可逆性の腎不全に対し尿毒症の症状改善を目的として行なわれ、これによって生体の本来の腎機能の回復を待つための時間的余裕を得ること、または腎で処理し切れない大量の体内薬物の急速な排除を行なうために応用されていた。これらに関しては歴史の項で述べるが、数回の応用は行ない得ても数ヵ月以上繰返し血液透析を行なうことが原理的には可能でも血液誘導血管その他の条件から実際には不可能に近いものであったからである。しかしパーマネントシャントの普及に応じて、重篤で不可逆性の慢性腎不全に対しても繰返し応用し、長期延命効果を得るに至ってからは、人工腎臓の意義が本格的に充実し、認識を新たにしたものといえよう。一方、腎移植術の成功に際しても、その前準備としての

血液透析法は患者の全身状態の改善に不可欠の治療手段となっている。1955年、朝鮮戦争の挫滅症候群に伴う一過性の急性腎不全に対し Smith²⁾, Shaw³⁾ が野戦病院に人工腎臓班を設置し、その活躍によって死亡率を90%から50%に低下せしめ得た業績とともに慢性症に対する適応の拡大は、腎不全対策の画期的進展を物語るものといえよう。

3. 生体腎と人工腎臓

人工腎臓が透析の原理を応用するためには大量の灌流液と、ある程度以上の透析面積を必要とする。最近は中空の酢酸線維素毛細管による小型のもの (Hollow Fiber Artificial Kidney : HFAK)⁴⁾ も創案されたが、生体腎に比して遥かに大きい容積を持つことは止むを得ないとされている。しかも体外小循環回路における取り扱い、血液の特性から凝固阻止が絶対必要条件である。その目的から持続的な小循環部分 (パーマネントシャントなど) には材質的に考慮してテフロンやシリコンゴムが応用され、透析中には血液凝固阻止剤ヘパリンが使用される。従って、生体腎と違った因子すなわち、体外循環による心負担や抗凝固剤による出血の危険性など、不利な点も少なくない。また、透析に伴う血中の有益物質、たとえばビタミン、ホルモン、アミノ酸などの喪失も当然起り得るわけである。これらは経口的あるいは非経口的に補い得るものであるとはいえ、生体内の代謝過程に何らかの影響を及ぼすことも事実であろう。

さらに、生体腎には血圧調整機構や赤血球に対する造血能 (hematopoiesis) などの機能を有するが、これらを人工腎臓によって代行することは出来ない。

このような観点に立つときは腎機能の永久的な欠損に対する根治的な対策として腎移植がより優位に置かれることになる。そして、同種腎移植の成功率も上昇しつつある今日、不可逆性の重篤な腎不全に対しては積極的に腎移植へと進めることも有意義であろう。しかし現状における腎移植