

長時間透析

—— オーバーナイト透析：歴史から学ぶこと ——

前田利朗

天神オーバーナイト透析&内科

key words : Scribner, 長時間透析, オーバーナイト透析, 在宅血液透析, HDP

要 旨

慢性腎不全に対する透析治療は、1960年代のはじめに米国のシアトルで Scribner らによって始められた。当初は20時間以上の長時間透析であり、スタートと同時にオーバーナイト透析として始まっている。さらに数年後には医療費軽減を目的に在宅血液透析が開始され、米国の透析は一時は在宅オーバーナイト透析が治療の中心となった。しかし、公的医療保険制度が導入された後は、施設での透析が主流となり在宅透析は廃れていった。透析指標として尿素除去率 Kt/V 値 1.2 が提示されると、数値目標を達成する方法として効率増大が選択され、透析時間は次第に短くなった。一方で、フランスの Charra らによる8時間透析などの長時間透析や頻回透析、隔日透析など循環器系に優しいと言われる透析方法が工夫されてきた。

長時間透析の特徴は時間除水量が少なく心血管系に優しいこと、透析量が多く尿毒素の除去に優れていること、そして生命予後がよいことが知られている。このため、6時間以上の透析を睡眠中の深夜に実施できれば、長時間透析の長所とともに日中の時間を有効に活用できるという大きなアドバンテージを手に入れることができる。オーバーナイト透析により昼間の活動範囲が広がる、健常人と同等の仕事量をこなせる、就労の機会が増える、家族と過ごす時間が増えるなどその利点は多く、患者にとって望ましい治療方法のひとつと言える。

1 Belding Hibbard Scribner (1921~2003)

——慢性維持透析の夜明け

1-1 長時間透析とオーバーナイト透析

慢性腎不全に対して透析療法が開始された黎明期には、血液透析は実はきわめて長時間で行われている。1960年、Belding Hibbard Scribner (以下 Scribner) が報告した最初の2症例についてみると、第1例目の初回の治療は76時間、第2例目は24時間という超長時間であり、結果として最初からオーバーナイトでの透析が実施されている^{1,2)}。2度目以降の透析は、尿毒症症状が再び出現するのを待って、4~21日後に1回20~60時間という長時間でやはりオーバーナイトの治療が行われていた。透析時間が長い割には透析間隔が大きく回数が少ない理由は、1回の透析に要する費用が高額であったことが最も大きな要因である。一方で慢性腎不全に対する透析治療は未経験の領域であり、望ましい頻度などについてまだ何もわかっていたこともその理由のひとつである。

Scribner らはその後、King County Medical Society と Hartford Foundation の支援を得て、世界初の人工腎臓センターである Seattle Artificial Kidney Center (SAKC) を設立し、1962年1月、用意された3台の Kiil 型透析機によって、慢性腎不全患者への歴史的な外来透析を開始した^{3~5)}。しかし、透析治療のチャンスを与えられるのは僅か10人と限定されたものであり、

① 45歳以下の精神的にも安定した大人であること

- ② 長期の高血圧病歴がなく、冠動脈および脳血管障害や末梢血管障害がないこと
 - ③ 治療に協力的で、食事制限を守れること
 - ④ 腎不全は安定しているか、進行が緩徐なものであること
 - ⑤ 自立していない若者は除外する
- などの条件が課せられた。

30人の候補者の中から医学的な見地で17人に絞られ、さらにここから10人が選ばれることになった。

この難しい患者選別を委ねられたのは、一般人、弁護士、牧師、医師など7人のメンバーで構成された委員会 (Admissions and Policy Committee) であった。しかし、この委員会のことが雑誌 Life に取り上げられて、「They decide who lives, who dies」という倫理的な問題として、大きな論議を呼ぶことになった⁶⁾。すなわち、致命的であった慢性腎不全からの救命という Scribner らが成し遂げた偉業よりも、神ならぬ委員会の裁定によって患者の生死が決するということの是非が問われ、重大事として取り上げられたのである。限られた資源 (透析機) と限られた予算 (医療費) をどのように分配するのか、今、この時代においても問い続けられている問題である。ともあれ、「God Committee」と呼ばれたこの委員会で選ばれた患者たちによって、世界で最初の慢性維持外来透析療法はスタートした。

SAKC での透析は、はじめは5~7日おきに1回24時間の透析が実施されていたが、その後、週2回の治療のほうがさまざまな症状の改善に優れていることがわかり、週2回、1回10~16時間の定期透析スケジュールとなった⁵⁾。

1-2 在宅血液透析と在宅オーバーナイト透析

1964年、Scribner と Babb らは、SAKC の委員会の患者選択基準を満たさなかった15歳の少女 Caroline Helm を救うために、家庭で使えるように安全な装置とシステムを用意して、彼女の自宅で血液透析を開始した^{7,8)}。初めは週2回、1回12~16時間の予定であったが、家族の負担が大きいため週3回、1回8時間を午後か夕方に行う透析に変更され、後にこれが定着して現在の週3回透析に繋がるものとなった⁹⁾。

この1例目の在宅血液透析の成功に力を得て、次に

Scribner は在宅でのオーバーナイト透析を目指した。英国の Shaldon が提唱した overnight dialysis programme¹⁰⁾ に触発されて、週3回、1回8~10時間の在宅オーバーナイト透析を積極的に推進した^{11,12)}。医療費の負担軽減が当初の目的であったが、

- ① 透析スケジュールをフレキシブルにできる
- ② 日常生活の制限が緩和される
- ③ 自身で治療しているという自信とプライドに繋がる
- ④ 元気になり持久力や活動性が増大する
- ⑤ 血圧のコントロールが容易になる

などのさまざまな利点から、Scribner はこれこそ今後の透析治療の中心になると考えた。

実際に1969年末のシアトルでは、血液透析患者の90%以上が在宅透析を実施しており、SAKC (1970年に Northwest Kidney Center と名称変更) が管理する患者の生存率は、1年90%、5年61%と報告しており¹²⁾、当時の状況を考えれば良好な成績と言える。また、1970年代初めの米国では透析患者の40%が在宅透析を実施していたが、1973年に公的医療保険制度であるメディケア (Medicare) が慢性腎不全に導入されて患者の経済負担がなくなると、その後は在宅透析は減少の一途を辿り、反対に施設透析が急増した。2019年の米国腎臓データシステム (USRDS) のレポートによると、近年、米国の在宅血液透析はやや増加傾向にあり、2017年末現在、約47万人の血液透析患者のうち2%程度が在宅透析を選択している¹¹⁾。

1-3 頻回透析と隔日透析

Scribner は透析時間だけではなく、その頻度についても高い関心を示した。カナダの Pierratos らの週6~7回、1回8~10時間の在宅オーバーナイト透析 (nocturnal home hemodialysis) の報告¹³⁾に触れ、将来、これは透析療法の歴史において milestone のひとつとなるであろうと高く評価した¹⁴⁾。Pierratos らは小面積 (0.7 m²) のダイヤライザーを用いて、血流量250~300 ml/分、透析液流量100 ml/分による長時間透析を在宅透析として施行した。その結果はリン吸着薬の中止、食事制限からの解放、血圧の良好なコントロール、QOLの向上などきわめて好ましいものであったとしている。また、短時間頻回透析 (short daily hemodialysis) では除去が困難な β_2 -microglobulin の除去効果

も優れているとした。

また、Scribner は 1 日おきの隔日透析 (every-other-day dialysis) についても、その有用性を強く説いている。月水金または火木土の週 3 回透析では、中 2 日あいた月曜日や火曜日に突然死や心臓関連死が多いという Bleyer らの報告¹⁵⁾に言及し、「神は 1 週間を 7 日と定められたが、残念ながら透析患者にとってこれは不運なことであった」と述べ、「隔日透析は日曜日のシフトを組むだけで簡単にできる」とした¹⁶⁾。しかし、月水金日火木土というスケジュールで隔日透析を施行するためには、スタッフの日曜出勤や機器の洗浄消毒などの問題を解決する必要がある、現実には決して容易なことではない。Gul らは中 2 日の場合に起こりやすい肺水腫や高カリウム血症が防止できて入院が減れば、それは保険者にとって好ましく、また生命予後が改善すれば、それだけ患者数が減少しないことになり病院経営にとっても好ましいと述べている¹⁷⁾。

本邦では神戸の坂井瑠実が、さまざまな循環器合併症を有しているが故に中 2 日の空白を設けたくないという患者に対して、2005 年に隔日透析を開始して成果を上げ¹⁸⁾、現在に至るまで継続実践していることは特筆に値する。

「長時間透析」、「オーバーナイト透析」、「在宅血液透析」は、決して近年に誕生した新しい試みではなく、血液透析が導入された 60 年前のまさに透析黎明期から存在していた治療法である。というよりも、現代の一見、「進歩的な治療」とされているものが、当時は透析治療の主流だったのである。

今、これらの透析方法があらためて注目されているのは、短時間透析に走りすぎた結果を踏まえて、透析時間および回数による透析量の確保が、透析患者の生命予後の改善、合併症の防止に重要であることがあらためて認識されるようになってきたからである^{19~21)}。

1-4 hemodialysis product (HDP)

Scribner 自身は「頻回透析」には手を染めていないが、患者のためになることは何かを問い続け、2002 年に Oreopoulos とともに透析量の指標として、hemodialysis product (HDP) の概念を提唱した²²⁾。

$$\text{HDP} = (\text{透析時間/回}) \times (\text{回数/週})^2$$

Scribner は透析回数をとくに重要な要素と考え、週あたりの回数を 2 乗することにしたと言っている。こ

の計算式で算出される数値目標は、Charra らが示した 1 回 8 時間、週 3 回を基本とした。すなわち、 $8 \times 3 \times 3 = 72$ に限りなく近いかこれを超えるものが望ましいとし、体格のよい大人であれば 60 を限界値としている。HDP の計算には一切の検査が不要であり、誰でも簡単に算出できるわかりやすい指標である。ただ、HDP は観念的な数値であり、その大小によってすべての優劣を測ることができないことは心得ておくべきである。

2 長時間透析

長時間透析とは一般に 1 回 6 時間、週 3 回を基本とした、少なくとも週 18 時間以上の透析のことを指している。透析時間の短縮傾向に大きな影響を与えたのは、1981 年の National Cooperative Dialysis Study (NCDS) による論文で、透析患者の合併症や予後に透析時間は関係なかったと報告した²³⁾。しかし、これは 3 時間透析と 4.5 時間透析の比較によるもので、6 時間や 8 時間透析という長時間透析と比較検証したものではなかった。しかし、これ以降はダイアライザーの効率に目が向き、「時間」の要素は顧みられることが少なくなった。さらに、Gotch が提唱した尿素除去率 (Kt/V) が一人歩きを始め、Kt/V があたかも透析の質と量を示す指標かのように見做されることになった。1994 年には National Institute of Health (NIH) が Kt/V 1.2 を推奨し、高効率のダイアライザーによる Kt/V 値の達成が追い求められた結果、透析時間は短かくてもよいものとされていった。

Scribner 門下であった Charra が母国フランスの Tassin 透析センターで 1 回 8 時間、週 3 回という透析を実施し、1992 年にその圧倒的な成績を発表して世界を驚かせた。すなわち、緩徐な除水による厳格な体液量管理によって患者の 98% の血圧が降圧剤なしでコントロールできたこと、Kt/V の平均値が 1.67 と従来目標よりも高かったことなどをあげ、5 年生存率 87%、10 年生存率 75% という高い生存率が得られたことを報告した²⁴⁾。しかし、観察研究であったこと、糖尿病患者の割合が少なかったこと、効率の低い Kill 型ダイアライザーによるものであったことなどから、「8 時間透析」という時間の要素が必ずしも重視されなかった感がある。

その後も Charra らは 8 時間透析による長期観察結

果を報告し、その生存率が高い要因として、心血管系疾患による死亡率が低いことをあげている。血压管理がよいことや透析中の急な血压低下が少ないこと、また、長時間透析では血清リンのコントロールが容易で、同時に小分子、中分子量領域の尿毒素物質の除去量が大きいことも重要な要素としている。結果としてみられる栄養状態や貧血の改善は、種々の薬剤の使用量を減少させ、経済的であるとも結論づけている²⁵⁾。

1990年代後半になり米国の透析患者の生存率が、日本やヨーロッパに比べて明らかに低いことに目が向いてきた。米国腎臓財団によるDOQI (dialysis outcome quality initiative) の推奨する1997年のガイドラインKt/V 1.2 (後に1.4) を維持しても患者の予後が改善しないことから、ようやく透析時間が見直されるようになってきた。そして、透析時間を延長することによって、

- ① 血压のコントロールが容易になる
- ② 高リン血症が是正されてリン吸着薬の減量・中止が可能となる
- ③ 生命予後が改善される

などの長時間透析の利点があったため報告されはじめた^{26, 27)}。

本邦の透析時間について、2018年末の日本透析医学会による統計調査を見ると、透析施設で6時間以上の透析を受けている患者は全体の約1%、3,000人を超える程度にすぎない。ほとんどの医療者は長時間透析についての知識はあるが経験がなく、患者は4時間でもきついものをさらに時間を延長するなどありえない、という意識が強い。いずれも実態を知らない、ということに尽きる。

著者は1989年から現在に至るまで30年余にわたり、患者全員に1回6時間、週3回の透析を実施してきた。そして、その生存率や降圧剤の使用頻度などの成績は、日本透析医学会 (JSDT) の成績に比べて明らかに優れていることを報告してきており^{28, 29)}、透析時間は長いほどよいと確信している。拘束時間が長いことを欠点として指摘されることがあるが、実際に経験している患者の声を聞くと、それほど長い拘束とは感じていないことが多い。4時間前後の透析患者からしばしば耳にする「透析後はグッタリ」ということはなく、むしろ6時間の透析が終わった後、自宅に戻って普通に家事や農作業などができるほどに元気であることが多

い。

3 オーバーナイト透析

—overnight または nocturnal hemodialysis

長時間透析の利点は認めても、8時間あるいはそれ以上の透析となると拘束時間が長く、日中に実施するには困難を伴うことが少なくない。その解決策のひとつが、深夜の睡眠中の時間を利用して行うオーバーナイト透析である。日中の時間を有効に活用できるため日常生活への制限が緩和され、患者にとってのメリットは大きいものがある。すなわち、以下の条件を満たす透析がオーバーナイト血液透析である。

- ① 職場から早退せずすみずみ透析
- ② 多少の残業なら可能な透析
- ③ 放課後にクラブ活動ができる透析
- ④ 家族と夕食をともにできる透析
- ⑤ 十分な透析量が確保できる透析

維持透析としてのオーバーナイト透析は、在宅透析として始められたものである。本邦では、1968年に名古屋で在宅血液透析 (当時は家庭透析と呼んだ) が始まっているが、オーバーナイト透析もおそらくその中で実施されたと思われるが詳細を知らない。一方、施設におけるオーバーナイト透析の歴史は比較的浅く、2005年に神戸の坂井瑠実、日立 (後に横浜) の金田浩らが始めたのが最初である。現在、国内でオーバーナイト透析を実施している施設は40ヵ所近くに増え、患者数も500名を超えているが、全体から見るとその割合はわずかである。

3-1 施設でのオーバーナイト透析

施設によって異なるが、オーバーナイト透析は通常、20~23時頃から翌朝5~7時頃までの深夜に8時間前後の透析を行っているところが多い。スケジュールの基本は月水金または火木土の週3回である。透析室は患者の睡眠確保とプライバシーを考慮して、個室や隔壁を設けたブース形式としているところも多い。これは1床あたりのスペースが広がるために総床数は減るが、インフルエンザなど感染症の流行時には、その対策としては非常に好ましいものとなる。

オーバーナイト透析は夜間・深夜の治療であり、万一緊急事態が発生した場合には、日中に比べて対応が遅れることもありうるので、実施にあたっては安全へ

の配慮が必要である。対策のひとつは患者の選択要件である。すなわち、

- ① 臨床的に病状が安定していること
- ② 重篤な心血管系合併症がないこと
- ③ 日常生活動作が自立できていること
- ④ 自己管理ができること
- ⑤ 協力的であること

など、実施施設の実情に見合った基準を設けておくことが望ましい。

透析中の睡眠確保は重要であり、通常、血圧測定は透析開始時と終了時に行うだけである。このため透析中の安全確認は、透析機が有する監視システム、モニターカメラ、スタッフの巡回などにより行われる。透析中に起こりうるリスクとして重大なものは、先ず第一に抜針事故である。睡眠中の寝返りなどで穿刺針が抜けないように固定の工夫を行うことや、漏血センサーの利用などが勧められる。次に除水過多による急激な血圧低下であるが、透析間の体重増加を抑えるための食事指導と患者の自覚が必要である。透析中の除水が過大にならないように、時間除水量を500 ml以下にするなど、症例に合わせて一定の制限を設けておくことが望ましい。

患者管理の基本については、オーバーナイト透析であっても日中や準夜帯の透析となら変わるところはない。むしろ、長時間透析であるため、なにごともしこらないのが普通と考えてよい。60年前、透析機に除水コントローラーはなく、その他の監視装置も今ほどに充実していない時代に、在宅でオーバーナイト透析が実施されていたことを思うと、過度に神経質になる必要はない。もし深夜になんらかの問題やトラブルが発生したときは、躊躇なくその時点で透析を中止すればよいのである。代わりの透析はいつでもできると心得て、無理に継続するべきではない。

睡眠中の透析の利点のひとつは、慣れてくると患者が体感する透析時間は1時間程度と短く感じられる点にある。すなわち、透析時間は長い、短く感じられる透析なのである。

オーバーナイト透析は、どちらかと言えば患者にとって好ましいことが多いが、提供する施設にとっては深夜勤務のスタッフ確保やそのための経費が運営上の課題となる。診療報酬には夜間・休日加算の380点が付加されるが、オーバーナイト透析の普及のためには、

翌朝までの深夜の勤務体制を考慮してもらい、さらなる加算が望まれる。

3-2 当院のオーバーナイト透析

当院は福岡市（人口159万人）の中心部に位置するいわゆる、ビル・クリニックである。2016年6月に開設し、現在、53名（男44、女9）の患者に、月水金および火木土のスケジュールで1回8時間、週3回のオーバーナイト透析を行っている。男性が44例、83%と大半を占めているのは、労働環境を表しているのかもしれない。年齢は30~72歳で平均53.3歳と若い症例が多い。また、体格のよい症例が多く、平均身長167 cm、平均体重72 kgで、80 kg以上が15例（28%）で、うち3例は100 kgを超えている。原疾患は慢性糸球体腎炎22例、糖尿病21例などであるが（表1）、糖尿病を合併した症例が糸球体腎炎の6例など全体で8例にみられ、糖尿病の有病率は55%に上った。経過とともにドライウェイト（DW）は増大する症例が多く、とくに糖尿病の有病症例においてその増加率は大きい傾向を示した（図1）。しかし、body mass index（BMI）は、糖尿病有病症例で平均26.3

表1 当院症例の原疾患と年齢

原疾患	例数（男：女）	年齢
慢性糸球体腎炎	22（19：3）	55.2（30~75）
糖尿病	21（20：1）	52.6（41~71）
多発性嚢胞腎	4（1：3）	58.4（53~65）
逆流性腎症	3（1：2）	42.7（35~55）
その他	3（3：0）	48.4（34~56）

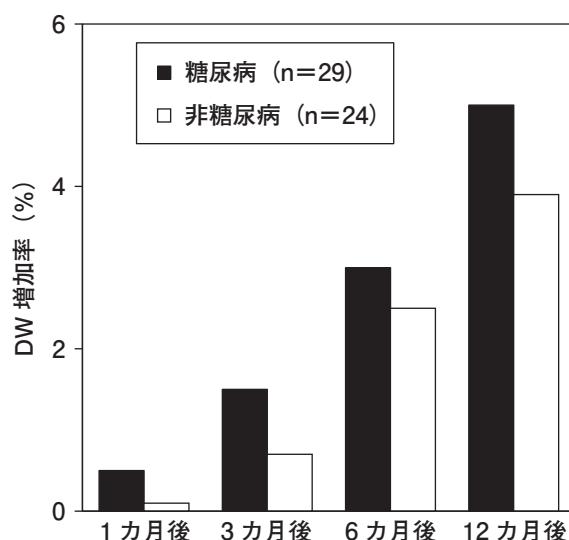


図1 オーバーナイト移行後のDW増加率

表2 中2日体重増加率

	年 齢	DW (kg)	体重増加率 (%)	5% 以上 (例数)
単身者 (n=22)	53.0	71.7	5.3	14
非単身者 (n=31)	53.6	72.0	4.5	10

表3 検査データ

	Alb (g/dL)	Cr (mg/dL)	K (mEq/L)	IP (mg/dL)	Ca (mg/dL)
糖尿病有病者 (n=29)	4.0	10.7	4.4	4.9	8.7
非糖尿病 (n=24)	4.0	11.0	4.8	5.2	8.8
単身者 (n=22)	4.0	10.5	4.7	5.0	8.6
非単身者 (n=31)	4.0	11.1	4.5	5.1	8.8

で30を超える肥満症例は4例(最大33.9)、同様に非糖尿病症例では平均24.6で30以上は3例(最大33.2)であり、いずれも高度の肥満者はいなかった。DWの増加は透析による体調や食欲の改善に伴うもので、導入期やそれ以前の低栄養状態からの回復と考えることができる。

当院では単身者(未婚,離婚,単身赴任の独居者)が22例,42%と比較的多いことも特徴のひとつのように思われた。福岡市は外食産業が隆盛で,また美味しいことでも有名である。単身者の多くは食事の大半を外食に頼っており,塩分の摂取過多となりやすい。中2日の体重増加率を横断面的に見てみると(表2),単身者の平均増加率は5.3%,非単身者は4.5%と単身者のほうが増加率は大きかった。増加率が5%を超えるものは,単身者では14例と約2/3にみられたが,非単身者であっても会社勤めの勤労者は外食が多い傾向があり,増加率5%超えが10例,約1/3にみられた。主な血液検査データについて糖尿病の有無,単身者か否かで比較してみたが,それぞれの間に差はなかった(表3)。

当院へ転院するまでの透析歴について調査したが,全体の60%近い症例が血液透析導入後,3ヵ月未満で来院している(図2)。これらの透析初心者のほとんどは透析導入直前まで就労していることが多く,仕事をそのまま継続したいという欲求が強いため,自らインターネットなどでオーバーナイト透析について調べて来ている。一方,透析歴が5年以上の症例では自営業や専門職のケースが多く,日々の仕事をさらに充実させたいという自立心の高い症例が多いように思われた。

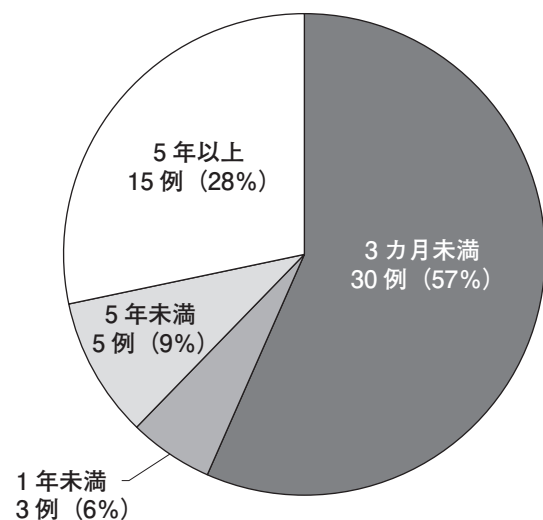


図2 当院転院までの透析歴

開設当初,夕方~夜にかけてのいわゆる,準夜透析(夜間透析)を受けている症例が,オーバーナイト透析を求めて殺到するのではないかと考えたが,それはまったくなかった。透析のために仕事を切り上げて早退することに関して,患者自身も会社もこれに順応してしまっており,オーバーナイト透析に移行して今さら仕事を増やす理由はないと考えているように思われた。その根底には,透析を受けることは辛くきついことであり,その苦痛の時間をさらに延ばすことなどありえない,また,深夜に行くなど考えられないという意識が働いているように思われる。いまだに「知らない」,「知らされていない」という現実があることを認識し,腎移植を含めた腎代替療法について,幅広く啓発していく必要があると思われる。

おわりに

本稿の執筆にあたり,はからずも B. H. Scribner

(1921~2003)の足跡を辿ることになり、その偉大な功績にあらためて感動を覚えている。Scribnerは慢性腎不全に透析療法を導入した始祖であり、長時間透析、オーバーナイト透析そして在宅透析を拡大・推進した。晩年には、至適透析の新しい指標としてhemodialysis product (HDP)の概念を提唱して、透析時間だけではなくその回数的重要性にも言及した。Hegelは「人間は歴史から何も学ばない」との格言を残したが、透析療法の領域では歴史から学ぶべきことは多い。透析時間については過去を踏まえて、「効率化という名の手抜き」とはならないような治療を心掛けていきたいと思う。従来から指標とされてきたKt/Vは、実施した透析の結果として表れる数値のひとつにすぎず、目標とするものではないとしておくのが賢明であろう。

透析施設における至適透析を考える場合、保険診療の中では回数に制限があるので、透析時間を延長するという方法が取り組みやすいと思われる。とくにオーバーナイト透析では、HDP 70以上の透析が可能となるので、試す価値は十二分にあると考える。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

文 献

- Scribner BH, Buri R, Caner JEZ, et al. : The treatment of chronic uremia by means of intermittent hemodialysis : a preliminary report. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1960; 6 : 114-122.
- Hegstrom RM, Murray JS, Pendas JP, et al. : Hemodialysis in the treatment of chronic renal uremia. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1961; 7 : 136-149.
- Murray JS, Tu WH, Albers JB, et al. : A community hemodialysis center for the treatment of chronic uremia. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1962; 8 : 315-319.
- Hegstrom RM, Murray JS, Pendas JP, et al. : Two year's experience with periodic hemodialysis in the treatment of chronic uremia. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1962; 8 : 266-280.
- Lindholm DD, Burnell JM, Murray JS : Experience in the treatment of chronic uremia in an outpatient community hemodialysis center. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1963; 9 : 2-9.
- Alexander S : They decide who lives, who dies: medical miracle puts moral burden on small committee. *Life* 1962; 53 : 102-125.
- Grimsrud L, Cole JJ, Lehman GA, et al. : A central system for the continuous preparation and distribution of hemodialysis fluid. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1964; 10 : 107-109.
- Curtis FK, Cole JJ, Fellows BJ, et al. : Hemodialysis in the home. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1965; 11 : 7-10.
- Scribner BH, Cole JJ, Ahmad S, et al. : Why thrice weekly dialysis? *Hemodial Int* 2004; 8 : 188-191.
- Shaldon S, Rae AI, Rosen SM, et al. : Refrigerated femoral venous-venous haemodialysis with coil preservation for rehabilitation of terminal uraemic patients. *Brit Med J* 1963; 1 : 1716-1717.
- Eschbach JW Jr, Wilson WE Jr, Peoples RW, et al. : Unattended overnight home hemodialysis. *Trans Am Soc Intern Organs* 1966; 12 : 346-356.
- Pendas JP, Pollard TL : Eight years' experience with a community dialysis center : the Northwest Kidney Center. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1970; 16 : 77-84.
- Pierratos A, Ouwendyk M, Francoeur R, et al. : Nocturnal hemodialysis : three-year experience. *J Am Soc Nephrol* 1998; 9(5) : 859-868.
- Scribner BH : Dialysis dose : higher is better. *J Am Soc Nephrol* 1998; 9(5) : 899-900.
- Bleyer AJ, Russell GB, Satko SG : Sudden and cardiac death rates in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999; 55(4) : 1553-1559.
- Scribner BH, Twardowski ZJ : The Case for every-other-day dialysis. *Hemodial Int* 2000; 4 : 5-7.
- Gul A, Miskulin DC, Harford A, et al. : In-center hemodialysis : time for a paradigm shift. *J Am Soc Nephrol* 2018; 29 : 2452-2454.
- 坂井瑠実 : 隔日透析の実践と効果. *日透医誌* 2007; 22 : 182-100.
- Ok E, Duman S, Asci G, et al. : Comparison of 4- and 8-h dialysis sessions in thrice-weekly in-centre haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2011; 26 : 1287-1296.
- Nesrallah GE, Lindsay RM, Cuerden MS, et al. : Intensive hemodialysis associates with improved survival compared with conventional hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2012; 23 : 696-705.
- Jansz TT, Noordzij M, Kramer A, et al. : Survival of patients treated with extended-hours haemodialysis in Europe : an analysis of the ERA-EDTA Registry. *Nephrol Dial Transplant* 2020; 35 : 488-495.
- Scribner BH, Oreopoulos DG : The hemodialysis product : A better index of dialysis adequacy than Kt/V. *Dialysis & Transplantation* 2002; 31 : 13-15.
- Lowrie EG, Laird NM, Parker TF, et al. : Effect of the hemodialysis prescription on patient morbidity : Report from the National Cooperative Dialysis Study. *N Engl J Med* 1981; 305 : 1176-1181.
- Charra B, Calzavara E, Ruffet M, et al. : Survival as an index of adequacy of dialysis. *Kidney Int* 1992; 41 : 1286-1291.

- 25) Laurent G, Charra B : The results of an 8 h thrice weekly haemodialysis schedule. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13 (Suppl 6) : 125-131.
- 26) Lacson E, Xu J, Suri RS, et al. : Survival with Three-Times Weekly In-Center Nocturnal Versus Conventional Hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2012; 23 : 687-695.
- 27) Rivara MB, Adams SV, Kuttykrishnan S, et al. : Extended-hours hemodialysis is associated with lower mortality risk in patients with end-stage renal disease. *Kidney Int* 2016; 90 : 1312-1320.
- 28) 前田利朗 : 6 時間透析における生存率—20 年間の経験から—。日透医誌 2010; 25 : 95-100.
- 29) 前田利朗, 前田篤宏 : 糖尿病性腎症患者の 6 時間透析における生存率と合併症。透析会誌 2012; 45 : 931-933.

参考 URL

- ‡1) U.S. Renal Data System 「US renal data system 2019 annual data report : Epidemiology of kidney disease in the United States. Section 2 : End-stage renal disease in the United States」
https://www.usrds.org/2019/download/USRDS_2019_ES_final.pdf (2020/4/21)