

キール型人工腎による血液透析の研究

1人用透析液供給装置を使用した2人同時透析における
透析装置の直列式と並列式連結の比較

広島大学医学部泌尿器科学教室（主任：仁平寛巳教授）

田 中 求 平
溝 口 勝*
仁 平 寛 巳STUDIES ON HEMODIALYSIS WITH THE
KIIL TYPE ARTIFICIAL KIDNEY—COMPARISON OF THE SERIES AND THE PARALLEL CONNECTION
OF DIALYZERS IN SIMULTANEOUS HEMODIALYSIS
OF TWO PERSONS WITH THE DIALYSATE
SUPPLIER FOR SINGLE PATIENT—

Kyuhei TANAKA, Masaru MIZOGUCHI and Hiromi NIHIRA

*From the Department of Urology, Hiroshima University School of Medicine
(Chairman: Prof. H. Nihira, M. D.)*

Comparison was made between the series and the parallel connection of dialyzers in simultaneous hemodialysis of two patients with the dialysate supplier for single patient.

1) In the series connection, the top dialyzer showed the greater dialysis effect than the lower one, but the water deprivation effect was reverse.

In the parallel connection, both dialyzers showed the equivalent work and the greater dialysis and water deprivation effect than either of the series dialyzers.

2) In the series connection, the patient of the lower dialyzer often complained chill due to lowering of the dialysate temperature. The parallel connection gave solution to this problem as well as to the psychological problem involved in the series connection.

3) In case of accident in the parallel connection, the dialyzer can be easily separated and the other dialyzer can continue dialysis without being disturbed.

緒 言

近年、慢性腎不全に対する血液透析療法が盛んにおこなわれるようになり、数多くの施設で人工腎センターができ、多人数用透析液供給装置が整備されている現状である。しかし、一方では人工腎装置が高価なため、小型透析液供給装置を使用し、同時に多人数を透

析する方法がおこなわれていた。

1人用透析液供給装置を使用して2人同時透析をおこなう場合、一般に透析装置を直列に連結して透析する方法がとられているが、患者に与える心理的影響のほか、透析効果、水分除去の程度および透析液の温度などに上位と下位とで相違が認められた。そこで、われわれはY字チューブと整流装置を設置することによって、透析装置を並列に連結するように考案した。

今回は臨床的に直列式と並列式連結との透析効果お

*県立広島病院泌尿器科

および水分除去について検討し、直列式に比較して並列式のほうが種々の点で有利であるとの結果を得たので報告する。

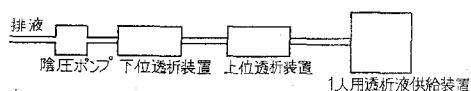
透析装置および方法

1) 透析装置

スウェーデン・フリーザー社製の1人用透析液供給装置を使用し、2台の透析装置（標準型キール式）に連結した。

この場合、直列連結（direct connection）はコンソールに透析装置を上位（top）と下位（lower）に直列とした（Fig. 1a）。

a) 直列連結



b) 並列連結

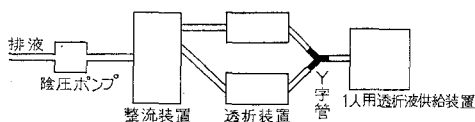


Fig. 1. 直列連結と並列連結の模式図

並列連結（parallel connection）はコンソールと透析装置の間をY字チューブで結んで透析装置を並列にし、その後方へ流量計、2個の流量調節バルブとY字管を組みこんだ整流装置をおき、陰圧ポンプを通過して排液するように装備した（Fig. 1b, 2）。

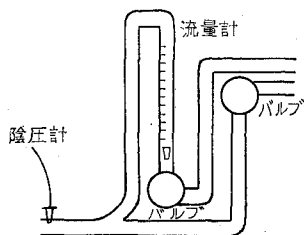


Fig. 2. 透析液整流装置

2) 透析方法

直列と並列連結を比較検討するために症例および透析条件を限定した。症例は46才の女性で安定した間欠的長期透析患者であり、透析前のBUNが50~100 mg/dl、血清クレアチニンが11~15 mg/dl、血清HCO₃が15~20 mEq/L、体重が48~52 kgのときの成績を検討の資料とした。透析条件として、透析液の組成は使用時にNa⁺132 mEq/L、K⁺2 mEq/L、

Cl⁻105 mEq/L、Ca⁺⁺2.5 mEq/L、Mg⁺⁺1.5 mEq/L、glucose 2g/L、でその浸透圧は290~300 mOsm/L、透析液の流量は400 ml/min、陰圧は60~70 mmHgで、透析時間は6.5~7.0時間である。

成 績

安定した間欠的長期透析患者の1症例について直列連結した上位と下位との場合、および並列連結した場合などの種々の透析方法におけるBUN、血清クレアチニン、血清HCO₃、体重の変化を透析前後で測定し、その平均値を示した。また一部では透析開始後1時間経過時における各透析方法について尿素、クレアチニン、尿酸のクリアランスを算出した。

1) 直列連結と並列連結におけるBUN減少率の比較（Fig. 3）。

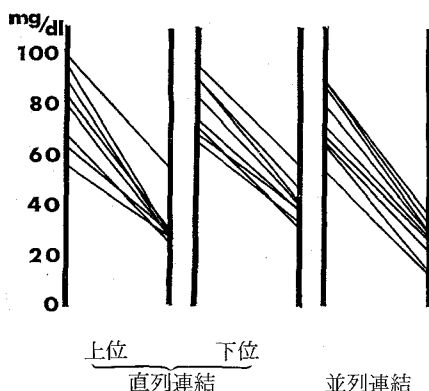


Fig. 3. 直列連結と並列連結の透析によるBUN減少の比較

直列連結の場合に8回測定の前平均値でみると、上位の透析装置では透析前80 mg/dlが透析後29 mg/dlとなり、平均減少率64%であった。下位では透析前81.5 mg/dlが透析後40.7 mg/dlとなり、平均減少率50%であった。

並列連結の場合に9回測定の前平均値でみると、透析前75.6 mg/dlが透析後27.1 mg/dlとなり、平均減少率64.2%であった。

2) 直列連結と並列連結における血清クレアチニン減少率の比較（Fig. 4）。

直列連結の場合、上位で8回測定の前平均値では、透析前13.5 mg/dlが透析後7.8 mg/dlとなり、平均減少率42%であった。下位では6回測定の前平均値で、透析前13.4 mg/dlが透析後8.6 mg/dlとなり、平均減少率36%であった。

並列連結の場合には6回測定の前平均値で、透析前13.5 mg/dlが透析後8.0 mg/dlとなり、平均減少率

40%であった。

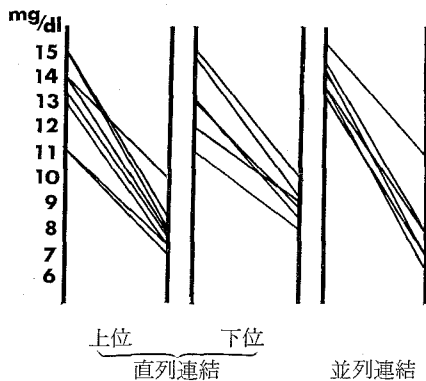


Fig. 4. 直列連結と並列連結の透析による血清クレアチニン減少の比較

- 3) 直列連結と並列連結における血清 HCO_3^- 増加率の比較 (Fig. 5).

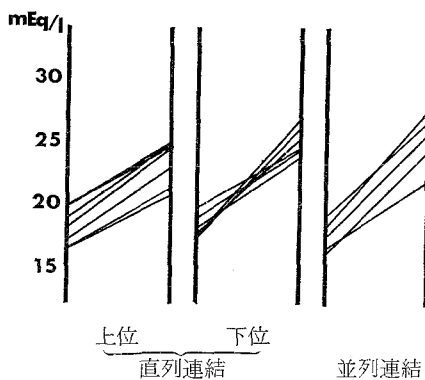


Fig. 5. 直列連結と並列連結の透析による血清 HCO_3^- 増加の比較

直列連結の場合、6回測定の実値をみると、上位では透析前 17.9 mEq/L が透析後 23.7 mEq/L となり、平均増加率 32.3% であった。下位では透析前 18.1 mEq/L が透析後 24.2 mEq/L となり、平均増加率 35% であった。

並列連結の場合には 5 回測定の実値で、透析前 17.6 mEq/L が透析後 24.1 mEq/L となり、平均増加率 37% であった。

- 4) 直列連結と並列連結における体重減少の比較 (Fig. 6).

直列連結の場合、上位で 9 回測定の実値では透析前 50.5 kg が透析後 49.8 kg となり、平均減少 0.7 kg であった。下位で 8 回測定の実値では透析前 50.8 kg が透析後 49.5 kg となり、平均減少 1.3 kg であった。

並列連結の場合には 8 回測定の実値で、透析前

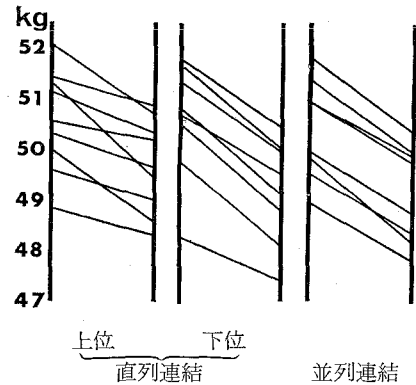


Fig. 6. 直列連結と並列連結の透析による体重減少の比較

50.1 kg が透析後 48.7 kg となり、平均減少 1.4 kg であった。

- 5) 直列連結と並列連結における透析効果の比較 (Fig. 7).

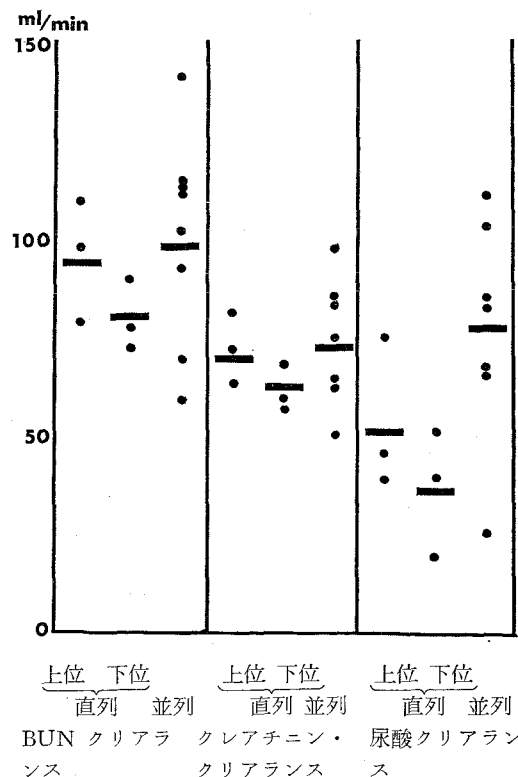


Fig. 7. 直列連結と並列連結における各種含窒素物質クリアランスの比較

各連結方法における含窒素物質の透析効果をクリアランス法によって比較した。それぞれの平均値で示す

と、尿素クリアランスでは直列連結の上位95ml/min, 下位79ml/min, 並列連結99ml/minであった。クレアチニンクリアランスでは直列連結の上位71ml/min, 下位61ml/min, 並列連結73ml/minであった。また尿酸クリアランスでは、直列連結の上位53ml/min, 下位46ml/minであった。

考 察

従来から1人用透析液供給装置を使用して2台の透析装置を直列に連結することにより、同時に多人数透析を試みていた。しかしこの場合に下位の透析装置では上位よりも透析効果が低下し、水分除去による体重減少の程度が不安定であった。また冬期になると上位と下位の透析装置では透析液に温度差が生じ、下位では透析液の温度が低下して悪感の発生率が高く、患者は上位による透析を希望していた。そしてこれらの欠点を解消するため、Y字チューブによって透析装置を並列に連結したが、抵抗の相違、陰圧の付加などにより透析液の流量を一定にすることがきわめて困難であった。

そこでわれわれは流量計と2個の流量調節バルブを付した整流装置を考案した (Fig. 8)。これを透析装置と陰圧ポンプの間に設置することによって、両透析装置への透析液の流量を均等に、かつ一定に保つことが可能となった。

最近わが国では各地に多人数用透析設備が設置されるようになったが、それまで多くの施設では1人用人工腎装置を利用して2人同時に透析をおこなうことにより設備の不足が補われていた。この方法としては、(1)1台の透析装置を同時に2人が使用する方法として、キール型では各人1層使用、コルフ型 (twin coil 型) では各人1本のセロファン・チューブを使用する方法¹⁾、(2)1人用透析液供給装置に2台のキール型透析装置を連結する方法^{2,3)} などがある。しかしこれらの透析方式は、多人数用透析設備への移行期における、やむをえない臨時的処置のゆえか、透析効果などに関する詳細な報告が数少ない。

著者は(2)の方式について検討したものである。Rooszendaal (1966)²⁾は、2台の透析装置を直列連結し、両透析装置の間の連結部に透析液恒温槽を設置して、透析液の温度を上位と下位で調節し、下位の透析液の温度が低下するのを解消している。しかし上位と下位での透析効果に顕著な差は認めていない。また、C. Van Ypersele de Strihou³⁾は、3台の透析装置を直列に連結した場合の透析効果について、上位と中位と下位のBUN、血清クレアチニンの減少率と限外濾過量で

検討している。すなわちBUNの減少率は上で75%、中位で70%、下位で69%。血清クレアチニンのそれは上位で59%、中位で56%、下位で54%。また限外濾過量は上位で2.0ℓ、中位で2.2ℓ、下位で2.4ℓとなっており、BUNと血清クレアチニンの両者では上位のほうが透析効果が大きいことが、限外濾過効果は下位のほうが大となっている。

著者の成績では、BUNと血清クレアチニンの平均減少率は直列連結の下位の透析装置で最も低く、上位と並列連結の場合とではほとんど差がなかった。血清HCO₃の改善は直列連結では下位のほうが上位に比較してよかったが、並列連結が最も良好であった。また体重変化を指標とした水分除去量は、透析装置の抵抗がかかるため直列連結の上位で少なく、下位と並列連結とは同程度であった。各種透析方法によるクリアランスの比較では尿素、クレアチニンの値は直列連結の上位と並列連結ではほとんど差がなかった。しかし尿酸はかなりの差で並列連結が最もよかった。

以上、透析効果と水分除去を比較したところ、直列連結の場合は上位の透析装置では透析効果は比較的よいが水分除去効果は劣り、下位ではこれと逆の関係にあることが明らかとなった。これに反して並列連結においては、透析効果と水分除去効果は2台透析装置でほぼ均等であり、かつ直列連結の場合の効果のよいほうと比較しても、同程度ないしはそれ以上という結果であった。

1人用透析液供給装置に2台の透析装置を使用して2人同時透析をおこなう場合は、透析装置を直列に連結する方法に比較して著者が考案した並列連結方式が透析効果と水分除去効果の面で2台の透析装置に均等にすぐれた効果が得られることが証明されたが、このほかになお以下のごとき2、3の利点が認められた。

(1)直列連結では下位の透析装置において透析液の温度低下による悪感という副作用が発生するが、この問題が解消されたこと、(2)透析膜破損による血液漏出など透析中における透析装置の事故にさいしては、透析液回路から破損透析装置を簡単に隔離できるので、この修理中も他側装置では透析を中止する必要がないこと、(3)直列連結では患者は心理的に下位装置による透析を嫌う傾向があるが、並列連結ではこのような心理的影響は考慮する必要がないことなどである。

結 語

1人用透析液供給装置に2台の透析装置を使用して2人同時透析をおこなう場合に、著者は比較的簡単な

整流装置を考案して透析装置を並列式に連結し、この方法と従来おこなわれていた直列式連結方法と比較検討してつぎのごとき結果を得た。

1) 直列式連結では上位の透析装置は透析効果が下位のそれより大であるが、水分除去効果はこれと逆の関係にある。これに対して並列式連結では2台の透析装置はほぼ均等の成績を示し、かつ透析効果と水分除去効果は直列式連結のそれぞれのより大の効果を示したものと同等以上の成績であった。

2) 直列式連結での下位の透析装置における透析液温度低下による悪感などの副作用、および上位と下位の透析装置における患者の心理的影響などの問題は、並列式連結により解消した。

3) 透析中に2台の透析装置の一方に事故が発生した場合は、並列式透析では事故透析装置を透析液回路から簡単に隔離できるので、他方の透析装置における透析続行の支障とはならない。

参 考 文 献

- 1) Rogde, H., Nakamoto, S., and Kolff, W. J.: Simultaneous hemodialyses with twin coil artificial kidney. J. A. M. A., **176**: 668~669, 1961.
- 2) Roozendaal, K. J.: Series haemodialysis. Europ. Dialy. & Transpl. Assoc., **3**: 346~348, 1966.
- 3) Van Ypersele de Strihou, C., Quoidbock, A. et Alexandre, G. P. J.: Utilisation du rein de kiil er circuit ovvert circulation du dialysat dans trois dialyseurs connectes en serie. Europ. Dialy. & Transpl. Assoc., **2**: 281~284, 1965.

(1972年10月23日特別掲載受付)