

炉辺医話

わたしの血液浄化論

-自前の積層型血液透析器-

板橋中央総合病院血液浄化療法センター

阿岸鉄三

人工肝臓と人工腎臓

1950年代末から1960年代にかけて、世界的に人工肝臓開発への思い込みの時代がありました。いま考えると、思い込みが先行して力（技術）足らずの感もあるのですが、思い込みがなければ、なにごとにも成就しないのも事実でしょう。当時の人工肝臓の研究の大きな流れは、まったく機械的なアプローチで透析だけに頼るもの、おもにヒヒ・豚の肝臓を体外循環回路に接続し、いわゆる肝灌流をおこなうもの、透析と生体肝の機能の両方を利用するものと分けられます。第3のアプローチは、生体肝の代謝機能を利用するが、異種動物組織とヒト組織の直接的な接触による感

染・免疫反応などを避けようと意図するものです。そこでは、現在の人工腎臓と原理的にはほぼ同じ濾過装置の開発が必要になります。1960年代始めの北大三上外科で、人工肝臓と人工腎臓の両方の研究開発があった背景です。そのうちに先にこの欄で話題にした「手作りのcoil型人工腎臓」に続いて、さらに効率のよい人工腎臓（人工肝臓の構造の一部を兼ねる）を作ろうということになりました。

積層型人工腎臓装置

なんでも自分たちで作る時代でした。いまなら、理工学系の研究者との共同研究というところですが、それは、20年も後のことです。ラッキーと後で自分で思うのは、三上教授の後を継がれた葛西洋一先生は、当時講師でしたが、外科学会で「人工肝臓」（正式の演題は忘れました）の宿題報告をすることになっていて、人手も、お金も注入できる状況に、私もはめ込まれたことです。積層型では、古く

は世界的に Kii1 型とよばれるものが有名ですが、日本で Kii1 型が一般に使われるようになったおよそ 10 前のお話です。Coil 型から積層型に移行するには、それなりの理論的・実証的根拠がありました。Coil 型では、膜面積を広くしようとすると、膜チューブを長くする必要がありますが、血液流路の内部抵抗が大きくなります。Kolff が twin (双子) coil としたのは、抵抗を小さくするためだったと考えられます。そこで、同じ膜面積で、triplet (三つ子) のものをつくって実験すると、抵抗は小さくなり、透析効率は向上することが分かりました。透析膜と透析液との接触状態が良くなることが原因と考えられました。この考えをどんどん進めると、積層型になります。ちなみに、現在中空糸と呼ばれている毛細管型は、まだ技術的に作れませんでした。

すごい積層型透析器のデザイン

積層型の設計をしたのは、同期の壇上泰先

生でした。これは、いま考えてもすごいアイデアでした。基本的には、ステンレスの薄板とポリエチレン薄板を重ねたものですが、おのおのは切り抜かれていて、重ねることによって血液流路と透析液流路が形成されるようになっています。ステンレス板(ス板)は、ポリエチレン板(ポ板)のサポートと液が漏れないためのパッキングの役をしています。つまり、ス板-ポ板-透析膜-ポ板-ス板を単位として、繰り返し重ねることによって積層型になるのです(図)。一番上と下には、厚さ3cm程のステンレス板をボルトとナットで締め付けるようになっていきます(写真)。全体の大きさは、30cmX30cm程度、全体の厚さは、膜面積(積層数)によって異なりますが、10cm程度、重さは、やっこらしよと持ち上げていましたから20Kgはあったのでしょうか(数字は、記憶によるもので正確ではありません)。東京のメーカーに注文して、半年かかってできたと覚えています。完成は、遅れに遅れ、

葛西先生が俺の宿題報告はとうなると吼えたのを覚えています。金額は、40 数万円と記憶しています。大学の助手の月給の 30 数人分だったのです。

でも、この人工腎臓は基本的デザインも、制作費も凄かったのですが、性能も抜群でした。以後は、この重装備の人工腎臓をかかえて北海道内を行脚しました。洗濯機には入らないので、特製の 100 リットル容量のタンクに日立の井戸用ポンプをつけて透析液供給装置としました。ときどきは、あれ重たいから今日は軽い coil にしようということもありました。

重装備なだけ透析効率も素晴らしいものがあり、急性睡眠薬中毒の患者の覚醒・救命率が向上した記憶があります。人工肝臓に利用することについては、別の機会に書きましょう。