

## 長期血液透析患者の心機図

日本大学板橋病院 循環機能室 日大第2内科

兼子正明 今井嘉門 里見 裕  
西沢正隆 老川豊明 小沢友紀雄

同 透析室 日大第2内科

宮本 誠 竹内 誠 高橋 進

### 目 的

長期血液透析患者の死因のうち、もっとも頻度の高いものは、心不全、および心タンポナーデであり<sup>1)</sup>、網代らは、心不全、心タンポナーデの全死因に占める割合が63%であると述べている<sup>2)</sup>。われわれは、血液透析(Hemodialysis, 以下H・Dと略している部分もある)の心機能におよぼす影響をみるために、非観血的な検査法である心機図を用いて検討した。

### 方 法

Table 1 に示すごとく、日大・大島内科入院中の透析患者より、16才より44才までの、男3名、女3名、計6名について、透析前日、直後、24時間後、48時間後、72時間後に心機図を記録した(日時、その他の都合で、全部を記録できなかった症例もある)。

シャントは、内シャント(I・S)3例、外シャント(E・S)2例、内外両シャントを有するが、透析には内シャントのみ使用のもの1例である。

いずれも、理学的所見、胸部レントゲン写真、EKG上、尿毒症性心膜炎および心臓弁膜症のない例

---

Mechanocardiographic study of the patients undergoing long-term hemodialysis

Masaaki KANEKO, Kamon IMAI, Yutaka SATOMI, Masataka NISHIZAWA, Toyoaki OIKAWA, Yukio OZAWA, \*Makoto MIYAMOTO, \*Makoto TAKEUCHI, \*Susumu TAKAHASHI

Cordiovascular Service, \*Hemodialysis Room, The Second Department of Internal Medicine, Itabashi Hospital, Nihon University, Oyaguchi, Kamimachi 30-1, Itabashi-ku, Tokyo, 173

で、強心配糖体および冠拡張剤を使用していない症例を選んだ。

透析前のEKGは、16才の1症例を除き、全例左室肥大、2例で胸部誘導のT波増高、2例でV<sub>6</sub>のST水平降下がみられた。QT/√R-R (K)の値は0.41~0.49で、4例で多少の延長がみられた。

胸部レントゲン写真上の心胸比(以下、C・T・Rと略す)は40.0~54.8%であった。

血圧は、SY, MS, KN, KHの4例で、透析前後を通じて、いずれも

収縮期160 mmHg, 拡張期90 mmHg以上の高血圧で、MS例では透析直後のみ血圧上昇をみた。残り2例も平常は正常範囲内の血圧であったが、透析直後のみ多少上昇している。

記録は、フクダ製MCM-600 Multiplex Research Recorderを用い、心音マイクは加速度型クリスタルマイク(フクダMA-250)、頸動脈波のピックアップにはフクダTY-302を用いた。

患者は、安静、背臥位で、呼吸時呼吸停止を命じ、心尖部および心基部(第2または第3肋間胸骨左縁)で、フィルターLとM<sub>2</sub>を用いて心音を、また頸動脈波、第II誘導心電図を、紙送り速度100mm/secで同時記録した。

得られた記録より(Figure 1)、各々5心拍ずつ、先行R-R間隔、Ejection Time(以下ETと略す)、Q-II時間(心電図QRSの開始より、M<sub>2</sub>のII音主振動の開始まで)、I-II時間(フィルター-M<sub>2</sub>で、心尖部I音主振動の開始より、心基部II音主振動開始まで)を、それぞれmsecの単位で、最低5msecまで読みとり、おのおのの平均値を求めた。また次の式より、pre-ejection period(以下=PEPと略す)、isometric contraction time(以下ICTと略す)、およびQ-I時間を求めた。

$$PEP = (Q-II) - ET$$

$$ICT = (I-II) - ET$$

$$Q-I = (Q-II) - (I-II)$$

ETおよびPEPは、心拍数の影響を受けるため、心電図QT時間補正のさい用いられるBazettの式を応用して、それぞれの値を√R-R(単位はmsec)で割り、ETc, PEPcとした。ICTは心拍数の影響を受けない<sup>3)4)</sup>といわれているので、このまま使用した。Q-IおよびQ-II時間も心拍数の

Table 1. Case presentation

| Case | Sex | Age | Times of H·D | Shunt         | H·D   | Pump | Blood Transfusion 200ml |
|------|-----|-----|--------------|---------------|-------|------|-------------------------|
| S·Y  | M   | 44  | 228          | E·S           | Kiil  | -    | -                       |
| T·O  | F   | 29  | 11           | I·S           | Kiil  | +    | +                       |
| M·S  | M   | 31  | 137          | I·S           | Kolff | +    | +                       |
| K·N  | F   | 34  | 10           | I·S           | Kiil  | +    | -                       |
| K·H  | F   | 16  | 22           | I·S + and E·S | Kiil  | +    | +                       |
| T·N  | M   | 32  | 118          | E·S           | Kolff | +    | +                       |

I·S Internal shunt  
E·S External shunt  
+ Only the internal shunt was used.  
H·D Hemodialysis

Internal Shunt Kolff Ultra Flow 100 137th Time

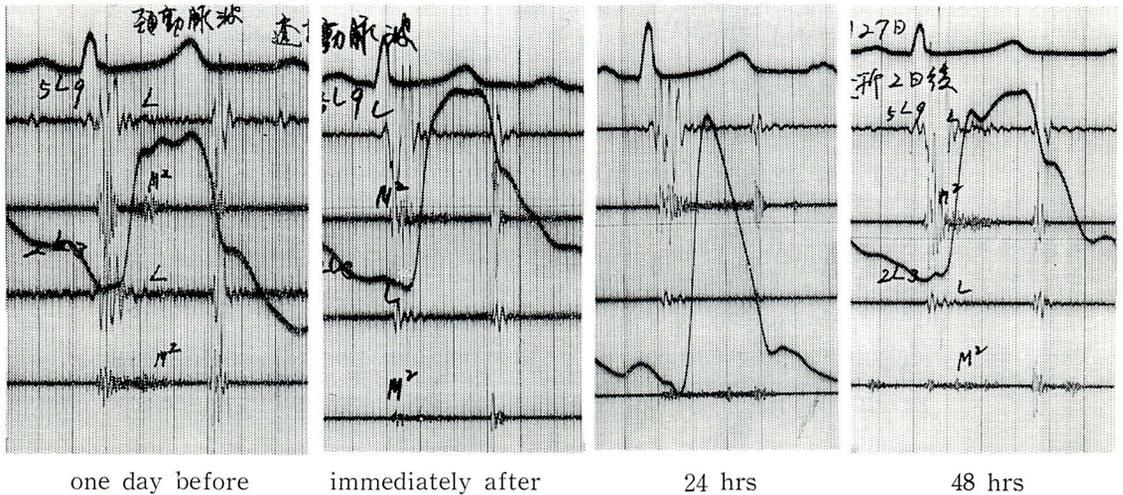


Figure 1. Method of measurement

影響を受けるが、適当な補正の方法がないため、このまま使用した。また ET/PEP比<sup>5)</sup>、ETC/ICT<sup>6)</sup>も算出した。

成績

Figure 2 に示すごとく、ETc は透析直後、24時間後で著明に減少し、Table 2 に示すように、統計的処理で、透析前に比し、有意の差を認めた。この値は、48時間、72時間と、時間の経過とともに、漸次透析前の値に復帰してきている。現在われわれは、血液透析に主に内シャントを用いており、本研究でも外シャントを使用した症例はわずかに2例である（うち1例は、事情により直後で中止）。しかしこの2例のみでみる限り、外シャントは内シャントに比し、ETc の減少度がより大なる傾向にあった。ただしSY例は、透析回数228回目で、XP上も心拡大（CTR 54.5%）があり、他の例と多少異った反応を示している可能性は否定できない。興味深いことには、KH例では、内外両シャントを有し、使用したのは内シャントのみであったが、ETc の動き方は、他の内シャントのみの群と非常に似ていることである。

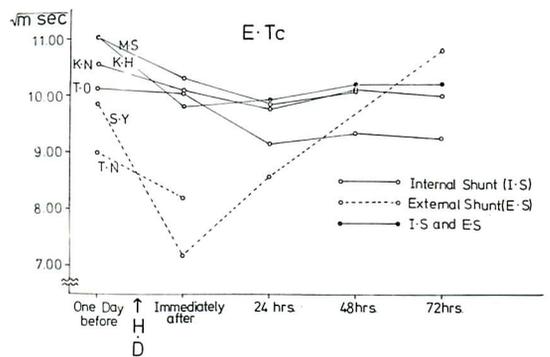


Figure 2.

PEPc は、Figure 3 に示すごとく、直後、24時間後で透析前に比し、有意に増加している。外シャント2例ではその曲線が全計測日を通して他の例より高い位置にあり、228回目のSY例では、PEPc

**Table 2.** Statistical analysis for the reliability of differences between each group

|            | Immediately after |        | 24 hrs. |        | 48 hrs. |        | 72 hrs. |        |
|------------|-------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
|            | t                 | p      | t       | p      | t       | p      | t       | p      |
| ETc        | 2.710             | >0.050 | 12.339  | >0.001 | 6.852   | >0.010 | 2.294   | >0.100 |
| PEPc       | 2.581             | >0.050 | 12.362  | >0.001 | 1.317   | <0.100 | 1.201   | <0.100 |
| ICT        | 0.652             | <0.100 | 1.237   | <0.100 | 0.547   | <0.100 | 2.470   | >0.100 |
| Q-I        | 2.188             | >0.100 | 1.581   | <0.100 | 2.524   | >0.100 | 0.845   | <0.100 |
| Q-II       | 3.214             | >0.050 | 1.782   | <0.100 | 0.354   | <0.100 | 0.980   | <0.100 |
| Heart Rate | 1.299             | <0.100 | 0.350   | <0.100 | 0.622   | <0.100 | 0.773   | <0.100 |
| ET/PEP     | 0.385             | >0.020 | 4.699   | >0.020 | 2.488   | >0.100 | 1.480   | <0.100 |
| ETc/ICT    | 1.462             | <0.100 | 0.983   | <0.100 | 1.122   | <0.100 | 1.172   | <0.100 |

が全症例のうちで最大である。ここでも両シャントのKH例は、内シャント群と同じ動きを示した。

ICTは、Figure 4に示すように、統計的処理でも一定の傾向を示さなかったが、最多透析例のSY例では、全体としてICTが高かった。

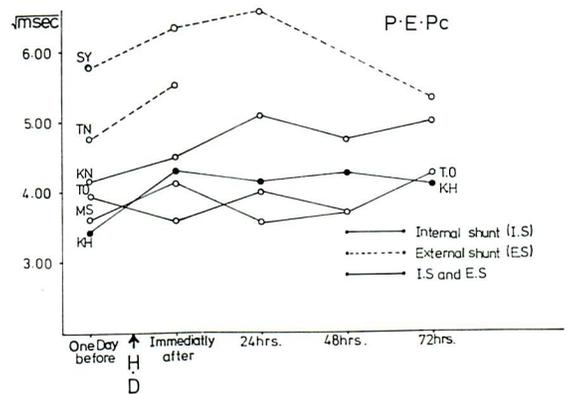
一方、Q-I時間は、Figure 5に示すごとく、透析直後、48時間で多少延長傾向を示し、PEPcの延長は、ICTよりもQ-I時間の延長によるものである可能性がある。

Q-II時間は、透析直後で著明に減少し（Figure 6）、時間の経過とともに透析前の値にもどる傾向を示した。

ET/PEP比については、ETcと同じく、直後で減少し、時間の経過とともに透析前に復帰する傾向を示した（Figure 7）。外シャント2例は全体にこの値が内シャントより小さく、両シャントを有し、内シャントのみで透析を行なったKH例は、内シャント群と似た数値の動きを示していた。

ETc/ICT比は、Figure 8に示すごとく、一定の傾向を示さないが、外シャントは、全体に低値を示す傾向にある。

Table 2は、透析前の各測定値に対する透析後の値の統計的検討（t test）である。ETcは、直後、24時間後、48時間後、各々5%、0.1%、1%の危険率で有意の短縮を示した。PEPcも、直後、24時間後で、おのおの、5%、0.1%の危険率で、有意の延長を示した。Q-I時間は、直後、48時間で多少延長の傾向を示したが、はっきりした有意差はなかった。ET/PEP比は、直後、24時間後で、おの



**Figure 3.**

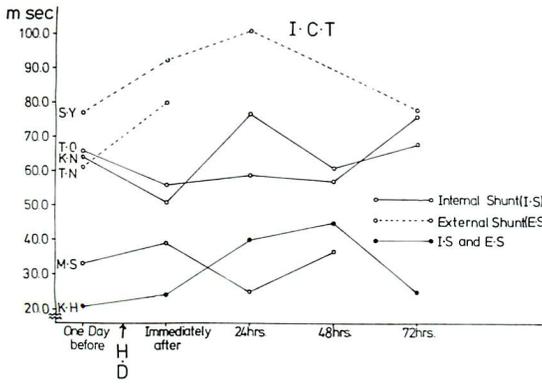


Figure 4.

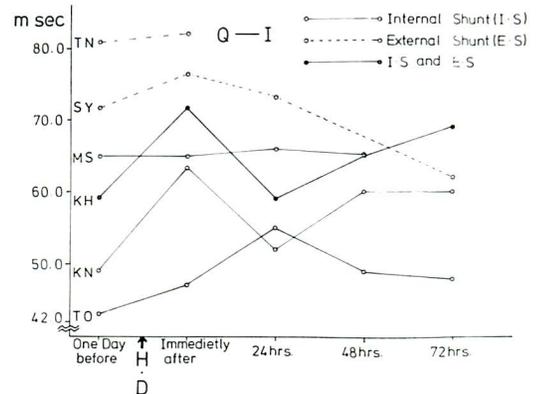


Figure 5.

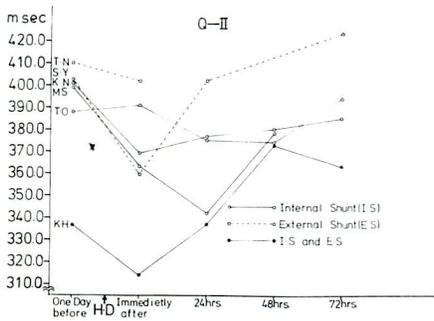


Figure 6.

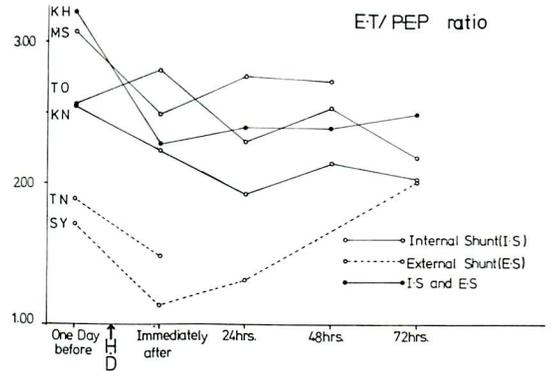


Figure 7.

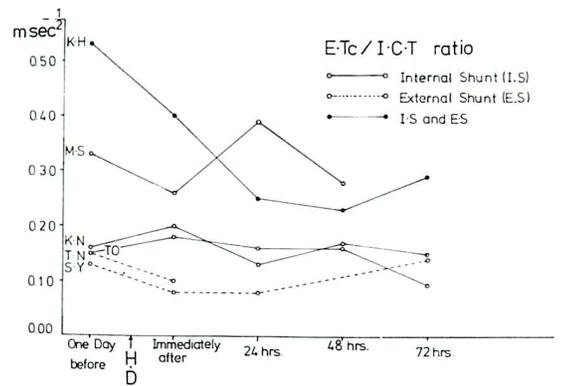


Figure 8.

兼子, 今井, 里見, 西沢, 老川, 小沢, 宮本, 竹内, 高橋

おの2%, 0.1%の危険率で有意の減少を示した。

TO例では、透析直後、血圧が収縮期30 mmHg上昇したが、ETc, PEPcのカーブは、他の内シャント例との間に大きな差はなかった。

## 考案

長期血液透析患者に対する心機能による研究は、著者の調べた限りでは、本邦で2つの報告<sup>2)7)</sup>がある。大森らの報告<sup>2)</sup>によると、透析前後で、Q-II, ET, Q-I時間に著明な変化はないが、PEP, ICTの有意かつ著明な延長を認めている。この報告はわれわれのそれと多少異なる方法を用いているようなので、成績の差異を比較するのは不適當かもしれないが、ET, Q-II, およびICTの変化において、われわれの成績との間に差があり、この差は、ET時間を心拍数により補正したために生じたのかもしれない。

また杉本ら<sup>8)</sup>は、血液透析ではなく、7例の腹膜灌流(Peritoneal Dialysis 以下P・Dと略す)による研究で、ETの短縮、Q-I時間、ICTの不変または短縮を認め、ETの短縮は、灌流後の駆出量の減少のみでは説明しえず、灌流による心収縮力の増強が関与しているのであろうと述べている。H・DとP・Dの相違はあるが、循環血液量の減少はH・Dにも同じことなので、一応比較してみると、Q-I時間を除いては、ほぼわれわれと同じ傾向を示す成績となる。

透析前後の心機能上の変化におよぼす因子には、心筋の収縮力、全末梢抵抗、循環血液量の3つの大きな要因が考えられ、この要因に影響を与えられるものには、血清中のBUN、クレアチニン、電解質の変化、貧血の程度、透析器の種類など、非常に多くのものがある。大森ら<sup>2)</sup>は、H・D後は末梢抵抗は増大するとし、綱代ら<sup>2)</sup>は、循環血液量は減少すると述べている。これらの要因の変化と、ETcをはじめとする左室機能判定のための数値との相関について、まだわれわれは十分な検討はしていない。従って、今回のわれわれの結果をもって、直ちに血液透析が患者の血行動態に、どのような影響をおよぼしているかを論ずることは困難な段階にある。杉本ら<sup>8)</sup>の述べるように、ETcの短縮は、循環血液量の減少と、心筋収縮力の増加で説明しうるかもしれないが、PEPの延長は説明し得ず、ことにET/PEPは、Weissler<sup>9)</sup>によれば、左室のEjection Fractionとよく相関(PEP/ETで $r = -0.90$ )しているといわれているので、血液透析が必ずしも、心機能によい影響をおよぼしているとはばかりはいえない。

外シャントと内シャントの比較の問題については、外シャント例2例のみの成績では云々できないかもしれないが、どちらもKolff型を用いたTN例(外シャント, 118回目, 32才)とMS例(内シャント, 132回目, 31才)とは、シャントの種類が異なる以外、条件はほぼ等しいので、両者を比較してみると、ETcはH・D前よりTN例が小さく、直後の減少もTN例が大、PEPc, ICT, Q-Iは、H・D前よりTN例が大で、H・D後の増大もTN例が大である。Q-II時間は、H・D前よりTN例が大である

が、H・Dによる減少はMS例が大である。ET/PEP比は、MSがTNより大であるが、H・D後の減少は、MSがTNより多少大(差 0.17)である。ETc/ICTは全体としてMS例に大である。これら全体の比較からみる限り、外シャントの方が内シャントより、左室機能におよぼす影響は大であるように思える。透析中、外シャントを通じての血流量は内シャントの2倍近い毎分300 ml前後であることもその理由の1つであろう。

また228回の最多透析例(S・Y)では、胸部XP上心拡大が著明で(CTR 54.4%),EKG上著明な左室肥大が認められ、ETcの減少度は最大で、Q-I、PEPc、ICTも全記録日を通して大きく、ET/PEP比、ETc/ICT比も全記録にわたって最低であった。長期透析の心におよぼす影響が極めて大であることを示している例といえる。

内シャント例おのおのの間の比較は、4例の間に、透析回数には10回～137回の差があるにもかかわらず、ETc、PEP、ET/PEP比に大きな差はなさそうである。

以後、症例を積み重ねることにより、心機図による左室機能判定の方法で、長期血液透析患者の最大の合併症である心不全、心タンポナーデの発生を多少とも予知し、予防しうるのではないかと考える。また本検査法が、患者にとって、極めて負担の少ないものであるために、非常に有用な検査方法ではないかと考えている。

#### まとめ

6例の血液透析患者につき、透析前、直後、24時間後、48時間後、72時間後に心機図による検討を行ない、以下の結果を得た。1) ETcおよびET/PEP比は、透析直後、24時間で著明に低下するが、時間の経過とともに透析前の値に復帰していく。2) PEPcは、直後、24時間後に延長するが、48時間、72時間後では、透析前との有意差はなくなる。3) ICTおよびETc/ICT比は、透析前後で有意差はなかった。4) Q-I時間は、直後、48時間で延長の傾向を示したが、はっきりした有意差はなかった。5) Q-II時間は、直後で著明に短縮した。

#### Summary

Mechanocardiographic analysis was performed in 6 patients undergoing chronic intermittent hemodialysis. The examination was carried out, one day prior to, immediately, 24, 48 and 72 hours after hemodialysis.

Results are as follows :

- i) ETc and ET/PEP ratio were markedly decreased immediately and 24 hours after hemodialysis and gradually returned to the previous value.
- ii) PEPc was prolonged immediately and 24 hours after hemodialysis, whereas there

兼子, 今井, 里見, 西沢, 老川, 小沢, 宮本, 竹内, 高橋

were no significant differences in 48 and 72 hours after hemodialysis.

- iii) As respect to the values of ICT and ETc/ICT ratio, there were no significant differences between pre and post hemodialysis.
- iv) Q-I interval was inclined to prolong immediately after and 48 hours after hemodialysis, but statistically there were no significant differences.
- v) Q-II interval was significantly abbreviated immediately after hemodialysis.

## 文 献

- 1) 杉野信博：腎不全の臨床。医学書院，東京，1971，p 122
- 2) 綱代 洪，他：慢性透析患者の管理について。人工透析研究会誌 3：60，1960
- 3) 沢山俊民，仁木偉瑳夫：心臓病診断の技術。金芳堂，京都，1970，p 111
- 4) Hishimoto Y, Matsuura T, Kiriyaama T, Ochiai M, Kunishige H, Marumoto S, Niki I, Endo N : Clinical considerations on the duration of left ventricular systoles. Jap Circul J 32 : 1417, 1968
- 5) Margolis C : The significance of ejection period/tension period as a factor in the assessment of cardiac function and as a possible diagnostic tool for the uncovering of silent coronary heart disease. Dis Chest 45 : 706-713, 1964
- 6) Weissler AM, Synder JR, Schoenfeld CD, Cohen S : Assay of digitalis glycosides in man. Amer J Cardiol 17 : 768, 1966
- 7) 野呂忠慈，他：人口透析における内シャントおよび外シャントの血行力学的比較。第63回日本循環器学会，関東甲信越地方会講演，1972
- 8) 杉本恒明，他：慢性腎不全患者における腹膜灌流と心機能。日循誌，34：225-226，1970
- 9) Clifford L, Garrard JR, Weissler AM, et al : The relationship of alterations in systolic time intervals to ejection fraction in patients with cardiac disease. Circulation 42 : 455, 1970

---

## 討 論

坂本（東大第二内科）：透析の患者が病室に戻ってきますと、大ていは非常に疲労困憊しておりますね。中には口もきけないようにぐったりしている患者もおりますが、そういうことはただ今の発表内容から見た場合、どういふふうに解釈され

るのでしょうか。あるいは透析中じっと寝ていることがきつくて、あのように疲れるのでしょうか。それとも、心臓がへばってそうなののでしょうか。どうも心臓がへばっているような感じがするのですけれども…。といいますのはPEPが

うんとのびたりする例があるものですから……。

**演者**（兼子）：その辺のことは私もわかりませんが、高橋先生、何かございましたら……。

**高橋**（日大板橋病院透析室）：この問題についてはいろいろわかっておりますけれども、患者が疲れるというのは、結局 Harn が出ない状態の患者をやるわけで、1週間に2回透析をやることにして、透析前は2キロから3キロぐらい体重がふえているわけです。それを引くために、3キロの水を Harn のかわりに透析の中に出すということが、疲れるという状態と一番関係があるのだと思います。それから6時間も7時間もベッドに寝ていると、食事はしますが、やはり疲れる原因だと思います。ですがそういうことはだんだん慣れてきますし、疲労困憊するということもなくなります。また経過中 hypertension になることもありますし、逆に hypotension になることもありますが、これも経過の中では疲れるという問題となるのじゃないかと思います。

**沢山**（川崎医大循環器科）：ちょっと教えていただきたいのですけれども、結局、ETが減少、PEPが増して、Q-IIが短縮する。いまの共同研究者の方のお話も総合いたしますと、私たちがニトログリセリンをやったり、亜硝酸アミルやったりした場合、心機能が悪くなるというよりも、言葉がいけないかもしれませんけれども、むしろ心機能が抑制されて、心臓が小さくなるいわゆる心縮小、これは尿がたくさん出るということもありますので hypovolemia あるいは hypotension ということになります。そういたしますと、Q-IIの延長を見ず、逆にQ-IIが短縮し、しかもETが短縮、PEPが延長するということですので、どうも心機能が、たとえば toniquetをやった、あるいは瀉血をした、あるいはニトログリセリンをやったというふうなものと、むしろ同じような状態が起こった、というふうに考えたらいかがでしょうか。私自身は透析をやっておりませんので、比較などはいたしかねますけれども、その点を教えていただきたい。

**演者**：その辺のところは、介在するファクターが非常に多いものですから、よく分かりません。たしかに hypovolemia の問題もありますし、もう1つ、外シャントと内シャントの問題、要するに透析中を通じて flow の問題もあるわけです。外シャントですと、1分間300リッターの flow があるものですから、そういう flow の問題と、沢山先生がおっしゃるようなことをどういうふうに考えていいか、皆目見当がつかないので迷っている状態です。検査時に一緒に心拍出量を測ったり、あるいは同時に循環血液量を測ったりしてその辺を検討したいと思います。また現在は症例がかぎられておるものですから、もう少し例をましますと、何らかの成績が出てくるのではないかと考えているのですけれども、ちょっとまだ考えがまとまっておりません。

**沢山**：結局、こういう患者さんの場合、あまり直接法でいろいろな因子を測定して確かめることができないものですから、結論は出ないかもしれませんがもしも、お話をきいておきまして、また坂本先生を含めて、討論をきいていますと、どうも心機能が抑制されたという感じがあります。心収縮力が低下するというよりも、むしろ LVET も下がる。血圧も下がる。したがって ICT が延長する、Q-IIが短縮するというふうなもの総合いたしますと、心機能抑制、これは言葉が難かしいかもしれませんけれども、そういう感じがいたしました。

**演者**：血圧はむしろ上がるのですね。透析をやると30mmHg ぐらい血圧は上がります。

**高橋**：今回われわれのところでもやりました透析患者6名のなかには、透析のあと、ストレッチャーで病室につれてゆかなければならない重症患者は一応ぬいており、全部歩いて帰れる状態の患者を検討しておりますので、つけ加えておきます。

**司会**（井上）：結局、人工透析という1つの操作では、内シャント、外シャント、それからプログラミングの問題のほかに、実際にその期間に20リッターぐらいの水をとるわけでしょうから、そ

兼子, 今井, 里見, 西沢, 老川, 小沢, 宮本, 竹内, 高橋

れがどれだけ心臓に影響を及ぼすかということが1つ大きな問題だろうと思います。それからもう1つは, *uremic cardiomyopathy* といっているかどうかは問題ですけれども, 長い経過の途中で, いろいろなコンプレクションがおこってくる例があるわけですね。そういったケースバイケ

ースのちがった症例を1つの平面にプロットするというのは, しかもそれをもって心機能がいいか悪いか判定するのは, なかなか難しいのじゃないかと思いますが, いかがでしょうか。貧血の問題もありますしね。

演者: たしかにそうだと思います。