透析患者における体位変換時の循環動態

丸山 圭史 馬淵 非砂夫 青木 正* 垣内 孟
中橋 弥光*

西陣病院内科 同泌尿器科*

(昭和 63 年 11 月 14 日受付)

key words : 起立性低血圧, 常時低血圧, 自律神経機能, 血液透析, hypovolemia

〈要旨〉

透析患者の起立性低血圧の機序を検討するために体位変換時の循環動態の計測を行った。対象は維持透析患者 10 例, うち糖尿病合併例 3 例で, 男 5, 女 5。年齢は 56~79 歳。透析期間は 4 か月以下 5 例, 1 年以上 5 例。透析終了後に起立性低血圧症をきたす 2 例を含む常時低血圧 4 例, 正常血圧例 5 例, 高血圧例 1 例。非透析日に Swan-Ganz カテーテルを挿入し, tilting table の角度を, 0°, 10°, 20°, 30°, 45°, 60°, 90°の順に増加させ, 各 5 分後の心拍出量と血圧を測定した。

1) 0°と 90°のみを比較すると, 糖尿病の 3 例を含む 5 例で 20 mmHg 以上の収縮期血圧 (systolic blood pressure, SBP) の低下を, うち 2 例で 40 mmHg 以上の低下を認めたが, 自覚症状は出現しなかった。また透析後起立性低血圧症の症例では末梢血管抵抗 (total peripheral resistance, TPR) は著明に上昇し, SBP はあまり変化しなかった。

2) 20 mmHg 以上の SBP 低下例は角度の増加に対する SBP の変化から 2 つのグループに分けることができた。2 例では 10°で SBP が著明に低下し, 20°以上ではほぼ一定であった。3 例では 0°から 30°まで SBP はほぼ一定で, 以後角度の増加とともに直線的に低下した。0°と 90°の TPR を比較すると前者では低下, 後者では軽度の増加を認めた。また同様に心係数 (cardiac index, CI) を比較すると前者ではほぼ不変, 後者では著明に低下した。

3) 透析期間で比較すると 4 か月以下の症例に対して 1 年以上の症例では, 臥位の SBP, TPR が低値で CI は高値であった。また起立後の SBP, CI の低下はむしろ軽度であった。

以上の結果より, 透析患者では安静時血圧と無関係にしばしば無症候性の起立性低血圧をきたす場合があり, その原因として自律神経機能障害のみならず hypovolemia の関与も推定した。

Hemodynamics in hemodialysis patients during postural change

Yoshifumi Maruyama, M. D., Hisao Mabuchi, M. D., Tadashi Aoki, M. D.*, Takeshi Kakiuchi, M. D., Hisamitsu Nakahashi, M. D.*

Departments of Internal Medicine and Urology*, Nishijin Hospital

Hemodynamics during postural change were evaluated to clarify the mechanism of orthostatic hypotension in hemodialysis (HD) patients. We studied 10 patients (five male, five female), aged 56-79, including 3 with diabetic nephropathy. The duration of HD was less than 4 months in 5 patients and more than one year in 5. Four patients were hypotensive, including 2 with symptomatic orthostatic hypotension after HD, 5 were normotensive and one was hypertensive. Cardiac output and blood pressure were measured at the following angles 0, 10, 20, 30, 45, 60 and 90 degrees, with the patient remaining at each angle for 5 min.

1) Comparing 0 and 90 degrees, systolic blood pressure (SBP) decreased more than 20 mmHg in 5 patients, including 3 with diabetes mellitus, and SBP decreased more than 40 mmHg in 2 of 5 patients who were asymptomatic. Total peripheral resistance (TPR) increased markedly and SBP did not change in 2 patients who showed orthostatic hypotension after HD.

丸山 圭史 西陣病院内科

〒 602 京都市上京区五辻通六軒町西入溝前町
1035 (075-461-8800)

2) Five patients, whose SBP decreased more than 20 mmHg, were divided into 2 groups according to the change in SBP at increasing angles. SBP decreased

markedly at 10 degrees but did not change at bigger angles in 2 of 5 patients. On the other hand, SBP was constant from 0 to 30 degrees, but decreased in a linear pattern at bigger angles. Comparing 0 and 90 degrees, TPR decreased in the former, but increased slightly in the latter. Cardiac index (CI) did not change in the former, but decreased markedly in the latter.

3) The patients with HD for more than one year showed lower SBP, lower TPR and higher CI in the supine position than those with HD for less than 4 months. The former showed smaller decreases in SBP and CI in the standing position than the latter.

These results revealed frequent asymptomatic orthostatic hypotension in HD patients without relation to the blood pressure in the supine position. It is suggested that hypovolemia, in addition to autonomic imbalance, contributes to orthostatic hypotension in HD patients.

緒言

血液透析 (HD) 患者の重要な合併症の 1 つとして最近特に常時低血圧が問題となっているが, quality of life の観点からみれば起立性低血圧症もまた重要な問題と思われる。これまで起立試験や tilting test は主として, HD 患者にみられる常時低血圧や透析低血圧における自律神経機能検査の 1 つとして広く行われてきた¹⁻⁴⁾。しかし起立性低血圧の観点から HD 患者の体位変換時の, 特に角度の変化に対する循環動態については, 詳細な報告をみない。そこで今回我々は特に臥位から立位への小刻みな角度の変化に対する循環動態の計測を中心に, HD 患者における起立性低血圧の機序に関して検討を行ったので報告する。

対象

対象は維持透析患者 10 例 (男 5 例, 女 5 例)。年齢は 56~79 歳, 平均 69.6 歳。今回の計測前 1 週間の HD 前の収縮期血圧 (systolic blood pressure, SBP) から, 低血圧 (SBP $\leq$ 100) 4 例, 正常血圧 (100<SBP<160) 5 例, 高血圧 (160 $\leq$ SBP) 1 例に分類した。低血圧症例のうち症例 6, 9 は頻回に HD 後起立性低血圧症を呈し, また高血圧例は nifedipine 1 日 15 mg を投与中であっ

た。なお HD 時間は 1 回 5 時間, 週 3 回, HD 期間の平均は 21.6 か月で, 10 例中 5 例は 4 か月以下, 5 例は 1 年以上であった。また, 明らかな心機能低下を有する症例は除外した (表 1)。

方法

非透析日に Swan-Ganz カテーテルを挿入し tilting table の角度を 0°から順に, 10°, 20°, 30°, 45°, 60°, 90°と変化させた。実施にあたっては各々の角度を 5 分間保った後, 3 回心拍出量を計測した。そして毎回 0°には戻さず, 8 分間隔で角度を増し, 測定をくり返した。また心拍出量と同時に上腕で非観血的に血圧を測定し, 平均値を求めた。なお, 0°における肺動脈圧及び肺動脈楔入圧はいずれも正常範囲内であった。

結果

1) 収縮期血圧 (systolic blood pressure, SBP) の変化

0°と 90°を比較すると症例 1~3, 7, 10 (起立性低血圧群) で, 20 mmHg 以上の SBP の低下を認めた。このうち症例 1, 7 (N 群) では, 0°から 10°で著明に低下し, それ以上の角度ではほぼ一定であったのに対し, 逆に症例 2, 3, 10 (H 群) では 0°から 30°までがほぼ一定

表 1 対象患者の年齢, 性, 血圧, 透析期間, 原疾患を示す。DM は diabetes mellitus, CGN は chronic glomerulonephritis である。

Case	Age	Sex	BP	Duration of HD (month)	Original diseases
1	71	F	Normotension	77	DM
2	79	M	Nomotension	<1	renal sclerosis
3	72	F	Normotension	<1	DM
4	66	F	Normotension	26	CGN
5	62	M	Hypertension	4	cystic disease
6	74	F	Hypotension	25	renal sclerosis
7	61	M	Hypotension	1	tuberculosis
8	79	F	Hypotension	12	renal sclerosis
9	76	M	Hypotension	53	renal sclerosis
10	56	M	Normotension	<1	DM

図 1 角度の変化に対する収縮期血圧 (systolic blood pressure, SBP) の変化を示す。なお (1)～(10) は表 1 の症例番号に一致し、以下同様である。

図 2 角度の変化に対する心拍数 (heart rate, HR) の変化を示す。

で、以後角度の増加とともに直線的に下降するという 2 つの pattern を認めた。しかし HD 後に起立性低血圧を呈した症例 6, 9 では今回の検査では角度の増加に対して著明な低下を認めなかった (図 1)。

2) 心拍数 (heart rate, HR) の変化

HR は全体として不変～軽度上昇した (図 2)。

3) 心係数 (cardiac index, CI) の変化

症例 2～4, 6, 10 で角度の増加とともに著明な低下を認めたが、他はほぼ不変であった。なお起立性低血圧群においては、N群に比べH群で角度の増加とともに著明な低下をみた (図 3)。

4) 1 回心拍出係数 (stroke index, SI) の変化

ほぼ CI と同様の変化を認めた (図 4)。

5) 末梢血管抵抗 (total peripheral resistance, TPR) の変化

角度の増加に対して特に一定の傾向はみられなかった。ただ起立性低血圧群のうちN群では、減少後増加、H群では増加後一定ないし低下という傾向を示した (図 5)。

6) 全例で 0°と 90°のみを比較した場合には、90°で有意に SBP は低下、HR は上昇、CI は低下、SI は低下、

TPR は上昇した (図 6)。

7) 各症例別に 0°に対する 90°の相対的变化を比較した場合、N群では TPR 低下、H群では 20%以下の増加を示した (表 2)。このうち 40 mmHg 以上の SBP 低下例 (症例 2, 10) では、特に CI の低下が顕著であった。しかし HD 後起立性低血圧をきたした 2 例のうち症例 6 では、CI の著明な低下に対して、TPR と HR の増加も著明であり、また症例 9 では CI と HR はほぼ不変であるのに対して、特に TPR の増加が著明でいずれも SBP はほとんど変化しなかった。

8) HD 期間により 4 か月以下のグループ (S群) と 1 年以上のグループ (L群) に分け、0°と 90°のみを比較した場合、臥位の SBP は L群の方が低い傾向がみられたが、起立時の SBP の低下の程度は S群の方が顕著であった (図 7)。また臥位の CI は L群の方が高い傾向にあったが、起立時の低下は S群で顕著であった。さらに臥位の TPR は S群の方が高く、起立時にはその較差がより明瞭となった。

考察

一般に起立時に 300～800 ml の血液が下半身の静脈に pool すると言われており、いわゆる機能的体内出血

図3 角度の変化に対する心係数 (cardiac index, CI) の変化を示す。

図4 角度の変化に対する1回心拍出係数 (stroke index, SI) の変化を示す。

図5 角度の変化に対する末梢血管抵抗 (total peripheral resistance, TPR) の変化を示す。

図6 全例における0°と90°の血行動態諸標の変化を示す。
N=10 (M±SD)

図7 HD期間が4か月以下(○)と1年以上(●)に分けて、0°と90°の血行動態諸標の変化を示す。
N=5 (M±SD)

表 2 0°と90°の各症例ごとの血行動態諸標の変化を示す。ΔSBP, ΔDBP, ΔHR は実測値で, ΔCI, ΔSI, ΔTPR は0°を基準とした時の変化率を%で表わしたものである。なお(ー)は減少を示し ΔDBP は拡張期血圧(diastolic blood pressure, DBP)の変化を示す。

Case	ΔSBP	ΔDBP	ΔHR	ΔCI(%)	ΔSI(%)	ΔTPR(%)
1	-25	-9	2	5	2	-11
2	-43	-15	11	-24	-32	3
3	-22	0	4	-19	-24	15
4	-16	-1	-1	-18	-16	14
5	-1	16	12	-12	-23	28
7	-29	-15	14	-11	-28	-9
8	17	9	8	6	-4	20
9	11	13	1	-2	-3	54
10	-43	-23	6	-31	-36	14

の状態となる^{5,6)}。この venous return の減少と心拍出量の低下をきたし血圧が低下する。しかし健常者では主として baroreceptor reflex を介する動静脈の収縮や心機能の亢進等により、末梢血管が収縮し心拍出量が維持されるため、血圧はほぼ臥位の時と同程度に保たれる⁷⁻⁹⁾。起立性低血圧は、この血圧調節機構の障害が原因であるため、種々の疾患で出現する。とりわけ中枢性或いは末梢性神経疾患で多発し、HD 患者にみられる起立性低血圧についても自律神経障害、即ち末梢神経障害によるという報告が多い^{7,9)}。しかし有効循環血液量の低下によるものもある¹⁰⁾。

一般に成人の起立性低血圧の診断基準については現在なお確立されたものはない¹¹⁻¹⁴⁾。しかし一応立位での 20 mmHg 以上の SBP の低下を病的と考えれば、これまでの報告¹⁻⁴⁾に比べて今回は、10 例中 5 例に認められ、きわめて高頻度であった。その理由として対象患者が比較的高齢であったことと糖尿病の合併がまず考えられる。加齢と自律神経機能については、これまで数多くの報告があり、高齢者では起立性低血圧の発生率が高いと言われてきた^{15,16)}。ただ最近、起立性低血圧と関連のある疾患などの risk factor を除くと高齢者における発生は比較的低いという報告¹⁷⁾もあり、実際には HD 患者での加齢のみによる影響を評価することはきわめて困難である。また元来糖尿病は、neuropathy により起立性低血圧をきたす疾患の 1 つでもあり、特に糖尿病の HD 患者では、tilting test での著明な SBP の低下が報告されている⁸⁾。なお今回、種々の自律神経機能検査を行っていないためその詳細は不明であるが、これまでの通常の起立性低血圧の分類^{11,19)}に従えば、拡張期血圧に関する限り 5 例中 4 例で低下を認めており、程度の差はあるものの asympaticotonic type に分類できた。

さてこれまで起立試験や tilting test の実施にあたっ

ては、通常 active standing 或いは 40°~70°の一定の角度を一定時間保持して行う方法が用いられてきた。しかし元来、起立性低血圧における起立時の血圧低下の程度は、下肢静脈の pooling の程度に強く左右されるため、より定量的な評価をするためには角度を変化させることが重要であると思われる。実際健常者で、毎回 0°に戻して 60°まで角度を変えて tilting を行った報告によると、心拍出量は 20°で最低となりそれ以上では変化なく、1 回心拍出量は 60°まで段階的に低下し、TPR は 30°まで増加しそれ以上では変化がなかったとしている²⁰⁾。即ち起立時の種々の血圧調節因子は角度の増加、言い換えれば pooling の増加に対して同時に同程度に関与するものではないことが示唆される。

今回起立性低血圧をきたした 5 例は、角度に対する SBP の変化から 2 つのグループに分類できた。まず、10°で急激な SBP の低下をきたした N 群では 0°~90°で CI は不変~軽度低下したが、30°~60°まで TPR が低下しており、明らかに末梢動脈の収縮不全を認めた⁶⁾。一方、H 群では CI, SI は 90°まで低下、TPR は 30°まで上昇しそれ以上では一定~低下、SBP は 30°まで一定でそれ以上では直線的に低下した。この場合、SI とともに CI も段階的に低下していることから HR の反応性の低下及び venous return の減少が、次に 30°以上において TPR が上昇しなかったことより末梢動脈の部分的な収縮不全も考えられる。即ち症例により程度は異なるが交感神経機能低下は否定できない。しかし 30°以上の SBP の急激な低下はその反応様式により venous return の急激な減少そのものを表しているように思われる。通常この原因として静脈の収縮不全がまず考えられる⁶⁾。一般に、能動的静脈収縮が静脈内の血液量を減らすのに効果的であるのは静脈が血液によって充満、伸展している場合とされている²¹⁾。従って角度の増加につれ pooling が増え、有効

な静脈収縮が十分期待できるにもかかわらず、著明に venous return が減少しているとすればむしろ hypovolemia のため効果的な静脈収縮が伴っていない可能性が大きい。実際、HD 前後で tilting を行った報告²²⁾でも、HD 前に比べ HD 後では著明な CI, SI の低下と TPR の上昇、及び角度の増加による平均血圧の低下が出現しており、HD による除水の影響はきわめて大であると思われた。今回起立性低血圧をきたした症例のうち、角度の増加とともに SBP 及び CI の著明な低下を認めた H 群でも、同様に急角度における有効循環血液量の減少が示唆された。従って特に H 群における起立性低血圧のメカニズムは、機能的 hypovolemia に対する自律神経機能による代償不全と考えられ、その血行動態の変化は、自律神経機能状態により種々の修飾を受けることになると思われる。これは透析低血圧の病態²³⁻²⁶⁾と同様と考えられるが、今回検討を行った症例ではこれまで透析低血圧の発症はみていない。次に HD 期間別に比較してみると、まず HD 期間が 1 年以上の L 群では起立後も TPR が低値であるのに対して CI, SI は高値で、SBP の低下は軽度であった。これまで長期 HD 例のうち常時低血圧では血管反応性の低下²⁷⁾が、高血圧では baroreflex sensitivity の低下²⁸⁾が報告されており、起立時の動脈収縮も不十分と思われる。さらに血行動態的にみると、通常は CI が高値のため venous return の低下による血圧低下が顕著ではないが、特に HD 後 hypovolemia に傾くと起立時の CI が著明に低下し、しかも常時低血圧例では軽度の SBP の低下で起立性低血圧が出現しやすくなると考えられる。ただ HD 後低血圧が体液喪失及び心拍出量減少に対する baroreceptor の反応性の低下に起因するという報告もある²⁹⁾。一方 HD 期間が 4 か月以下の S 群では一般に細胞外液が増加しており、低血圧例が少ないこともあって除水過多の傾向に陥りやすい。そのため特に HD 導入期には血管内脱水をひき起こし、起立的に血圧低下をきたすが、症状が出現するに至らないと思われる。特に hypovolemia の関与が示唆された今回の H 群はいずれも HD 開始 1 か月以内であった。ただ HD 導入前にみられた自律神経機能障害が HD 開始により回復するという報告^{30,31)}もあり、この導入期の HD 患者の起立性低血圧に、自律神経機能障害がどの程度関与しているか不明である。さらに通常の慢性貧血の患者の起立試験では著しい TPR の上昇を伴うと報告されている³²⁾。HD 患者では貧血の是正による常時低血圧の改善率はごく小さいものの、起立性低血圧に及ぼす影響については今後検討を要すると思われる。最後に、HD 患者の起立性低血圧は決してまれではなく、そのメカニズムには HD 患者特有の不安定な体液分布

にもとづく機能的 hypovolemia と自律神経による代償機能、さらに血管や baroreceptor の反応性が複雑に関与しているものと思われた。

結語

1) HD 患者 10 例で、仰臥位から立位への体位変換時の循環動態を計測した。

2) 0°と 90°のみを比較すると、糖尿病の 3 例を含む 5 例で 20 mmHg 以上の SBP の低下を、うち 2 例で 40 mmHg 以上の低下を認めたが、自覚症状は出現しなかった。また HD 後低血圧の症例では TPR は著明に上昇し、SBP はあまり変化しなかった。

3) 20 mmHg 以上の SBP 低下例は角度の増加に対する SBP の変化から 2 つの pattern に分けられた。2 例は 0°から 10°で低下し、以後一定、3 例は 0°から 30°まで一定で以後角度の増加とともに直線的に低下した。0°と 90°の TPR を比較すると前者では低下、後者では軽度の増加を認めた。また同様に CI を比較すると前者ではほぼ不変、後者では著明に低下した。

4) HD 4 か月以下の症例に対して、1 年以上の症例では、臥位の SBP, TPR が低値で CI は高値であった。また起立後の SBP, CI の低下はむしろ軽度であった。

5) HD 患者では、安静時血圧と無関係に無症候性の起立性血圧低下をきたす場合があり、その原因として自律神経機能障害のみならず hypovolemia の関与も推定した。

文献

- 1) 加藤満利子：透析低血圧の病態に関する研究。日腎誌 29 : 1249-1259, 1987
- 2) Naik RB, Mathias CJ, Wilson CA, Reid JL, Warren DJ : Cardiovascular and autonomic reflexes in haemodialysis patients. Clin Sci 60 : 165-170, 1981
- 3) Cannella G, Picotti GB, Movilli E, Cancarini G, De Marinis S, Galva MD, Maiorca R : Plasma catecholamine response to postural stimulation in normotensive and dialysis hypotension-prone uremic patients. Nephron 27 : 285-291, 1981
- 4) Lamas S, Quereda C, Orofino L, Marcén R, Garcia F, Ortuño J : Autonomic neuropathy and symptomatic hypotension in hemodialysis patients. Nephron 46 : 107-108, 1987
- 5) Sjöstrand T : The regulation of the blood distribution in man. Acta Physiol Scand 26 : 312-327, 1952
- 6) Hickam JB, Pryor WW : Cardiac output in pos-

- tural hypotension. *J Clin Invest* 30 : 401-405, 1951
- 7) Bradshaw MJ, Edwards RTM : Postural hypotension-pathophysiology and management. *QJ Med New Series* 60 : 643-657, 1986
 - 8) Onrot J, Goldberg MR, Hollister AS, Biaggioni I, Robertson RM, Robertson D : Management of chronic orthostatic hypotension. *Am J Med* 80 : 454-464, 1986
 - 9) Sobel BE, Roberts R : Hypotension and syncope. In heart disease, a textbook of cardiovascular medicine. Braunwald E (ed) pp 952-963, Philadelphia, 1980
 - 10) Schaz IJ : Orthostatic hypotension. *Arch Intern Med* 144 : 773-777, 1984
 - 11) 木川田隆一：低血圧クリニック。新興医学出版社、東京、1981
 - 12) Thomas JE, Schirger A, Fealey RD, Sheps SG : Orthostatic hypotension. *Mayo Clin Proc* 56 : 117-125, 1981
 - 13) McDowell FH, Lee JE : Levodopa, Parkinson's disease, and hypotension. *Ann Intern Med* 72 : 751-752, 1970
 - 14) Schellong F : Funktionsprüfung des kreislaufs als untersuchungsmethode. *Klin Wochensh* 11 : 361-366, 1936
 - 15) 田村直後, 島津邦男, 稗貫 誠, 大岩海陽, 金浩澤, 濱口勝彦：自律神経反射に及ぼす生理的加齢の影響。日老誌 19 : 563-570, 1982
 - 16) Caird FI, Andrews GR, Kennedy RD : Effect of posture on blood pressure in the elderly. *Br Heart J* 35 : 527-530, 1973
 - 17) Mader SL, Josephson KR, Rubenstein LZ : Low prevalence of postural hypotension among community-dwelling elderly. *JAMA* 258 : 1511-1514, 1987
 - 18) Hirakata H, Onoyama K, Hori K, Fujimi S, Fujishima M : The hemodynamic and humoral responses to tilting in diabetic patients on chronic hemodialysis treatment. *Clin Nephrol* 27 : 298-303, 1987
 - 19) Thulesius O : Pathophysiological classification and diagnosis of orthostatic hypotension. *Cardiology* 61 (Suppl 1) : 180-190, 1976
 - 20) Tuckman J, Shillingford : Effect of different degrees of tilt on cardiac output, heart rate, and blood pressure in normal man. *Br Heart J* 28 : 32-39, 1966
 - 21) 入内島十郎：循環の神経性調節。問田直幹, 内菌耕二編：新生理学(下) pp 265-268, 医学書院, 東京, 1975
 - 22) Naik RB, Mathias CJ, Reid JL, Warren DJ : Effect of haemodialysis on the control of the circulation in patients with chronic renal failure. *Am J Nephrol* 5 : 96-102, 1985
 - 23) 平沢由平, 田尻正記, 相沢義房：透析低血圧。腎と透析 10 : 301-309, 1981
 - 24) Zucchelli P : Hemodialysis-induced symptomatic hypotension. A review of pathophysiological mechanisms. *Int J Artif Organs* 10 : 139-144, 1987
 - 25) Eiser AR, Swartz C : Hemodialysis and peritoneal dialysis in patients with cardiac disease. In management of the cardiac patient with renal failure. Lowenthal DT, Pennock RS, Likoff W, Onesti G (ed) pp 69-84, Philadelphia, 1981
 - 26) Petittlerc T, Drüke T, Man NK, Funck-Bruentano JL : Cardiovascular stability on hemodialysis. *Adv Nephrol* 16 : 351-370, 1987
 - 27) Tajiri M, Aizawa Y, Sasaki S, Imai K, Hirasawa Y : Vascular responsiveness and body fluid status in patients on chronic hemodialysis. *J Dialysis* 4 : 167-177, 1980
 - 28) Pickering TG, Gribbin B, Oliver DO : Baroreflex sensitivity in patients on long-term haemodialysis. *Clin Sci* 43 : 645-657, 1972
 - 29) Chen WT, Chaignon M, Tarazi RC, Bravo EL, Nakamoto S : Hemodynamics of post-dialysis hypotension. *Am Soc Nephrol Abstract* : 493, 1977
 - 30) Heidbreder E, Schafferhans K, Heidland A : Autonomic neuropathy in chronic renal insufficiency. *Nephron* 41 : 50-56, 1985
 - 31) Campese VM, Romoff MS, Levitan D, Lane K, Massry SG : Mechanisms of autonomic nervous system dysfunction in uremia. *Kidney* 20 : 246-253, 1981
 - 32) Duke M, Abelmann WH : The hemodynamic response to chronic anemia. *Circulation* 39 : 503-515, 1969