

UTILITATEA MĂSURĂRII ULTRASONOGRAFICE A VENEI CAVE INFERIOARE PENTRU ESTIMAREA STATUSULUI VOLUMULUI INTRAVASCULAR LA PACIENȚII HEMODIALIZAȚI CRONIC

CRISTIAN BUDUREA¹, SIMONA RĂCĂȘAN¹, IOAN MIHAI PAȚIU¹,
MIRELA GHERMAN-CĂPRIOARĂ²

¹Centrul de Dializă Nefromed, Cluj-Napoca

²Clinica de Nefrologie și Dializă "Mihai Manasia", Cluj-Napoca

Lucrarea s-a efectuat la Centrul de Dializă Nefromed, Cluj-Napoca

Rezumat

Obiective. Menținerea volemiei optime este unul dintre aspectele dificile ale terapiei prin dializă la pacienții hemodializați. Măsurarea ultrasonografică a diametrului venei cave inferioare (DVCI) este propusă ca metodă de estimare a volumului intravascular. Scopul este determinarea utilității acestei metode la pacienții hemodializați cronic.

Material și metodă. La 70 de pacienți hemodializați cronic s-a măsurat DVCI pre și postdialitic, raportat la aria suprafeței corporale - indicele diametrului venei cave inferioare (iDVCI). Indicele de colabare a venei cave inferioare (IC) s-a calculat postdialitic. La 33 din acești pacienți, greutatea ideală (GI) a fost ajustată progresiv conform DVCI.

Rezultate. Predialitic, toți pacienții erau peste GI, un pacient a fost hipovolemic conform iDVCI, 13 normovolemici și 56 hipervolemici conform DVCI. S-a observat corelație directă între volumul ultrafiltrării și modificarea iDVCI intradialitic ($R=0,371$, $p=0,0015$). Postdialitic toți pacienții erau în limita a 0,5 kg în jurul GI. Conform iDVCI postdialitic 20 pacienți erau hipovolemici, 14 normovolemici, iar 36 hipervolemici. Pacienții normovolemici predializă sau hipovolemici postdializă au prezentat mai multe evenimente intradialitice (crampe musculare, hipotensiune arterială) decât cei hipervolemici (28,6% vs. 14,3%, respectiv 42,9% vs. 12,9%). La 33 pacienți, dintre care 25 persistent hipervolemici postdialitic, s-a adaptat GI conform determinărilor DVCI la 3, respectiv 6 luni. Aceasta a determinat creșterea semnificativă statistic a IC postdializă, de la $18,9 \pm 12,3\%$ la $29,2 \pm 1,6\%$ la 3 luni și $42,7 \pm 21,1\%$ la 6 luni ($p < 0,05$), doar 12 pacienți rămânând hiperhidratați postdializă.

Concluzii. Măsurarea ultrasonografică a DVCI este o metodă ușor de utilizat pentru determinarea și adaptarea periodică a GI la pacienții hemodializați. Există diferențe între determinarea statusului volemie clinic și conform DVCI.

Cuvinte cheie: diametrul venei cave inferioare, indice de colabare, greutate ideală, hemodializă.

UTILITY OF ULTRASOUND MEASUREMENT OF THE INFERIOR VENA CAVA FOR ESTIMATION OF INTRAVASCULAR VOLUME STATUS IN HEMODIALYSIS

Abstract

Objectives. Optimal maintenance of effective blood volume is a challenging aspect of dialysis. Ultrasound measurement of inferior vena cava diameter (IVCD) has been proposed to estimate intravascular volume in hemodialysis patients. The aim of this study is to assess this method in hemodialysis patients.

Material and methods. In 70 hemodialysis patients IVCD was measured pre and postdialysis, adjusted for body surface area was expressed as IVCD index (IVCDi). Inferior vena cava collapsibility index (IVCCI) was calculated postdialysis. In 33 patients, dry weight (DW) was adjusted serially according to IVCD.

Results. Predialysis, one patient was hypovolemic judging by IVCDi, 13 euvolemic and 56 hypervolemic. All patients were above DW. We found a direct correlation between ultrafiltration volume and change in IVCDi during dialysis ($R=0.371, p=0.0015$). Postdialysis all patients were within 0.5kg of DW. 20 were hypovolemic, 14 normovolemic and 36 still hypervolemic judged from postdialysis IVCDi. 12 (17.1%) of patients experienced cramping or hypotension. Patients that were normovolemic predialysis or hypovolemic postdialysis experienced more events than those hypervolemic (28.6% vs.14.3% and 42.9% vs.12.9% respectively). We adapted DW in 33 patients, of whom 25 still overhydrated postdialysis, according to IVC at 3 and 6 months. This resulted in increase of postdialysis IVCCI from $18.9\pm12.3\%$ to $29.2\pm13.6\%$ at 3 months and $42.7\pm21.1\%$ at 6 months ($p<0.05$). Only 12 patients remained overhydrated postdialysis.

Conclusions. Ultrasound measurement of IVCD is a feasible method for better assessment and periodic adaptation of DW in hemodialysis patients. We found differences between clinically-based estimation of hydration state and the one based on IVCD.

Keywords: inferior vena cava diameter, collapsibility index, dry weight, hemodialysis.

Introducere

Menținerea volumului sanguin circulant în limite optime este unul din cele mai dificile aspecte ale terapiei prin dializă. Greutatea ideală (GI) este greutatea postdializă la care excesul volemic corporal a fost îndepărtat. Această greutate este uneori incorect stabilită prin criterii clinice, ceea ce poate determina complicații cardiovasculare.

Măsurarea ultrasonografică a diametrului venei cave inferioare (DVCI) a fost propusă ca metodă de estimare a GI la pacienții hemodializați. Există diferențe semnificative între determinarea statusului volemic clinic și prin măsurarea ultrasonografică a diametrului venei cave inferioare [1]. S-a demonstrat că măsurarea ultrasonografică a diametrului venei cave inferioare raportat la aria suprafeței corporale (indice al diametrului venei cave inferioare -iDVCI) și a indicelui de colabare (IC) în inspir corelează cu presiunea din atriu drept (pAD) și conferă acuratețe în determinarea statusului volemic al pacienților hemodializați cronic [2]. Titarea GI pentru iDVCI între 8 și 11,5 mm/m², ce corespunde cu o pAD între 3 și 7 mmHg, reduce semnificativ evenimentele adverse intradialitice (hipotensiune arterială, crampe musculare, grețuri, vărsături), DVCI fiind astfel un predictor al modificărilor hemodinamice intradialitice. De asemenea, ajută la prevenirea complicațiilor cardiovasculare pe termen lung (efect benefic asupra parametrilor ecocardiografici, respectiv reducerea masei ventriculului stâng și a diametrului atriului stâng), precum și la

îmbunătățirea calității vieții [3-8].

Evaluarea corectă a statusului lichidian pentru obținerea greutății optime postdialitice a pacienților hemodializați cronic rămâne o problemă greu de abordat. Determinarea corectă a greutății ideale a acestor pacienți este imperios necesară pentru a preveni complicațiile circulatorii datorate atât hipervolemiei, cât și hipovolemiei. Hipervolemia pe termen scurt determină pusee de hipertensiune arterială, fenomene de insuficiență ventriculară stângă acută, iar pe termen lung cardiomiopatii. Pe de altă parte, hipovolemia cauzată de un exces al ultrafiltrării intradialitice poate duce la hipotensiune arterială sau chiar la complicații mai serioase, cum ar fi evenimentele acute ischemice.

Parametrii clinici pentru determinarea stării de hidratare pot fi influențați de alți factori decât volumul lichidian. Frecvent, nu apar semne clinice de status lichidian incorect apreciat la pacienții hemodializați cronic [9]. Astfel, apare întrebarea dacă alte metode decât cele clinice pot ajuta la menținerea unui status lichidian corect la această categorie de pacienți.

Material și metodă

Un număr de 70 de pacienți hemodializați cronic de peste 3 luni la Centrul de Dializă Nefromed Cluj-Napoca au fost incluși în studiu. Criteriile de excludere au fost: pacienți cu insuficiență tricuspidiană severă, insuficiență cardiacă, fereastră slabă pentru vizualizarea VCI și complianță redusă pentru urmărirea pe termen lung. Examinarea ecografică a pacienților a fost efectuată cu un aparat Logiq 3 Pro și toate determinările au fost efectuate de același examinator. S-au înregistrat date demografice, respectiv

Articol intrat la redacție în data de: 01.06.2010

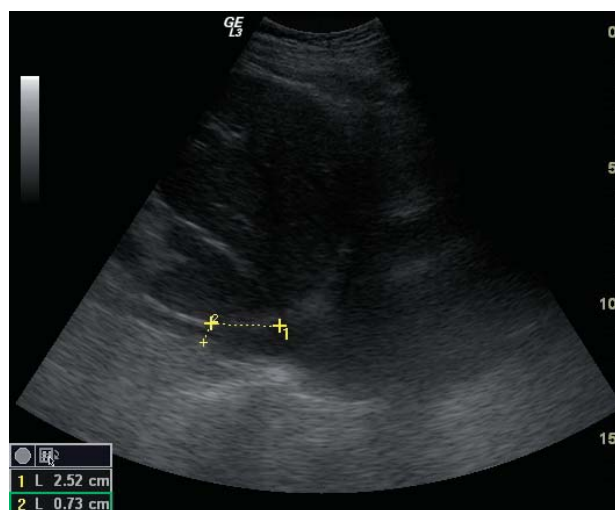
Primit sub formă revizuită în data de: 22.09.2010

Acceptat în data de: 22.09.2010

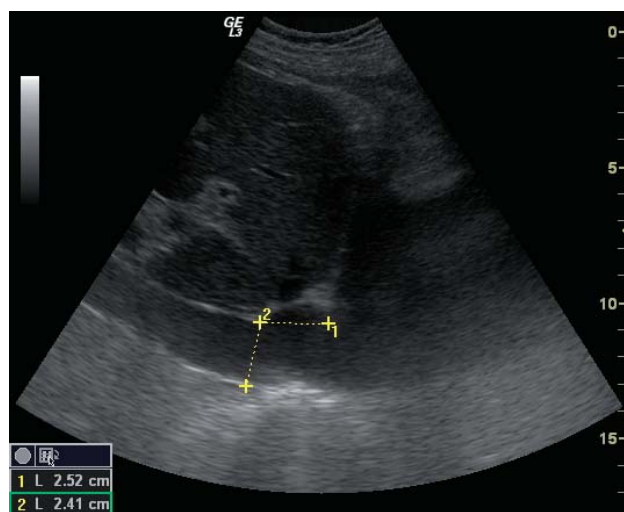
Adresa pentru corespondență: crbudurea@yahoo.com

vârstă, sex, greutate pre- și post dializă, greutate ideală, volumul ultrafiltrării intradialitice, tensiunea arterială (TA) pre-, post și intradialitic, alura ventriculară (AV) pre-, post și intradialitic, manifestări clinice de hiper și hipovolemie, precum și evenimente adverse intradialitice (hipotensiunea arterială, crampe musculare, grețuri, vărsături).

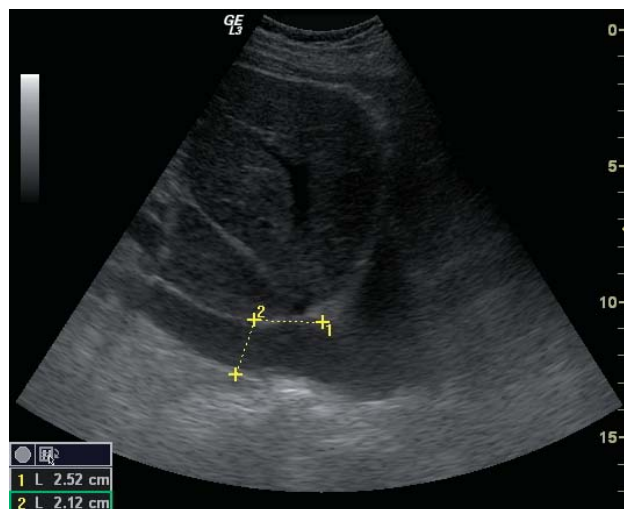
Diametrul antero-posterior al segmentului retro-hepatic al VCI a fost măsurat imediat înainte și în primele 30 de minute după ședința de hemodializă, cu transductorul în poziție subxifoidiană în ax longitudinal, la 2,5 cm de joncțiunea cu atrul drept, în timpul expirației și inspirației normale. DVCI a fost raportat la aria suprafeței corporale ca indice al diametrului venei cave inferioare (iDVCI). Indicele de colabare a venei cave inferioare (IC) a fost calculat la finalul ședinței de hemodializă, utilizând formula $IC = \frac{DVCI_{max} (expir) - DVCI_{min} (inspir)}{DVCI_{max} (expir)} \times 100$.



C.I. Determinare DVCI postdializă în inspir



C.I. Determinare DVCI predializă



C.I. Determinare DVCI postdializă

În cea de-a doua parte a studiului, la 33 din acești pacienți GI a fost ajustată conform determinărilor VCI, iar măsurarea aceluiași indici a fost repetată la 3 și la 6 luni. GI a fost ajustată cu 0,5-1 kg la fiecare determinare. Hipervolemia a fost definită ca $iDVCI > 11,5 \text{ mm/m}^2$ sau $IC < 40\%$, iar hipovolemia ca $iDVCI < 8 \text{ mm/m}^2$ sau $IC > 75\%$.

Pentru analiza statistică s-a utilizat programul Sigma Stat versiunea 11. Datele au fost prezentate ca medii \pm SD. Pentru corelarea unor parametri s-a utilizat regresia liniară. S-a considerat semnificativ statistic $p < 0,05$.

Rezultate

A fost luat în studiu un lot de 70 de pacienți hemodializați cronic (vârsta medie $58,8 \pm 10,6$ ani, 27 femei, 43 bărbați), ale căror caracteristici demografice sunt menționate în tabelul I.

Varstă (ani)	$58,8 \pm 10,6$ (între 41-84)
Sex M/F	43/27
TAS Pre-HD (mmHg)	$145,7 \pm 25,5$
TAD Pre-HD (mmHg)	$83,4 \pm 9,9$
TAM Pre-HD (mmHg)	104 ± 14
Greutatea Ideala (kg)	$70,4 \pm 10,2$
Greutatea Pre-HD (kg)	$73,1 \pm 10,97$
Greutatea Post-HD (kg)	$71 \pm 10,5$
Volumul ultrafiltrării (kg)	$2,4 \pm 0,98$
iDVCI Pre-HD (mm/m ²)	$13,1 \pm 2,1$
iDVCI Post-HD (mm/m ²)	$9,72 \pm 2,9$
IC Post-HD (%)	$28,7 \pm 29,5$

Tabel I. Date demografice ale pacienților.

TAS- tensiune arterială sistolică, TAD- tensiune arterială diastolică, TAM- tensiune arterială medie.

În medie, pacienții prezentau predialitic o greutate corporală cu $2,65 \pm 0,77$ kg deasupra greutății ideale prestabilite clinic și toți au efectuat 240 minute de

hemodializă. La finalul dializei toți pacienții au fost în limita a 0,5 kg în jurul GI prestabilite clinic.

În ceea ce privește determinarea volemiei, s-au constatat diferențe semnificative între determinarea statutului volemie clinic și cel bazat pe măsurarea VCI, atât înainte, cât și după dializă.

Înainte de dializă, un pacient a fost hipovolemic conform iDVCi, 13 pacienți (18,57%) au fost normovolemici, iar 56 pacienți (80 %) au fost hipervolemici cu toate că toți pacienții erau deasupra greutateii ideale prestabilite clinic (Fig. 1). Examinarea clinică a relevat edeme la 5 (39%) dintre pacienții euvolemici și la 27 (48%) din pacienții hipervolemici.

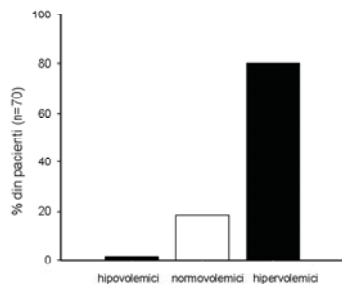


Fig. 1. Procentajul pacienților hipo, normo și hipervolemici conform iDVCi predializă.

Conform iDVCi post dializă, 20 de pacienți (28,5%) erau hipovolemici, 14 (20%) normovolemici, iar 36 hipervolemici (51,4%) (Fig. 2). În funcție de IC postdialitic 7 pacienți (10%) au fost hipovolemici după dializă, 9 (12,8 %) normovolemici, în timp ce 54 (77,1%) au rămas hipervolemici (Fig. 2).

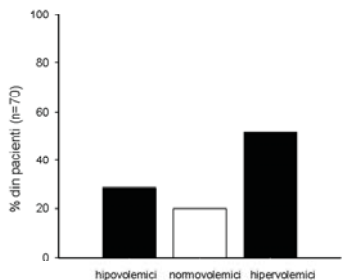


Fig. 2. Procentajul pacienților hipo, normo și hipervolemici conform iDVCi postdializă.

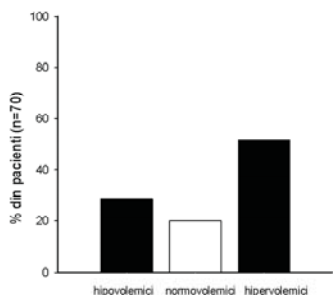


Fig. 3. Procentajul pacienților hipo, normo și hipervolemici conform IC postdializă.

S-a observat o corelație directă între volumul ultrafiltrării stabilit conform GI prestabilite clinic a pacienților și modificarea iDVCi în timpul dializei ($R=0,371$, $p=0,0015$) (Fig. 4).

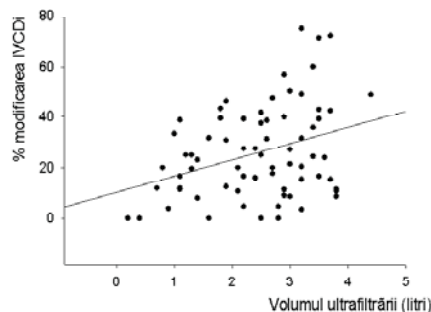


Fig. 4. Corelația între volumul ultrafiltrării și modificarea iDVCi în timpul dializei.

28,6% dintre pacienții normovolemici erau hipertensivi, în timp ce 53,6% din pacienții hipervolemici au avut valori crescute ale tensiunii arteriale predialitice. S-a găsit o corelație semnificativă statistic între TA medie predializă și iDVCi predializă ($R=0,236$, $p=0,0507$) (Fig. 5), de asemenea între TA medie postdializă și iDVCi postdialitic ($R=0,364$, $p=0,0022$) (Fig. 6).

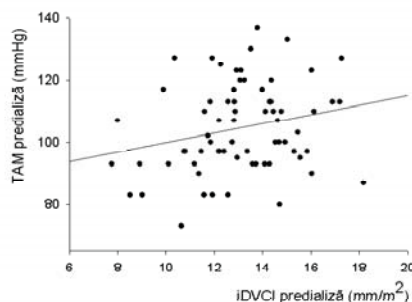


Fig. 5. Relația între TAM și iDVCi predializă.

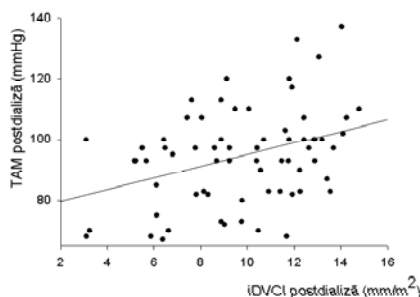


Fig. 6. Relația între TAM și iDVCi postdializă.

Hipovolemia este asociată cu evenimente intradialitice. 12 (17,1%) dintre pacienți au prezentat în

cursul dializei crampe musculare sau hipotensiune, sau ambele manifestări. Pacienții normovolemici în predializă tind să prezinte mai multe evenimente intradialitice decât cei hipervolemici conform măsurării VCI (28,6% vs. 14,3%). Hipovolemia postdializă a fost de asemenea asociată cu mai multe evenimente intradialitice (42,9% vs. 12,9%).

În scopul de a evalua rolul metodei în optimizarea tratamentului prin dializă, la 33 din cei 70 de pacienți s-a adaptat progresiv GI conform determinărilor VCI efectuate la 3, respectiv 6 luni. Dintre aceștia, inițial 25 de pacienți au rămas hipervolemici postdializă, conform iDVCI > 11.5 mm/m² sau IC < 40%. Adaptarea progresivă a GI timp de 6 luni a determinat creșterea semnificativă statistic a IC medie postdializă, de la 18,9±12,3% la 29,2±1,6% la 3 luni și la 42,7±21,1% la 6 luni (p<0,05) (Fig. 7), în timp ce iDVCI a scăzut de la 10,1±2,5 mm/m² la 9,0±2,2 mm/m² la 3 luni și la 8,8±2,5 mm/m² la 6 luni (NS) (Fig. 8), doar 12 pacienți rămânând hiperhidratați postdializă.

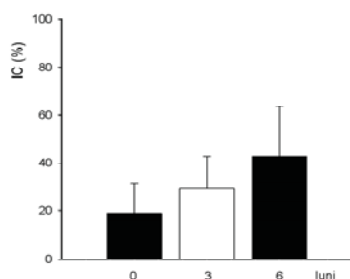


Fig. 7. Modificarea IC postdializă după ajustarea GI la 3 și 6 luni.

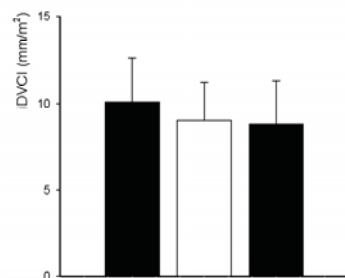


Fig. 8. Modificarea iDVCI postdializă după ajustarea GI la 3 și 6 luni.

Dintre cei 25 de pacienți hipervolemici la debut, 8 erau hipertensivi, în timp ce la 6 luni au rămas hipertensivi doar 2 dintre aceștia. Referitor la evenimentele adverse intradialitice, doar 2 pacienți au prezentat hipotensiune arterială intradialitică atât la 3, cât și la 6 luni.

Discuții

Este cunoscut că diametrul VCI reflectă volumul intravascular și corelează cu alte metode de estimare a volumului lichidian (bioimpedanța, monitorizarea

volumului sangvin, diverși markeri biochimici cum ar fi peptidele natriuretice), însă poate fi efectuată mult mai repede și mai ușor decât acestea [10,11]. Pe de altă parte, s-a arătat că DVCI este o metodă mai obiectivă decât examinarea clinică [3]. DVCI corelează bine cu presiunea din atrul drept, considerată metoda standard în estimarea statusului lichidian. De asemenea, corelează cu volumul sangvin total [12], iar DVCI postdialitic s-a demonstrat a fi un predictor important al modificărilor hemodinamice intradialitice [13]. Această metodă trebuie aplicată cu prudență în cazul pacienților cu insuficiență cardiacă și a celor cu valvulopatii severe de cord drept, care pot influența DVCI. De asemenea, trebuie ținut cont de timpul optim al măsurării DVCI postdializă, știind că reechilibrarea spațiilor interstițial și intravascular poate continua 2-3 ore postdialitic, astfel că ideal ar fi determinarea DVCI predializă, când se suspectează deshidratarea și post dializă, pentru hiperhidratare [14].

Acest studiu, la fel ca și altele din literatură, arată diferențe între determinarea statusului volemic prin metode clinice și cel bazat pe măsurarea DVCI. S-a arătat, conform măsurării DVCI, că sunt pacienți care au început ședința de hemodializă normovolemici, cu toate că din punct de vedere al greutății ideale prestabilite clinic toți pacienții erau hipervolemici. De asemenea, postdialitic, în urma determinării DVCI, a rămas hipervolemică o proporție importantă de pacienți, atât conform iDVCI, cât și conform IC, o proporție mai mică rămânând hipovolemică conform acelorași măsurători, deși toți pacienții erau în limita a 0,5 kg în jurul GI prestabilite clinic.

Pacienții care au început ședința de hemodializă normovolemici au prezentat o rată mai mare de evenimente intradialitice (hipotensiune arterială, crampe musculare), aceasta fiind în concordanță cu alte date prezentate în literatură [4]. Hipovolemia postdializă a fost de asemenea asociată cu mai multe evenimente intradialitice, cum era de altfel de așteptat.

Referitor la hipertensiunea arterială, s-a găsit un procent mai mare de HTA predialitic printre pacienții hipervolemici conform DVCI, decât printre cei normovolemici, știut fiind rolul hiperhidratării în patogeniza HTA la pacienții hemodializați cronic [15-17]. Corelația semnificativă statistic între TA medie predializă și iDVCI predializă, și de asemenea între TA medie postdializă și iDVCI postdialitic, cât și între volumul ultrafiltrării stabilit conform GI prestabilite a pacienților și modificarea iDVCI în timpul dializei atestă clar rolul DVCI în determinarea volemiei pacienților hemodializați cronic.

În cea de-a doua parte a studiului, în care s-a adaptat progresiv GI a pacienților conform determinărilor DVCI efectuate la trei și respectiv șase luni, s-a obținut o ameliorare a stării de hiperhidratare postdializă a pacienților, ceea ce a coincis cu un control tensional mai bun, fapt menționat în literatură [18-20] și cu o reducere a evenimentelor intradialitice. Aceasta reflectă acuratețea

măsurării ultrasonografice a DVCI în stabilirea statusului euvoletic a pacienților hemodializați cronic, și implicit în controlul tensional mai bun și prevenirea complicațiilor cardiovasculare pe termen lung.

Concluzii

Măsurarea ultrasonografică a DVCI este o metodă ușor de utilizat pentru estimarea statusului voletic intravascular și aprecierea greutății ideale la pacienții hemodializați cronic.

S-au găsit diferențe între determinarea statusului voletic clinic și cel bazat pe măsurarea VCI. Considerăm util ca greutatea ideală a pacienților hemodializați cronic să fie adaptată prin măsurarea ultrasonografică periodică a DVCI.

Bibliografie

1. Brennan JM, Ronan A, Goonewardena S et al. Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006 Jul; 1(4):749-753
2. Katzarski KS, Nisell J, Randmaa I, Danielsson A, Freyschuss U, Bergstrom J. A critical evaluation of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter in assessing dry weight in normotensive and hypertensive hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1997; 30: 459-465
3. Chang ST, Chen CC, Chen CL, Cheng HW, Chung CM, Yang TY. Changes of the cardiac architectures and functions for chronic hemodialysis patients with dry weight determined by echocardiography. *Blood Purif* 2004; 22: 351-359
4. Chang ST, Chen CL, Chen CC, Hung KC. Clinical events occurrence and the changes of quality of life in chronic haemodialysis patients with dry weight determined by echocardiographic method. *Int J Clin Pract* 2004; 58: 1101-1107
5. Chang ST, Chen CL, Chen CC, Lin FC, Wu D. Enhancement of quality of life with adjustment of dry weight by echocardiographic measurement of inferior vena cava diameter in patients undergoing chronic hemodialysis. *Nephron Clin Pract* 2004; 97: 90-97
6. Hirayama S, Ando Y, Sudo Y, Asano Y. Improvement of cardiac function by dry weight optimization based on interdialysis inferior vena caval diameter. *ASAIO J* 2002 May-Jun; 48(3): 320-325
7. Kalantar-Zadeh K, Regidor DL, Kovesdy CP et al. Fluid retention is associated with cardiovascular mortality in patients undergoing long-term hemodialysis. *Circulation* 2009 Feb; 119(5): 671- 679
8. Goldfarb-Rumyantzev AS, Chelamcharla M, Bray BE et al. Volume indicators and left ventricular mass during aggressive volume management in patients on thrice- weekly hemodialysis. *Nephron Clin Pract* 2009; 113: 270-280
9. Agarwal R, Andersen MJ, Pratt JH. On the importance of pedal edema in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008; 3:153-158
10. Kayatas M, Ozdemir N, Muderrisoglu H, Ulucam M, Turan M, Hizel N. Comparison of the non-invasive methods estimating dry weight in hemodialysis patients. *Ren Fail* 2006; 28(3): 217-222
11. Lee SW, Kim DY, Lee SH et al. New method of predicting dry weight using bioelectrical impedance analysis in hemodialysis patients. *Nephrology* 2009 Dec; 14(8): 705-711
12. Tetsuka T, Ando Y, Ono S, Asano Y. Change in inferior vena caval diameter detected by ultrasonography during and after hemodialysis. *ASAIO J* 1995 Jan-Mar; 41(1): 105-110
13. Yanagiba S, Ando Y, Kusano E, Asano Y. Utility of inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in nonoliguric patients. *ASAIO J* 2001 Sep-Oct; 47(5): 528-532
14. Katzarski KS, Nisell J, Randmaa I, Danielsson A, Freyschuss U, Bergstrom J. A critical evaluation of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter in assessing dry weight in normotensive and hypertensive hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1997; 30:459-465
15. Ozkahya M, Toz H, Qzerkan F, Duman S, Ok E, Basci A, Mees EJ. Impact of volume control on left ventricular hypertrophy in dialysis patients. *J Nephrol* 2002; 15:655-660
16. Davenport A, Cox C, Thuraishingham R. Achieving blood pressure targets during dialysis improves control but increases intradialytic hypotension. *Kidney Int* 2008; 73:759-764
17. Agarwal R, Alborzi P, Satyan S, Light LT. Dry-weight reduction in hypertensive hemodialysis patients. *Hypertension* 2009; 53: 500-507
18. Luik AJ, Charra B, Katzarski K et al. Blood pressure control and hemodynamic changes in patients on long time dialysis treatment. *Blood Purif* 1998; 16:197-209
19. Katzarski KS, Charra B, Luik AJ et al. Fluid state and blood pressure control in patients treated with long and short haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14:369-375
20. Wabel P, Moissl U, Chamney P, Jirka T et al. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23:2965-2971