

STVARNI VOLUMEN TJELESNE VODE U BOLESNIKA LIJEČENIH PERITONEALNOM DIJALIZOM

TRUE BODY WATER VOLUME IN PATIENTS ON PERITONEAL DIALYSIS

MARKO JAKIĆ*

Deskriptori: Tjelesna voda – metabolizam; Peritonealna dijaliza; Kronično zatajenje bubrega – metabolizam, liječenje; Antropometrija – metode

Sažetak. Volumen tjelesne vode (VTV), jednak volumenu raspodjele ureje (VRU), bitan je u procjeni doze dijalize iz klirensa ureje bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom. Pouzdano se određuje samo praćenjem koncentracije vode obilježene tricijem ili deuterijem u plazmi ispitanika. To nisu rutinske metode i umjesto njih rabi se niz alternativnih metoda ili mnoge antropometrijske formule, kojima se VTV pokušava odrediti iz tjelesne težine i visine bolesnika, njegove dobi i spola. Relativno su jednostavne, ali ne uvijek pouzdane. U ovom radu cilj nam je bio praćenjem VTV-a u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom, određenog najčešće korištenom Watsonovom formulom, iz razdoblja dok su bili liječeni ovom metodom i nakon prijelaza na hemodijalizu, odnosno nakon što su bili transplantirani, pokazati da je njihov VTV značajno veći od dobivenog formulom. Neposredno prije prijelaza na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije bubrega 39 bolesnika (14 žena, 25 muškaraca) imalo je, s trbuhom bez dijalizata prosječno $74,60 \pm 12$ kg, a prema Watsonovoj formuli $37,90 \pm 5,80$ litara tjelesne vode. U prvih mjesec dana nakon zamjene dijalitičke metode svi su smanjili tjelesnu težinu, prosječno za $3,35 \pm 2,55$ kg. Prosječna tjelesna težina iznosila je tada $71,25 \pm 11,45$ kg, a VTV $36,80 \pm 5,50$ litara. Razlike tjelesne težine i VTV-a nisu bile statistički značajne ($t_{\text{tjelesna težina}} = 1,25$, $t_{\text{tjelesna voda}} = 0,84$, $p > 0,05$). Gotovo je sigurno da je do smanjenja tjelesne težine u promatranom razdoblju došlo zbog eliminacije nakupljene tekućine. To nadalje znači da su bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom imali, neposredno prije prijelaza na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije bubrega, prosječno $3,35 \pm 2,55$ litara tjelesne vode više od volumena dobivenog Watsonovom formulom te da njihov VTV nije bio $37,90 \pm 5,80$ ($50,80 \pm 7,75\%$ tjelesne težine) nego $41,25 \pm 6,85$ litara ($55,16 \pm 9,15\%$ tjelesne težine). Prema t-testu proizlazi da je njihov tadašnji stvarni VTV bio statistički značajno viši od dobivenog formulom ($t = 2,39$, $p < 0,05$), za $8,83\%$, da je za približno isti postotak lažno viši dobiveni Kt/V i da je onda i smanjenje VTV-a, nakon zamjene peritonealne dijalize bilo statistički značajno ($41,25 \pm 6,85 : 36,80 \pm 5,50$ litara; $t = 3,20$, $p < 0,01$). U zaključku možemo reći da retrogradna procjena VTV-a u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom pokazuje da je i VTV određen najpoznatijom antropometrijskom formulom značajno podcijenjen, a klirens ureje iz istog razloga precijenjen.

Descriptors: Body water – metabolism; Peritoneal dialysis; Kidney failure, chronic – metabolism, therapy; Anthropometry – methods

Summary. Body water volume (BWV) equals urea distribution volume (UDV), crucial for accurate calculation of dialysis dosage from urea clearance in patients treated with peritoneal dialysis. BWV is precisely determined only by monitoring tritium – or deuterium – labeled water concentration in patient plasma. These are not routine methods, thus a number of alternative methods and anthropometric formulas have been used instead trying to determine BWV from patient body weight and body height, age and sex. These methods are relatively simple but not fully reliable. In the present study, BWV being mostly determined by use of Watson formula at the time of peritoneal dialysis and upon switching to hemodialysis or undergoing kidney transplantation, was monitored in peritoneal dialysis patients to demonstrate that it significantly exceeded the value obtained by the formula. Immediately before switching to hemodialysis or undergoing kidney transplantation, 39 patients (14 female, 25 male) without dialysate in the abdomen had a mean body weight of 74.60 ± 12 kg and mean BWV of 37.90 ± 5.80 L according to Watson formula. In the first month of switching to another dialysis method, all patients reduced their body weight by a mean of 3.35 ± 2.55 kg. Now, their mean body weight was 71.25 ± 11.45 kg and mean BWV 36.80 ± 5.50 L. However, differences in the mean body weight and BWV did not reach statistical significance ($t_{\text{body weight}} = 1.25$; $t_{\text{body water}} = 0.84$; $p > 0.05$). The body weight reduction during the period of observation could have almost certainly been ascribed to the accumulated fluid elimination. This in turn implies that immediately before switching to hemodialysis or undergoing kidney transplantation, peritoneal dialysis patients had a total body water greater by a mean of 3.35 ± 2.55 L than the figure obtained by Watson formula. Thus, their BWV was not 37.90 ± 5.80 L ($50.80 \pm 7.75\%$ of body weight) but 41.25 ± 6.85 L ($55.16 \pm 9.15\%$ of body weight). According to t-test, then their true BWV statistically significantly (by 8.83%) exceeded the figure yielded by the formula ($t = 2.39$; $p < 0.05$), the Kt/V was falsely higher by approximately the same percentage, and the BWV reduction upon switching from peritoneal dialysis to another dialysis method or undergoing kidney transplantation was statistically significant (41.25 ± 6.85 vs. 36.80 ± 5.50

* Odjel za dijalizu, Klinika za internu medicinu, Klinička bolnica Osijek (prim. mr. sc. Marko Jakić, dr. med.).

Adresa za dopisivanje: Prim. mr. sc. M. Jakić, 31 000 Osijek, Ukrinska 21
Primljeno 15. srpnja 2008., prihvaćeno 13. studenog 2008.

L; $t=3.20$; $p<0.01$). In conclusion, retrograde assessment of BWV in patients treated by peritoneal dialysis showed the BWV calculated by the most widely used anthropometric formula to be considerably underestimated and urea clearance overestimated for the same reason.

Liječ Vjesn 2009;131:243–247

U zdravih osoba volumen tjelesne vode ovisi o dobi, spolu i udjelu masnoga tkiva u ukupnoj tjelesnoj težini. Izražen kao postotak tjelesne težine veći je u mlađih nego u starijih, u muškaraca nego u žena te u mršavih nego u pretilih. U zdravih je konstantan, premda se u tijeku dana, ovisno o unosu hrane i pića, može povećavati ili smanjivati do 5%.¹ U bolesnih, ovisno o prirodi bolesti, fluktuacije mogu biti znatno veće. To se posebno odnosi na bolesnike s bubrežnim bolestima i bubrežnim zatajenjem.¹

Volumen tjelesne vode u većini stanja jednak je volumenu raspodjele ureje. U bolesnika sa akutnim bubrežnim zatajenjem volumen raspodjele ureje može biti veći od volumena tjelesne vode.² Bitan je pri određivanju klirensa ureje, na osnovi kojeg se, uz klirens kreatinina, određuje doza dijalize, ne jedini, ali bitan pokazatelj adekvatnosti peritonealne dijalize. Da bi se klirens ureje (K) u određenom vremenskom intervalu (t) mogao u jednog bolesnika pratiti tijekom liječenja peritonealnom dijalizom ili uspoređivati s istim parametrom drugih bolesnika, standardiziran je na volumen raspodjele ureje, dakle na volumen tjelesne vode (V). Iz istog razloga točno su određene granične, prihvatljive i poželjne vrijednosti Kt/V .^{3–5} Kako je pri tome u nazivniku korištene jednadžbe volumen tjelesne vode, jasno je da njegova kriva procjena ima za posljedicu i krivu procjenu doze dijalize određene iz klirensa ureje. Točnije, ako je volumen tjelesne vode podcijenjen, doza dijalize, procijenjena iz klirensa ureje, bit će precijenjena i obrnuto. Zbog toga je bitno točno odrediti volumen tjelesne vode. A on se najtočnije određuje radioizotopnim praćenjem koncentracije vode obilježene deuterijem ili tricijem, u plazmi ispitanika, prethodno unesene oralnim putem.^{6,7} Sve druge metode, koje rabe markirane otopine (voda obilježena s ¹⁸kisikom, ureja, antipirin, etilni alkohol),^{7–9} antropometrijske formule^{1,10–15} ili koje volumen tjelesne vode procjenjuju iz otpora prolasku električne struje kroz ljudski organizam^{15,16} daju samo približno točne volumene tjelesne vode. Neke od njih stvarni volumen tjelesne vode, onaj jednak volumenu određenom iz koncentracije deuterija, procjenjuju,^{1,10–15} a druge podcjenjuju.^{1,9,11}

Antropometrijske metode rabe se najčešće. One pokušavaju odrediti volumen tjelesne vode iz tjelesne težine i visine ispitanika, njegove dobi i spola. Većina antropometrijskih metoda je jednostavna. Ali, one ne »razlikuju« promjenu tjelesne težine zbog nakupljanja tekućine od promjene tjelesne težine zbog nakupljanja masti. Sve osim jedne izvedene su iz mjerenja na zdravim ispitanicima, uglavnom onima koji žive na zapadnoj hemisferi.¹ Kada se primijene na Azijce, koji su niži, manje tjelesne težine i s manjim udjelom tjelesne vode, sve procjenjuju stvarni volumen tjelesne vode.¹ To je potaklo Leeja i sur.¹ da predlože svoju formulu za određivanje volumena tjelesne vode Azijaca.

Bolesnici s kroničnim bubrežnim zatajenjem često nakupljaju tekućinu. Većina njih dakle ima veći udio tjelesne vode u ukupnoj tjelesnoj težini u usporedbi sa zdravim ispitanicima komparabilne tjelesne težine, visine, dobi i spola. Volumen tjelesne vode ove skupine bolesnika vrlo je često predmet brojnih istraživanja. Zaključak do kojeg istraživači dolaze u većini istraživanja jest da nijedna me-

toda određivanja volumena tjelesne vode nije tako pouzdana kao metode koje rabe tricij ili deuterij. Bitno je znati da li te metode stvarni volumen tjelesne vode procjenjuju ili podcjenjuju.

U ovom radu pokušali smo, praćenjem volumena tjelesne vode u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom, iz razdoblja dok su bili liječeni ovom metodom i nakon prijelaza na hemodijalizu, odnosno nakon što su transplantirani, pokazati da je njihov volumen tjelesne vode značajno veći od onoga dobivenog najčešće korištenom antropometrijskom, Watsonovom formulom.

Ispitanici i metode

U retrospektivno ispitivanje uključeno je 39 odabranih bolesnika (14 žena, 25 muškaraca) koji su u zadnjih 10 godina liječenje peritonealnom dijalizom zamijenili hemodijalizom ($n=34$) ili oni koji su transplantirani ($n=5$). Uspoređivana je njihova tjelesna težina i njihov volumen tjelesne vode, koje su imali neposredno prije prijelaza s peritonealne dijalize na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije s najnižom stabilnom tjelesnom težinom i najnižim volumenom tjelesne vode, zabilježenim u prvih mjesec dana nakon zamjene metode liječenja.

Tjelesna težina određivana je u bolesnika na peritonealnoj dijalizi s trbuhom bez dijalizata, u laganoj odjeći, bez obuće, a umanjena za procijenjenu težinu odjeće. Kada su ti isti bolesnici bili na hemodijalizi (jasno, samo dio njih), u obzir je uzeta njihova suha tjelesna težina, dakle težina koju su trebali imati nakon hemodijalize. Bolesnicima koji su nakon peritonealne dijalize transplantirani tjelesna težina određivana je vrlo slično kao i dok su bili liječeni peritonealnom dijalizom, u laganoj odjeći, bez obuće, također umanjena za procijenjenu težinu odjeće. Zaokruživana je s preciznošću od 0,1 kg.

Stabilnom tjelesnom težinom smatrana je najniža suha tjelesna težina bolesnika liječenih hemodijalizom koja se nije spuštala za više od 500 grama tijekom najmanje 3 uzastopne hemodijalize. Stabilna tjelesna težina transplantiranih bolesnika je najniža težina u prvih mjesec dana nakon transplantacije, koju su imali najmanje tijekom tjedna dana.

Visina je određivana na vagi s visinomjerom, u bolesnika bez obuće, a zaokruživana je s preciznošću od 0,5 cm.

Volumen tjelesne vode određen je prema Watsonovoj formuli¹⁰ iz tjelesne težine, visine, dobi i spola bolesnika ($V_{\text{muškarci}} = 2,447 + 0,3362 \times \text{tjelesna težina (kg)} + 0,1074 \times \text{tjelesna visina (cm)} - 0,09516 \times \text{dob (godine)}$; $V_{\text{žene}} = 2,097 + 0,2466 \times \text{tjelesna težina (kg)} + 0,1069 \times \text{tjelesna visina (cm)}$).

U ispitivanje nisu uključeni bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom koji su imali manifestne edeme, nabrekli vratne vene, oni koji su imali znakove globalnoga srčanog zatajenja i oni koji su imali amputiran bar jedan ud. Većina ispitivanih bolesnika peritonealnu dijalizu zamijenila je hemodijalizom zbog neadekvatnih klirensa malih molekula (niski ili prosječno niski transporter) ili zbog nastanka hernije prednje trbušne stijenke, posljedice porasta intraperitonealnog tlaka. Kada su uključeni bolesnici s curenjem dijalizata u prsište, tjelesna težina zabi-

lježena neposredno prije zamjene dijalitičke metode i ona zabilježena nakon prijelaza na hemodijalizu umanjena je za volumen tekućine odstranjene iz prsišta ili za volumen tekućine procijenjene u prsištu.

Dobiveni rezultati izraženi su kao aritmetičke sredine i standardne devijacije. Razlike između aritmetičkih sredina procjenjivane su Studentovim t-testom za ponavljana mjerenja. Statistička značajnost određena je na razini od 1 i 5% ($p < 0,01$ i $p < 0,05$).¹⁷

Rezultati

Neposredno prije prijelaza na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije bubrega 39 bolesnika (14 žena, 25 muškaraca) liječenih peritonealnom dijalizom imalo je, s trbuhom bez peritonealnog dijalizata prosječno $74,60 \pm 12,00$ kg (raspon 53–100,5 kg), $167,80 \pm 9,50$ cm (raspon 153–193 cm) i $57,80 \pm 8,75$ godina (raspon 43–75 godina). Prema Watsonovoj formuli imali su prosječno $37,90 \pm 5,80$ litara tjelesne vode (raspon 27,75–49,75 litara).

U prvom mjesecu, nakon zamjene metode liječenja, svi su bolesnici smanjili tjelesnu težinu, prosječno za $3,35 \pm 2,55$ kg, više oni koji su s peritonealne dijalize prešli na hemodijalizu od onih koji su transplantirani. Prosječne vrijednosti tjelesne težine iznosile su tada $71,25 \pm 11,45$ kg (raspon 50,5–93,5 kg), a volumena tjelesne vode $36,80 \pm 5,50$ litara (27,14–47,68 litara). Međutim, ni razlike tjelesne težine, a ni volumena tjelesne vode nisu bile statistički značajne ($t_{\text{tjelesna težina}} = 1,25$, $t_{\text{volumen tjelesne vode}} = 0,84$, $p > 0,05$) (tablica 1.).

Tablica 1. Prosječne vrijednosti tjelesne težine (kg) i volumena tjelesne vode (VTV) (L) određenog Watsonovom formulom i »korigiranog« VTV-a bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom (A) neposredno prije prijelaza na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije bubrega i istih bolesnika neposredno nakon prijelaza na hemodijalizu (A-1) ili neposredno nakon transplantacije bubrega (A-2)

Table 1. Mean body weight (kg) and body water volume (BWV) (L) as calculated by Watson formula and »corrected« BWV in peritoneal dialysis patients (A) immediately before switching to hemodialysis or undergoing kidney transplantation, and in the same patients immediately upon switching to hemodialysis (A-1) or undergoing kidney transplantation (A-2)

	A n=39	A-1, A-2 n ₁ =34, n ₂ =5	t-test
Tjelesna težina (kg)	74,60±12,00	71,25±11,45	t=1,25
Body weight (kg)			
VTV (Watson) (L)	37,90±5,80	36,80±5,50	t=0,84
BWV (Watson) (L)			
VTV (Watson) (% tjelesne težine)	50,80±7,77	51,65±7,72	t=0,48
BWV (Watson) (% body weight)			
Korigirani VTV (L)	41,25±6,85	36,80±5,50	t=3,20**
Corrected BWV (L)			
Korigirani VTV (% tjelesne težine)	55,29±9,18	51,65±7,72	t=1,90*
Corrected BWV (% body weight)			

** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$

Gotovo je sigurno da je do smanjenja tjelesne težine u promatranom razdoblju došlo zbog eliminacije nakupljene tekućine. To nadalje znači da su bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom imali, neposredno prije prijelaza na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije bubrega, prosječno $3,35 \pm 2,55$ litara tjelesne vode više od iznosa dobivenog Watsonovom formulom te da njihov volumen tjelesne vode nije bio $37,90 \pm 5,80$ nego $41,25 \pm 6,85$ litara. Prema t-testu proizlazi da je njihov tadašnji stvarni volumen tjele-

sne vode bio statistički značajno viši od dobivenog formulom ($t=2,39$, $p < 0,05$), za 8,83%, da je za približno isti postotak (7,55%) lažno viši dobiveni Kt/V i da je onda i smanjenje volumena tjelesne vode, nakon zamjene peritonealne dijalize bilo statistički značajno ($41,25 \pm 6,85$; $36,80 \pm 5,50$ litara; $t=3,20$, $p < 0,01$).

Prvotnim određivanjem volumen tjelesne vode iznosio je $50,80 \pm 7,75\%$ tjelesne težine, a korigirani $55,15 \pm 9,15\%$.

Rasprava

Poznato je da je volumen tjelesne vode u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom i bez manifestnih edema veći od volumena tjelesne vode zdravih ispitanika komparabilne tjelesne težine, visine, dobi i spola¹⁸ te da je u tom volumenu veći i udio izvanstanične tekućine.¹⁹ Poznato je nadalje da se on može točno odrediti samo radioizotopnim praćenjem koncentracija u plazmi prethodno peroralno dane vode obilježene tricijem ili deuterijem, takozvanim zlatnim standardom.^{6–8} Cilj većine istraživanja iz ovoga područja nije usporedba volumena tjelesne vode ove skupine bolesnika s volumenom tjelesne vode komparabilnih zdravih ispitanika. U većini istraživanja cilj je usporedba s volumenom tjelesne vode bolesnika liječenih ponavljanim hemodijalizama i bolesnika s funkcionalnim bubrežnim transplantatom te provjera koliko razlike dobivenog volumena tjelesne vode određene rutinskim metodama i zlatnim standardom utječu na dozu peritonealne dijalize baziranu na njima. To je bilo posebno bitno dok se vjerovalo da se povišenjem doze peritonealne dijalize, dakle povećanjem klirensa malih molekula, poboljšava ishod liječenja,^{20–22} da je bolje imati što više klirensa,²³ da su jednako vrijedni rezidualni bubrežni klirensi i klirensi peritonealne membrane^{20–22,24–28} i da se izgubljena bubrežna funkcija može adekvatno zamijeniti funkcijom peritonealne membrane.^{24,28,29}

U našem radu cilj nije bio određivanje stvarnog volumena tjelesne vode u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom. Naime, mi smo htjeli pokazati da je on značajno veći od dobivenog najčešće korištenom Watsonovom formulom, iz njegovih vrijednosti potkraj liječenja ovom metodom i onih zabilježenih neposredno nakon prijelaza na hemodijalizu ili neposredno nakon transplantacije bubrega. Skupina od 39 bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom smanjila je tjelesnu težinu, nakon prijelaza na hemodijalizu, odnosno nakon transplantacije bubrega za prosječno $3,35 \pm 2,55$ kg. Kako je gotovo sigurno da je to smanjenje posljedica eliminacije tekućine retinirane tijekom liječenja peritonealnom dijalizom, proizlazi da su ovi bolesnici, neposredno prije prijelaza na hemodijalizu ili neposredno prije transplantacije bubrega, imali prosječno $74,60 \pm 12,00$ kg i $41,25 \pm 6,85$ litara tjelesne vode, a ne $37,90 \pm 5,80$ litara koliko je dobiveno Watsonovom formulom. Razlike između volumena tjelesne vode dobivene Watsonovom formulom i korigiranog volumena statistički su značajne ($t=2,39$, $p < 0,05$), a korigirani Kt/V bio bi umanjnjen za 7,55%.

Transplantirani bolesnici naše skupine, prethodno liječeni peritonealnom dijalizom ($n=5$), kao što je navedeno u rezultatima, u prvom mjesecu nakon transplantacije, manje su smanjili svoju tjelesnu težinu, a tako i udio tjelesne vode od bolesnika koji su peritonealnu dijalizu zamijenili hemodijalizom ($n=34$). Možda je to i zbog toga što transplantirani bubrežni bolesnici nakon transplantacije inače povećavaju tjelesnu težinu, uglavnom zbog nakupljanja masti. Johnson i sur.³⁰ našli su da je 57% njihovih ispitanika tijekom prve godine nakon transplantacije bubrega povećalo težinu za bar 10%. Veći porast imali su crnci od bijelaca, mlađi (18–29

godina) od starijih (stariji od 50 godina) i žene od muškaraca.^{30,31} U jednoj velikoj studiji (506 transplantiranih bubrežnih bolesnika) 39% Amerikanaca afričkog porijekla imalo je, godinu nakon transplantacije, indeks tjelesne mase (ITM) iznad 30 kg/m² tjelesne površine.³² Čini se da transplantirani bubrežni bolesnici s ITM-om iznad 30 kg/m² tjelesne površine imaju češće odgođenu funkciju bubrežnog transplantata i češće akutne krize odbacivanja, možda zbog promijenjene farmakokinetike imunosupresivnih lijekova u ovih bolesnika.³³ Ima autora koji nalaze da s porastom ITM-a transplantirani bolesnici povećavaju i glomerularnu filtraciju.³⁴ Porast težine posljedica je eliminacije kahektičnih učinaka »uremije«, prije svega poboljšanja apetita, premda nesumnjivo glavna uloga pripada kortikosteroidima.^{32,35} između ostaloga i preko povišenja koncentracije neuro-peptida Y, odgovornog za poboljšanje apetita.³⁶ No, u literaturi nema podataka o tjelesnoj težini transplantiranih bolesnika u prvom mjesecu nakon transplantacije.

Suha tjelesna težina bolesnika liječenih hemodijalizom određuje se na osnovi postojanja ili nepostojanja manifestnih edema prije hemodijalize, grčeva mišića potkoljenica potkraj svake pojedinačne hemodijalize, kretanja krvnog tlaka i eventualnih teškoća bolesnika s disanjem prije početka nove hemodijalize. Iako se doima subjektivnom, malena je, gotovo nikakva vjerojatnost da je kriva procjena utjecala na dobivene rezultate.

Cooper i sur.³⁷ uspoređivali su volumen tjelesne vode, određen između ostalih metoda i deuterijskom, triju podskupina bolesnika, jedne liječene hemodijalizom (n=14), jedne peritonealnom dijalizom (n=35) i jedne s funkcionalnim bubrežnim transplantatom (n=5). Najveći postotak tjelesne vode, određen deuterijskom metodom, imali su bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom (56,65±2,93% tjelesne težine), iako su bili značajno stariji od transplantiranih bubrežnih bolesnika. Plum i sur.³⁸ uspoređivali su volumen tjelesne vode u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom (n=43) s volumenom tjelesne vode u bolesnika liječenih ponavljanim hemodijalizama (n=39) određen analizom multifrekvencijske bioimpedancije. Dvije skupine bolesnika nisu se značajno razlikovale po dnevnoj diurezi (PD bolesnici – 930±820 ml; HD bolesnici – 630±680 ml), a niti po tjednoj ultrafiltraciji (PD bolesnici – 881±661 ml na dan; HD bolesnici – 2075±1114 ml po HD). Bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom imali su 0,498±0,063 litre vode/kg tjelesne težine, a bolesnici liječeni hemodijalizom prije hemodijalize 0,471±0,066, a poslije 0,466±0,054 litre/kg tjelesne težine (zdravi kontrolni ispitanici imali su 0,481±0,037 litara vode/kg tjelesne težine). Bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom imali su značajno veći volumen tjelesne vode od bolesnika liječenih hemodijalizom, a i od kontrolnih zdravih ispitanika. Niz drugih istraživača navodi da bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom imaju stabilniji status tjelesnih tekućina i da su skloni njezinu nakupljanju.^{39–41} Issad i sur.⁴⁰ našli su da u vrijeme transplantacije bubrega bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom imaju značajno veći volumen tjelesne tekućine od bolesnika liječenih hemodijalizom. Čak 36% njih imalo je tlak u plućnoj arteriji jednak ili viši od 25, a 14,6% jednak ili viši od 30 mmHg.⁴⁰ Bleyer i sur.⁴² analizirali su ranu funkciju kadaveričnoga bubrežnog transplantata u velike skupine američkih bolesnika, liječenih peritonealnom dijalizom ili hemodijalizom. Zaključuju da se manja učestalost odgođene funkcije bubrežnog transplantata u bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom može objasniti statusom tjelesnih tekućina i biokompatibilnosti metode. Slično prethodnim autorima i Van Biesen i sur.,⁴³ su

uspoređujući ranu funkciju kadaveričnoga prvog bubrežnog transplantata 40 bolesnika prethodno liječenih peritonealnom dijalizom i 79 prethodno liječenih hemodijalizom našli da povećanje volumena tjelesne tekućine za svaku litru smanjuje relativni rizik od nastanka odgođene funkcije bubrežnog transplantata (vrijeme potrebno da se neposredna prijetranplantacijska razina serumskog kreatinina smanji za bar 50%; normalno to je vrijeme kraće od 3,5 dana⁴⁴) za 5%. Zaključuju da bolja rana funkcija bubrežnog transplantata u bolesnika prethodno liječenih peritonealnom dijalizom ipak nije samo posljedica boljeg volumnog statusa tekućine i vremena hladne ishemije.

Zanimljiv je nalaz da bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom, iako imaju prosječno veći volumen tjelesne vode od bolesnika liječenih hemodijalizom nemaju i značajno veći intravaskularni volumen.³⁸ Nadalje, rezidualna bubrežna funkcija, procijenjena iz rezidualne diureze, ne utječe bitno na volumen tjelesne vode bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom. Prema Chengu i sur.⁴⁵ volumen tjelesne vode bolesnika ove skupine s dnevnim diurezom ispod 100 ml iznosio je 48,69±13,40%, bolesnika s diurezom od 100 do 400 ml 49,31±10,12%, a bolesnika s diurezom iznad 400 ml 50,21±11,71% tjelesne težine. Razlike nisu značajne. Srednji arterijski tlak bio je to viši što je dnevna diureza bila viša.⁴⁵

Imaju li bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom više štete kada im se stvarni volumen tjelesne vode precijeni ili podcijeni?

Wong i sur.¹⁹ naglašavaju da metoda koja volumen tjelesne vode izjednačava s 58% aktualne tjelesne težine konstantno i najviše precjenjuje volumen tjelesne vode (volumen raspodjele ureje) što ima za posljedicu podcjenjivanje ukupnog Kt/V. Prema njima to je za bolesnike manji klinički problem od precjenjivanja, pogotovo ako se povećanjem volumena dijalizata nastoji podcijenjeni Kt/V povisiti iznad dobivenih granica. Predlažu da se volumen tjelesne vode provjeri deuterijskom metodom samo ako klinička slika nije u skladu s dobivenim Kt/V.

Volumen tjelesne vode nije bitan samo u procjeni doze dijalize iz klirensa ureje. Prema Owenu i sur.⁴⁶ volumen tjelesne vode neovisni je čimbenik ishoda liječenja bolesnika liječenih hemodijalizom. Bolesnici s malim volumenom tjelesne vode imaju lošiju prognozu od bolesnika s većim volumenom tjelesne vode, iako oni prvi imaju značajnije postotno smanjenje ureje tijekom hemodijalize. Lowrie i sur.⁴⁷ zaključuju da je volumen tjelesne vode neovisni prediktor mortaliteta ove skupine bolesnika. Zašto bi bolesnici liječeni peritonealnom dijalizom bili izuzetak u tom pogledu?

I na kraju, u zaključku možemo reći: retrospektivna procjena volumena tjelesne vode bolesnika liječenih peritonealnom dijalizom bez manifestnih edema indirektno potvrđuje da je volumen tjelesne vode određen najpoznatijom antropometrijskom formulom značajno podcijenjen, a klirens ureje iz istog razloga precijenjen. Izražen kao postotak tjelesne težine (55,15±9,15%) blizu je formule koja za volumen tjelesne vode uzima stalni iznos od 58% aktualne tjelesne težine.

LITERATURA

1. Lee SW, Song JH, Kim GA, Lee JK, Kim JM. Assessment of total body water from anthropometry-based equations using bioelectrical impedance as reference in Korean adult control and haemodialysis subjects. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16:91–7.
2. Himmelfarb J, Evanson J, Hakim RM, Freedman S, Shyr Y, Ikizler TA. Urea volume of distribution exceeds total body water in patients with acute renal failure. *Kidney Int* 2002;61:317–23.
3. Levin NW, Wilis K. Recent K/DOQI guidelines applications in peritoneal dialysis patients. U: Ronco C, Dell'Aquila R, Rodighiero MP, ur.

- Peritoneal dialysis today. Basel-Freiburg-Paris-New York: Karger; 2003, str. 151–62.
4. Prichard S. Clinical practice guidelines of the Canadian society of nephrology for the treatment of patients with chronic renal failure: A re-examination. U: Ronco C, Dell'Aquila R, Rodighiero MP, ur. Peritoneal dialysis today. Basel-Freiburg-Paris-New York: Karger; 2003, str. 163–9.
 5. Struijk DG, Krediet RT. European best practice guidelines: Adequacy in peritoneal dialysis. U: Ronco C, Dell'Aquila R, Rodighiero MP, ur. Peritoneal dialysis today. Basel-Freiburg-Paris-New York: Karger; 2003, str. 170–5.
 6. Blagojevic N, Allen BJ, Gaskin KJ, Baur LA. Determination of total body water by Fourier transform infrared analysis. *Austr Phys Eng Sci Med* 1990;13:110–6.
 7. Schoeller DA, Van Santen E, Peterson DW, Dietz W, Jaspen J, Klein P. Total body water measurements in human with ^{18}O and ^2H labeled water. *Am J Clin Nutr* 1980;33:2686–93.
 8. Dahl NV, Foote EF, Kapoian T, Steward CA, Sherman RA. Measuring total body water in peritoneal dialysis patients using an ethanol dilution technique. *Kidney Int* 1999;56:2297–303.
 9. De Fijter WM, De Fijter CWH, Oe PL, Ter We PM, Donker AJM. Assessment of total body water and lean body mass from anthropometry, Watson formula, creatinine kinetics and body electrical impedance compared with antipyrine kinetics in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1997;12:151–6.
 10. Watson PE, Watson ID, Batt RD. Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1980;33:27–39.
 11. Hume R, Weyers E. Relationship between total body water and surface area in normal and obese subjects. *J Clin Pathol* 1971;24:234–8.
 12. Chumlea WC, Guo SS, Zeller CM *i sur*. Total body water reference values and prediction equations for adults. *Kidney Int* 2001;59:2250–8.
 13. Johansson AC, Samuelsson O, Attman PO, Bosaeus I, Haraldsson B. Limitation in anthropometric calculations of total body water in patients on peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 2001;12:568–73.
 14. Chertow GM, Lazarus JM, Lew NL, Ma L, Lowrie EG. Development of a population-specific regression equation to estimate total body water in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1997;51:1578–82.
 15. Keshaviah PR. Quantitative approaches to prescribing peritoneal dialysis. U: La Greca G, Ronco C, Feriani M, Chairamonte S, Conz P, ur. Peritoneal Dialysis: Proceedings of the Fourth International Course on Peritoneal Dialysis. Milano: Witching Editore; 1991, str. 63–60.
 16. Oe B, De Fijter WM, De Fijter CWH *i sur*. Detection of hydration status by total body bioelectrical impedance analysis (BIA) in patients on hemodialysis. *Int J Artif Organs* 1997;20:371–4.
 17. Božikov J, Ivanković D, Kern J, Kopjar B, Luković G, Vuletić S. Osnove statističke analize za medicinare. Zagreb: 1991.
 18. Woodrow G, Oldroyd B, Wright A *i sur*. Comparison of anthropometric equations for estimation of total body water in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:384–9.
 19. Wong KC, Xiong DW, Kerr PG *i sur*. Kt/V in CAPD by different estimations of V. *Kidney Int* 1995;48:563–9.
 20. Genestier S, Hedelin G, Schaffer P, Faller B. Prognostic factors in CAPD patients: a retrospective study of a 10-year period. *Nephrol Dial Transplant* 1995;10:1905–11.
 21. Maiorca R, Brunori G, Cancarini GC *i sur*. Predictive value of dialysis adequacy and nutritional indices for mortality and morbidity in CAPD and HD patients. A longitudinal study. *Nephrol Dial Transplant* 1995;10:2295–305.
 22. Churchill DN. Implications of the Canada-USA (CANUSA) study of the adequacy of dialysis on peritoneal dialysis schedule. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13(Suppl 6):158–63.
 23. Rodby RA, Firanek CA, Cheng YG, Korbet MS. Reproducibility of studies of peritoneal dialysis adequacy. *Kidney Int* 1996;50:267–71.
 24. National Kidney Foundation Dialysis Outcomes Quality Initiative. NKF-K/DOQI clinical practice guidelines for peritoneal dialysis adequacy: Update 2000. *Am J Kidney Dis* 2000;37(Suppl 1):65–136.
 25. Oreopoulos DG. The optimizing of continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1999;55:1131–49.
 26. Churchill DN, Taylor DW, Keshaviah PR, Thorpe KE, Beecroft ML. Adequacy of dialysis and nutrition in continuous peritoneal dialysis: Association with clinical outcomes. *J Am Soc Nephrol* 1996;7:198–207.
 27. Teehan B, Schleifer C, Brown J, Sigler MH, Raimondo J. Urea kinetic analysis and clinical outcomes on CAPD: A five year longitudinal study. *Adv Perit Dial* 1990;6:181–5.
 28. Blake PG, Bargman JN, Bick J *i sur*. Guidelines for adequacy and nutrition in peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 1999;10(Suppl 13):311–21.
 29. National Kidney Foundation Dialysis Outcomes Quality Initiative Peritoneal Dialysis Adequacy Work Group. NKF-DOQI clinical practice guidelines for peritoneal dialysis adequacy. *Am J Kidney Dis* 1997;30(Suppl 2):67–136.
 30. Johnson CP, Gallagher-Lepak S, Zhu YR *i sur*. Factors influencing weight gain after renal transplantation. *Transplantation* 1993;56(4):822–6.
 31. Clunk JM, Lin CY, Curtis JJ. Variables affecting weight gain in renal transplant recipients. *Am J Kidney Dis* 2001;38(2):349–53.
 32. Baum CL, Thielke K, Westin E, Kogan E, Cicalese L, Benedetti E. Predictors of weight gain and cardiovascular risk in a cohort of racially diverse kidney transplant recipients. *Nutrition* 2002;18:139–46.
 33. Pirsh JD, Armbrust MJ, Knechtle SJ *i sur*. Obesity as a risk factor following renal transplantation. *Transplantation* 1995;59:631–3.
 34. Torres G, Motta EM, Souza FCM, Guimaraes MS, Souza E, Silva BIM. Weight gain post-renal transplantation and its association with glomerular filtration rate. *Transplantation Proc* 2007;39:443–5.
 35. Hricik DE. Weight gain after kidney transplantation. *Am J Kidney Dis* 2001;38(2):409–10.
 36. Kokot F, Adamczak M, Wiededilcek A, Spiechowicz U, Mesjasz J. Plasma immunoreactive leptin and neuropeptide Y levels in kidney transplant patient. *Am J Nephrol* 1999;19:28–32.
 37. Cooper BA, Aslani AQ, Ryan M *i sur*. Comparing different methods of assessing body composition in end-stage renal failure. *Kidney Int* 2000;58:408–16.
 38. Plum J, Schoenicke G, Kleophas W *i sur*. Comparison of body fluid distribution between chronic haemodialysis and peritoneal dialysis patients as assessed by biophysical and biochemical methods. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16:2378–85.
 39. Lameire N, Vanholder R, Van Loo A *i sur*. Cardiovascular diseases in peritoneal dialysis patients: the size of the problem. *Kidney Int* 1996;50(Suppl 56):28–38.
 40. Issas B, Mouquet C, Bither M *i sur*. Is overhydration in CAPD patients a contraindication to renal transplantation? *Adv Perit Dial* 1994;10:68–72.
 41. Rottembourg J. Residual renal function and recovery of renal function in patients treated by CAPD. *Kidney Int* 1993;43(Suppl 40):106–16.
 42. Bleyer AJ, Burkart JM, Russell GB, Adams PL. Dialysis modality and delayed graft function after cadaveric renal transplantation. *J Am Soc Nephrol* 1999;10:154–159.
 43. Van Biesen W, Vanholder R, Van Loo A *i sur*. Peritoneal dialysis favorably influences early graft function after renal transplantation compared to hemodialysis. *Transplantation* 2000;69(4):508–14.
 44. Lameire N, Van Biesen W, Vanholder R. Impact of peritoneal dialysis on patient and graft outcome after kidney transplantation. U: Ronco C, Dell'Aquila R, Rodighiero MP, ur. Peritoneal dialysis today. Basel – Freiburg – Paris – New York – Bangalore – Bangkok – Singapore – Tokyo – Sydney: Karger; 2003:226–41.
 45. Cheng LT, Chen W, Tang W, Wang T. Residual renal function and volume control in peritoneal dialysis patients. *Nephron Clin Pract* 2006;104:47–54.
 46. Owen WF Jr, Chertow GM, Lazarus JM, Lowrie EG. Dose of hemodialysis and survival: Differences by race and sex. *JAMA* 1998;280:1764–8.
 47. Lowrie EG, Zhu X, Lew NL. Primary associates of mortality among dialysis patients: Trends and reassessment of Kt/V and urea reduction ratio as outcome-based measures of dialysis dose. *Am J Kidney Dis* 1998;32(Suppl):16–31.