



Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis

Scientific and Practical, Medical Journal

Founders:

- State Institution «Institute of Nephrology NAMS of Ukraine»
- National Kidney Foundation of Ukraine

ISSN 2304-0238;

eISSN 2616-7352

Journal homepage: <https://ukrjnd.com.ua>

Research Article

L. Surzhko¹, A. Rysev², N. Molchanova²

doi: 10.31450/ukrjnd.2(62).2019.04

Impact of hemodialysis on the state of water compartments in CKD VD patients

¹ State Institute «Institute of Nephrology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

² Odessa Regional Center of Nephrology and Dialysis, Odessa, Ukraine

Citation:

Surzhko L, Rysev A, Molchanova N. Impact of hemodialysis on the state of water compartments in CKD VD patients. Ukr J Nephrol Dial. 2019;2(62):24-32. doi: 10.31450/ukrjnd.2(62).2019.04

Abstract. Understanding of changes in water compartments during hemodialysis (HD) is an important part of ensuring the effectiveness of the procedure and minimizing both intra- and post-dialysis complications.

The purpose of our study was to investigate the direction of changes in water sectors in patients with CKD 5D with preserved residual kidney function (RKF) and without RKF.

Methods. Prospective observational study enrolled 88 hemodialysis (HD) patients. All patients performed laboratory examinations and measurements of water balance using the BCM monitor before HD, hourly after the start, and 30 minutes after the end of the session. Depending on the presence of residual kidney function, patients were divided into two groups. The first group with RKF included 52 patients, the second - without RKF - 36.

Results. Analysis of water balance parameters allowed to conclude that 26 patients (26.13 %) were hyperhydrated (OH/ECW above 15 %), including 13 (36.11 %) in the group without RKF and 10 (19.2 %) - in the group with the preserved RKF. There was no statistically significant difference in the groups. When comparing baseline values between groups of patients, it was found that in the group with preserved RKF the albumin level was significantly higher at 8.94 % ($p < 0.05$), levels of phosphorus and potassium were lower by 18.27 % and 20.24 %, respectively. There was no statistically significant difference between other clinical parameters in the groups. Subsequent analysis of the water balance indicators allowed establishing a reliable positive correlation between the level of ultrafiltration (UV) and total body water (TBW). The higher the UV level, the higher the ECW ($p < 0.05$). Similar results were obtained when analyzing the relationship between extracellular fluid (ECW) and UV ($p < 0.001$). As a result of the correlation analysis between the level of UV and diuresis, the mean inverse correlation relationship is shown, which shows - the lower the diuresis, the higher the level of ultrafiltration ($p < 0.001$). During HD the TBW ($TBW = 1.5 \pm 1.8$) and ECW ($\Delta ECW = 1.92 \pm 0.85$) progressively decrease, the ICW compartment is practically unchanged ($\Delta ICW = -0.17 \pm 0.89$). In patients with preserved RKF the change in ECW is significantly lower comparatively with the group without RKF ($p < 0.05$).

Conclusions. Obtained data indicate that the clinical evaluation of hyperhydration is not always adequate. The obtained results confirm the fact that the presence of RKF provides better phosphorus and potassium levels control in patients with CKD. During HD the removal of fluid occurs directly from the extracellular space, in the group with the RKF to a lesser extent, indicating that the presence of diuresis provides a lower volume of OH, TBW, ECW before HD session, and therefore the level of ultrafiltration appears to be less. Thus the RKF also provides better control of water balance. The results of the dynamics of water sector changes during HD can be used to assess the refilling in the future.

Key words: water balance, hemodialysis, residual kidney function, bioimpedansometry, ultrafiltration.

Conflict of interest statement: the authors declared no competing interests.

© L. Surzhko, A. Rysev, N. Molchanova, 2019. All rights reserved.

Correspondence should be addressed to Liudmila Surzhko: milasurzh@gmail.com

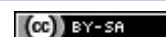
Article history:

Received February 19, 2019

Received in revised form

March 07, 2019

Accepted April 04, 2019



© Суржко Л.М., Рисев А.В., Молчанова Н.А., 2019

УДК: 616.61-085.38-073.27:612.014.431.3

Суржко Л.М.¹, Рисев А.В.², Молчанова Н.А.².

Вплив процедури гемодіалізу на стан водних секторів у хворих на ХХН ВД ст.

¹Державна установа «Інститут нефрології НАМН України», м.Київ, Україна²Одеський обласний центр нефрології та діалізу, м. Одеса, Україна

Резюме. Розуміння змін водних секторів під час процедури гемодіалізу є важливою складовою забезпечення ефективності процедури та мінімізації як інтра-, так і постдіалізних ускладнень.

Метою роботи було дослідити напрямок змін водних секторів у хворих на ХХН 5Д ст. із збереженою резидуальною функцією нирок та без РФ.

Методи. До проспективного обсерваційного дослідження було включено 88 хворих на ХХН ВД ст., які лікуються ГД. Всім хворим проведено загальноклінічні обстеження та вимірювання водного балансу із застосуванням ВСМ-монітора до процедури ГД, щогодини після початку та через 30 хвилин після закінчення сеансу. Залежно від наявності резидуальної функції нирок (РФ) хворих поділено на групи. До першої групи із збереженою РФ увійшли 52 хворих, до другої — без РФ — 36.

Результати. Аналіз параметрів водного балансу дозволив констатувати, що гіпергідратованими (ОН/ECW вище 15%) виявились 26 із усіх хворих, що склало 26,13%, серед них 13 (36,11%) — у групі без РФ та 10 (19,2%) — у групі із РФ. Статистично значимої різниці у групах не виявлено. При порівнянні вихідних лабораторних та демографічних показників між групами хворих встановлено, що у групі із збереженою РФ рівень альбуміну достовірно вищий на 8,94% ($p < 0,05$), рівні фосфору та калію нижчі на 18,27% та 20,24% відповідно. Статистично значущої відмінності між іншими показниками у групах не знайдено. Подальший аналіз показників водного балансу дозволив встановити наявність достовірного позитивного кореляційного зв'язку між рівнем УФ та TBW ($p < 0,05$). Подібні результати отримані і при аналізі зв'язку позаклітинної рідини (ECW) та УФ ($p < 0,001$). В результаті кореляційного аналізу між рівнем УФ та діурезу отримано середній зворотній кореляційний зв'язок, що показує — чим нижчий діурез, тим вищий рівень ультрафільтрації ($p < 0,001$). Встановлено, що під час процедури ГД прогресивно зменшується показник TBW ($TBW = 1,5 \pm 1,8$), та ECW ($ECW = 1,92 \pm 0,85$), показник ICW практично не змінюється ($ICW = -0,17 \pm 0,89$). У хворих із збереженою РФ нирок зміна ECW достовірно менша порівняно із групою хворих без РФ ($p < 0,05$).

Висновки. Отримані дані свідчать, що клінічна оцінка гіпергідратації не завжди є адекватною. Результати нашого дослідження підтверджують той факт, що наявність РФ забезпечує кращий контроль рівня фосфору та калію у хворих на ХХН ВД ст. Під час процедури ГД видалення рідини відбувається безпосередньо із екстрацелюлярного простору, при чому у групі із РФ в меншій мірі, що свідчить, про те, що наявність діурезу забезпечує менший об'єм ОН, TBW, ECW до процедури ГД, а отже, рівень ультрафільтрації виявляється меншим. Таким чином, РФ забезпечує також і кращий контроль водного балансу. Результати динаміки зміни водних секторів під час процедури ГД можуть бути використані для оцінки ступеню рефілінгу в майбутньому.

Ключові слова: водний баланс, гемодіаліз, резидуальна функція нирок, біоімпедансометрія, ультрафільтрація.

Вступ. Із кожним роком кількість хворих, які лікуються методом гемодіалізу зростає [1]. Видалення рідини для досягнення водного балансу у хворих на ХХН ВД ст. є важливим компонентом процедури гемодіалізу (ГД), оскільки як гіпо- так і гіпергідратація пов'язані із виникненням негативних наслідків. Зокрема, гіпергідратація у хворих на ХХН 5Д ст. асоційована із розвитком серцевої недостатності та високою смертністю [2, 3]. На противагу, діаліз-індуковане надмірне зменшення внутрішньосудинного об'єму крові, викликає гіпо-

тензію — часте ускладнення у хворих, що лікуються ГД — незалежний ризик-фактор високої смертності [4, 5]. Незважаючи на значні досягнення в оцінці адекватності діалізу щодо видалення низько та середньомолекулярних розчинників, на даний час немає міри адекватності щодо видалення рідини. Такі клінічні ознаки, як артеріальний тиск (АТ), частота серцевих скорочень (ЧСС), наявність набряків — є непрямими і неточними ознаками, які віддзеркалюють стан водного балансу. Деякий надлишковий об'єм рідини може залишатись у тілі і клінічно ніяк себе не проявляти. Під час лікування ГД для видалення рідини лікарі орієнтуються на «суху вагу» пацієнта. У більшості центрів суха вага визначається клінічно і відображає найменшу вагу, яку пацієнт може переносити без проявів симптомів гіпо- чи гіпергідратації [6]. Це метод проб і по-

Людмила Мирославівна Суржко
e-mail: milasurzh@gmail.com

милок неточний і не враховує змін, що мають місце в харчовому статусі хворого та жировій масі (LTM). Як наслідок, важко визначити у кожному конкретному випадку є пацієнт гіпо- чи гіпергідратованим. Крім того, суха вага використовується для розрахунку об'єму ультрафільтрації (UF), рівень якої визначає швидкість видалення надлишкової рідини при кожному сеансі ГД. Загальновідомо, що на появу інтрадіалітичних ускладнень впливає баланс між швидкістю видалення рідини із кров'яного русла та плазмовим наповненням (рефілінгом) [7-12]. Швидкість УФ, що перевищує потенціал для рефілінгу призводить до гіпотензії, викликаній гемодіалізом.

В організмі людини виділяють два основні компартменти рідини [13]. Близько двох третин складає внутрішньоклітинна рідина (ICW), що знаходиться всередині клітин. Одна третина, що знаходиться поза межами клітин, — це позаклітинна рідина (ECW). ECW поділяють на два компартменти: плазма — рідка частина крові та інтерстиціальна рідина, що заповнює простір між клітинами. Осмотичний та гідростатичний тиск забезпечують рух та постійний обмін рідиною між компартментами [13].

Під час процедури гемодіалізу у хворих на ХХН VГД відбуваються зміни водних секторів. Вони можуть бути пов'язані із діаліз-залежними ускладненнями. На сьогодні у світі існує декілька методів оцінки водного балансу та його зміни у хворих на ХХН VД ст. До них відносяться: застосування біохімічних маркерів (таких як циклічний гуанозин монофосфат [цГМФ], передсердний натрійуретичний пептид, мозковий натрійуретичний пептид) [14], визначення діаметру нижньої порожнистої вени [15], моніторинг об'єму крові [16] та біоімпедансний аналіз (БІА), зокрема біоімпедансна спектроскопія (БІС) [17-20]. Біохімічні маркери об'ємного перевантаження демонструють надмірну мінливість та погано корелюють із об'ємним статусом [14]. Іншим обмеженням використання цих маркерів є неможливість диференціювати нормоволемію від гіповолемії, оскільки відмінностей у значеннях немає. Визначення діаметру нижньої порожнистої вени — є ефективним методом, однак також має ряд обмежень [15].

БІА — простий неінвазивний метод визначення складу тіла, може застосовуватись для визначення розподілення рідини по водним секторам, включаючи внутрішньоклітинну рідину (ICW), позаклітинну рідину (ECW) та загальну гідратацію (TBW), а також її зміни під час процедури ГД

Мета роботи: дослідити напрямок змін водних секторів у хворих на ХХН VД ст. залежно від наявності РФ.

Матеріал та методи. До проспективного обсерваційного дослідження включено 88 хворих на ХХН VД ст., які лікувались гемодіалізом на базі двох центрів - Інституту нефрології НАМН Украї-

ни та Комунального некомерційного підприємства «Одеський обласний центр нефрології та діалізу Одеської обласної ради».

Протокол дослідження був схвалений локальною етичною комісією ДУ «Інститут нефрології НАМН України». Під час виконання роботи дотримані принципи біоетики, законодавчих норм та вимог щодо проведення біомедичних досліджень.

Критеріями включення у дослідження були: хворі на ХХН VД ст. старше 18 років, які лікуються методом гемодіалізу із/без збереженої резидуальної функції нирок, які підписали інформовану добровільну згоду на участь у дослідженні.

Критеріями виключення пацієнтів із дослідження були: незгода пацієнта, гострий коронарний синдром за останні 6 місяців, супутні онкологічні захворювання, гостра та хронічна печінкова недостатність, ампутація кінцівки в анамнезі, анасарка, психічний стан, вагітність.

Обстежених хворих розділено на групи: перша (n = 52) із збереженою РФ та друга (n = 36) без збереженої РФ.

Всім хворим проведені лабораторні дослідження — загальний та біохімічний аналізи крові, визначений рівень сечовини та креатиніну в добовій сечі. Резидуальна функція нирок оцінювалась за об'ємом сечі, розрахунком ШКФ, застосовуючи формулу GFR-EPI, та розрахунком резидуального КТ/V.

Для оцінки стану гідратації всім хворим проведено вимірювання апаратом Body Composition Monitor (BCM) фірми Fresenius. Вимірювання проводилось у положенні лежачи безпосередньо перед початком сеансу гемодіаліза, щогодини від початку ГД та через 30 хвилин після відключення пацієнта. У дослідженні аналізувались дані, виміряні BCM, такі, як рівень позаклітинної рідини (ECW), загальна гідратація (TBW), гіпергідратація (ОН), розраховано ступінь відносної гідратації (ОН/ECW ratio).

Статистичну обробку отриманих результатів проведено за допомогою програми STATISTICA 10.0 for Windows 10. Неперервні дані представлені як середнє значення із стандартним відхиленням ($M \pm SD$) або медіаною та міжквартильним розмахом ($Me [Q25 - Q75]$), категоріальні — виражені у відсотках (%). Порівняння між двома незалежними групами проводилось із застосуванням t-критерія Стьюдента для нормально розподілених змінних та U-критерія Манна-Уїтні — для ненормально розподілених. Порівняння усіх категорійних змінних проводилось із застосуванням χ^2 — квадрата чи тесту Фішера.

Результати. Середній вік хворих склав 55.8[48,5-65,0] років, чоловіки становили 48 (54,5%). Початкові демографічні дані у двох групах представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Демографічна та клінічна характеристика хворих на ХХН V ГД, включених у дослідження

Показники	Усі пацієнти (n = 88)	РФ+ група (n = 52)	РФ- група (n = 36)
Стать (чоловіки), n(%)	48 (54,5%)	32 (61,5%)	16 (44,4%)
Вік, роки	55,8 [48,5 - 65,0]	57,36 [52 - 65,5]	53,75 [45,5 - 64]
Суша вага, кг	74,93 [68 - 82]	77,15 [68,5 - 86,75]	71,74 [66,5 - 77,65]
ІМТ, кг/м ²	26,71 [23,8 - 29,65]	27,23 [23,6 - 30,03]	29,96[23,8 - 27,9]
Загальний білок, г/л	63,74 ± 7,45	64,3 ± 8,49	62,8 ± 5,62
Сироватковий альбумін, г/л	40,8 ± 3,83	42,35 ± 3,7	38,56 ± 2,79
Систолічний АТ до ГД	138,22 [127,5 - 150]	136,82 [120 - 150]	140,5 [110 - 180]
Діастолічний АТ до ГД	80,56 [70 - 90]	81,15 [75 - 90]	79,72 [70 - 100]
Систолічний АТ після ГД	136,36 [125 - 150]	139,32 [130 - 150]	132,08 [120 - 150]
Діастолічний АТ після ГД	79,71 [70 - 90]	81,82 [80 - 90]	76,6 [60 - 100]
Гемоглобін, г/л	99,51 [91 - 109]	95,6 [83 - 104]	105,02 [97,5 - 112]
еКТ/V	1,43 [1,03 - 1,69]	1,18 [0,94 - 1,39]	1,78 [1,32 - 2,05]
Фосфор, ммоль/л	1,62 ± 0,62	1,52 ± 0,41	1,86 ± 0,82
Кальцій, ммоль/л	2,2 ± 0,33	2,14 ± 0,4	2,27 ± 0,18
Калій до ГД	6,3[1,03 - 1,69]	5,2 [4,94 - 5,69]	6,52[6,0 - 6,9]

Дані відображені як середнє значення ± стандартне відхилення (M ± SD) чи як медіана та міжквартильний розмах (Me[Q25 - Q75]).

Скорочення: ІМТ-індекс маси тіла, АТ-артеріальний тиск, ГД – гемодіаліз, еКТ/V – доза діалізу.

В структурі причини ХХН VД ст. (рис.1) більшість становили хворі на гломерулонефрит – 54 особи (61,3%). У 13 (14,77%) пацієнтів термінальна стадія ХХН розвинулась на тлі цукрового діабету, у 11 (12,5%) – полікістозу, у 4 (4,54%) на фоні аномалії розвитку, подагричної нефропатії – 3 (3,4%), пієло-нефрит, амілоїдоз та паранеопластична нефропатія склали по одному випадку.

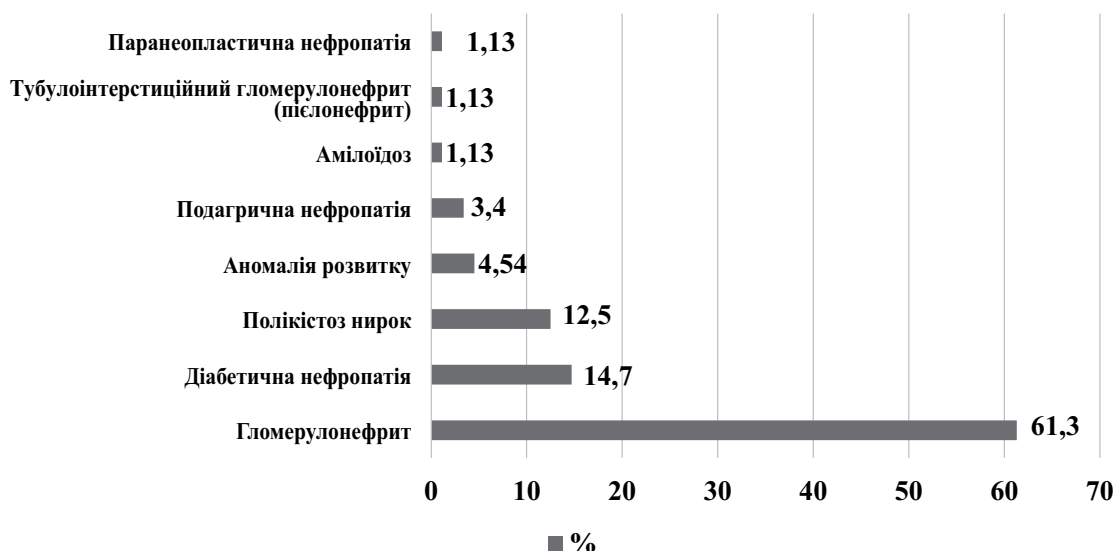


Рис. 1. Розподіл включених у дослідження хворих на ХХН VД ст. за нозологічною формою.

Показники водного балансу, виміряні на початку процедури гемодіалізу представлені у таблиці 2. При порівнянні двох груп статистично значуща різниця виявлена лише у середньому рівні УФ ($p < 0,05$). Гіпергідратованими (ОН/ECW вище

15%) виявились 26 усіх хворих, включених у дослідження, що склало 26,13%, серед них 13 (36,11%) – у групі без РФ та 10 (19,2%) – у групі із РФ. При порівняльному аналізі – статистично значимої різниці у групах не встановлено.

При порівнянні вихідних показників між групами хворих: у групі із збереженою РФ рівень альбуміну достовірно вищий на 8,94%, рівні фосфо-

ру та калію нижчі на 18,27% та 20,24% відповідно ($p < 0,05$). Статистично значущої відмінності між іншими показниками у групах не виявлено.

Таблиця 2

Вихідні показники водного балансу у хворих, включених до дослідження

Показник	Усі пацієнти (n = 88)	РФ+, (n = 52)	РФ-, (n = 36)	p-value
TBW	37,83 ± 6,55	38,87 ± 6,35	36,33 ± 6,65	0,057
ECW	18,26 ± 3,19	18,72 ± 3,18	17,61 ± 3,14	0,15
ICW	19,55 ± 3,89	20,14 ± 3,91	18,71 ± 3,76	0,1
E/I	0,94 ± 0,14	0,94 ± 0,15	0,95 ± 0,11	0,32
Діурез	0,5 [0 - 1,02]	1,0 [0,6 - 1,5]	0	0
Середній рівень УФ	2,16 ± 1,03	1,80 ± 1,0	2,69 ± 0,83	0
КТ/Vren	0,14[0 - 0,62]	0,55 [0,27 - 0,84]	0	0
ОН	0,64 ± 0,74	1,98 ± 2,4	2,1 ± 1,6	0,14

Дані відображені як середнє значення ± стандартне відхилення ($M \pm SD$) чи як медіана та міжквартильний розмах ($Me[Q25 - Q75]$).

Скорочення: РФ+ - група хворих із збереженою резидуальною функцією нирок, РФ- - група хворих без резидуальної функції нирок, TBW - загальний вміст води, ECW - позаклітинна рідина, ICW - внутрішньоклітинна рідина, ОН - загальна гідратація, КТ/Vren - залишкова функція нирок, УФ - рівень ультрафільтрації.

Подальший аналіз показників водного балансу дозволив встановити наявність достовірного позитивного кореляційного зв'язку між рів-

нем УФ та TBW. Як наочно демонструє рисунок 2, чим вищий рівень УФ, тим вищий рівень ECW ($p < 0,05$).

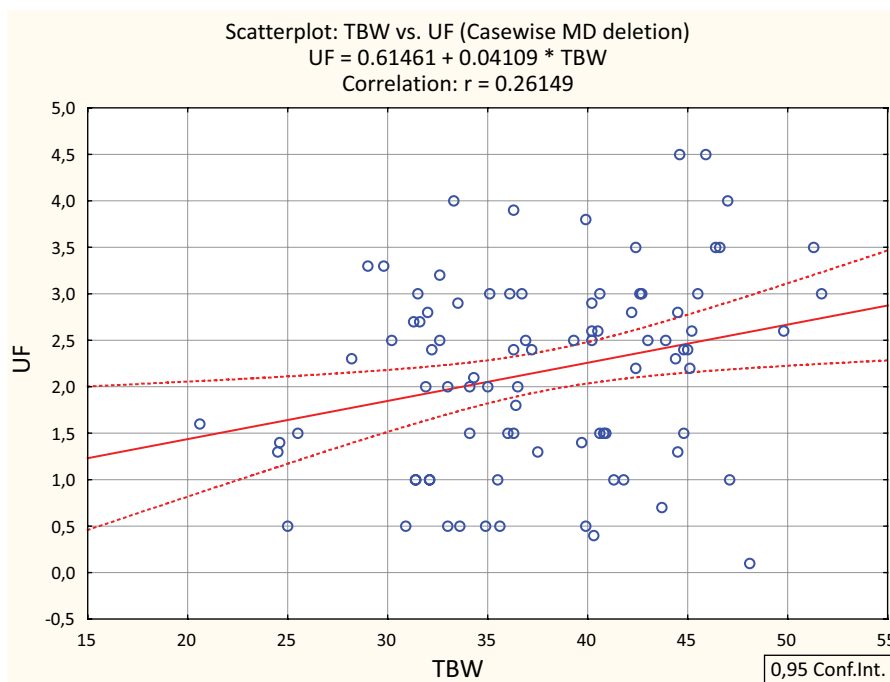


Рис. 2. Взаємозв'язок між рівнем УФ (л) та загальним вмістом рідини (л), $p < 0,05$.

Подібні результати отримані і при аналізі зв'язку позаклітинної рідини (ECW) та УФ (рис. 3, $p < 0,001$).

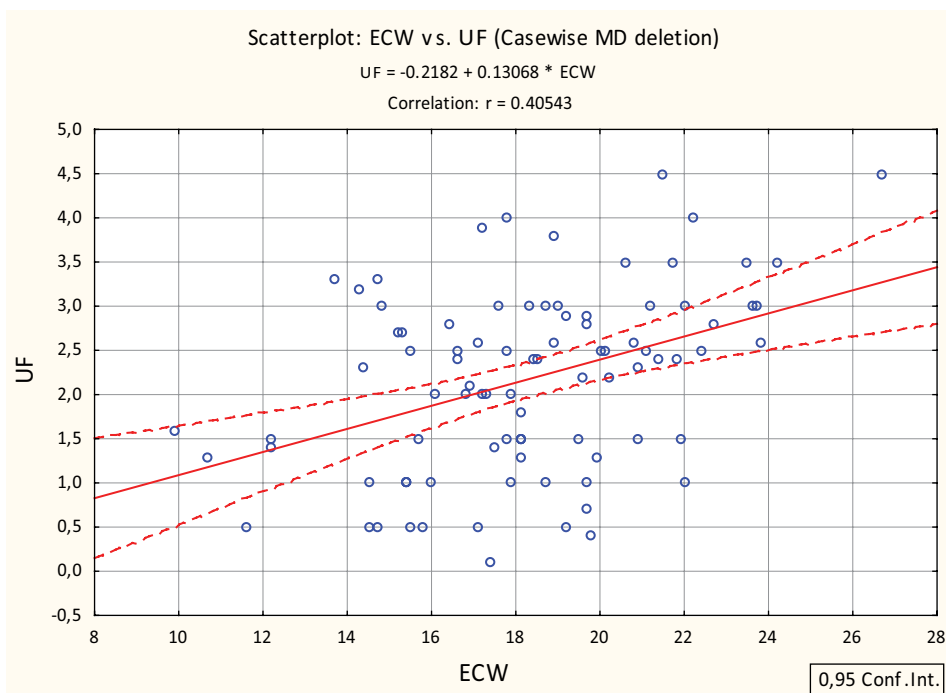


Рис. 3. Кореляційний зв'язок між УФ (л) та позаклітинною рідиною (ECW, л), $p < 0,05$.

В результаті кореляційного аналізу між рівнем УФ та діурезу отримано середній зворотній кореляційний зв'язок, що показує – чим нижчий діурез, тим вищий рівень ультрафільтрації (рис. 4, $p < 0,001$)

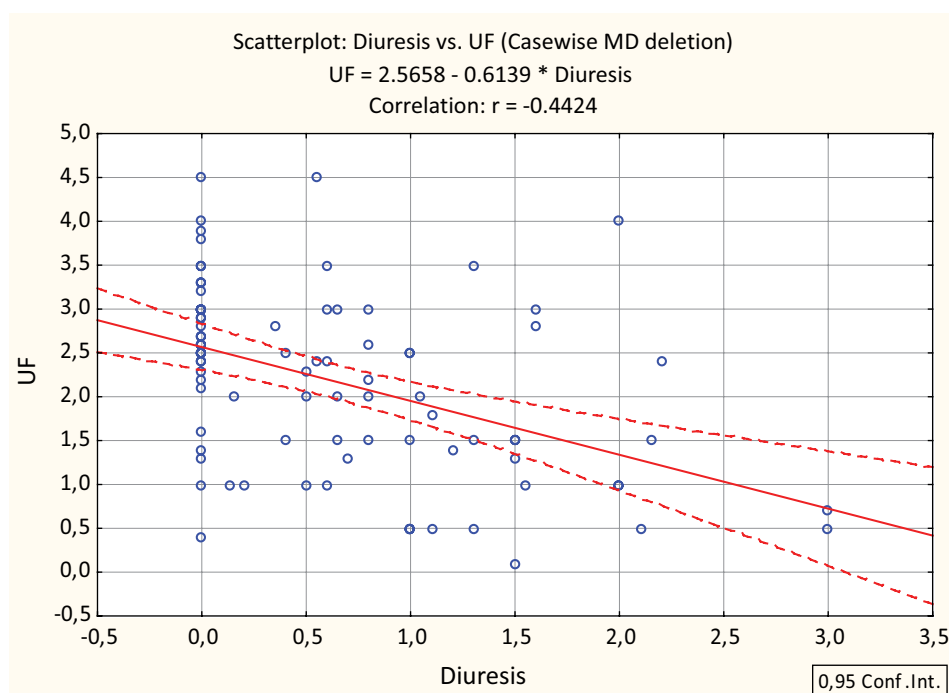


Рис. 4. Кореляційний зв'язок між рівнем УФ та діурезом, $p < 0,05$.

При подальшому моніторингу за зміною водних секторів було встановлено, що під час процедури ГД прогресивно зменшується показник TBW ($\Delta TBW = 1,5 \pm 1,8$), та ECW ($\Delta ECW = 1,92 \pm 0,85$), показник ICW практично не змінюється ($\Delta ICW = -0,17 \pm 0,89$). Динаміка змін водних секторів представлена на рисунку 5.

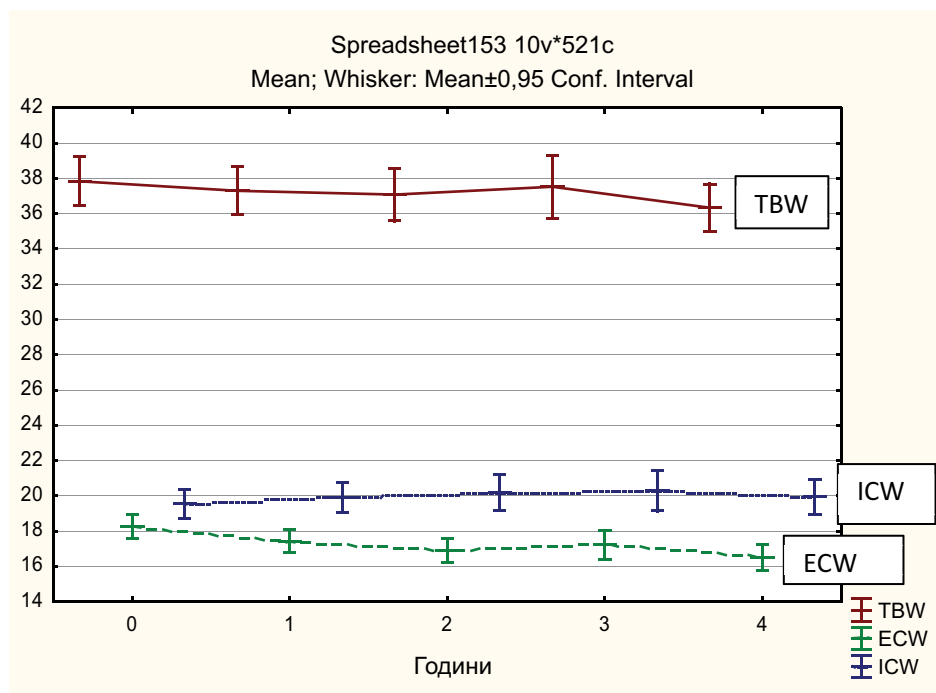


Рис. 5. Динаміка змін водних секторів за одиницю часу.

У хворих із збереженою РФ нирок зміна ECW достовірно менша порівняно із групою хворих без РФ ($p < 0,05$) (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка змін водних секторів залежно від наявності резидуальної функції нирок

	РФ+	РФ-	P-value
Δ TBW (л)	$1,57 \pm 1,27$	$1,39 \pm 2,4$	0,66
Δ ECW (л)	$1,73 \pm 0,81$	$2,19 \pm 0,86$	0,011
Δ ICW (л)	$-0,17 \pm 0,89$	$-0,81 \pm 2,34$	0,076

Обговорення. Однією із причин, що погіршують якість життя та підвищують рівень смертності у хворих на ХХН VД ст. – неадекватне визначення та контроль водного балансу. У багатьох дослідженнях, зокрема у дослідженні Chamney et al. [21] показано, що визначення водного балансу методом біоімпедансної спектроскопії – є точною і неінвазивною методикою.

Tattersall J. та співавт. повідомляє, що щонайменше 25% ГД пацієнтів є гіпергідратованими більше ніж на 2,5 л від цільового рівня нормогідратації [22]. У інших дослідженнях відсоток гіпергідратованих хворих, визначених за допомогою ВСМ апарату складає 22-35% [23, 24]. Згідно отриманих нами даних, серед всіх обстежених хворих гіпергідратованими виявились 26,13% хворих, що співпадає із вищезазначеними дослідженнями.

Відомо, що гіперфосфатемія є відомим та доведеним фактором загальної та кардіальної смертності у хворих на ХХН VД ст. [25-29]. У дослідженні було показано, що виведення фосфору міцно корелює із кліренсом креатиніну [30], а отже збережена резидуальна функція нирок забезпечує

кращий контроль виведення фосфатів порівняно із ануричними хворими на ГД. Дані, отримані в ході власного дослідження також демонструють більш низький рівень фосфору у групі хворих на ХХН VД ст. із збереженою РФ ($p < 0,05$).

Згідно даних досліджень [31] під час процедури ГД зменшується об'єм в більшому ступені екстрацелюлярного простору, порівняно із інтрацелюлярним. Через 3 години від початку процедури відносно зменшення ICW стає стрімким. Середній % зменшення ICW не показує суттєвої різниці порівняно із %ECW під кінець процедури ГД. У цьому дослідженні не бралась до уваги наявність резидуальної функції нирок. Так, дані власного спостереження дійсно демонструють переважну зміну ECW під час процедури ГД, однак середній об'єм зменшення цього компартменту достовірно нижчий у групі хворих із збереженою резидуальною функцією нирок (Δ ECW РФ+ $1,73 \pm 0,81$ порівняно Δ ECW РФ- $2,19 \pm 0,86$, $p < 0,05$), виявлено прямий достовірний зв'язок між рівнем УФ та TBW ($r = 0,26$, $p < 0,05$), середній достовірний зв'язок між ECW та УФ ($r = 0,4$, $p < 0,05$), що також підтверджують вищезазначені твердження.

Крім того, нами встановлено негативний кореляційний зв'язок між наявністю діурезу та рівнем ультрафільтрації ($r = -0,44$, $p < 0,05$), що доводить той факт, що наявність резидуальної функції нирок у хворих на ХХН ВД забезпечує кращий контроль водного балансу.

Висновки. Отримані дані свідчать про те, що наявність резидуальної функції нирок забезпечує кращий контроль рівня фосфору та калію у хворих на ХХН ВД ст. Під час процедури ГД видалення рідини відбувається безпосередньо із екстрацелюлярного простору, при чому у групі із РФ в меншій мірі ($p < 0,05$), що свідчить, про те, що наявність діурезу забезпечує менший об'єм TBW до процедури ГД, а отже, РФ забезпечує кращий контроль водного балансу. Результати можуть бути використані для оцінки ступеню рефілінгу в майбутньому.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Інформація про внесок кожного учасника:

Л.М. Суржко: дизайн дослідження, обстеження та лікування хворих, збір та формування бази даних, статистичний аналіз, написання статті.

А.В. Русев: лікування хворих, проведення ВСМ вимірювання, збір даних, заповнення тематичних карт.

Н.А. Молчанова: лікування хворих, збір клінічних та інструментальних даних.

Література. (References):

1. Kolesnyk MO, hol. redaktor. Natsionalnyi reiestr khvorykh na khronichnu khvorobu nyrok ta patsientiv z hostryim poskodzhenniam nyrok: 2018 rik / uklad. NI Kozliuk, SS Nikolaenko, OO Razvazhaieva; Derzhavna ustanova «Instytut nefrolohii NAMN Ukrainy». Kyiv; 2019.178 s. [In Ukrainian]
2. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24(5):1574–1579. doi:10.1093/ndt/gfn707
3. Kim YJ, Jeon HJ, Kim YH, et al. Overhydration measured by bioimpedance analysis and the survival of patients on maintenance hemodialysis: a single-center study. *Kidney Res Clin Pract*. 2015;34(4):212–218. doi:10.1016/j.krcp.2015.10.006
4. Barth C, Boer W, Garzoni D, et al. Characteristics of hypotension prone haemodialysis patients: is there a critical relative blood volume? *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18(7):1353–1360. doi:10.1093/ndt/gfg171
5. Shoji T, Tsubakihara Y, Fujii M, Imai E. Hemodialysis-associated hypotension as an independent risk factor for two-year mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2004;66:1212–1220. doi:10.1111/j.1523-1755.2004.00812.x
6. Vasko R, Müller GA, Ratliff BB, Jung K, Gauczinski S, Koziolek MJ. Clinical judgment is the most important element in overhydration assessment of chronic hemodialysis patients. *Clin Exp Nephrol*. 2013;17(4):563–568. doi:10.1007/s10157-012-0745-9
7. Brummelhuis WJ, van Geest RJ, van Schelven LJ, Boer WH. Sodium profiling, but not cool dialysate, increases the absolute plasma refill rate during hemodialysis. *ASAIO J*. 2009;55:575–80. doi:10.1097/MAT.0b013e3181bea710
8. Harzallah K, Daiki M, Baffoun A, et al. Comparative study of perodialyticolemia variability in chronic dialysis patients between acetate-free biofiltration and bicarbonate hemodialysis. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2011;22:982–989. doi:10.1053/j.ajkd.2004.11.008
9. Pietribiasi, Mauro; Katzarski, Krassimir; et al. Kinetics of Plasma Refilling During Hemodialysis Sessions with Different Initial Fluid Status *ASAIO Journal*. 2015;61(3):350–356. doi:10.1097/MAT.0000000000000206
10. Minutolo R, De Nicola L, Bellizzi V, et al. Intra- and post-dialytic changes of haemoglobin concentrations in non-anaemic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18:2606–2612. doi:10.1093/ndt/gfg387
11. Kształ M, Kleszczyński J, Weyde W, Makulska I, Porazko T, Gołębiowski T, Krajewska M, Zwolińska D, Klinger M: Pulse Volume Changes Recorded by Air Plethysmography during Single Hemodialysis Sessions. *Blood Purif* 2008;26:498–504. doi:10.1159/000161078
12. Seibert E, Zhu F, Kuhlmann MK, et al. Slope analysis of blood volume and calf bioimpedance monitoring in hemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2012;27:4430–4436. doi:10.1093/ndt/gfr734
13. Robert G. Carroll. Body Fluid Distribution, Elsevier's Integrated Physiology, Mosby, 2007:19–26, ISBN 9780323043182, doi:10.1016/B978-0-323-04318-2.50009-1.
14. Lee SW, Song JH, Kim GA, Lim HJ, Kim MJ. Plasma brain natriuretic peptide concentration on assessment of hydration status in hemodialysis patient. *Am J Kidney Dis*. 2003;41:1257–1266. doi:10.1016/S0272-6386(03)00358-5.
15. Ando Y, Yanagiba S, Asano Y. The inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in chronic hemodialyzed patients. *Artif Organs*. 1995;19:1237–1242. doi:10.1111/j.1525-1594.1995.tb02292.x
16. Steuer RR, Germain MJ, Leypoldt JK, Cheung AK. Enhanced fluid removal guided by blood volume monitoring during chronic hemodialysis. *Artif Organs*. 1998;22:627–632. doi:10.1046/j.1525-1594.1998.06036.x
17. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis: part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23:1226–1243. doi:10.1016/j.clnu.2004.06.004

18. Hannan WJ, Cowen SJ, Fearon KC, Plester CE, Falconer JS, Richardson RA. Evaluation of multi-frequency bio-impedance analysis for the assessment of extracellular and total body water in surgical patients. *Clin Sci (Lond)* 1994;86:479–485. doi: 10.1042/cs0860479
19. Sartorio A, Malavolti M, Agosti F, et al. Body water distribution in severe obesity and its assessment from eight-polar bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59:155–160. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602049
20. Kuhlmann MK, Zhu F, Seibert E, Levin NW. Bioimpedance, dry weight and blood pressure control: new methods and consequences. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2005;14:543–549. doi:10.1097/01.mnh.0000185983.48319.00
21. Paul W Chamney, Peter Wabel, Ulrich M Moissl, et al. A whole-body model to distinguish excess fluid from the hydration of major body tissues, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 85, Issue 1, January 2007, P.80–89. doi:10.1093/ajcn/85.1.80
22. Tattersall J. Bioimpedance analysis in dialysis: state of the art and what we can expect. *Blood Purif.* 2009;27:70–74. doi: 10.1159/000167012
23. Wabel P, Moissl U, Chamney P, et al. Towards improved cardiovascular management: The necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant.* 2008;23:2965–71. doi: 10.1093/ndt/gfn228
24. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2009;24:1574–9. doi: 10.1093/ndt/gfn707
25. Rhee H, Yang JY, Jung WJ, et al. Significance of residual renal function for phosphate control in chronic hemodialysis patients. *Kidney Res Clin Pract.* 2014;33(1):58–64. doi: 10.1016/j.krcp.2014.01.001
26. Block GA, Hulbert-Shearon TE et al. Association of serum phosphorus and calcium×phosphate product with mortality risk in chronic hemodialysis patients: a national study. *Am J Kidney Dis.* 1998; 31: 607–617. doi:10.1053/ajkd.1998.v31.pm9531176
27. Tentori F, Blayney MJ, Albert JM et al. Mortality risk for dialysis patients with different levels of serum calcium, phosphorus, and PTH: The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis* 52: 519–530, 2008. doi: 10.1053/j.ajkd.2008.03.020
28. Slinin Y, Foley RN, Collins AJ: Calcium, phosphorus, parathyroid hormone, and cardiovascular disease in hemodialysis patients: The USRDS waves 1, 3, and 4 study. *J Am Soc Nephrol* 16: 1788–1793, 2005. doi:10.1681/ASN.2004040275
29. Block GA, Klassen PS, Lazarus JM, Ofsthun N, Lowrie EG, Chertow GM: Mineral metabolism, mortality, and morbidity in maintenance hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 15: 2208–2218, 2004. doi:10.1097/01.ASN.0000133041.27682.A2
30. Raggi P, Boulay A, Chasan-Taber S, et al. Cardiac calcification in adult hemodialysis patients. A link between end-stage renal disease and cardiovascular disease? *J Am Coll Cardiol* 39: 695–701, 2002. doi:10.1016/S0735-1097(01)01781-8.
31. Yu SJ, Kim DH, Oh DJ, et al. Assessment of Fluid Shifts of Body Compartments using Both Bioimpedance Analysis and Blood Volume Monitoring. *J Korean Med Sci.* 2006 Feb;21(1):75–80. doi:10.3346/jkms.2006.21.1.75