

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра біотехнічних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Метод визначення ступеня зниження сечовини в ході діалізу

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РБм-61
спеціальності 163 Біомедична інженерія

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Шкурін В.С.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Дедів Л.Є</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Хвостівський М.О.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Яворська Є.Б.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Дунець В.Л.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Біотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Яворська Є.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 163 Біомедична інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шкуріну Віктору Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Метод та засіб визначення ступення зниження сечовини в ході діалізу

Керівник роботи Дедів Леонід Євгенович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» листопада 2022 року № 4/7-892

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Вимоги замовника, технічні умови, технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина

2. Основна частина

3. Науково-дослідна частина

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зелінський І.М., доц. каф. ПВ		
	Клепчик В.М., проректор з АГРБ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання		
2	Аналіз завдання		
3	Виконання розділу 1		
4	Виконання розділу 2		
5	Виконання розділу 3		
6	Виконання розділу 4		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічного та презентаційного матеріалу		
9	Попередній захист		
10	Захист		

Студент _____
(підпис)

Шкурін В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Дедів Л.Є.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шкурін Віктор Сергійович. Метод визначення ступення зниження сечовини в ході діалізу. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2022.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено розробленню методу підвищення зниження концентрації сечовини у діалізних хворих за допомогою автоматизації корегування швидкості ультрафільтрації та проведено моделювання якісного впливу на стан хворого.

Ключові слова: сечовина, діаліз, ХХН, доза діалізу, кліренс діалізатора.

ANNOTATION

Shkurin Viktor Serhiyovych. The method of determination the degree of urea reduction during dialysis. - Manuscript. Qualifying master's thesis, Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ternopil, 2022.

The qualification master work was specially developed for the method of increasing the concentration of urea in dialysis patients using the automation of ultrafiltration speed correction, and simulation of the qualitative impact on the patient's condition was carried out.

Key words: urea, dialysis, CKD, dialysis dose, dialyzer clearance.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1. ЗАДАЧА ПОКРАЩЕННЯ ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ В ХОДІ ДІАЛІЗУ.....	10
1.1 Задача оцінювання зниження сечовини в процесі гемодіалізу.....	10
1.2 Дослідження особливостей проведення гемодіалізу.....	11
1.3 Сучасні можливості проведення діалізів.....	18
1.4 Висновок до розділу 1.....	20
Розділ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ І ЯКОСТІ АДЕКВАТНОГО ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ.....	21
2.1 Загальні відомості.....	21
2.2 Дослідження існуючих методів.....	23
2.3 висновок до розділу 2.....	26
Розділ 3. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ У ЛЮДЕЙ З ХХН.....	27
3.1 Критерії підвищення або зниження ультрафільтрації.....	27
3.2 Удосконалення апаратної зміни швидкості ультрафільтрації.....	32
3.3 Висновок до розділу.....	38
Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ.....	40
4.1. Пацієнти та сеанси діалізу	40
4.2. Кінетичне моделювання сечовини.....	41
4.3. Симуляції.....	41
4.4. Швидкість утворення сечовини G і об'єм розподілу V	42
4.5. Визначення НЕМО-еквівалента ЕКР, K/V , ТАС і РАС з Kr 0мл/хв.....	43
4.6. Діаліз до НЕМО-Equivalent ЕКР та K/V з фактичним Kr	44
4.7. Діаліз до НЕМО-еквівалента ТАС і РАС з фактичним Kr	46
4.8. Висновки до розділу 4.....	52

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	53
5.1 Охорона праці.....	53
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	54
5.3 Висновок до розділу 5.....	61
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТКИ.....	67
ДОДАТОК А.Копія тези.....	68

ВСТУП

Гемодіаліз (ГД) – процедура очищення крові поза організмом з використанням штучного фільтра (діалізатора), через який проходить кров пацієнта і звільняється від шлаків та надлишку рідини.

Діалізатор та магістралі

Діалізатор – пристрій, у якому напівпроникна мембрана відокремлює очищувану кров пацієнта від розчину, що очищає «діалізує». Для того, щоб стандартний діаліз («очищення») проходив досить ефективно, необхідно дотриматися кілька умов:

- площа мембрани діалізатора має становити $1-2 \text{ м}^2$;
- кров має протікати зі швидкістю щонайменше 250 мл/хв;
- діалізуючий розчин повинен протікати зі швидкістю не менше 500 мл/хв.

У сучасних діалізаторах мембрана представлена капілярними волокнами діаметром приблизно 200 мікрометрів (0,2 мм), всередині яких протікає кров, а зовні капіляри омиває діалізуючий розчин. В результаті $1-2 \text{ м}^2$ мембрани «упаковані» в компактний циліндр заввишки 30 см і діаметром 5 см. Зазначимо, що так було не завжди: перші плоскі діалізатори являли собою багатокілограмовий пристрій на спеціальному столі.

Першими в історії діалізними мембранами були целофанові «рукави», запозичені у виробників сосисок. Пізніше виробництво діалізних мембран з целюлози змінилося використанням повністю синтетичних мембран або модифікованих целюлозних (напівсинтетичних) мембран. Сучасні напівсинтетичні та синтетичні мембрани за своїми характеристиками відрізняються незначно, і кожна має широкий спектр варіантів.

Сучасні мембрани поділяють на:

- низькопотоківі (low flux)
- середньо-потоківі (middle flux)
- високопоточні (high flux)

в залежності від їх здатності пропускати через себе середньо-і високомолекулярні сполуки. Всі мембрани володіють практично однаковою можливістю видаляти низькомолекулярні сполуки, такі як сечовину, креатинін, сечову кислоту, надлишок калію, натрію, води. Але в останні десятиліття з'ясувалося, що багато які складові уремичного синдрому обумовлені затримкою в організмі не стільки низькомолекулярних сполук, наскільки середньо- і високомолекулярних речовин. Якщо спочатку вони позначалися загальним терміном "середньо-молекулярні токсини", то за останнє десятиліття число встановлених сполук, відповідальних за конкретні прояви уремії, переважило за сто. Багато з них мають досить високу молекулярну вагу і не виводяться навіть високо потоковими мембранами.

Мета і завдання дослідження полягають в визначенні ступення зниження сечовини в ході діалізу й фіксування, цих даних в електронній карті пацієнта задля подальшого корегування мінімуму ультрафільтрації й ультрафільтрації в автоматичному режимі.

Об'єкт і предмет дослідження: вплив концентрації сечовини на самопочуття хворого після діалізу й на якість майбутніх діалізів оскільки частка зниження сечовини має бути щонайменше 65–70%.

Методика проведення дослідження полягає в визначенні Kt/V протягом 15-25 процедур діалізу, визначення закономірностей для конкретного пацієнта, внесення цих даних в електронну карту і корегування наступних сеансів діалізу в автоматичному режимі оперуючись на відомі дані.

План досліджень

1. визначення концентрації сечовини в організмі хворого після і до діалізу
2. проведення 15-20 процедур гемодіалізу
3. внесення даних про концентрація сечовини в програму апарата
4. математичне обґрунтування автоматичного вибору мінімуму ультрафільтрації
5. формування журналу проведення експерименту.

РОЗДІЛ 1

ЗАДАЧА ПОКРАЩЕННЯ ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ В ХОДІ ДІАЛІЗУ

1.1 Задача оцінювання зниження сечовини в процесі гемодіалізу

Лікування діалізом, як і будь-яке інше лікування має бути дозованим. Тут має значення досягнення деякої мінімальної необхідної дози очищення. Верхня межа на практиці відсутня: багато діалізу бути не може, оскільки в найпотужніших варіантах діаліз не дотягує і до чверті очищувальної здатності нирок.

Існують різні способи оцінки дози діалізу, забезпеченої проведеним лікуванням. Два найпростіші та найнадійніші варіанти засновані на вимірі рівня сечовини в крові до та після сеансу гемодіалізу. У численних дослідженнях було встановлено, що результати лікування кращі, якщо під час сеансу рівень сечовини знижується не менше ніж на 65-70%: якщо до діалізу був 25 ммоль/л, після діалізу має бути не вище 7–8 ммоль/л. Цей показник позначається як Частка Зниження Сечовини (ЧЗС), або в англійському варіанті – Urea Reduction Ratio (URR).

Більш складний спосіб, також заснований на ступені зниження сечовини в ході діалізу, враховує вклад ультрафільтрації, розраховується складніше і позначається як Kt/V .

Ми звикли вважати, що функція крові - доставляти тканинам кислород і харчування, забуваючи ще про одну - забирати з тканин продукти життєдіяльності і нести їх до органів, що видаляють або знешкоджують ці речовини (нирки, печінка, діалізатор).

Як ми вже говорили, з «далеких» секторів організму уремичні токсини вимиваються повільніше, ніж із крові. Тому до кінця сеансу діалізу створюється особлива ситуація. Концентрація сечовини у клітинах органів, які отримують менший потік крові, вище, ніж у крові на 10–20–40 % (наприклад, у м'язах – під час сеансу вони не працюють, і кровопостачання знижується). І після

закінчення сеансу ці концентрації починають вирівнюватися: за півгодини вся рідина в організмі перемішується до однорідного стану (рис. 1). Природно, у крові концентрація збільшується. У деяких центрах дозу діалізу розраховують з урахуванням цього ефекту і називають «вирівняним Kt/V ». Цільове значення йому менше – 1,2. Оскільки вирівняний Kt/V розраховується за тими ж значеннями рівнів сечовини до і після сеансу, але з урахуванням тривалості сеансу, відмінність між цими показниками не принципова, якщо тільки час сеансу суттєво не відрізняється від стандартних 4-5 годин.

Зазначені цільові значення відносяться до триразового діалізу. Для частішого діалізу орієнтири не розроблені так докладно, але він, як правило, суттєво потужніший, і сумнівів у його адекватності не виникає.

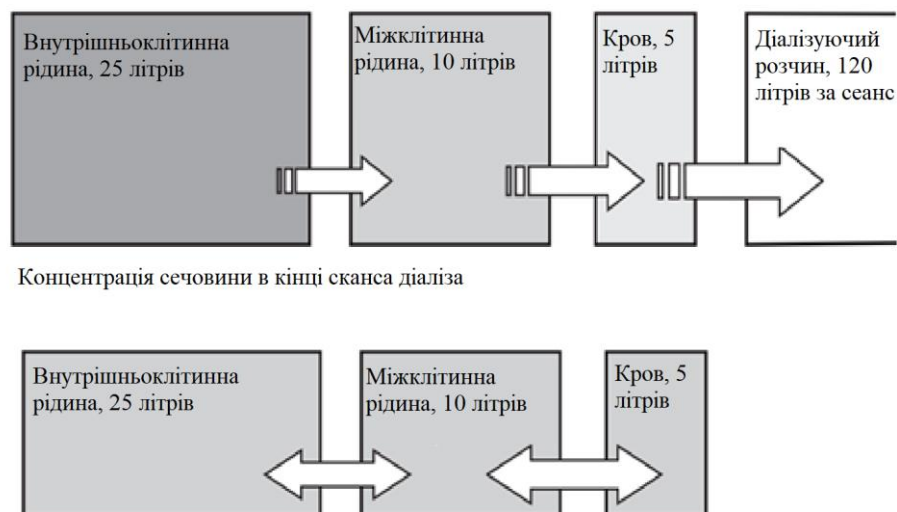


Рисунок 1.1 Вирівнювання концентрацій сечовини після завершення сеансу діалізу

1.2 Дослідження особливостей проведення гемодіалізу

Основні ускладнення пов'язані з процедурою діалізу. Корисно, щоб пацієнт розумів їхнє походження і разом із персоналом діалізного відділення прагнув до зниження їх частоти.

Найбільш часті ускладнення сеансу діалізу пов'язані з швидким переміщенням води, електролітів та осмотично активних речовин:

- гіпотонія (падіння артеріального тиску)
- судоми в м'язах (частіше – гомілок)

Падіння артеріального тиску (гіпотонія) відбувається тоді, коли в судинах залишається недостатній об'єм крові: вода з крові видаляється в діалізуючий розчин, а з міжклітинної рідини надходить недостатньо швидко. Серцю просто нема чим підняти тиск у судинах. Гіпотонія може бути важко переносимою або майже непомітним для різних пацієнтів, починатися поступово або раптово: річ у тому, що в організмі існують надійні способи компенсації зменшення об'єму крові, насамперед, це звуження судин у тих органах, які організм вважає в цю хвилину неважливими. Але в будь-якій компенсації існують межі можливого – і тоді артеріальний тиск падає.

Пацієнт відчуває раптову слабкість, нудоту (може початися блювота), позиви на дефекацію, «потемніння в очах», можлива втрата свідомості. У повсякденному житті ми називаємо це – «падати в непритомність», тільки пацієнт лежить у кріслі (ліжку) і падати нікуди не може. Все це – ознаки зменшення кровопостачання різних органів: м'язів, шлунка, кишечника, сітківки ока, головного мозку. У пацієнтів, які страждають на стенокардію, першим може відчувати погіршення кровопостачання серце – почнеться за грудиною біль.

Не можна очікувати, поки гіпотонія виявиться повністю. При перших, навіть сумнівних ознаках гіпотонії терміново закликайте персонал. Є прості та швидкі способи виправити ситуацію.

Складаються ці способи збільшення обсягу циркулюючої крові: внутрішньовенно вводиться або певний обсяг фізіологічного розчину (що відразу усуває причину – дефіцит об'єму крові), або осмотично активні речовини, які «витягують» у кров воду із міжклітинної рідини (на що потрібен деякий час). Такими осмотично активними речовинами можуть бути:

- концентрований розчин солі («гіпертонічний розчин – NaCl 10 %»)
- концентрований розчин глюкози (менш ефективний і несприятливий для пацієнтів із цукровим діабетом)

- розчини полімерів глюкози (ще менш ефективні, але з більш тривалим ефектом)

Всі ці методи погані.

Справа в тому, що в ході сеансу діалізу потрібно не вводити в пацієнт воду і сіль, а видаляти. Введенням фізіологічного розчину ми знищуємо досягнутий до цього результат ультрафільтрації – видалення рідини. Введена сіль і глюкоза дуже швидко розповсюджуються по всіх водних просторах тіла, сіль знову доведеться видаляти, а глюкоза включиться в обмін речовин, знизить апетит і відкладеться жировою тканиною. Крім того, якщо сіль вводиться незадовго до закінчення сеансу діалізу, вона не встигне вивестися, і буде причиною підвищеної спраги до наступного діалізу сеансу. Утворюється замкнене коло.

Тому гіпотонію слід усіма способами запобігати. Головний із них – зменшення швидкості видалення рідини.

Сеанс діалізу можливо подовжити по ряду причин, залишається - зменшити міждіалізні збільшення ваги, а значить – рідини. І тут – головна надія на розумну поведінку пацієнта. Ми лише можемо допомогти порадами:

- головна причина спраги – сіль; вилучивши її надлишок із раціону, Ви легше зможете відмовитися від надлишку пиття

- багато солі міститься в готових приправах, консервах

- спрагу можна частково вгамувати, і не ковтаючи воду, а лише полоскаючи рот і горло, особливо – підкисленою водою

- деякі лікарські препарати спричиняють сухість у роті;

Якщо міждіалізні збільшення ваги невеликі (менше 3–5 % ваги тіла), а гіпотонії все ж таки відбуваються, можливо, Ви разом зі своїм

лікарем встановили надто низьку вагу, якої прагнете – так званий, «суха вага»: насправді, Ваша вага має бути трохи вище. У цьому випадку гіпотонії виникають до кінця сеансу діалізу. Рухатися у напрямку збільшення сухої ваги слід з великою обережністю: якщо після діалізу залишатиметься багато реально

зайвої рідини, це стане головною причиною підвищення артеріального тиску у міждіалізний проміжок, з яким медикаментозною терапією буде не впоратися.

Є й інші важливі способи запобігання гіпотонії, але їх можливості непорівнянні з відмовою від споживання надлишку солі та води.

Схильність до гіпотоній на фоні прийнятних міждіалізних прибавок ваги і при правильно визначеній «сухій вазі» можуть збільшити деякі несприятливі фактори, їх корекція може знизити частоту гіпотонії:

- анемія (низький рівень гемоглобіну – ймовірно, потрібне лікування препаратами еритропоетину та заліза)

- низький рівень білка в крові (одна з функцій білка – утримувати воду в судинному руслі; ймовірно, потрібен перегляд дієти, лікування запальних захворювань)

- серцево-судинна патологія (серцева недостатність, першу чергу; причому прояви серцевої недостатності можуть посилюватись прийомом деяких медикаментів, можливо, потрібна корекція терапії)

- діабет (корекція рівня глюкози навряд чи оберне назад зміни, що відбулися в організмі пацієнта з цукровим діабетом, але пацієнти з початковими стадіями цукрового діабету повинні пам'ятати, що саме погана корекція рівня глюкози призводить до серцевої патології, одним із проявів якої буде погана переносимість діалізу)

- гіпотиреоз (знижена функція щитовидної залози, часто зустрічається у пацієнтів з хронічною нирковою недостатністю, сприяє гіпотоніям; виявлений за аналізом рівня тиреоїдних гормонів гіпотиреоз відносно просто компенсується замісною терапією гормонами)

Відмова від прийому їжі під час діалізу може сприяти ураженню гіпотоній: прийом їжі викликає приплив крові до шлунково-кишкового тракту, і цього обсягу серцево-судинної системи може якраз і не вистачити для підтримки артеріального тиску.

Зниженню частоти гіпотоній може сприяти профілірування рівня натрію та ультрафільтрації під час діалізу. Суть методу наступна: першу частину

діалізу проводять при підвищеному вміст натрію в діалізуючому розчині. Завдяки цьому не знижується (або навіть трохи підвищується) рівень натрію в крові, що підтримує артеріальний тиск. У цей же період встановлюється підвищена швидкість ультрафільтрації - видалення води. Залишити високий рівень натрію в діалізуючому розчині до кінця сеансу діалізу не можна: це призведе до збереження високого натрію в крові, а як наслідок - спразі, великій надбавці ваги, високого артеріального тиску. Тому до кінця діалізу рівень натрію поступово знижується, і надлишок натрію відмивається. Але до цього часу вже досягнуто іншого результату – видалення води, та ультрафільтрація (здатна викликати гіпотонію) не потрібна. Так, розділяючи у часі видалення води та натрію, у деякої частини пацієнтів можна домогтися зниження частоти гіпотоній. Більшість моделей сучасних гемодіалізних апаратів підтримують цю технологічну можливість. По максимуму спрощеним варіантом профілювання був так званий послідовний діаліз, коли спочатку протягом призначеного часу проводився діаліз майже без ультрафільтрації, а потім протягом короткого часу (До години) проводилася ультрафільтрація без діалізу. В даний час цей варіант майже не використовується, оскільки час лікування істотно збільшується (ультрафільтрацію не можна проводити за рахунок скорочення часу діалізу), крім того, на ультрафільтрації втрачається значна кількість бікарбонатів, а це – рух у бік небажаного ацидозу.

Навпаки, ретельна корекція ацидозу гемодіалізом або додатковим прийомом бікарбонату натрію (соди) може знизити ймовірність гіпотонії.

Як правило, значній частці пацієнтів краще, ніж гемодіаліз, переноситься складніша процедура – гемодіафільтрація. При її проведенні серед іншого у багатьох пацієнтів знижується частота гіпотонії. На жаль, ця процедура вимагає спеціального гемодіалізного апарату, високопоточних діалізаторів (гемофільтрів) додаткових витратних матеріалів, додаткового контролю за якістю води та діалізуючого розчину (який у даної технології частково вводиться внутрішньовенно), а тому суттєво дорожче і не завжди доступна.

Навпаки, відносно простим способом боротися з гіпотонією є доступне у всіх діалізних апаратах зниження температури діалізуючого розчину. У побуті кожному відомо, що прохолода завжди бадьорить, а на спеку ми розкисаємо. Пояснення – у судинного тонусу. Прагнучи на холоді зменшити втрати тепла з поверхні тіла, судини звужуються, ємність судинного русла зменшується, серцю легше підтримувати артеріальний тиск. Навпаки, розкриваючись на спеці, судини відводять тепло з організму, але цим підвищують ємність судинного русла, і крові на підтримку тиску може в якийсь момент не вистачити. На практиці температуру діалізуючого розчину знижують поступово, по півградусу за кілька сеансів, оцінюючи результат і не допускаючи явного дискомфорту. Помічено, що при використанні охолодженого діалізуючого розчину у пацієнтів, які отримують діаліз у другу та третю зміну, полегшувалося засинання, і покращувався сон.

Немає переконливих свідчень, що терапія артеріальною гіпертензії може сприяти розвитку епізодів гіпотонії, однак не виключено, що деяким пацієнтам виправдано приймати гіпотензивні препарати після діалізу. Прийом мідодрину (Гутрон) здатний перешкоджати епізодам гіпотонії. Є також свідчення на користь метаболічного препарату карнітину, який може покращувати серцеву функцію.

Таким чином, існує ціла низка можливих шляхів профілактики гіпотоній, і з урахуванням особливостей вашого стану лікар вибере необхідні та прийнятні для вас.

Важливо підкреслити, що всі зусилля можуть бути перекреслені без розумного обмеження споживання солі та води. Це – необхідна основа профілактики епізодів гіпотонії.

Судоми можуть бути локальними (у групі м'язів – частіше – на гомілці або стегні) або загальними. Загальні судоми зі втратою свідомості є проявом тяжкого страждання головного мозку, на діалізі зустрічаються тільки при несприятливому перебігу вступного періоду, і тут ми не розглядатимемо їх.

Для гемодіалізного пацієнта типовими можуть бути локальні

судоми. Як правило, подібно до гіпотоній вони стають проявом дефіциту об'єму крові та надто швидких переміщень води та натрію між водними секторами тіла – внутрішньоклітинного, міжклітинного та кров'ю.

Виникнення судом суттєво частішає при досягненні

в ході діалізу ваги нижче рівня "сухого", і в цьому випадку вони служать просто вказівкою на цей факт. Вказівкою, зауважимо – не дуже доброю. Краще її уникати, рухаючись у напрямку пошуку «сухої ваги», – знижувати вагу маленькими кроками: адже надмірне видалення рідини може призвести до гіпотоній з усіма несприятливими наслідками.

Судоми можуть виникати на діалізі (як і після нього) і при вазі вище "сухого". І тоді це свідчить про занадто швидке видалення води або натрію. Можливо, слід подовжити сеанс діалізу. І, звичайно, багато залежить від того, з якою вагою і з яким рівнем натрію Ви прийдете на ще один сеанс. Чим більше збільшення ваги і чим більше ви з'їли солі з часу минулого діалізу, тим швидше доведеться видаляти їх за фіксований час сеансу. І значить – викликати судоми та гіпотонію.

Існують деякі допоміжні медикаментозні засоби, що полегшують судоми: метаболічний препарат карнітин, що використовується в неврології габапентин, вітамін Е; ряд інших препаратів несуть у собі численні побічні ефекти.

«Суха вага» пацієнта – та вага, до якої слід прагнути до закінчення сеансу діалізу. Нормально функціонуючі нирки (разом з іншими органами) здатні точно підтримувати той обсяг рідини, який необхідний організму для нормального функціонування. На жаль, ми не маємо способу замістити цю ниркову функцію: точно встановити, скільки води залишити в організмі, тобто, якою має бути вага тіла після діалізу. В той ж час, це дуже важливо.

- надлишок ваги (надлишок води) призведе до важкокерованого зростання артеріального тиску та надмірного навантаження на серце і судини: адже частина зайвої води циркулюватиме в кровоносній системі

- надто низька вага (дефіцит води) призводитиме до гіпотоній, судом, поганого апетиту, незадовільного сну. Вам разом з вашим лікарем належить

знайти оптимальну вагу, щоб обійти обидві ці крайнощі. Існують кілька інструментальних та лабораторних тестів для виявлення надлишку або нестачі води в організмі пацієнта, проте вони не використовуються широко, оскільки не завжди доступні та не завжди точні. На практиці суха вага встановлюється повільним зниженням цільового значення від сеансу до сеансу: при наближенні до сухої ваги покращується перебіг артеріальної гіпертензії (або вона зникає), йдуть набряки, в кінці сеансу діалізу може знижуватися тиск і з'являтися провісники судом. Значить – слід зупинитися і рахувати цей (або на півкілограма більше) вага суха.

Досягнення сухої ваги може перешкоджати:

- анемія
- низький рівень білка

1.3 Сучасні можливості проведення діалізів(HD,HDF)

Сучасний діалізатор нагадує собою невелику, компактну бензоколонку, в яку за спеціальними тонкими шлангами надходить кров пацієнта, проходить через найтонші мембрани, очищається і знову повертається в кровоносну систему людини.

Щоб кров очищалася найефективніше, швидкість перекачування її має бути досить високої – щонайменше 250 мл на хвилину. Це дуже багато, буквально 20 частина всієї крові людини. Відня просто не в змозі перекачувати стільки. Тому у діалізного хворого створюється спеціальний судинний доступ – так звана артеріовенозна фістула, коли велика периферична вена підшивається до артерії. Після цього вена з часом поступово розширюється, її стінки стають товщими. Ось у цю співає і робляться пункції.

Під час гемодіалізу відбувається видалення шкідливих речовин, що знаходяться в крові, а також видалення зайвої води з організму (ультрафільтрація) через вибірково проникну мембрану, з одного боку якої знаходиться кров пацієнта, а з іншого — діалізуючий розчин. Залежно від

розміру пір та інших характеристик мембрани з крові можуть видалятися речовини з різною молекулярною масою від натрію, калію, сечовини до білків (бета2-мікроглобулін). З діалізуючого розчину в кров пацієнта також можуть переходити електроліти (натрій, калій, кальцій, хлорид тощо) та великомолекулярні речовини. Тому діалізуючий розчин містить певну концентрацію електролітів для підтримки їх балансу в організмі пацієнта і проходить спеціальне очищення, щоб не допустити попадання бактерій або токсичних речовин у кровотік.

Це гемодіаліз (ГД). Гемодіафільтрація (ГДФ) - метод очищення крові, в якому поєднуються гемодіаліз та гемофільтрація. Якщо на ГД виведення «шкідливих» низькомолекулярних сполук відбувається через проникну мембрану - за рахунок різниці осмотичного тиску, то під час процедури ГДФ фільтрація крові відбувається під дією гідростатичного тиску через високопроникну мембрану з дуже великими порами.

Принципові відмінності: якщо при ГД кров та діалізуючий розчин не змішуються, то при ГДФ за час процедури (в середньому 4 години) в кров вливається величезна кількість рідини – для того, щоб відразу видалити її разом із «шкідливими» речовинами. Приготування стерильного розчину, що заміщається відбувається безпосередньо під час сеансу ГДФ (on line).

Мало використовується ГДФ у Канаді та Японії (де найкраща у світі «виживання» діалізних хворих), більше в Європі, прагне найбільш повного охоплення ГДФ. Чи не в тому справа, що апарати ГДФ значно дорожчі за традиційні ГД-апарати.

Однак багато фахівців відзначають і переваги гемодіафільтрації. За рахунок комбінації дифузії та конвекції під час процедури ГДФ забезпечується найкраще очищення крові від великих та середніх молекул. Знижуються фосфати, що дуже важко виводяться гемодіалізом. Багато пацієнтів говорять про те, що гемодіафільтрація допомагає позбутися «синдрому неспокійних ніг», болісного сверблячки на діалізі. Вчені відзначають, що ГДФ сприяє нормалізації артеріального тиску (при ГД, як відомо, артеріальний тиск

знижується, іноді досить значно), що ГДФ дозволяє краще контролювати анемію та знизити дози еритропоєтину.

1.4 Висновок до розділу 1

Метод гемодіалізу відноситься до інвазивних методів лікування хронічної хвороби нирок. Ця процедура є вкрай виснажливою для людини, оскільки знижує в будь-якому випадку гемоглобін, потребує дотримання виключної дієти, контроль споживання рідини та виділення понад 16 годин на тиждень для даної процедури очищення крові від токсинів які в свою чергу можуть впливати як від центральної нервової системи так й до накопичення рідини в серцевій сумці і/або легенях.

Процедура гемодіалізу є специфічна для кожної особи. Особливості проведення діалізу для кожного хворого є індивідуальні, оскільки залежать від маси факторів, таких як: вага, ріст, вік, стать, стан серцево-судинної системи, протікання хвороби нирок, наявність хронічних хвороб, стану судинного доступу, погіршення чи покращення результатів аналізів(проводиться раз на місяць), відсутності чи присутності діурезу і в яких об'ємах, дотримання дієти і кількості вжитої рідини.

Хворі без доступу до проведення діалізу ризикують життям, тому доступність мед-закладів які можуть надавати дану допомогу є вкрай необхідними. Кожний пацієнт потребує постійно триматись поблизу швидкого доступу до даних мед-закладів, отже подорожі для таких людей є ризикованими.

По життєва прив'язаність до процедури потребує якісного надання даної медичної функції.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ І ЯКОСТІ АДЕКВАТНОГО ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ

2.1 Загальні відомості

Важливо підкреслити, що для правильної оцінки дози діалізу потрібно взяти проби крові за точними, хоч і не складними правилами: проба крові «до діалізу» береться з фістульної голки до початку підключення; проба крові «після діалізу» береться з артеріальної магістралі або фістульної голки до початку відключення після 1 хвилини уповільненого (до 50 мл/хв) кровотоку, відключення ультрафільтрації та потоку діалізату (тобто фактичної зупинки діалізу).

В іншому випадку лабораторія отримає спотворені поточним діалізом або розведенням фізрозчином проби крові, які не відображатимуть справжню дозу отриманого діалізу.

Дозою діалізу не обмежуються вимоги до ефективного або, як кажуть, адекватного діалізу, але мінімальні вимоги мають бути забезпечені у всіх пацієнтів:

- частка зниження сечовини щонайменше 65–70%
- Kt/V – не менше 1,2–1,4

Ультрафільтрація — це фільтрування під надлишковим тиском крізь ультрафільтр, виготовлений із напівпроникної мембрани. Ультрафільтрація використовується не тільки для видалення низькомолекулярних домішок, але й для концентрування систем. Застосування мембран з певним розміром пор дозволяє розділити дисперсну фазу на фракції за розмірами частинок і визначити ці розміри. Так були виявлені розміри деяких вірусів і бактеріофагів. Нерідко застосовують комбіновані методи очищення. Прикладом сполучення діалізу з ультрафільтрацією є апарат «штучна нирка», призначений для тимчасової заміни функції нирок при гострій нирковій недостатності. Апарат

підключають до системи кровообігу хворого, кров під тиском протікає між двома мембранами, які омиваються ззовні фізіологічним розчином. З крові порівняно швидко видаляються шлаки — продукти обміну і розпаду тканин.

Вибір ультрафільтрації та мінімум ультрафільтрації залежить від дози діалізу, тобто значення Kt/V , якщо значення Kt/V перевищує допустимі межі вмикається мінімум ультрафільтрації тобто при $Kt/V > 1.2$

$$Kt/V = -\ln(R - 0,008t) + (4 - 3,5R) \times UF/BW$$

Мінімум УФ обертається автоматично і вирівнює значення Kt/V завдяки зниженню R , тобто тимчасовому зниженню обсягу виведення сечовини й рідини з організму разом з частковим зниженням об'єму фільтрування низько молекулярних шлаків з крові.

У нормальних умовах діаліз з використанням bioLogic Fusion починається з максимальною швидкістю UF, доки обсяг UF не досягне 65%. Потім швидкість UF повільно знижується до досягнення 85% загального обсягу UF і залишається на постійно низькому рівні до закінчення лікування.

Досвід діалізу показує, що пацієнти мають індивідуальні показники тенденції зміни артеріального тиску під час лікування та зменшення обсягу крові є основним фактором гіпотензивної події. Таким чином, bioLogic Fusion вимірює та контролює систолічний артеріальний тиск пацієнта (довгі регулярні інтервали часу запобігають серйозному зниженню комфорту пацієнта через занадто часті вимірювання) і безперервно контролює RBV між цими вимірюваннями. Якщо систолічний артеріальний тиск падає або виявляє тенденцію до зниження, або якщо RBV порушує встановлений діапазон нахилу RBV, bioLogic Fusion зменшує швидкість UF. У цьому випадку артеріальний тиск стабілізується і, таким чином, запобігає можливої гіпотензивної події.

Відповідна швидкість UF розраховується з часовими інтервалами 5 хвилин. Для цієї мети bioLogic Fusion поєднує в собі 3 різні методи:

- Регулярний вимір артеріального тиску,
- Розрахунок тенденцій зміни артеріального тиску між цими вимірами
- Контроль даних щодо об'єму крові.

2.2 Дослідження існуючих методів

З початку терапії артеріальний тиск вимірюється кожні 20 хвилин функцією автоматичного вимірювання артеріального тиску, поки обсяг UF не досягне 65%. Потім інтервал вимірювання збільшується до 30 хвилин, щоб зменшити напругу вимірювання для пацієнта. Таким чином, наприклад, при максимальній швидкості UF у 140%, лише 10 вимірювань артеріального тиску виконуються протягом 4-годинної терапії без гіпотензивної події. Можуть бути виконані додаткові ручні вимірювання артеріального тиску, наприклад, протягом більш тривалих інтервалів часу, які враховуються алгоритмом.

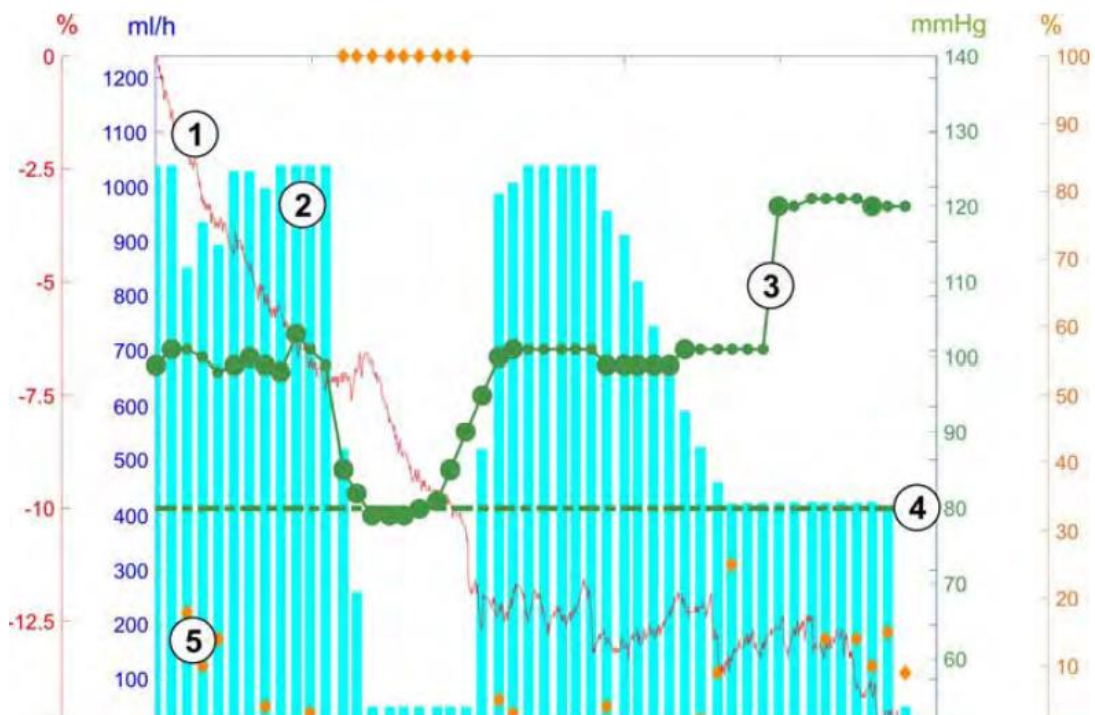


Рис.2.1–Приклад контролю швидкості ультрафільтрації

Якщо виміряний артеріальний тиск систоли (Рис.4.1, ③) падає до значення $1,25 \cdot SLL$ (нижня межа систолічного діапазону ④), час між вимірюваннями артеріального тиску зменшується до 5 хвилин. Якщо виміряний систолічний артеріальний тиск падає нижче SLL, швидкість UF ② негайно знижується, поки кров'яний тиск не перевищуватиме цю нижню межу діапазону.

bioLogic Fusion оцінює виміряні значення артеріального тиску за останні 120 хвилин. Це дозволяє визначити тривале зниження тиску, щоб ініціювати своєчасне зниження швидкості UF.

Тенденції зміни артеріального тиску, що спостерігалися протягом 100 останніх терапій, зберігаються в пам'яті, пов'язаній з пацієнтом, і зберігаються на карті пацієнта. Методика GuideLine шукає у збережених кривих пацієнта криву з найкращою кореляцією з поточним вимірним тиском крові та приймає цю криву як орієнтир для адаптації швидкості UF. Ця процедура проводиться після кожного виміру артеріального тиску.

На додаток до орієнтиру, пов'язаного з пацієнтом, з майже 400 процедур діалізу відбираються 3 статистично представницькі криві, які зберігаються в пам'яті. Ці первинні криві дозволяють використовувати методику GuideLine, навіть якщо в даний час немає орієнтиру, пов'язаного з пацієнтом, або картка пацієнта не вставлена в карт-рідер.

Динаміка відносного об'єму крові (RBV)

Щоб підвищити ефективність та надійність алгоритму, необхідно контролювати фізіологічний параметр у той час, коли артеріальний тиск прогнозується за допомогою методики GuideLine. Проте зростання кількості вимірювань артеріального тиску серйозно знизить комфорт пацієнта. Таким чином, проводиться неінвазивний та зручний для пацієнта вимірювання додаткового параметра: відносного об'єму крові.

(Додатковий) датчик гематокриту реєструє значення відносного об'єму крові (коефіцієнт дельта об'єму крові в %) з періодичністю 10 секунд. bioLogic Fusion використовує ці значення для розрахунку нахилів за останні 10 хвилин динаміки RBV, щоб контролювати наростання зниження RBV

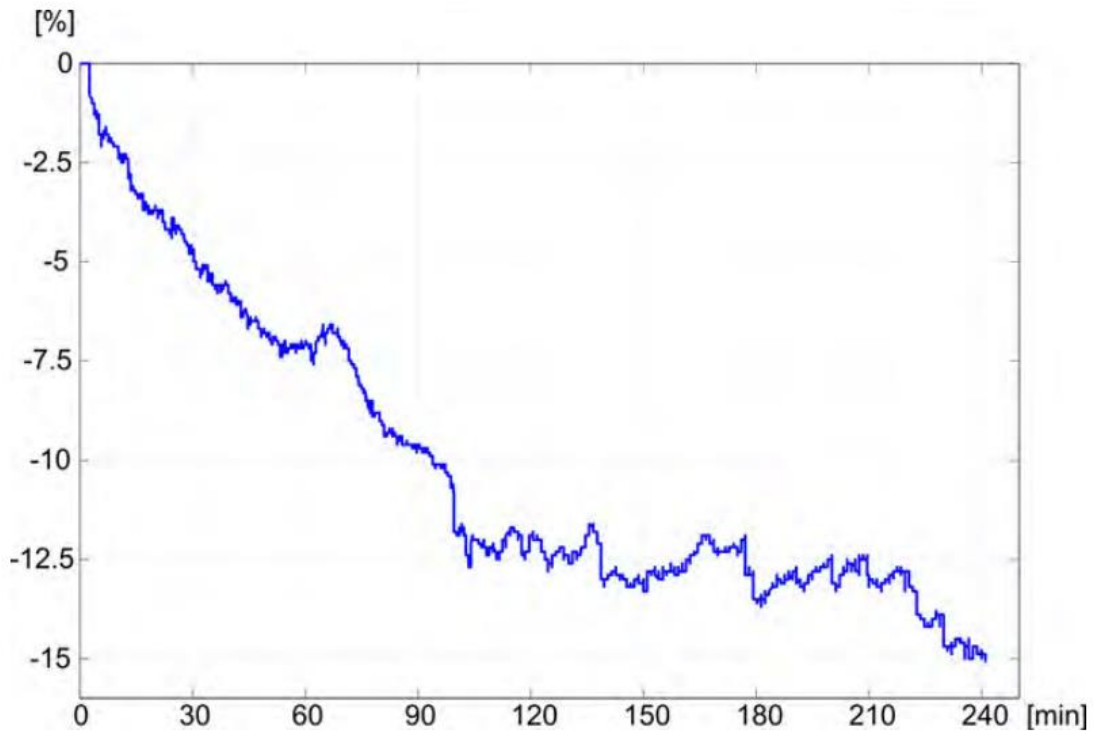


Рис.2.2– Динаміка відносного об'єму крові

Режими роботи bioLogic Fusion

Залежно від конфігурації апарату, bioLogic Fusion має 2 режими роботи:

- bioLogic Light: швидкість UF контролюється відповідно до тенденції зміни систолічного артеріального тиску
- bioLogic Fusion: швидкість UF контролюється як за систолічним артеріальним тиском, так і відносною тенденцією зміни об'єму крові.

Якщо є додатковий датчик НСТ, можливе ручне перемикання між цими режимами.

KUF_{max}

Гемодіафільтрація (HDF) поєднує гемодіаліз та гемофільтрацію. При гемофільтрації з пацієнта виводиться великий обсяг рідини. Ця рідина заміщається стерильним електролітом до (предилюція) або після (постдилюція) діалізатора. Тому попередніми умовами ефективної HDF є висока швидкість ультрафільтрації, а також відповідне співвідношення між кровотоком, потоком діалізного розчину і швидкістю заміщення.

При HDF конвекція через мембрану діалізатора є фізичним принципом видалення середньомолекулярних речовин із крові пацієнта. Останні дослідження та випробування продемонстрували, що результативність лікування збільшується при досягненні великих обсягів конвекції. Однак конвекція має побічний ефект, що полягає в сильному підвищенні гематокриту в діалізаторі. Тому великий обсяг конвекції часто супроводжується згущенням крові, зсіданням, зменшенням поверхні діалізатора, втратами альбуміну, проблемами лікування, зумовленими сигналами тривоги за тиском (наприклад, TMP).

Функція KUFmax застосовується при терапії HDF-онлайн з постділюцією для розрахунку оптимального конвективного потоку щодо диференціальної конвекції, отриманої при різному TMP, який необхідний для гемодіалізу апарату, а також для встановлення відповідної швидкості заміщення. У ході клінічних випробувань дана функція продемонструвала наступні переваги порівняно з HDF при дуже сильному конвективному потоці:

- висока ефективність видалення β_2 -мікроглобуліну,
- значне зниження втрат альбуміну,
- значне зниження у разі втручання користувача,
- ефективне досягнення запропонованого обсягу конвекції.

2.3 висновок до розділу 2

В даному розділі наведено приклад реалізації автоматичної зміни швидкості ультрафільтрації операючись на показники датчиків тиску вени й артерії, також і за динамікою зміни об'єму крові що слугує хорошим методом хоча присутня велика кількість нюансів.

В 2 розділі наведено основну математичну модель розрахунку дози діалізу і критерії за якими можна визначити якість проведення даної процедури.

РОЗДІЛ 3

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ У ЛЮДЕЙ З ХХН

3.1 Критерії підвищення або зниження ультрафільтрації

Для розрахунку KUF апарат встановлює конвективний потік QUF, вимірює TMP та розраховує коефіцієнт ультрафільтрації KUF. Визначення KUF для різних значень QUF є типовою параболічною функцією : спочатку KUF зростає аж до вершини параболі (максимальне значення), а потім знижується, якщо QUF все ще висока. Шляхом співвідношення певних значень з кривою регресії ($f(x) = Ax^2 + Bx + C$) можна вивести максимальний коефіцієнт ультрафільтрації (KUFmax) та відповідний конвективний потік (QUF).

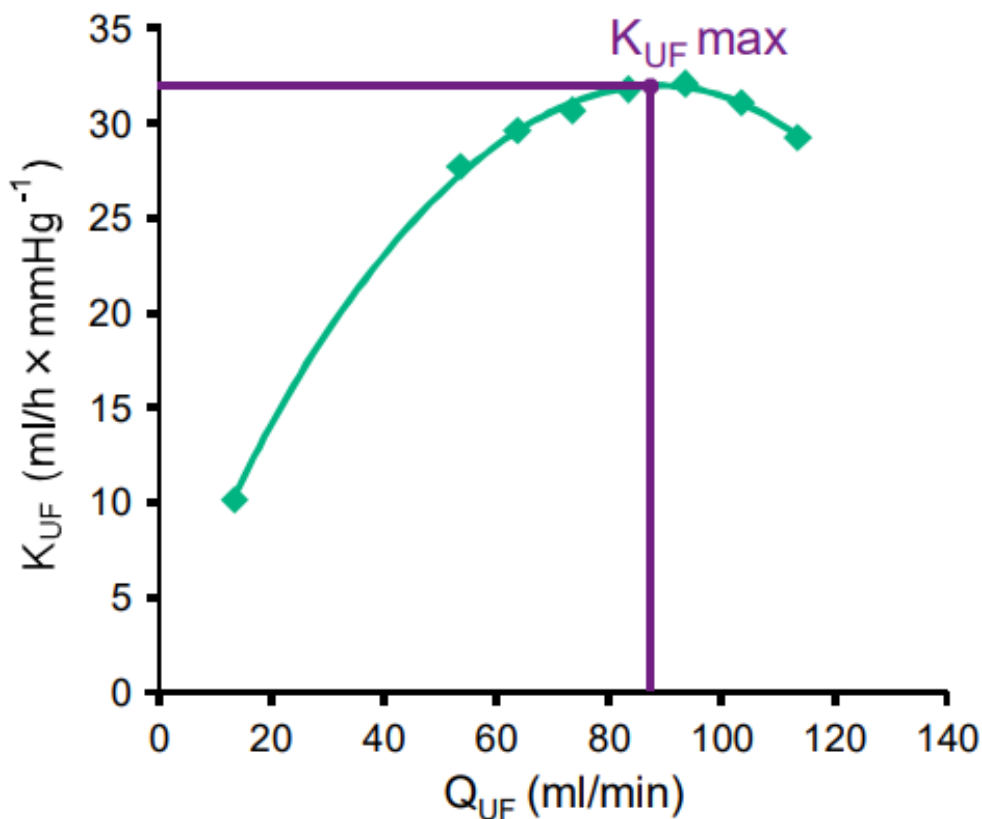


Рис.3.1–Принцип визначення Kuf max

Значення KUF визначаються між встановленими початковою та кінцевою точками та з встановленою величиною кроку швидкості заміщення (можна налаштувати в режимі налаштування користувача). Перша точка вимірювання

знаходиться в самому низу QUF (т. Е. Тільки ультрафільтрація без заміщення). Перша крива розраховується, щойно будуть доступні три значення. Потім функція використовує більше вимірів, щоб оптимізувати криву. Розрахунок припиняється, якщо було перевищено максимальне значення кривої, а KUF зменшується.

Залежно від конфігурації апарата розрахунок KUFmax може тривати приблизно 10 хвилин.

Межі

Рекомендується використовувати KUFmax при кровотоку більше 300 мл/хв. Якщо кровотік надто слабкий, буде виведено відповідне повідомлення. Коли параметри лікування (наприклад, об'єм UF, кровотік або швидкість заміщення) змінюються при виконанні функції KUFmax, розрахункова швидкість заміщення не відповідатиме KUFmax, що може вплинути на ефективність лікування. Потрібно буде запустити повторний розрахунок.

Функція KUFmax оптимізує лише швидкість заміщення. Діапазони сигналів тривоги для лікування HDF (наприклад, загальна швидкість UF проти кровотоку, а також діапазони тиску для РА, РV та РВЕ) не змінюються, а також залишаються дійсними для лікування при KUFmax.

Розрахунок провідності діалізного розчину (DF) із концентрацій натрію

Нижченаведена формула допомагає правильно приготувати діалізний розчин. Тим не менш, відповідальний лікар відповідає за остаточну підготовку діалізного розчину відповідно до місцевих стандартів, наприклад, ISO 11663.

Перерахунок базується на таких параметрах:

- Підсумкова концентрація натрію
- Концентрація бікарбонату
- Коефіцієнт перерахунку кислоти
- Коефіцієнт перерахунку бікарбонату

У формулі використовуються такі аббревіатури

ENDLF – Підсумкова провідність діалізного розчину

BiCLF – Провідність бікарбонату

ENDC – Загальна концентрація натрію

BicC – Концентрація бікарбонату

ACF – Коефіцієнт перерахунку кислоти

BicCF – Коефіцієнт перерахунку бікарбонату

$$\text{ENDLF} = (\text{ENDC} - \text{BicC}) * \text{ACF} + \text{BicC} * \text{BicCF}$$

$$\text{BicLF} = \text{BicC} * \text{BicCF}$$

Розрахунок трансмембранного тиску (TMP)

Трансмембранний тиск є різницею тисків на напівпроникній мембрані діалізатора. Він ґрунтується на наступних параметрах:

- Вхідний тиск блоку крові
- Венозний тиск
- Тиск на виході діалізу

У формулі використовуються такі аббревіатури:

TMP – Трансмембранний тиск

PBE – Вхідний тиск на стороні крові

PV – Венозний тиск

PDA – Тиск на виході діалізу

$$\text{TMP} = \frac{\text{PBE} + (\text{PV} - 22\text{mmHg})}{2} - (\text{PDA} - 16\text{mmHg})$$

Розрахунок коефіцієнта ультрафільтрації (KUF)

Коефіцієнт ультрафільтрації визначається як проникність мембрани (фільтру) для води. Він виявляється у мл/год на мм рт. ст.

Розрахунок KUF ґрунтується на законі Дарсі. Дане рівняння стверджує, що потік води через пористе середовище (рівноцінну мембрані) прямо пропорційний перепаду тиску між двома сторонами мембрани та всієї площі перерізу (поверхні) середовища. Спрощена формула ґрунтується на наступних параметрах:

- Коефіцієнт ультрафільтрації мембрани на одиницю поверхні
- Перепад тиску між двома сторонами мембрани
- Поверхня мембрани

QUF – Потік фільтрації

KUFs – Коефіцієнт ультрафільтрації на одиницю поверхні

ΔP – Перепад тиску

S – Поверхня

$$QUF = KUFs * \Delta P * S$$

Оскільки коефіцієнт ультрафільтрації всієї мембрани є добутком коефіцієнта ультрафільтрації на одиницю поверхні та поверхні ($KUF = KUFs \times S$), KUF можна розрахувати виходячи із закону Дарсі наступним чином

$$KUF = \frac{QUF}{\Delta P}$$

(ΔP , що враховує гідростатичний тиск і тиск, що викликається компонентами рідини.)

Спрощена формула для розрахунку KUF, що ґрунтується на законі Дарсі, вимагає, щоб мембрана фільтра була однорідною і не мала відкладень, а тиск по всій поверхні мембрани та в'язкість рідини були постійними. При діалізі перепад тиску, так і потік ультрафільтрації варіюються вздовж волокон діалізатора. Тому функція KUF_{max} апарату використовує «глобальне» значення KUF, яке виводиться на підставі отриманого значення QUF і отримуваних тисків в системі

$$KUF = \frac{QUF}{TMP}$$

У цій формулі QUF являє собою загальний потік через мембрану, що забезпечується апаратом для гемодіалізу (тобто швидкість ультрафільтрації та заміщення). TMP являє собою одержуваний тиск, що включає вимірювання тисків з різних сторін діалізатора (вхід крові, вихід крові і вихід діалізату). Так як вимірювання виконуються зовні діалізатора в певний день за участю окремого пацієнта, одержувані значення будуть дійсними тільки для цього конкретного фільтра і цього пацієнта цього певного дня

Kt/V

Kt/V , крім коефіцієнта скорочення сечовини (URR), є характеристичним значенням ефективності діалізу. Він ґрунтується на наступних параметрах:

- Кліренс сечовини на діалізаторі
- Ефективний час діалізу

• Об'єм розподілу сечовини (приблизно дорівнює загальній воді організму пацієнта) Використовуються такі аббревіатури:

K – Кліренс [мл/хв]

T – Час діалізу [хв]

V – Обсяг розподілу сечовини [мл]

Kt/V є безрозмірним параметром.

$$\frac{K * t}{V}$$

Вміст води в людському організмі можна приблизно оцінити у 60 % маси тіла, тобто пацієнт з масою тіла 80 кг має загальний обсяг розподілу сечовини близько 48 000 мл ($V = 80 \text{ кг} \times 0,6 \text{ л/кг} = 48 \text{ л}$).

Кліренс діалізатора (K), помножений на час діалізу (t), відповідає очищеному об'єму крові під час лікування. Таким чином, Kt/V є відношенням обсягу очищеної крові до обсягу розподілу сечовини. Значення 1,0 вказує, що об'єм крові, що дорівнює обсягу розподілу сечовини, повністю очищений.

У зв'язку з обмеженнями, властивими цьому розрахунку, для спрощення оцінки дози діалізу було розроблено дві формули, засновані на використанні двох зразків крові, причому один зразок відбирається до початку процедури діалізу, а другий після її завершення. Після визначення кількості сечовини в крові в обох зразках для розрахунку однопулового Kt/V (spKt/V) можна використовувати таку формулу:

$$\frac{spKt}{V} = -\ln\left(\frac{Ct}{Co} - 0.008 * t\right) + \left(4 - 3.5 * \frac{Ct}{Co}\right) * \frac{UF}{W}$$

c0 - Концентрація сечовини в крові до діалізу

ct – Концентрація сечовини у крові після діалізу

t – Час діалізу [год]

UF – швидкість ультрафільтрації [л]

W – Маса пацієнта після діалізу

Для компенсації ефекту вирівнювання концентрації сечовини після закінчення spKt/V можна використовувати в наступній формулі, щоб отримати врівноважений показник Kt/V (eKt/V):

$$eKt/V = spKt/V - 0.6 * spKt/V + 0.03$$

Kt/V може значно відрізнятись від лікування до лікування залежно від змінних, пов'язаних із пацієнтом та процедурою. Отже, рекомендована мінімальна доза діалізу, що проводиться три рази на тиждень, - це eKt/V 1,2 або spKt/V 1,4

Adimea використовує вищезгадані формули для розрахунку дози діалізу, щоб вказати значення spKt/V та eKt/V відповідно.

3.2 Удосконалення апаратної зміни швидкості ультрафільтрації

Методика визначення зниження сечовини в організмі та визначення ШКФ базується на дослідженнях які проводяться в проміжку між двома сеансами гемодіалізу.

1. Визначення концентрації креатиніну та сечовини крові проводиться двічі: 1-ша проба набирається безпосередньо після сеансу гемодіалізу від якого починається дослідження; 2-га проба набирається безпосередньо на початку наступного сеансу гемодіалізу.

2. Збирання сечі починається після сеансу гемодіалізу від якого починається дослідження і триває до наступного сеансу гемодіалізу. Сечовий міхур повинен бути випорожнений безпосередньо після сеансу гемодіалізу. Сеча збирається в чистий об'єм та зберігається при температурі +4-8°C. Перед наступним сеансом сечовий міхур повинен бути повністю порожній.

Визначаються об'єм сечі та концентрація креатиніну та сечовини.

3. ШКФ визначається за формулою:

$$\text{ШКФ} = \left(\frac{U_{\text{urea}}}{\text{preP}_{\text{urea}} + \text{postP}_{\text{urea}}} + \frac{U_{\text{creat}}}{\text{preP}_{\text{creat}} + \text{postP}_{\text{creat}}} \right) \times (U_{\text{vol}} / t) \times (1,73 / \text{BSA})$$

U_{urea} – концентрація сечовини сечі;

preP_{urea} – концентрація сечовини плазми перед наступним сеансом ГД;

postP_{urea} – концентрація сечовини плазми після сеансу ГД, на початку дослідження;

Ucreat – концентрація креатиніну сечі;

prePcreat – концентрація креатиніну плазми перед наступним сеансом ГД;

postPcreat – концентрація креатиніну плазми після сеансу ГД, на початку дослідження;

Uvol – об'єм зібраної сечі; t – час збирання сечі (хв.);

BSA – площа поверхні тіла.

$$BSA = 0,235 \times BW^{0,51456} \times BH^{0,42246}$$

BW – вага тіла пацієнта (кг); BH – зріст пацієнта (см).

4. З метою отримання більш точних даних враховується рикошет сечовини після сеансу гемодіалізу – post-rebound, після чого отримані дані дорівнюють postPurea та postPcreat.

post-rebound для сечовини:

$$\text{rebound} = \text{pre} \times (\text{post} / \text{pre})^{(\text{td}/(\text{td}+35))}$$

post-rebound для креатиніну:

$$\text{rebound} = \text{pre} \times (\text{post} / \text{pre})^{(\text{td}/(\text{td}+70))}$$

td – час діалізу (хв); pre – концентрація до діалізу до початку дослідження; post – концентрація безпосередньо після діалізу.

Операючись на дані попередніх діалізів можна налаштувати програмне забезпечення апаратів для визначення оптимальних значень для кожного з пацієнтів а саме дозу гемодіалізу.

$$Kt/V = -\ln(R - 0,008t) + (4 - 3,5R) \times UF/BW,$$

де R – відношення концентрацій сечовини після та до діалізу, UF – обсяг ультрафільтрації за сеанс (л), BW – вага тіла (кг), t – тривалість сеансу (година).

1. Частота проведення гемодіалізу не рідше 3-х разів на тиждень.

2. Тривалість одного сеансу - не менше 4-х годин. У пацієнтів з ШКФ більше 2 мл/хв. (див. відповідні правила розрахунку) тривалість сеансу може бути зменшена, за умови відсутності ознак МІА-синдрому, корекції артеріальної гіпертензії при застосуванні не більше ніж одного антигіпертензивного засобу, відсутності набряків, гіперфосфатемії та гіперкальціємії.

3. Доза гемодіалізу визначається, як eKt/V (див. відповідний алгоритм визначення). eKt/V повинен становити $>1,2$.

4. Вимоги до мембрани діалізатору: а) синтетична; б) стерилізація парою або γ -випроміненням.

5. Оптимальна швидкість потоку крові через діалізатор – 300 мл/хв., але при цьому не повинно відбуватись зниження тиску в артеріальній магістралі системи менше -150 мм рт. ст.

6. Швидкість потоку діалізуючого розчину 500 мл/хв.

7. Температура діалізуючого розчину залежить від температури навколишнього середовища, температури тіла хворого і показників його гемодинаміки.

8. Вимоги до діалізуючого розчину:

а) використовуються бікарбонатний діалізуючий розчин (за необхідності можливе застосування ацетатного буферу);

б) концентрація натрію діалізуючого розчину залежно від натрію плазми пацієнта;

в) концентрація калію в діалізуючому розчині 2 ммоль/л (див. алгоритм 1);

г) концентрація кальцію в діалізуючому розчині 1,25 - 1,5 ммоль/л;

д) для хворих без цукрового діабету використовується концентрація глюкози діалізуючого розчину 0 - 2 ммоль/л; у пацієнтів з цукровим діабетом концентрація глюкози в діалізуючому розчині повинна становити 5,5 ммоль/л.

9. Антикоагуляція:

а) гепарин в болюсній дозі 50 МО/кг маси тіла пацієнта з подальшим постійним введенням 250 – 2000 МО/год. Введення антикоагулянту припиняється за 30 хв. до закінчення процедури.

б) у пацієнтів без підвищеного ризику кровотечі можна використовувати низькомолекулярний гепарин (еноксапарин, беміпарин, надропарин, далтепарин) з міркувань безпеки однакової ефективності простоти використання покращення ліпідного профілю, зменшення втрат крові.

в) у пацієнтів з підвищеним ризиком кровотечі необхідно проводити безгепариновий діаліз з періодичним промиванням системи розчином натрію хлориду 0,9% або регіонарну антикоагуляцію розчинами, що містять солі лимонної кислоти (цитрати).

Все вищесказане розглянемо на прикладі Dialog+(Рис.1) що є логічним продовженням існуючого Dialog Advanced. У щоденному клінічному застосуванні його медичні технології визначають зручне використання із залученням ергономічного стилю. Dialog+ - досягнення ідеального балансу у різних позитивних характеристиках. Нові функції розширюють представлений спектр якостей цього діалізного апарату.

Dialog+, як і раніше, включає всі раніше знайомі Вам опції. Вже перевірений одноголковий SNCO-метод гарантує ефективний діаліз. Також Dialog+ зберіг опцію розрахунку Kt/V.



Рисунок.1–апарат для гемодіалізу на основі якого виконується робота

Невеликі вдосконалення, введені під час створення Dialog+, дають величезний ефект при повсякденній роботі. За високий рівень розробки та ергономічний дизайн Dialog+ у класі медичного обладнання нагородили експерти iF Design Award Winner 2004.

- Яскравий сенсорний екран робить керування апаратом легким та швидким навіть у критичних ситуаціях. Монітор 15" TFT здатний обертатися, дозволяючи медичній сестрі, пацієнту, лікарю чи інженеру легко бачити інформацію з будь-якого місця, не пересуваючи монітор. Нахил передньої панелі становить 7*, що є особливо зручним для роботи.

- Гепариновий насос переміщений так, щоб забезпечити зручніше приєднання шприца (для шприців від 10 до 30 мл).

- B|Braun розробив новий багатофункціональний бокс, що забезпечує порядок та комфорт при роботі персоналу. Бокс призначений для зберігання ваших витратних матеріалів та аксесуарів та має спеціальну секцію для зберігання медичних документів.

- Вбудований індикатор статусу лікування дозволяє побачити навіть на відстані, що діаліз протікає нормально або апарат сигналізує про тривогу.

- Dialog+ відповідає усім міжнародним стандартам безпеки.

- Контроль ультрафільтрації – волюметричний.

- Насос крові - перистальтичний, створює "м'який старт", швидкість 50-600 мл/хв.

- Автоматичне болюсне введення гепарину при підключенні, програмована гепаринізація.

- Детектор повітря – ультразвуковий, автоматичне тестування під час усієї процедури.

- Детектор крові – двопроменевий (витік крові/забруднення діалізату).

- Використання стандартних кровопровідних магістралей.

- Гнучке профільування:

1 Натрію

2 Бікарбонату

3 Швидкості ультрафільтрації

4 Швидкість потоку діалізату (300-800 мл/хв)

5 Температури діалізу

6 Антикоагуляції

- Проведення ацетатного та бікарбонатного діалізу. Програмне завдання будь-яких прописів концентратів. Можливість підключення бікарбонатного картриджа.

- Можливість проведення гемодіафільтрації в On-Line режимі з використанням стерильного заміщувального розчину, виробленого апаратом.

- Можливість проведення високоефективного одноголкового діалізу (SN-cross-over)

- Можливість проведення звичайного одноголкового діалізу із використанням стандартних магістралей.

- Автоматичне наповнення діалізатора.

- Розрахунок КТ/V під час процедури.

- Автоматичне тестування всіх систем перед процедурою, перевірка контуру крові.

- Вбудована сервісна програма, можливість переходу в сервісний екран за будь-якого режиму роботи апарату, графічне представлення роботи гідравліки та електроніки.

- Діалоговий режим роботи, меню "HELP".

- Програмована за часом та температурою хімічна та теплова дезінфекція. Можливість виставлення тижневого графіка дезінфекцій, збереження даних про проведені дезінфекції.

- Програмування самовимкнення та самоувімкнення.

- Опція виміру артеріального тиску.

- Можливість інтеграції апарату до єдиної інформаційної мережі Nexadia.

Програмне забезпечення автоматичного вибору «мінімуму» ультрафільтрації в апараті Dialig+ можна забезпечити різними шляхами, розглянемо два алгоритми реалізації даного завдання.

Перший алгоритм є максимально простим, але в той же час дуже ефективним варіантом вирішення даної проблеми, а саме забезпечення проведення якісної процедури гемодіалізу з забезпеченням зниженням

сечовини не більше 70%. Оскільки підчас процедури пацієнт чітко не знає ще своєї «сухої» ваги то створимо наступний алгоритм вирішення даної проблеми:

1. Програма залежить від плаваючих значень ТМР–трансмембранного тиску
2. При надлишку зняття рідини з організму ТРМ має властивість збільшуватись, що в свою чергу свідчить про нестачу рідини в крові й може призвести до тромбозу системи апарату або до легких судом, нудоти чи гіпо або гіпертонії.
3. Коли ТМР зростає більше ніж на 30-40 значень від того яке було зафіксоване 15хв після початку процедури, програма автоматично повідомляє про порушення меж ТРМ.
4. Якщо збільшення ТРМ зберігається довше ніж 5хв автоматично вмикається «мінімум» ультрафільтрації

Другий алгоритм полягає в визначенні Kt/V –دوزи гемодіалізу протягом 15-20 процедур і внесенням в особисту карту пацієнта.

1. Створення карти пацієнта з внесенням її в базу даних мед закладу
2. Проведення 15-20 процедур гемодіалізу з контролем і записом даних протягом процедури
3. Кореляція даних процедури з аналізами цього пацієнта і відмітками про самопочуття
4. Формування в залежності від кореляції, «сухої» ваги пацієнта (тобто вибір «мінімум» ультрафільтрації автоматичний)
5. Заміна найбільш старих процедур в пам'яті картки пацієнта на нові з повторенням дій від 2 пункту

3.3 Висновок до розділу 3

В даному розділі описано методика й апаратну базу для виконання автоматичного регулювання швидкості ультрафільтрації базуючись на проведені процедури з незначними змінами часу, провідності й швидкості UF.

Визначення впливу цих змін на покази аналізів і подальшого корегування лікування.

Наведено приклад визначення максимальної швидкості ультрафільтрації і описано математичний аспект процедури гемодіалізу завдяки якому можна підібрати індивідуальний профіль для кожного з хворих. Основа корегування зміни швидкості UF полягає в створенні історії проведення процедур індивідуально з внесенням основних критеріїв на основі яких проводиться корегування.

У цьому розділі наведено формули, які використовуються для розрахунку параметрів гемодіалізу. Формули ґрунтуються на стандартній медичній практиці. Наведено формуль розрахуноку провідності діалізного розчину, розрахуноку трансмембранного тиску, розрахуноку KUF яке ґрунтується на законі Дарсі, значення ефективності діалізу та коефіцієнт скорочення сечовини.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНИЖЕННЯ СЕЧОВИНИ

4.1. Пацієнти та сеанси діалізу

Було включено 619 послідовних сеансів кінетичного моделювання сечовини 35 невідібраних пацієнтів на гемодіалізі (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Змінна	Одиниці	Середнє	SD	Мінімальне	Максимальне
Кількість сеансів		619			
Жінки	%	37.3			
Вік	years	64.7	16.2	16.0	91.6
Ріст	cm	169	10	150	187
Післядіалізна вага	kg	78.9	18.7	43.3	134.5
Індекс маси тіла	kg/m ²	27.5	5.6	16.0	44.7
Рідина в організмі	L	39.5	8.1	24.6	61.0
Об'єм розподілу сечовини після діалізу	L	33.0	7.1	14.4	57.5
Швидкість утворення сечовини	μmol/min	198	71	66	494
Нормалізована швидкість катаболізму білка	g/kg/day	1.09	0.27	0.48	2.34
Діурез	L/day	0.25	0.43	0.00	2.30
Нирковий кліренс сечовини	mL/min	0.77	1.31	0.00	6.79

Примітка: найважливіші значення виділені жирним шрифтом.

Призначення дози діалізу не було однозначно визначено. Було враховано клінічний стан пацієнта, вимоги до видалення рідини, а також стандартні стани в одному пулі та концентрацію сечовини до діалізу з попередніх сеансів кінетичного моделювання. Були кілька довгих нічних, але не щоденних сеансів. Тривалість діалізу коливалася від 240 до 494 хвилин,

частота – від 1,75 до 4,45/тиждень і від 137 до 263 мл/хв. Дієтолог заохочував пацієнтів дотримуватися дієти, що містить білок 1,2 г/день/кг нормальної ваги ($V/0.58$). Споживання білка насправді не вимірювалося.

4.2. Кінетичне моделювання сечовини

Під час звичайного догляду за пацієнтами, які перебувають на гемодіалізі, кінетичне моделювання сечовини зі змінним об'ємом одного пулу з трьома зразками крові та міждіалізім збором сечі проводили один раз на місяць. Після цього були проведені обчислення подвійного пулу. Концентрації в плазмі були переведені в концентрації води в плазмі перед обчисленнями і назад в концентрації в плазмі в результатах. Усереднена за часом концентрація (TAC) і середня переддіалізна концентрація (PAC), необхідні для розрахунку ЕКР і K , були визначені після вирівнювання графіка до симетричного, використовуючи модель подвійного пулу. TAC і PAC виражаються як концентрації води у зовнішньому пулі, перетворені на концентрації в плазмі. Усі кліренси виражаються як значення плазми. V є сумою зовнішнього (V_e) і внутрішнього (V_i) пулів наприкінці сеансу діалізу.

4.3. Симуляції.

Сеанси діалізу були модифіковані за допомогою комп'ютерного моделювання з подвійним пулом УКМ. Після визначення специфічних для пацієнта параметрів V , G , ниркового кліренсу сечовини (Kr) і потреби у виведенні рідини УКМ, Kd і td можна змінювати в симуляції та концентраціях діалізу, eKt/V , ЕКР і K/V розрахований. Також можна обчислити необхідну Kd або td для досягнення бажаної концентрації або ЕКР або K/V

4.4. Швидкість утворення сечовини G і об'єм розподілу V .

G і V є істинними, а не змодельованими, специфічними для пацієнта змінними, незалежними від діалізу. Діапазон G у цьому матеріалі становить 66–494 мкмоль/хв (варіація в 7,5 разів, таблиця 4.1) і G/V (G масштабовано до V) 2,0–14,3 мкмоль/хв/л (7,1–кратний). Кореляція між G і V слабка (Рис.1)

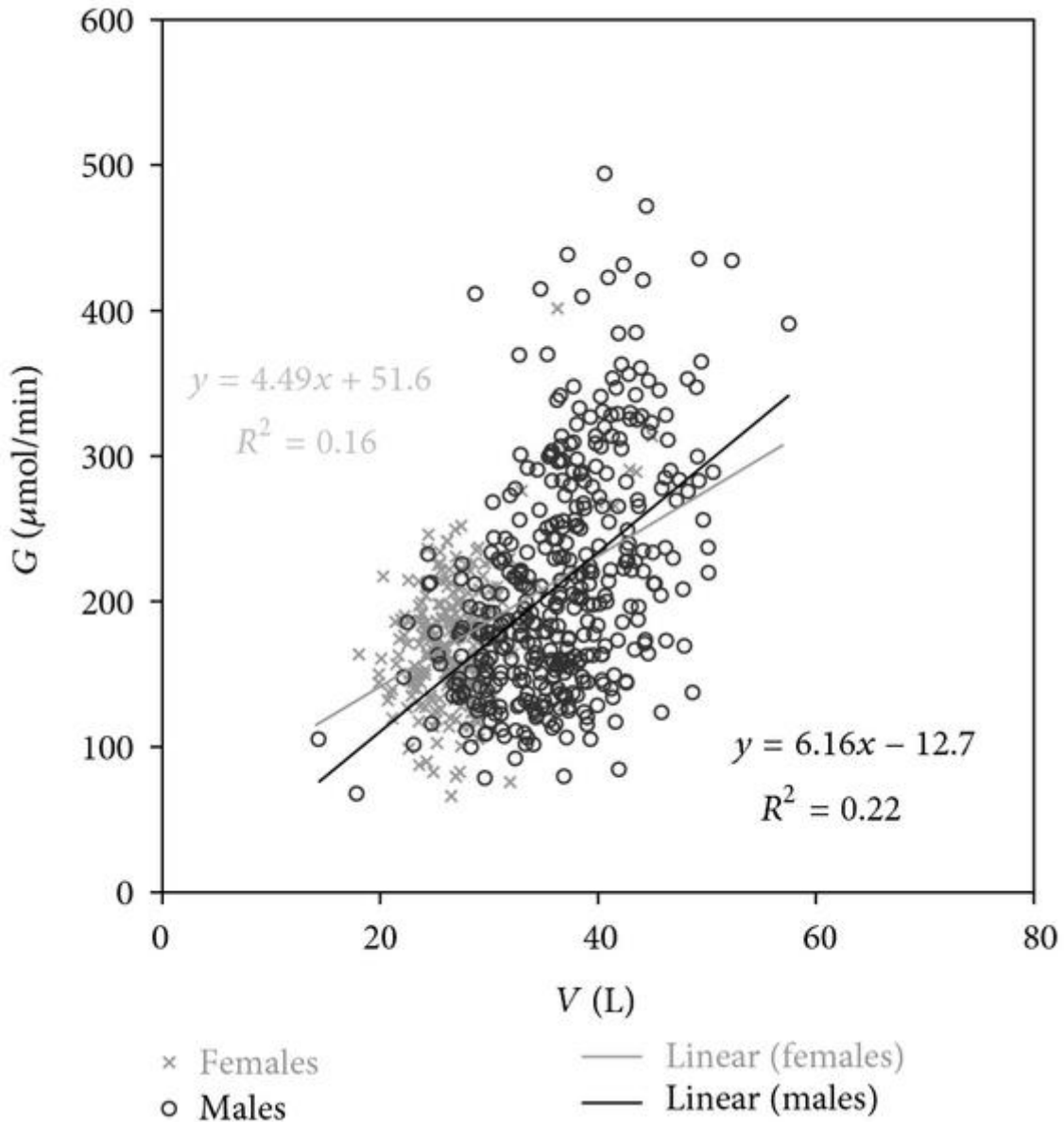


Рис 4.1– G відносно V

4.5. Визначення НЕМО-еквівалента ЕКР, К/В, ТАС і РАС з Kr 0 мл/хв.

У дослідженні НЕМО середнє eKt/V у групі стандартної дози становило $1,16 \pm 0,08$ /сеанс. У цьому дослідженні матеріал «діалізували» (моделювали) 3*4 години/тиждень без залишкової функції нирок (RRF) до eKt/V 1,2 шляхом регулювання Kd , як детально описано раніше. Середнє значення Kd становило 189 мл/хв. Середній еквівалент стандартної дози НЕМО. ЕКР становив 3,44/тиждень і К/В 2,40/тиждень з невеликою варіацією. Натомість ТАС і РАС змінювалися в 6,8–6,5 разів (таблиця 4.2). Середній НЕМО-еквівалентний ТАС становив 17,7 ммоль/л (що дорівнює нижньому цільовому показнику NCDS), а РАС 25,4 ммоль/л. Середні значення ЕКР і К/В, що відповідають eKt/V 0,9, становили 2,74/тиждень і 2,05/тиждень відповідно

Таблиця 4.2

НЕМО-еквівалентний ТАС, РАС, ЕКР та К/В без RRF (3*4 год/тиждень, eKt/V 1,2/сеанс, Kd скоригований).

Позначення	Змінна	Одиниці	Середнє	SD	Min	Max
Kd	Кліренс сечовини діалізатора	mL/min	189	37	93	315
fd	Частота діалізу	/wk	3.00	0.00	3.00	3.00
td	Час діалізу	min	240	0	240	240
tdw	Тижневий час діалізу	h	12.0	0.0	12.0	12.0
wUF	Тижневий об'єм ультрафільтрації	L	8.33	2.97	0.55	18.66
ТАС	Усереднена за часом концентрація сечовини	mmol/L	17.7	5.2	5.9	40.2
РАС	Середня концентрація сечовини перед діалізом	mmol/L	25.4	7.3	8.6	55.8
ЕКР	ЕКР	/wk	3.44	0.08	3.23	3.92
К/В	К/В	/wk	2.40	0.07	2.21	2.83

4.6. Діаліз до НЕМО-Equivalent ЕКР та К/У з фактичним Kr .

Матеріал діалізували (моделювали) 3 * 4 години/тиждень із фактичним Kr до середнього НЕМО-еквівалента ЕКР і К/У цільових 3,44/тиждень і 2,40/тиждень шляхом коригування Kd .

З цільовим ЕКР ТАС мав тенденцію бути вищим у жінок із нижчим V . З усіма рівнями G ТАС був вищим у жінок. Кореляція між ТАС і V слабка, між ТАС і G досить сильна (рис. 2). З метою К/У відносини РАС до V і G подібні (не показано). Середні ТАС і РАС були вищими у жінок, ніж у чоловіків, коли проводили діаліз до постійного eKt/V , ЕКР або К/У (Таблиця 4.3)

Таблиця 4.3

Середні ТАС і РАС сечовини у жінок і чоловіків, які проходили діаліз до НЕМО-еквівалентних V -шкалованих цілей.

Діалізований до	Стать	ТАС mmol/L	РАС mmol/L
eKt/V 1.2 (без RRF)	Жінки	18.7	26.8
	Чоловіки	17.2	24.6
Стандарт 3,44 ЕКР/тиж	Жінки	18.9	26.3
	Чоловіки	17.0	23.8
К/У 2,40/тиж	Жінки	19.8	27.1
	Чоловіки	17.8	24.4

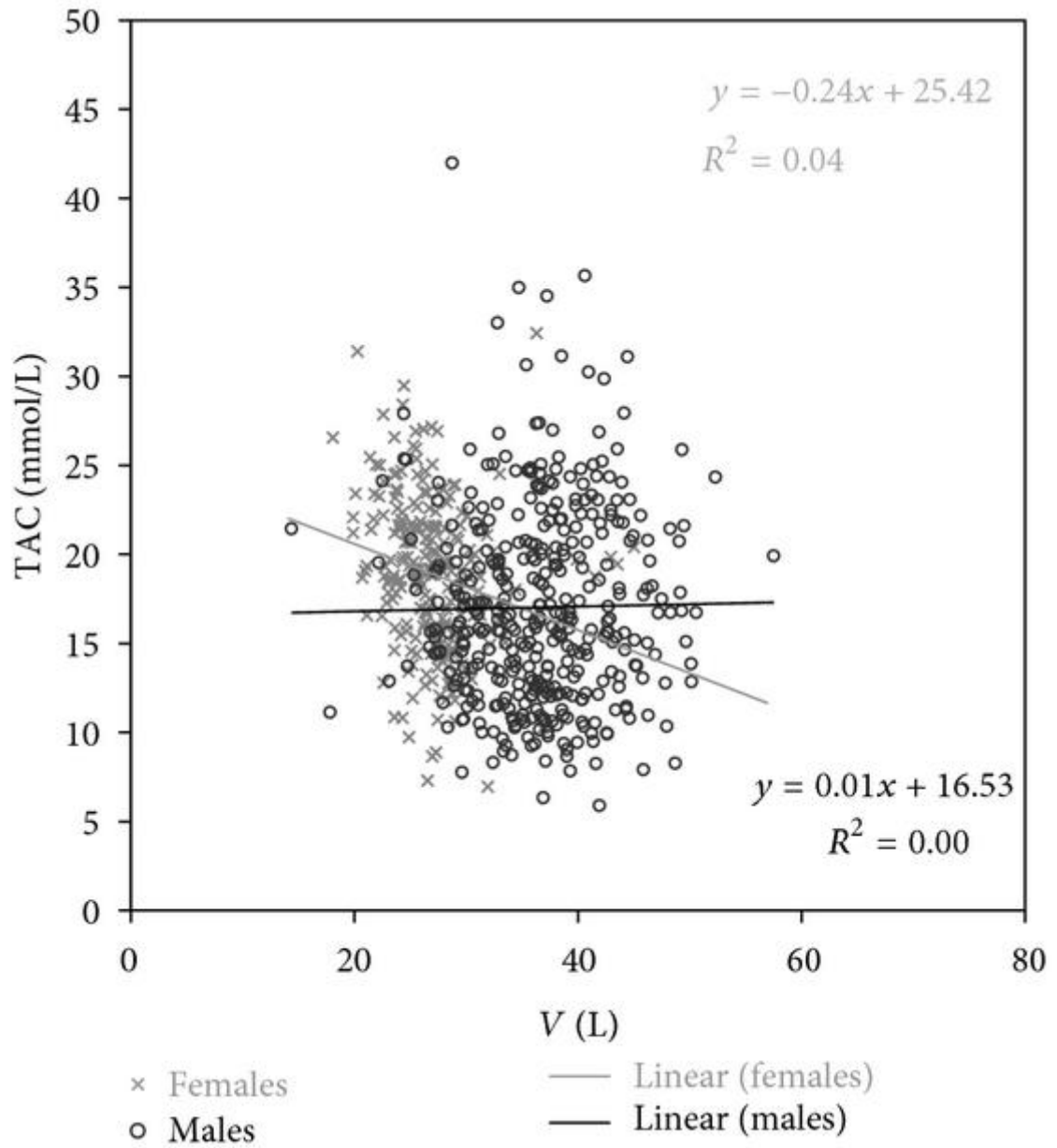


Рис 4.2.а – ТАС відносно G і V разом з ЕКР 3,44/тиждень протягом 3-4 годинного сеансу

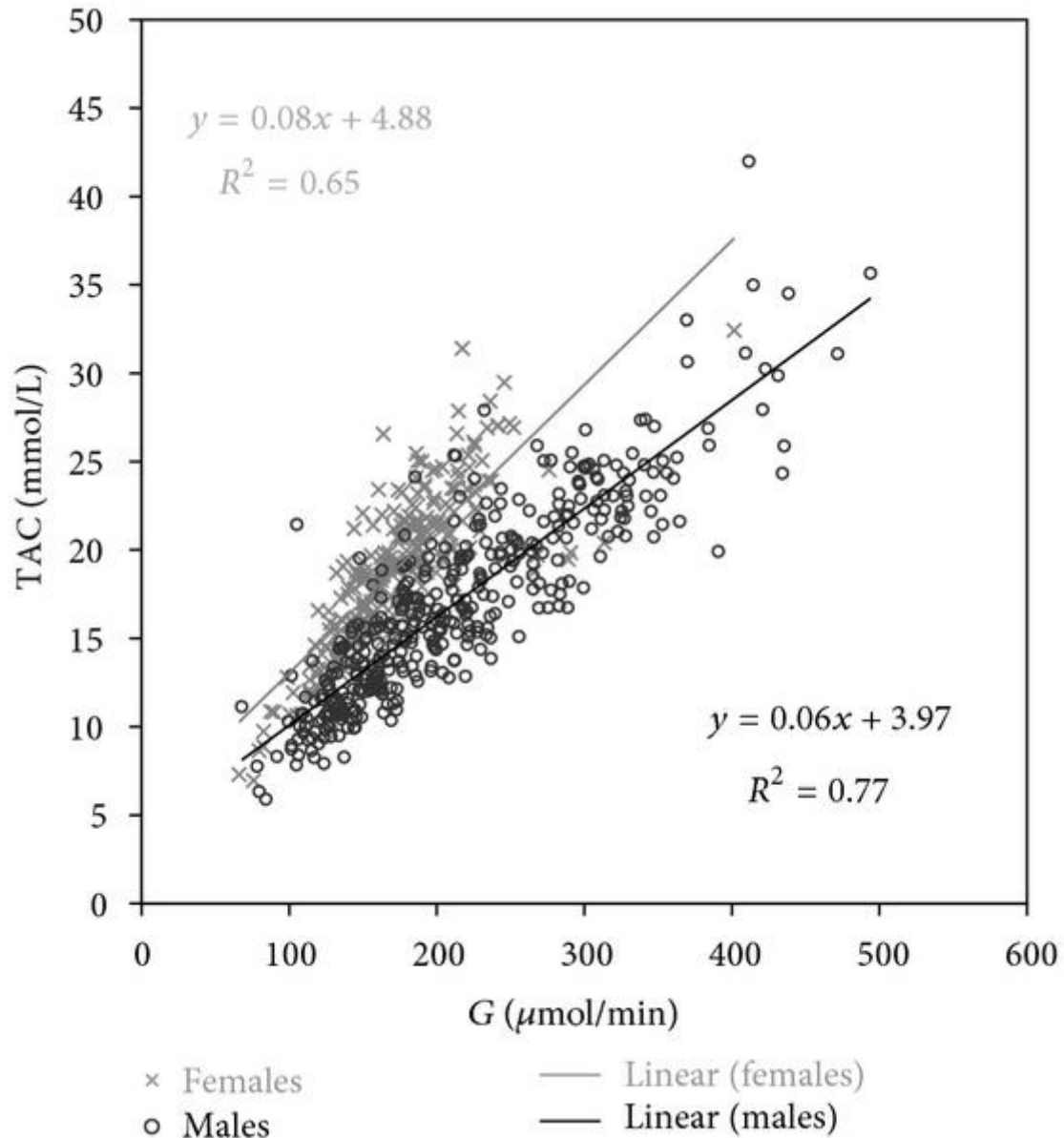


Рис 4.2.б– ТАС відносно G і V разом з ЕКР 3,44/тиждень протягом 3-4 годинного сеансу

4.7. Діаліз до НЕМО-еквівалента ТАС і РАС з фактичним Kr .

Матеріал діалізували (моделювали) три рази на тиждень із фактичним Kr і діалізним кліренсом Kd 189 мл/хв до середнього НЕМО-еквівалента ТАС і РАС шляхом коригування td . Необхідний td варіювався в широких межах і мав лише слабку кореляцію з V , сильніше з G (рис. 3); td визначається в основному G .

Щоб уникнути порочного кола недостатнього діалізу у пацієнтів із низьким G , 164 сеанси (26%, цільовий ТАС) і 205 сеансів (33%, цільовий РАС), де моделювання дало ЕКР або K/V нижче, ніж відповідає eKt/V 0,9, були діалізовані до eKt/V 0,9 з Kd 189 мл/хв (група 1 у таблицях 4.4 і 4.5). Це призвело до того, що ТАС і РАС були нижчими, ніж середні значення НЕМО-еквівалента. Найкоротший час лікування становив 48 хвилин зі стандартним ЕКР 2,74/тиждень і 25 хвилин з K/V 2,05/тиждень. Для достатнього виведення рідини та токсинів може знадобитися довший час лікування.

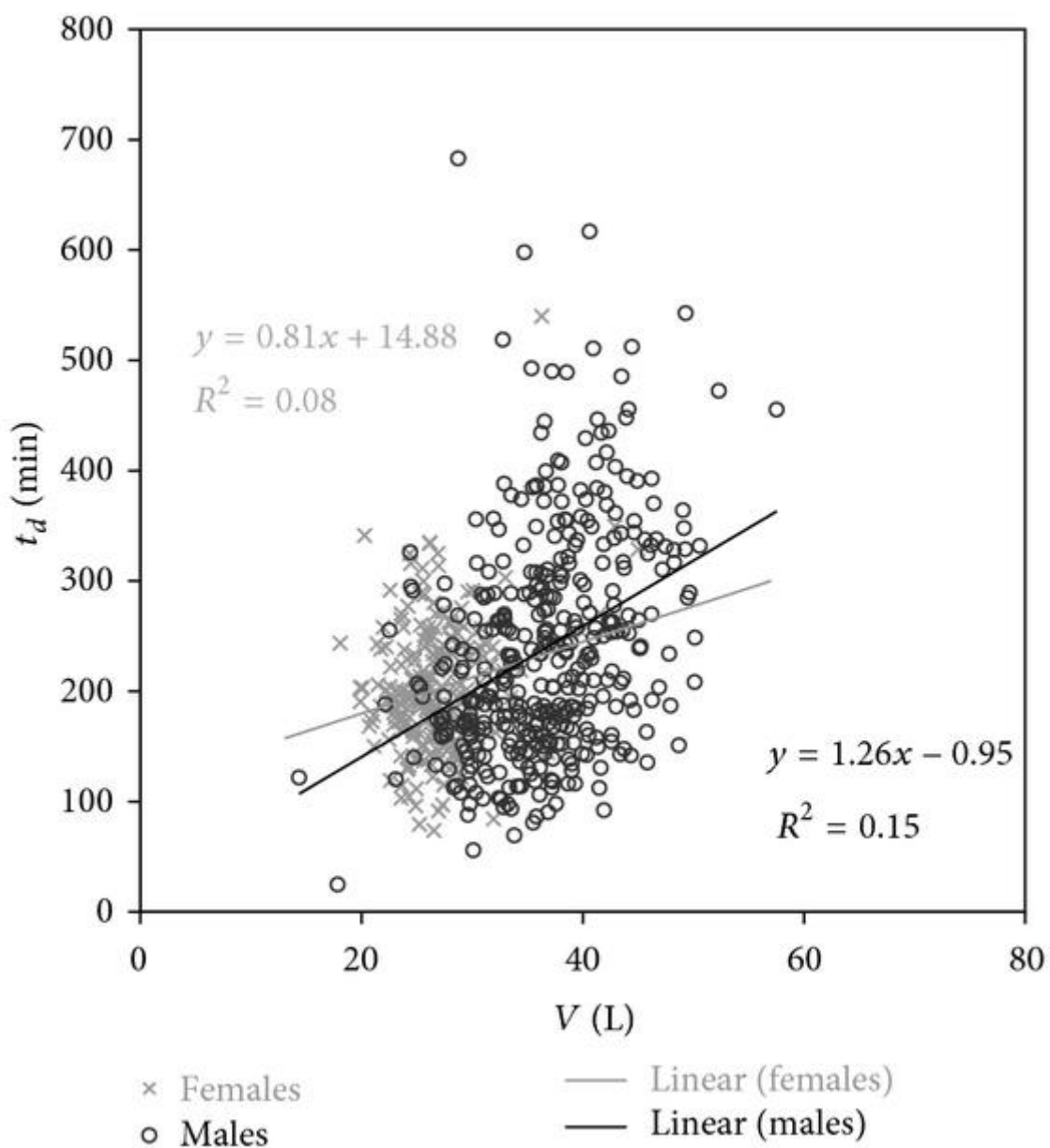


Рис 4.3.а – t_d проти V та G з ТАС 17,7 ммоль/л за графіком 3 рази на тиждень; Kd 189 мл/хв, t_d скориговано

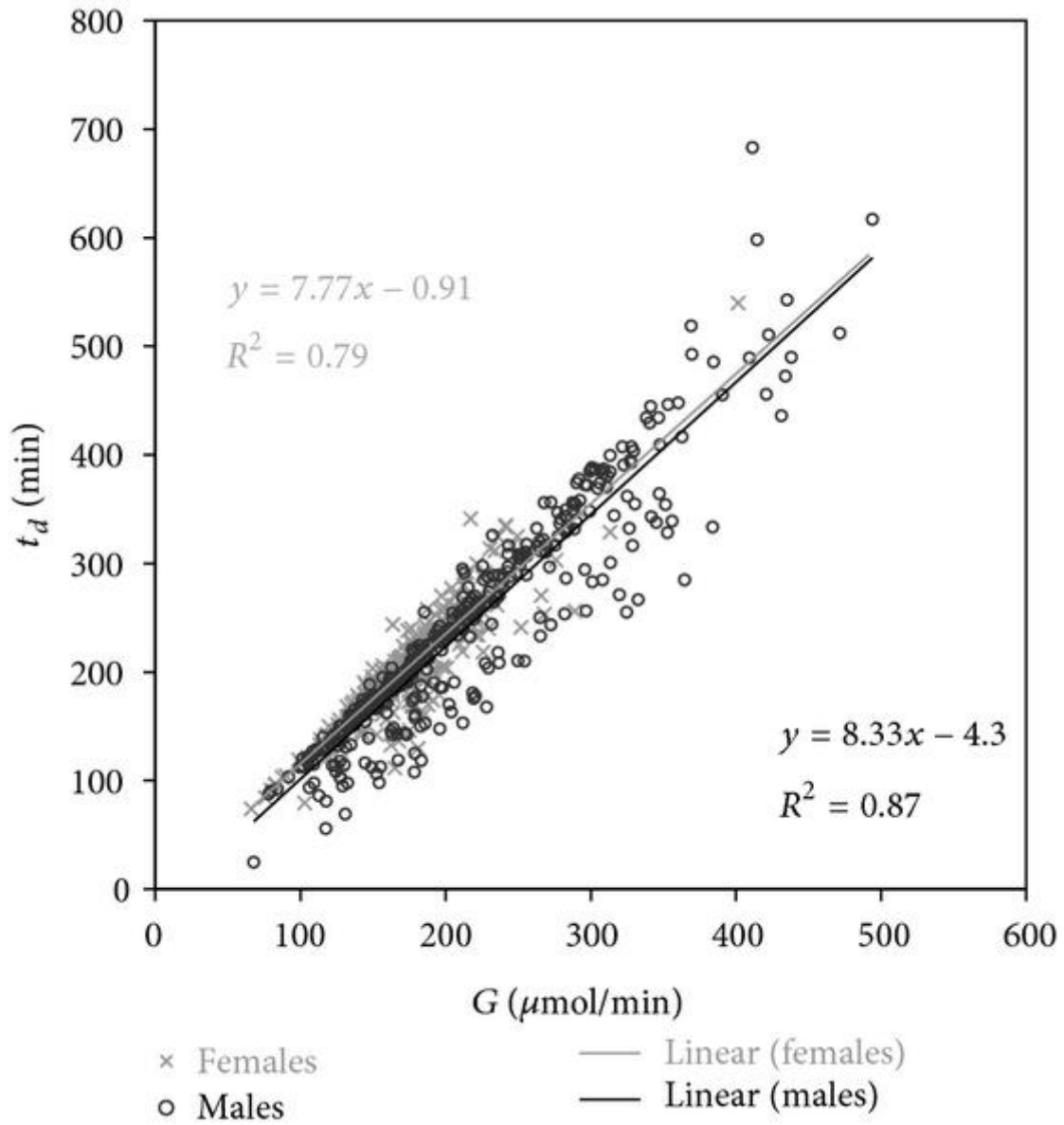


Рис 4.3.б – t_d проти V та G з ТАС 17,7 ммоль/л за графіком 3 рази на тиждень;
 K_d 189 мл/хв, t_d скориговано

Таблиця 4.4

Діаліз із двома цільовими показниками: мінімальний ЕКР і максимальний ТАС.

Значення	змінна	одиниця	1 група		2 група		3 група		Всі	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
N	Кількість сеансів		164		346		109		619	
V	Об'єм розподілу після діалізу	L	35.1	6.1	30.1	6.1	39.0	6.6	33.0	7.1
G	Швидкість утворення сечовини	$\mu\text{mol}/\text{min}$	138	31	190	39	313	57	198	71
pPCR	Нормалізована швидкість катаболізму білка	g/kg/day	0.77	0.09	1.14	0.16	1.41	0.23	1.09	0.27
Kr	Нирковий кліренс сечовини	mL/min	0.49	1.02	0.90	1.37	0.78	1.46	0.77	1.31
Kd	Кліренс сечовини діалізатора	mL/min	189	0	189	0	189	0	189	0
fd	Частота діалізу	/wk	3.00	0.00	3.00	0.00	5.00	0.00	3.35	0.76
td	Час діалізу	min	186	37	215	44	207	34	206	42
tdw	Тижневий час діалізу	h	9.3	1.9	10.7	2.2	17.3	2.8	11.5	3.5
wUF	Тижневий об'єм ультрафільтрації	L	7.98	2.87	7.81	2.78	10.53	2.70	8.33	2.97
TAC	Усереднена за часом концентрація	mmol/L	14.5	2.2	17.7	0.0	17.7	0.0	16.8	1.8
PAC	Середня переддіалізна концентрація	mmol/L	19.2	2.9	25.1	1.4	23.7	1.0	23.3	3.1
EKR	EKR	/wk	2.74	0.01	3.64	0.60	4.64	0.86	3.58	0.85
K/V	K/V	/wk	2.07	0.07	2.56	0.32	3.44	0.50	2.59	0.55

Примітка: попередньо визначені параметри лікування та цільові значення виділені жирним шрифтом.

Таблиця 4.5

Діаліз із подвійними цілями: мінімальний K/V та максимальний PAC.

Значення	змінна	одиниця	1 група		2 група		3 група		Bci	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
N	Кількість сеансів		205		272		142		619	
V	Об'єм розподілу після діалізу	L	34.7	6.3	30.1	6.1	36.1	7.9	33.0	7.1
G	Швидкість утворення сечовини	$\mu\text{mol}/\text{min}$	143	34	191	40	290	66	198	71
pPCR	Нормалізована швидкість катаболізму білка	g/kg/day	0.80	0.10	1.14	0.13	1.41	0.21	1.09	0.27
Kr	Нирковий кліренс сечовини	mL/min	0.54	1.06	1.01	1.44	0.66	1.33	0.77	1.31
Kd	Кліренс сечовини діалізатора	mL/min	189	0	189	0	189	0	189	0
fd	Частота діалізу	/wk	3.00	0.00	3.00	0.00	5.00	0.00	3.46	0.84
td	Час діалізу	min	181	44	208	50	177	42	192	48
tdw	Тижневий час діалізу	h	9.0	2.2	10.4	2.5	14.7	3.5	11.0	3.4
wUF	Тижневий об'єм ультрафільтрації	L	7.99	2.87	7.82	2.86	9.80	2.83	8.33	2.97
TAC	Усереднена за часом концентрація	mmol/L	15.5	2.8	18.2	1.2	19.3	0.9	17.6	2.4
PAC	Середня переддіалізна концентрація	mmol/L	20.4	3.4	25.4	0.1	25.4	0.0	23.7	3.1
EKR	EKR	/wk	2.70	0.12	3.58	0.65	4.28	0.95	3.45	0.86
K/V	K/V	/wk	2.05	0.00	2.54	0.34	3.23	0.54	2.54	0.55

Примітка: попередньо визначені параметри лікування та цільові значення виділені жирним шрифтом.

Щоб уникнути надзвичайно тривалого часу лікування, 109 (18%) і 142 (23%) (цільові показники TAC і PAC) сеансів із симульованим $td > 5$ годин було змінено на симетричний графік 5*/тиждень (група 3 у таблицях 4.4 і 4.5). У цих групах середнє значення G було більш ніж у два рази більше, ніж у групі 1. Звичайно, у багатьох випадках можна було збільшити Kd замість частоти.

З цільовим TAC 346 сеансів (56%) і з PAC лише 272 сеанси (44%) досягли мети за розкладом 3*/тиждень із розумним часом сеансу (група 2 у таблицях 4 і 5). На рисунку 4 і в останньому стовпчику (усі) таблиць 4.4 і 4.5 описано весь матеріал, підданий діалізу з подвійними мішенями та модифікаціями графіка.

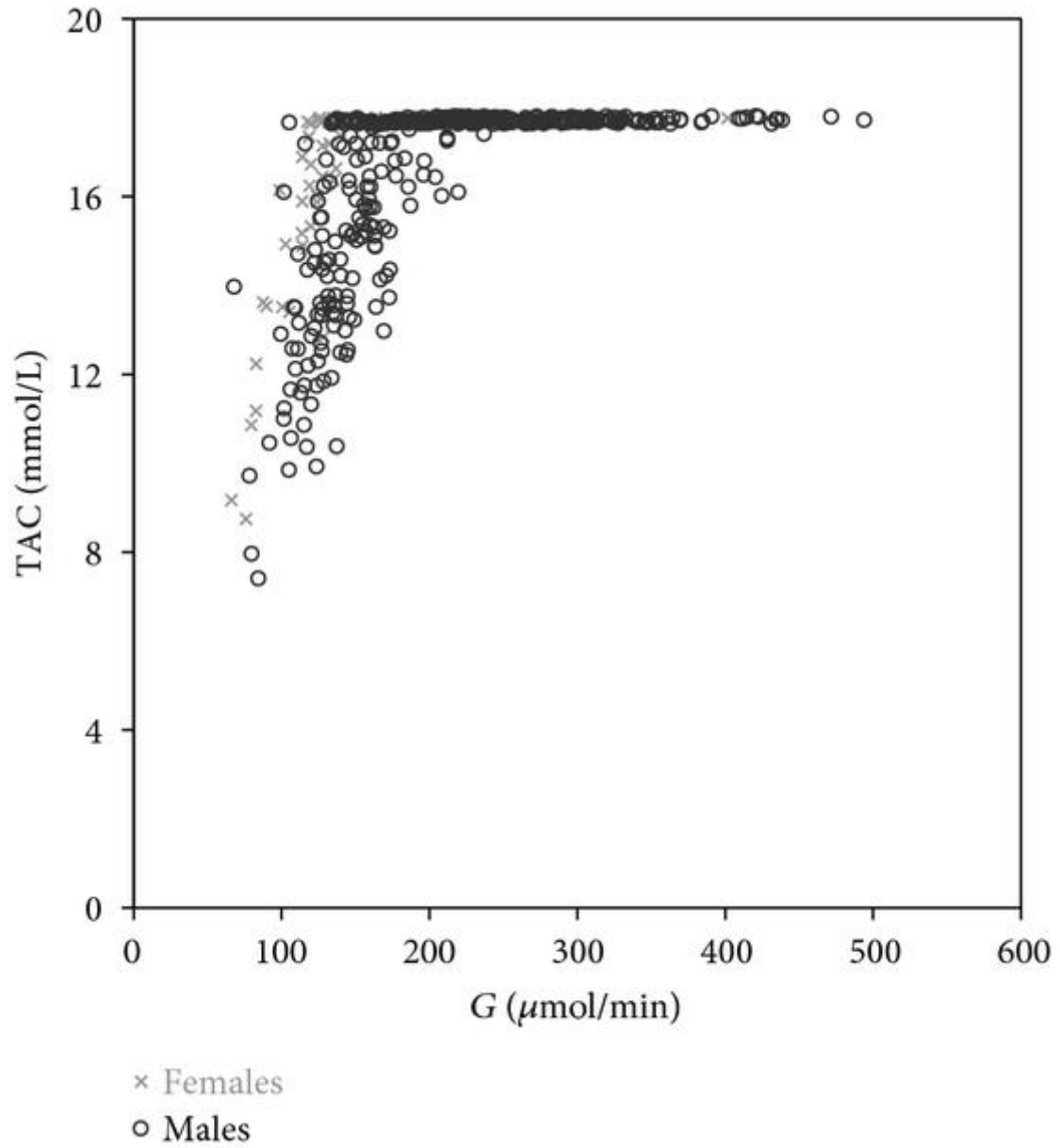


Рис 4.4.а – ТАС і ЕКР порівняно з G при подвійному цільовому діалізі (максимальний ТАС, мінімальний ЕКР)

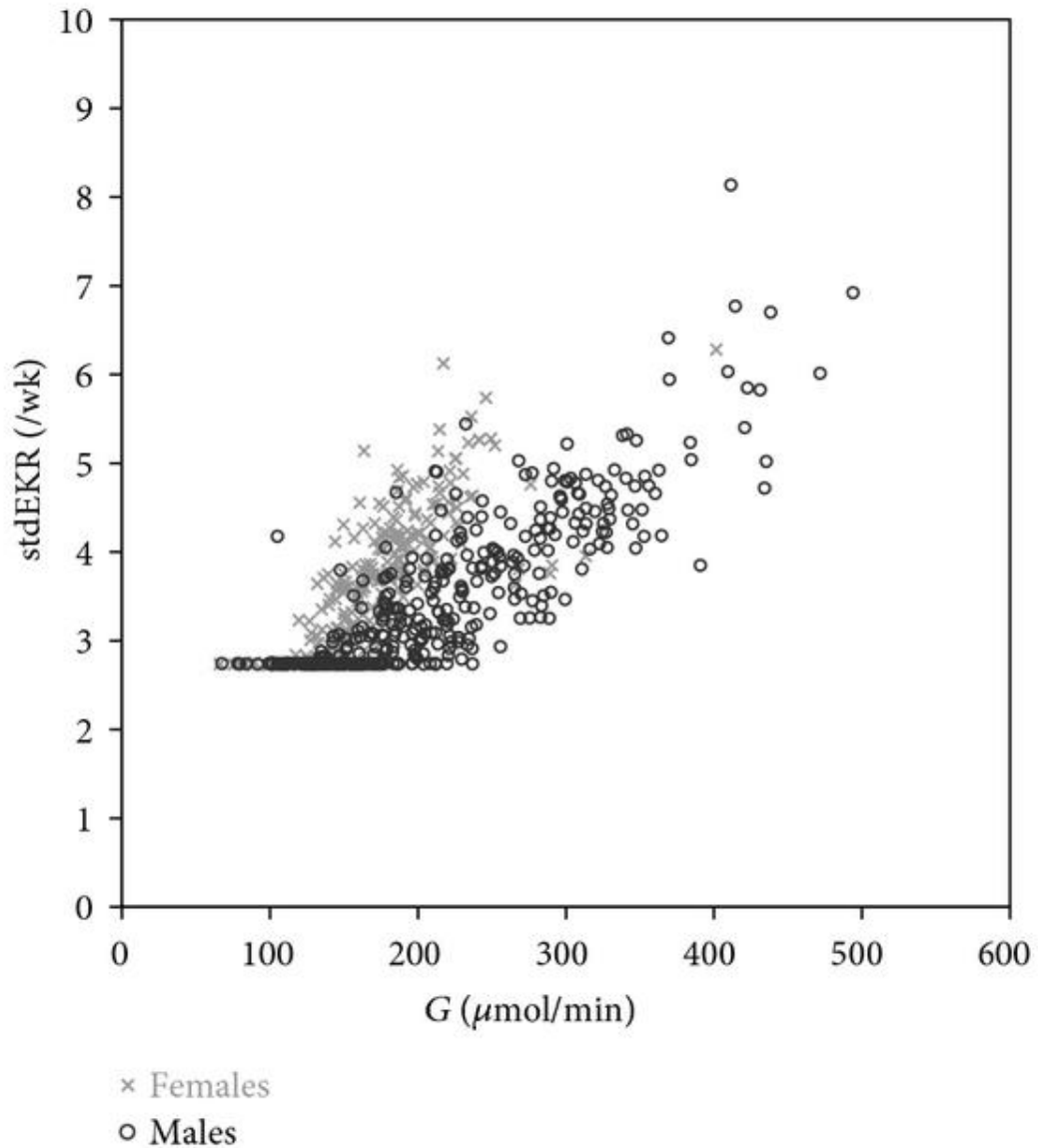


Рис 4.4.б – ТАС і ЕКР порівняно з G при подвійному цільовому діалізі (максимальний ТАС, мінімальний ЕКР)

4.8. Висновки до розділу 4

В даному розділі було графічно описано швидкість утворення сечовини G і об'єм розподілу V , діаліз до НЕМО-Equivalent ЕКР та K/V з фактичним Kr , діаліз до НЕМО-еквівалента ТАС і РАС з фактичним Kr .

Було включено 619 послідовних сеансів кінетичного моделювання сечовини 35 невідібраних пацієнтів на гемодіалізі й наведено отримані дані в таблицях стосовно проведених досліджень на основі базових формул проведення гемодіалізу.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Акустичне середовище є важливим компонентом середовища існування: людина живе у світі звуків. Параметри акустичного середовища можуть суттєво впливати на загальний стан людини та її працездатність і успіхи діяльності (у системах зв'язку робота оператора пов'язана з прийманням сигналів). Екстремальні умови виникають, якщо людина через сторонній звуковий тиск не може розпізнати корисні сигнали і якщо рівень звукового тиску наближається до больової межі.

Величина звукового тиску звичайно оцінюється в децибелах (дБ). Шепіт людини, який сприймається на відстані 1,5...2 метри від того, хто говорить, становить 1...18дБ; шум у приміщенні, де працюють люди, але нема машин (студентська аудиторія без чутної лекторської мови), - 40дБ; мова людини середньої нормальної гучності, що приймається людиною, котра стоїть поруч - 60 дБ; шум двигуна легкового автомобіля - 75дБ; шум електропоїзда метро, який сприймається на віддалі 3 м від нього - 95дБ; шум реактивного літака - 115дБ.

Вже при рівні звуку 100 дБ виникає загальна втома, знижується працездатність та якість праці. При рівні звуку 100...110 дБ шум та звук викликають гнітючу дію. При рівні звуку (шуму) 110 дБ неможливе мовне спілкування. Больова межа рівня звуку становить 120-130 дБ.

При проектуванні робочих місць рівень звуку понад 80 дБ вважається недопустимим. Рекомендований рівень звуку в приміщеннях для конструкторських та теоретичних робіт і опрацювання експериментальних даних - 50 дБ, в приміщеннях керування, робочих кімнатах- 60 дБ, на робочих місцях у виробничих приміщеннях - не більше 80 дБ.

Якщо рівень звукового тиску перевищує допустимий, використовують індивідуальні та колективні засоби захисту (ізоляція джерела звуку чи робочих приміщень) - вушні заглушки, навушники, шоломи.

Механічні коливання, які виникають при роботі працюючих машин, можуть викликати не лише звуки та шуми, але й вібрації.

Вібрація - це механічні коливання пружних тіл, які характеризуються амплітудою, швидкістю та прискоренням.

За характером дії вібрацію поділяють на загальну та місцеву. Загальні вібрації діють на все тіло людини. Внутрішні органи людини утворюють коливні системи з власною частотою коливань (в межах десятків та сотень Гц). Резонансна частота серця, живота та грудної клітки - 5 Гц, голови - 20 Гц, очних яблук - 60 Гц, центральної нервової системи - 250 Гц. Дія зовнішніх коливань з кратними частотами може викликати резонансні явища та призвести до зміщення та механічних ушкоджень внутрішніх органів. Частота власних коливань людей, що сидять, складає 4...8 Гц.

Вібрація сприймається людиною як природне навантаження, що подібне на важку працю. Вібрації частотою понад 200 Гц перевантажують нервову систему людини, потребують підвищеної психічної напруги.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій

Хімічна небезпека.

Аварії (катастрофи) на підприємствах, транспорті та продуктопроводах можуть супроводжуватися викидом (вилівом) в атмосферу і на прилеглу територію сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), таких як хлор, аміак, синильна кислота, фосген, сірчаний ангідрид та інші. Це являє серйозну небезпеку для населення, заражене повітря уражає органи дихання, а також очі, шкіру та інші органи.

Фактори небезпеки викиду (розливу) хімічно небезпечних речовин: забруднення навколишнього середовища, небезпека для всього живого, що опинилося на забрудненій місцевості (загибель людей, тварин, знищення посівів та ін.), крім того, внаслідок можливого хімічного вибуху виникнення сильних руйнувань на значній території.

Дії у випадку загрози виникнення хімічної небезпеки:

1. Сирени і переривчасті гудки підприємств - це сигнал "Увага всім". Негайно ввімкніть приймач радіотрансляційної мережі або телевізор. Слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та порядок дій.

2. При оголошенні небезпечного стану уникайте паніки.

3. Попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.

4. Виконайте заходи щодо зменшення проникнення отруйних речовин в квартиру (будинок): щільно закрийте вікна та двері, щілини заклейте.

5. Підготуйте запас питної води: наберіть воду у герметичні ємності, підготуйте найпростіші засоби санітарної обробки (мильний розчин для обробки рук).

6. Дізнайтеся у місцевих органів влади про місце збору мешканців для евакуації та уточніть час її початку. Підготуйтеся: упакуйте у герметичні пакети та складіть у валізу документи, цінності та гроші, предмети першої необхідності, ліки, мінімум білизни та одягу, запас консервованих продуктів на 2-3 доби.

7. Перед виходом з будинку вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть засоби захисту.

Дії у випадку раптового виникнення хімічної небезпеки:

1. Уникайте паніки. З одержанням повідомлення (по радіо або іншим засобам оповіщення) про викид (розлив) в атмосферу СДОР та про небезпеку хімічного зараження, виконайте передбачені заходи.

2. Надягніть засоби індивідуального захисту органів дихання та найпростіші засоби захисту шкіри.

3. По можливості негайно залишіть зону хімічного забруднення.

4. Якщо засобів індивідуального захисту немає і вийти із району аварії неможливо, залишайтеся у приміщенні і негайно та надійно герметизуйте приміщення! Зменшить можливість проникнення СДОР (парів, аерозолів) у приміщення: щільно закрийте вікна та двері, димоходи, вентиляційні люки, щілини в рамах вікон та дверей заклейте, вимкніть джерела газо-, електропостачання та загасіть вогонь у печах. Чекайте повідомлень органів влади з питань надзвичайних ситуацій через засоби зв'язку.

5. Знайте, що вражаюча дія конкретної СДОР на людину залежить від її концентрації у повітрі та тривалості, тому якщо немає можливості покинути небезпечну зону, не панікуйте і продовжуйте вживати заходи безпеки.

6. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти, запас питної води та інші необхідні речі у герметичну валізу та підготуйтеся до евакуації.

7. Попередьте сусідів про початок евакуації. Надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

8. Залишаючи приміщення (квартиру, будинок) вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть засоби захисту.

9. Виходьте із зони хімічного зараження в бік, перпендикулярний напрямку вітру та обходьте тунелі, яри, лощини - в низинах може бути висока концентрація СДОР.

10. При підозрі на ураження СДОР уникайте будь-яких фізичних навантажень, необхідно пити велику кількість рідини (чай, молоко, сік, вода) та звернутися до медичного закладу.

11. Вийшовши із зони зараження, зніміть верхній одяг, ретельно вимийте очі, ніс та рот, по можливості прийміть душ.

12. З прибуттям на нове місце перебування, дізнайтеся у місцевих органів державної влади та місцевого самоврядування адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

Надання першої допомоги при ураженні СДОР

В першу чергу негайно захистіть органи дихання від подальшої дії СДОР. Надягніть на потерпілого протигаз або ватно-марлеву пов'язку, попередньо змочивши її водою або 2% розчином питної соди у випадку отруєння хлором, а у разі отруєння аміаком - водою або 5% розчином лимонної кислоти. Винесіть потерпілого із зони зараження та забезпечте йому спокій і тепло.

Радіаційна небезпека

Факторами небезпеки радіації є: забруднення навколишнього середовища, небезпека для всього живого, що опинилося на забрудненій місцевості (загибель людей, тварин, знищення посівів та ін.), крім того, внаслідок можливого атомного вибуху виникнення сильних руйнувань на значній території.

Дії у випадку загрози виникнення радіаційної небезпеки:

1. При оголошенні небезпечного стану не панікуйте, слухайте повідомлення.
2. Попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.
3. Дізнайтеся про час та місце збору мешканців для евакуації.
4. Уменшіть проникнення радіаційних речовин в квартиру (будинок): щільно закрийте вікна та двері, щілини заклейте.
5. Підготуйтеся до можливої евакуації: упакуйте у герметичні пакети та складіть у валізу документи, цінності та гроші, предмети першої необхідності, ліки, мінімум білизни та одягу, запас консервованих продуктів на 2-3 доби, питну воду. Підготуйте найпростіші засоби санітарної обробки (мильний розчин).
6. Перед виходом з приміщення від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ та воду.

Дії у випадку раптового виникнення радіаційної небезпеки:

1. З одержанням повідомлення про радіаційну небезпеку негайно укрийтеся в будинку. Стіни дерев'яного будинку послаблюють іонізуюче

випромінювання в 2 рази, цегляного - у 10 разів; заглиблені укриття (підвали): з покриттям із дерева у 7 разів, з покриттям із цегли або бетону - у 40-100 разів.

2. Уникайте паніки. Слухайте повідомлення органів влади з питань надзвичайних ситуацій.

3. Уменшіть можливість проникнення радіаційних речовин в приміщення.

4. Проведіть йодну профілактику. Йодистий калій вживати після їжі разом з чаєм, соком або водою 1 раз на день протягом 7 діб: дітям до двох років - по 0,040 г на один прийом; дітям від двох років та дорослим - по 0,125 г на один прийом. Водно-спиртовий розчин йоду приймати після їжі 3 рази на день протягом 7 діб: дітям до двох років - по 1-2 краплі 5% настоянки на 100мл молока або годувальної суміші; дітям від двох років та дорослим - по 3-5 крапель на стакан молока або води. Наносити на поверхню кінцівок рук настоянку йоду у вигляді сітки 1 раз на день протягом 7 діб.

5. Уточніть місце початку евакуації. Попередьте сусідів, допоможіть дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

6. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти, запас питної води, найпростіші засоби санітарної обробки та інші необхідні вам речі у герметичну валізу.

7. По можливості негайно залишіть зону радіоактивного забруднення.

8. Перед виходом з будинку вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть протигаз (респіратор, ватно-марлеву пов'язку), верхній одяг (плащ, пальто, накидка), гумові чоботи.

9. З прибуттям на нове місце перебування, проведіть дезактивацію засобів захисту, одягу, взуття та санітарну обробку шкіри на спеціально обладнаному пункті або ж самостійно (зняти верхній одяг, ставши спиною проти вітру, витрясти його; повісити одяг на перекладину, віником або щіткою змести з нього радіоактивний пил та вимити водою; обробити відкриті ділянки шкіри водою. Для обробки шкіри можна використовувати марлю чи просто рушники.

10. Дізнайтеся у місцевих органів державної влади адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

Повінь, паводок

Фактори небезпеки повеней та паводків: руйнування будинків та будівель, мостів; розмив залізничних та автомобільних шляхів; аварії на інженерних мережах; знищення посівів; жертви серед населення та загибель тварин.

Внаслідок повені, паводку починається просідання будинків та землі, виникають зсуви та обвали.

Дії у випадку загрози виникнення повені, паводка:

1. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та інструкції про порядок дій, не користуйтеся без потреби телефоном, щоб він був вільним для зв'язку з вами.

2. Зберігайте спокій, попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.

3. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування місце збору мешканців для евакуації та готуйтеся до неї.

4. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на декілька днів, медикаменти. Складіть все у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.

5. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ.

6. Перенесіть більш цінні речі та продовольство на верхні поверхи або підніміть на верхні полиці.

7. Переженіть худобу на підвищену місцевість.

Пожежа

Щорічно внаслідок пожеж гине та страждає значна кількість людей. В дим та попіл перетворюються цінності на мільярди гривень.

Якщо виникла пожежа - рахунок часу йде на секунди. Не панікуйте та остерігайтеся: високої температури, задимленості та загазованості, обвалу

конструкцій будинків і споруд, вибухів технологічного обладнання і приладів, падіння обгорілих дерев і провалів. Знайте, де знаходяться засоби пожежогасіння, та вмійте ними користуватися.

Заходи щодо рятування потерпілих з будинків, які горять, та під час гасіння пожежі:

1. Перед тим, як увійти в приміщення, що горить, накрийтеся мокрою ковдрою, будь-яким одягом чи щільною тканиною.
2. Відкривайте обережно двері в задимлене приміщення, щоб уникнути посилення пожежі від великого притоку свіжого повітря.
3. В сильно задимленому приміщенні рухайтесь поповзом або пригинаючись.
4. Для захисту від чадного газу необхідно дихати через зволожену тканину.
5. У першу чергу рятуйте дітей, інвалідів та старих людей.
6. Пам'ятайте, що маленькі діти від страху часто ховаються під ліжку, в шафу та забиваються у куток.
7. Виходити із осередку пожежі необхідно в той бік, звідки віє вітер.
8. Побачивши людину, на якій горить одяг, зваліть її на землю та швидко накиньте будь-яку ковдру чи покривало (бажано зволожену) і щільно притисніть до тіла, при необхідності, викличте медичну допомогу.
9. Якщо загорівся ваш одяг, падайте на землю і перевертайтеся, щоб збити полум'я, ні в якому разі не біжіть - це ще більше роздуває вогонь.
10. Під час гасіння пожежі використовуйте вогнегасники, пожежні гідранти, воду, пісок, землю, кошму та інші засоби гасіння вогню.
11. Бензин, гас, органічні масла та розчинники, що загорілися, гасіть тільки за допомогою пристосованих видів вогнегасників, засипайте піском або ґрунтом, а якщо осередок пожежі невеликий, накрийте його азбестовим чи брезентовим покривалом, зволоженою тканиною чи одягом.
12. Якщо горить електричне обладнання або проводка, вимкніть рубильник або електричні пробки, а потім починайте гасити вогонь.

5.3 Висновки до розділу

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» описано екстремальні умови, пов'язані з впливом шуму та порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій

ВИСНОВКИ

Цей аналіз базується на кінетичній моделі сечовини зі змінним об'ємом подвійного пулу. Середній кінетичний об'єм розподілу сечовини 33,0 л на 16,5% нижчий за середню антропометричну оцінку загальної води в організмі, лише 42% від середньої маси тіла

(жінки 40,3, чоловіки 43,9), але пацієнти мали надлишкову вагу (середній індекс маси тіла 27,5 кг/м²; жінки 27,0, чоловіки 27,9). Даугірдаас та ін. спостерігали різницю в об'ємі однакової величини в матеріалі НЕМО, де був ІМТ нижній (25,7 кг/м²) і кінетично визначений об'єм становив 43-44% маси тіла.

Кореляція між G і V є слабкою, хоча вони отримані УКМ з тих самих вхідних змінних, що дозволяє математичний зв'язок. G повністю не залежить від розміру тіла. Співвідношення між G і V у жінок відрізняється від такого у чоловіків. Діаліз до того ж eKt/V , ЕКР або K/V призводить до вищих концентрацій у жінок (табл. 4.3).

$pPCR$ та G залежать від споживання білка з їжею (DPI). Дієта з низьким вмістом білка може мати сприятливий ефект при уремії, але пацієнтам, які перебувають на діалізі, рекомендується досить високе споживання білка. У середньому в цьому дослідженні жінки дотримувалися рекомендацій краще, ніж чоловіки: $pPCR$ 1,15 проти 1,05 г/день/кг нормальної ваги, але коливання $pPCR$ були великими (таблиця 4.1). Цей матеріал занадто малий, щоб зробити висновок, чи є різниця в $pDPI$ та $pPCR$ між жінками та чоловіками універсальним явищем.

Специфічні для пацієнта змінні G і G/V змінюються більш ніж у 7 разів у цьому невідібраному матеріалі (66–494 мкмоль/хв і 2,0–14,3 мкмоль/хв/л, відповідно). Діаліз 3 * 4 години/тиждень до eKt/V 1,2 шляхом регулювання кліренсу діалізатора призводить до 6,8-кратної зміни ТАС і 6,5-кратної зміни РАС. Діаліз до постійного ТАС (17,7 ммоль/л, що дорівнює нижньому цільовому показнику NCDS і середньому ТАС, еквівалентному стандартній дозі НЕМО) означає 7-кратну зміну стандартного ЕКР (1,15–8,12/тиждень).

Важко повірити, що величезні відмінності в концентраціях сечовини в результаті дозування за шкалою V (табл. 4.2) не мають значення. Засоби, мабуть, не вся правда. Варіація не є просто моделюванням: середнє значення фактичних концентрацій сечовини перед діалізом після найдовшого інтервалу становило 23,8, стандартне відхилення 6,5, мінімальне 7,1, максимальне 43,5 ммоль/л і діапазон у 6,1 разів.

Концентрації сечовини відображають баланс між G і K. На відміну від NCDS, у деяких дослідженнях, де DPI, PCR і Kt/V не контролювалися повністю, вищий PAC асоціюється з кращим результатом. У реєстрових дослідженнях кореляція концентрації сечовини перед діалізом до смертності є J- або U-подібною. Висока смертність, пов'язана з низькою концентрацією сечовини, може бути наслідком недоїдання та виснаження, викликаного супутньою патологією. Висока смертність, пов'язана з високою концентрацією, спричинена недостатнім діалізом. У кахектичних вмираючих пацієнтів це так легко досягти низьких концентрацій.

Як ми повинні проводити діаліз пацієнтів із надзвичайно низьким або високим споживанням білка в їжі та швидкістю утворення сечовини? Пацієнти з високим G/V мають високі концентрації при діалізі до постійного eKt/V, EKR або K/V. Чи принесе їм користь більш інтенсивне лікування? Рекомендують sp Kt/V 0,9 для пацієнтів з низьким G і вище для пацієнтів з високим G, приблизно рівне числовому значенню nPCR у графіку 3 */тиждень. Ця стратегія рідко використовувалася в дослідженнях результатів. У цьому дослідженні eKt/V 0,9 використовувався як ціль у сеансах із низьким G (група 1 у таблицях 4.4 і 4.5; 26–33% усіх сеансів). Фактично, імітований діалізний рецепт був визначений шляхом встановлення нижньої межі для eKt/V, EKR або K/V та верхньої межі для концентрації (рис. 4). Середні НЕМО-еквівалентні TAC і PAC (17,7 і 25,4 ммоль/л), які використовуються тут як межі концентрації, є занадто низькими, оскільки вони включають низькі значення сеансів з низьким G. Виключення групи 1 дає 19,9 і 28,6 ммоль/л відповідно, як середні TAC і PAC з решти 455 сеансів. Група 1 діалізується до eKt/V 0,9, а не до будь-якої межі концентрації.

ТАС більш стабільний і призводить до меншої варіації Kt , ніж РАС (SD 17,5 проти 25,3 л). При використанні РАС як ціль високий G може призвести до нижчого ТАС, ніж низький G , але при використанні ТАС як ціль високий G завжди призводить до більш високого ТАС, ніж низький G . ТАС мав більш тісний зв'язок із результатом, ніж РАС у NCDS.

Це дослідження виявило значні міжіндивідуальні відмінності в концентраціях сечовини в результаті використання eKt/V , ЕКР і K/V як цільових доз діалізу в невибраній популяції. Можливо, деякі пацієнти отримують недостатній діаліз, а деякі – надмірний діаліз із застосуванням V -шкали дозування. Якщо більш високі нормалізовані DPI, $pPCR$, G/V і концентрації сечовини у жінок є звичайним явищем у діалізній популяції, це може пояснити, чому жінки отримали користь від більшої дози діалізу за шкалою V у дослідженні НЕМО. Використання лише концентрації сечовини як цільової (дозування за шкалою G) означає значні модифікації традиційного часу та графіків лікування, призводить до неочікуваних відхилень у виведенні інших розчинених речовин і ставить під загрозу результати. Діалізну дозу можна визначити, встановивши нижню межу кліренсу за шкалою V (eKt/V 0,9*3/тиждень, ЕКР 2,7 або K/V 2,1), верхню межу для концентрації сечовини (ТАС 20 ммоль/л або РАС 30 ммоль/л), і нижня межа часу (4 год).

У цьому дослідженні лікування діалізом було модифіковано згодом шляхом моделювання. Це неможливо в реальному житті. Створення досить точного рецепту можливо за допомогою кінетичного моделювання, якщо ми знаємо G , V та Kr пацієнта, але вони можуть змінюватися між сеансами, і існують значні джерела помилок у їх вимірюванні.

Поки ми не знаємо достатньо про метаболізм і токсичність діалізованих уремичних розчинів, ми повинні шукати оптимальне лікування методом проб і помилок, як і досі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Земченков А.Ю., Томилина Н.А. «K/DOQI обращается к истокам хронической почечной недостаточности». Нефрология и диализ, 2004, №3, с.204 - 220
2. KDOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic * Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification. Am J Kidney Dis, 2002, T.2 S uppl.P .1 -246
3. Jander A, Nowicki M, Tkaczyk M et al. Does a late referral to a nephrologist constitute a problem in children starting renal replacement therapy in Poland? - A nationwide study. Nephrol Dial Transplant. 2006 Apr;21(4): 957-961.
4. Wuhl E, Schaefer F. Therapeutic strategies to slow chronic kidney disease progression. Pediatr Nephrol 2008; 23: 705-716
5. Mattoo TK. Epidemiology, risk factors, and etiology of hypertension in children and adolescents. In UpToDate Online 16.1. UpToDate, Inc. Niaudet P (eds.). 2008
6. Association IPH: Blood Pressure Limits Chart. In, 2008 <http://www.pediatrichypertension.org/BPLimitsChart.pdf>
7. Strict blood-pressure control and progression of renal failure in children. ESCAPE Trial Group, Wuhl E, Trivelli A, Picca S et al. N Engl J Med. 2009 Oct22; 361(17): 1639-50
8. Rene G. VanDeVoorde, Bradley A. Warady. Management of Chronic Kidney Disease, from Pediatric Nephrology; 1676-1677; Springer 2009
9. Clinical practice recommendations for anemia in chronic kidney disease in children. Am J Kidney Dis 2006;47:86-108.
10. Rene G. VanDeVoorde, Bradley A. Warady. Management of Chronic Kidney Disease, from Pediatric Nephrology; 1666-1670; Springer 2009
11. Boehm M, Riesenhuber A, Winkelmayr WC, Arbeiter K, Mueller T, Aufricht C. Early erythropoietin therapy is associated with improved growth in children with chronic kidney disease. Pediatr Nephrol. 2007 Aug;22(8): 1189-93

12. Jabs K. the effect of recombinant human erythropoietin on growth and nutritional status. *Pediatr Nephrol* 1996; 10: 324-327
13. Gerson A, Hwang W, Fiorenza J et al. Anemia and health-related quality of life in adolescents with chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis.* 2004; 44: 1017-1023
14. Wingen AM, Fabian-Bach C, Schaefer F et al. Randomised multi-centre study of a low-protein diet on the progression of chronic renal failure in children. European Study Group of Nutritional Treatment of Chronic Renal Failure in Childhood. *Lancet* 1997; 349: 1117-1123
15. Pereira AM, Hamani N, Nogueira PC, Carvalhaes JT. Oral vitamin intake in children receiving long-term dialysis. *J Ren Nutr.* 2000 Jan; 10(1): 24-9
16. Lesley R, Vanessa S. Nutrition in children with CRF and on dialysis. *Pediatr Nephrol.* 2007; 22; 1689 – 1702
17. Mehls O, Wuhl E, Tonshoff B et al. Growth hormone treatment in short children with chronic kidney disease. *Acta Paediatr.* 2008 Sep; 97(9): 1159- 64
18. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for bone metabolism and disease in chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis.* 2003 Oct; 42(4 Suppl 3):S 1-201
19. Clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. K/DOQI, National Kidney Foundation. *Am J Kidney Dis* 2000;35:S 1-140.
20. Seikaly MG, Salhab N, Browne R. Patterns and time of initiation of dialysis in US children. *Pediatr Nephrol* 2005; 20:982-988
21. National Kidney Foundation. K/DOQI. 2006 updates clinical practice guidelines and recommendations. http://www.kidney.org/professionals/kdoqi/pdf/12-50-0210_JAG_DCP_Guidelines-HD_Qet06_SectionA_ofC.pdf
22. KDIGO for Anemia in Chronic Kidney Disease. 201

ДОДАТКИ

УДК 616.61-78+51-37

В.С. Шкурін, Л.Є. Дедів, к.т.н., доцент, В.Г. Дозорський, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ДОЗИ ГЕМОДІАЛІЗУ ДІАЛІЗУ

V.S. Shurin, L.Ye. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof., V.G. Dozorsky, Ph.D., Assoc. Prof.
DETERMINATION OF THE QUALITY AND DOSAGE OF HEMODIALYSIS

Основна функція апаратів «штучної нирки» – це надання людям з не функціонуючими нирками, або з хронічно хворобою нирок (ХХН) повноцінного життя. В даній роботі ми описуємо як дізнатись наскільки якісно проводиться гемодіаліз з врахуванням ступеня зниження сечовини (Kt/V), в свою чергу дані про ступінь зниження сечовини будуть записуватись в електронну карточку пацієнта.

В даній час більшість, якщо не всі апарати гемодіалізу мають програму в якій можливо вести електронну карту кожного з пацієнтів, де буде записано час, ціль ультрафільтрації, рівень натрію виставлений лікарем, бікарбонатна проводимість, температура і решта даних які виставляються з врахуванням стану пацієнта. Всі ці данні впливають на якість діалізу та й на самопочуття пацієнта.

Процедура діалізу має багато нюансів один з яких звучить як «суха вага», тобто вага при якій апарат знімає лишню рідину, сіль і низько та середньо молекулярні токсини, при цьому залишаючи в організмі всі необхідні для нормального самопочуття мікроелементи й відсоток води в тілі. Коли ціль ультрафільтрації перевищує різницю ваги пацієнта і «сухої ваги» пацієнта існує ряд побічних ефектів таких як гіпотензія, нудота і т.д.

Завдяки даним про ступінь зниження сечовини зразу ж після діалізу в електронній картці пацієнта, дає змогу вираховувати дозу діалізу, оскільки частка зниження сечовини має бути щонайменше 65–70%.

Доза діалізу це тривалість і частота з якою хворий має відвідувати дану процедуру, іноді у людей з ХХД існують проблеми з високомолекулярними токсинами це можна корегувати медикаментозно або з паралельним використанням гемодіафільтрації (ГДФ). Дана процедура більш ефективна у виведенні високо та середньо молекулярних токсинів. Для будь-якого проведення діалізу, чи то гемодіафільтрація чи то просто гемодіафільтрація все рівно залишається незмінно важлива концентрація сечовини в організмі.

Поєднання програми для налаштування апарату індивідуально для кожного з пацієнтів з даними по зниженню сечовини в ході гемодіалізу, можна добитись того, що корегування мінімуму ультрафільтрації та ультрафільтрації відбуватиметься автоматично опираючись на дані внесені в карту пацієнта протягом тривалого часу, при необхідності дані також можна змінювати вручну.

Дана інформація важлива для пацієнтів в першу чергу оскільки сам процес займає багато часу в житті хворого. Створення електронної картки хворого допомагає оперативно в будь якому місці дізнатись оптимальні дані для проведення гемодіалізу. Ступінь зниження сечовини в ході гемодіалізу в іншому місці, оскільки існують випадки коли пацієнтам по роботі чи іншим причинам слід на пару днів поїхати в інше місто, або країну, може допомогти відстежити якість проведення даної процедури.

В різних відділеннях гемодіалізу зазвичай бувають зовсім інші апарати й розхідний матеріал, це все може впливати на сам процес діалізу. Тому такі дані як ступень зниження сечовини доволі непогано допомагають знайти ту саму «золоту середину».