**Міністерство освітиІ науки україни**

**Національний авіаційний університет**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**КАФЕДРА БІОКІБЕРНЕТИКИ ТА АЕРОКОСМІЧНОЇ МЕДИЦИНИ**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.Д. Кузовик

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

## ДИПЛОМНА РОБОТА

**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

Випускника освітнього ступеня магістр

За спеціальністю 163 “Біомедична Інженерія”

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

**Тема: «Методика оцінювання функціонального стану ниркової системи»**

Виконавець: студ. групи БІ-209 М\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мойсеєнко Віталій Сергійович

Керівник: к.т.н., доцент Іванець Ольга Борисівна

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Іванець Ольга Борисівна

 (підпис) (П.І.Б.)

КИЇВ 2020

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

Спеціальність 163 – Біомедична інженерія

Спеціалізація 163 – Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

 Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.Д. Кузовик

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

**\_ Мойсеєнко Віталія Сергійовича**

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

Тема дипломної роботи «**Методика оцінювання функціонального стану ниркової системи**»

1. Тема роботи “Методика оцінювання функціонального стану ниркової системи ” затверджена наказом ректора від “24” жовтня 2019 р. №2477/ст.
2. Термін виконання роботи: з 14.10.2019 р. по 29.12.2019 р. та з 20.01.2020 р. по 09.02.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: система прийняття рішень.
4. Зміст пояснювальної записки: ососбливості функціонування видільної системи; фактори ризику хронічної хвороби нирок; розробка математичної моделі для оцінювання стану пацієнтів з нирковим порушенням.
5. Перелік обов’язкового ілюстративного матеріалу: Стадії захворювань, що характеризують ниркову недостатність; блок - схема процесу прийняття рішень.
6. Календарний план-графік

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №пор. | Завдання | Термін виконання  | Відмітка про виконання |
| 1.  | Проведення аналізу літературних джерел. |  14.10.2019 по 3.11.2019 | Виконано |
| 2. | Обговорення та оформлення з науковим керівником першого розділу роботи. |  04.11.2019 по 17.11.2019 | Виконано |
| 3. | Обговорення та оформлення з науковим керівником другого розділу роботи. | 18.11.2019 по 01.12.2019 | Виконано |
| 4. | Обговорення та оформлення з науковим керівником третього розділу роботи. | 2.12.2019 по 12.01.2020 | Виконано |
| 5. | Написання розділу з охорони праці та охорони навколишнього середовища. | 13.01.2020 по 26.01.2020 | Виконано |
| 6. | Оформлення пояснювальної записки. | 27.01.2020 по 02.2020 | Виконано |

1. Консультація з окремих розділів:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва розділу | Консультант (посада, П.І.Б.) | Дата, підпис |
| Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона навколишнього середовища | К.г-м., доцент, Дудар Тамара Вікторівна | 21.10.2019 р. | 21.10.2019 р. |
| Охорона праці | К.т.н., доцент Кажан Катерина Іванівна | 21.10.2019 р. | 21.10.2019 р. |

7. Дата видачі завдання: “21"жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Іванець Ольга Борисівна

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мойсеєнко Віталій Сергійович

**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Методика оцінювання функціонального стану ниркової системи» містить 87 с., 16 рис., 7 табл., 34 літературних джерела.

Актуальність полягає у оцінюванні ниркової системи пацієнтів у яких простежуються серйозні ниркові порушення. Своєчасне оцінювання факторів впливу на нирки дає можливість якісно здійснити профілактичні та лікувальні заходи і спрогнозувати перебіг хвороби. Такі методи оцінювання є достатньо актуальними, оскільки розповсюдженість захворювань даної етіології в світі є достатньо великою.

 Проблема: недостатній рівень достовірності оцінювання ниркової системи людини під час профілактики та лікування захворювань.

 Мета: розробка методики оцінювання функціонального стану нирок з урахуванням факторів впливу.

 Задачі:

* проведення аналізу нормованих показників сечовидільної системи.
* використавши статистичні дані медичного центру «Надія» розробити математичну модель для оцінювання стану пацієнтів;
* застосувати математичну модель для оцінювання стану ниркової системи та дестабілізуючих факторів, що впливають на перебіг захворювань, використовуючи методологію IDEF0.

Видільна система, нирки, хронічна ниркова недостатність, математична модель, оцінювання стану.

ЗМІСТ

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 8](#_Toc31558558)

[ВСТУП 9](#_Toc31558559)

[РОЗДІЛ 1 11](#_Toc31558560)

[ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ 11](#_Toc31558561)

[1.1 Будова сечовидільної системи людини 11](#_Toc31558562)

[1.2 Кількість, склад і властивості сечі 15](#_Toc31558563)

[1.3 Регуляція діяльності нирок 21](#_Toc31558564)

[1.4 Метаболічна функція нирок 22](#_Toc31558565)

[1.5 Основні функції сечовидільної системи людини 23](#_Toc31558566)

[1.6 Вікові особливості структури і функції нирок 25](#_Toc31558567)

[1.7 Наслідки видалення нирки і «штучна нирка» 25](#_Toc31558568)

[1.8 Причини, які призводять до хронічної ниркової недостатності 27](#_Toc31558569)

[ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 28](#_Toc31558570)

[РОЗДІЛ 2 29](#_Toc31558571)

ФАКТОРИ РИЗИКУ [ХРОНІЧНОЇ ХВОРОБИ НИРОК. 29](#_Toc31558572)

[2.1 Розповсюдженість хронічної хвороби нирок 29](#_Toc31558573)

[2.2 Патогенетичні аспекти виникнення хронічної хвороби нирок 32](#_Toc31558574)

[2.3 Екстракорпоральні методи замісної ниркової терапії для підтримання життєдіяльності хворих з нирковою недостатністю 36](#_Toc31558575)

[2.4 Розподіл хворих, що проходять плановий гемодіаліз 37](#_Toc31558576)

[2.5 Фактори ризику, що впливають на пацієнтів з хронічною хворобою нирок 44](#_Toc31558577)

[ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 47](#_Toc31558578)

[РОЗДІЛ 3 48](#_Toc31558579)

[РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПАЦІЄНТІВ З НИРКОВИМИ ПОРУШЕННЯМИ 48](#_Toc31558580)

[3.1 Формалізація процесу оцінювання функціонального стану видільної системи 48](#_Toc31558581)

[Першим етапом формалізації процесу прийняття рішення щод функціонального стану видіяльної системи є моделювання функціональних процесів зазначеної підсистеми відомими пактерами моделювання. 48](#_Toc31558582)

[3.2 Запропонований алгоритм методики оцінювання функціонального стану ниркової системи 57](#_Toc31558583)

[3.3 Методика прийняття рішення при оцінюванні функціонального стану ниркової системи 58](#_Toc31558584)

[3.4 Переваги запропонованої методики оцінювання функціонального стану ниркової системи пацієнтів 59](#_Toc31558585)

[3.5 Методика прийняття рішення при проведені лікувально – діагностичних процедур хворим на хронічну хворобу нирок 60](#_Toc31558586)

[ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 61](#_Toc31558587)

[РОЗДІЛ 4 62](#_Toc31558588)

[ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 62](#_Toc31558589)

[4.1 Основні джерела забруднення навколишнього середовища, їх вплив на пацієнтів, хворих на хронічну хворобу нирок 62](#_Toc31558590)

[4.2 Зв'язок інфекційних та запальних процесів у хворих на хронічну ниркову недостатність з екологічними факторами навколишнього середовища 64](#_Toc31558591)

[4.3 Технологічні та санітарно-технічні заходи захисту оточуючого середовища від забруднення, яке відбувається при виробництві та експлуатації біомедичної апаратури 67](#_Toc31558592)

[ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 69](#_Toc31558593)

[РОЗДІЛ 5 70](#_Toc31558594)

[ОХОРОНА ПРАЦІ 70](#_Toc31558595)

[5.1 Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що діють при експлуатації апарату «штучна нирка» 70](#_Toc31558596)

[5.2 Технічні заходи, що виключають або обмежують дію на персонал небезпечних і шкідливих факторів 73](#_Toc31558597)

[5.3 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом 74](#_Toc31558598)

[5.4 Нормалізація параметрів мікроклімату 75](#_Toc31558599)

[5.5 Забезпечення пожежної і вибухової безпеки 76](#_Toc31558600)

[5.6 Інструкція з техніки безпеки при експлуатації апаратно – лікувального комплексу «штучна нирка» 78](#_Toc31558601)

[5.7 Вимоги безпеки під час виконання роботи та по її закінченню 80](#_Toc31558602)

[5.8 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях 81](#_Toc31558603)

[ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 82](#_Toc31558604)

[ВИСНОВОК 83](#_Toc31558605)

[СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 84](#_Toc31558606)

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АГ – артеріальна гіпертензія

АДГ – антидіуретичний гормон

БАР – біологічно активні речовини

ГД – гемодіаліз

ГДФ – гемодіафільтрація

ГХС - гіперхолестеринемія

ЗНТ – замісна ниркова терапія

ІМТ – індекс маси тіла

ЛПД – лікувально – діагностичний процес

ПГ - порушена глікемія

ПТГ – паратиреоїдний гормон

ХНН – хронічна ниркова недостатність

ХХН – хронічна хвороба нирок

ЦД – цукровий діабет

ШКФ – швидкість клубочкової фільтрації

ХХН-V – хронічна хвороба нирок п'ятої стадії

# ВСТУП

Однією з найважливіших проблем розвитку медицини в Україні та загалом у світі є явна нестача можливостей аналітичної обробки інформації в умовах постійного зростання її об`ємів і потреба швидкого прийняття правильних рішень при діагностиці та лікуванні різного роду захворювань.

Однією із таких фундаментальних хвороб можна вважати хронічну хворобу нирок (ХХН). Понад 500 млн осіб у світі (кожен десятий дорослий) мають ураження нирок. Щороку мільйони хворих помирають від первинних гострих серцевих нападів, які є наслідком невизначеної раніше патології нирок. Крім того, протягом останнього десятиріччя спостерігається значне збільшення поширеності хвороб нирок як в Україні, так і в усьому світі. У структурі хронічних хвороб чільне місце посідає хронічна ниркова недостатність, вона ж викликає значне погіршення якості життя людей, спричиняє високу інвалідизацію пацієнтів працездатного віку, призводить до високої смертності населення [8].

Актуальність даної роботи полягає у оцінюванні ниркової системи пацієнтів, у яких простежуються серйозні ниркові порушення, як цілісної системи, своєчасне оцінювання факторів впливу якої дасть можливість якісно здійснити профілактичні та лікувально – діагностичні заходи і спрогнозувати перебіг хвороби. Такі методи оцінювання є достатньо актуальними, оскільки розповсюдженість захворювань даної етіології в світі є достатньо великою. На меті є розробка методики оцінювання функціонального стану нирок і системи в цілому з урахуванням дестабілізуючих факторів впливу, механізмів регуляції тощо.

У дипломній роботі наочно поставлені наступні задачі, такі, як проведення аналізу нормованих показників сечовидільної системи та з'ясування причин відхилення показників, використання статистичних даних медичного діалізного центру, для постановки плану розробки математичної моделі для оцінювання стану пацієнтів, що хворіють на ХХН, а також, використовуючи методологію IDEF0, застосувати математичну модель для оцінювання стану ниркової системи та дестабілізуючих факторів, що впливають на перебіг захворювань, та з'ясувати фактори, що допомагають спрогнозувати та попередити подальші ускладнення захворювань та внести корисні корективи у лікувально – діагностичний процес.

Для аналізу і виробок пропозицій в системі прийняття рішень використовуються різні методи. Це можуть бути: інформаційний пошук, інтелектуальний аналіз даних, пошук знань в базах даних, міркування на основі прецедентів, імітаційне моделювання, еволюційні обчислення і генетичні алгоритми, нейронні мережі, ситуаційний аналіз, когнітивне моделювання та інше. Деякі з цих методів були розроблені в рамках штучного інтелекту.

# РОЗДІЛ 1

#  ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ

## 1.1 Будова сечовидільної системи людини

Особливості розташування та структури ниркових мисок часто є причинами розвитку того чи іншого захворювання нирок. Кровопостачання нирки забезпечується ниркової артерією, що відходить від черевної аорти, і ниркової веною, що впадає в систему нижньої порожнистої вени. У нормі за три хвилини ниркова система прокачує всю кров, яка циркулює в організмі. У хвилину в нефронах нирки фільтрується близько 100 мл сечі. Завдяки цьому здорова людина щодоби здатна виділяти від півтора до двох літрів сечі, в залежності від кількості випитої рідини.

Особливості роботи видільної системи людини полягає об'єднання органів, які синтезують сечу з продуктів життєдіяльності і виділяють її з організму, що є трудомісткою задачею при її оцінюванні. У цій системі органи поділяються на сечоутворюючі (нирки) і сечовивідні (сечоводи укупі з сечовим міхуром і сечівником).

Нирка паренхіматозний орган бобовидной форми, що складається з коркового і мозкового шарів. Нирка розташована в поперековій області. З внутрішньої сторони в нирку, через ниркові ворота входять кровоносні судини (нижня порожниста вена і аорта). У свою чергу, в тому ж місці з нирок виходять сечоводи. Зовні орган покритий жирової і сполучно-тканинної капсулами.

Структурно - функціональною одиницею нирки є нефрон як сукупність клубочків і вивідних канальців тому можна його розглядати як ієрархічну одиниці ждя оцінювання функціонального стану нирки в цілому. У зв’язку з ти що, нирка це орган, який грає головну роль в процесі детоксикації організму його математична формалізація має певні особливості. Решта органів сечовидільної системи виконують лише функції накопичення і виведення сечі. У нормі нирки є парним органом, проте в разі генетичних аномалій, нирки можуть бути подвоєними. У певних випадках у людини оперативним шляхом може віддалятися одна нирка. Розмір кожної нирки коливається в межах від 10 до 12 см по довжині, по товщині до 4 см. Маса кожної нирки становить близько 200 грам [20]. Нирки є органами, що розташовуються в заочеревинному просторі, тобто черевина їх покриває тільки спереду. Розташовуючись в поперековій області по обидва боки від хребта, нирки можуть маскуватися під болі, що виникають при поперековому остеохондрозі. У переважній більшості випадків ліва нирка знаходиться трохи вище правої. Кожна нирка має в своєму арсеналі тонку захисну капсулу з жировим прошарком, що дозволяє їй утримуватися на певному рівні щодо хребта. Коли людина робить вдих, нирки в нормі зміщуються на 3 см. У разі більшої амплітуди можна говорити про патологічні рухливості органу. Нирка має два основних шари: корковий і мозковий. Мозковий шар має коричневий колір з відливом червоного кольору через велику кількість кровоносних судин. Корковий шар має в своєму складі клубочки нефронів, основної функціональної одиниці нирки. Мозковий шар складається з численної кількості пірамідок, на верхівках яких розташувалися мікрососочки. Ці сосочки передають утворену в паренхімі сечу в маленькі чашечки, які об'єднуються у великі чашечки і ті, в свою чергу в ниркові балії. Ниркові балії за своєю структурою можуть бути ампулярними або гіллястими, а по розташуванню внутрішньо або поза нирковими [7].

Обсяг виділеної щодобового сечі завжди менше приблизно на 300-500 мл об'єму випитої рідини за добу. Кров по нирковій системі проходить не просто транзитом, по шляху вона позбавляється від безлічі непотрібних метаболітів і очищається. Цьому сприяють мільйони нефронів, що знаходяться в нирках.

У звязку з тим що нефрон є основною функціональною одиницею нирок, завдяки якому і здійснюється обмін речовин в крові, тому можна представити нефрон як параметр, що може бути оцінений за рахунок швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ). Даний параметр характеризує, який об'єм сечі утворюється в нирках за одиницю часу. Він зазвичай виражається в мл/хв, та є дуже важливим показником, оскільки за його допомогою можна оцінити здатність нирок виконувати свою основну функцію – очищати плазму крові і утворювати сечу. Нефрон складається з клубочка судин і канальців. У судинній сітці нефронів відбувається обробка крові і утворення первинної сечі, позбавленої непотрібних продуктів обміну речовин. Первинна сеча має невелику питому вагу і містить такі необхідні організму цукру і інші поживні речовини.

Первинна сеча надходить в канальці, де піддається повторній обробці, і необхідні живильні речовини всмоктуються з первинної сечі назад у кровотік. Отримана сеча має більш високу питому вагу, містить продукти обміну речовин. Далі сеча надходить до сечоводу представляє собою порожнистий м'язовий орган (трубку) довжиною близько 30 см, а товщину просвіту до 12 мм. Вироблена в нирковій системі сеча надходить у сечовий міхур за допомогою м'язових скорочень сечоводу. Розміри сечоводу суто індивідуальні і залежать не тільки від росту людини, його комплекції, але і від генетичних факторів. Так, при аномаліях розвитку, довжина може різко відрізнятися від зазначеної. Функція сечоводу полягає у виведенні сечі з нирок за рахунок скорочення м'язових волокон, а також підтримує нормальну уродинаміку. Стінка сечоводу має кілька шарів:

* внутрішній (слизовий) - вистелений багатошаровим перехідним епітелієм;
* середній (м'язовий) - м'язові волокна орієнтовані в різних напрямках;
* зовнішній (адвентіціальние) складається з сполучної тканини.

Далі після сечоводу діурез надходить до сечового міхура, який представлений порожнистим органом, в якому накопичується сеча до моменту сечовипускання. Сигналом до сечовипускних позивів є обсяг скопленої сечі в кількості 200 мл. Місткість сечового міхура різна, але в середньому становить 300-400 мл. Сечовий міхур має тіло, дно, верхівку і шийку. Форма його змінюється в залежності від ступеня наповнення. Стінка зовні покрита серозною оболонкою, слідом за якою йде м'язова (гладка м'язова тканина), всередині сечовий міхур вистелений слизовою оболонкою, що складається з перехідного епітелію. Крім цього присутній залозистий епітелій і лімфатичні фолікули.

М'язова тканина не однорідна і в цілому утворює детрузор, який ближче донизу має звуження - сфінктер сечового міхура. Коли міхур не містить сечі, він не викликає будь-яких відчуттів у людини. Однак, коли кількість сечі (у міхурі) перевищує 300 мл і більше, у людини з'являється позив до сечовипускання. Місткість сечового міхура у кожного індивідуума різна, але механізм роботи сечового міхура один і той же. Кількість сечовипускань залежить не тільки від особливостей організму, але також і від режиму харчування, температури навколишнього середовища, захворювань людини. У нормі кількість сечовипускань людини коливається від 4 до 8 разів на добу. Сеча виводиться з сечового міхура за допомогою сечівника. Завданнями сечовидільної системи є виведення з людського організму безлічі шлаків, токсинів та інших непотрібних продуктів обміну речовин.

Сеча, що утворюється в ниркових канальцях, виділяється в ниркову чашечку, а потім у фазі систоли ниркової чашки відбувається випорожнення в ниркову лоханку. Остання поступово заповнюється сечею, і за досягненні порогу подразнення виникають імпульси від барорецепторів, мускулатура скорочує ниркову миску, розкривається просвіт сечоводу, і сеча завдяки скороченням його стінки просувається в сечовий міхур. Обсяг сечі в міхурі поступово збільшується, його стінка розтягується, але спочатку напруга стінок не змінюється і тиск в сечовому міхурі не росте. Коли об'єм сечі в міхурі досягає певної межі, наростає напруга гладком'язових стінок і підвищується тиск рідини в його порожнині. Подразнення механорецепторів сечового міхура визначається розтягненням його стінок, а не збільшенням тиску.

Істотне значення має швидкість наповнення міхура: при швидкому розтягуванні сечового міхура різко збільшується імпульсація в аферентних волокнах тазового нерва. Після випорожнення міхура напруга стінки зменшується і швидко знижується імпульсація [15].

 В процесі сечовипускання сеча виводиться з сечового міхура в результаті рефлекторного акту. Наступають скорочення гладкої м'язи стінки сечового міхура, розслаблення внутрішнього і зовнішнього сфінктерів сечовипускального каналу, скорочення м'язів черевної стінки і дна таза; водночас відбувається фіксація грудної стінки і діафрагми. В результаті сеча, перебувала в сечовому міхурі, виводиться з нього.

  При подразненні механорецепторів сечового міхура імпульси по доцентрових нервах надходять у крижові відділи спинного мозку, в II - IV сегментах якого знаходиться рефлекторний центр сечовипускання. Перші позиви до сечовипускання з'являються у людини, коли об'єм вмісту міхура досягає 150 мл. Посилений же потік імпульсів настає при збільшенні обсягу до 200-300 мл. Центр сечовипускання знаходиться під впливом вищерозміщених відділів мозку, що змінюють поріг збудження рефлексу сечовипускання. Гальмуючі впливу на цей рефлекс виходять із кори великого мозку і середнього мозку, збуджуючі - з заднього гіпоталамуса і переднього відділу мосту мозку.

  Збудження центру сечовипускання викликає імпульсацію в парасимпатичних волокнах тазових нервів, при цьому стимулюється скорочення м'язу сечового міхура, тиск в ньому зростає до 20-60 см вод. ст., розслаблюється внутрішній сфінктер сечовипускального каналу. Потік імпульсів до зовнішнього сфінктеру сечовипускального каналу зменшується, його м'яз розслабляється, і починається сечовипускання [8].

  Розтягування міхура і просування сечі по сечівнику веде до зміни імпульсації і настає розслаблення зовнішнього сфінктера. Рух сечі по сечівнику відіграє важливу роль у акті сечовипускання, воно рефлекторно стимулює скорочення сечового міхура. Надходження сечі в задні відділи сечовипускального каналу і його розтягнення сприяють скороченню м'язів сечового міхура.

## 1.2 Кількість, склад і властивості сечі

Діурезом називають кількість сечі, що виділяється людиною за певний час. Ця величина у здорової людини коливається в широких межах в залежності від стану водного обміну. При звичайному водному режимі за добу виділяється 1-1,5 л сечі. Концентрація осмотично активних речовин у сечі залежить від стану водного обміну та становить 50 - 1450 мосмоль/кг Н2О. Після споживання значної кількості води і при функціональній пробі з водним навантаженням (випробуваний випиває воду в об'ємі 20 мл на 1 кг маси тіла) швидкість сечовиділення досягає 15-20 мл/хв. В умовах високої температури навколишнього середовища внаслідок зростання потовиділення кількість виділюваної сечі зменшується. Вночі під час сну діурез менше, ніж вдень [11].

 **Таблиця 1.1**

**Склад і властивості сечі**

**(склад плазми крові, первинної та вторинної сечі (у масових %)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Речовини** | **Плазма крові** | **Первинна сеча** | **Вторинна сеча** |
| Вода | 90,0 - 91,0 | 99,0 | 96,0 |
| Білки | 7,0 - 8,0 | — | — |
| Глюкоза | 0,12 | 0,10 | — |
| Йони Натрію (Na ) | 0,30 | 0,30 | 0,40 |
| Йони Калію (К) | 0,02 | 0,02 | 0,15 |
| Йони Хлору (СІ ) | 0,40 | 0.40 | 0,70 |
| Сечовина | 0,03 | 0,03 | 2,00 |
| Сечова кислота | 0,004 | 0,004 | 0,05 |

Як показано у таблиці 1.1, з сечею можуть виділятися більшість речовин, які містяться в плазмі крові, а також деякі сполуки, синтезовані в нирці. З сечею виділяються електроліти, кількість яких залежить від споживання з їжею, а концентрація в сечі - від рівня сечовиділення. Добова екскреція натрію складає 170-260 ммоль, калію - 50-80 ммоль, хлору - 170-260 ммоль, кальцію – 5 ммоль, магнію – 4 ммоль, сульфату – 25 ммоль [12].

  Нирки слугують головним органом екскреції (виведення з організму речовин, які утворилися в процесі метаболізму) кінцевих продуктів азотистого обміну. У людини при розпаді білків утворюється сечовина, складова до 90 % азоту сечі; її добова екскреція досягає 25-35 р. З сечею виділяється 0,4-1,2 г азоту аміаку, 0,7 г сечової кислоти (при споживанні їжі, багатої на пурини, виділення зростає до 2-3 м). Купити Креатин, утворюється в м'язах з фосфокреатина, переходить у креагинин; його виділяється близько 1,5 г на добу.

У невеликій кількості в сечу надходять деякі похідні продуктів гниття білків у кишечнику - індол, скатол, фенол, які в основному знешкоджуються в печінці, де утворюються парні сполуки з сірчаною кислотою - индоксилсерная, скатоксилсерная та інші кислоти. Білки в нормальній сечі виявляються в дуже невеликій кількості (добова екскреція не перевищує 125 мг). Невелика протеїнурія спостерігається у здорових людей після важкого фізичного навантаження і зникає після відпочинку [6].

 Глюкоза в сечі в звичайних умовах не виявляється. При надмірному споживанні цукру, коли концентрація глюкози в плазмі крові перевищує 10 ммоль/л, при гіперглікемії іншого походження спостерігається глюкозурія - виділення глюкози з сечею. Колір сечі залежить від величини діурезу і рівня екскреції пігментів. Колір змінюється від світло-жовтого до оранжевого. Пігменти утворюються з білірубіна жовчі в кишечнику, де білірубін перетворюється на уробілін та урохром, які частково всмоктуються в кишечнику і потім виділяються нирками. Частина пігментів сечі являє собою окислені в нирці продукти розпаду гемоглобіну.

 З сечею виділяються різні біологічно активні речовини і продукти їх перетворення, за якими певною мірою можна судити про функції деяких залоз внутрішньої секреції. У сечі виявлені похідні гормонів коркової речовини надниркових залоз, естрогени, антидіуретичний гормон, вітаміни (аскорбінова кислота, тіамін), ферменти (амілаза, ліпаза, трансаминаза та ін). При патології в сечі локалазуються речовини, які зазвичай в ній не виявляються, - ацетон, жовчні кислоти, гемоглобін та ін.

 У наступній таблиці 1.2 наведено показники крові, які характерні для нормального значення, а також патологічних змін у організмі людини, а також у таблиці 1.3 наведено мінеральні компоненти сечі, які є основними.

**Таблиця 1.2**

**Нормовані показники сечі**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показник** | **Нормальне значення** | **Відхилення** |
| Колір | Від солом'яного до янтарно-жовтого | Колір сечі може змінюватися після вживання деяких продуктів (буряк, ревінь) або прийому ліків (аспірин, нафтол та ін.), може бути викликаний і захворюваннями. Сеча темного кольору з'являється при хворобах печінки, зеленого - при закупорці жовчних проток, кольору «м'ясних помиїв» - при наявності крові. |
| Прозорість | Повністю прозора | Сеча стає каламутною від присутності в ній бактерій, слизу, жирів або великої кількості мінеральних речовин і білка |
| Реакція (рН) | 4,6-8,0 | Кислотність сечі залежить від вживаних продуктів: при переважанні м'ясної їжі реакція стає кислою, при відсутності такої - зсувається в лужну сторону. Підвищена кислотність сечі може свідчити про хвороби нирок, цукровий діабет, знижена - про хронічні інфекції сечовивідних шляхів. |
| Відносна щільність | 1,010-1,025 | Відносна щільність сечі залежить від багатьох факторів: прийомів їжі, кількості випитої рідини, температури навколишнього середовища, часу доби. Знижена відносна щільність свідчить про хронічні захворювання нирок, підвищена - про цукровий діабет, [серцеву недостатність](https://healthday.in.ua/zakhvoryuvannya/khronichna-sertseva-nedostatnist). |
| Білок | Відсутній | Білок в сечі може з'явитися при захворюваннях сечової сфери: нирок, сечоводів, сечового міхура. Невелика його кількість може бути наслідком фізичного навантаження, проте в цьому випадку білок швидко зникає. |
| Глюкоза | Відсутня | Якщо в сечі виявлено глюкоза, значить, підвищений і її вміст в крові. Це свідчить про [цукровий діабет](https://healthday.in.ua/zakhvoryuvannya/tsukrovij-diabet), нестачу гормонів щитовидної залози. Іноді вміст глюкози підвищується через вживання великої кількості солодкої їжі, але в цьому випадку глюкоза з сечі швидко зникає. |
| Кетонові тіла | Відсутні | Насправді в сечі міститься дуже невелика кількість кетонових тіл, але в разових порціях їх не виявляють. Підвищення рівня кетонових тіл спостерігається при важкому декомпенсованому цукровому діабеті. Вони можливо при отруєннях, токсикозах, голодуванні, шлунково-кишкових розладах, а також внаслідок постійного вживання їжі, багатої жирами. |
| Білірубін | Відсутній | Білірубін в сечі з'являється при ураженнях печінки і порушення відтоку жовчі. |
| Уробіліноген | 5-10 мг/л | Підвищення вміст уробіліногену свідчить про поразки печінки, жовчні або ниркові кольки, [холецистит](https://healthday.in.ua/zakhvoryuvannya/kholetsistit), ентерит, запор і т.і. Повна відсутність уробіліногену є ознакою жовчнокам'яної хвороби |
| Гемоглобін | Відсутній |   |
| Еритроцити (мікроскопія) чоловікижінки | 0-1 в полі зору0-3 в полі зору | Наявність еритроцитів свідчить про крові в сечі - гематурії. Виділяють макрогематурію (колір сечі змінений) і мікрогематурію (колір сечі не змінений).Гематурія зустрічається при ураженні сечовивідних шляхів ([цистит](https://healthday.in.ua/zakhvoryuvannya/yak-ta-chim-likuvati-tsistit-u-zhinok), уретрит, пухлина, проходження каменю), гломерулонефритах, туберкульозі та інших захворюваннях нирок. |
| Лейкоцити (мікроскопія)чоловікижінки | 0-3 в полі зору0-5 в полі зору | Підвищений рівень лейкоцитів в сечі спостерігається при запальних захворюваннях нирок і сечовивідних шляхів |
| Епітеліальні клітини (мікроскопія) | 0-10 в полі зору | Поява в сечі великої кількості клітин слизової оболонки сечового міхура, сечоводів, великих проток передміхурової залози може спостерігатися при запаленні цих органів, при сечокам'яній хворобі і новоутвореннях сечовивідних шляхів.Клітини ниркового епітелію виявляються при ураженнях нирок, інтоксикаціях, гарячкових, інфекційних захворюваннях, розладах кровообігу |
| Циліндри (мікроскопія) | Відсутні | Циліндр білок, що згорнувся в формі ниркових канальців. Поява циліндрів в сечі служить симптомом ураження нирок |
| Солі (мікроскопія) | Відсутні | Наявність солей може свідчити про сечокам'яну хворобу. |

 **Таблиця 1.3**

**Мінеральні компоненти сечі**

|  |  |
| --- | --- |
| Кальцій | У добовій сечі знаходиться 0,1-0,3 г кальцію. Виділення кальцію із сечею залежить від його вмісту в крові. Припускають, що при концентрації кальцію в крові, нижчій ніж 8 мг %, виділення його із сечею майже припиняється. |
| Магній | Магнію в добовій сечі ще менше – 0,03-0,18 г. Низький вміст магнію (і кальцію) в сечі пов'язаний зі слабкою розчинністю їх солей у воді. |
| Фосфор | Виділяється із сечею переважно у вигляді однозаміщених фосфатів калію чи натрію. На кількість виділених фосфатів впливає рН крові. |
| Сірка | Сірка виділяється із сечею у вигляді сульфатів і парних сполук. Кількість сірки в сечі здорової людини (в розрахунку на іон SO42-) становить 2-3 г на добу.  |
| Аміак | Аміак міститься в сечі переважно у вигляді сульфату і хлориду амонію. На солі амонію припадає 3-6 % азоту сечі. |

## 1.3 Регуляція діяльності нирок

Нирки служать виконавчим органом в ланцюзі різних рефлексів, що забезпечують сталість складу і об'єму рідин внутрішнього середовища. В центральну нервову систему (ЦНС) надходить інформація про стан внутрішнього середовища, відбувається інтеграція сигналів і забезпечується регуляція діяльності нирок за участю еферентних (група аксонів нервових клітин, які йдуть до м'язів, секреторних та інших клітин виконавчого органу, та утворюють з ними синаптичні контакти) нервів або ендокринних залоз, гормони яких регулюють процес сечоутворення. Робота нирки, як і інших органів, підпорядкована не тільки безумовно-рефлекторному контролю, але і регулюється корою великого мозку, тобто сечоутворення може змінюватися умовно-рефлекторним шляхом.

  Механізм умовно-рефлекторної поліурії заснований на тому, що від кори великих півкуль надходять імпульси в гіпоталамус і зменшується секреція АДГ. Імпульси, що надходять по эфферентным нервах нирки, регулюють гемодинаміку і роботу юкстагломерулярного апарату нирки, надають пряме вплив на реабсорбцію і секрецію ряду неэлектролитов і електролітів в канальцях. Імпульси, що надходять по адренергічних волокон, стимулюють транспорт натрію, а з холінергічними - активують реабсорбцію глюкози і секрецію органічних кислот. Механізм зміни сечоутворення за участю адренергічних нервів обумовлений активацією аденілатциклази у клітинах канальців. Катехоламинчувствительная аденилатциклаза є в базолатеральных мембранах клітин дистального звитого канальця і початкових відділів збірних трубок. Аферентні нерви нирки відіграють істотну роль як інформаційне ланка системи іонної регулювання, забезпечують здійснення рено-ренальных рефлексів.

## 1.4 Метаболічна функція нирок

  Нирки беруть участь в обміні білків, ліпідів і вуглеводів. В медичні практиці поняття «метаболізм нирок», тобто процес обміну речовин в їх паренхімі, завдяки яким здійснюються всі форми діяльності нирок, і поняття «метаболічна функція нирок» різняться. Дана функція обумовлена участю нирок в забезпеченні сталості концентрації в крові ряду фізіологічно значущих органічних речовин. В ниркових клубочках фільтруються низькомолекулярні білки, пептиди. Клітини проксимального відділу нефрона розщеплюють їх до амінокислот або дипептидів і транспортують через базальну плазматичну мембрану в кров. Це сприяє відновленню в організмі фонду амінокислот, що є важливим при дефіциті білків у раціоні. При захворюваннях нирок ця функція може порушуватися. Нирки здатні синтезувати глюкозу (глюконеогенез). При тривалому голодуванні нирки можуть синтезувати до 50% від загальної кількості глюкози, що утворюється в організмі і надходить у кров. Нирки є місцем синтезу фосфатидилінозита - необхідного компонента плазматичних мембран. Для енерговитрат нирки можуть використовувати глюкозу або вільні жирні кислоти. При низькому рівні глюкози в крові клітини нирки в більшою мірою витрачають жирні кислоти, при гіперглікемії переважно глюкоза розщеплюється. Значення нирок у ліпідному обміні полягає в тому, що вільні жирні кислоти можуть в клітинах нирок включатися до складу триацилгліцерину і фосфоліпідів і у вигляді цих сполук надходити у кров [19].

Перший етап фільтрації крові відбувається на рівні клубочків нефрону. Тут відбираються великі білкові молекули, які повертаються назад в кровотік. Частина уралізату, що залишилася без білка потрапляє в канальці нефрона назад, де в подальшому проходить наступні етапи фільтрації, для усунення у вторинній сечі шкідливих домішок, що можуть негативно вплинути на гомеостаз в цілому.

Слід зазначити, що з пройденого через фільтр 1200 літрів рідини, в канальці потрапляє близько 180 літрів бульйону, що містить розчинені в плазмі крові молекули речовин. І тільки максимум два літри рідини виділяються системою сечовиділення назовні. Решта ж більша частка рідини, багата поживними речовинами, відправляється назад в кров'яне русло.

У клітинах нирок відбувається жорсткий відбір поживних речовин, де клітини швидко і безпомилково визначають якому речовині залишитися в крові, а від якого необхідно позбутися [9].

## 1.5 Основні функції сечовидільної системи людини

По-перше, нирки забезпечують постійний склад необхідних речовин і необхідний обсяг рідини в організмі (водно – сольовий баланс, своєчасне виведення нефротоксинів з організму, затримання життєво – важливих макро та мікроелементів). Даний процес також називається підтриманням гомеостазу оргнізму.

По-друге, нирки забезпечують наявність в крові необхідних електролітів, органічних і неорганічних солей в організмі. Тобто нирки забезпечують кислотно-основну рівновагу, яке життєво необхідно для людини у повсякденному житті. Крім того, нирки беруть участь в білковому, жировому і вуглеводному обмінах організму (забезпечують нормальне протікання метаболізму та катаболізму) а також забезпечують підтримку нормального артеріального та венозного тисків.

По-третє, нирки беруть участь у виробленні біологічно активних речовин (БАР) і ферментів в організмі, контролюючих артеріальний тиск, обмін мінеральних речовин, таких як магній, кальцій, калій і натрій в крові, а також утворення еритроцитів.

По-четверте, нирки здатні створювати речовини, які змінюють чутливість нефронів до певних гормонів. Це є важливим моментом у створенні нормального гормонального фону в організмі.

Крім того, ниркові клітини при необхідності здатні самі руйнувати гормони і позбавляти їх активності, своєчасно їх знешкоджуючи, якщо це є необхідним. Постійне руйнування гормонів сприяє регулярному оновленню гормонального фону крові, що в якійсь мірі сприяє омолодженню крові. Завдяки рівномірному виведенню рідини забезпечується постійний рівень осмотичного тиску рідин всього організму. За допомогою вироблення активної форми вітаміну Д, забезпечується участь у утворенні кісткової тканини. Завдяки ренінангіотензиновій системи забезпечується постійний артеріальний тиск.

Основними ознаками ураження сечовидільної системи можуть бути: часте і хворобливе сечовипускання, гостра затримка сечі, сеча з домішкою крові, безбарвна сеча при рідкісному сечовипусканні, високий артеріальний тиск, що не знижується після прийому гіпотензивних препаратів, хворобливість внизу живота, гострий запах аміаку тощо [16].

## 1.6 Вікові особливості структури і функції нирок

У людини до моменту народження нефрони в основному сформовані. У новонародженого нирковий плазмоток і гломерулярна фільтрація в кілька разів нижче рівня дорослої людини. Ці показники досягають рівня дорослого при розрахунку на стандартну величину поверхні тіла до кінця першого - початку другого року життя. В клітинах проксимальних канальців у новонароджених різко знижена здатність до секреції органічних кислот, яка поступово наростає протягом перших кількох місяців життя. В нирках новонароджених недостатньо ефективно здійснюється осмотичний концентрування сечі, слабо діє антидіуретичний гормон, що зумовлено незрілістю багатьох елементів нирок. Певну роль у низькому осмотическом концентрування сечі у дітей перших місяців життя грають і висока ступінь утилізації білків, і зумовлена цим низька концентрація сечовини в крові і сечі, а отже, і в мозковій речовині нирки.

  Основні процеси, що забезпечують сечоутворення, досягають рівня дорослої людини до початку другого року життя і зберігаються до 45-50 років, після чого відбувається повільне зниження ниркового плазмотоку, клубочкової фільтрації, канальцевої секреції, осмотичного концентрування сечі. Відзначається паралельне зменшення кровопостачання нефронів і функціональної здатності їх клітин [22].

## 1.7 Наслідки видалення нирки і «штучна нирка»

  Після видалення однієї нирки у людини протягом декількох тижнів збільшується маса нирки, що залишилася - настає її компенсаторна гіпертрофія. Клубочкова фільтрація зростає майже в 1,5 рази порівняно з вихідним рівнем, збільшується реабсорбційна і секреторна здатність нефронів. Одна нирка успішно забезпечує стабільність складу внутрішнього середовища (гомеостазу). Після видалення обох нирок або їх виключення у людини протягом кількох днів розвивається уремія (гостре самоотруєння речовинами, результатом утворення яких є життєдіяльніть організму), в крові зростає концентрація продуктів азотистого обміну, вміст сечовини може збільшуватися в 20-30 разів, порушується кислотно-основний стан та іонний склад крові, розвиваються слабкість, розлад дихання, і через кілька днів настає смерть.

  Для тимчасового заміщення деяких функцій нирок під час гострої і хронічної ниркової недостатності, а також постійно у хворих з видаленими нирками використовується апарат, що отримав назву **«**штучна нирка**»**. Він являє собою діалізатор, в якому через пори напівпроникної мембрани кров очищується від надлишку метаболітів, що не виводяться з крові самостійно, та можуть викликати серйозну інтоксикацію та, навіть, призвести до летального випадку. В результаті такої терапії нормалізується склад та деякі властивості крові, що відтягують запальні та інфекуючі процеси в організмі.

На сьогоднішній день у всьому світі сконструйовані десятки різних типів апаратів штучної нирки - спіральний, равликовий, пластинчастий. У цих апаратах використовують плівки, радіус пір в яких близько 3 нм. Через ці пори проходять (як і в нирковому клубочку) низькомолекулярні компоненти плазми, але не проникають білки. По одну сторону плівки безперервно протікає кров пацієнта, надходить з артерії і після проходження через апарат яка вливається в його відень, по іншу сторону знаходиться диализирующий розчин. Він по іонному складу та осмотичної концентрації подібний плазмі крові. Хворого підключають до апарату штучної нирки зазвичай 2-3 рази в тиждень. За допомогою цього методу вдається підтримувати життя хворих більше 20 років.

Один сеанс гемодіалізу може тривати до чотирьох годин. Важливу роль у проведенні регуляторних процедур гемодіалізу зіграло використання артеріо-венозних шунтів, які імплантують в променеву артерію і вену передпліччя, в результаті чого зникає необхідність хірургічних операцій перед кожним сеансом гемодіалізу. У клініці гемодіаліз іноді поєднують з гемосорбцією, що дає можливість додатково видалити з крові ряд речовин, які повинна була б экскретировать нирка.

##

## 1.8 Причини, які призводять до хронічної ниркової недостатності

Якщо колись найпоширенішою причиною хронічної хвороби нирок був гломерулонефрит, то зараз на перше місце вийшов цукровий діабет, який стає основною причиною хронічної ниркової недостатності у 20-40 % хворих, що вперше потрапляють на програмний гемодіаліз [10].

Спочатку самопочуття хворих істотно не змінюється. Наявність ХНН можна припустити завдяки результатам лабораторно - інструментальних досліджень. У подальшому симптоматика стає більш вираженою.

Хворі скаржаться на слабкість, депресію, обмеження розумового навантаження, млявість вдень, безсоння вночі. Працездатність значно зменшується. Виникає нестерпний свербіж шкіри. Розвивається суглобовий синдром внаслідок відкладання в структурах суглобів сечової кислоти (вторинна подагра) або пірофосфату (псевдоподагра). Виникають сіпання м’язів, периферична міопатія та полінейропатія, а також біль у кістках (остеомаляція, остеопороз). В основі цього лежать порушення електролітного (фосфорнокальцієвого) обміну внаслідок гіперпаратиреозу. Апетит погіршується. Виникають огида до м’ясної їжі , різноманітні диспепсії. Маса тіла прогресивно зменшується. Шкіра набуває жовтуватоблідого кольору, стає млява і суха, нявні ознаки геморагічного діатезу у вигляді підвищеної схильності до кровотечі.

Далі за рівнем значущості йдуть:

* ураження судин нирок (21 %): стеноз (звуження) ниркових артерій, гіпертонічний нефроангиосклероз та ін.
* ураження ниркових клубочків (19 %): гломерулонефрити і гломерулопатії.
* кістозні захворювання (6 %) [кіста є патологічною порожниною всередині органу, що має стінку і вміст]: полікістоз та ін.
* ураження ниркових канальців і паренхіми нирок (4 %): сечокам'яна хвороба, пієлонефрит, лікарські інтерстиціальні нефрити, аденома передміхурової залози і та інші [15].

**ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ**

Сечовидільна система людини, як і інші фундаментальні системи людського організму є дуже складною функціональною одиницею, яка виконує ряд життевоважливих функцій для забезпечення нормального функціонування організму в цілому, та підтримки гомеостазу. Включає в себе низку системи органів, анатомічно та функціонально пов'язаних між собою. Дана система виконує задачу постійного виведення з організму продуктів розпаду і інших рідин, підтримки балансу макро та мікроелементів, забезпечує виведення з організму азотистих шлаків, рідини, регулювання артеріального тиску, об'єму циркулюючої крові, підтримання кислотно – лужної рівноваги і електролітного балансу в організмі. Головною складовою сечовидільної системи слугують нирки, які беруть на себе роль виконавчого органа в ланцюзі різних рефлексів, що забезпечують сталість складу і об'єму рідин внутрішнього середовища.

Хвороби сечовидільної системи та, зокрема нирок, можна поділити на дві великі групи. До першої групи належать двобічні дифузні ураження нирок, коли функція їх настільки змінюється, що в зв'язку з цими змінами зазнає змін весь організм хворого. В свою чергу ці зміни викликають різні патологічні процеси в інших органах і системах. До двобічних, системних, ниркових захворювань можна віднести [гломерулонефрит](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%80%D0%B8%D1%82), гіпертонічну хворобу, нефрози. Одним з найтяжчих захворювань, що порушує роботу всього організму та веде навіть до інвалідності та смерті є хронічна хвороба нирок (ХХН). Другу групу становлять хвороби, при яких зазвичай вражається одна нирка (камені в нирці, туберкульоз нирок, [пухлина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D1%85%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0) та ін.) і функція нирки як видільного органу помітно не порушується. До цієї групи можна віднести вогнищевий гломерулонефрит, при якому ниркова тканина вражається частково. До хвороб сечовивідної системи відноситься: [пієлонефрит](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%94%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%80%D0%B8%D1%82), [пієліт](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%94%D0%BB%D1%96%D1%82), [цистит](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82), [гломерулонефрит](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%80%D0%B8%D1%82), [уретрит](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%82).

# РОЗДІЛ 2

# ФАКТОРИ РИЗИКУ ХРОНІЧНОЇ ХВОРОБИ НИРОК.

## 2.1 Розповсюдженість хронічної хвороби нирок

Поширеність і захворюваність на хронічну хворобу нирок (ХХН) є важливою проблемою охорони здоров’я як в Україні, так і в усьому світі. Прогресуючий перебіг ХХН супроводжується розвитком термінальної (V стадії) хвороби. Дана стадія хвороби є найтяжчою, та вважається невиліковною, потребує тільки лікування методами замісної ниркової терапії (ЗНТ), тобто хворому призначають плановий гемодіаліз або його різновид.

При хронічній нирковій недостатності важливе значення для збереження життя пацієнтів мають методи ЗНТ. Так, у 2017 р. в Україні понад 4,5 тис. пацієнтів отримували лікування із застосуванням програмних технологій замісної терапії – гемодіалізу та гемодіафільтрації, що дозволяє продовжити тривалість їхнього життя у середньому на 8 – 10 років. Однак, для пацієнтів, яким проводять тривале лікування з використанням даних методів, існує певний ризик надмірного накопичення та/або дефіциту мікро та макроелементів, що може негативно впливати на якість подальшого життя, викликати ускладнення та клінічні наслідки ниркової недостатності на фоні даної лікувальної процедури [14].

Пацієнти, які лікуються діалізними методами (гемо- та перитонеальним діалізом), кваліфікуються як хворі на ХХН V стадії та відносяться до першої групи інвалідності. Чисельність популяції хворих, які отримують лікування методами ниркової замісної терапії, зростає швидше, ніж чисельність населення світу загалом [10]. Так, протягом останніх 10 років кількість хворих у світі, які перебувають на діалізі, збільшилася на 70 %. Кількість пацієнтів, які лікуються такими методами, коливається від 40 (Китай) до 1940 (Японія) і в середньому становить 125-700 на 1 млн населення, щороку збільшуючись на 7 % Рис. 2.1[2].

Дана статистика говорить про недооціненість даної хвороби на ряду з іншими, що ще більше посилює катастрофічні наслідки поширеності та ускладнень захворювання серед населення.



Рис. 2.1 Щорічні темпи приросту чисельності населення та пацієнтів, які лікуються методами НЗТ

****

Рис. 2.2 Динаміка кількості хворих, які лікуються методами НЗТ

Щороку мільйони хворих помирають від первинних гострих серцевих нападів, які є наслідком невизначеної раніше патології нирок. Слід також зазначити, що протягом останніх років спостерігається значне збільшення поширеності хвороб нирок, особливо нефропатій, зумовлених цукровим діабетом, гіпертензивною та ішемічною нефропатіями, а також ускладнень інших невідомих етіологій тощо.

На сьогодні у світі відсутні принципово нові досягнення щодо попередження розвитку хронічних ниркових захворювань або альтернативних замісних методів лікування пацієнтів [3]. Темпи збільшення кількості хворих з ХХН V стадії також напряму залежать від екологічної ситуації в країні, так як патогенні мікро та макроелементи, що з часом накопичуються в організмі людини не сумісні з такими хворобами як ниркова недостатність.

Причинами, що призводять до збільшення чисельності популяції хворих, які лікуються за допомогою методів НЗТ, є наступні: глобальне старіння населення, поширеність цукрового діабету, віл інфекцій та гіпертоній, поліморбідність популяції, впровадження НЗТ в країнах, де нещодавно ці види лікування були недоступними, майже відсутність протипоказань до застосування різних методів терапії та лікування, часто неефективних [4].

Слід також зазначити, що досить часто хронічну хворобу нирок діагностують занадто пізно. Навіть у розвинених країнах світу у, приблизно чверті всіх хворих, які впродовж року потрапляють до лікувальних закладів для проведення лікувальних заходів, діагноз ниркового захворювання встановлюється вперше, та, у багатьох випадках, далеко не одразу, що, також може свідчити про низьку кваліфікацію медичного персоналу, якщо брати Україну загалом. На останніх стадіях хвороби визначити, що спричинило такий стан, практично неможливо, що негативно відображається на тенденції статистичних показників лікування таких хворих, навіть при застосуванні таких доступних у наш час методів сучасного лікування [3, 6].

## 2.2 Патогенетичні аспекти виникнення хронічної хвороби нирок

Основна функція нирок заклечається у видаленні кінцевих продуктів обміну речовин, регуляція водно-електролітного балансу, осмотичного тиску плазми, кислотно-основного стану, рівня глюкози, гормонів, вітамінів та лікарських засобів. Хронічна хвороба нирок визначається як ушкодження нирок або зниження функції нирок протягом трьох місяців або більше незалежно від діагнозу. Відзначається неухильне зростання рівня захворюваності ХНН у світі [16]. За даними популяційних досліджень поширеність ХНН становить близько 10 %, при цьому термін, що означає дану хворобу, трактується дуже широко. З одного боку, поняття «ХНН» відповідає необоротньому стану ниркової тканини (нефросклерозу) та рівню швидкості клубочкової фільтрації менше 60 мл/хв/1,73 м2 , з іншого – в класифікаціях ХНН даний термін об'єднує зміни функції нирок на всіх стадіях прогресуючої нефропатії, в тому числі і на ранніх. В існуючих класифікація ХНН однойменною стадіям відповідають різні рівні креатиніну, сечовини крові та ШКФ [6]. Крім того, сам термін «ХНН» асоціюється зі зморщеною ниркою, ниркової смертю і гемодіалізом. В той час як ранні стадії ХНН оборотні, а на більш пізніх стадіях можна уповільнити або стабілізувати функцію нирок.

Наявність хронічної хвороби нирок має встановлюватись незалежно від первинного діагнозу, грунтуючись на наявності пошкодження нирок та спираючись на такі важливі показники анамнезу, як вміст креатиніну, білку крові, швидкість клубочкової фільтрації та багато інших показників. При цьому ХНН може сама розглядатися як діагноз. Причиною розвитку ХНН є різні захворювання та патологічні стани. ХНН у дітей найчастіше виникає на тлі вроджених аномалій розвитку сечової системи, хронічного гломерулонефриту, спадкових захворювань нирок.

Причинами виникнення ниркової недостатності у дорослих найчастіше є патологічні стани, що супроводжуються повільним руйнуванням активної паренхіми нирок з подальшим її заміщенням сполучною тканиною. Це можуть бути ускладнення від таких захворювань як цукровий діабет, сепсис, вірусні інфекції та навіть звичайний стафілокок. Дане захворювання у дорослих пацієнтів є кінцевим етапом перебігу таких поширених захворювань як пієлонефрит, гломерулонефрит, сечокам’яна хвороба, цукровий діабет та інші. У деяких пацієнтів ХНН виникає внаслідок ураження судин при атеросклерозі та цукровому діабеті. Класифікують головним чином 5 стадій захворювання.

Основою для класифікації є швидкість клубочкової фільтрації та ознаки пошкодження нирок (табл .2.1) [6]. Неспроможність ниркового шляху нормального видалення кінцевих продуктів метаболізму, що збільшується у міру прогресування ниркового порушення, спричиняє затримку їх у рідких середовищах організму, що у свою чергу веде до швидкої інтоксикації організму продуктами обміну, та, у результаті, смерті людини без належної допомоги.

 Комплекс перерахованих нижче ознак і симптомів складають уремічний синдром. Механізми поліорганних порушень у пацієнтів при ХНН визначені нечітко. Виділяють такі фактори патогенезу захворювання: ацидоз, перенавантаження рідиною, порушення балансу електролітів, накопичення кінцевих продуктів обміну білків, накопичення креатиніну у крові, недостатнє харчування, порушення водного балансу, метаболізму, збільшення навантаження алюмінієм, натрієм, калієм та іншими мікроелементами, вплив уремічних токсинів, гормональні розлади.

 Одне з основних гормональних порушень при уремії це вторинний гіперпаратиреоїдизм та підвищення у крові рівня паратиреоїдного гормону (ПТГ). У теперішній час більшість нефрологів підтримують гіпотезу, що визначає паратгормон як уремічний токсин, що бере участь у формуванні багатьох проявів уремічного синдрому. Встановлений зв’язок підвищення рівня ПТГ та вираженості проявів уремічного синдрому та зменшення тяжкості при зниженні рівня ПТГ у крові [14].

 **Таблиця 2.1**

**Класифікація хронічної хвороби нирок**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Стадія**  | **Характеристика** | **Швидкість клубочкової фільтрації (мл/хв)**  |
| 1  | Ознаки ниркового пошкодження з нормальною або підвищеною швидкістю клубочкової фільтрації | > 90  |
| 2  | Ознаки ниркового пошкодження з незначним зниженням швидкістю клубочкової фільтрації | 60-89  |
| 3  | Помірно знижена швидкістю клубочкової фільтрації незалежно від ознак ниркового пошкодження  | 30-59  |
| 4  | Значно знижена швидкістю клубочкової фільтрації незалежно від ознак ниркового пошкодження  | 15-29  |
| 5  | Термінальна стадія захворювання нирок  | < 15 (або діаліз)  |

**Таблиця 2.2**

**Прояви уремічного синдрому**

|  |  |
| --- | --- |
| Енцефалопатія | Схильність до кровотечі |
| Нейропатія | Кальцифікація м’яких тканин |
| Ураження секреції інсуліну | Імунологічні порушення |
| Діалізна деменція | Міокардіопатія |
| Анемія | Гіперліпедемія |
| Ураження кісток | Свербіж шкіри |

На рис. 2.3 представлені стадії захворювань при хронічній нирковій недостатності відносно інтегрального показника, що відображають чотири ступеня даного захворювання, включаючи: початкову стадію (ознаки хронічної ниркової недостатності помітні лише у лабораторних аналізах та клінічних дослідах), виявлену стадію ( хворий відчуває всі або деякі прояви хвороби), тяжку стадію (необхідне медикаментозне та стаціонарне лікування) та термінальну стадію (життя та функціонування організму неможливе без сеансів замісної ниркової терапії).

На даному графіку представлено функціональні показники крові, при даних стадіях захворювання, а саме: креатинін, сечовина, гемоглобін та показник клубочкової фільтрації (процесу фільтрації плазми крові та утворення первинної сечі).

Рис. 2.3 Стадії захворювань, що характеризують ниркову недостатність

 Як видно з представленої діаграми на рис. 2.3, функціональні показники роботи ниркової системи поступово змінюються в гіршу сторону, в залежності від стадії ниркової недостатності, починаючи від початкової (неявно змінені показники) до термінальної стадії (чітко виражена дисфункція нирок, яка проявляється у значному збільшенні концентрації креатиніну крові, сечовини, та зменшенню показника клубочкової вільтрації).

## 2.3 Екстракорпоральні методи замісної ниркової терапії для підтримання життєдіяльності хворих з нирковою недостатністю

Не зважаючи на значні досягнення в дослідженні різних аспектів патогенезу хвороб нирок, успішне лікування хронічного гломерулонефриту, пієлонефриту, амілоїдозу нирок, не кажучи про вроджену та спадкову нефропатію, є невирішеним завданням. У багатьох пацієнтів виникає термінальна ниркова недостатність (ХНН V стадії), що є кінцевою фазою будь-якого прогресуючого захворювання. При функціональній недостатності органів і систем, що відповідають за виведення ендотоксинів (за термінальної ниркової недостатності) важливе значення у заміщенні втраченої детоксикаційної здатності організму мають методи еферентної терапії [18]. На сьогодні основними методами лікування термінальної ниркової недостатності є хронічний (програмний, регулярний, підтримуючий) гемодіаліз та трансплантація нирки, менш поширений – перитонеальний гемодіаліз, гемодіафільтрація (ГДФ) та гемосорбція. Станом на 2004 рік у Світі ЗНТ проводять 1 783 000 пацієнтам, з них у 77 % застосовують діалізні методи, у 23 % – здійснено трансплантацію нирки. Частка гемодіалізу у структурі замісної ниркової терапії становить у середньому 66 %.

Гемодіаліз представлений методом позаниркової корекції вмісту електролітів внутрішньоклітинної рідини організму людини з одночасним видаленням продуктів метаболізму. Метод гемодіалізу оснований на дифузії з крові через напівпроникну мембрану сечовини, креатиніну, сечової кислоти, електролітів та інших речовин, що затримуються у крові при уремії [13].

Схематично «штучна нирка» представляє собою гемодіалізатор та прилад, що підготовляє та подає діалізний розчин. В гемодіалізаторі відбувається дифузія різних речовин з крові у діалізний розчин [12]. У теперішній час для діалізу виготовляють бікарбонатний буфер. Виробництво діалізату на основі бікарбонату вимагає застосування спеціальних систем, в яких концентрат бікарбонату змішується з концентратом кислот та очищеною водою (перміатом), яка готується за допомогою спеціальної системи очистки води. Концентрат кислот містить незначну кількість лактату та ацетату. З точки зору очищувалних можливостей, через пори діалізної мембрани активно дифундують речовини з низькомолекулярною масою (креатинін, сечовина), що визначило місце цього методу у лікуванні гострої та хронічної ниркової недостатності [8]. У практичній медицині для визначення кліренса діалізатора, як правило, вимірюють не концентрацію токсичних речовин, а їх маркери. При контакті крові пацієнта з мембраною діалізатора потенційно можливе виникнення реакції запальної відповіді, що залежить від хімічного складу мембран та імунного статусу пацієнта. Вираженість реакції запальної відповіді та активація клітинних імунних механізмів різні та залежать від компонентів, що застосовують під час виробництва мембран гемодіалізних апаратів типу «штучна нирка» [7].

Екстракорпоральні технології застосовують в клінічній практиці гострих отруєнь для видалення багатьох діалізабельних хімічних речовин з кров’яного русла – силікатів, сполук літію, етиленгліколю, метанолу, теофіліну, метатрексату, фенобарбіталу тощо.

## 2.4 Розподіл хворих, що проходять плановий гемодіаліз

Експериментальним шляхом доведено, що причини винкнення хвороб сечовидільної системи мають тісний зв'язок з параметром віку. Тому в магістерській роботі був проведений аналіз розподілу хворих при хронічній нирковій недостатності за наступними параметрами. Розподіл хворих за статтю й віком відображений на рис. 2.4 та рис. 2.5.

Дані, для діаграм були взяті та оброблені на основі статистичних даних з Сателітного відділення діалізу Київської міської клінічної лікарні № 5 Святошинського району.



Рис. 2.4 Розподіл дорослих хворих при хронічній нирковій недостатності п`ятої (термінальної ) стадії за віком

На представленому Рис. 2.4 представлені чотири вікові категорії пацієнтів, що проходять процедуру планового гемодіалізу тричі на тиждень. З даної діаграми можна зробити висновок, що люди середнього та старшого віку мають більшу схильність до захворювання.



Рис. 2.5 Розподіл дорослих пацієнтів при хронічній нирковій недостатності п`ятої стадії за віком і статтю

У середньому вік пацієнтів становив від 18 до 67 років (50,3 ± 12,6 роки). Гемодіаліз застосовували у 20 пацієнтів, в тому числі у 8 (40 %) чоловіків і 12 (60 %) жінок, ГДФ – у 21 пацієнта, (12 чоловіків і 9 жінок).

Таким чином, при застосуванні різних екстракорпоральних методів переваги тієї чи іншої статі не виявлені. За віком переважали пацієнти від 40 до 60 років – 15 (37 %) хворих.

Розподіл хворих за причиною виникнення хронічної ниркової недостатності наведений на рис. 2.6.



Рис. 2.6 Розподіл дорослих пацієнтів за причиною виникнення хронічної хвороби нирок термінальної стадії. ГН - хронічний гломерулонефрит; ПН - хронічний пієлонефрит; ЦД –цукровий діабет.

Тривалість лікування дорослих хворих з приводу хронічної ниркової недостатності п`ятої стадії з використанням замісної ниркової терапії становила від 2 до 141 міс (у середньому 65 ± 41 міс). Окремо проаналізований розподіл хворих за тривалістю застосування програмного гемодіалізу та гемодіафільтрації (рис. 2.7. та 2.8.).



Рис. 2.7 Розподіл дорослих пацієнтів за тривалістю застосування процедури планового гемодіалізу



Рис. 2.8 Розподіл дорослих пацієнтів за тривалістю застосування планової процедури гемодіафільтрації

Як видно з даних діаграм, тривалість процедур планового гемодіалізу та гемодіафільтрації в Україні зосереджена на позначці, загалом від 6 років і більше, що свідчить, про серйозність даного типу захворювань сечовидільної системи.

Критеріями хронічного захворювання нирок можна вважати наступні параметри:

1. Ушкодження нирок тривалістю > 3 міс., яке проявляється структурними або функціональними порушеннями діяльності органа зі зниженням або без зниження ШКФ і однією або більше з перелічених нижче ознак:

* патоморфологічні зміни ниркової тканини;
* зрушення в складі крові або сечі;
* наявність змін при використанні методів візуалізації структури нирок.

2. ШКФ <60 мл/хв на 1,73 м2 протягом 3 міс. і більше за наявності або відсутності інших показників ушкодження нирок.

Важливим на шляху вдосконалювання допомоги нефрологічним хворим є єдиний уніфікований підхід до оцінювання ролі захворювання нирок. З урахуванням потреби розроблення єдиних терапевтичних підходів, характер яких певною мірою визначає стадія хвороби, у перебігу хронічного захворювання нирок виділяють 5 стадій:

Таким чином, визначення і стадії ХНН базуються не на тих або інших клінічних симптомах, а на лабораторно-інструментальному оцінюванні ШКФ, протеїнурії та інших маркерів захворювання нирок. Це пов'язано з тим, що навіть при зниженні ШКФ до 40—60 мл/хв ХНН часто перебігає латентно, основні скарги пацієнтів неспецифічні — слабкість, зниження апетиту, порушення сну, зниження працездатності — тоді як в організмі хворого вже є зміни з боку практично всіх органів і систем.

***Поширеність.*** Частота виникнення ХНН у різних країнах коливається від 100 до 600 випадків на 1 млн населення на рік, при цьому виявляються 50—100 нових випадків ХНН у термінальній стадії [5].

***Патогенез.*** Нирки відіграють найважливішу роль в екскреції різних метаболітів, забезпечують водно-електролітний та осмотичний гомеостаз організму. Вони мають досить великі компенсаторні можливості. Загибель навіть 50% від загальної кількості 2 млн нефронів може не супроводжуватися ніякими клінічними проявами. Тільки при зниженні ШКФ до 30—40 мл/хв, що відповідає зниженню кількості нефронів до 30 %, в організмі спостерігають затримання сечовини, креатиніну та інших продуктів азотистого обміну. При ХНН у термінальній стадії величина нефронної популяції становить менше ніж 10 %.

Унаслідок прогресивного погіршення функціонального стану нирок усе істотніше змінюється стан як позаклітинного середовища і клітин з їх взаємодіями (наприклад, утворення пептидно-інсулінових комплексів блокує специфічні клітинні рецептори інсуліну і тим самим порушує утилізацію глюкози), так і організму в цілому [3].

На ранніх етапах формування ХНН відзначають зниження функціонального резерву нирки і, зокрема, зменшення її здатності до підвищення ШКФ у відповідь на білкове навантаження. На цьому етапі перебіг ХНН безсимптомний. Подальша втрата функціональних нефронів (до 30 % від норми) призводить до порушень екзокринної і ендокринної функції нирок: підвищується концентрація азотистих метаболітів (сечовина, креатинін), відзначається тенденція до затримання Na+.

При цьому виявляють зниження АТФ фазної активності, зокрема в еритроцитах і клітинах головного мозку. Істотно змінюється функціональна здатність еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, клітин скелетних м'язів, що проявляється характерними для уремії анемією, схильністю до інфекцій, геморагіями, міопатіями тощо.

Нездатність нирок забезпечувати водно-електролітний баланс веде до накопичення в організмі надлишку води і натрію, тотальної гіпергідратації (накопичення великої кількості надлишкових рідин в організмі, включаючи сечу, воду) та артеріальної гіпертензії. Є дані про те, що вже з початком зниження клубочкової фільтрації виникає чітка тенденція до підвищення артеріального тиску, формуванню гіпертрофії і діастолічної дисфункції лівого шлуночка. Рано виникають гіперінсулінізм, вторинний гіперпаратироз і зміни ліпідного профілю крові, що сприяє формуванню метаболічних полісиндромів з високим індексом атерогенності у цих хворих, тобто є високий рівень розвитку атеросклерозу.

**Таблиця 2.3**

**Показники крові, при певному ступені захворювання**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ступінь** | **Клінічна картина** | **Основні функціональні показники** |
| **І**(початковий) | Працездатність збережена, підвищена втомлюваність. Діурез у межах норми або спостерігається незначна поліурія. | Креатинін 0,123-0,176 ммоль/л.Сечовина до 10 ммоль/л. Гемоглобін 135–119 г/л. Електроліти крові у межах норми. Зниження клубочкової фільтрації до 90-60 мл/хв. |
| **Il**(виявлений) | Працездатність значно зменшена, можуть спостерігатись безсоння, кволість. Диспептичні явища, сухість у роті, полідипсія. | Гіпоізостенурія. Поліурія. Сечовина 10–17 ммоль/л, креатинін 0,176-0,352 ммоль/л, КФ 60-30 мл/хв. Гемоглобін 118-89 г/л, вміст натрію та калію в нормі або помірно знижений, рівень кальцію, магнію, хлору і фосфору може бути в нормі. |
| **III** (тяжкий) | Працездатність втрачена, апетит значно знижений. Значно виражений диспептичний синдром. Ознаки полінейропатіТ, свербіння, м'язові сіпання, серцебиття, задишка. | Ізогіпостенурія. Поліурія або псевдонормальний діурез. Сечовина 17–25 ммоль/л.Креатинін 0,352–0,528 ммоль/л, КФ 30–15 мл/хв. Гемоглобін 88–86 г/л. Вміст натрію та калію в нормі або знижений. Рівень кальцію знижений, магнію підвищений. Вміст хлору в нормі або знижений, рівень фосфору підвищений. |
| **IV**(термінальний) | Диспептичні явища. Геморагії. Перикардит. КМП з HK M ст. Поліневрит, судоми, мозкові розлади. | Олігоурія або анурія. Вміст натрію в нормі або знижений, калію в нормі або підвищений. Гемоглобін <88 г/л. Сечовина >25 ммоль/л, креатинін >0,528 ммоль/л КФ <15 мл/хв. Рівень кальцію зни-жений, магнію підвищений. Вміст хлору в нормі або знижений, рі-вень фосфору підвищений. Спостерігається декомпенсований ацидоз |

Оскільки при ХНН вироблення реніну триває, розвивається стійка артеріальна гіпертензія. У частини хворих затримання натрію також позначається на збереженні високого артеріального тиску [11]. Однак системна артеріальна гіпертензія не відіграє провідної ролі в розвитку ХНН, яка характеризується невпинним прогресуванням, що призводить до накопичення в організмі уремічних токсинів, насамперед сечовини і креатиніну. Підвищення рівня цих речовин у крові дає змогу орієнтовно встановити ступінь порушення функції нирок.

Зменшення числа функціональних нефронів, зниження ШКФ і накопичення уремічних токсинів призводить до:

•   уповільнення всіх обмінних процесів;

•   затримання Na+, К+, Mg2+ і фосфору;

•   затримання рідини і набряків;

•   порушення синтезу вітамінів;

•   зменшення Са2+ у крові;

•   посилення продукування паратгормону;

•   анемії;

•   збільшення проникності судин;

•   гіперкоагуляції.

Чинники прогресування хронічної хвороби нирок поділяють на специфічні та неспецифічні [10].

## 2.5 Фактори ризику, що впливають на пацієнтів з хронічною хворобою нирок

Відомо, що на розвиток і прогресування хронічної патології нирок може впливати цілий ряд факторів [8]. В даний час фактори ризику хронічної хвороби нирок (ХХН) умовно поділяють на чинники розвитку та фактори прогресування. Чітко диференціювати одні фактори від інших неможливо. Фактори розвитку та прогресування ХХН підрозділяються на немодифіковані і модифіковані. До немодифікованих факторів ризику розвитку ХХН відносять наступні: генетичні фактори (в тому числі сімейний анамнез щодо хронічної хвороби нирок), маса тіла при народженні, раса, вік, соціально - економічний статус. До модифікованих же відносять наступні фактори: надлишкова маса тіла, інсулінорезистентність, підвищений рівень холестерину, метаболічний синдром, гіперурикемія, куріння, прийом деяких лікарських препаратів, хронічне запалення / оксидативний стрес, вагітність [17, 18].

До факторів прогресування ХХН, крім перерахованих вище, відносять також: високі рівні протеїнурії (надмірне виділення [білка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8) з [сечею](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%87%D0%B0)), анемію, метаболічний ацидоз, порушення кальцій – фосфорного обміну [14]. Крім того, прогресуванню ниркової недостатності сприяє симпатична гіперактивність, яка проявляється підвищеною частотою серцевих скорочень (ЧСС) [14].

Імовірність розвитку ХХН напряму залежить та зростає при наявності відразу декількох факторів ризику. Останній факт знаходить підтвердження, наприклад, при метаболічному синдромі. З'ясувалося, що поширеність хронічної хвороби нирок, при ШКФ <60 мл / хв в загальній групі піддослідних зростала з 2 %, при наявності одного фактора ризику, до, приблизно 10 %, якщо були всі п'ять проявів метаболічного синдрому [17].

Також, як показує статистика, похилий вік займає одне з провідних місць із значущих чинників ризику ХХН. Це викликано, в першу чергу, як віковою перебудовою ниркової тканини, так і тим, що у людей старше 60 років частіше виявляють просунуті стадії хронічних нефропатій (діабетичну, уратну, хронічний гломерулонефрит та ін.). Такі стани як хронічний пієлонефрит, атеросклеротичний стеноз ниркових артерій та, різні за етіологією нефропатії, діагностують в основному в похилому і старечому віці [12].

Ожиріння, поряд з похилим віком, є провідним фактором ризику ХХН в загальній більшості хворих. Частота термінальної стадії ниркової недостатності зростає прямо пропорційно величині індексу маси тіла (ІМТ). Імовірність термінальної ХНН надзвичайно висока у пацієнтів з абдомінальним ожирінням [14]. Збільшення ІМТ хоча б то на 10 % призводить до підвищення ймовірності зниження швидкості клубочкової фільтрації приблизно в 1,5 раз [7]. Ожиріння сприяє виникненню фокально – сегментарного гломерулосклерозу – різновиду нефропатії. Розвиток гломерулосклерозу при ожирінні загалом пов'язують з процесом гіперфільтрації у нефронних канальцях, та навпаки, нормалізація фільтраційної функції нирок відбувається при зниженні ваги пацієнта.

Однак в даний час є чітко визначеним той факт, що формування нефропатії при ожирінні в значній мірі визначається ефектами гормонів, що продукуються жировою тканиною, перш за все лептину - так званого гормону ожиріння. Лептин бере безпосередню участь в модуляції процесів запалення і фіброзу ниркової тканини. Він стимулює експресію і секрецію трансформуючого фактора росту - β ендотелієм клубочків. Клітини клубочкового ендотелію під дією лептину починають продукувати колаген IV типу. Найбільш ранній маркер, що свідчить про ураження нирок при ожирінні – висока альбумінурія, частота виявлення якої достовірно зростає в міру збільшення сироваткової концентрації лептину [10,11].

У свою чергу, ожиріння веде до порушення метаболізму вцілому, а також окремо до вуглеводневого порушення, яке тісно пов'язане з виникненням і прогресуванням ниркової недостатності вже на стадії інсулінорезистентності. Найважливішим фактором ризику ХХН в загальній групі досліджуваних хворих є цукровий діабет (ЦД) другого типу. Діабетична нефропатія розвивається майже у 1/3 хворих на ЦД типу 2 і являє собою провідну причину розвитку термінальної ниркової недостатності. Контроль глікемії, гіпертонії, корекція порушень обміну ліпопротеїдів дозволяє запобігти та (або) стабілізувати діабетичну нефропатію [26].

# ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

На сьогодні поширеність і захворюваність на хронічну хворобу нирок (ХХН) а також інші серйозні захворювання сечовивідної системи, такі як пієлонефрит, гломерулонефрит та інші є вкрай важливою проблемою охорони здоров’я як в Україні, так і в усьому світі. Прогресуючий перебіг таких захворювань, у тому числі й хронічної хвороби нирок супроводжується розвитком термінальної (V стадії) хвороби, яка потребує лікування методами ниркової замісної терапії (НЗТ). Пацієнти, які лікуються діалізними методами (гемо- та перитонеальним діалізом), кваліфікуються як хворі на ХХН VД стадії та відносяться до груп інвалідності. Чисельність популяції хворих, які отримують постійне лікування, у тому числі й методами НЗТ, зростає дуже швидкими темпами. Не останню роль в цій сумній статистиці відіграє той факт, що дуже часто такі захворювання, як, наприклад ХХН діагностують надто пізно, коли патологічні зміни вже є невідворотніми.

За статистикою, навіть у розвинених країнах світу у 25 % хворих, які впродовж року потрапляють до лікарні для проведення тих чи інших методів лікування, діагноз ниркового захворювання встановлюється вперше. На останніх стадіях ХХН визначити, що спричинило такий стан, практично неможливо, як і застосувати доступні методи сучасного лікування [8, 12]. Середній вік пацієнтів, які лікуються методами ниркової замісної терапії перевищує 55 років.

Не зважаючи на досягнення в дослідженні різних аспектів патогенезу хвороб нирок, успішне лікування таких захворювань як хронічнй гломерулонефрит, пієлонефрит, не кажучи про вроджену та спадкову нефропатію, є невирішеним завданням. Саме тому своєчасне оцінювання факторів впливу на сечовидільну систему дає можливість якісно здійснити профілактичні та лікувальні заходи і спрогнозувати перебіг хвороб. Такі методи оцінювання є достатньо актуальними, оскільки розповсюдженість захворювань даної етіології в світі є достатньо великою.

# РОЗДІЛ 3

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПАЦІЄНТІВ З НИРКОВИМИ ПОРУШЕННЯМИ

## 3.1 Формалізація процесу оцінювання функціонального стану видільної системи

## Першим етапом формалізації процесу прийняття рішення щод функціонального стану видіяльної системи є моделювання функціональних процесів зазначеної підсистеми відомими пактерами моделювання.

В магістерській роботі буа використана методологія графічного опису IDEF0 для візуалізації процесу функціонування сеовидіяльної системи, з можливістю дослідження взаємозалежних функцій. Вона дозволяє досліджувати функції організації, не пов'язуючи їх з об'єктами, що забезпечують їх реалізацію, тобто методологія функціонального моделювання і графічного описання процесів, призначена для формалізації та опису процесів різної складності, наприклад під час лікувально – діагностичного процесу у лікувальному закладі.

Основу методології IDEF0 складає графічна мова опису (моделювання) систем, які мають наступні властивості:

* **графічна мова** – здатна наочно представити широкий спектр ділових, виробничих та інших процесів і операцій системи на будь-якому рівні організації;
* мова **забезпечує точний та лаконічний опис об’єктів**, що модулюються, зручність використання та інтерпретації цього опису;
* мова **спрощує взаємодію та взаєморозуміння**, слугуючи засобом «інформаційного спілкування» для фахівців, що досліджують певний процес в конкретній предметній області;
* **мова проста** при її вивченні та опановуванні.



Рис. 3.1 Змодельована схема (верхній рівень ієрархії) системи організму людини

Метод IDEF0 базується на графічному відображенні функціонального змісту складних дискретних систем, включаючи ідентифікацію елементів об'єкта, а також інформації про компоненти, які об'єднують його функції. Процес аналізу системи організму людини умовно представлений на Рис. 3.1, що відображає систему організму (наприклад сечовидільну), фактори впливу на систему (дестабілізуючі фактори, що поділяються на позитивні та негативні), механізми внутрішньої регуляції, а також біологічні зв'язки. Даний метод не призначений для детального проектування системи, так як не містить конструкцій, необхідних для проектування, тобто відображають послідовності дій, вибір шляху і тому подібне. Результатом аналізу є дані про статичні можливості об'єкта – його подальшу декомпозицію, склад та інформацію, механізми, що використовуються для регуляції і так далі.

Завдяки даному візуальному апарату можна скласти наочну декомпозицію всіх органів та систем організму людини. Основною відмінністю від схожих систем наочного моделювання є наявність в мові додаткової аналітики. Даний стандарт опису систем в медичній сфері пропонує показувати не просто входи і виходи підсистем та їх взаємодію, а пропонує ввести три типи входів. Перший тип входів назвали також входом, а два інших типи входу назіваються управлінням і механізмами.

Представлена IDEF0 - діаграма дозволяє наочно показати взаємозв'язок елементів ділянки в процесі його функціонування, визначити склад інформації та допомогти медичному персоналу у разі необхідності. Однак вона не містить динамічної складової і не дозволяє провести аналіз характеристик, пов'язаних з часом, коефіцієнтів використання медичного обладнання, продуктивності, кількості використаних біологічних речовин і так далі.



Рис. 3.2 Наочна декомпозиція систем організму людини

На даній схемі, на якій ілюстративно зображено підсистеми організму людини наочно відображено, які головні функціональні системи представлені у роботі всього організму людини, та як вони взаємодіють одна з одною. Головною та фундаментальною підсистемою на даній схемі виступає нервова система, як зв'язуюча ланка між всіма іншими підситемами організму.



Рис. 3.3 Контекстна діаграма А-5. Функціонування сечовидільної системи

 Декомпозиція блоку підсистем організму (контекстна діаграма А-5) наочно демонструє функціонування сечовидільної системи людини та зв'язки, що протікають на клітинному рівні даної системи, такі як біологічні речовини, метаболіти, що беруть участь в обміні речовин, активні та пасивні транспорти, дестабілізуючі фактори, які негативно впливають на обмінні процеси тощо.



Рис. 3.4 Діаграма декомпозиції блоку А5. Процеси функціонування сечовидільної системи



Рис. 3.5 Діаграма декомпозиції блоку А51. Процеси функціонування нирки

Діаграма декомпозиції блоку А51 відображає функціональні властивості, а саме процеси, що задіяні під час нормального функціонування нирки та графічно розбиває їх на окремі складові, такі як вільтрація, поступання крові, реабсорбція, секреція та інші. На даній схемі наочно видно, як всі складові (мікро та макроелементи) впливають на роботу нирки в цілому, яку роль відіграє гідростатичний тиск крові, де задіяні метаболіти, білки та формені елементи крові, як впливають дестабілізуючі фактори і так далі.

Декомпозиція процесу функціонування нирок надала змогу визначити параметри входу вузла А51, а саме: білки, плазма крові, формені елементи крові (еритроцити, тромбоцити, лейкоцити та інші), метаболіти, електроліти, амінокислоти, глюкоза та вода.

Невідповідність даних показників нормованим значеням, а саме таких, як: гемоглобін: z1 = 130 – 160 {грам/л}, лейкоцити: z2 = {у нормі - відсутні}, кетонові тіла: z3 = 0 – 0,5 {ммоль/л}, креатинін сечі: z4 = 62 – 115 {мкмоль/л}, сечовина крові: z5 = 2,5 – 8 {ммоль/л}, ліпіди: z6 = 4 – 5 {ммоль/л}, білок: z7 = {у нормі - відсутні}, еритроцити: z8 = {від 0 до 2 у полі зору}, сечова кислота: z9 = 178 – 345 {ммоль/л}, калій крові: z10 = 3,5 – 5,1 {ммоль/л} та натрій крові: z11 = 136 – 145 {ммоль/л} може призвести до порушення функціонування сечовидільної системи людини, зокрема, призвести до таких порушень, як: анемія, хронічна серцева недостатність, гіпертензія, хронічна хвороба печінки тощо. Таким чином Z = { z5,….. z11} характеризує вхідні параметри для роботи ниркової системи.

Також, згідно діаграми рис. 3.5 на функціонування нирок впливають дестабілізуючи фактори, які були визначені в процесі експертної оцінки лікарями нефрологами.

Обробка статистичних даних Київської клінічної лікарні №5 надали змогу виявити наступні закономірності, зазначені в таблиці 3.1, а саме якщо умовно поділити хронічну хворобу нирок на три стадії, починаючи від початкової та закінчуючи термінальною стадією захворювання, можна виділити декілька основних факторів ризику, що в тій чи іншій мірі впливатимуть на розвиток та (або) ускладнення ХХН. Серед таких факторів можна виділити наступні: гіперхолестеринемію, підвищений індекс маси тіла, що також включає і ожиріння, артеріальну гіпертензію, похилий вік (люди, старше за 60 років), гіперурикемію (підвищення концентрації сечової кислоти в сироватці крові), порушення глікемії (а саме зниження рівня глюкози в крові), поява альбумінурії (виділення білку з сечею), анемія. Як видно з таблиці 3.1 дані фактори по різному взаємодіють прямо чи опосередковано на розвиток та ускладнення хронічної хвороби нирок, та були перевірені експериментально зі статистичної вибірки групи діалізних пацієнтів, яка складала 40 хворих, різних вікових груп та анамнезом.

**Таблиця 3.1**

**Фактори ризику**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Фактори ризику** | **I - II ХХН** | **III - IV ХХН** | **V ХХН** |
| ГХС (>5,0 ммоль/л) | 50±12 % | 75±7 % | 30±15 % |
| Підвищений ІМТ(> 26 кг/м²) / ожиріння (ИМТ > 28 кг/м²) | 57±18 % /50±20 % | 77±6 % /86±6,5 % | 70±11 %58±14 % |
| АГ (> 140/90 ммртст) | 80±10 % | 84±7 % | 44±16 % |
| Вік старше за 60 років | 25±2 % | 56±8 % | 73±11 % |
| Гіперурикемія (> 420 мкмоль/л  | 14±3 % | 19±7 % | 12±2 % |
| ПГ (глюкоза сироватки крові 6,1-6,9 ммоль/л) | 8±5  % | 20±5 % | 35±12 % |
| Підвищена альбумінурія (30-299 мг/доб) | 36±10 % | 54±15 % | 71±12 % |
| Анемія (Hb <130 г/л учоловіків, <120 г/л у жінок) | 12±5 % | 19±4 % | 54±6 % |
| 1 фактор ризику | 50±14,4% | 27,3±7,9% | 33,3±15,7% |
| 2 фактора ризику | 16,7±10,8% | 36,4±8,4% | 11,1±4,7% |

Примітка. ГХС - гіперхолестеринемія; ІМТ - індекс маси тіла; АГ - артеріальна гіпертензія; ПГ - порушена глікемія; Hb - гемоглобін.

 **3.1**

В магістерській роботі була запропонована наступна формалізація процесу прийняття рішення щодо стану видіяльної системи рис. 3.1.

 **3.2**

Використання залежності 3.1. надало змогу на основі експериментальних даних, зібраних в Київській клінічній лікрні №5 отримати коефіцієнти залежності 3.2. При проведені експертної оцінки лікарями – нефрологами зазначеної клініки були визначені коефіцієнти математичної моделі 3.1

Як видно з таблиці 3.1, нормовані показники біохімічного та загального аналізу крові та сечі поділені на 3 великих класи, в залежності від вірогідності розвитку тої чи іншої стадії ХХН, а саме:

1. Перша та друга стадії (легкі або початкові) – у більшості випадків одразу не діагностуються;
2. третя та четверта стадії (важкі) – без належного лікування – небезпечні для життя. Можуть прейти в термінальну стадію;
3. п'ята стадія (термінальна) – остання та сама важка.

В магістерській роботі запропонована наступна схема прийняття рішення рис.3.6, щодо функціонального стану ниркової підсистеми А51 згідно декомпозиції рис.3.4.



Рис. 3.6 Блок – схема процесу прийняття рішення

В якості блоку перетворення первинної інформації про стан підсистеми на основі зазначених аналізів та визначається кількісна оцінка показників крові та сечі. Блок перетворення виміряних значень здійснює перетворення наступних значень: від значення до значення , тобто контрольованих величин, а саме, показників, що характеризують кожен з параметрів для оцінювання стану ниркової системи. В оцінку Y\* входять значення параметра Y, а Блок (прийняття рішень) здійснює порівняння кожного з показників, а саме , яке дорівнює вибірці одного із рішень про значення Y, після порівняння Y\* з нормою у відповідності з правилом вибору рішення .

Блок (прийняття рішень) здійснює порівняння кожного з функціональних показників, за якими здійснюють контроль за функціональним станом нирок, а саме: гемоглобін: визначається з норми , креатинін сечі: визначається з норми з одного із рішень про значення Y, після порівняння Y\* з нормою у відповідності з правилом вибору рішення .

## 3.2 Запропонований алгоритм методики оцінювання функціонального стану ниркової системи



Рис. 3.7 Алгоритм методики оцінювання функціонального стану ниркової системи

Даний запропонований алгоритм методики оцінювання функціонального стану ниркової системи у пацієнтів, у яких простежуються серйозні ниркові порушення, такі як нефропатія та хронічна ниркова недостатність, є універсальним та уніфікуючим, у багатьох випадках під час діагностики та лікування таких пацієнтів.

## 3.3 Методика прийняття рішення при оцінюванні функціонального стану ниркової системи

1. Внесення антропометричних даних та анамнезу пацієнта в базу даних;

2. Проведення контролю показників функціонування ниркової системи за рахунок біохімічного аналізатора;

3. Вимірювання рівня концентрації креатиніну в сироватці крові, білку та діурезу для діагностування гострого пошкодження нирок;

4. Проведення порівняння з нормованими показниками згідно процедури порівняння Y\* з нормою ;

5. Проведення діагностичних процедур на основі біомедикотехнічних комплексів;

6. Проведення аналізу ймовірності відхилення результатів від нормованих показників;

7. Процедура прийняття рішення про функціональний стан ниркової системи у відповідності з правилом вибору рішення: ;

8. Порівняння результатів контролю біохімічних та діагностичних показників;

9. Прийняття рішення щодо функціонального стану ниркової системи та планування подальшого алгоритму дій щодо профілактики або лікування пацієнтів, враховуючи статистичні показники та анамнез хворого;

10. Постановка первинного діагнозу, висновок лікаря.

## 3.4 Переваги запропонованої методики оцінювання функціонального стану ниркової системи пацієнтів

Даний метод має ряд суттєвих переваг перед існуючими методами діагностики пацієнтів, а також вносить деякі корективи в лікувально – діагностичний процес, а саме:

1. враховуються особливі аспекти анамнезу кожного окремого пацієнта: (антропометричні та вікові данні, функціональні властивості біохімічних рідин: показників сечі, крові, інших дестабілізуючих факторів тощо;

2. обирається (розраховується) відхилення від нормованих показників за рахунок порівняння кожного з функціональних показників крові та сечі у даному випадку, що впливають на подальше планування стратегії лікувально – діагностичного процесу;

3. відокремлюється індивідуальний характер прийняття рішення медичним персоналом щодо лікувального процесу;

4. нівелюється суб`єктивний принцип прийняття рішення щодо особистих рекомендацій по особливостям лікування, чатоти проведення процедур, їх кількості та інших лікувально – діагностичних маніпуляцій;

5. дозволяє в деякій мірі спростити лікувальний процес та уніфікувати використання даного методу для різних клінік, центрів та лікарів;

6. підвищує контроль за прийняттям рішення, що дозволить уникнути похибок лікарів першого та другого роду.

## 3.5 Методика прийняття рішення при проведені лікувально – діагностичних процедур хворим на хронічну хворобу нирок

На основі запропонованої системиа прийняття рішень в магістерській роботі розроблена методика, що дозволить систематизувати показники біологічного об’єкту для процедури прийняття рішення при проведенні сеансів гемодіалізу. Почергові етапи даної методики зазначені нижче:

1. Постановка первинного діагнозу та аналіз анамнезу хворого;

2. Проведення діагностичних процедур та оцінка відхілення функціональних показників від значень норми;

3. Внесення даних про пацієнта в базу даних;

4. Визначення кількості сеансів і часу проведення процедури гемодіалізу;

5. Визначення вмісту кальцію, калію, натрію, артеріального тиску, оптимальної швидкості кровотоку, температури під час процедури тощо;

6. Проведення розрахунку тривалості гемодіалізу та його адекватності;

7. Призначення лікувально – діагностичних процедур, наприклад гемодіалізу;

8. Проведення розрахунку показника зниження сечовини (ПЗС) та відповідність його значенню вище мінімального показника (не менше 65%);

9. Розраунок тривалості проведення процедури та відношення концентрації сечовини в сироватці крові після і до діалізу ;

10. Проведення після процедурних аналізів та корегування процедури проведення за необхідіністю;

# ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

Проведений у розділі аналіз надав змогу систематизувати параметри входу та дестабілізуючі фактори, що впливають на розвиток та прогресування хронічної хвороби нирок, а також розробити математичну модель, що базується на коефіцієнтах залежності, які, в свою чергу, прямо чи опосередковано впливають на стан пацієна, та в залежності від яких вносяться корективи до лікувально – діагностичного процесу. Запропонована формалізація процесу прийняття рішення щодо стану видільної системи людини, в якості блоку перетворення виміряних значень та первинної інформації про стан підсистеми на основі зазначених аналізів визначається кількісна оцінка показників крові та сечі та визначається стадія захворювання.

На основі запропонованої системиа прийняття рішень в роботі розроблена методика, що дозволить систематизувати показники біологічного об’єкту для процедури прийняття рішення при проведенні лікування. Запропонований алгоритм методики оцінювання функціонального стану ниркової системи, включаючи метод візкального відображення IDEF0, що базується на графічному відображенні функціонального змісту складних дискретних систем, включаючи ідентифікацію елементів об'єкта, а також інформації про компоненти, які об'єднують його функції, завдяки даному візуальному апарату можна скласти наочну декомпозицію всіх органів та систем організму людини.

Даний стандарт опису систем в медичній сфері пропонує показувати не просто входи і виходи підсистем та їх взаємодію, а пропонує ввести три типи входів. Перший тип входів назвали також входом, а два інших типи входу назіваються управлінням і механізмами.

# РОЗДІЛ 4

# ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

## 4.1 Основні джерела забруднення навколишнього середовища, їх вплив на пацієнтів, хворих на хронічну хворобу нирок

Ставлення до екології стало серйозно розглядатися як критерій цивілізованості країн, оскільки нехтування несприятливим середовищем проживання людини підриває їх поступальний соціально-економічний розвиток. Оцінка забрудненості навколишнього середовища ксенобіотиками має виняткову значимість в якості одного з інтегральних показників загального рівня здоров'я населення і є найважливішим фактором його моніторингу. Всі фактори навколишнього середовища діють на живі організми порізному. Одні з них забезпечують життя, другі - шкодять, треті можуть бути нейтральними для них.

Екологічними факторами вважають фактори навколишнього середовища, які тим чи іншим чином впливають на життя та функціонування живих організмів. По походженню і характеру дії екологічні фактори поділяють на абіотичні, біотичні і антропогенні.

Абіотичні фактори являють собою сукупність компонентів і явищ неживої, неорганічної природи, що безпосередньо чи опосередковано впливають на живі організми. До них належать світло, температура, вологість, вітер, повітря, тиск, тривалість дня тощо.

Біотичні фактори характеризують сукупністю компонентів і явищ органічного світу (рослинність, тваринний світ, вплив людини тощо), які безпосередньо впливають на живі організми. Кожен організм постійно зазнає прямого або опосередкованого впливу інших організмів, взаємодіє із представниками свого і іншого видів (рослинами, тваринами, мікроорганізмами), залежить від них і сам впливає на них.

Антропогенні фактори виступають такими формами діяльності людського суспільства, які призводять до змін у навколишньому середовищі, середовищі життя інших видів або безпосередньо впливають на життя самої людини. Відповідно до Держстандарту при внесенні в будь-яке середовище нових, нехарактерних для нього в аналізований час фізичних, хімічних або біологічних елементів або перевищення природного рівня цих елементів у середовищі, називається забрудненням.

Хронічна хвороба нирок є широко поширеною в світі загрозою для здоров'я людини, і близько 40 % дорослого населення мають підвищений ризик розвитку захворювання. В Україні спостерігається зростання чисельності таких хворих. У різних регіонах земної кулі частота хронічної ниркової недостатності (ХНН) становить 2-10 випадків на 100 тис. населення і залежить від чинників зовнішнього середовища зон проживання пацієнтів з ХХН (так званим біоекологічним оточенням).

В останні роки поширеність ХХН стала розглядатися з позицій негативних факторів навколишнього середовища регіонів проживання людей [5]. Першорядне значення мають також географічні погодні умови (температура повітря, атмосферний тиск тощо) [2]. Статистичними методами було встановлено, що в зв'язку з постійним значним впливом підвищеного атмосферного тиску на організм людини поширеність ниркової недостатності перевищує аналогічні показники в популяції приблизно в чотири рази.

Жителі міст з несприятливою екологічною ситуацією, наприклад таких, як Кривий Ріг, Донецьк, вважаються групою ризику в рамках хронічної хвороби нирок. У якості одного з маркерів ступеня забруднення навколишнього середовища ксенобіотиками у жителів промислових регіонів відзначають виділення з сечею у високих концентраціях фенолів та підвищенням рівня деяких мікроелементів, таких як натрій, калій та інших [3]. Дослідження показали, що збільшення поширеності ХХН спостерігається не тільки в урбанізованих міських районах, а й у регіонах з високим рівнем розвитку сільського господарства, особливо у осіб чоловічої статі [5].

## 4.2 Зв'язок інфекційних та запальних процесів у хворих на хронічну ниркову недостатність з екологічними факторами навколишнього середовища

Несприятлива екологічна ситуація в регіонах є фактором ризику розвитку всіх морфологічних форм хронічного гломерулонефриту та схожих захворювань ниркової системи дюдини. Екологічні та географічні чинники визначають частоту захворювання у таких хворих, а також темпи прогресування хвороб у пацієнтів з хронічною нирковою недостатністю.

Слід звернути увагу на те, що часто хронічну хворобу нирок діагностують надто пізно. Навіть у розвинених країнах світу, приблизно у чверті всіх хворих, які впродовж року потрапляють до лікарні для проведення діалізних методів лікування, діагноз ниркового захворювання встановлюється вперше.

На останніх стадіях ХХН визначити, що спричинило такий стан, практично неможливо, як і застосувати доступні методи сучасного лікування, що говорить про те, якою небезпечною може бути екологічна ситуація місцевості, де проживають люди, зі скаргами на ниркові захворювання. Так як, несприятливі екологічні фактори проявляються поступово, як і накопичуються в організмі токсичні речови (мікро та макроелементи), то, у свою чергу досить важко одразу діагностувати та попередити дані захворювання.

Кількість хворих, які потребують спеціалізованої нефрологічної допомоги, в Україні щорічно невпинно зростає. Так, щороку на 1 млн населення реєструють 250 пацієнтів з ХХН V стадії. Слід зазначити, що за даними річного реєстру ERA-EDTA за 2017 р., Україна за кількістю хворих, які лікувалися діалізом, має найгірше положення серед 30 країн, що входять до реєстру [9]. Це обумовлено, в першу чергу низьким рівнем розвитку медичної інфраструктури та кваліфікації медичного персоналу загалом.

Поширеність хронічної хвороби нирок тісно пов'язана із забрудненням питної води неорганічними речовинами, грунту - пестицидами та мідь – вмісними органічними сполуками, атмосферного повітря - газоподібними складовими нафтопродуктів (наприклад, бутадієном і бензолом), похідними етиленгліколю, трихлоретиленом і перхлоретиленом, а також іншими патогенними сполуками.

1

1

8

2

8

2

7

3

7

3

6

4

6

4

5

5

Рис. 4.1 Зміни показників поширеності (зліва) і захворюваності (праворуч) хронічною хворобою нирок (%) в регіонах з перевищенням гранично допустимих концентрацій ксенобіотиків в повітрі і питній воді (значення при нормальних концентраціях речовин прийняті за 100%)

Примітки: повітря: 1 - аміак, 2 - бензопірен, 3 - діоксид азоту, 4 - діоксид вуглецю; вода: 5 - мінералізація, 6 - сульфати, 7 - нітрати, 8 - фосфати.

Несприятливі фактори екології роблять свій негативний вплив на формування уролітіазу (сечі), а також утворення нових нефронових канальців у 3/4 від числа всіх факторів ризику розвитку патологічного процесу [3]. Головне значення в розвитку сечокам'яної хвороби, за статистикою, відводиться жорсткості питної води в зонах проживання людей і збільшення співвідношення в ній концентрацій кальцію і магнію [4], що, в більшості випадках, впливає на дітей. Від якості питної води залежить, у першу, якість життя вцілому, чим більше шкідливих мікроєлементів у воді – тим більша вірогідність захворювань різних органів та систем з часом. Виникненню уролітіазу також сприяє екологічне забруднення навколишнього середовища такими мікроелементами, як хром (Cr), мідь (Cu), залізо (Fe), манган (Mn), свинець (Pb) а також цинк (Zn).

Збільшення частоти розвитку пієлонефриту в окремих регіонах України сприяє вживання питної води з високими відсотком кишкової палички.

За статистикою поступове забруднення навколишнього середовища мікроорганізмами і ксенобіотиками супроводжується збільшенням випадків запалення очеревини у хворих з уремією, які перебувають на діалізі. У свою чергу, поліпшення екологічних умов життя пацієнтів з гострими та хронічними недостатностями ниркової та сечовидільної системами, наприклад таких, як гломерулонефрит, хронічний пієлонефрит, цукровий діабет та інших захворювань робить позитивний вплив на подальший перебіг патологічного процесу в нирках і не тільки.

Нирки є основою для несприятливого екологічного впливу на організм таких мікроелементів, як алюміній (Al), миш'як (As), кадмій (Cd), літію (Li) та інших. Порушення концентрації тих чи інших мікроелементів в організмі людини (мікроелементози) вважаються одним з основних патогенетичних чинників запальних захворювань нефрологічного профілю. Зміни рівня мікроелементів в навколишньому середовищі ведуть до накопичення в нирках патогенних мікроелементів, що не виводяться з організму, або ж виводяться, але досить повільно, наприклад таких, як хром, манган та нікель.

Забруднення навколишнього середовища проживання людей такими елементами, як, наприклад кадмій, стибій і талій супроводжується високою поширеністю хронічної хвороби нирок, підвищеним рівнем виведення цих мікроелементів з сечею і меншою, ніж в популяції жителів інших регіонів, швидкістю клубочкової фільтрації [4]. Зіставлення величини кліренсу ендогенного креатиніну у населення з показниками в крові кадмію, ртуті та свинцю, демонструє різноспрямовані взаємини цих параметрів, що дозволило зробити висновок про нефротоксичність перерахованих МЕ, що містяться в навколишньому середовищі існування людей. Високий вміст діоксиду титану в питній воді індукує у місцевих жителів запалення в нирках, але механізм такої дії залишається неясним.

Дані показники свідчать, про велику токсичність даних ендогенних мікроелементів, так як вони мають властивість накопичуватися в організмі людини, та, у подальшому, завдавати вплив на окремі органи, а також системи організму вцілому. Такі наслідки особливо простежуються у людей, місце проживання яких відноситься до великих індустріальних та виробничих зон, як, наприклад Дніпропетровська чи Донецька області, де зосереджено найбільші металургійні центри у всій Україні.

Існує тісний зв'язок розвитку імунозапальних та інфекційно-запальних процесів, зумовлених появою та розвитком хронічної хвороби нирок з екологічним станом зон проживання хворих, вплив на характер ураження ниркових структур (клубочків, канальців, строми) ксенобіотиків (неорганічних і органічних хімічних речовин, есенціальних і токсичних ендогенних мікро та макроелементів), які викликають підвищену антигенну атаку на організм.

Більша територія України, яка відноситься до виробничих та індустріальних зон по праву вважається зонами екологічного лиха з наявністю величезного числа шкідливих факторів виробничої діяльності людини. Сумарне техногенне, а також антропогенне навантаження на одиницю території (для прикладу Дніпропетровської області) вчетверо вище середньої величини по Україні, тому саме такі регіони являються наочною картиною, для моделювання оцінки впливу несприятливої екологічної ситуації на здоров'я людини в цілому і хронічної хвороби нирок зокрема.

## 4.3 Технологічні та санітарно-технічні заходи захисту оточуючого середовища від забруднення, яке відбувається при виробництві та експлуатації біомедичної апаратури

Для запобігання шкідливого впливу на навколишнє середовище, необхідно створити технологічні процеси, що по своїй суті були б оберненими щодо шкідливих впливів.

Необхідно створювати безвідхідні технології, що припускають як розробку раціональних засобів прийому і виділення шкідливих домішок із газів, так і проведення принципових змін технологічного процесу або окремих його стадій. Зміна технології повинна йти по шляху зменшення кількості викидів і скороченню витрат на очищення газів, що циркулюють у системі природа-виробництво-природа.

Для захисту навколишнього середовища від різних видів забруднення на виробництві застосовують обов'язкове уловлювання та очищення шкідливих речовин, передбачається виробництво без відходів. На підприємстві для захисту людей у цехах, де здійснюється пайка, травлення, покриття лаком друкарських плат застосовується примусова витяжка вентиляції з фільтрацією. У виробництві застосовується високотехнологічне i високопродуктивне устаткування, що робить виробництво рентабельним та з малими енергозатратами. За рахунок цього відбувається економія природних pecypciв.

**ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ**

Захист навколишнього середовища є комплексною проблемою, котра визначається складністю системи, що поєднує природу, суспільство і виробництво. Поряд із природоохоронними завданнями вона вирішує також і соціально-економічні завдання – поліпшення умов життя людини, збереження його здоров’я. Очевидно, що для охорони навколишнього середовища необхідний письменний, науково-обгрунтований підхід. Будь-який технічний процес у тій або іншій мірі впливає на охорону навколишнього середовища, забруднюючи її.

Рівень фізичного забруднення під час експлуатації програмно-апаратного комплексу незначний, тому основним фактором шкідливого впливу є використання сировини, електроенергії, шум. Екологічний ефект складає 68,81 грн. та при подальшій експлуатації програмно-апаратного компексу необхідно враховувати нормативи та вимоги екологічної безпеки.

Проаналізувавши всі вищезазначені дані, можна впевнено говорити про те, що, нажаль, кількість хворих, які страждають на хронічну хворобу нирок та лікуються нирковою замісною терапією, в Україні, як і у всьому світі, невпинно зростає, так як екологічна ситуація на території України в цілому залишае бажати кращого, великі скупчення індустріальних та виробничих центрів досить негативно впливають на рівень екології, що, у свою чергу призводить до невпинного зростання числа захворювань не тільки ниркової системи, але і організму вцілому. Однак, слід зазначити, що темпи зростання є значно повільнішими, а стан надання та попередження захворювань потрохи зростає, що є позитивною тенденцією.

# РОЗДІЛ 5

## ОХОРОНА ПРАЦІ

Дипломне проектування передбачає аналіз умов праці з погляду існування факторів, що негативно впливають на здоров’я та працездатність медичних працівників, а також розробку заходів, що дозволяють зменшити вплив шкідливих та небезпечних виробничих факторів на робочих місцях до значень, що припускаються нормативно - технічними актами по охороні праці. Загалом, для проведення даного аналізу необхідно з'ясувати, які ж небезпечні та шкідливі фактори діють під час технічної експлуатації апаратно – програмних комплексів, що використовуються під час лікувально – діагностичного процесу у медичних центрах та відділеннях для гемодіалізу, в особливості апаратів «штучна нирка».

## 5.1 Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що діють при експлуатації апарату «штучна нирка»

У даному дипломному проекті невід'ємною частиною досліджень виступає гемодіалізний апарат «штучна нирка», який призначений для проведення єдиноразових та планових процедур гемодіалізу для пацієнтів з термінальною стадією захворювання нирок (ХХН), спостереження в реальному часі за життєво – важливими показниками, етапами лікування, а також допомагає оцінювати результати ефективності окремої процедури та лікування вцілому.

Відповідно до ГОСТ Р МЭК 60601-2-16-2016 небезпечні і шкідливі виробничі фактори в умовах лікувально – діагностичного процесу під час проведення лікувальних процедур, у тому числі і гемодіалізу, підрозділяються за своєю дією на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні. Під час роботи може виникнути ряд наступних небезпечних і шкідливих факторів:

1. відсутність або недостача вхідних розхідних матеріалів (бікарбонат, кислота);
2. підвищений рівень напруги в електричному колі, замикання якої може нашкодити пацієнту;
3. засмічення фільтрів та потрапляння до єлектричного мотору сторонніх речей;

4. доволі високий рівень ультразвукового випромінювання.

***Відсутність або недостача вхідних розхідних матеріалів (бікарбонат, кислота)***. Гемодіалізний апарат виконує ряд різних функцій, кожна з яких призначена для того, щоб зробити лікування якомога більш ефективним і безпечним. Він подібний до великого комп'ютера і насосу. Крім викачування крові в діалізатор, апарат також відстежує: кровоток (потік крові, що викачується за одиницю часу); кров'яний тиск (визначає тиск крові у венозних та артеріальних магістралях); кількість вилученої рідини (перед початком процедури необхідно зважитися для зіставлення кінцевих результатів) і багато інших життєво важливих даних, включаючи рівень тиску, які допомагають сестринському і лікарському персоналу забезпечити максимальну ефективність терапії.

Установка також відповідає за змішування концентрату діалізата з чистою водою. Правильне дозування концентрату допомагає виводити токсини через мембрану діалізаторів. Якщо ж даних матеріалів не вистачає, або так завні розхідники низької якості або ж взагалі прострочені, різко підвищується вірогідність нашкодити пацієнту, не кажучи вже про користь від даної процедури. Помилки у змішуванні бікарбонату та концентрату можуть також призвести до тяжких наслідків для хворого, тому медичний персонал (технік або інженер) повинен з певною періодичністю калібрувати апарат та робити повірки згідно з нормативно – технічною документацією та інструкцією від виробника.

Нагляд за «штучною ниркою» у процесі лікування повинен бути постійним за для уникнення відхилень та непередбачуваних ситуацій.

***Підвищений рівень напруги в електричному колі, замикання якої може нашкодити пацієнту.*** Всі радіоєлектронні апарати, у тому числі й біомедичні, у тій чи інший мірі схильні до збоєв в електричному колі, так само як і вся інша техніка. Щодо апартів «штучної нирки» які використовуються у більшості відділень по Україні, є закордонними (Франція, Німеччина) та обладнані сучасними ступінями захисту від ураження струмом (апарат підключається до мережі як стандартний побутовий прилад – 220 V) та використовує приблизно 1 КВт/год, тому, виходячи з цього, завжди є ризик збою апарату під час діалізу. Вищеописані випадки є вкрай рідкісними, адже останні модифікації апаратури оснащені надійними мережевими фільтрами а також кожен апарат має заземлення.

Біомедична апаратура по типу «штучна нирка» оснащена модулем безперебійної роботи у разі від'єднання від мережі, та може працювати автономно протягом 15 хвилин. У разі непередбаченої ситуації апарат просто вимикається автоматично для запобігання ураження електричним током, та від'єднується від мережі за допомогою медичного персоналу, а пацієнта відключають від процедури.

***Засмічення фільтрів та потрапляння до єлектричного мотору сторонніх речей.*** Цілісність гемодіалізного апарату та його своєчасне обслуговування та калібрування є запорукою довготривалого строку служби та надійності під час лікувально – діагностичного процесу. Дані біомедичні апарати потребують профілактичного ремонту приблизно раз на рік (залежно від фірми виробника та моделі конкретного апарату). Розхідні матеріали, такі як водні та повітряні фільтри, ротори моторів потрібно діагностувати та змінювати у разі потреби щонайменше раз на 24 місяці, в залежності від кількості годин напрацювання а також умов експлуатації. Наприклад підвищена вологість або ж навпаки запилене приміщення негативно позначиться на строку служби як окремих розхідних матеріалів так і апарату вцілому. Також потрібно періодично проводити прибирання зливних магістралей, через які відпрацьований концентрат стікає до резервуарів, які будуть у подальшому утилізовані.

***Підвищений рівень ультразвукового випромінювання.*** Джерелом ультразвукового випромінювання під час експлуатації гемодіалізних апаратів є робоча поверхня ультразвукового датчику, що працює з частотою 3 МГц. Щільність енергії (в одиниці об'єму) ультразвукових коливань в мільйони разів більше щільності звукової енергії чутних звуків. Тому ультразвук сильніше впливає на організм людини, відбувається нагрів тіла, а при впливі коливань на руки через рідкі та тверді середовища відбувається розрив і руйнування тканин.

## 5.2 Технічні заходи, що виключають або обмежують дію на персонал небезпечних і шкідливих факторів

Перераховані вище небезпечні та шкідливі в тій або іншій мірі впливають на здоров’я людини. Вплив кожного з факторів помітно проявляється за годину і виявляється у людини як втома, запаморочення, головний біль, загальне нездужання і може призвести до втрати свідомості. Усе це знижує продуктивність його праці. Постійне перебування людей у такій обстановці призводить до виникнення хронічних захворювань. Інші чинники познаються на здоров’ї людини миттєво, приносячи їй біль, травматизм, утрату свідомості, а в деяких випадках і смерть**.**

## 5.3 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом

Гемодіалізні апарати експлуатуються в медичних центрах, і при неправильному використанні можливе ураження електричним струмом. Тому в діагностичному кабінеті передбачені такі заходи безпеки:

- недоступність струмоведучих частин для випадкового доторкання, так як вони сховані в корпусі;

- розташування струмоведучих частин на недосяжній відстані від медичного працівника та пацієнта;

- передбачена робоча ізоляція.

Окремі блоки, встановлені в загальному корпусі, з’єднані один з другим та з блоком живлення штепсельними роз’ємами. При вийманні блока штепсельний роз’єм розмикається і блок автоматично відключається від живлення.

Загальний опір пристроїв, які заземлюються усіх повторних заземлювачів нульового дроту кожної повітряної лінії електропередач не перевищує значення 10-20 Ом при напрузі 220/127 В. При цьому опір кожного з повторних заземлювачів не перевищує 15, 30 та 60 Ом відповідно. Електропроводка в приміщенні схованого типу, тому випадкове торкання проводів з напругою 220В виключено, за умови дотримання правил техніки безпеки. Вимикачі штучного освітлення ізольовані струмонепровідним облицюванням.

Гемодіалізний апарат «Штучна нирка» спроєктовано так, щоб під час єксплуатації медичним персоналом не виникало небезпеки ураження електричним струмом, як у нормальному його стані, так і при одиничному порушенні (виріб - II класу), який крім основної ізоляції та заземлення має додатковий підвищений ступінь захисту (ГОСТ 12.1.001- 91). Доступні для дотику частини виробу класу II мають подвійну і посилену ізоляцію по відношенню до мережевого ланцюга.

Перед підготовкою до роботи, медичне обладнання необхідно візуально перевірити (всі основні вузли, шнур підключення до мережі і так далі) на наявність механічних пошкоджень.

Електроприлади повинні бути надійно заземлені згідно з інструкцією приладу. Більшість фірм апаратів «штучна нирка» оснастили апаратуру стандартами водонепроникності основних вузлів, що дозволяє користуватися ними вологими руками, якщо це є необхідним. Не залишати апарат без нагляду на довгий час, після закінчення процедур обов'язково провести один із типів дезинфекції та знезараження. При виявленні або виникненні несправності в електроприладі необхідно відмовитися від його використання, поки не буде проведено діагностичні та ремонтні операції.

## 5.4 Нормалізація параметрів мікроклімату

Становище повітряного середовища визначається метеорологічними умовами або виробничим мікрокліматом (температурою, вологістю та швидкістю руху повітря) і попаданням шкідливих виділень в повітряне середовище лікарняних приміщень. Норми метеорологічних умов в даному приміщенні регламентуються ГОСТ 12.1.005-88 «Повітря робочої зони».

Для підтримки метеорологічних умов у виробничих приміщеннях у відповідних межах необхідно використовувати системи:

- опалення (холодний час року);

- кондиціонування (у теплий час року);

- вентиляції.

Оптимальна температура повітря повинна не перевищувати 21-25 °С, відносна вологість повітря – 40-60 %, швидкість руху повітря – 0,1 м/с. В медичному центрі, де знаходиться біомедична апаратура температура повітря 23 °С, відносна вологість повітря 58 % та швидкість ружу повітря 0,1 м/с.

В кабінеті встановлена проточно-витяжна вентиляційна система, а по характеру обхвату приміщення – вентиляція загальнообмінна, тобто здійснюється повітряний обмін по всьому приміщенню. Її дія заснована на розбавленні шкідливих виділень свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій або температур. Також передбачена аварійна вентиляція – це загальнообмінна витяжна, що не компенсується спеціальним притоком. Розрядження, створене аварійною вентиляцією, сприяє попередженню проникнення шкідливих речовин в сусідні приміщення.

Для підтримки чистоти, свіжості повітря щодня здійснюється вологе прибирання та провітрювання залу. Апарат «Штучна нирка» під час процесу лікування може в незначній мірі підвищувати робочу температуру, отже є джерелом теплового випромінювання.

Кількість пацієнтів, які обстежуються одним медпрацівником, не повинна перевищувати 10-11 осіб.

При проведенні діагностичних заходів персонал зобов'язаний використовувати дві пари рукавиць: нижні-бавовняні, верхні-гумові.

Не допускається контакт незахищених рук зі скануючою поверхнею працюючого датчика.

## 5.5 Забезпечення пожежної і вибухової безпеки

Пожежна безпека пристрою, що проектується у даному дипломному проекті, має забезпечуватися відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», а вибухова безпека — у відповідності до ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

Пожежна безпека визначається як стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення й розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Вибухова безпека визначається як стан виробничого процесу, під час якого виключається можливість вибуху або ж у випадку його виникнення відвертається дія на людей викликаних ним небезпечних та шкідливих факторів і забезпечується захист матеріальних цінностей.

Причинами виникнення пожеж можуть бути: недотримання пожежних інструкцій, виникнення струмів короткого замикання, погані контакти в місцях з'єднання дротів, помилки некваліфікованих медичних працівників.

При експлуатації апарата можливі надмірні нагрівання ізоляції обмоток і інших елементів обладнання, що може послужити причиною виникнення пожежі. Тому залежно від пожежної небезпеки застосовуються основні вогнегасні речовини, що перешкоджають виникненню та розповсюдженню пожежі. У вентиляційних каналах може накопичуватись горюча суміш, пил, що може запалюватися. Тому у всіх системах вентиляції повинна бути звернена велика увага на канали вентиляції. Системи двигунів і пускових установок для вентиляційних механізмів повинні бути підібрана і змонтовані у строгій відповідності з вимогами для даної категорії пожежної небезпеки приміщення. Опалювальні системи розділяються на місцеві і центральні.

Медичний персонал діалізного залу зобов’язаний знати і суворо виконувати правила пожежної безпеки, проходити планові інструктажі про дотримання протипожежного режиму у відділенні, а також повино бути відпрацьовано дії у разі виникнення надзвичайних ситуацій і надання першої невідкладної допомоги.

Керівник відділення є відповідальним за пожежну безпеку в кожному окремому кабінеті центру. У кожному приміщенні відділення повинна бути вивішена таблиця із вказівкою відповідального за протипожежну безпеку, а також інструкції при невідкладних ситуаціях. У кожному кабінеті повинен бути пінний вогнегасник і забезпечений вільний доступ до нього, а також до євакуаційних виходів.

Не допускається перевантаження електромережі, застосування електропроводів з ушкодженою або пересохлою ізоляцією, апаратури з явними ознаками механічного пошкодження. Біля сходової площадки повинні бути підвішені вогнегасники в такому місці, що у випадку виникнення пожежі ними буде зручно скористатися. Вогнегасник розміщений, щоб був виключений безпосередній вплив на нього сонячних променів, опалювальних і нагрівальних пристроїв.

## 5.6 Інструкція з техніки безпеки при експлуатації апаратно – лікувального комплексу «штучна нирка»

Інструкція розроблена на основі ДНАОП 0.00-8.03-93 "Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", ДНАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розробку інструкцій з охорони праці".

До самостійної роботи з гемодіалізними апаратами допускаються медсестри або лікарі, які мають посвідчення про закінчення курсів спеціалістів по виду медтехніки, що експлуатується. Перед допуском до роботи персонал має пройти вступний та первинний інструктаж з охорони праці з реєстрацією в журналах інструктажу. Потім, не рідше ніж через 6 місяців, проводиться повторний інструктаж.

Медичний персонал, який працює з діалізною лікувально – діагностичною апаратурою підлягає попереднім (під час прийняття на роботу) та періодичним медичним оглядам за участю більшості лікарів, а саме невропатолога, отоларинголога, терапевта, інфекціоніста і так далі.

У діалізному центрі потрібно підтримувати наступні параметри мікроклімату:

- температура повітря – не менше ніж +21 °C;

- вологість (відносна) - 40-60 %;

- швидкість руху повітря не вище 0,10 м/с;

- кратність повітряного обміну 5 – 9.

Кількість пацієнтів, які обстежуються одним медпрацівником, не повинна перевищувати 10-11 осіб.

Персонал, який експлуатує біомедичну техніку, зокрема апарати «Штучна нирка» та пацієнти можуть піддаватися небезпечним та шкідливим виробничим впливам:

- ураження електричним струмом;

- механічні пошкодження;

- електромагнітне випромінювання;

- ультразвукове випромінювання.

При проведенні діагностичних заходів персонал зобов'язаний використовувати дві пари рукавиць: нижні-бавовняні, верхні-гумові. Не допускається контакт незахищених рук із ін'єкційним обладнанням. За невиконання вимог посадових інструкцій медичний персонал несе відповідальність згідно з чинним законодавством України.

**Вимоги безпеки перед початком роботи.** Для захисту від ураження електричним струмом усі доступні для дотику металеві частини апарату мають бути занурені (від мережі з глухо заземленою нейтраллю) або приєднані до пристрою захисного заземлення перед подачею на апаратуру напруги з мережі з ізольованою нейтраллю.

Безперервність ланцюга між затискачем захисного заземлення та заземлюючою клемою на пусковому щиті або шині захисного заземлення має перевірятися персоналом перед початком кожного робочого дня (зміни) і при технічному обслуговуванні.

Не дозволяється вмикати електроприймачі в мережу при пошкодженні шнуру (кабелю) і корпусу штепсельної вилки, а також при інших дефектах, при яких можливе доторкання персоналу до частин, які перебувають під напругою. Не дозволяється при підключенні біомедичної апаратури використовувати подовжувачі і перехідники. При появі будь-яких пошкоджень або несправності, роботи не розпочинати, а залучити технічний персонал для вирішення проблеми.

**5.7 Вимоги безпеки під час виконання роботи та по її закінченню**

Не дозволяється наступати на електричні кабелі та шнури. У процесі експлуатації має бути виключена можливість падіння апаратів; персонал повинен періодично перевіряти надійність кріплення вузлів і деталей, щоб запобігти механічним травмам.

При проведенні діагностичних обстежень загальне освітлення потрібно вимикати, залишати лише місцеве - настільну лампу; вікна в кабінетах затемнюються шторами, що сприяє поліпшенню видимості зображення на екрані променевої трубки.

При проведенні діагностичних процедур і контакту електродів (датчиків) з пацієнтом персонал повинен виключити можливість випадкового заземлення пацієнта. Під час проведення процедур не дозволяється залишати пацієнта без нагляду.

**Вимоги безпеки після закінчення роботи.** Після закінчення лікувально – діагностичних процедур медичне обладнання необхідно вимкнути з електромережі, щоб попередити замикання або ж випадкове спрацьовування медичної техніки.

Про всі недоліки виявлені в процесі роботи, необхідно обов'язково повідомити керівника відділення а також технічний персонал, для усунення несправностей, якщо такі наявні.

**5.8 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

Ознакою аварійної ситуації, яка може призвести до пожежі є:

- перегрів медичного обладнання (апаратури), виделки, розетки;

- сторонні запахи (горілої ізоляції, інші сторонні запахи, а також звуки потріскування та інші).

У разі виникнення надзвичаної ситуації (аварії або ситуації, що можуть призвести до аварії), нещасного випадку, необхідно негайно припинити роботу, вимкнувши обладнання від електромережі, доповісти керівнику робіт про те, що сталося; не допускати сторонніх осіб в небезпечну зону. При виникненні пожежі викликати пожежну частину та приступити до гасіння підручними засобами пожежогасіння. Якщо є потерпілі, надати їм першу медичну допомогу, а в разі потреби викликати швидку медичну допомогу. Виконувати всі вказівки керівника по ліквідації небезпеки.

Медичний персонал, який виконує операції по ліквідації надзвичайної ситуації, повинен бути проінформований про порядок дій, при наданні першої невідкладної допомоги, а також повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту відповідно до табелю оснащення та конкретної ситуації.

Під час виконання робіт по ліквідації надзвичайних ситуацій в лікувальній установі, медичний персонал зобов’язаний дотримуватись вимог санітарних норм та особистої гігієни.

Конкретні дії щодо надання першої невідкладної допомоги постраждалим при різних ураженнях описані в інструкції з надання першої (долікарняної) медичної допомоги, яка вивчається медпрацівником при проходженні первинного та послідуючих інструктажів з питань охорони праці.

## ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

В даному розділі, присвяченому охороні праці був проведений аналіз умов праці медичних працівників в державних та приватних медичних установах, а саме діалізних центрах, де надається допомога пацієнтам, хворим на хронічну хворобу нирок, а також іншими проявами гострої чи хронічної нефропатії. В даних медичних установах експлуатуються біомедичні апарати «штучна нирка», які вимагають від працівників дотримуватися правил, та працювати винятково за нормативно – технічними документами, щоб уникати надзвичайних ситуацій.

У роботі також проведено аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників, заходів з ергономіки, аналіз виробничого середовища вцілому, аналіз акустичних шумів, умов електробезпеки, аналіз мікроклімату приміщення, оцінені показники системи освітлення, пожежної безпеки й електробезпечності в медичній установі та інше.

# ВИСНОВОК

В магістерській роботі було проведено оцінювання ниркової системи пацієнтів у яких простежуються серйозні ниркові порушення, а саме проведенний аналіз нормованих показників сечовивідної системи, який дав змогу оцінити відхилення номативних показників, при яких необхідне призначення пацієнтам з хронічною хворобою нирок замісної ниркової терапії. Після проведення досліджень існуючих методів, що викоритсовуються при призначені даних процедур хворим термінальною стадією захворювання, було запропоновано методику, яка дає можливість якісно здійснити профілактичні та лікувально – діагностичні заходи і спрогнозувати перебіг хвороби.

Такі методи оцінювання стану пацієнтів з ХНН є достатньо актуальними, оскільки розповсюдженість захворювань даної етіології в світі є достатньо великою та тільки набирає обертів. Хронічна хвороба нирок є глобальною соціально – економічною проблемою, оскільки, за різними підрахунками, близько 5 – 10 % населення світу мають ознаки цієї хвороби. Особливої актуальності ця проблема набуває з огляду на стабільне (до 7 % щорічно) збільшення кількості хворих на термінальну стадію хвороби - ХХН V ст., яка потребує лікування методами ниркової замісної терапії (НЗТ). Темпи збільшення кількості таких пацієнтів перевищують темпи приросту населення у всьому світі майже у п'ять разів.

Проблематикою даної теми є недостатній рівень достовірності оцінювання ниркової системи людини під час профілактики та лікування захворювань.

Саме тому актуальною проблемою на сьогодні є розробко та вдосконалення методів покращення та оптимізації лікувально – діагностичного процесу під час проведення гемодіалізу.

# СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрейчиков А.В. Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2006.

2. Аналіз структури смертності пацієнтів, які отримують лікування гемодіалізом / І.М. Шифріс, І.О. Дудар, Ю.І. Гончар, В.Ф. Крот, Е.К. Красюк, Н.Г. Алексєєва, М.Ю. Хміль // Український журнал нефрології та діалізу. – 2013. – № 1(37). – С. 14-20.

3. Баин А. М. Сучасні інформаційні технології підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. - М .: ІД «ФОРУМ», 2009. - 240 с.

4. Бикбов Б.Т., Томилина Н.А. Заместительная терапия больных с хронической почечной недостаточностью в Российской Федерации в 1998-2011 гг. (Отчет по данным Российского регистра заместительной почечной терапии. Часть первая). Нефрология и диализ, 2014 год; 16(1): 11-127.

5. Воеводина Н.В., Лидохова О.В., Макеева А.В. [Електронний ресурс]: оценка эффективности гемодиализа как метода заместительной терапии при хронической почечной недостаточности // международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4-7.; Режим доступу: http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=17605 (Дата звернення: 27.10.2019).

6. Дюк В.А., Эмануэль В.Л. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. – СПб.: Питер, 2003.

7. Ермоленко В.М. Хронический гемодиализ / В.М. Ермоленко // М.: Медицина, 1982. – 277 с.

8. Іванов Д.Д. Хронічна хвороба нирок (ХХН) / Д.Д. Іванов // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2005. – № 2. – С. 67 – 77.

9. Колесник М.О., Сайдакова Н.О., Козлюк Н.І., Владзієвська Г.Є. Аналіз десятирічної діяльності і перспективи розвитку нефрологічної допомоги населенню України // Український журнал нефрології та діалізу. — 2008. — № 1. — С. 2-7.

10. Медико-профілактична допомога хворим нефрологічного профілю 2009-2012, що робити далі? / М.О. Колесник, Н.О. Сайдакова, Н.І. Козлюк, С.С. Ніколаєнко // Український журнал нефрології та діалізу. – 2013. – № 3(39). – С. 3-14.

11. Методи дослідження ендогенної інтоксикації організму. Методичні рекомендації / М.А. Андрейчин, М.Д. Бех, В.В. Дем’яненко [та інш.] – Київ, МОЗ України, 1998. – C. 1 – 31.

12. Національний реєстр хворих на хронічну хворобу нирок: 2012 рік / уклад. Н.І. Козлюк, С.С. Ніколаєнко, М.В. Кулизький; Державна установа «Інститут нефрології НАМН України»; гол. ред. М.О. Колесник. – К., 2013. – 158 с.

13. Новицкий В.О. Постановка задачи и описание системы поддержки принятия решений для управления лечебно – диагностическим процессом на примере отделений нефрологии и гемодиализа // Врач и информационные технологии. – 2013. - № 2. – С. 16 – 21.

14. Основные показатели физиологической нормы у человека: руководство для токсикологов / И.М.Трахтенберг, В.А.Тычинин, Р.Е.Сова, М.Н.Коршун, И.П.Лубянова и др. ; Под ред. И.М.Трахтенберга. - К. : ИД "Авиценна", 2001. – 371 с.

15. Пат. 74280 України, G 01 N 33/48, A 61B 10/00. Спосіб вибору методу детоксикаційної терапії / М.Г. Проданчук, Б.С. Шейман, О.І. Осадча, Н.О. Волошина (Україна); заявник і власник патенту Ін-т екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя. — № 74280; заявл. 22.01.04; опубл. 15.11.05. Бюл. № 11.

16. Поліщук С.Т. Гемодіалізна технологія / С.Т. Поліщук, І.Ф. Бойко. – К.: НАУ, 2006. – 216 с.

17. Предиктори госпіталізації пацієнтів, які лікуються гемодіалізом / І.О. Дудар, Ю.І. Гончар, В.М. Савчук, І.М. Шифріс // Український журнал нефрології та діалізу. – 2014. – № 2(42). – С. 35-39.

18. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / Реброва О.Ю. М.: Медиа Сфера, 2002. – 312 с.

19. Рыбакова О.Б. Гемодиализ и гемодиафильтрация в лечении терминальной стадии почечной недостаточности / О.Б. Рыбакова, А.Ю. Денисов, В.Ю. Шило // Нефрология и диализ. – 2001– Т. 3., № 4. – С. 22 – 25.

20. Смирнов А.В. Национальные рекомендации по хронической болезни почек: основные положения, определение, диагностика, скрининг, подходы к профилактике и лечению / А.В.Смирнов. – Спб.: СанктПетербург. гос. мед. ун-т им.акад. И.П. Павлова, 2012 – 98 с.

21. Стецюк Е.А. Основы гемодиализа; под ред. Е.Б. Мазо / Е.А. Стецюк, Е.Б. Мазо. – М.: Гэотар-Мед, 2001.– 320 с.

22. Теорія систем: Учеб. посібник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - М .: Вища. шк., 2006. - 511 с .: іл.

23. Черноруцкий І.Г. Методи прийняття рішень. - СПб .: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.

24. Чубукова И.А. Data Mining. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

25. Шейман Б. С. Клінічні настанови з використання методів екстракорпоральної терапії для лікування гострих стадій ХХН / Б.С. Шейман. – К.: – МОЗ України, 2011. – 120 с.

26. Шестакова М.В. Современное понятие «Хроническая болезнь почек»: методы диагностики, клиническое значение / М.В. Шестакова // Сахарный диабет.– 2008.– No2.– С. 4–7.

27. Evidence-Based Clinical Decision Support at the Point of Care [Електронний ресурс]: (Науково обоснована підтримка прийняття клінічних рішень в процесі лікування) Режим доступу: http://www.uptodate.com/home (Дата звернення: 28.12.2019).

28. National institute for health and clinical excellence (Національний інститут охорони здоров'я і клінічної досконалості) Режим доступу: http://www.nice.org.uk/ (Дата звернення: 21.12.2019).

29. Toxicological profile for strontium [Електронний ресурс]: електрон. наук. фахове видання / U.S. Department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, April. – 2012. – Режим доступу: www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/ tp159.pdf (Дата звернення: 19.11.2019).

30. ESRD patientsin 2012 «A Global Perspective» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http // www. Visionfmc. Com /files /pdf\_2/ ESRD \_Patients\_2012.pdf. (Дата звернення: 14.11.2019).

31. ERA-EDTA 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.era-edta.org/page-6-41-0-41-eraedtaeducational.html](http://www.era-edta.org/page-6-41-0-41-eraedtaeducationalprogramme.html). (Дата звернення: 22.12.19).

32. ESRD patients in 2013 «A Global Perspective» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http: //www.usrds.org/2013/pdf/v2\_ch1\_13.pdf. (Дата звернення: 18.11.2019).

33. Fresenius Medical Care [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.fresenius.com.ua/](http://www.fresenius.com.ua/). (Дата звернення: 29.11.2019).

34. Health and hemodialis [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://health-ua.com/article/5786-poshirenst-hronchno-hvorobi-nirok--Vd-stad-u-svt-ta-v-ukran> (Дата звернення: 25.11.2019).