

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
Навчально-науковий інститут права і соціальних технологій  
Факультет соціальних технологій, оздоровлення та реабілітації  
Кафедра фізичної реабілітації

## **ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА**

методичні вказівки до практичних занять для здобувачів вищої освіти  
спеціальності 227 – Фізична терапія, ерготерапія (освітній ступінь бакалавр)

Обговорено і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
фізичної реабілітації,  
Протокол № 1  
від 20 січня 2023 р.

Чернігів 2023

**УДК 616-079(072)**

**Ф-94**

Функціональна діагностика: методичні вказівки до практичних занять для здобувачів вищої освіти спеціальності 227 – Фізична терапія, ерготерапія (освітній ступінь бакалавр) / Укл.: О. Я. Сокольська, В. В. Черняков. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. 95 с.

Укладач: СОКОЛЬСЬКА ОЛЕНА ЯКІВНА,

старший викладач кафедри фізичної реабілітації

ЧЕРНЯКОВ ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної реабілітації

Відповідальний за випуск: Зайцев Володимир Олексійович,

завідувач кафедри фізичної реабілітації,

кандидат педагогічних наук, доцент

Рецензент: Риженко О. В., кандидат медичних наук,

доцент кафедри фізичної реабілітації

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ .....	7
Змістовий модуль 1. ОСНОВИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ.....	9
Змістовий модуль 2 ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА СЕРЦЕВО- СУДИННОЇ СИСТЕМИ .....	30
Змістовий модуль 3 ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА ДИХАЛЬНОЇ ТА НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.....	57
ТЕМИ РЕФЕРАТІВ ДО КУРСУ «ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА».....	92
МОДУЛЬНИЙ ПОТОЧНИЙ ТА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ .....	93
Рекомендована література .....	94

## ПЕРЕДМОВА

Вивчення основ функціональної діагностики – необхідна складова підготовки фахівців у галузі фізичного виховання й здоров'я людини. У вузькому значенні функціональна діагностика передбачає використання інструментальних функціонально-діагностичних методів, які можна поділити на дві групи: методи (засоби) структурної діагностики (рентгенодіагностика, ультразвукове дослідження та ін.); методи (засоби) функціональної діагностики (електрокардіографічне дослідження, фонокардіографія, спірографія та ін.).

Сучасний розвиток суспільства спонукає до пошуку нових шляхів відновлення та збереження здоров'я людини. Одним з таких найбільш ефективних напрямків, покликаних розв'язати це важливе завдання, постає необхідність широкого застосування засобів і методів функціональної діагностики досить ефективних, а в деяких випадках – і єдино необхідних у процесі забезпечення реабілітації для відновлення здоров'я, професійного й соціального статусу людини внаслідок втрати рухової функції. Для цього застосовується система вимірів фізичних, хімічних або інших об'єктивних показників, що дозволяє оцінити функціональний стан різних органів і фізіологічних систем організму та більш точно визначити ступінь необхідного терапевтичного впливу.

Метою викладання навчальної дисципліни «Функціональна діагностика» є формування науково-професійного світогляду бакалавра спеціальності «Фізична терапія, ерготерапія» у галузі Охорона здоров'я та ефективне забезпечення спеціальної професійно-педагогічної підготовки ЗВО, формування теоретичних знань і практичних навичок та вмінь з комплексного оздоровчого впливу на організм людини, ознайомлення студентів із найсучаснішими методами діагностики функціональних станів організму людини та досліджень різних патологічних станів, навчити володіти техніками проведення цих досліджень.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти має набути або розширити такі фахові (СК) компетентності, передбачені освітньою програмою:

СК 03. Здатність трактувати патологічні процеси та порушення і застосовувати для їх корекції придатні засоби фізичної терапії, ерготерапії.

СК 10. Здатність проводити оперативний, поточний та етапний контроль стану пацієнта/клієнта відповідними засобами й методами (додаток 3 відповідно до Стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 22 «Охорона здоров'я», спеціальність 227 «Фізична терапія, ерготерапія») та документувати отримані результати.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Функціональна діагностика» є:

– ознайомлення ЗВО з основами застосування системного підходу у вивченні функціональної діагностики, науки, яка стосується наукових знань про методи дослідження функціональних станів органів та організму в цілому, критерії та параметри оцінювання патологічних змін у цих станах, їх застосування в діагностуванні хвороб;

– сформулювати поняття важливості функціональних методів дослідження не тільки для того, щоб встановити ступінь відхилення функцій певного органу чи системи в кількісному виразі, але, перш за все, для визначення величини порушень («втрати») життєво важливих функцій організму, фізичних та психічних можливостей, що має надзвичайне значення для проведення реабілітаційних заходів і адаптації в соціумі людей зі спеціальними потребами;

– ознайомити студентів із сучасними функціональними методами дослідження фізіологічних функцій та морфологічних особливостей органів та їх систем і навчити застосовувати їх на практиці. Навчити володіти всебічним комплексним підходом в обстеженні хворого з використанням традиційних методів діагностики.

На практичних заняттях здійснюється розгляд базових теоретичних положень відповідно до завдань лекційного і практичного курсу, розв'язуються

приклади практичних завдань, які сприяють формуванню фахового світогляду у вирішенні поставлених завдань щодо діагностики здоров'я людини.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни є поточний та семестровий контроль. Поточний контроль складається з опитувань, які проводяться під час лекцій та практичних занять. Запитання для поточного контролю знаходяться у методичних рекомендаціях. Семестровий контроль проводиться у вигляді заліку, запитання до якого на початку семестру розміщується у системі дистанційного навчання. Залікові білети знаходяться у пакеті документації на дисципліну.

На кожному практичному занятті надаються питання, що саме ЗВО повинен знати і вміти з визначеної теми. До кожної теми додається список рекомендованої літератури – основної, якої буде достатньо для опанування теми заняття та додаткової, для поглибленого вивчення даної проблеми.

#### **Алгоритм проведення практичного заняття**

<b>Структурна частина заняття</b>	<b>Тривалість</b>	<b>Хід заняття</b>	<b>Забезпечення</b>
Мотивація	5 хв.	Організаційний момент. Обґрунтування практичного заняття	
Поточний контроль	15 хв.	Контроль теоретичного матеріалу з теми, самостійно вивчених питань та практичних навичок	Тестовий контроль, ситуаційні завдання, усне опитування
Основна частина	50 хв.	Відпрацювання практичних навичок, самостійна робота у відділенні під керівництвом викладача	Алгоритм практичних навичок
Заключна частина	10 хв.	Підведення підсумків, вирішення ситуаційних завдань, обговорення результатів роботи у відділенні.	Ситуаційні завдання підвищеної складності

## ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Назва змістових модулів, теми та короткий зміст навчальних занять	Обсяг (год.)
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1</b> <b>ОСНОВИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ</b>	
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 1</p> <p style="text-align: center;"><b>Організація медико-біологічного контролю за станом здоров'я осіб, які займаються фізичною культурою і спортом</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Види медико-біологічного контролю. Вибір методів медико-біологічного контролю.</p>	2
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 2</p> <p style="text-align: center;"><b>Методи інтегральної оцінки фізичного здоров'я</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Методика В. А. Шаповалової. Експрес-оцінка рівня фізичного здоров'я реципієнтів за Г.Л. Апанасенко. Методика визначення рівня фізичного здоров'я «Тест-здоров'я». Система Контрекс-1. Система Контрекс-2.</p>	2
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 3</p> <p style="text-align: center;"><b>Педагогічні методи дослідження в лікарсько-педагогічному контролі</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Контроль фізичної підготовленості. Педагогічні тести оцінки інтенсивності навантаження.</p>	2
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2</b> <b>ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ</b>	
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 4</p> <p style="text-align: center;"><b>Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Електрокардіографія</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Електрокардіографія. Електрокардіограма (ЕКГ). Стандарт електрокардіографічного дослідження. Аналіз ЕКГ.</p>	2
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 5</p> <p style="text-align: center;"><b>Реєстрація та оцінка ЕКГ із використанням комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2»</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Обладнання та принцип роботи. Порядок роботи.</p>	2

<p style="text-align: center;">Практичне заняття 6</p> <p style="text-align: center;"><b>Ехокардіографія в кардіології</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Фізичні основи ехоКГ. Одновимірна ехоКГ. Двовимірна ехоКГ. Допплер-ехоКГ. Черезстравохідна ехоКГ. Можливості різних методик ехоКГ. Оцінка функції шлуночків серця. Рекомендації щодо проведення ехоКГ при окремих захворюваннях серцево-судинної системи.</p>	2
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 7</p> <p style="text-align: center;"><b>Оцінка фізичної працездатності й функціональних можливостей серцево-судинної та дихальної систем з використанням навантажувальних тестів</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Тест PWC170. Тест PWC170 зі специфічними навантаженнями. Гарвардський степ-тест. Проба Руф'є. Тест Купера. Визначення максимального споживання кисню.</p>	2
<p><b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3</b></p> <p><b>ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА ДИХАЛЬНОЇ ТА НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ</b></p>	
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 8</p> <p style="text-align: center;"><b>Методи фізичної, лабораторної і інструментальної діагностики захворювань органів дихання. Променева та диференційна діагностика основних захворювань органів дихання</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Фізичні методи. Методи лабораторної і інструментальної діагностики. Методи променевої діагностики. Променева семіотика туберкульозу та інших захворювань органів дихання. Диференційна діагностика основних захворювань органів дихання.</p>	2
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 9</p> <p style="text-align: center;"><b>Функціональна діагностика нервової системи</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Методика дослідження чутливості. Методи дослідження автономної нервової системи. Дослідження спинномозкової рідини.</p>	2
<p style="text-align: center;">Практичне заняття 10</p> <p style="text-align: center;"><b>Електрофізіологічні та ультразвукові методи дослідження нервової системи</b></p> <p><i>Стислий зміст.</i> Електронейроміографія. Електроенцефалографія. Транскраніальна магнітна стимуляція. Реоенцефалографія. Ехоенцефалоскопія. Ультразвукова доплерографія.</p>	2



## Змістовий модуль 1.

### ОСНОВИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ

#### **Тема 1. Організація медико-біологічного контролю за станом здоров'я осіб, які займаються фізичною культурою і спортом**

##### *Стислий зміст заняття. Види медико-біологічного контролю*

Медичне забезпечення занять фізичною культурою і спортом передбачає проведення первинного, повторного і додаткових медичних обстежень.

Первинне медичне обстеження проводять всім особам, які починають заняття оздоровчою фізичною культурою і спортом. Мета первинного обстеження – оцінити стан здоров'я, фізичний розвиток і функціональну готовність організму до виконання дозованих фізичних навантажень для вирішення питання про допуск до спортивних тренувань. При виявленні відхилень у стані здоров'я та фізичному розвитку в заняття фізичною культурою і спортом вносять обмеження, рекомендують корекцію характеру і режиму фізичних навантажень.

Метою повторних медичних обстежень є визначення впливу регулярних занять оздоровчою фізичною культурою і спортом на стан здоров'я, фізичний розвиток і функціональні можливості спортсмена. При цих обстеженнях з'ясовують також ступінь змін функціонального стану організму спортсмена у зв'язку з динамікою тренуваності. Обстеження практично здорових осіб, які займаються оздоровчою фізичною культурою, проводять один раз на рік, осіб середнього та літнього віку – два рази на рік. Спортсмени, що перебувають на диспансерному спостереженні, проходять регулярні обстеження не менше чотирьох разів на рік.

Додаткове медичне обстеження призначають для вирішення питання про допуск до змагань, а також до тренувань після перенесених захворювань і травм, після тривалих перерв у заняттях, при явищах перевтоми, за рекомендацією тренерів або на прохання спортсмена. Додаткові обстеження проводять також у спортсменів, допущених до тренувань, при наявності незначних відхилень у стані здоров'я. За результатами обстеження лікар робить

висновок, у якому дає оцінку фізичного розвитку, стану здоров'я, функціонального стану та загальної тренуваності спортсмена. Учням та студентам визначають медичну групу для занять на уроках фізичного виховання. Крім того, лікар дає рекомендації з характеру і режиму тренувань, вносить обмеження в тренувальні навантаження, а у випадку необхідності визначає лікувально-профілактичні заходи і термін повторного лікарського обстеження. Однією з форм роботи з медико-біологічного контролю є лікарсько-педагогічні спостереження.

Лікарсько-педагогічні спостереження (ЛПС) – сукупність медичних та педагогічних заходів, що проводяться спільно лікарем і тренером, з метою досягнення максимального спортивного результату і збереження здоров'я спортсменів, а на заняттях оздоровчого характеру – досягнення максимального оздоровчого результату і попередження розвитку несприятливих (побічних) ефектів. Необхідність таких досліджень викликана тим, що рівень функціональної готовності спортсмена може бути щонайкраще вивчений і оцінений в умовах тренування, при використанні специфічних навантажень. Своєчасне виявлення ознак неповного відновлення після фізичних навантажень і розвитку станів перевтоми або перенапруги дозволяє тренерові вчасно внести в навчально-тренувальний процес відповідні корективи.

*Завдання лікарсько-педагогічних спостережень:*

- визначення стану здоров'я і функціонального стану організму на різних етапах підготовки, виявлення передпатологічних і патологічних станів, які виникають безпосередньо під час тренування;
- аналіз загальної підготовленості і спеціальної тренуваності спортсмена;
- вивчення впливу фізичних навантажень на організм і оцінка їх відповідності рівню підготовленості спортсмена з метою вдосконалення планування і індивідуалізації навчально-тренувального процесу;
- вибір адекватних медичних, педагогічних і психологічних засобів реабілітації, спрямованих на поліпшення відновних процесів після значних фізичних навантажень;

- вивчення відповідності умов занять гігієнічним і фізіологічним нормам.

ЛПС здійснюються лікарем разом із педагогом (тренером) і являють собою найважливішу форму їхньої спільної роботи. Завдання лікаря під час ЛПС постає в оцінці стану здоров'я, правильності розподілу по фізкультурних медичних групах осіб, які займаються фізичною культурою і спортом, адекватному застосуванні відновних і реабілітаційних заходів, вивченні умов і організації занять тощо. На підставі отриманих даних лікар оцінює відповідність процесу тренувальних занять прийнятним гігієнічним і фізіологічним нормам. Для цього лікареві необхідно знати зміст, організацію, методiku і умови проведення занять, функціональний стан і реакцію організму спортсмена на фізичне навантаження.

В оцінці рівня тренуваності і спеціальної підготовленості спортсмена, удосконаленні планування навчально-тренувального процесу головна роль належить тренерові (педагогу). Тільки тренер здатен вирішувати завдання з планування навчально-тренувального процесу, дозування фізичних навантажень у тижневому циклі, визначення тривалості інтервалів відпочинку між вправами й тренуваннями, знаходження найбільш раціонального сполучення різних засобів тренування. Сумісно тренер і лікар вибирають таку форму організації ЛПС і такі методи дослідження, які дозволять щонайкраще вирішити поставлені завдання. Однак лікар не завжди має можливість брати участь у ЛПС, тому тренер (педагог) повинен володіти простими медичними методами дослідження, вміти використовувати їх у своїй роботі як для оцінки впливу навантажень, так і для вирішення інших питань, пов'язаних із правильною організацією процесу занять фізичною культурою та спортом.

Ефективність тренувального процесу залежить від того, наскільки правильно обрані засоби тренування і їх дози в одному занятті, мікро- або мезоциклі. З метою з'ясування впливу фізичних навантажень прийнято вивчати терміновий, відставлений і кумулятивний тренувальні ефекти.

*Терміновий тренувальний ефект* – зміни, що відбуваються в організмі безпосередньо при виконанні фізичних вправ і в найближчий час відпочинку.

*Відставлений тренувальний ефект* – зміни, що відзначаються в пізніх фазах відновлення (на інший день після занять або через кілька днів).

*Кумулятивний тренувальний ефект* – зміни в організмі, що відбуваються протягом тривалого періоду тренування в результаті підсумовування загальних термінових і відставлених ефектів окремих тренувальних занять.

Означені ефекти вивчають під час етапного, поточного і оперативного лікарсько-педагогічного контролю (ЛПК).

В етапних обстеженнях оцінюють кумулятивний тренувальний ефект як результат кожного етапу річного тренувального циклу.

Завдання лікаря – оцінити зміни у функціональному стані окремих систем організму і загальну працездатність організму. Завдання психолога – оцінити психологічні аспекти тренуваності спортсмена. Завдання тренера – прийняти загальне рішення про рівень тренуваності даного спортсмена.

Порівняння виконаного обсягу роботи, засобів і методів тренування зі змінами у розвитку фізичних якостей, рівні техніко-тактичної майстерності, функціональному стані основних фізіологічних систем організму, загальною його працездатністю, психологічним станом дозволяє зробити необхідні висновки про подальше планування тренувального процесу.

Етапні дослідження рекомендується організовувати, використовуючи тренувальні збори, після дня відпочинку, щоб виключити вплив попередньої фізичної діяльності на результати спостережень.

У поточних обстеженнях оцінюють відставлений тренувальний ефект.

Поточні дослідження дозволяють планувати навантаження протягом мікроциклу, визначати ступінь відновлення організму після тренувань різного характеру, встановити строки повного відновлення організму спортсмена після тренувальних мікроциклів різної напруженості, коректувати подальший навчально-тренувальний процес.

В оперативних обстеженнях оцінюють терміновий тренувальний ефект, тобто зміни, що відбуваються в організмі під час виконання фізичних вправ і в найближчому відновному періоді (протягом двох годин після тренування).

Показники оперативних ЛПС дають інформацію про правильність побудови заняття, безпосередній вплив фізичних навантажень на організм спортсмена окремої вправи і тренувального дня в цілому, ефективність відновлення перед черговим тренувальним днем.

Форми організації ЛПК, які використовують під час занять спортом, з успіхом можуть бути застосовані і в масовій фізичній культурі.

### ***Вибір методів медико-біологічного контролю***

Вибір методів медико-біологічного контролю, найбільш зручних й інформативних, залежить від поставлених завдань і форми організації ЛПС.

Показники, які використовуються в процесі лікувально-педагогічного контролю, повинні забезпечувати об'єктивну оцінку стану спортсмена (фізкультурника), відповідати віковим, статевим, кваліфікаційним особливостям контингенту.

У процесі кожного з видів контролю можна використовувати широке коло показників, що характеризують можливості різних функціональних систем, якщо ці показники відповідають перерахованим вимогам.

У комплексному контролі основними є медико-біологічні, педагогічні і соціально-психологічні показники.

Медико-біологічні показники – морфологічні, фізіологічні, біохімічні – характеризують функціональний стан і адаптивні можливості спортсмена.

Педагогічні показники характеризують рівень технічної підготовленості, стабільність результатів, склад навчально-тренувального процесу.

Соціально-психологічні показники характеризують умови навколишньої середовища, рухливість нервових процесів, здатність до засвоєння інформації.

Урахування специфічних особливостей виду спорту має першорядне значення для вибору показників лікарсько-педагогічного контролю, оскільки досягнення в різних видах спорту обумовлені різними функціональними системами і потребують строго специфічних адаптаційних реакцій.

У видах спорту, спрямованих на розвиток витривалості (плавання, веслування, велосипедний, лижний, конькобіжний спорт, біг на середні та довгі

дистанції тощо), переважно використовуються показники, що характеризують стан серцево-судинної і дихальної систем, обмінних процесів, які найбільш достовірно дозволяють оцінити потенційні можливості спортсменів.

У швидко-силових видах спорту (спринтерський біг, стрибки, метання, важка атлетика тощо) в якості контрольних використовують показники функціонального стану нервово-м'язового апарату, центральної нервової системи (ЦНС), результати тестових вправ.

Методи, що використовуються в системі медико-біологічного контролю, діляться на дві групи:

1. Поглиблені інструментальні дослідження (електрокардіографія, полікардіографія, оксигеметрія, хронаксиметрія, електроміографія тощо). Поглиблені методи дослідження проводяться в лабораторних умовах при застосуванні навантажень субмаксимальної і максимальної інтенсивності, що дозволяють діагностувати адаптаційні можливості організму, функціональні резерви серцево-судинної й дихальної систем, оцінити фізичну працездатність. Проведення таких досліджень трудомістко, потребує спеціально навченого персоналу та відповідної апаратури (VELOERГОМЕТР, ТРЕДМІЛ).

2. Експрес-методи (прискорені): анкетування (збір анамнезу); прогнозування рівня фізичного стану за морфо функціональними показниками, що вимірюють у стані спокою (антропометрія, соматоскопія, оцінка функціонального стану серцево-судинної, дихальної, центральної нервової систем за окремими показниками); ізольовані рухові тести; педагогічні тести; комплексні тести.

### ***Мета практичного заняття:***

1. Опанувати технікою та методиками оцінки стану здоров'я, фізичного розвитку і функціональної готовності організму до виконання дозованих фізичних навантажень для вирішення питання про допуск до спортивних тренувань.

2. Навчитись оцінювати поставу дитини.

### ***Знати:***

- сучасні види медико-біологічного контролю;
- правила вибору методів медико-біологічного контролю.

### ***Вміти:***

- охарактеризувати види медико-біологічного контролю;
- обґрунтовувати особливості вибору методів медико-біологічного контролю.

### ***Рекомендована література:*** [1, 4]

## ***Тема 2. Методи інтегральної оцінки фізичного здоров'я***

*Стислий зміст заняття.* Ідея визначення рівня фізичного здоров'я виникла в результаті необхідності отримання об'єктивної інформації про цей показник серед практично здорових людей. Для даної категорії осіб не зовсім доречним було використання традиційного трактування стану здоров'я виключно в медичному аспекті. Більш правомірним було введення в теорію і практику медико-біологічних дисциплін такого інтегрального показника, який відображав би загальний функціональний стан і адаптаційні можливості здорового організму в цілому.

Тривалі багаторічні дослідження в цьому напрямі дозволили не тільки розробити ряд репрезентативних методичних підходів до визначення рівня фізичного здоров'я різних категорій людей, але і застосувати цей функціональний параметр у діагностиці донозологічних станів, граничних між станом повного «здоров'я» і першими ознаками патології.

Донозологічний стан – це функціональний стан, при якому оптимальні адаптаційні можливості організму забезпечуються більш високою, ніж у нормі, напруженою регуляторних систем і, відповідно, підвищеною витратою функціональних резервів.

У ряді найбільш відомих і традиційно використовуваних методичних підходів до визначення рівня фізичного здоров'я в першу чергу слід відзначити методи, розроблені й апробовані В. А. Шаповаловою (комп'ютерна програма «Школяр») і Г. Л. Апанасенком. Не дивлячись на істотні відмінності,

запропоновані цими авторами методики експрес-оцінки фізичного здоров'я є реальним втіленням ідеї кількісної оцінки стану здоров'я різних категорій людей. Більш того, за методом професора В. А. Шаповалової, уможливилось визначення рівня рухової підготовленості школярів. Безумовно, цей факт мав і має величезне значення в процесі інтегральної оцінки загального функціонального стану організму і здоров'я в цілому.

Фізичне здоров'я – це стан організму людини, що характеризується можливостями адаптуватися до різних факторів внутрішнього та зовнішнього середовища, рівнем фізичного розвитку, фізичної та функціональної готовності організму до виконання фізичних навантажень.

Згідно з методикою В. А. Шаповалової, весь процес обстеження розподілено на медичне і фізичне тестування реципієнта.

У рамках медичного тестування проводиться реєстрація основних антропометричних даних реципієнта (довжини і маси тіла), а також деяких функціональних показників: частоти серцевих скорочень у спокої за 30 секунд; артеріального тиску систолічного – АТс, мм рт.ст.; життєвої ємності легень – ЖЄЛ, мл; часу затримки дихання на вдиху – Твд, с; часу затримки дихання на видиху – Твид, с. Окрім цього, під час проведення медичного тестування передбачено використання проби з фізичним навантаженням – реєстрація кількості підйомів тулуба з положення лежачи за 60 секунд.

Якщо медичне тестування передбачено для оцінки поточного рівня фізичного здоров'я, то фізичне тестування – для оцінки рівня їхньої рухової підготовленості. З цією метою в реципієнтів визначаються результати стрибка в довжину з місця (см), кількість підтягань на щабліні (кількість разів), час виконання човникового бігу 3 по 10 м (с) і подолання дистанції 1500 м (хв, с).

Всі отримані в ході медичного і фізичного тестування первинні дані піддаються обробці на персональному комп'ютері за спеціально розробленою автором програмою. У результаті даного аналізу кожний реципієнт одержує певну кількість балів, на підставі яких робиться висновок про рівні його фізичного здоров'я і рухової підготовленості.



Якщо в результаті комп'ютерної обробки загальна бальна оцінка реципієнта склала менше 40 балів, то рівень його фізичного здоров'я оцінюється як низький, при 41-55 балах – оцінюється як нижчий за середній, при 56-70 балах – як середній, при 71-85 балах – як вищий за середній, і при результаті від 86 до 100 балів – як високий.

Система оцінки фізичної підготовленості реципієнтів аналогічна вищезазначеній. Виключенням є той факт, що при низькому рівні фізичного здоров'я (менше 40 балів) проведення фізичного тестування протипоказано.

Багаторічні дослідження різних авторів за програмою «Школяр» довели її достатньо високу репрезентативність і можливість практичного використання під час проведення масових донозологічних обстежень дітей шкільного віку.

**Експрес-оцінка рівня фізичного здоров'я** реципієнтів за Г. Л. Апанасенко розроблена в двох модифікаціях: для дітей шкільного віку і для представників дорослого контингенту населення.

Під час визначення рівня фізичного здоров'я за Г. Л. Апанасенко в дорослих осіб реєструють основні антропометричні (*довжину тіла, см; масу тіла, кг*), а також деякі функціональні показники – *частоту серцевих скорочень (ЧСС, уд/хв), артеріальний тиск систолічний (АТс, мм рт.ст.), життєву ємність легень (ЖЄЛ, мл), силу м'язів кисті (кистьова динамометрія, %) і час відновлення ЧСС після 20 присідань за 30 секунд (Твідн., с).*

Оцінку інтегрального показника – **рівня фізичного здоров'я (РФЗ, бали)** проводять з урахуванням сумарної кількості отриманих балів і градацією РФЗ на наступні функціональні класи: низький, нижчий за середній, середній, вищий за середній, високий.

Рядом авторів запропоновані формалізовані (у балах) методи експрес-оцінки фізичного стану за найпростішими клініко-фізіологічними показниками, що враховують ризики розвитку серцево-судинних захворювань, характер рухової активності й окремі морфо-функціональні показники, перелічувані потім у бали, сума яких визначає комплексну оцінку. Зокрема, С. А. Душанінім зі співавторами (1984) створено кілька діагностичних систем для первинного

контролю (Контрекс-3), поточного контролю (Контрекс-2) і самоконтролю (Контрекс-1) фізичного стану.

Найбільш поширеною є система Контрекс-2 – комплексна діагностична система, за допомогою якої можна визначити не тільки рівень фізичного здоров'я, але й структуру фізичної підготовки. Система включає 11 показників і тестів, які оцінюються в такий спосіб:

*Вік.* Щороку життя дає 1 бал (наприклад, у віці 50 років нараховується 50 балів).

*Маса тіла.* Нормальна маса тіла оцінюється в 30 балів. У запропонованій системі оцінки стану здоров'я за кожний кілограм поверх норми, яка розраховується за наведеними формулами, віднімається 5 балів.

Норму маси тіла визначають за формулами:

$$50 + (ДТ - 150) \times 0,75 + (В - 21) \times 0,25 \text{ (для чоловіків)}$$

$$50 + (ДТ - 150) \times 0,32 + (В - 21) \times 0,2 \text{ (для жінок),}$$

де ДТ – довжина тіла, см; В – вік, роки.

Наприклад, чоловік 50 років ростом 180 см має масу тіла 85 кг, нормальна маса тіла при цьому складе:

$$50 + (180 - 150) \times 0,75 + (50 - 21) \times 0,25 = 80 \text{ кг.}$$

За перевищення вікової норми на 5 кг із загальної суми балів віднімається  $5 \times 5 = 25$  балів.

*Артеріальний тиск.* Нормальний артеріальний тиск оцінюється в 30 балів. За кожні 5 мм рт. ст. систолічного або діастолічного артеріального тиску вище розрахункових величин із загальної суми віднімається 5 балів.

Нормальну величину артеріального тиску визначають за формулами:

для чоловіків:

$$АДс = 109 + 0,5 \times В + 0,1 \times МТ$$

$$АДд = 74 + 0,1 \times В + 0,15 \times МТ$$

для жінок:

$$АДс = 102 + 0,7 \times В + 0,15 \times МТ$$

$$АДд = 78 + 0,17 \times В + 0,1 \times МТ,$$

де АДс – артеріальний тиск систолічний, мм рт.ст.; АДд – артеріальний тиск діастолічний, мм рт.ст.; В – вік, роки; МТ – маса тіла, кг.

Наприклад, у чоловіка 50 років з масою тіла 85 кг фактичний артеріальний тиск дорівнює 150/90 мм.рт.ст. Вікова норма систолічного тиску при цьому становить:  $109+0,5 \times 50+0,1 \times 85 = 142,5$  мм рт.ст.

Норма діастолічного тиску:  $74+0,1 \times 50+0,15 \times 85 = 92$  мм рт.ст.

За перевищення норми систолічного тиску на 7 мм рт.ст. із загальної суми віднімається 5 балів.

*Частота серцевих скорочень у спокої.* За кожний удар менше 90 уд/хв. нараховується 1 бал. Наприклад, пульс 70 уд/хв дає додаткові 20 балів. При ЧСС 90 уд/хв і вище бали не нараховуються.

*Гнучкість.* Стоячи на сходинці з виправленими у колінах ногами виконується нахил вперед з торканням позначки вище або нижче нульового рівня (він знаходиться на рівні стоп) і збереженням пози не менше 2 секунд.

Результат проби порівнюють з табличними даними нормативів рухових тестів для оцінки основних фізичних якостей за системою Контрекс-2 (наведено в додатках). При торканні пальцями позначки, що відповідає віковій нормі, налічується 1 бал, за кожен сантиметр понад норму додається ще 1 бал, при невиконанні нормативу бали не нараховуються. Тест проводиться три рази поспіль, зараховується найкращий результат.

Наприклад, чоловік 50 років при нахилі торкнувся пальцями позначки 8 см нижче нульового рівня. Згідно таблиці норматив для чоловіка 50 років становить +6 см (нижче нульового рівня), отже, за виконання нормативу нараховується 1 бал і за його перевищення на 2 см – 2 бали, разом 3 бали.

*Швидкість.* Оцінюється «естафетним» тестом за швидкістю схоплення найсильнішою рукою падаючої лінійки. Тест виконують у положенні стоячи. Найсильніша рука з розігнутими пальцями (ребром долоні вниз) витягнута вперед. Помічник встановлює 40-сантиметрову лінійку паралельно долоні обстежуваного на відстані 1-2 см, нульова відмітка лінійки знаходиться на рівні нижнього краю долоні. Після команди «увага» помічник повинен відпустити

лінійку. Перед обстежуваним стоїть завдання якнайшвидше схопити лінійку. Вимірюється відстань у сантиметрах від нижнього краю долоні до нульової позначки лінійки.

За виконання вікового нормативу і за кожен 1 см менше норми нараховується по 2 бали. Тест проводиться три рази поспіль, зараховується кращий результат.

Наприклад, у чоловіка 50 років результат тестування становив 17 см, що краще вікового нормативу на 4 см. За виконання нормативу нараховується 2 бали і за її перевищення –  $4 \times 2 = 8$  балів. Всього 10 балів.

*Динамічна сила.* Оцінюється за максимальною висотою стрибка вгору з місця.

Виконання тесту: обстежуваний стоїть боком до стіни поруч з вертикально закріпленою вимірювальною шкалою (учнівська лінійка довжиною 1 м). Не відриваючи п'яти від підлоги, він якомога вище торкається піднятої вгору шкали більш активною рукою. Потім відходить від стіни на відстань 15-30 см, стрибає з місця вгору, відштовхуючись двома ногами, і більш активною рукою торкається вимірювальної шкали якомога вище. Різниця між значеннями 1-го і 2-го торкання характеризує висоту стрибка. За виконання нормативу і за кожен сантиметр вище за норму нараховується по 2 бали. Робиться три спроби, зараховується краща.

Наприклад, у чоловіка 50 років результат дорівнює 40 см. Це перевищує вікову норму на 5 см. За виконання нормативу нараховується 2 бали, за перевищення –  $5 \times 2 = 10$  балів. Загальна сума  $10 + 2 = 12$  балів.

*Швидкісна витривалість.* Підраховується максимальна частота піднімання прямих ніг до кута 90 градусів з положення лежачи на спині за 20 секунд. За виконання нормативу і за кожне піднімання, що перевищує нормативне значення, нараховується по 3 бали. Наприклад, у чоловіка 50 років результат виконання тесту склав 15 підйомів ніг, що перевищує вікову норму на 4 підйому. За виконання нормативу нараховується 3 бали, за перевищення –  $4 \times 3 = 12$  балів. Разом 15 балів.

*Швидкісно-силова витривалість.* Вимірюється максимальна частота згинання рук в упорі лежачи (у жінок – в упорі на колінах) за 30 секунд. За виконання нормативу і за кожне наступне згинання нараховується по 4 бали.

Наприклад, при тестуванні чоловіка 50 років частота згинання рук в упорі лежачи склала 18 разів за 30 секунд. Це перевищує віковий норматив на 4 згинання. За виконання нормативу нараховується 4 бали, за перевищення –  $4 \times 4 = 16$  балів. Разом 20 балів.

*Загальна витривалість.* Обстежувані, що вперше приступили до занять фізичними вправами або займаються не більше 6 тижнів, можуть визначати цю фізичну якість наступним непрямим способом. Виконання вправ на розвиток витривалості (біг, плавання, їзда на велосипеді, веслування, біг на лижах або ковзанах, ролики) 5 разів на тиждень протягом 15 хвилин при частоті серцевих скорочень не менше  $170 \text{ уд/хв}$  мінус вік у роках (максимально допустиме значення ЧСС становить  $185 \text{ уд/хв}$  мінус вік у роках) дає 30 балів, 4 рази на тиждень – 25 балів, 3 рази – 20 балів, 2 рази – 10 балів, 1 раз – 5 балів, невиконання вправ або виконання при недотриманні описаних вище умов, що стосується і тренувальних засобів, – 0 балів. За виконання ранкової гігієнічної гімнастики бали також не нараховуються.

Після 6 тижнів занять фізичними вправами загальна витривалість оцінюється за результатом 10-хвилинного бігу на якомога більшу відстань.

За виконання вікового нормативу нараховується 30 балів і за кожні наступні 50 метрів дистанції – 15 балів. За кожні 50 метрів дистанції менше вікового нормативу з 30 балів віднімається 5 балів. Мінімальна кількість балів по цьому тесту складає 0. Тест рекомендований для осіб, які самостійно займаються фізичними вправами.

При груповій формі занять рівень розвитку загальної витривалості оцінюється за допомогою забігів на 2000 м для чоловіків і на 1700 м для жінок. Контролем служить нормативний час, наведений у додатках. За виконання нормативу нараховується 30 балів і за кожні 10 секунд менше цієї величини – 15 балів. За кожні 10 секунд більше вікового нормативу з 30 балів віднімається

5 балів. Мінімальна кількість балів по цьому тесту складає 0. Наприклад, у чоловіка 50 років результат 10-хвилинного бігу склав 1170 м, що менше вікового нормативу на 103 м. Отже, сума балів  $30-10 = 20$  балів.

*Час відновлення пульсу.* Для осіб, що вперше приступили до занять фізичними вправами або займаються не більше 6 тижнів, для оцінки часу відновлення пульсу запропонована проба з дозованими присіданнями. Обстежуваний після 5 хвилин відпочинку в положенні сидячи вимірює пульс за 1 хвилину, потім робить 20 глибоких присідань за 40 секунд і знову сідає.

Через 2 хвилини відпочинку знову вимірюється пульс за 10 секунд (результат помножити на 6). Відповідність пульсу після навантаження до вихідної величини дає 30 балів, перевищення пульсу на 10 уд/хв – 20 балів, на 15 уд/хв – 10 балів, на 20 уд/хв – 5 балів, більше 20 уд/хв – із попередньої загальної суми слід відняти 10 балів.

Через 6 тижнів занять час відновлення пульсу оцінюється через 10 хвилин після закінчення 10-хвилинного бігу або бігу на 2000 м у чоловіків і 1700 м у жінок шляхом порівняння пульсу після бігу з вихідною величиною. Збіг цих величин дає 30 балів, перевищення до 10 уд/хв – 20 балів, на 15 уд/хв – 10 балів, на 20 уд/хв – 5, більше 20 уд/хв – із попередньої загальної суми слід відняти 10 балів.

Наприклад, у чоловіка 50 років пульс до бігу дорівнював 70 уд/хв, через 5 хвилин після 10-хвилинного бігу – 72 уд/хв, що практично збігається з вихідною величиною і забезпечує 30 балів.

Після підсумовування отриманих по всіх 11 показниках балів фізичний стан оцінюється як: низький – менше 50 балів; нижчий за середній – 51-90 балів; середній – 90-160 балів; вищий за середній – 161-250 балів; високий – більше 250 балів.

Розрахунковий показник оцінки функціонального стану системи «Контрекс-2» за авторськими даними має досить високі кореляційні зв'язки з рівнем аеробного енергопотенціалу людини, тобто показником максимального споживання кисню.

Система «Контрекс-1» побудована з урахуванням факторів ризику розвитку ішемічної хвороби серця й складається з восьми показників: віку, маси тіла, артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у стані спокою, загальної витривалості, відновлення ЧСС після навантаження, паління й приймання алкоголю.

Особа, що не палить та не вживає алкоголю отримує 30 балів за кожну позицію (всього 60 балів). За кожну викурену сигарету протягом дня віднімають 1 бал. За кожні 100 мл будь-якого алкогольного напою, що вживають не рідше одного разу на тиждень, з набраної суми віднімають 2 бали. Епізодичний прийом алкоголю не враховують. Оцінка інших семи показників здійснюється аналогічно системі «Контрекс-2».

Принципи оцінки рівня фізичного стану за системою «Контрекс-1»:

- низький – менше 90 балів;
- нижчий за середній – 91-120 балів;
- середній – 121-170 балів;
- вищий за середній – 171-200 балів;
- високий – більше 200 балів.

Діагностична система «Контрекс-3», крім перерахованих показників системи «Контрекс-2», включає оцінку результатів електрокардіографії у II стандартному відведенні. При нормальній електрокардіограмі у спокої й відсутності ознак патологічних змін після проби з 2-хвилинною гіпервентиляцією легень обстежуваний одержує 30 балів. При виявленні однієї з ознак порушень на ЕКГ із загальної суми віднімають 10 балів, за кожну наступну ознаку – ще по 5 балів. Принципи оцінки загальної суми балів аналогічні системі «Контрекс-2».

***Мета практичного заняття:***

1. Ознайомитись технікою та методиками інтегральної оцінки фізичного здоров'я.

***Знати:***

- сутність методики В. А. Шаповалової;

- сутність експрес-оцінки рівня фізичного здоров'я реципієнтів за Г. Л. Апанасенко;
- особливості методики визначення рівня фізичного здоров'я «Тест-здоров'я». Система Контрекс-1. Система Контрекс-2.

***Вміти:***

- охарактеризувати особливості методики В. А. Шаповалової;
- охарактеризувати особливості експрес-оцінки рівня фізичного здоров'я реципієнтів за Г.Л. Апанасенко;
- охарактеризувати особливості методики визначення рівня фізичного здоров'я «Тест-здоров'я».

***Рекомендована література:*** [1, 4]

***Тема 3. Педагогічні методи дослідження в лікарсько-педагогічному контролі***

***Стислий зміст заняття. Первинний лікарсько-педагогічний контроль***

Первинний лікарсько-педагогічний контроль – це форма медико-біологічного контролю, призначена для визначення й оцінювання фізичного розвитку й функціонального стану організму з метою вирішення питань допуску до занять фізичними вправами, індивідуалізації навантажень або раціональних засобів оздоровлення.

Завдання первинного контролю складаються у визначенні:

- стану й рівня здоров'я;
- морфофункціонального стану організму й ступеня його відхилення від належних значень;
- фізичній працездатності й підготовленості;
- раціональних параметрів рухової активності.

При проведенні первинного контролю використовується весь арсенал методів медико-біологічного контролю, який обов'язково включає комплексний огляд лікарів-спеціалістів, загальноклінічні аналізи, електрокардіографію, ехокардіографію, визначення загальної фізичної працездатності, реакції серцево-судинної системи на функціональні проби.



При наявності показань призначаються додаткові медичні обстеження.

Регламентация навантажень проводиться на основі визначення рівня морфофункціонального стану.

### ***Оперативний лікарсько-педагогічний контроль***

Основною метою оперативного ЛПК є оцінка термінового тренувального ефекту, що виникає в організмі під час виконання фізичних вправ і в найближчому відновному періоді.

Оперативний ЛПК проводиться безпосередньо на занятті або відразу після закінчення заняття для оцінки відповідності використаних у занятті навантажень педагогічним завданням і функціональним можливостям людини, яка займається фізичними вправами.

Використовують наступні форми оперативних спостережень:

- безпосередньо на занятті (протягом усього заняття, після окремих вправ або після різних частин заняття);
- до тренувального заняття і через 20-30 хвилин після нього (у спокої або із застосуванням додаткового навантаження).

Оперативний контроль заснований на використанні одного або декількох показників, що дозволяють оцінити можливості окремих функціональних систем, відносно вузькі сторони рухових функцій.

В оперативний контроль рекомендується включати наступні форми і методи лікарсько-педагогічних спостережень: аналіз структури заняття, визначення щільності та фізіологічної кривої заняття, спостереження за зовнішніми ознаками стомлення, технікою виконання вправ, характером відновлення частоти серцевих скорочень та артеріального тиску.

Аналіз структури заняття. Правильно побудоване заняття складається з таких частин:

- вступна частина (розминка) – готує організм до основного навантаження, займає 10-15% усього відведеного на заняття часу;
- основна частина – вирішує спеціальні завдання заняття, займає до 70% всього часу;

- заключна частина – поступове зниження функціональної активності та підведення організму до оптимальної форми для подальшої діяльності, займає 10-15% всього заняття.

### ***Поточний лікарсько-педагогічний контроль***

Основною метою поточного ЛПК є оцінка відставлених змін в основних фізіологічних системах організму внаслідок фізичних навантажень серії занять, тренувальних або змагальних мікроциклів. Під час поточних ЛПС аналізується ступінь стомленості і відновлення організму після заняття, вирішуються питання можливості повторення тренування і дозування фізичного навантаження при ньому.

Поточний контроль може здійснюватись:

- щодня ранком (натще) в умовах тренувального збору або перед тренувальними заняттями;

- тричі на тиждень (перший – наступного дня після дня відпочинку, другий – наступного дня після найбільш важкого тренування, третій – наступного дня після помірною тренування);

- на початку й наприкінці одного або двох мікроциклів (ранком або в будь-який час перед заняттями);

- один раз на тиждень – після дня відпочинку.

У передзмагальному періоді доцільніше використовувати перший варіант організації поточного контролю.

Поточний контроль проводиться за допомогою групи показників, що дозволяють оцінити певну сторону функціональної готовності, працездатності, навчально-тренувального процесу. При проведенні поточного контролю незалежно від специфіки виконуваних тренувальних навантажень перед кожним тренуванням обов'язково оцінюють функціональний стан:

- центральної нервової системи;
- вегетативної нервової системи;
- серцево-судинної системи;
- опорно-рухового апарата.

При виконанні навантажень, спрямованих на переважний розвиток витривалості, додатково контролюють морфологічний і біохімічний склад крові (загальний аналіз крові й зміст сечовини в сироватці крові), склад сечі.

При виконанні швидко-силових навантажень додатково аналізують функціональний стан нервово-м'язового апарата. При виконанні складно-координаційних навантажень додатково визначають функціональний стан нервово-м'язового апарата й функціональний стан аналізаторів (вестибулярного, зорового – у залежності від виду спорту).

### ***Етапний лікарсько-педагогічний контроль***

Основна мета етапного ЛПК – дослідження кумулятивного тренувального ефекту дії систематичних фізичних навантажень, що виникає в організмі після певного етапу тренування.

Етапний контроль проводиться 4 рази на рік:

- перше обстеження – по закінченні початкового етапу підготовчого періоду;
- друге і третє обстеження – у середині і наприкінці підготовчого періоду;
- четверте обстеження – наприкінці передзмагального періоду.

Під час етапного ЛПК реєструють:

- функціональні можливості основних фізіологічних систем організму (центральна нервова система, нервово-м'язовий апарат, серцево-судинна і дихальна системи, в ациклічних видах спорту – сенсорні системи);
- загальну фізичну працездатність;
- роботу систем енергозабезпечення м'язової діяльності;
- спеціальну фізичну працездатність.

Заходи етапного ЛПК проводяться в умовах спортивно-фізкультурних диспансерів, медичних установ, поліклінік за наявності загальноклінічних, біохімічних лабораторій, кабінетів функціональної діагностики, відповідної апаратури. В умовах етапного ЛПК доцільно застосування поглиблених інструментальних методів дослідження (ехокардіографія,

електронеїроміографія, оксигемометрія, велоергометричні проби), широкого кола показників, що дозволяють дати всебічну оцінку підготовленості спортсмена, якості навчально-тренувального процесу на минулому етапі.

### ***Функціональне тестування в умовах тренування***

У лікарсько-педагогічному контролі за представниками різних спортивних спеціалізацій широке розповсюдження отримали функціональні проби з додатковим фізичним навантаженням завдяки своїй простоті, доступності і надійності інформації про вплив тренувального навантаження на функціональний стан спортсмена. Особливо виправдано застосування цих проб у оперативних і поточних ЛПС, коли порівнюється реакція на те саме навантаження до і після заняття, протягом мікроциклу. Це дозволяє виявити ступінь зміни працездатності спортсмена в зв'язку з виконаним тренувальним навантаженням.

В якості додаткового фізичного навантаження може бути використана будь-яка функціональна проба з строго дозованим навантаженням.

У цей час при проведенні поточного контролю за спортсменами найбільш широко використовуються проба Мартіне (20 присідань за 30 с), проба Летунова – трьохмоментна проба з фізичними навантаженнями різної спрямованості (або один з її компонентів), робота на велоергометрі визначеної потужності і тривалості, степ-тест. Реакція на додаткове стандартне фізичне навантаження оцінюється за даними ЧСС, артеріального тиску та швидкості їх відновлення.

Для оцінки впливу фізичних навантажень, виконаних протягом заняття, необхідно зрівняти фізіологічні реакції на додаткове навантаження до і після заняття. Розрізняють три варіанту реакції на додаткове стандартне фізичне навантаження.

Перший варіант характеризується незначними відмінностями в пристосувальних реакціях на додаткове стандартне навантаження, виконане до та після тренування. Можуть бути тільки невеликі кількісні розходження в змінах пульсу, АТ і тривалості їх відновлення. Така реакція спостерігається в

спортсменів у стані гарної тренуваності, але може бути і в недостатньо тренуваних спортсменів при невеликому тренувальному навантаженні.

Другий варіант реакції характеризується тим, що на додаткове навантаження, яке виконується після тренування, відзначається більш виражене збільшення частоти серцевих скорочень, тоді як систолічний артеріальний тиск підвищується незначно (феномен «ножиць»). Тривалість відновлення ЧСС і АТ збільшується. Така реакція свідчить про недостатню тренуваність, а в окремих випадках спостерігається й у добре тренуваних спортсменів після надмірного навантаження.

Третій варіант реакції характеризується більш вираженими змінами на додаткове навантаження після тренування: різко підвищується частота серцевих скорочень, з'являються атипові види реакції серцево-судинної системи (гіпотонічний, дистонічний, гіпертонічний, реакція зі східчастим підйомом), період відновлення показників подовжується. Цей варіант свідчить про значне погіршення функціонального стану спортсмена, причиною чого може бути недостатня його підготовленість, перевтома або надмірне навантаження на занятті.

### ***Самоконтроль у системі лікарсько-педагогічного контролю***

Самоконтроль – це самостійне регулярне спостереження за станом свого здоров'я, фізичним розвитком і їх змінами під впливом занять фізичною культурою і спортом.

Самоконтроль не може замінити лікарсько-педагогічного контролю, але є істотним доповненням до нього. Дані правильно проведеного самоконтролю допомагають тренеру в регулюванні тренувального навантаження, а лікарю – в своєчасному виявленні до нозологічних і патологічних станів, адекватному застосуванні відновлювальних заходів при неправильній методиці тренування, порушеннях режиму дня тощо.

Викладач, тренер і лікар повинні роз'яснити спортсменам значення регулярного самоконтролю в побудові навчально-тренувального процесу, навчити реєструвати та оцінювати основні показники самоконтролю.

Здійснюючи такі спостереження, спортсмен сам може аналізувати методику тренування.

Самоконтроль спортсменом повинен проводитися щоденно на всіх етапах тренування, а також у період відпочинку. Обсяг самоконтролю визначається тренером (викладачем). Він може містити всього 3-5 показників або бути більш докладним, тобто враховувати 10-15 показників. Всі показники записуються в щоденник самоконтролю. Лікар або тренер, переглядаючи цей щоденник, проводять аналіз змін стану здоров'я і функціонального стану організму від режиму та інтенсивності тренувань.

***Мета практичного заняття:***

1. Опанувати технікою та методиками лікарсько-педагогічного контролю.

***Знати:***

- сутність контролю фізичної підготовленості;
- сутність педагогічних тестів оцінки інтенсивності навантаження.

***Вміти:***

- охарактеризувати особливості контролю фізичної підготовленості;
- обґрунтувати доцільність застосування педагогічних тестів оцінки інтенсивності навантаження.

***Рекомендована література:*** [1, 4]

## **Змістовий модуль 2**

### **ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ**

#### ***Тема 4. Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи. Електрокардіографія***

*Стислий зміст заняття.* Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи організму має першочергове значення в зв'язку з величезною роллю даної системи в пристосуванні до фізичних навантажень різного характеру. Загальновідомо, що нормальне функціонування апарату кровообігу зумовлює роботу ряду інших фізіологічних систем, забезпечує ефективне використання енергетичного потенціалу організму, сприяє його більш

швидкому відновленню і своєрідному виходу на якісно новий рівень функціонального стану.

Під час проведення оцінки функціонального стану системи кровообігу, перед спортивним фізіологом і лікарем неминуче виникають питання, пов'язані з добором найбільш адекватних методичних діагностичних прийомів. Ймовірно, більш об'єктивним буде комплексний підхід до оцінки функціонального стану серцево-судинної системи, а саме проведення реєстрації основних фізіологічних параметрів системи кровообігу у стані відносного спокою в поєднанні з аналізом їх реакції на дозовані фізичні навантаження.

Отже, комплекс методів оцінки функціонального стану серцево-судинної системи може включати:

- традиційні методи визначення інтегральних показників системи кровообігу (ЧСС, АТ, СОК, ХОК, ШРПХ (швидкості розповсюдження пульсової хвилі), фаз серцевого циклу, ОШК (об'ємної швидкості кровотоку)) – електро-, рео- фоно-, сфігмо-, полікардіографію, плетизмографію тощо;

- розрахункові методи визначення інтегральних параметрів серцево-судинної системи;

- нетрадиційні методи визначення функціонального стану серцево-судинної системи (варіаційна й амплітудна пульсометрія, балістокардіографія, сейсмографія, ехокардіографія тощо);

- функціональні проби системи кровообігу, за допомогою яких оцінюється тип реакції апарату кровообігу на дозоване фізичне навантаження.

Методи визначення частоти серцевих скорочень. Частота серцевих скорочень (ЧСС, уд/хв) є основним показником для оперативної оцінки стану системи кровообігу, її реакції на фізичне навантаження під час дозування об'єму й інтенсивності м'язової діяльності, тому ми вважаємо доцільним привести більш детальну характеристику означеного параметра. Відомо, що частота серцевих скорочень, як інтегральний показник рівня функціонування системи кровообігу, підтримується в діапазоні нормальних значень завдяки діяльності безлічі компенсаторних механізмів. Частота пульсу у спокої

залежить від статі, віку, стану здоров'я, емоційного статусу, прийому алкоголю, кави та інших збудливих напоїв, часу доби й інших факторів.

У нормі величина ЧСС у здорових нетренованих чоловіків і жінок складає 70-80 уд/хв. Фізіологічні норми ЧСС залежать від віку, ваги, росту, статевої приналежності тощо.

Основними відхиленнями ЧСС від норми є синусова тахікардія і синусова брадикардія. В абсолютно здорових людей *синусова тахікардія* – збільшення ЧСС від 90 до 150-180 уд/хв при збереженні правильного синусового ритму – виникає під час фізичних навантажень й емоційної напруги. Крім цього, причинами тахікардії можуть бути різного роду інфекції, інтоксикації, підвищення температури, серцева недостатність, ішемія, дистрофічні зміни в синоатріальному (СА) вузлі тощо. *Синусова брадикардія* – зниження ЧСС до 40-59 уд/хв при збереженні правильного синусового ритму – серед здорових людей спостерігається більш часто в спортсменів. Причинами синусової брадикардії також можуть бути деякі інфекції (грип, черевний тиф), інфаркт міокарду, підвищення внутрішньочерепного тиску тощо.

Різновидом якісних змін ЧСС є синусова аритмія – неправильний синусовий ритм, який характеризується періодами поступового почастишання й порідшання пульсу. Частіше за все зустрічається дихальна синусова аритмія, при якій ЧСС збільшується на вдиху й зменшується на видиху. Серед здорових нетренованих людей синусова дихальна аритмія більш характерна для осіб молодого віку, а також у період одужання (реконвалесценції) після інфекційних захворювань. Синусова дихальна аритмія також є досить поширеною серед молодих людей, хворих на нейроциркуляторну дистонію. Для спортсменів наявність синусової дихальної аритмії в стані відносного спокою розглядається деякими фахівцями як показник високого рівня тренуваності – під час виконання фізичних навантажень це явище зникає.

**Методи визначення артеріального тиску.** Величину артеріального тиску (АТ, мм рт.ст.) прийнято розглядати як гомеостатичний показник, у зв'язку з чим його відхилення в той або інший бік може свідчити про певні



зміни в загальному функціональному стані організму. Так, наприклад, фізична робота, як правило, дещо знижує артеріальний тиск, а психічна напруга, навпаки, сприяє його збільшенню. В умовах охолодження і зниження атмосферного тиску спостерігається тенденція до підвищення АТ, а під час перегріву й підвищення атмосферного тиску часто спостерігається деяке зниження величини означеного параметра. Істотно змінюється АТ при захворюваннях серцево-судинної й ендокринної систем. Відомо, наприклад, що підвищення артеріального тиску є основним симптомом гіпертонічної хвороби, гострого дифузного нефриту, феохромоцитомі (надниркова пухлина).

Різке зменшення АТ є ознакою погіршення серцевої діяльності, різкого зниження тону периферичних судин. Це буває при гострих інфекційних захворюваннях, втратах крові, гострій судинній недостатності будь-якої етіології.

Традиційно виокремлюють такі види артеріального тиску, величини яких, також традиційно, вимірюють непрямим методом Н.С. Короткова з використанням тонометру і фонендоскопу:

- АТс – артеріальний тиск систолічний, мм рт.ст.;
- АТд – артеріальний тиск діастолічний, мм рт.ст.;
- АТп – артеріальний тиск пульсовий, який розраховується як різниця між величинами артеріального тиску систоли і діастоли, мм рт.ст.;
- АТср – артеріальний тиск середній, який визначається за формулою:

$$АТср = АТд + 0,33 \times АТп$$

Таблиця 1

***Принципи оцінки артеріального тиску в осіб дорослого віку***

Категорія	АТ систолічний, мм рт. ст.	АТ діастолічний, мм рт. ст.
Оптимальний	< 120	< 80
Нормальний	< 130	< 85
Нормальний підвищений	130-139	85-89
Гіпертензія I ст., (м'яка)	140-159	90-99
Гіпертензія II ст., (помірна)	160-179	100-109
Гіпертензія III ст., (важка)	> 180	> 110

Електрокардіографія – метод дослідження роботи серця, заснований на реєстрації і аналізі електричних потенціалів, що виникають у серці і поширюються в тілі людини.

Метод, призначений для оцінки електричної активності серця (автоматизм, збудливість і провідність серцевого м'язу), набув велику кількість різних модифікацій. Зазвичай, електрокардіограму (ЕКГ) записують у 12 відведеннях (6 відведень від кінцівок – I, II, III, aVR, aVL, aVF і 6 грудних відведень – V1-V6). На стандартній ЕКГ виділяють 5 основних зубців (P, Q, R, S, T) і 6 основних інтервалів (R-R, P-Q, Q-T, T-P, S-T, QRS). Фізіологічне значення зубців, інтервалів і комплексів нормальної електрокардіограми наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Фізіологічне значення зубців нормальної електрокардіограми  
(II стандартне відведення)**

Зубці	Вольтаж (мВ)	Фізіологічна інтерпретація
P	0,05-0,25	Відображає процес збудження в міокарді передсердя. Зубець завжди позитивний, має рівну округлу форму, тривалість не перевищує 0,1 с. Негативними слід вважати наступні зміни: розширення зубця (понад 0,1 с), високий, гострий, роздвоєний, зазубрений, двофазний (+ - або - +) зубець P.
Q	0-0,3	Відображає процес збудження внутрішньої поверхні шлуночків, міжшлуночкової перегородки, верхівки обох шлуночків. Q завжди негативний і передує зубцю R. Зубець Q найменш постійний, часто відсутній, що не є патологією. Глибина Q <sub>II</sub> не повинна перевищувати 15% величини R <sub>II</sub> . Поява широкого й/або більшого глибокого зубця Q <sub>II</sub> є патологією, особливо якщо він перевищує 25% зубця R.
R	0,6-2,4	Відображає поступове розповсюдження збудження по поверхні правого і лівого шлуночків до основи лівого шлуночка. У нормі зубець R завжди є найбільш вираженим із всіх зубців ЕКГ, не ширше 0,1 с, загострений, без розщеплення. Негативним є зазублення, розщеплення, роздвоєння, поліфазність зубця R.
S	0-0,6	Відображає кінцеву частину фази деполяризації обох шлуночків і є негативним. Зубець S вважається глибоким, якщо перевищує 1/4 зубця R. При патології зубець S може бути розширеним, зазубреним, розщепленим, роздвоєним.
T	0,3-0,5	Відображає процес реполяризації в міокарді шлуночків. ТП завжди позитивний, не нижче 1/4 зубця R. При патології зубець T може стати високим, загостреним; негативним, глибоким, симетричним; негативним, асиметричним, двофазним, низьким.

У стандартних відведеннях (три двополюсних відведення від кінцівок) аналіз ЕКГ проводять шляхом визначення показників за наступною схемою:

1. Тривалість серцевого циклу (R-R) у секундах (обчислюється середній показник вимірювань трьох циклів II відведення).

2. Частота серцевих скорочень (уд/хв). ЧСС = 60 / RR.

3. Характер ритму серця вважається правильним, якщо різниця між найбільшим і найменшим інтервалами RR у II відведенні не перевищує 0,1 с.

Ритм є неправильним, якщо цей показник складає більше 0,1 с.

За наявності всіх зубців ЕКГ і правильної їх форми, неоднакова тривалість RR у різних комплексах може бути пов'язана з нормальним явищем – дихальною аритмією. При цьому ритм передсердя і шлуночків однаковий, інтервали PQ і QRS не подовжені. Не однаковими в різних комплексах є лише сегменти TP.

4. Тривалість інтервалів у II відведенні:

- PQ – від початку P до початку Q;
- QT – від початку Q до кінця T;
- TP – від кінця T до початку P наступного комплексу;
- ST – від початку S до початку T;
- QRS – від початку Q до кінця S.

5. Систолічний показник (СП, %) визначається за формулою:

$$\text{СП} = (\text{QT} / \text{RR}) \times 100\%,$$

де СП – систолічний показник, %; QT – тривалість інтервалу QT, с; RR – тривалість інтервалу RR, с.

В нормі систолічний показник дорівнює 35-45 %. Відхилення від норми не повинно перевищувати 5 % в обидві сторони.

6. Вольтаж зубців P, Q, R, S, T у II відведенні.

7. Положення електричної осі серця (нормальне, вертикальне, горизонтальне) визначають шляхом аналізу вимірювань амплітуди зубців Q, R, S у першому і третьому стандартних відведеннях. У зв'язку з важливим

діагностичним значенням даного показника, ми вважаємо за необхідне привести більш повний опис цієї методики.

Серце має так звану електричну ось, що представляє собою напрямок поширення процесу деполяризації в серці. Найкраще вона може бути представлена вектором у фронтальній площині, побудованим на основі вимірювань амплітуди комплексу QRS у першому і третьому стандартних відведеннях. Електрична ось серця визначається станом міокарда і, певною мірою, анатомічною позицією серця. Останнє особливо важливо для визначення електричної осі здорового серця.

У нормі виділяють три різновиди положення електричної осі – горизонтальне, проміжне й вертикальне, які відповідають трьом різним положенням серця. Прийнято вважати нормальним середнє положення електричної осі серця під кутом від 50 до 69 градусів до горизонтальної лінії, так звана нормограма. При відхиленні електричної осі серця вправо кут буде знаходитися в межах 70-90° – правограма. При значенні кута від 0 до 49 градусів говорять про відхилення електричної осі серця вліво – лівограма.

Положення електричної осі під кутом більше 90° або менше 30° свідчить про наявність порушень у провідній системі міокарда.

Методом електрокардіографії можна діагностувати і таке важке захворювання як інфаркт міокарду, визначити стадію інфаркту (гостра стадія, стадія рубцювання, постінфарктний кардіосклероз), встановити топічний діагноз (передня, задня, бокова стінка міокарда, міжшлуночкова перегородка, верхівка серця), визначити глибину інфаркту (крізний, субендокардіальний, субепікардіальний, внутришньостінковий) тощо.

Електрокардіографічні зміни за стадіями інфаркту міокарду можна розділити на такі групи:

1. Передінфарктний стан (триває від кількох годин до 1-1,5 місяців). На ЕКГ виявляються ознаки зниження коронарного кровопостачання – зсув сегменту ST нижче ізолінії, слабонегативні зубці T.

2. Гостра стадія інфаркту міокарду (ішемія і некроз). Зміни на ЕКГ можуть виявитися під час больового нападу, через 12-36 годин і зберігатися впродовж 1-7 діб. Для цієї стадії характерні: глибокі зубці Q або QS, високе «стояння» сегментів ST, які спочатку зливаються з позитивними зубцями T, а потім округлюються і переходять у негативні зубці T.

3. Підгостра стадія інфаркту міокарду, стадія рубцювання. Ця стадія триває від 5-7 тижнів до 6 місяців. Під час рубцювання електрокардіографічні сегменти ST, які в гострій стадії були зміщені значно вище ізолінії, поступово знижуються. Паралельно цьому, негативні зубці T заглиблюються, а наприкінці цього періоду знову зменшуються за глибиною.

4. Постінфарктний кардіосклероз. Інфаркт міокарду в стадії рубця характеризується уповільненням динамічних змін. При цьому зубці Q, як правило, зменшуються за глибиною, сегменти ST стають строго ізоелектричними, зубці T – слабонегативними, а при обмежених за глибиною інфарктах – слабопозитивними.

***Мета практичного заняття:***

1. Опанувати технікою та методиками діагностики функціонального стану серцево-судинної системи.

***Знати:***

- сутність електрокардіографії;
- сутність стандарту електрокардіографічного дослідження.

***Вміти:***

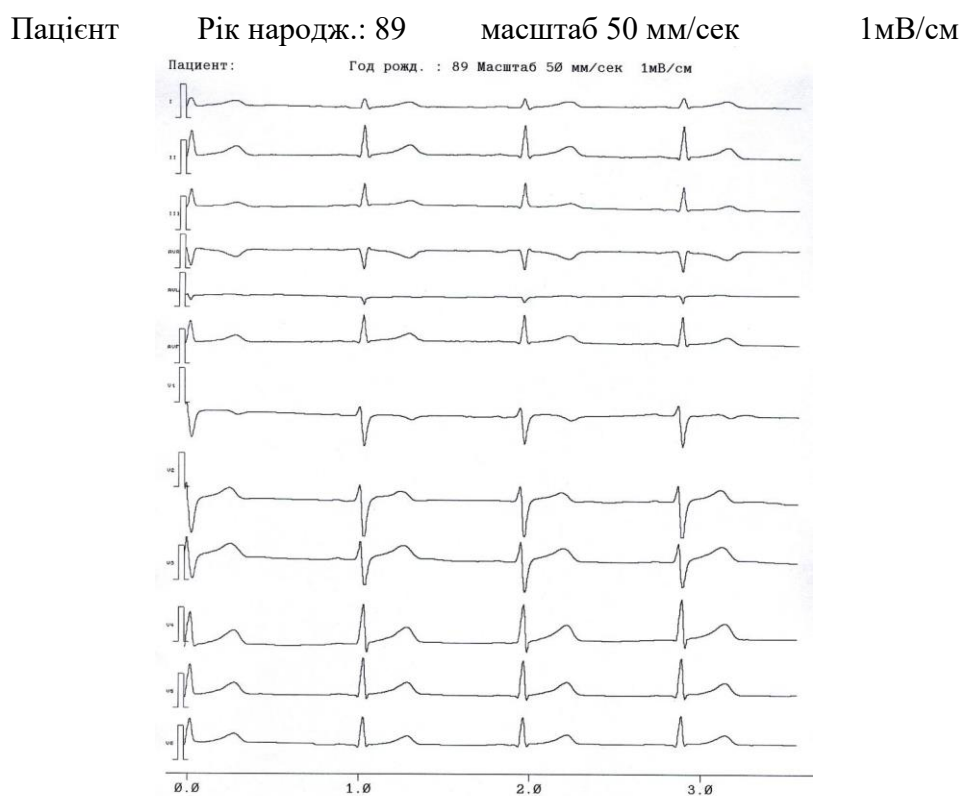
- охарактеризувати особливості електрокардіографічного дослідження;
- здійснювати аналіз електрокардіограми.

***Рекомендована література:*** [1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11]

***Тема 5. Реєстрація та оцінка ЕКГ із використанням комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2»***

*Стислий зміст заняття.* Комплекс автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2» призначений для зняття біопотенціалів серця за 12 стандартними відведеннями з відображення їх на екрані відеомонітору в

реальному часі (мал. 1), автоматичного розпізнавання елементів ЕКГ (виявлення зубців та їх вимірювання), постановки діагнозу, а також збереження результатів дослідження в пам'яті ПЕОМ та їх роздрукування, з можливістю редагування медичного висновку (мал. 2, 3). Комплекс може бути використаний у відділеннях функціональної діагностики медичних установ усіх профілів. Обладнання та принцип роботи Конструктивно комплекс являє собою ПЕОМ, у з'єднувач системної плати якої встановлений контролер К-01М, що з'єднаний за допомогою сполучного кабелю з перетворювачем біоелектричних потенціалів ПБЕС-1. До перетворювача підключений кабель відведень, що має колірне та символічне маркування: N (чорний) – заземлення; F (зелений) – ліва нога; L (жовтий) – ліва рука; R (червоний) – права рука; С1 – С6 (білий) – грудні відведення.



*Мал. 1. Електрокардіографічна крива, яка записана за допомогою комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2»*

Діагностичний висновок за ЕКГ

Спокій

П.І.Б: 0001425

Вік: 18

Стать: чол

Дата обстеження:

25.04.2022

Кут відхилення ЕОС

78 град.

Частота серцевих скорочень

61 уд/хв.

Коливання тривалості інтервалу R-R

11%

Інтервал

R-R

P-Q

Q-T

Зубець P

Комплекс QRS

Тривалість, сек

Ø. 940

Ø. 128

Ø. 374

Ø. 054

Ø. 096

Амплітуди (ММ)

	P+	P-	Q	R	R1	S	T+	T-	ST
I	Ø.16			2.8Ø		-Ø.48	1.32		Ø.44
II	Ø.2Ø			9.52		-Ø.68	2.44		Ø.96
III		-Ø.12		6.96			1.12		Ø.52
AVR		-Ø.12	-5.92	Ø.64				-1.88	-Ø.44
AVL			-Ø.68	Ø.12		-Ø.92	Ø.2Ø		Ø.16
AVF	Ø.Ø4			8.36		-Ø.2Ø	1.72		Ø.72
V1	Ø.2Ø			2.48		-9.2Ø		-1.ØØ	Ø.24
V2	Ø.24			4.68		-11.84	2.24		1.ØØ
V3	Ø.2Ø			5.32		-8.36	3.24		1.4Ø
V4	Ø.12			11.76		-2.72	3.8Ø		1.28
V5	Ø.12			11.Ø4		-1.16	2.96		Ø.96
V6	Ø.Ø8			8.88			2.28		Ø.68

Ширина зубця Q (сек)

I	II	III	AVR	AVL	AVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.Ø39	Ø.Ø44	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ	Ø.ØØØ

ВИСНОВОК

1. Синусовий ритм. Кількість серцевих скорочень = 61 уд/хв..
2. Вертикальне положення електричної вісі серця : 78 град.

Лікар

Мал. 2. Приклад електрокардіографічного висновку виконаного за допомогою програми «ЕКГ для дорослих»

Пацієнт :

Вік :                      Стать :

Дата обстеження :

Примітки

## Характеристики ЕКГ

1. Частота серцевих скорочень = 81 уд/хв.
2. Коливання тривалості інтервалу R-R = 3%
3. Кут відхилення ЕОС = 75.0 град.

## Тривалості (сек)

R-R = 0.732	Зубець P = 0.075
P-Q = 0.156	Комплекс QRS = 0.069
Q-T = 0.356	(Норма Q-T = 0.326-0.390)

## Амплітуди (мм)

## Діагностичний висновок

Регулярний синусовий ритм

Частота серцевих скорочень = 81 уд/хв.

Коливання тривалості інтервалу R-R = 3%

Вертикальне положення електричної вісі серця

Лікар

*Мал. 3. Приклад електрокардіографічного висновку  
виконаного за допомогою програми «Cardio Master»*

Перетворювач біоелектричних сигналів ПБЕС-1 у складі комплексу виконує такі функції: посилення біоелектричних потенціалів, що знімаються з тіла пацієнта; пригнічення синфазної перешкоди; формування необхідних кардіологічних сигналів; перетворення ЕКС у час-імпульсну послідовність; передачу час-імпульсного сигналу через спеціальний інтерфейс до ПЕОМ; гальванічну розв'язку пацієнта від інших струмоведучих частин комплексу. Керування роботою комплексу, відображення ЕКГ у реальному часі, зберігання інформації про пацієнта та його ЕКГ, цифрова обробка сигналів, відображення та вимірювання параметрів сигналів, формування діагностичного висновку та вивід інформації на друк здійснюється за допомогою програмного забезпечення «ЕКГ для дорослих», «ЕКГ для дітей», «Cardio Master». Порядок роботи: увімкніть ПЕОМ; накладіть електроди для зняття електрокардіограми на пацієнта згідно з маркуванням на кабелях відведень; запустіть програму автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм відповідно до додатка



1 або додатка 2; після проведення дослідження здійснить дезінфекцію електродів серветкою, змоченою 3% розчином перекису водню з додаванням 0,5% мийного засобу.

***Мета практичного заняття:***

1. Оволодіти методикою роботи з комплексом автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2», ознайомитися із програмним забезпеченням – «ЕКГ для взрослых», «ЕКГ для детей», «Cardio Master».

***Знати:***

- сутність реєстрації та оцінки ЕКГ із використанням комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2»;
- обладнання та принцип роботи комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2».

***Вміти:***

- охарактеризувати обладнання та принцип роботи комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2»;
- обґрунтовувати порядок роботи комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЕКГ-100/2».

***Рекомендована література:*** [2, 3, 4, 6, 10]

***Тема 6. Ехокардіографія в кардіології***

*Стислий зміст заняття.* **Ультразвук** – поширення поздовжньо-хвильових коливань у пружному середовищі з частотою  $>20\ 000$  коливань за секунду. УЗ-хвиля – це поєднання послідовних стиснень і розріджень, а повний цикл хвилі становить компресію та одне розрідження. Частота УЗ-хвилі – кількість повних циклів за певний проміжок часу. За одиницю частоти УЗ-коливань прийнято герц (Гц), що становить одне коливання за секунду. У медичній практиці застосовують УЗ-коливання з частотою від 2 до 30 МГц, а відповідно в ехоКГ – від 2 до 7,5 МГц.

Швидкість поширення ультразвуку в середовищах з різною щільністю різна; у м'яких тканинах людини досягає 1540 м/с. У клінічних дослідженнях ультразвук використовують у формі променя, що поширюється в середовищі

різної акустичної щільності і при проходженні через гомогенне середовище, тобто середовище, що має однакову щільність, структуру і температуру, поширюється прямолінійно.

Просторова розрізняювана здатність УЗ-діагностичного методу визначається мінімальною відстанню між двома точковими об'єктами, при якому їх ще можна розрізнити на зображенні як окремі точки. УЗ-промінь відбивається від об'єктів, величина яких не менше . довжини УЗ- хвилі. Відомо, що чим вища частота УЗ-коливачь, тим зазвичай вужча ширина променя і менше його проникаюча здатність. Легені – значна перешкода на шляху поширення ультразвуку, оскільки мають найменшу із всіх тканин глибину половинного згасання. Тому трансторакальне ехоКГ (ТТ-ехоКГ)-дослідження обмежене ділянкою, де серце прилягає до передньої грудної стінки і не прикрите легеньми.

Для одержання УЗ-коливачь використовують датчик зі спеціальними п'єзоелектричними кристалами, що перетворюють електричні імпульси в УЗ-імпульси і навпаки. При подачі електричного імпульсу п'єзокристал змінює свою форму і розправляючись, генерує УЗ-хвилю, а відбиті УЗ-коливачь, сприйняті кристалом, змінюють його форму і викликають появу на ньому електричного потенціалу.

Ці процеси дозволяють одночасно використовувати УЗ-п'єзокристалічний датчик як у ролі генератора, так і приймача УЗ-хвиль. Електричні сигнали, що генеруються п'єзокристалом датчика під впливом відбитих УЗ-хвиль, потім перетворюються і візуалізуються на екрані приладу у вигляді ехограм. Як відомо, паралельні хвилі відбиваються краще і саме тому на зображенні більш чітко видно об'єкти, що перебувають у ближній зоні, де вище інтенсивність випромінювання та ймовірність поширення паралельних променів перпендикулярно до границь розподілу середовищ.

В клініці для ехоКГ-дослідження використовують як механічні, так і електронні датчики. Датчики з електронно-фазовою решіткою, що мають від 32 до  $\geq 128$  п'єзоелектричних елементів, вбудованих у вигляді решітки, називають

електронними. При ехоКГ-дослідженні датчик працює в так званому імпульсному режимі, при якому сумарна тривалість випромінювання УЗ-сигналу становить <1% загального часу роботи датчика. Більший час датчик сприймає відбиті УЗ-сигнали і перетворює їх в електричні імпульси, на основі яких потім будується діагностичне зображення. Знаючи швидкість проходження ультразвуку в тканинах (1540 м/с), а також час руху ультразвуку до об'єкта і назад до датчика ( $2 \times t$ ), розраховують відстань від датчика до об'єкта.

Відношення між відстанню до об'єкта дослідження, швидкістю поширення ультразвуку в тканинах і часом лежить в основі побудови УЗ-зображення. Відбиті від дрібного об'єкта імпульси реєструються у вигляді точки, його положення щодо датчика за часом відображається лінією розгорнення на екрані приладу. Нерухомі об'єкти будуть представлені прямою лінією, а зміна глибини положення викличе появу хвилястої лінії на екрані.

Цей спосіб реєстрації ехосигналів називається одновимірною ехоКГ. При цьому на вертикальній осі на екрані ехокардіографа відображається відстань від структур серця до датчика, а на горизонтальній – шкала часу. Датчик при одновимірній ехоКГ може посилати імпульси з частотою 1000 сигналів за секунду, що забезпечує високу часову роздільну здатність М-режиму дослідження.

Наступним етапом розвитку методу ехоКГ з'явилося створення приладів для двовимірного зображення серця. При цьому сканування структур проводиться у двох напрямках – як за глибиною, так і по горизонталі в режимі реального часу. При проведенні двовимірної ехоКГ перетин досліджуваних структур відображається у межах сектора  $60-90^\circ$  і побудований безліччю точок, що змінюють положення на екрані залежно від зміни глибини розміщення досліджуваних структур за часом щодо УЗ-датчика.

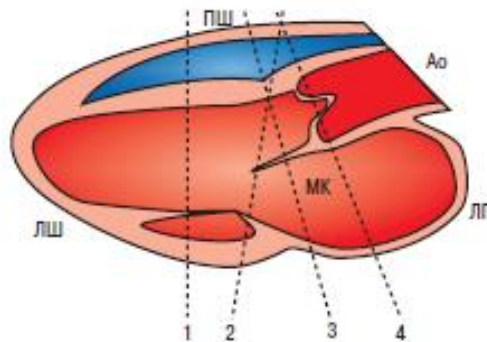
Відомо, що частота кадрів зображення при двовимірній ехоКГ на екрані ехоКГ-прилада, як правило, від 25 до 60 за секунду, що залежить від глибини сканування.

### ***Одновимірна ехоКГ***

Одновимірна ехоКГ – найперший в історичному плані метод УЗД серця. Головною відмінною ознакою сканування в М-режимі є високе часове розрізнення і можливість візуалізації дрібних особливостей структур серця в русі. На даний час дослідження в М-режимі залишилося вагомим доповненням до основної двовимірної ехоКГ.

Суть методу полягає в тому, що сканувальний промінь, орієнтований на серце, відбиваючись від його структур, приймається датчиком і після відповідної обробки та аналізу весь блок одержаних даних відтворюється на екрані приладу у вигляді УЗ-зображення. Таким чином, на ехограмі в М-режимі вертикальна вісь на екрані ехокардіографа відображає відстань від структур серця до датчика, а на горизонтальній осі відображається час.

Для одержання основних ехоКГ-перерізів при одновимірній ехоКГ УЗД проводять у парастернальній позиції датчика з одержанням зображення вздовж довгої осі ЛШ. Датчик розміщують у третьому або четвертому міжребір'ї на 1-3 см лівіше від парастернальної лінії (мал. 4).



*Мал. 4. Напрямок УЗ-променя при основних зрізах одновимірної ехоКГ.*

*Тут і далі: Ао – аорта, ЛП – ліве передсердя, МК – мітральний клапан*

При напрямку УЗ-променя вздовж лінії 1 (див. мал. 4) одержують можливість оцінити розміри камер, товщину стінок шлуночків, а також розрахувати показники, що характеризують скоротну здатність серця за візуалізованою на екрані ехоКГ. Сканувальний промінь має перпендикулярно перетинати міжшлуночкову перегородку і далі проходити нижче країв мітральних стулок на рівні папілярних м'язів.

Сучасні ехокардіографи мають можливість автоматичного розрахунку показників скоротної здатності міокарда ЛШ, серед яких слід виділити ФВ, фракційне укорочення (ФУ), швидкість циркулярного укорочення волокон міокарда (Vcf).

Розрахунок вищезазначених показників проводять за формулами:

$$\Phi В = \frac{КДО - КСО}{КДО} \cdot 100\%;$$

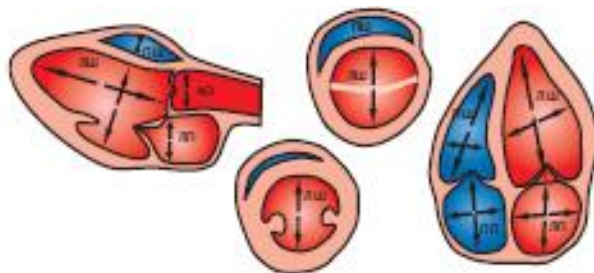
$$\Phi У = \frac{КДР - КСР}{КДР} \cdot 100\%;$$

$$Vcf = \frac{КДР - КСР}{КДР \cdot dt},$$

де dt — час скорочення задньої стінки ЛШ від початку систолічного підйому до вершини.

Використання М-режиму як методу визначення розмірів порожнин і товщини стінок серця обмежене через утруднення перпендикулярного сканування щодо стінок серця.

Для визначення розмірів серця найточнішим методом є секторальне сканування (мал. 5), методика якого описана далі.



Мал. 5. Схема вимірювання камер серця при двовимірній ехоКГ.

Слід враховувати і перекручування деяких показників проведених вимірів при скануванні у М-режимі у хворих із порушенням сегментарної скоротності міокарда ЛШ.

У цієї категорії пацієнтів при розрахунку ФВ буде враховуватися переважно скоротна здатність задньої стінки ЛШ і базальних сегментів міжшлуночкової перегородки, у зв'язку з чим розрахунок глобальної скоротної функції у цих хворих проводиться іншими методами.

З аналогічною ситуацією дослідники стикаються і при розрахунку ФУ та Vcf . Виходячи з цього, показники ФВ, ФУ і Vcf у хворих із сегментарними порушеннями при проведенні одновимірної ехоКГ не використовуються. Водночас при проведенні одновимірної ехоКГ можна виокремити ознаки, за якими можна судити про зниження скоротної здатності міокарда ЛШ.

До таких ознак відносять передчасне відкриття аортального клапана, коли останній відкривається до реєстрації комплексу QRS на ЕКГ, збільшення більше ніж на 20 мм відстані від точки E до міжшлуночкової перегородки, а також передчасне закриття мітрального клапана.

Використовуючи результати вимірів у цій позиції сканувального променя при одновимірній ехоКГ, застосовуючи формулу Penn Convention, можна розрахувати масу міокарда ЛШ:

$$\text{Маса міокарда ЛШ (г)} = 1,04 \times [(\text{КДР} + \text{МШП} + \text{ТЗС})^3 - \text{КДР}^3] - 13,6,$$

де КДР – кінцево-діастолічний розмір ЛШ, МШП – товщина міжшлуночкової перегородки, ТЗС – товщина задньої стінки ЛШ.

При зміні кута нахилу датчика і скануванні серця вздовж лінії 2 на екрані чітко візуалізуються стінки ПШ, МШП, передня та задня стулки мітрального клапана, а також задня стінка ЛШ.

Стулки мітрального клапана в діастолу роблять характерні рухи: передня – М-подібні, а задня – W-подібні. В систолу обидві стулки мітрального клапана дають графіку косовисхідної лінії. Слід зазначити, що в нормі амплітуда руху задньої стулки мітрального клапана завжди менша, ніж передньої його стулки.

Продовжуючи змінювати кут нахилу та направивши датчик вздовж лінії 3, одержуємо зображення стінки ПШ, міжшлуночкової перегородки і, на відміну від попередньої позиції, лише передню стулку мітрального клапана, що робить М-подібний рух, а також стінку лівого передсердя.

Нова зміна кута нахилу датчика вздовж лінії 4 приводить до візуалізації виносного тракту, ПШ, кореня аорти і лівого передсердя.

На отриманому зображенні передня і задня стінки аорти становлять паралельні хвилясті лінії.

У просвіті аорти перебувають стулки аортального клапана. В нормі стулки аортального клапана в систолу ЛШ розходяться, а в діастолу замикаються, утворюючи під час руху замкнуту криву у вигляді коробочки. Використовуючи це одновимірне зображення, визначають діаметр лівого передсердя, розмір задньої стінки лівого передсердя, а також діаметр висхідного відділу аорти.

### ***Двовимірна ехоКГ***

Двовимірна ехоКГ – основний метод УЗ-діагностики в кардіології. Датчик розміщують на передній грудній стінці в міжреберних проміжках біля лівого краю грудини або під реберною дугою, або в яремній ямці, а також у зоні верхівкового поштовху.

Визначено чотири основні УЗ-доступи для візуалізації серця:

- 1) парастернальний (навкологрудинний);
- 2) апікальний (верхівковий);
- 3) субкостальний (підреберний);
- 4) супрастернальний (надгрудинний).

Парастернальний доступ по довгій осі УЗ-зріз із парастернального доступу по довгій осі ЛШ є основним, з нього починають ехоКГ-дослідження, по ньому орієнтують вісь одновимірного сканування.

Парастернальний доступ по довгій осі ЛШ дозволяє виявити патологію кореня аорти та аортального клапана, підклапанну обструкцію виходу з ЛШ, оцінити функцію ЛШ, визначити рух, амплітуду руху і товщину міжшлуночкової перегородки та задньої стінки, визначити структурні зміни або порушення функції мітрального клапана, або його підтримувальних структур, виявити розширення коронарного синуса, оцінити ліве передсердя та виявити об'ємне утворення в ньому, а також провести кількісну доплерівську оцінку мітральної чи аортальної недостатності й визначити м'язові дефекти міжшлуночкової перегородки колірним (або пульсовим) доплерівським методом, а також виміряти величину систолічного градієнта тиску між камерами серця.

### *Парастернальний доступ по короткій осі*

У режимі реального часу це зображення дає можливість оцінити рух стулок мітрального і трикуспідального клапанів. У нормі в діастолу вони розходяться в протилежні сторони, а в систолу рухаються в напрямку один до одного. При цьому слід звернути увагу на рівномірність циркулярної скоротності ЛШ (всі його стінки мають скорочуватися, наближаючись до центру на однакову відстань, одночасно потовщуючись), рух міжшлуночкової перегородки; ПШ, який на цьому зрізі має серповидну чи наближену до трикутної форму, а його стінка скорочується в тому ж напрямку, що й міжшлуночкова перегородка.

Для одержання зображення серця з парастернального доступу по короткій осі необхідно розміщувати датчик у третьому-четвертому міжребір'ї зліва від краю грудини під прямим кутом до передньої грудної стінки, потім повернути датчик за годинниковою стрілкою доти, поки площа сканування не розміститься перпендикулярно до довгої осі серця. Далі, нахилиючи датчик до верхівки серця, одержуємо різні зрізи по короткій осі. На першому зрізі одержуємо парастернальне зображення ЛШ по короткій осі на рівні папілярних м'язів, які виглядають, як два круглих ехогенних утворення, розміщені ближче до стінки ЛШ.

### *Верхівковий доступ*

Верхівковий доступ використовується насамперед для визначення рівномірності скорочення всіх стінок серця, а також руху мітрального і трикуспідального клапанів.

Крім структурної оцінки клапанів і вивчення сегментарної скоротності міокарда, при верхівкових зображеннях створюються більш сприятливі умови для доплерівської оцінки кровотоку. Саме при такому положенні датчика потоки крові ідуть паралельно чи майже паралельно до напрямку ходу УЗ-променів, що забезпечує високу точність вимірів. Тому з використанням верхівкового доступу проводяться такі доплерівські виміри, як визначення швидкостей кровотоку і градієнтів тиску на клапанах.



При апікальному доступі візуалізація всіх чотирьох камер серця досягається розміщенням датчика на верхівці серця і нахилом лінії сканування до одержання необхідного зображення на екрані.

Для досягнення найкращої візуалізації необхідно вкласти пацієнта на лівий бік, а датчик встановити в ділянці верхівкового поштовху паралельно до ребер і направити його на праву лопатку.

На сьогодні найчастіше використовується орієнтація ехоКГ-зображення таким чином, щоб верхівка серця перебувала у верхній частині екрана.

Для кращої орієнтації у візуалізованій ехоКГ необхідно враховувати, що перегородкова стулка трикуспідального клапана прикріплюється до стінки серця дещо ближче до верхівки, ніж передня стулка мітрального клапана. У порожнині ПШ при коректній візуалізації визначається модераторний тяж. На відміну від ЛШ, у ПШ більше виражена трабекулярна структура. Продовжуючи дослідження, досвідчений оператор може вивести зображення низхідного відділу аорти по короткій осі нижче лівого передсердя.

#### *Субкостальний доступ*

Найчастіше причиною шунтувальних потоків та їх акустичних еквівалентів є дефекти міжпередсердної перегородки. Згідно з різними статистичними даними ці вади становлять 3-21% випадків всіх вроджених вад серця. Відомо, що ця вада найчастіше розвивається в дорослій популяції.

При субкостальному чотирикамерному зображенні положення міжпередсердної перегородки щодо ходу променів стає наближеним до перпендикулярного. Тому саме з цього доступу досягається краща візуалізація міжпередсердної перегородки та проводиться діагностика її дефектів.

Для візуалізації всіх чотирьох камер серця із субкостального доступу датчик розміщують біля мечоподібного відростка, а площину сканування орієнтують вертикально і нахиляють вгору, щоб кут між датчиком і черевною стінкою становив 30-40. При цьому зрізі над серцем визначається і паренхіма печінки. Особливістю цього УЗ-зображення є те, що побачити верхівку серця неможливо.

*Супрастернальний доступ* використовують в основному для обстеження висхідного відділу грудної аорти і початкової частини її низхідного відділу.

Розміщуючи датчик у яремній ямці, площину сканування направляють вниз і орієнтують по ходу дуги аорти.

Під горизонтальною частиною грудної аорти візуалізується переріз правої гілки ЛА по короткій осі. При цьому можна добре вивести відходження артеріальних гілок від дуги аорти: плече-головного стовбура, лівих сонної та підключичної артерій.

У цій позиції найбільш коректно візуалізується весь висхідний відділ грудної аорти, з аортальним клапаном включно і частково ЛШ, при нахилі площини сканування дещо вперед і праворуч. З цієї вихідної точки площину сканування повертають за годинниковою стрілкою, що дає можливість одержати зображення поперечного (по короткій осі) зрізу дуги аорти.

На цій ехоКГ горизонтальний відділ дуги аорти має вигляд кільця, а справа від нього перебуває верхня порожниста вена. Далі під аортою видно праву гілку ЛА по довгій осі і ще глибше – ліве передсердя. У деяких випадках вдається побачити місце впадіння всіх чотирьох легеневих вен у ліве передсердя. Встановивши датчик у праву надключичну ямку і направивши сканувальну площину вниз, можна візуалізувати верхню порожнисту вену на всьому її протязі.

***Мета практичного заняття:***

1. Опанувати методами оцінки функціонального стану серцево-судинної системи засобами ехокардіограми.

***Знати:***

- фізичні основи ехоКГ;
- особливості одновимірної ехоКГ;
- особливості двовимірної ехоКГ;
- особливості доплер-ехоКГ;
- особливості черезстравохідної ехоКГ.

### ***Вміти:***

- охарактеризовувати можливості різних методик ехоКГ;
- охарактеризовувати оцінку функції шлуночків серця;
- обґрунтовувати;
- обґрунтувати рекомендації щодо проведення ехоКГ при окремих захворюваннях серцево-судинної системи.

***Рекомендована література:*** [4, 6]

### ***Тема 7. Оцінка фізичної працездатності й функціональних можливостей серцево-судинної та дихальної систем з використанням навантажувальних тестів***

*Стислий зміст заняття. Фізична працездатність (ФП) характеризується максимальною кількістю зовнішньої механічної роботи, що людина може виконати протягом певного часу, який, у свою чергу, залежить від інтенсивності навантаження.*

#### ***1. Тест PWC (Physical Working Capacity).***

Для визначення ФП в спорті або при виконанні професійних обов'язків використовують навантажувальні тести PWC (Physical Working Capacity). Максимальна робота являє собою граничний рівень навантаження, який призводить до максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС). У клінічній практиці використовують показники не максимальної роботи, а роботи при різній ЧСС: 170 у хвилину –  $PWC_{170}$ , 150 у хвилину –  $PWC_{150}$ , 130 у хвилину –  $PWC_{130}$ , 102 у хвилину –  $PWC_{102}$ . Вивчення реакції на дозовані фізичні навантаження дають можливість об'єктивно оцінити фізичний стан людини та його працездатність.

Тест PWC складається з двох трихвилинних або однохвилинних частин, у кожній з яких виконується підйом на сходинку висотою 0,25-0,30 м (довжина гомілки мінус 5 см).

У першій частині тесту кількість підйомів становить:

при  $PWC_{102}$  – 6 у хвилину, при  $PWC_{130}$  – 10 у хвилину, при  $PWC_{170}$  – 15 у хвилину. У другій частині тесту (проводять після трихвилинного відпочинку)

кількість підйомів зростає: при  $PWC_{102}$  – до 12 у хвилину, при  $PWC_{130}$  – до 20 у хвилину, при  $PWC_{170}$  – до 30 у хвилину.

Безпосередньо після виконання фізичної роботи фіксують ЧСС за 10 секунд з перерахуванням на хвилину (ЧСС за 10 с х 6).

ФП розраховується за формулами:

$$PWC_{102} = (N_1 + (N_2 - N_1)) \times \left( \frac{102 - f_1}{f_2 - f_1} \right);$$

$$PWC_{130} = (N_1 + (N_2 - N_1)) \times \left( \frac{130 - f_1}{f_2 - f_1} \right);$$

$$PWC_{170} = (N_1 + (N_2 - N_1)) \times \left( \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right),$$

де  $f_1, f_2$  – ЧСС після виконання фізичного навантаження в першій та другій частинах тесту;  $N_1, N_2$  – фізична робота (потужність), що виконана в першій та другій частинах тесту.

Величину навантаження в першій і другій частинах тесту визначають за формулою:

$$N = m \times h \times T \times 1,33,$$

де  $m$  – маса тіла обстежуваного в кг,  $h$  – висота сходинки,  $T$  – кількість підйомів у хв, 1,33 – поправочний коефіцієнт, що враховує фізичні витрати на спуск, які становлять  $1/3$  витрат на підйом.

Чим більше PWC, тим більше потужність роботи, при якій ЧСС досягає відповідного значення (102, 130, 170 ударів), і тим більше ФП (див. табл. 3); у спортсменів вона може досягати 20-40 кгм/хв на 1 кг маси або 3-7 Вт (див. табл. 4).

Таблиця 3

Оцінка фізичної працездатності осіб різного віку й статі

Бали	Фізична працездатність (кгм/хв кг) залежно від віку (років)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60
<i>Чоловіки</i>					
5	> 16,6	> 15,8	> 15,0	> 14,1	> 13,6
4	15,6-16,5	14,8-13,5	14,1-14,9	13,3-14,0	12,9-13,5
3	14,2-15,2	13,4-12,6	12,6-14,0	11,9-13,2	10,2-12,8
2	13,3-14,1	12,5-11,3	11,7-12,5	10,9-11,8	9,1-10,1
1	< 13,2	< 12,4	< 11,6	< 10,8	< 9,0

<i>Жінки</i>					
5	> 13,4	> 12,7	> 12,1	> 11,2	> 10,2
4	12,4-13,3	11,8-12,6	11,2-12,0	10,4-11,1	9,3-10,1
3	11,1-1,9	10,8-11,7	9,8-11,1	8,6-10,3	7,5-9,2
2	10,0-11,0	9,5-10,6	8,7-9,7	7,5-8,5	6,4-7,4
1	< 9,9	< 9,4	< 8,6	< 7,4	< 6,3

Таблиця 4

## Фізична працездатність спортсменів чоловіків за тестом PWC170

Вид спорту	PWC170 (кгм/хв кг)
Легка атлетика	24,2
Вільна боротьба	21,9
Футбол	21,7
Бокс	20,2
Баскетбол	18,7
Дзюдо	18,4
Теніс	18,4
Гімнастика	16,5
Важка атлетика	15,2

### 2. Визначення максимального споживання кисню (МСК).

МСК – це найбільша кількість кисню, яку людина здатна спожити протягом однієї хвилини. МСК – найважливіший показник, що характеризує стан системи транспорту кисню, ФП, граничні можливості аеробного енергоутворення (максимальна аеробна здатність).

Високі показники МСК свідчать про гарні функціональні можливості серцево-судинної та дихальної систем, високі рівні ФП. Визначення МСК виконують прямим і непрямим методом. Частіше застосовують непрямий метод виміру МСК, що не вимагає складної апаратури, однак при обстеженні висококваліфікованих спортсменів рекомендується використовувати прямий метод виміру МСК, який має більшу точність.

Для визначення МСК непрямим методом випробуваному рекомендується однократне навантаження на велоергометрі або шляхом підйому на сходинку (висота сходинки – 40 см для чоловіків, 33 см для жінок; темп сходження – 22,5 циклу у хвилину) протягом не менше 5 хв. ЧСС фіксується безпосередньо після закінчення фізичного навантаження. Розрахунок МСК проводять за номограмою Astrand – Ryming, 1960, знайдена величина збільшується на вікову поправку (див. табл. 5). Залежно від розміру МСК із урахуванням віку К.

Cooper (1970) виділяє п'ять категорій фізичного стану – дуже поганий, поганий, задовільний, гарний та відмінний (див. табл. 6). Розмір МСК також можна розрахувати за результатами тесту  $PWC_{170}$ :

$$МПК = 2,2 PWC_{170} \text{ (кгм/хв)} + 1070.$$

Таблиця 5

### Вікові поправочні коефіцієнти до розміру МСК

(за номограмою Astrand – Ryming, 1960)

Вік (років)	15	25	35	40	45	50	55	60	65
Поправка	1,1	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

Таблиця 6

### Оцінка фізичного стану за розміром МСК,

мл/хв/кг (Cooper K., 1970)

Група фізичного стану	Вік, років			
	< 30	30-39	40-49	50 >
I. Дуже поганий	< 25	< 25	< 25	–
II. Поганий	25,0-33,7	25,0-30,1	25,0-26,4	< 25
III. Задовільний	33,8-42,5	30,2-39,1	26,5-35,4	25,0-33,7
IV. Гарний	42,6-51,5	39,2-48	35,5-45	33,8-43
V. Відмінний	51,6 >	48,1 >	45,1 >	43,1 >

3. Трьохмоментна комбінована функціональна проба для оцінки адаптації організму спортсмена до швидкісної роботи й роботи на витривалість (проба Лептунова). При проведенні проби досліджуваній виконує послідовно три навантаження:

1) 20 присідань за 30 секунд;

2) (виконується через 3 хв після першого) 15-секундний біг на місці в максимальному темпі;

3) (через 4 хв після другого навантаження) трихвилинний біг на місці в середньому темпі (180 кроків у хв).

Після закінчення кожного навантаження протягом усього періоду відпочинку реєструють відновлення ЧСС та артеріального тиску (АТ), пульс рахується за 10-секундними інтервалами з перерахуванням на хвилину. Дані про ЧСС і АТ заносять у таблицю:

Показник	Після першого навантаження			Після другого навантаження				Після третього навантаження				
	10''	1'	2'	10''	1'	2'	3'	10',	1'	2'	3'	4'
ЧСС												
АТсист.												
АТдиаст.												

Перше навантаження в пробі Лептунова – це свого роду розминка для виконання більш напруженої м'язової роботи. Друге навантаження імітує швидкісний біг, третє – тривалу роботу, виконання якої пов'язане із тренуванням витривалості.

Результати проби оцінюються шляхом вивчення типів реакції:

*Нормотонічний тип реакції* характеризується збільшенням ЧСС (на 10-й сек. після першого навантаження до 100 уд. у хв, на 10-й сек. після другого й третього навантаження – до 125-140 уд. у хв), підвищенням систолічного (до 160-180 мм рт. ст.) і зниженням диастолічного тиску (до 50-60 мм рт. ст.).

Повне відновлення після першого навантаження повинне спостерігатися на 2-й хв, після другого навантаження – на 3-й хв, після третього навантаження – на 4-й хв. Така реакція вважається фізіологічною і відповідає гарній тренуваності (ФП).

*Гіпертонічний тип реакції* характеризується різким підвищенням систолічного тиску до 180-220 мм рт. ст., диастолічний тиск або не змінюється, або підвищується до 90 мм рт. ст. і вище, спостерігається значне підвищення ЧСС. Відновлювальний період затягується. Такий тип реакції оцінюється як незадовільний, він може бути ознакою перевтоми або перетренованості.

*Гіпотонічний (астенічний) тип реакції*, характеризується різким збільшенням ЧСС (до 170-190 уд. у хв) після другого й третього навантаження, незначним підвищенням систолічного тиску. Час відновлення ЧСС і АТ вповільнений. Цей тип реакції вважається несприятливим.

*Дістонічний тип реакції* характеризується значним підвищенням систолічного (до 180-200 мм рт. ст.) і диастолічного артеріального тиску, який після припинення навантаження може знижуватися до нуля («феномен

нескінченного тону»), значним збільшенням ЧСС. Період відновлення вповільнений. Цей тип реакції вважається несприятливим.

*Східчастий тип реакції* характеризується східчастим підйомом систолічного тиску на 2-3-й хв відновлювального періоду. Така реакція найчастіше спостерігається після другого навантаження. Відновлювальний період затягується. Така реакція серцево-судинної системи відображає неповноцінність регуляторної системи кровообігу або погіршення функціонального стану спортсмена. Цей тип реакції вважається несприятливим.

4. *Функціональна проба Руф'є* (згідно із Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України від 20.07.2009 р., № 518/674) дозволяє оцінити функціональні можливості серцево-судинної системи.

Методика проведення. Після 3-5 хв відпочинку, у положенні сидячи, в обстежуваного підраховують пульс кожні 15 сек., доки не буде отримано 2-3 однакові цифри. Отримані дані записують до протоколу, і пропонується виконати навантаження – 30 присідань з витягнутими вперед руками протягом 45 сек. Під час виконання проби необхідно стежити за збереженням стандартних умов виконання навантаження, за зовнішніми ознаками втоми.

Після закінчення присідань обстежений сідає, і проводиться підрахунок пульсу за перші 15 сек. та останні 15 сек. першої хвилини відновлення.

Розрахунок індексу Руф'є проводять за формулою:

$$IP = \frac{4 \times (ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) - 200}{10},$$

де IP – індекс Руф'є, ЧСС<sub>1</sub> – частота серцевих скорочень за 15 сек. у стані спокою, ЧСС<sub>2</sub> – частота серцевих скорочень за перші 15 сек. першої хвилини відновлення, ЧСС<sub>3</sub> – частота серцевих скорочень за останні 15 сек. першої хвилини відновлення.

Рівні функціонального резерву серця визначаються з урахуванням п'яти градацій: менше 3 – високий рівень; 4-6 – вище середнього (добрий); 7-9 – середній; 10-14 – нижче середнього (задовільний); більше 15 – низький.



### ***Мета практичного заняття:***

1. Опанувати методиками застосування навантажувальних тестів для оцінки фізичної працездатності й функціональної активності серцево-судинної та дихальної систем.

### ***Знати:***

- сутність тесту PWC<sub>170</sub>;
- особливості тесту PWC<sub>170</sub> зі специфічними навантаженнями;
- сутність гарвардського степ-тесту;
- сутність тесту Купера;
- особливості визначення максимального споживання кисню.

### ***Вміти:***

- охарактеризувати сутність тесту PWC<sub>170</sub>;
- охарактеризувати особливості тесту PWC<sub>170</sub> зі специфічними навантаженнями;
- охарактеризувати особливості гарвардського степ-тесту;
- охарактеризувати особливості тесту Купера.

***Рекомендована література:*** [1, 2, 4, 5, 6, 11]

## **Змістовий модуль 3**

# **ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА ДИХАЛЬНОЇ ТА НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ**

***Тема 8. Методи фізичної, лабораторної і інструментальної діагностики захворювань органів дихання. Променева та диференційна діагностика основних захворювань органів дихання***

*Стислий зміст заняття.* Дослідження функціонального стану системи зовнішнього дихання є одним із провідних елементів медико-біологічного контролю за станом осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом. Пов'язано це зі значною роллю дихальної системи в пристосуванні організму до різних видів фізичних навантажень, формуванні найбільш адекватної реакції на різного роду дії. Під час оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання використовують методи спірометрії, спірографії,

пневмотахометрії, оксигеметрії, методи газового аналізу, ряд методик щодо визначення інтегральних параметрів системи зовнішнього дихання, а також функціональні проби.

**Традиційні методи визначення показників системи зовнішнього дихання.** Спірометрія – метод оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання за допомогою спірометру.

Застосування цього методу сприяє отриманню важливої інформації про величини деяких параметрів системи зовнішнього дихання, але характеризується відносною точністю.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ, л або мл) – кількість повітря, яку реципієнт здатний видихнути після максимального вдиху. Важливо відзначити, що цей показник характеризує функціональні можливості системи зовнішнього дихання, а не його функціональний стан, як помилково вважають деякі дослідники. Структуру життєвої ємності легень складають дихальний об'єм, резервний об'єм вдиху (РОВд) і резервний об'єм видиху (РОВид).

У середньому в здорових нетренованих чоловіків величина ЖЄЛ складає 3,0-5,5 л, у жінок – 2,5-4,0 л. Для спортсменів, які тренуються у видах спорту, спрямованих на розвиток витривалості (плавання, веслування, біг на довгі дистанції, велоспорт, лижні гонки тощо), характерним є істотне підвищення величини життєвої ємності легень. Більш докладні відомості щодо значень ЖЄЛ в осіб різного віку, статі і рівня тренуваності наведені в додатках підручника.

Метод спірометрії передбачає визначення величини ЖЄЛ шляхом глибокого (повного) видиху в спірометр після передуючого йому максимального вдиху з навколишнього середовища.

Дихальний об'єм (ДО, л або мл) – кількість повітря, яку реципієнт вдихає і видихає при кожному дихальному акті. Цей показник істотно залежить від статі, віку, зросту, розвитку грудної клітки, рівня фізичної підготовленості та ряду інших чинників. У середньому в дорослих здорових нетренованих осіб величина дихального об'єму складає 300-600 мл. У спортсменів, зазвичай,

спостерігається деяке збільшення цього показника. Нерідко зменшення ДО спостерігається при ожирінні, ураженнях легень, недостатності кровообігу і деяких інших передпатологічних і патологічних станах. Метод спірометрії передбачає визначення величини дихального об'єму шляхом спокійного (звичайного) видиху в спірометр після попереднього спокійного вдиху з навколишнього середовища.

Резервний об'єм вдиху (РОВд, л або мл) – кількість повітря, яку реципієнт може додатково вдихнути після спокійного вдиху. Величина РОВд, зазвичай, знаходиться в межах від 1,0 до 2,5 л і характеризує потенційні можливості системи зовнішнього дихання. Метод спірометрії передбачає визначення цього показника шляхом попереднього наповнення спірометра повітрям (наприклад, до відмітки «3 літри») і подальшого глибокого вдиху зі спірометра (цьому вдиху повинен передувати спокійний вдих з навколишнього середовища). Різниця між початковими і прикінцевими показаннями спірометра відповідатиме величині РОВд.

Резервний об'єм видиху (РОВид, л або мл) – кількість повітря, яку реципієнт може додатково видихнути після спокійного видиху. Цей показник характеризує потенційні можливості системи зовнішнього дихання.

У нормі величина РОВид знаходиться в межах 1,0-1,5 л. Метод спірометрії передбачає реєстрацію величини РОВид шляхом глибокого видиху в спірометр після попереднього спокійного видиху в навколишнє середовище.

Максимальна вентиляція легень (МВЛ, л/хв або мл/хв) – кількість повітря, яка може пройти через дихальну систему за одну хвилину при максимально частоту і максимально глибокому диханні реципієнта. Означений показник має важливе діагностичне значення, оскільки характеризує не тільки потенційні можливості апарату зовнішнього дихання, але й ступінь реалізації цих можливостей. У нормі величина МВЛ у дорослих здорових нетренованих чоловіків складає 80-230 л/хв, у жінок – 60-170 л/хв. Для осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, характерним є збільшення значень МВЛ.

Методом спірометрії величину МВЛ реєструють таким чином: реципієнт здійснює максимально часте і максимально глибоке дихання в спірометр упродовж 15 секунд. Отриманий результат помножують на 4 і отримують значення МВЛ у мл або л за 1 хвилину.

Спірографія – метод оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання шляхом графічної реєстрації дихальних рухів.

Під час аналізу отриманої кривої (спірограми) можливий не тільки більш точний, порівняно з методом спірометрії, розрахунок наведених вище показників (ЖЄЛ, ДО, РОвд, РОвид, МВЛ), але і визначення таких параметрів, як частота дихання (ЧД), хвилинний об'єм дихання (ХОД), форсована величина життєвої ємності легенів (фЖЄЛ), резерв дихання (РД) і поточне споживання кисню (СК) в умовах відносного спокою.

Частота дихання (ЧД, п/хв) – кількість дихальних рухів, що здійснює реципієнт за одну хвилину. У нормі в дорослих нетренованих осіб частота дихання в спокої коливається в межах від 10 до 18-20 дихальних рухів за одну хвилину. У спортсменів часто спостерігається деяке зниження значень ЧД.

На спірограмі за певний проміжок часу (зазвичай, 15 або 30 секунд) підраховують кількість дихальних циклів і, шляхом помноження отриманих величин, відповідно на 4 або 2, отримують значення частоти дихання за одну хвилину.

Частоту дихання доцільно досліджувати в стані спокою, до виконання фізичних навантажень, а потім протягом заняття. Під впливом фізичних навантажень ЧД може досягати 30-60 дихальних актів за одну хвилину.

Порівняння змін частоти дихання й тривалості відновлення показника з характером та інтенсивністю навантажень дозволяє, певною мірою, оцінити вплив навантаження на організм людини, її функціональний стан, достатність інтервалів відпочинку тощо.

На спірограмі також можна визначити тривалість фаз вдиху і видиху та їх співвідношення. У нормі співвідношення вдиху й видиху дорівнює 1:1, 1:1,2. Збільшення тривалості видиху спостерігається при порушеннях бронхіальної

прохідності і може бути використане в комплексній оцінці функції зовнішнього дихання.

Хвилинний об'єм дихання (ХОД, л/хв) – кількість повітря, яка проходить через дихальну систему за одну хвилину. У дорослих нетренованих осіб величина ХОД під час звичайного спокійного дихання коливається в достатньо широких межах – від 4 до 8 л. Величина ХОД залежить від віку, статі реципієнтів, рівня їхньої функціональної підготовленості, а також від стану серцево-судинної системи, ЦНС (у першу чергу від збудливості дихального центру), обміну речовин тощо.

У процесі використання спірографічного методу для розрахунку ХОД спочатку визначають значення ЧД і ДО (розраховують на основі обчислення амплітуди цього показника), а потім використовують формулу:

$$\text{ХОД} = \text{ЧД} \times \text{ДО},$$

де ХОД – хвилинний об'єм дихання, л/хв; ЧД – частота дихання, н/хв; ДО – дихальний об'єм, л.

Форсована життєва ємність легень (фЖЄЛ, л або мл) – кількість повітря, яку реципієнт здатен максимально швидко видихнути після глибокого вдиху. Визначають не тільки величину фЖЄЛ, але і час, за який реципієнт здійснює форсований видих. У нормі в здорових дорослих нетренованих чоловіків і жінок цей час знаходиться в межах від 1,5 до 3 секунд, а значення фЖЄЛ коливається в межах 70-85% фактичної ЖЄЛ, що пов'язано з підвищенням опору току повітря в бронхіолах при форсованому видиху.

На спірограмі час і величину фЖЄЛ визначають шляхом розрахунку амплітуди і тривалості цього функціонального параметру. Величину фЖЄЛ і час форсованого видиху використовують для діагностики бронхіальної прохідності, що має важливе значення для оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання в цілому. У випадку формування бронхіальної обструкції показник фЖЄЛ є істотно нижчим за ЖЄЛ.

Резерв дихання (РД, л/хв або %) розраховують як відношення звичайного для реципієнта ХОД до МВЛ:

$$РД = (ХОД / МВЛ) \times 100\%,$$

де РД – резерв дихання, %; ХОД – хвилиний об'єм дихання, л/хв; МВЛ – максимальна вентиляція легень, л/хв.

Величина резерву дихання дозволяє отримати важливу інформацію про ступінь напруги дихальної функції і ступінь навантаження дихальної системи. У нормі величина РД складає близько 8%, тобто організм використовує близько 8% від максимальних можливостей системи зовнішнього дихання. Збільшення цього відсотка (зростання РД) свідчить про зниження здатності конкретного реципієнта до виконання фізичних навантажень. При важких поразках дихального апарату і значному падінні МВЛ величина РД може досягати 50% і більше.

Під резервом дихання іноді розуміють також різницю між величинами МВЛ і ХОД. Діагностичне значення при цьому має відношення резерву дихання до максимальної вентиляції легень, тобто має місце наступне співвідношення:

$$РД = 100 \times ((МВЛ - ХОД) / МВЛ),$$

де РД – резерв дихання, %; МВЛ – максимальна вентиляція легень, л/хв; ХОД – хвилиний об'єм дихання, л/хв.

У нормі зазначене співвідношення складає 80-85%; зростання серцевої або легеневої недостатності призводить до зниження цієї величини, яка при легеневій недостатності II-III ступеню досягає 50-55%.

Споживання кисню (л/хв або мл/хв) – кількість кисню, яку поглинає організм на протязі однієї хвилини. У стані спокою споживання кисню становить 200-300 мл/хв. Величина цього показника залежить від ваги, статі людини і умов довкілля. Під час виконання тренувальної роботи споживання кисню збільшується та може досягти рівня так званого максимального споживання кисню, який є інтегративним показником аеробної працездатності організму.

За допомогою спірографу можна визначити споживання кисню в умовах основного обміну в закритій системі за величиною відхилення спірограми від

початкового рівня за одну хвилину. У процесі поглинання кисню з дихального мішка спірографа, спірограма відхиляється вгору (компенсація об'єму повітря в мішку не відбувається, оскільки вуглекислий газ, що видихається, зв'язується хімічним поглиначем). При цьому розраховується висота підйому лінії, яка поєднує основи зубців спірограми і час, за який відбувся цей підйом. При вираженій дихальній недостатності використання закритих систем не завжди можливо через значний опір апарату дихання, який хворий не завжди може подолати.

Пневмотахометрія – метод оцінки потужності вдиху і видиху за допомогою пневмотахометра.

Потужність вдиху і видиху ( $N_{вд}$  і  $N_{вид}$ , л/с) – максимальна об'ємна швидкість потоку повітря при вдиху і видиху. Потужність видиху, зазвичай, дещо більше потужності вдиху. У дорослих здорових нетренованих чоловіків  $N_{вид}$  складає 4-7 л/с, а у жінок – 3-5 л/с. Погіршення функціонального стану системи зовнішнього дихання, а також ряд патологічних станів (наприклад, порушення бронхіальної прохідності, хронічні обструктивні захворювання легень) призводять до зниження величин  $N_{вид}$  і  $N_{вд}$ .

Для визначення показників потужності вдиху і видиху необхідно є наявність спеціального приладу – пневмотахометра, який складається з датчика і вимірювального блоку з манометром. Датчик є трубкою з діафрагмою. Під час форсованого вдиху або видиху по обидва боки трубки виникає різниця тиску, уловлювана диференціальним манометром. Величина цієї різниці пропорційна об'ємній швидкості руху повітря через трубку.

Для визначення величин  $N_{вид}$  і  $N_{вд}$  реципієнту, поєднаному з пневмотахометром мундштуком, пропонується послідовно здійснити форсований видих і форсований вдих.

Оксигеметрія – фотоелектричний метод визначення насичення крові киснем, заснований на різних спектральних властивостях оксигемоглобіну і відновленого гемоглобіну.

Для практичної реалізації методу оксигеметрії необхідний спеціальний прилад – оксигеметр. Він складається з датчика, який закріплюється на мочці вуха, і вимірювального елемента. Датчик містить фотоелемент, поєднаний з освітлювальною лампою, яка сприяє прогріванню шкіри і розширенню судин, а також пропускає через тканини вуха світло, яке сприймається фотоелементом і перетворюється в електричний струм. Зміни насичення крові киснем призводять до зміни кольору крові й інтенсивності світлового потоку, що пройшов через тканину вуха. Про кількісні зміни ступеня насичення крові киснем свідчить положення стрілки шкали вимірювального приладу.

При дослідженні спортсменів у природних умовах їхньої тренувальної діяльності (оперативний контроль) можна проводити оксигеметрію, використовуючи подовжений провід від датчика під час занять такими видами спорту, що не потребують переміщень на значну відстань (гімнастика, важка атлетика тощо). Проте більш часто оксигеметричні дослідження проводяться при інших формах контролю (поточний, етапний контроль) в лабораторних, кабінетних умовах, де оксигенацію артеріальної крові спортсмена досліджують за допомогою різних функціональних проб з дозованим фізичним навантаженням та із затримкою дихання.

За допомогою методу оксигеметрії визначають ступінь насичення крові киснем після довільної затримки дихання (СНз) і її відношення до початкового ступеня насичення (СНп), коли реципієнт дихав атмосферним повітрям (приймається в середньому за 95%). На підставі цих даних розраховують коефіцієнт використання кисню (КВК, у.о.) за формулою:

$$\text{КВК} = \text{СНз} / \text{СНп},$$

де КВК – коефіцієнт використання кисню, у.о.; СНз – ступінь насичення крові киснем після затримки дихання, %; СНп – початковий ступінь насичення крові киснем, %.

У нормі величина КВК складає 0,25-0,30 у.о. Зниження цього показника свідчить про неекономічність використання кисню організмом реципієнта.



Методи газового аналізу – це методи визначення газового складу вдихуваного, видихуваного і альвеолярного повітря, а також газів артеріальної і венозної крові.

За даними газового аналізу можна розрахувати кількість кисню, використаного за певний відрізок часу для окислювальних процесів, і кількість виділеного за цей же час вуглекислого газу. Метод надає можливість скласти уявлення про різні види дихальної недостатності, яка є поширеним явищем як серед хворих людей, так і у осіб, які систематично піддаються дії високих фізичних навантажень. Сьогодні існує достатня кількість сучасних методичних підходів до визначення газового складу крові із застосуванням відповідної апаратури.

У нормі ступінь насичення артеріальної крові киснем складає близько 95%. При різних видах дихальної недостатності виникає так звана артеріальна гіпоксемія – недонасичення гемоглобіну артеріальної крові киснем через порушення газообміну в легенях органічного або функціонального генезу.

Тимчасова артеріальна гіпоксемія досить часто фіксується при гострих поразках дихального апарату (пневмонії, бронхіоліти тощо). У залежності від важкості несприятливих змін у дихальній системі ступінь насичення артеріальної крові киснем може знижуватися до 85-90%, а в деяких випадках до 60-70% і навіть 50%. У разі важких поразок легенів може розвиватися також артеріальна гіперкапнія – істотне підвищення змісту вуглекислого газу в крові, що призводить до виникнення газового ацидозу.

***Розрахункові методи визначення показників системи зовнішнього дихання.*** Важливе значення в діагностиці поточного функціонального стану системи зовнішнього дихання має ряд розрахункових методів. Одним із перших розрахункових показників є відхилення фактичної величини ЖЄЛ від належної ЖЄЛ (відх. ЖЄЛ, %), який розраховується за формулою:

$$\text{Відх. ЖЄЛ} = ((\text{фЖЄЛ} - \text{нЖЄЛ}) / \text{нЖЄЛ}) \times 100,$$

де відх. ЖЄЛ – відхилення фактичної величини ЖЄЛ від належної, %;  
нЖЄЛ – величина належної ЖЄЛ, л; фЖЄЛ – фактична величина ЖЄЛ, л.

Для визначення величини відхилення ЖЄЛ необхідно визначити належні величини життєвої ємності легенів. Для розрахунку цих показників запропоновані модифіковані формули розрахунку нЖЄЛ за Антоні для реципієнтів різної статі, віку і фізичної підготовленості:

Діти шкільного віку:

$$\text{Хлопчики: нЖЄЛ} = 40 \times \text{ДТ} + 30 \times \text{МТ} - 5100$$

$$\text{Дівчатка: нЖЄЛ} = 40 \times \text{ДТ} + 10 \times \text{МТ} - 4400$$

Дорослі нетреновані люди:

$$\text{Чоловіки: нЖЄЛ} = (27,63 - 0,122 \times \text{В}) \times \text{ДТ} - 500$$

$$\text{Жінки: нЖЄЛ} = (21,78 - 0,101 \times \text{В}) \times \text{ДТ} - 300$$

Дорослі треновані люди:

$$\text{Чоловіки: нЖЄЛ} = (27,63 - 0,122 \times \text{В}) \times \text{ДТ}$$

$$\text{Жінки: нЖЄЛ} = (21,78 - 0,101 \times \text{В}) \times \text{ДТ},$$

де в усіх випадках нЖЄЛ – величина належної ЖЄЛ, мл; ДТ – довжина тіла, см; МТ – маса тіла, кг; В – вік, роки.

Для розрахунку належної ЖЄЛ також використовують таблиці визначення належного основного обміну. Належний основний обмін (НОО, ккал) обчислюють за формулою:

$$\text{НОО} = \text{А} + \text{Б},$$

де НОО – величина належного основного обміну (ккал); А – число ккал, що залежить від ваги; Б – число ккал, що залежить від зросту й віку.

Числа А і Б знаходять по таблицях Гаррісона-Бенедікта для визначення належного основного обміну людини (наведені в додатках).

Належну ЖЄЛ розраховують за формулою:

$$\text{нЖЄЛ} = \text{НОО} \times 2,6 \text{ (для чоловіків)}$$

$$\text{нЖЄЛ} = \text{НОО} \times 2,3 \text{ (для жінок)},$$

де нЖЄЛ – належна життєва ємність легенів, мл; НОО – належний основний обмін, ккал.

У нормі відхилення ЖЄЛ у здорових нетренованих осіб складає  $\pm 10\%$ . Зниження ЖЄЛ більш ніж на 12% у чоловіків і 15% у жінок свідчить про

знижені функціональні можливості дихального апарату. У спортсменів відхилення ЖЄЛ практично завжди більше нуля, тобто фактична ЖЄЛ перевищує належну. Чим більше фактична ЖЄЛ перевершує належну, тим значніші потенційні можливості системи зовнішнього дихання, що забезпечують збільшення обсягу вентиляції, необхідної при виконанні фізичного навантаження. Більш докладні відомості щодо величин відхилення фактичної ЖЄЛ від належної в осіб різної статі, віку і рівня тренуваності наведено в додатках.

Вентиляційний індекс (VI, %). Цей розрахунковий показник свого часу було запропоновано Гаррісоном. Вентиляційний індекс розглядається як відношення хвилинного об'єму дихання до життєвої ємності легень.

На думку більшості фахівців, значення вентиляційного індексу можна визначити як критерій реалізації потенційних можливостей системи зовнішнього дихання конкретного реципієнта. Вочевидь, що це положення справедливо при достатньо високих величинах ЖЄЛ і ДО (відомо, що висока величина ХОД може визначатися як несприятливим підвищенням

ЧД, так і більш оптимальним шляхом – за рахунок збільшення дихального об'єму).

У загальному виді формула для визначення значень вентиляційного індексу за Гаррісоном має такий вигляд:

$$VI = \text{ХОД} / \text{ЖЄЛ},$$

де VI – вентиляційний індекс Гаррісона, %; ХОД – хвилинний об'єм дихання, л/хв; ЖЄЛ – фактична життєва ємність легенів, л.

У нормі вентиляційний коефіцієнт Гаррісона складає 1,2-2,6%.

Для спортсменів характерним є деяке зниження цього параметру (в основному, за рахунок підвищення значень життєвої ємності легень).

Збільшення цього показника свідчить про компенсаторну напругу функції вентиляції, що може бути обумовлено прихованою дихальною недостатністю.

Належна величина максимальної вентиляції легенів (нМВЛ, мл /хв, л/хв). Цей показник є досить інформативним під час характеристики потенційних

можливостей дихальної системи, особливо в умовах екстремальних зовнішніх дій. Серед достатньо великої кількості розрахункових методик визначення нМВЛ найбільше розповсюдження отримала формула Пібоді в модифікації А. Г. Дембо, згідно з якою:

$$\text{нМВЛ} = 1/2\text{фЖЄЛ} \times 35 \text{ (для нетренованих осіб);}$$

$$\text{нМВЛ} = \text{фЖЄЛ} \times 40 \text{ (для спортсменів),}$$

де нМВЛ – належна величина максимальної вентиляції легенів, л/хв;  
ЖЄЛ – фактична життєва ємність легенів, л.

Отримані значення нМВЛ зазвичай, порівнюють з фактичними величинами МВЛ і доходять висновків щодо потенційних можливостей системи зовнішнього дихання. Відношення фактичної МВЛ до належної при розрахунку за формулою А.Г. Дембо становить у більшості здорових людей 100%. Зниження фактичної МВЛ більш ніж на 20% від належної є неблагоприємною ознакою.

Індекс гіпоксії (ІГ, у.о.). Цей розрахунковий показник характеризує ступінь стійкості організму до дефіциту кисню. У спортивній функціональній діагностиці індекс гіпоксії набуває важливого значення в процесі обстеження спортсменів, які виконують фізичні навантаження з великою кисневою заборгованістю (спринтерські дистанції в циклічних видах спорту, деякі види спортивних ігор тощо).

Традиційно величину індексу гіпоксії розраховують за такою формулою:

$$\text{ІГ} = \text{Твид} / \text{ЧСС},$$

де ІГ – індекс гіпоксії, у.о.; Твид – час затримки дихання на видиху, с.;  
ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

У нормі в здорових нетренованих чоловіків значення ІГ становить 0,409-0,586 у.о., у жінок – 0,369-0,546 у.о. В осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, реєструються більш високі величини індексу гіпоксії: у чоловіків – 0,609-0,786 у.о., у жінок – 0,509-0,686 у.о. Більш докладні відомості щодо значень індексу гіпоксії в представників різної статі, віку і рівня тренуваності наведено в додатках.

Індекс Скібінського (ІС, у.о.). На думку більшості фахівців, індекс Скібінського характеризує не тільки потенційні можливості системи зовнішнього дихання, її стійкість до гіпоксії, але і, певною мірою, рівень узгодженості функціонування з системою кровообігу. Формула для розрахунку індексу Скібінського має такий вигляд:

$$ІС = ЖЄЛ \times Твид / ЧСС,$$

де ІС – індекс Скібінського, у.о.; ЖЄЛ – фактична величина життєвої ємності легень, мл; Твид – час затримки дихання на видиху, с.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

У нормі в здорових нетренованих чоловіків значення ІС складає 2500-3900 у.о., у жінок – 1500-2900 у.о. В осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, спостерігаються більш високі величини індексу Скібінського: у чоловіків – 3500-4900 у.о., у жінок – 3000-4400 у.о. Більш докладні відомості щодо значень індексу Скібінського в представників різної статі, віку і рівня тренуваності наведено в додатках.

**Функціональне тестування системи зовнішнього дихання.** Під час аналізу рівня функціонування будь-якої фізіологічної системи, застосування функціональних проб, тобто дослідження характеру реакції означеної системи на певну дію ззовні, має велике значення. Отримані результати надають експериментаторові змогу оцінити такі якості фізіологічної системи, як її лабільність або, навпаки, стійкість, норму реакції системи, потенційні можливості тощо. Система зовнішнього дихання в цьому відношенні не є виключенням і для оцінки її функціонального стану також розроблено немало функціональних проб.

Найбільш розповсюдженими є функціональні гіпоксичні проби із затримкою дихання на вдиху (проба Штанге) і на видиху (проба Генчі).

В обох випадках реєструється максимально можливий час затримки дихання.

Зазначені проби дозволяють оцінити ступінь стійкості системи зовнішнього дихання до умов дефіциту кисню.

Під час проведення функціональної проби Штанге реципієнту, який знаходиться в положенні сидячи, після глибокого видиху пропонується зробити глибокий вдих і затримати дихання на максимальний час. Задля запобігання виходу певної частини повітря через ніс реципієнта застосовуються спеціальні гумові затиски. Результат затримки дихання фіксується секундоміром.

Аналогічно проводиться і функціональна проба Генчі. Відмінність полягає лише в тому, що після глибокого вдиху реципієнт робить глибокий спокійний видих і затримує дихання. Також фіксується час затримки дихання.

У нормі час затримки дихання на вдиху (Твд, с) і видиху (Твид, с) складає у здорових дорослих нетренованих чоловіків відповідно не менше 50-60 с і 30-40 с, у жінок – не менше 40-50 с і 20-30 с. Підвищення абсолютних значень цих параметрів відзначається при підвищенні тренуваності апарату зовнішнього дихання, його стійкості до гіпоксії і гіпоксемії, що найбільш часто реєструється у людей, які систематично займаються фізичною культурою і спортом.

Використовують також модифікований варіант проби Генчі – після попередньої гіпервентиляції (максимально глибоке дихання протягом 45-60 с).

У нормі спостерігається зростання тривалості затримки дихання на видиху в 1,5-2 рази. Відсутність зростання часу затримки дихання є негативним фактором.

Комбінована проба Серкіна (трифазна затримка дихання). Затримка дихання на вдиху в пробі Серкіна виконується з об'ємом повітря приблизно рівним  $\frac{2}{3}$  від максимально можливого вдиху. Перед початком тесту необхідно 3-5 хвилин відпочити і зробити 2-3 глибоких вдиху і видиху:

- перша фаза: після 5-хвилинного відпочинку сидячи, затримка дихання на вдиху (сидячи);
- друга фаза: затримку дихання на вдиху в положенні стоячи після виконання 20 присідань за 30 секунд;
- третя фаза: затримка дихання на вдиху (сидячи) через 1 хвилину відпочинку.

Проведення проби Серкіна і аналіз отриманих результатів дозволяє за станом кардіореспіраторної системи виявити категорію осіб (здорові треновані, здорові нетреновані, особи з прихованою недостатністю кровообігу) до якої належать обстежувані. На основі порівняння отриманих показників із нормальними значеннями для різних контингентів, обстежуваного відносять до однієї з цих груп (табл. 7). Оскільки межі функціональних можливостей системи зовнішнього дихання в процесі адаптації до фізичних навантажень значно ширші, ніж системи кровообігу, то збільшення періоду відновлення свідчить, насамперед, про неповноцінність серцево-судинної системи.

Таблиця 7

Результати комбінованої проби Серкіна (у секундах)

Контингент обстежуваних	I фаза	II фаза	III фаза
Здорові треновані	45-60	Більше 50% I фази	Більше 100% I фази
Здорові нетреновані	35-45	30-35% I фази	70-100% I фази
З прихованою недостатністю кровообігу	20-35	Менше 30% I фази	Менше 70% I фази

Крім наведених функціональних проб, широке розповсюдження для оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання отримала проба Розенталя, яка дозволяє оцінити ступінь тренованості апарату зовнішнього дихання. Згідно з цією пробою, у реципієнта п'ять разів з інтервалом у 30 секунд визначається величина життєвої ємності легень, реєструється максимальне та мінімальне значення ЖЄЛ з п'яти спроб, а також різниця між ними. У нормі різниця між максимальною і мінімальною величинами ЖЄЛ з п'яти спроб складає 100-200 мл. Більш низькі величини цього функціонального параметра свідчать про високий ступінь тренованості дихальної системи організму і, навпаки, більш високі – про зниження тренованості системи зовнішнього дихання.

Динамічна спірометрія – функціональна проба, яка передбачає визначення зміни ЖЄЛ під впливом фізичного навантаження (2-3-хвилинний біг у темпі 180 кроків за хвилину). При зниженні функціональних можливостей системи зовнішнього дихання значення ЖЄЛ після навантаження зменшуються

більше ніж на 200 мл. Моніторинг показника в умовах тренування доцільно проводити після серії контрольних вправ або тренування в цілому.

Отже, ми запропонували систематизовані дані щодо найбільш відомих методів оцінки функціонального стану дихальної системи організму різних категорій людей, у тому числі і спортсменів різної спеціалізації та кваліфікації.

***Мета практичного заняття:***

1. Ознайомитися з видами оцінки функції зовнішнього дихання.

***Знати:***

- фізичні методи діагностики захворювань органів дихання;
- особливості методів лабораторної і інструментальної діагностики;
- сутність методів променевої діагностики;
- особливості диференційної діагностики основних захворювань органів дихання.

***Вміти:***

- обґрунтовувати фізичні методи діагностики захворювань органів дихання;
- охарактеризувати особливості методів лабораторної і інструментальної діагностики;
- охарактеризувати методи променевої діагностики;
- обґрунтувати особливості диференційної діагностики основних захворювань органів дихання.

***Рекомендована література:*** [1, 2, 4, 5, 11]

***Тема 9. Функціональна діагностика нервової системи***

*Стислий зміст заняття.* Центральна нервова система (ЦНС) – найскладніша зі всіх функціональних систем людини. У мозку знаходяться чутливі центри, що аналізують зміни, які відбуваються як в зовнішньому, так і у внутрішньому середовищі. Мозок управляє всіма функціями організму, включаючи м'язові скорочення і секреторну активність залоз внутрішньої секреції. Головна функція нервової системи полягає в швидкій і точній передачі інформації. Сигнал від рецепторів до сенсорних центрів, від цих центрів - до



моторних центрів і від них – до ефекторних органів (в тому числі м'язам, залозам і т. ін.) повинен передаватися швидко і точно.

У корі головного мозку налічується до 50 мільярдів нервових клітин (нейронів), об'єднаних в складну мережу. Окремі клітини за допомогою відростків з'єднуються між собою, кожна з них пов'язана з декількома тисячами інших клітин кори головного мозку, утворюючи складні функціональні системи. Нервові клітини можуть знаходитися в стані збудження або гальмування. Ці два основні процеси характеризуються силою, рухливістю та врівноваженістю. У основі функціонування нервової системи лежать безумовні і умовні рефлекси.

ЦНС здійснює регуляцію психічних, соматичних і вегетативних функцій. Про психічний стан спортсмена можна судити за наслідками дослідження ЦНС і аналізаторів. Особливості характеру (темпераменту) у великій мірі визначаються активністю залоз внутрішньої секреції (ендокринних залоз).

Вивчення функціонального стану ЦНС передбачає: визначення сили, врівноваженості і рухливості основних нервових процесів; дослідження рефлексів, черепних нервів; координації рухів, основних видів чутливості, нервово-м'язового апарату і аналізаторів.

Неврологічне обстеження включає клінічні (спеціальний неврологічний огляд) і параклінічні методи обстеження.

Клінічні методи.

Неврологічний огляд передбачає: аналіз скарг; вивчення психічної сфери; рухової системи (зокрема рефлексів); чутливої сфери; черепних нервів; вегетативної нервової системи.

Основні скарги. При захворюваннях нервової системи турбують:

- зміни настрою (депресія, ейфорія, дратівливість і тому подібне), сну, порушення пам'яті, судорожні напади;
- двоїння в очах, головний біль, оніміння голови і обличчя, слабкість лицьової мускулатури;
- порушення слуху, ковтання або мови;

- слабкість в м'язах кінцівок, загальмованість рухів, оніміння або поколювання в кінцівках;

- диско ординація рухів, раптова втрата свідомості, запаморочення;
- порушення сечовипускання, дефекації та ін.

### Методи оцінки функціонального стану ЦНС

У літературі наведено велику кількість різних методичних підходів до оцінки функціонального стану центральної нервової системи. Їх практичне використання передбачає необхідність урахування, у першу чергу, таких основних характеристик: збудливість нервової системи і швидкість проведення збудження, а також силу, рухливість і врівноваженість нервових процесів.

Збудливість – властивість збудливих тканин відповідати на подразнення специфічним процесом збудження. Критеріями збудливості центральної нервової системи і швидкості проведення збудження по ній вважають латентні періоди простої і складної сенсомоторної реакцій.

Для визначення цих функціональних показників, зазвичай, застосовуються спеціальні прилади – електронні рефлексометри, оснащені електронним секундоміром, ключем для його зупинки, а також пристосуванням для «подачі» світлового, звукового або тактильного сигналів. На кожну появу того чи іншого сигналу або комбінації із них (задається експериментатором), реципієнт повинен максимально швидко зупинити електронний секундомір натисненням кнопки спеціального ключа. Зазвичай, пропонується декілька спроб (не менше шести), кращий і гірший результати відкидаються, а підсумковий розраховується як середній з тих, що залишилися.

Для оцінки збудливості ЦНС, а також ступеня узгодженості між центральною нервовою системою та нервово-м'язовим апаратом існує більш проста методика, що не вимагає наявності спеціальних приладів.

Методика проби наступна: лінійка довжиною 30-50 см утримується вертикально експериментатором. Випробуваний витягає вперед руку, при цьому нижній кінець лінійки з нульовою відміткою розташовується між великим і вказівним пальцями випробуваного. Лінійка відпускається,

випробуваний повинен схопити її якомога раніше – урахується відстань на лінійці по верхньому краю кисті в сантиметрах. Виконується 3-5 спроб, з яких розраховується середній показник. Переклад отриманих даних у час простої рухової реакції проводять за спеціальною таблицею.

Для нетренованих осіб середній час простої рухової реакції складає 0,3 с, для спортсменів – 0,1-0,2 с.

Однією з найважливіших характеристик функціонального стану нервової системи є сила нервових процесів.

Сила – властивість центральної нервової системи, що відображає межі працездатності клітин головного мозку в ситуації сильного або тривалого збудження.

Сильний тип нервової системи характеризується витривалістю нервових клітин, низькою виснажуваністю їх ресурсів, відсутністю реакції на слабкі зовнішні впливи. На основі сили формуються такі риси, як здатність адаптуватися, витривалість, якість реакції. Людина з сильним типом нервової системи зберігає високий рівень працездатності при тривалій і напруженій праці.

Найбільш відомим і оригінальним підходом до оцінки сили нервових процесів, є тест, запропонований Є. П. Ільїним (теппінг-тест). Цей метод ґрунтується на реєстрації змін у часі максимального темпу рухів кисті: реципієнту пропонується упродовж 30 секунд обстеження підтримувати максимально можливий темп рухів кисті – для цього застосовуються спеціальні пристрої типу телеграфного ключа або арифмометра. У разі відсутності останніх використовується графічний варіант тесту: звичайний лист паперу ділиться на 6 рівних квадратів, в яких реципієнт олівцем або ручкою повинен поставити максимальну кількість точок.

Незалежно від виду теппінг-тесту, фіксується кількість натиснень на пристрій або число проставлених у квадратах точок за кожні 5 секунд роботи (усього 6 вимірювань), на основі чого будується крива працездатності реципієнта, і за її типом визначається сила нервових процесів.

Під час комплексної оцінки функціонального стану нервової системи часто використовують такий показник, як рухливість нервових процесів.

Рухливість – властивість центральної нервової системи, що характеризується швидкістю зміни процесів збудження і гальмування.

Рухливість ЦНС проявляється в процесах переходу від однієї діяльності до іншої. Людина з високою рухливістю нервової системи швидко і адекватно реагує на зміни ситуації, скоріше здобуває навички, легко переходить від спокою до діяльності і від однієї діяльності до іншої. Безперечно, спортсмени з більш високою рухливістю нервових процесів володіють і більшою потенційною можливістю для оптимальної рухової діяльності в конкретній ситуації.

У системі функціональної діагностики стану центральної нервової системи для оцінки ступеня рухливості нервових процесів найбільш часто використовується методика А. Е. Хильченка в модифікації Н. В. Макаренка та ін. (1975). За цією методикою показником рухливості нервових процесів служить гранично коротка експозиція або гранично швидкий темп пред'явлення подразників, при якому випробовуваний може правильно диференціювати їх; цей показник залежить від швидкості руху, швидкості відновлення функціональної готовності рефлекторного апарату до нової реакції, здатності нервової системи до засвоєння ритму. Згадана методика надає достатньо об'єктивну інформацію щодо рухливості нервових процесів, але ступінь її практичного використання обмежений у зв'язку з необхідністю застосування спеціальної апаратури.

Не менш важливим параметром функціонального стану нервової системи, який має важливе значення в системі функціональної діагностики фізкультурників і спортсменів є врівноваженість нервових процесів.

Врівноваженість – властивість центральної нервової системи, що визначає співвідношення між процесами збудження і гальмування.

Врівноваженість нервових процесів у вирішальній мірі визначає якість адаптації, тобто гнучкість процесів збудження і гальмування стосовно ситуації.

В одних людей збудження переважає над гальмуванням, в інших більш розвинені гальмівні процеси. Показник врівноваженості добре характеризує передстартові стани організму (передстартова апатія, передстартова лихоманка і бойова готовність), які зумовлюють, у свою чергу, якісні і кількісні характеристики виконання власне фізичних вправ у тому або іншому виді спорту безпосередньо під час змагань. Вочевидь, що знання індивідуальної врівноваженості нервових процесів на початкових етапах тренувального процесу сприяє її подальшій корекції.

Досить поширеним методом оцінки врівноваженості нервових процесів, хоча і достатньо складним у практичному відношенні, є методика РОР (реакція на об'єкт, що рухається). Для використання цього методу необхідна наявність спеціального приладу (наприклад, ІРД-2). Використовується метод РОР так: на екран приладу подається сигнал у виді миготливої точки, після переміщення якої реципієнт повинен зупинити її в раніше визначеному місці. Критерієм оцінки РОР є правильна оцінка реципієнтом моменту руху певної точки в просторі. У процесі обстеження одного реципієнта йому пропонується виконати близько 20 спроб.

Для оцінки РОР розраховують:

- середній час реакції ( $T, c$ ) як відношення часу всіх реакцій без урахування характеру відхилень від запропонованого завдання (зупинка точки в чітко визначеному місці) до загальної кількості реакцій;
- кількість реакцій, що випереджають (точка, що рухається, зупиняється обстежуваним до визначеного місця, позначається знаком мінус);
- кількість реакцій, що запізнюються (точка, що рухається, зупиняється обстежуваним після визначеного місця, позначається знаком плюс);
- сумарний час реакцій, що випереджають ( $T_{\text{вип}}, c$ );
- сумарний час реакцій, що запізнюються ( $T_{\text{зап}}, c$ ).

Наведені вище методики призначені для оцінки інтегральних особливостей ЦНС, крім яких дуже часто досліджують і її інші властивості.

Серед фахівців у галузі функціональної діагностики широке розповсюдження мають методичні підходи, пов'язані з оцінкою динамічної і статичної координації.

Статична координація – регуляція рухових актів, що утримують тіло і його окремі сегменти в стані рівноваги. Динамічна координація – регуляція точності виконання рухів.

Найпоширенішим методом оцінки статичної координації є проба Ромберга (проста й ускладнена). У рамках простої проби Ромберга реципієнту пропонується максимально можливий час утримувати певну позу (стопа разом, руки вперед, очі заплющені). Критерієм порушення координаційної функції є, в основному, візуальні ознаки – похитування, тремтіння пальців рук і вік, втрата рівноваги. Під час проведення ускладненої проби Ромберга (реципієнт стоїть на одній нозі, торкаючись п'ятою колінного суглоба іншої, опорної ноги, руки витягнуті вперед, очі заплющені) реєструються не тільки візуальні ознаки порушення координації, але і час, що пройшов до появи цих ознак. Вважається, що задовільна статична координація реєструється в разі утримання заданої пози не менше 15 секунд.

Крім статичної координації важливим елементом оцінки функціонального стану центральної нервової системи вважається її динамічна координація, яку традиційно оцінюють за допомогою так званої пальценосової проби.

Ця проба вельми проста і доступна навіть мало підготовленому в методичному відношенні експериментатору: реципієнту пропонується із заплющеними очима вказівним пальцем доторкнутися до кінчика власного носа. Невпевнені рухи реципієнта, що супроводжуються тремтінням пальців кисті, неправильне виконання проби свідчать про певне порушення динамічної координації.

Для оцінки функціонального стану периферичного відділу нервової системи запропоновано велику кількість методичних підходів. Безперечно, всі вони мають право на практичне застосування в системі функціональної діагностики нервової системи. Проте, на нашу думку, найбільш прийнятними є

прості і доступні методики, оволодіти якими можуть навіть не дуже підготовлені фахівці. У цьому відношенні достатньо ефективними виглядають методи, пов'язані, наприклад, з визначенням ступеня реакції нервової системи на навантаження (ступень збудливості) або методи оцінки сухожильних рефлексів (частіше за все, колінного й ахіллового рефлексів, рефлексів з двоголового і триголового м'язів).

Під час дослідження колінного рефлексу, реципієнту пропонується сісти на стілець і покласти ногу на ногу. Спеціальним неврологічним молоточком завдають легкого удару по сухожиллю чотириглавого м'яза стегна – спостерігають розгинання гомілки. Оцінку ахіллового рефлексу проводять так: реципієнт стає колінами на стілець так, щоб ступні ніг вільно звисали. Легкий удар по ахілловому сухожиллю призводить до підошовного згинання стопи.

Під час оцінки рефлексу із сухожилля двоголового м'яза плеча напівзігнута рука реципієнта повинна лежати без напруги на лівій руці експериментатора.

При цьому великий палець лівої руки експериментатора знаходиться на сухожиллі двоголового м'яза плеча реципієнта. Проводять легкий удар по великому пальцю і відзначають згинання передпліччя. При дослідженні рефлексу із сухожилля трицепсу плеча експериментатор стає збоку від реципієнта, відводить його плече назовні і підтримує його лівою рукою у ліктьовому суглобі так, щоб передпліччя звисало під прямим кутом.

Удар молоточком здійснюється безпосередньо по сухожиллю трицепсу в області ліктьового суглобу – відбувається розгинання передпліччя.

Крім сухожильних рефлексів для оцінки стану периферичної нервової системи часто використовують шкірні, черевні і підошовні рефлекси, дослідження яких проводять шляхом штрихового роздратування їх пропріорецепторів. Черевний рефлекс визначається при повному розслабленні стінки живота (положення лежачи на спині, ноги зігнуті в колінах) шляхом штрихового подразнення шкіри живота. Штрихи потрібно наносити швидко, дещо загостреним предметом, у напрямку від бічної поверхні живота до

середньої лінії на 3-4 пальця вище пупка паралельно реберній дузі, на рівні пупка й над пахвинною складкою. Нормальним рефлексом вважається скорочення черевних м'язів тієї ж сторони.

Відомо, що вегетативній нервовій системі (її симпатичному і парасимпатичному відділам) належить важлива роль у регуляції діяльності різних вісцелярних систем. Отже, оцінка функціонального стану вегетативної нервової системи має важливе значення для визначення ступеня адаптованості організму. У системі функціональної діагностики осіб, які систематично займаються фізичною культурою, дослідження функціонального стану вегетативної нервової системи сприяє оцінці загального функціонального стану означеної категорії людей, ступеня їх пристосованості до фізичних навантажень різного об'єму й інтенсивності, рівня загальної тренуваності.

Оптимальний функціональний стан організму людини, що займається фізичною культурою і спортом, характеризується переважанням тону парасимпатичної нервової системи у стані спокою, що забезпечує виражену економізацію діяльності серцево-судинної, дихальної та інших фізіологічних систем організму.

У процесі безпосереднього виконання фізичних вправ і відразу після них більш вираженим стає тонус симпатичного відділу, що сприяє кращій адаптації організму до фізичних навантажень і прискоренню процесів відновлення. Стан перетренування в спортсменів характеризується порушенням оптимального співвідношення симпатичної і парасимпатичної регуляції, сформованого у процесі систематичних тренувальних занять, і частіше за все переважанням тону симпатичного відділу вегетативної нервової системи.

#### *Методи отримання спинномозкової рідини. Особливості дослідження*

Спинномозкову рідину отримують шляхом проколу – пункції. Пункцію проводить лікар в умовах операційної спеціальною голкою, дотримуючись правил асептики. Є три види пункцій:

*Люмбальна (поперекова).* Прокол роблять у строго визначеному місці – на рівні III і IV поперекових хребців.



*Субокупітальна (цистернальна).* Прокол роблять між потиличною кісткою та II шийним хребцем.

*Вентрикулярна (шлуночкова)* пункція проводиться в місці стику скроневої, лобної та тім'яної кісток, (з шлуночків головного мозку).

Спинномозкову рідину доставляють до лабораторії в стерильних пробірках з направленням, в якому зазначають паспортні дані пацієнта, вік, відділення, діагноз, вид пункції, мету дослідження, дату взяття рідини, підпис лікаря.

Кількість спинномозкової рідини, яку можна відібрати без шкоди для здоров'я пацієнта, становить 8-10 мл. Отриману під час пункції спинномозкову рідину негайно направляють в лабораторію і досліджують якомога швидше, тому що клітинні елементи швидко руйнуються (цитоліз).

У разі підозри на туберкульозний менінгіт рідину слід доставляти в лабораторію в двох пробірках; одну з них (не струшуючи!) залишають на 18-24 год. в строго вертикальному положенні в холодильнику і спостерігають за утворенням фібринозної плівки, яка під час зсідання захоплює мікобактерії туберкульозу та клітинні елементи.

Під час бактеріоскопічного дослідження на менінгококи спинномозкову рідину набирають в стерильні пробірки, запобігаючи при цьому її охолодженню, оскільки за низької температури менінгококи гинуть.

Клінічний аналіз спинномозкової рідини включає:

- визначення фізичних властивостей;
- хімічне дослідження;
- мікроскопічне дослідження;
- бактеріоскопічне дослідження.

***Мета практичного заняття:***

1. Опанувати технікою та методиками дослідження нервової системи.

***Знати:***

- сутність методики дослідження чутливості;
- особливості методів дослідження автономної нервової системи;

- особливості дослідження спинномозкової рідини.

***Вміти:***

- обґрунтовувати сутність методики дослідження чутливості;
- охарактеризувати особливості методів дослідження автономної нервової системи;
- охарактеризувати особливості дослідження спинномозкової рідини:

***Рекомендована література:*** [1, 4, 5, 11]

***Тема 10. Електрофізіологічні та ультразвукові методи дослідження нервової системи***

*Стислий зміст заняття. Електроенцефалографія* – метод графічної реєстрації електричної активності головного мозку.

Отримана при проведенні електроенцефалографії крива називається електроенцефалограмою (ЕЕГ). Незалежно від вигляду ЕЕГ, важливим є вміння аналізувати і знати особливості ЕЕГ-кривої під впливом різних чинників.

Для реєстрації ЕЕГ необхідний спеціальний прилад – електроенцефалограф. Це комплекс, який складається з власне вимірювального блоку і системи спеціальних електродів. При електроенцефалографічному дослідженні вкрай малі по величині біоструми мозку за допомогою спеціальної електронної апаратури підсилюються й надходять на записуючий пристрій.

Існують два способи відведення біопотенціалів: монополярний і біполярний.

При біполярному способі обидва електроди, що дозволяють записати різницю потенціалів з певних ділянок головного мозку, розміщують безпосередньо на поверхні голови (активні електроди). Звичайно використовують відведення від симетричних точок потиличних, тім'яних, лобових і скроневих областей.

При дослідженні реципієнт повинен перебувати в положенні лежачи, з розслабленими м'язами, закритими очима.

Зазвичай, на елементарній ЕЕГ виокремлюють такі ритми електричних коливань:

- альфа-ритм – коливання з частотою від 8 до 13 Гц в секунду й амплітудою 50-73 мкВ, відносно правильні за формою, регулярні; при впливі різних подразників, особливо світла, альфа-ритм зникає (депресія альфа-ритму);

- бета-ритм – коливання з частотою від 14 до 35 Гц в секунду й амплітудою 20-25 мкВ;

- ритм веретен – коливання, близькі за частотою до альфа-ритму (10-16 Гц в секунду), які характеризуються періодичним зростанням і зниженням амплітуди;

- каппа-ритм (реєструється орієнтовно у 11% реципієнтів) – коливання, які практично не відрізняються від альфа-ритму, але більш часто реєструються в скроневих та скронево-тім'яних областях мозку і не зазнають депресії при сенсорній стимуляції;

- гама-ритм – коливання з частотою більше 35 Гц в секунду й амплітудою не вище 10 мкВ;

- повільні дельта-хвилі – це високоамплітудні хвилі (до 250-300 мкВ) з частотою від 0,5 до 3 Гц в секунду;

- тета-ритм – коливання з частотою від 4 до 7 Гц в секунду й амплітудою 100-150 мкВ.

Діагностичне значення електроенцефалограми полягає в тому, що вона зазнає ряд характерних змін залежно від функціонального стану організму людини. Так, у спокої реєструється альфа-ритм, який при появі перших ознак сну змінюється спочатку бета- або тета-ритмом, а у фазі глибокого сну переходить в дельта-ритм.

Визначеними є зміни ЕЕГ під впливом різних зовнішніх чинників: так, при підвищенні температури тіла спостерігається почастищення альфа-ритму, при малому ступені гіпоксії – деяке підвищення амплітуди альфа-ритму, а при вираженій гіпоксемії – різке підвищення частоти й амплітуди бета-хвиль.

Деякі зміни ЕЕГ спостерігаються також після фізичної роботи, особливо значного об'єму й інтенсивності. У цьому випадку амплітуда альфа-хвиль

знижується, з'являються повільні нерегулярні коливання з так званими гострими хвилями, що накладаються на альфа-ритм.

Електроенцефалографічне дослідження має велике діагностичне значення. Так, відсутність хвиль на електроенцефалограмі (біоелектричне мовчання) або різке їх зниження спостерігається при церебральній атрофії, кретинізмі, важких формах епілепсії, при новоутвореннях головного мозку.

Зміна тривалості хвиль більше 125 мс також свідчить про патологічний стан мозку, наприклад, підвищений внутрішньочерепний тиск, важкі форми судинних порушень мозку тощо. Поява на ЕЕГ пікових розрядів з амплітудою понад 100 мкВ є типовим показником епілептоїдних станів (епілепсія, важкі травми мозку, пухлини, абсцеси, спайкові процеси тощо).

Присутність на ЕЕГ видозмінених хвиль (трапецевидні або чотирикутні, гострі тощо) спостерігається при найрізноманітніших психічних або нервових захворюваннях. Нарешті, міжкульова асиметрія має місце при новоутвореннях головного мозку, при прогресивному паралічі, енцефаліті тощо. Отже, можна констатувати, що метод електроенцефалографії є могутнім інструментальним засобом оцінки функціонального стану центральної нервової системи, саме тому він знайшов широке застосування в спортивній фізіології і медицині, а також у системі функціональної діагностики осіб, які займаються фізичною культурою і спортом.

#### Методи аналізу *електронеурографії* (ЕМГ)

Аналіз ЕМГ кривої включає на першому етапі диференціацію власних електричних потенціалів м'язів від можливих артефактів і потім, на основному етапі, оцінку власне ЕМГ.

Артефактними потенціалами в ЕМГ називаються потенціали, не пов'язані з активністю м'язових елементів. При глобальному відведенні артефакти можуть обумовлюватися рухом електрода за рахунок його нещільної фіксації на шкірі, що призводить до появи високо-амплітудних стрибків потенціалу неправильної форми. При локальному відведенні аналогічні зміни потенціалу

можуть виникати при дотику до електрода, з'єднувальними проводами, при масивних рухах досліджуваного м'язу.

Аналіз ЕМГ включає оцінку форми, амплітуди і тривалості потенціалів дії окремих м'язових волокон і РО, і характеристику інтерференційної активності, що виникає під час довільного м'язового скорочення.

Форма окремого коливання м'язового потенціалу може бути моно-, ди-, три- або поліфазною. Монофазним називається таке коливання, при якому крива після здійснення відхилення в одну сторону від ізоелектричної лінії повертається до вихідного рівня. Дифазним називається коливання, при якому крива після здійснення відхилення в одну сторону від ізоелектричної лінії пересікає її і здійснює коливання в протилежній фазі; трифазне коливання здійснює відповідно три відхилення в протилежні сторони від ізоелектричної лінії. Поліфазним називається коливання, яке містить чотири і більше фаз.

В електроміографії прийнято таке підключення пари електродів на вхід підсилювача, що від'ємне відхилення потенціалу під активним електродом викликає зміщення, напрямлене верх, на реєструючому пристрої. Відповідно до відхилення вниз від ізоелектричної лінії означає позитивне коливання потенціалу. Характеризуючи фазності потенціалу, вказують його полярність.

Амплітуда коливань вимірюється в мікрвольтах (мкВ) або мілівольтах (мВ) між найбільш високою і найбільш низькою точками ЕМГ кривої (від піку до піку). Тривалість потенціалу вимірюється від початкового відхилення до повернення його до ізоелектричної лінії, включаючи всі фази коливання.

Крім параметрів, що характеризують окремі потенціали волокон і РО м'язів, оцінюється також частота прямування потенціалів. Частота оцінюється кількістю піків одної полярності за секунду.

Для аналізу було вибрано два сигнали.

Перший – ЕМГ довільного м'язового скорочення в нормі, другий – ЕМГ при ураженні мотонейронів передніх рогів спинного мозку. Сигнал поділено на чотири ділянки, кожна з яких містить 32 точки. Спочатку створюємо масив даних та будуємо графічні залежності для кожного з сигналів. Проводимо

спектральний аналіз ЕМГ, що виконується за допомогою швидкого перетворення Фур'є (fft). В середовищі пакета прикладних програм MathCAD для виконання прямого fft перетворення необхідно виконати таку процедуру

$$C:=fft(X) \quad n:=last(C);$$

$$n:=16 \quad j:=0..n,$$

де  $C$  – вектор спектральних коефіцієнтів Фур'є,

$X$  – сигнал, для якого проводиться спектральний аналіз,

$n$  – кількість спектральних коефіцієнтів,

$j$  – заданий інтервал.

Оскільки спектральні коефіцієнти відображають, як

$$C_j = C_j^{\cos} \pm i C_j^{\sin};$$

$$|C_j| = \sqrt{|C_j^{\cos}|^2 \pm |C_j^{\sin}|^2},$$

де  $C_j \cos$  та  $C_j \sin$  – амплітуди косинусної та синусної гармонік  $J$ -частоти, тому величину  $C_j$  було взято за модулем. Результат отримуємо у вигляді вектора модулів спектральних коефіцієнтів, який для кращого відображення результатів спектрального аналізу формувався у графічне зображення, тобто спектра сигналу.

Далі проводимо побудову гістограм для кожного з сигналів. Гістограма – це кількість відліків, які попадають в заданий амплітудний діапазон.

Наступною дією є визначення максимального та мінімального значення на кожному з проміжків та їх порядкового номера.

Також визначаємо кореляцію сигналів за допомогою вбудованої кореляційної функції corr: corr(X,A) corr(Y,B) corr(E,C) corr(H,D).

**Транскраніальна магнітна стимуляція як метод немедекаментозного лікування депресії.** Транскраніальна магнітна стимуляція – неінвазивний метод діагностики та лікування неврологічних та психічних захворювань з доведеною ефективністю. В основі методу транскраніальної магнітної стимуляції лежить використання магнітного поля для стимуляції нервових клітин в головному і

спинному мозку. Під час сеансу ТМС електромагнітна котушка поміщається на шкіру голови.

Електромагніт безболісно подає магнітний імпульс, який стимулює нервові клітини в області вашого мозку.

Показання до застосування лікувальної методу транскраніальної магнітної стимуляції: хронічний больовий синдром, мігрень, хвороба Паркінсона, тиннітус (дзвін у вухах), дистонія, есенціальний тремор, синдром Туретта, наслідки гострого порушення мозкового кровообігу (лікування спастичності), розсіяний склероз, депресивні розлади, посттравматичний стресовий розлад, obsesивно-компульсивний розлад, біполярні розлади.

Переваги лікування та діагностики методом транскраніальної магнітної стимуляції (ТМС).

Сучасний метод, який використовується в міжнародній медичній практиці та схвалений FDA.

Налаштування апарату ТМС дозволяє здійснювати діагностичні та лікувальні заходи пацієнтам легко і без дискомфорту.

Магнітне поле є безпечним.

Метод – неінвазивний, не вимагає анестезії, седації та імплантації електродів.

Проводиться амбулаторно.

Пацієнт може повернутися до звичного способу життя відразу після процедури.

Як правило, ТМС вважається безпечною та добре переносимою процедурою.

Однак, в окремих випадках, можуть виникнути короточасні побічні ефекти, які, як правило, регресують самостійно незабаром після сеансу або повністю зникають при подальших сеансах.

До побічних ефектів відносяться: головний біль, дискомфорт шкіри голови в місці стимуляції, поколювання або посмикування м'язів обличчя, запаморочення.

Як підготуватися до сеансу ТМС?

Від пацієнта ніякої підготовки не потрібно.

Перед першою процедурою буде проведений клінічний огляд лікаря, можливо, лабораторні тести за показаннями.

ТМС зазвичай проводиться в кабінеті лікаря.

Лікування методом ТМС вимагає декількох сеансів, щоб бути ефективним.

Зазвичай сеанси проводяться щодня п'ять разів на тиждень протягом чотирьох-шести тижнів.

Ваше перше відвідування найімовірніше триватиме близько 60 хвилин.

Після кожної процедури Ви можете повернутися до своєї звичайної повсякденної діяльності після лікування.

**Ехоенцефалоскопія** (ЕхоЕС, синонім – М-метод) – метод виявлення внутрішньочерепної патології, заснованої на ехолокації так званих сагітальних структур мозку, в нормі що займають серединне положення по відношенню до скроневих кісток черепа. Коли виробляють графічну реєстрацію відбитих сигналів, дослідження називають ехоенцефалографії.

Основна мета ехоенцефалоскопії – експрес-діагностика об'ємних полушарних процесів. Метод дозволяє отримати непрямі діагностичні ознаки наявності / відсутності одностороннього об'ємного супратенторіальні полушарного процесу, оцінити приблизний розмір і локалізацію об'ємного утворення в межах ураженого півкулі, а також стан шлуночкової системи і циркуляції ліквору.

Ехоенцефалоскопія абсолютно безпечна як для пацієнта, так і для оператора. Допустима потужність ультразвукових коливань, що знаходиться на межі шкідливої дії на біологічні тканини, становить 13,25 Вт/см<sup>2</sup>, а інтенсивність ультразвукового випромінювання при ехоенцефалоскопії не перевищує сотих часток ват на 1 см<sup>2</sup>. Протипоказання до проведення ехоенцефалоскопії фактично відсутні; описано успішне проведення дослідження безпосередньо на місці ДТП навіть при відкритій черепно-



мозковій травмі, коли становище М-ехо вдавалося визначити з боку «неуражені» півкулі через неушкоджені кістки черепа.

Метод ехоенцефалоскопії був впроваджений в клінічну практику в 1956 р. завдяки новаторським дослідженням шведського нейрохірурга Л. Лекселлом, який використовував модифікований апарат для промислової дефектоскопії, відомої в техніці як метод «неруйнівного контролю» і заснованої на здатності ультразвуку відбиватися від кордонів середовищ, що мають різний акустичне опір. Від ультразвукового датчика в імпульсному режимі ехосигнал через кістку проникає в головний мозок. При цьому реєструють три найбільш типових і повторюваних відбитих сигналу. Перший сигнал - від кісткової пластинки черепа, на якій встановлений УЗ-датчик, так званий початковий комплекс (ПК). Другий сигнал формується за рахунок відображення УЗ-променя від серединних структур мозку. До них відносять межполушарну щілину, прозору перегородку, III шлуночок і епіфіз. Загальноприйнятим є позначення всіх перерахованих утворень як серединного (middle) луни (М-ехо). Третій реєстрований сигнал обумовлений віддзеркаленням ультразвука від внутрішньої поверхні скроневої кістки, протилежної розташуванню випромінювача, – кінцевий комплекс (КК). Крім цих найбільш потужних, постійних і типових для здорового мозку сигналів в більшості випадків можна зареєструвати невеликої амплітуди сигнали, розташовані по обидва боки від М-ехо. Вони обумовлені відображенням ультразвуку від скроневих рогів бічних шлуночків мозку і називаються латеральними сигналами. У нормі латеральні сигнали мають меншу потужність у порівнянні з М-луною і розташовуються симетрично по відношенню до серединним структурам.

Основні параметри ехоенцефалоскопії (ехоенцефалографії) такі.

Глибина зондування – найбільша відстань в тканинах, на якому ще можливо отримання інформації. Даний показник визначається величиною поглинання ультразвукових коливань в досліджуваних тканинах, їх частотою, розміром випромінювача, рівнем посилення приймаючої частини апарату. У вітчизняних приладах застосовують датчики діаметром 20 мм з частотою

випромінювання 0,88 МГц. Зазначені параметри дозволяють отримати глибину зондування протяжністю до 220 мм. Оскільки в середньому межвісочний розмір черепа дорослої людини, як правило, не перевищує 15-16 см, глибина зондування до 220 мм представляється абсолютно достатньою.

Роздільна здатність приладу - мінімальна відстань між двома об'єктами, при якому відбиті від них сигнали можуть ще бути сприйняті як два роздільних імпульсу. Оптимальна частота проходження імпульсів (при частоті ультразвуку 0,5-5 МГц) встановлена емпірично і становить 200-250 в секунду. При цих умовах локації досягаються гарна якість реєстрації сигналу і висока роздільна здатність.

**Ультразвукова доплерографія (УЗДГ)** – метод діагностики судинної патології за допомогою ультразвуку. Зображення при ультразвукових дослідженнях судин виходить за рахунок того, що ультразвукові хвилі, які випромінює спеціальними УЗ датчиками, проходячи крізь кровоносну судину, по-різному відбиваються від клітин крові (еритроцитів), в залежності від того як вони переміщуються всередині судини (залежить від напрямку і швидкості кровотоку). Відбиті хвилі вловлюються УЗД датчиком і після перетворення в електричні імпульси відображаються на моніторі в режимі реального часу у вигляді графіків і кольорових фотографій, які представляють потік крові через кровоносні судини. УЗДГ судин дозволяє побачити в режимі реального часу судини «зсередини», тим самим, даючи можливість визначити зміни кровотоку в судинах пов'язані зі спазмом, звуженням або тромбозом..

Ехокардіограма може в певних межах дати точну оцінку напрямку кровотоку та швидкості крові та серцевої тканини в будь-якій довільній точці з використанням ефекту Доплера. Одним з обмежень є те, що ультразвуковий промінь повинен бути максимально паралельним потоку крові. Вимірювання швидкості дозволяють оцінити області та функції серцевого клапана, будь-які ненормальні зв'язки між лівою та правою сторонами серця, будь-яке витікання крові через клапани (клапанна регургітація), розрахунок серцевого викиду та розрахунок співвідношення Е/А (показник діастолічної дисфункції). Контрастні

середовища з контрастним ультразвуком із застосуванням газонаповнених контрастних середовищ з міхурців можуть бути використані для поліпшення швидкості або інших медичних вимірів, пов'язаних з потоком.

Перевагою доплерографічної ехокардіографії є те, що її можна використовувати для вимірювання кровотоку в серці без інвазивних процедур, таких як катетеризація серця.

Види ультразвукових обстежень, у яких використовується технологія доплерографії:

УЗДГ – ультразвукова доплерографія,

УЗДС – ультразвукове дуплексне сканування,

УЗТС – триплексне сканування,

УЗКК – ультразвукове кольорове картування.

Усі ультразвукові дослідження проводяться абсолютно безболісно та комфортно для пацієнта, а також дозволяють отримати максимум інформації про стан органів там, де це неможливо зробити в ході простого обстеження.

#### ***Мета практичного заняття:***

1. Ознайомитися з видами електрофізіологічних та ультразвукових методів дослідження нервової системи.

#### ***Знати:***

- сутність електронейроміографії;
- сутність електроенцефалографії;
- особливості транскраніальної магнітної стимуляції;
- сутність реоенцефалографії;
- сутність ехоенцефалоскопії;
- особливості ультразвукової доплерографії.

#### ***Вміти:***

- охарактеризовувати сутність електронейроміографії;
- обґрунтовувати сутність електроенцефалографії;
- охарактеризовувати особливості транскраніальної магнітної стимуляції;
- обґрунтовувати сутність реоенцефалографії;

- охарактеризовувати сутність ехоенцефалоскопії;
- особливості ультразвукової доплерографії.

*Рекомендована література:* [4, 6, 7, 9, 10, 12]

### **ТЕМИ РЕФЕРАТІВ ДО КУРСУ «ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА»**

1. Традиційні методи визначення інтегральних показників системи кровообігу.
2. Розрахункові методи визначення інтегральних показників серцево-судинної системи організму.
3. Нетрадиційні методи визначення функціонального стану серцево-судинної системи організму.
4. Функціональні проби серцево-судинної системи організму спортсмена.
5. Методи оцінки функціонального стану дихальної системи організму.
6. Традиційні методи визначення інтегральних показників системи зовнішнього дихання.
7. Розрахункові методи визначення інтегральних показників системи зовнішнього дихання.
8. Функціональні проби системи зовнішнього дихання.
9. Методи оцінки функціонального стану нервової системи організму.
10. Короткий огляд основних методичних підходів до оцінки функціонального стану ЦНС.
11. Основні методичні підходи до оцінки функціонального стану периферичної нервової системи.
12. Огляд основних методичних підходів до оцінки функціонального стану вегетативної нервової системи.
13. Методи оцінки функціонального стану нервово-м'язового апарату.
14. Методи діагностики функціонального стану сенсорної системи організму.
15. Методи функціональної діагностики вищої нервової діяльності (ВНД).
16. Методи діагностики адаптивних можливостей організму.

17. Методи інтегральної оцінки фізичного здоров'я.

18. Методи визначення алактатної анаеробної потужності і ємність організму.

19. Методи визначення лактатної анаеробної потужності і ємність організму.

20. Методи визначення аеробної потужності і ємності організму.

21. Методи визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності.

22. Методи визначення загальної метаболічної ємності організму.

## **МОДУЛЬНИЙ ПОТОЧНИЙ ТА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ**

**Поточний контроль** проводиться шляхом спілкування із ЗВО на лекціях, та навчальної практики на практичних заняттях. Наприкінці кожного модуля проводиться написання модульної контрольної роботи. Модульні оцінки доводяться до відома ЗВО до початку сесії.

<b>Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю</b>		<b>Кількість балів</b>
<b>Змістовий модуль 1. Основи функціональної діагностики</b>		<b>0...25</b>
1	Повнота ведення конспектів лекцій	0...6
2	Активність на практичних заняттях	0...9
3	Самостійна робота	0...5
4	МКР	0...5
<b>Змістовий модуль 2. Функціональна діагностика серцево-судинної системи</b>		<b>0...25</b>
1	Повнота ведення конспектів лекцій	0...3
2	Активність на практичних заняттях	0...12
3	Самостійна робота	0...5
4	МКР	0...5
<b>Змістовий модуль 3. Функціональна діагностика дихальної та нервової системи</b>		<b>0...25</b>
1	Повнота ведення конспектів лекцій	0...6
2	Активність на практичних заняттях	0...9
3	Самостійна робота	0...5
4	МКР	0...5
<b>Разом за змістові модулі</b>		<b>0...75</b>
<b>ЗАЛІК</b>		<b>0...25</b>
<b>Разом за курс</b>		<b>0...100</b>

## Рекомендована література

1. Богдановська Н. В., Маліков М. В., Кальонова І. В. Діагностика і моніторинг стану здоров'я: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 264 с.
2. Виноградов О. О. Функціональна діагностика : метод. реком. до проведення лабораторних робіт. Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. 57 с.
3. Електрокардіографія. Функціональні ЕКГ проби. Добове моніторування артеріального тиску. Холтерівське моніторування ЕКГ. Аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР). Функціональна діагностика в пульмонології : навч.-метод. посіб. до практ. занять з функціональної діагностики для студентів VI курсу мед. ф-ту / уклад. В. А. Візір, І. Б. Приходько, О. В. Деміденко [та ін.]. Запоріжжя, 2014. 116 с.
4. Луковська О. Л. Методи клінічних і функціональних досліджень в фізичній культурі та спорті: підручник. Дніпропетровськ: Журфонд, 2016. 310 с.
5. Маліков М. В., Сватъєв А. В., Богдановська Н. В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів. Запоріжжя: ЗДУ, 2006. 227 с.
6. Настанова з кардіології / за ред. В. М. Коваленка. Київ: МОРІОН, 2009. 1368 с.
7. Ольховик А. В. Діагностика рухових можливостей у практиці фізичного терапевта: навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2018. 146 с.
8. Основи практичної електрокардіографії. Видання п'яте, перероблене і доповнене. М. І. Фатула, О. А. Рішко, М. М. Шютєв, В. В. Свистак, Г. Ю. Машура. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2020. 80 с.
9. Основи реєстрації та аналізу біосигналів: навч. посіб. О. Г. Аврунін та ін. Харків: ХНУРЕ, 2019. 400 с.

10. Сучасна діагностика основних хвороб серцево-судинної системи : навч. посібник для самост. підготовки до практ. занять студ. V курсів мед. факультету ВНЗ IV рівня акредитації з дисципліни" / упоряд., П. Г. Кравчун, М. І. Кожин, О. М. Шелест, О. Ю. Борзова та ін. ; за ред. П. Г. Кравчуна. Харків : ХНМУ, 2016. 227 с
11. Функціональна діагностика : підруч. для лікарів-інтернів і лікарів-слухачів закл. (ф-тів) післядиплом. освіти МОЗ України / О. Й. Жарінов та ін.; за ред. : О. Й. Жарінова, Ю. А. Іваніва, В. О. Куця. Київ : Четверта хвиля, 2021. 784 с.
12. Ультразвукова доплерографія  
<https://medlineplus.gov/ency/article/003869.htm>