

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
КАФЕДРА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ**

В. В. Клапчук, А. В. Єрмолаєва

ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА ПРИ ФІЗИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОЦІНЦІ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Навчальний посібник

Запоріжжя • НУ «Запорізька політехніка» • 2022

УДК 615.825:616
К47

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету «Запорізька політехніка»
(протокол №7 від 13.05.2022 р.)*

Рецензенти:

Неханевич О. Б. – д-р мед. наук, професор, зав. кафедри фізичної реабілітації. Спортивної медицини, фізичного виховання та валеології ДЗ «Дніпропетровська медична академія» МОЗ України;

Михалюк Є. Л. – д-р мед. наук, професор кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я Запорізького державного медичного університету МОЗ України;

Луковська О. Л. – канд. мед. наук, професор кафедри фізіології та спортивної медицини Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту.

Укладачі:

Клапчук В. В. – д-р мед. наук, професор кафедри фізичної терапії та ерготерапії;

Єрмолаєва А. В. – канд. з фіз. виховання і спорту, доцент кафедри фізичної терапії та ерготерапії.

К47

Клапчук В. В.

Функціональна діагностика при фізичній реабілітації та оцінці її ефективності: Навчальний посібник / В. В. Клапчук, А. В. Єрмолаєва. – Запоріжжя : Національний університет «Запорізька політехніка», 2022. 75 с.

ISBN 978-617-529-358-4

У посібнику наведені основні відомості щодо дослідження функцій опорно-рухового апарату, нервової, дихальної та серцево-судинної систем, а також використання навантажувальних тестів у діагностиці та оцінці динаміки функціонального стану при фізичній реабілітації.

УДК 615.825:616

ISBN 978-617-529-358-4

© В. В. Клапчук, 2022

© А. В. Єрмолаєва, 2022

© Національний університет
«Запорізька політехніка», 2022

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

З надр теоретичної фізіології взагалі й «клінічної» фізіології, зокрема, виросла нова дисципліна, що деякі називають «функціональними методами дослідження» або «функціональною діагностикою», яка стала найважливішою науковою основою різних областей медичної та спортивної практики.

Чи варто засновувати наші висновки про стан основних функціональних систем на результатах застосування субмаксимальних, навантажень, або, навпаки, на граничних? Як повинен ураховуватися якісний компонент впливу? Що таке стандартний вплив? Коли варто віддавати перевагу короткочасному впливу й коли прагнути досліджувати функцію в стійкому стані? Ці важливі питання поки не одержали ні в нас, ні за рубежем задовільної відповіді, а від них залежить успіх функціональних досліджень і їхнє реальне використання.

Як відомо, функціональними методами дослідження називається група спеціальних методів, використовуваних для характеристики функцій організму людини з урахуванням вимог, до них пропонованих. Згідним із цим основним прийомом, використовуваним у цих методах, є зіставлення стану функції в умовах мінімуму пропонованих до неї вимог зі станом в умовах пред'явлення до неї певних підвищених вимог або «навантаження».

Функціональні методи дослідження одержують останнім часом усе більше широкое поширення в медицині й у прикордонних з нею областях (лікарський контроль над спортивними заходами, професійний відбір, фізіологія праці, лікарська експертиза працездатності), де дані, отримані з їхньою допомогою, повсякденно використовуються як засоби об'єктивної оцінки стану функцій в осіб, що займаються спортом, що відбираються для фізичної реабілітації або втративших професійну працездатність внаслідок хвороби або травми.

По інтенсивності розвитку явищ недостатності тої або іншої функції розрізняють *ступені функціональної недостатності*.

При I ступені недостатності нездатність здійснювати функцію не виявляється в спокої й проявляється лише зрідка при пред'явленні вимог до системи, що перевершують повсякденні. Отже, при I ступені мова йде про неможливість пристосуватися до збільшення обсягу або інтенсивності виконуваної праці.

При II ступені недостатності порушення здатності здійснювати функцію не виявляється в спокої, але виявляється постійно при виконанні будь-якого повсякденного навантаження, у тому числі й

помірного. Іншими словами, при II ступені мова йде про необхідність зменшити обсяг або інтенсивність повсякденно виконуваної праці.

При III ступені недостатності нездатність здійснювати функцію, як правило, виявляється не тільки при будь-якому навантаженні (тобто пред'явленні будь-яких вимог), але й у спокої має місце обмежена здатність підтримувати функцію. Тобто, III ступінь недостатності системи виключає можливість пред'явлення до неї істотних вимог.

Сучасний рівень розвитку функціональних методів дослідження може надати істотну допомогу в оцінці стану ряду функцій. Так, електрокардіографічне, сфігмоманометричне, осцилометричне й інші дослідження, проведені в спокої й в умовах функціонального навантаження, дають відомості про наявність або відсутність явищ недостатності кровообігу. Спірометричне, газометричне, оксигеометричне й інші дослідження дозволяють розкрити факт недостатності дихання. Газометричні методи в сполученні з різними методами термометрії, точним зважуванням в умовах теплового комфорту й теплових навантажень, дають можливість підійти до рішення питань адаптації апарату терморегуляції.

У навчальному посібнику, що пропонується, викладені основи функціональної діагностики в розрахунку на студентів, які спеціалізуються з фізичної реабілітації, навчаючись у вищих фізкультурних та педагогічних навчальних закладах, що мають факультети фізичного виховання.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ

Визначення функціональної здатності органів опори й руху включає клінічне обстеження й спеціальні методи дослідження з використання вимірювальних приладів і інструментів.

У процесі обстеження визначається сила м'язів. Перше враження про силу досліджуваних м'язів, створюється при оцінці характеру активних рухів, чинених обстежуваним. Загальноприйнята шестибальна оцінка сили м'язів: 0 - повне випадання функції м'яза; 1 - напруга м'яза, що не супроводжується руховим ефектом; 2 - здатність виконати певний рух за участю досліджуваного м'яза в умовах полегшення функції; 3 - рух виконується у звичайних умовах; 4 - рух виконується в умовах протидії; 5 - сила м'язів нормальна. Про силу м'язів судять також по силі протидії руху, а також по здатності підняти й перемістити вантаж певної маси.

Важливе значення має виявлення тону м'язових груп кінцівки - зниження його (наприклад, після іммобілізації) або підвищення (наприклад, при спастичних парезах).

При обстеженні повинні бути також оцінені загальні фізичні можливості (загальний стан, здатність до самостійного пересування й тривалого статичного навантаження). Відомості про функціональний стан опорно-рухового апарату, отримані при клінічному обстеженні доповнюються об'єктивними даними спеціальних досліджень.

Особливо велике значення мають спеціальні дослідження, кінцевою метою яких є:

- 1) вимір амплітуди рухів у суглобах, форми й обсягу пальцевого захоплення;

- 2) реєстрація сили різних м'язових груп і зусилля, що розвивається ними;

- 3) визначення тону м'язів;

- 4) оцінка координації рухів верхніх кінцівок за допомогою спеціальних приладів і тестів, що характеризують швидкість і якість виконання рухових завдань;

- 5) характеристика опорної функції нижніх кінцівок і витривалості до тривалого статичного навантаження;

- 6) визначення стійкості контрактури.

При цьому найбільше доцільно використовувати методи гоніометрії, динамометрії й динамографії, тусометрії, контактометрії, контрактурометрії, а також ряд спеціальних тестів.

З погляду характеристики змін функцій нервово-м'язового апарату

в ході відновного лікування суттєву роль грають електродіагностичні методи дослідження й електроміографія. Певні специфічні особливості має дослідження функцій верхніх кінцівок, хребта й нижніх кінцівок.

Дослідження функцій верхніх кінцівок

При дослідженні верхніх кінцівок з'ясовують локалізацію анатомо-функціональних порушень (обмеження рухів у суглобах, деформації, порушення функції м'язів) і причину функціонального дефекту (парез м'язів, болючий синдром, контрактура й т.д.). Необхідно також уточнити амплітуду рухів у суглобах руки, наявність різних видів пальцевого захоплення, можливість утримання пальцями предметів і інструментів, інтенсивність силової напруги, що розвивається м'язами руки.

Амплітуду активних і пасивних рухів визначають у плечовому, ліктьовому, променево-зап'ястному суглобах і суглобах пальців. Важливо у якому напрямку обмежені рухи (згинання, розгинання й т.д.), чи супроводжуються вони болючими відчуттями, наскільки стійкі рухові розлади.

Пальцьове захоплення може бути за формою циліндричним (утримання рукоятки при роботі столярним, слюсарним і іншим інструментами), щипцевим (шиття голкою, складання дрібних деталей і т.д.), крючковим (носіння предметів з тонкою ручкою), шаровим (захоплювання ручок і включення різних апаратів, мотора й ін.), міжпальцевим (утримання в'язальних спиць, гачка, цигарки й ін.), площинним (утримання і направлення матеріалу при розпилюванні на циркулярній пилці, при роботі на швейній машині й т.д.). Послідовними фазами виконання захоплення предмета пальцями є стабілізація положення кисті, розгинання й розведення пальців, протиставлення I пальця, згинання пальців. Можуть спостерігатися інші способи захватування предметів, що частково компенсують рухові порушення (при випаданні функції протиставлення I пальця - притиснення предмета до бічної поверхні II пальця силою м'яза, що приводить I палець).

Вимір амплітуди рухів у суглобах верхніх кінцівок

Амплітуду рухів у суглобах вимірюють кутамирами різної конструкції. *Звичайний кутомір* складається із двох браншій, з'єднаних шарніром, напівдуги з нанесеними на ній розподілами в градусах (від 0 до 180°) і стопорного гвинта. На одній бранші укріплена напівдуга, на іншій - стрілка, що рухається по градуйованому півколу. Кутомір з висувними браншами призначений переважно для визначення амплітуди рухів у великих суглобах верхніх і нижніх кінцівок.

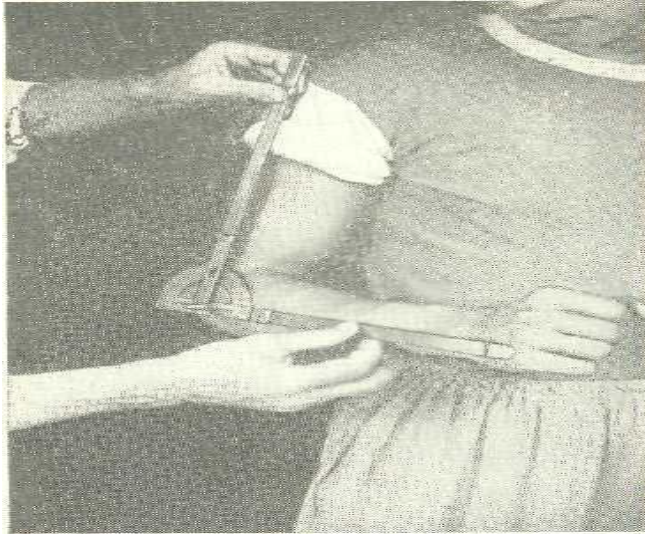


Рис. 1. Дослідження амплітуди рухів у ліктьовому суглобі за допомогою кутоміра з висувними браншами

Бранши кутоміра можуть бути висунуті й у такий спосіб подовжені вдвічі.

Методика користування приладом наступна. Кутомір розміщують таким чином, щоб вісь приладу відповідала центру суглоба (рис. 1), а бранші розташовувалися паралельно довгим осям вище- і нижчележачих сегментів кінцівки (бажано, щоб кінець бранші відповідав певному кістковому орієнтиру). Показання на шкалі кутоміра реєструються при крайніх положеннях у суглобі (згинання - розгинання, відведення - приведення).

Дисковий кутомір (рис. 2) призначений для виміру амплітуди рухів у суглобах пальців. Він складається із двох рухливо з'єднаних між собою дисків, що мають розподіли до 180° . При вимірі амплітуди рухів у суглобі пальця нижню поверхню кутоміра розташовують паралельно довгим осям фаланг, що примикають до суглоба.

Ротометр-кутомір використовують при визначенні амплітуди ротаційних рухів у суглобах (наприклад, пронації й супінації передпліччя, обертання в плечовому суглобі). Є дві основні конструкції даного вимірювального приладу - портативна й стаціонарна.

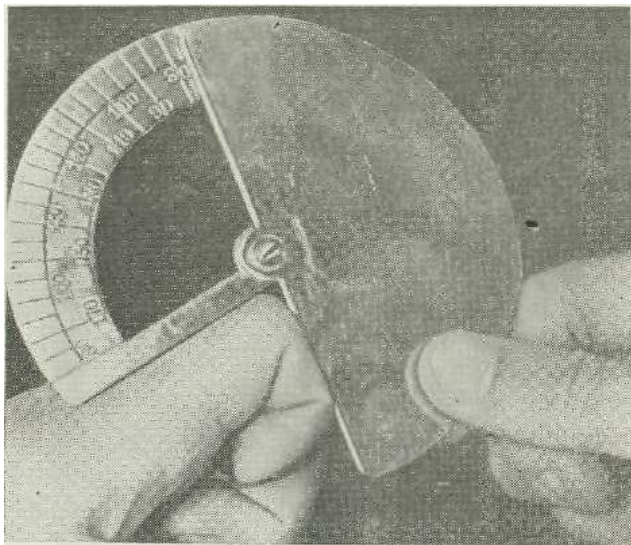


Рис. 2. Дослідження амплітуди рухів у суглобах пальця за допомогою дискового кутоміра

В основу першої конструкції приладу (рис. 3) покладений принцип балансуєчого маятника. Прилад складається з гоніометра, двох браншів з «щічками» на кінці фіксуєчого пристрою. Прилад фіксують на кінцівці хворого за допомогою спеціальних затисків і по ступені відхилення стрілки в момент здійснення ротаційних рухів судять про їхню амплітуду. Вимір амплітуди ротаційних рухів роблять при горизонтальному положенні досліджуваної кінцівки.

Ротатометр стаціонарного типу призначений тільки для виміру амплітуди пронації й супінації передпліччя й складається з підстави із вмонтованою в неї шкалою, з'єднаної з рукояткою й стрілкою, і фіксатора ліктьового суглоба. При вимірі амплітуди ротаційних рухів передпліччя захоплюють пальцями рукоятку приладу, згинають руку в ліктьовому суглобі під прямим кутом так, щоб ліктьовий суглоб був фіксований, і роблять поворот рукоятки поперемінно на зовні й усередину.

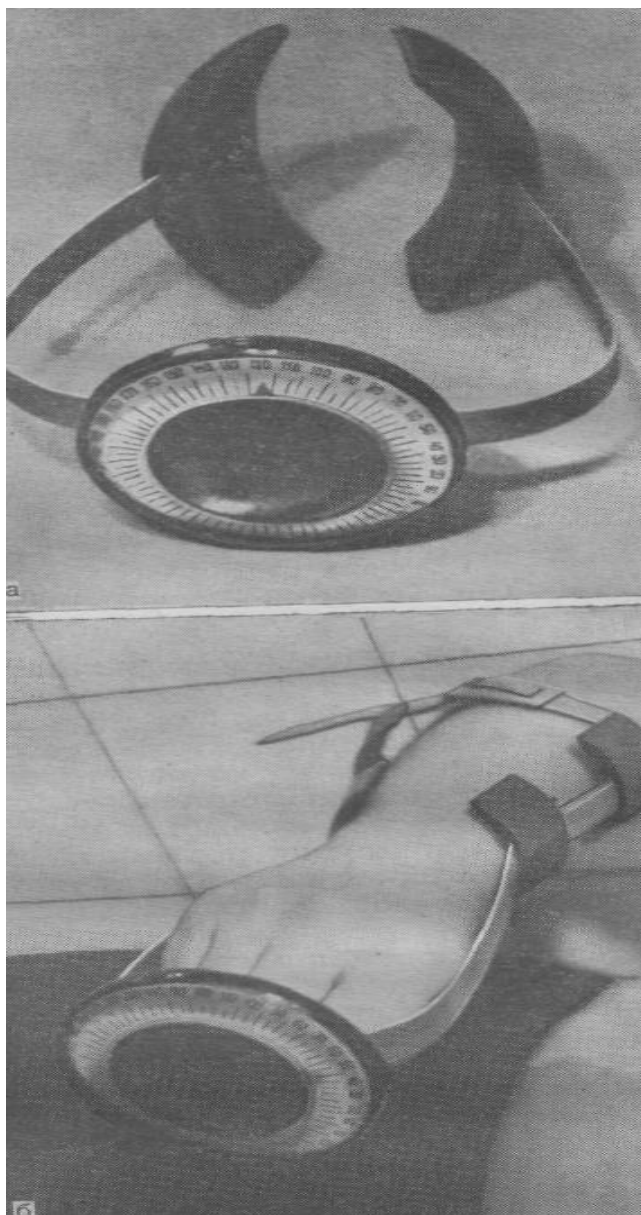


Рис. 3. Ротатометр

Методика виміру амплітуди рухів у різних суглобах руки наступна. При вимірі амплітуди відведення плеча кутомір установлюють на задній поверхні плечового суглоба так, щоб шарнір збігся з голівкою плечової кістки, одну із браншій кутоміра встановлюють уздовж тулуба паралельно хребту, іншу - по осі плеча в положенні максимального його відведення. При визначенні амплітуди згинання й розгинання в плечовому суглобі кутомір установлюють у сагітальній площині й прикладають до зовнішньої поверхні плеча. При цьому вісь шарніра повинна розташовуватися відповідно проекції голівки плечової кістки, а бранші - одна по осі плеча, інша - прямовисно уздовж тулуба. Ротацію плеча вимірюють при зігнутому під прямим кутом у ліктьовому суглобі передпліччя й відведеному плечі. При дослідженні ротації плеча одну браншу кутоміра встановлюють у горизонтальній площині, а іншу - відповідно по довгій осі передпліччя так, щоб шарнір його розташовувався в області ліктьового відростка. При дослідженні ротатомітром його фіксують на плечовій кістці (також при відведеному плечі й зігнутому ліктьовому суглобі).

У ліктьовому суглобі амплітуду рухів вимірюють при середнім положенні передпліччя (між пронацією і супінацією). Кутомір установлюють таким чином, щоб шарнір його розташовувався відповідно проекції суглобної щілини, одна бранша - по осі плеча, інша - по осі передпліччя.

При вимірі згинання й розгинання в променево-зап'ястному суглобі шарнір кутоміра встановлюють у шиловидного відростка, одна бранша йде по променевої поверхні уздовж осі передпліччя, інша уздовж П'ясткової кістки.

При вимірі приведення й відведення кисті передпліччя супинують або пронують, кутомір установлюють так, щоб його шарнір розташовувався в області променево-зап'ястного суглоба, а бранші одна - уздовж поздовжньої осі III пальця, інша - уздовж середньої лінії передпліччя.

При вимірі амплітуди рухів у п'ястно-фалангових і міжфалангових суглобах звичайним кутоміром його бранші встановлюють по бічній стороні основної фаланги пальця й п'ясткової кістки. При вимірі амплітуди рухів пальців за допомогою дискового кутоміра його бранші встановлюють на тильній поверхні пальців, а вісь кутоміра-відповідно осі обертання суглоба.

Про обсяг пальцевого захоплення деякою мірою дозволяє судити вимір відстані кінців зігнутих пальців до проксимальних або дистальної долонних складок за допомогою звичайної лінійки з розподілами.

Більш точна уява про *пальцеве захоплення* створюється при вимірі його обсягу за допомогою набору циліндрів (рис. 4, а) діаметром від 10 до 100 мм. Циліндри для зручності захоплювання можуть бути підвішені на спеціальному штативі. На кожному циліндрі позначений його діаметр. Про обсяг циліндричного пальцевого захоплення судять за діаметром циліндра, що можна захопити й удержати в руці.

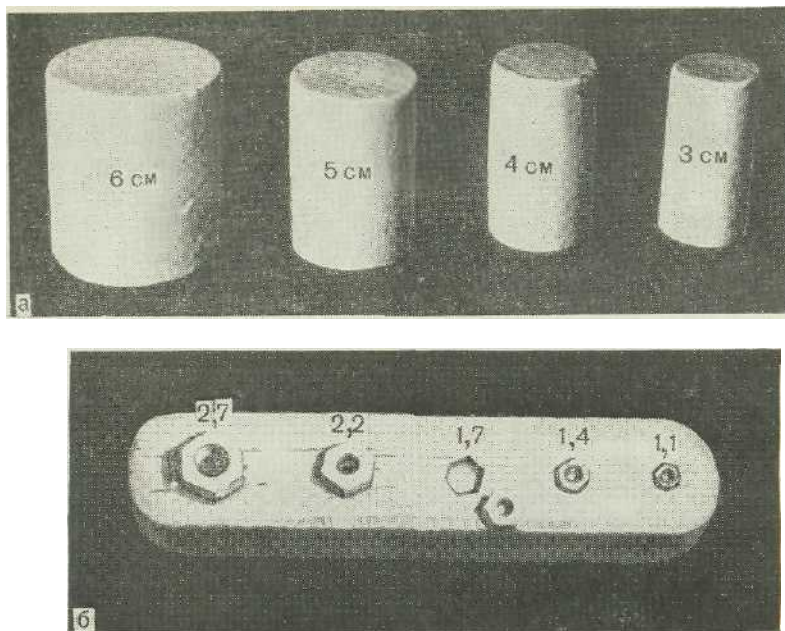


Рис. 4. Таровані циліндри (а) і таровані гайки для виміру об'єму пальцевого захвата (б)

Для виміру обсягу щипцевого захоплення пальців використовують таровані деталі різної форми (пластини, гайки). Пластини різної товщини розміщені в прорізах спеціального штатива, а гайки - у гніздах відповідного розміру й форми (рис. 4 б), що є на спеціальній підставці. Обсяг щипцевого пальцевого захоплення визначають за розміром деталі, що можна захопити кінцями пальців і вкласти в гніздо підставки.

Для точного судження про форму й обсяг пальцевого захвата в окремих випадках використовують зліпки з парафіну, гіпсу: пропонують захопити й стиснути пальцями циліндр із затвердівуючого парафіну. Отриманий у такий спосіб зліпок вимірюють

штангенциркулем, що дозволяє краще охарактеризувати функціональні можливості пальців (наприклад, здатність захопити й удержати рукоятку інструмента певного діаметра). Про обсяг пальцевого захоплення можна також судити по кількості води, витиснутої зліпком із затверділого парафіну з мірної посудини.

Вимір сили різних м'язових груп. М'язову силу визначають за допомогою динамометрії й динамографії. Найбільше значення для оцінки працездатності руки має вимір сили згиначів пальців. Для цього використовують динамометри різних конструкцій.

Найбільш точні дані одержують при використанні ручного плоско-пружинного *динамометра* (ДРП); він дає показання в кілограмах - від 0 до 90 (кожний розподіл - 2 кг).

Реверсивний динамометр призначений для виміру зусилля, що розвивається різними м'язовими групами. Реверсивний динамометр має достатню точність показань.

Дія його заснована на визначенні ступеня деформації пружної тарованої металевої пластинки під впливом силового навантаження (рис. 5).

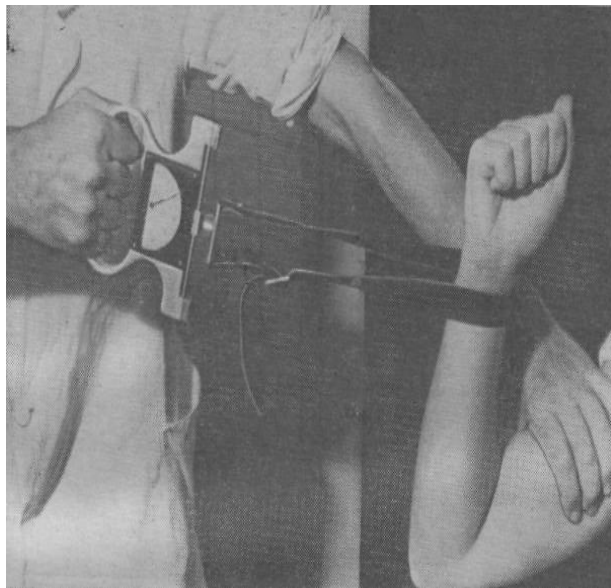


Рис. 5. Визначення сили згиначів ліктьового суглоба за допомогою реверсивного динамометра

Ізольований вимір сили згиначів одного пальця можна провести за допомогою *пружинного динамометра*. Прилад (рис. 6) складається зі штатива, фіксатора кисті й пружинного динамометра (градуйованого на 15 кг) з насадкою для пальців у вигляді кільця. У момент дослідження сили пальця кисть фіксують за допомогою гвинтового затиску. Захоплюють пальцем кільце динамометра й з максимальною силою згинають палець, натягаючи пружину динамометра. По ступені зсуву стрілки приладу судять про силу згиначів пальця. Прилад може бути використаний також для дозованого тренування згиначів пальців із заданим зусиллям.

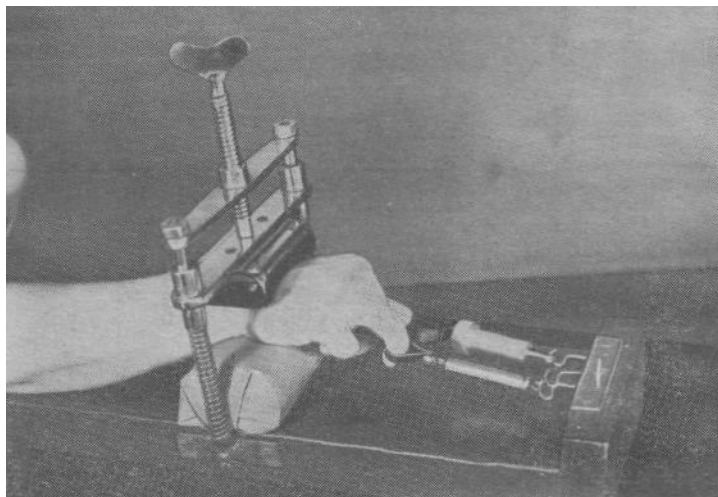


Рис. 6. Пальцевий динамометр

Для дослідження сили різних м'язових груп верхніх кінцівок може бути використаний пружинний динамометр іншої конструкції. Динамометр складається із пружини, зануреної в корпус приладу, і металевої вилки, з'єднаної зі стрижнем, на бічній поверхні якого нанесена шкала. При натисненні на вилку стрижень приладу своєю стовщеною частиною здавлює пружину. Методика виміру сили м'язів наступна: пропонують напруженою м'язів удержати сегмент кінцівки в певному положенні й за посередництвом вилки приладу прагнуть вивести його із цієї позиції. По силі протидії руху, обумовленої по шкалі динамометра, судять про силу відповідної м'язової групи.

Витривалість до тривалого статичного й динамічного навантаження

виявляють за допомогою динамографа.

Динамограф (рис. 7, а) призначений для графічної реєстрації зусилля, що розвивається згиначами пальців у момент його стиску. За допомогою приладу може бути також виявлена здатність м'язів до розвитку тривалої напруги з максимальним зусиллям. Прилад заснований на механічному принципі передачі зусилля й складається з корпусу з рукояткою, динамометра, пристрою, що записує і приводиться в рух електромотором. У момент стиску рукоятки динамографа на стрічці, що рухається, реєструється динамографічна крива, що характеризує силу згиначів пальців.

Динамограф має динамометричний пристрій типу плоскопружинного динамометра з механічною передачею зусилля на самопис пристрою, що реєструє. На стрічці по осі ординат відлічується сила в кілограмах (1 мм відповідає 2 кг), по осі абсцис - час у секундах.

Криві, записані за допомогою зазначеного динамографа (рис. 7, б) показують силу м'язів кисті при максимальній миттєвій напрузі, здатність згиначів кисті до тривалої статичної напруги (витривалість) і тривалої динамічної роботи. Ці відомості дозволяють всебічно охарактеризувати силові якості руки й оцінити результати відновного лікування, що є важливим показником.

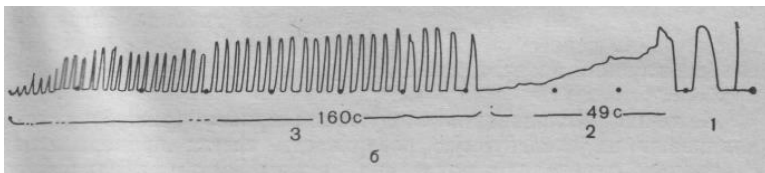
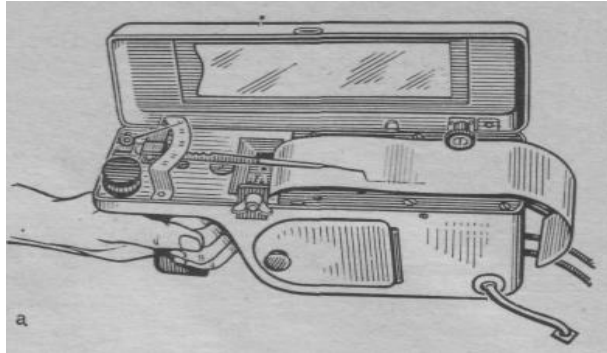


Рис. 7. Динамограф (а) і динамо графічна крива (б)

Дослідження тону́су м'язів. Дані динамометрії при оцінці функціональної здатності верхньої кінцівки доповнюють дослідження тону́су м'язів. Найбільший інтерес представляють не абсолютні дані, що стосуються тону́су м'язів у спокої, а співвідношення показників тону́су напруженого й розслабленого м'яза, тому що це в певній мері характеризує скорочувальну здатність м'яза. Чим більше інтервал між показниками тону́су м'яза, що перебуває в стані напруги, і показниками тону́су м'яза в стані розслаблення, тим більше здатність до розслаблення й напруги й у зв'язку із цим вище скорочувальна здатність.

Для міотонусометрії запропоновані різні конструкції тонусометрів, дія яких заснована на різних принципах. Найбільше часто вживається *пружинний міотонусометр*.

Принцип дії його заснований на глибині занурення металевого стрижня в тканині: чим м'якше тканина, тим більше глибина занурення. Це знаходить висвітлення на шкалі приладу.

Методика дослідження наступна: прилад (рис. 8) установлюють на досліджувану поверхню, злегка притримуючи з боків, і визначають показання шкали, потім пропонують напружити м'яз і знову визначають показання шкали. По величині інтервалу у відносних одиницях судять про скорочувальну здатність м'яза. Порівняння отриманих даних у динаміці дає можливість судити про зміни функціональних можливостей м'язів.

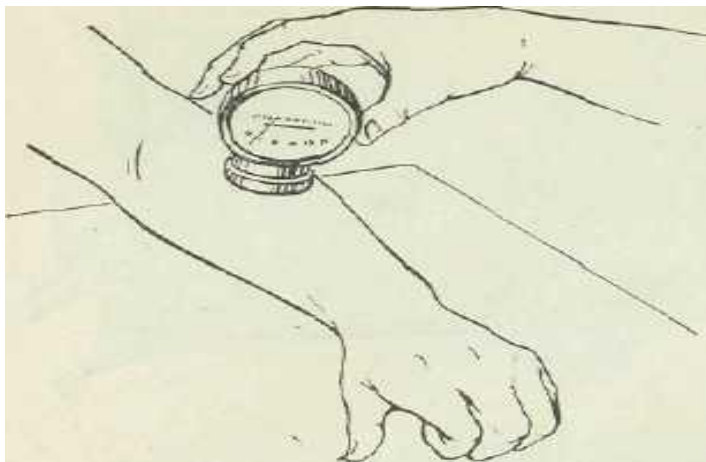


Рис. 8. Міотонусометр пружинний (дослідження тону́су разгиначів кисті н пальців)

Дослідження координації рухів. Анатомо-функціональні порушення, що розвиваються після ушкоджень і захворювань опорно-рухового апарата, а також у зв'язку із тривалою акінезією, спричиняють порушення рухового стереотипу, координації рухів. Виникає необхідність об'єктивного обліку зміни в координації рухів у процесі проведення відновної терапії. Об'єктивна оцінка змін у координації рухів досягається на підставі обліку: 1) якості (чіткості) виконання певних рухів; 2) часу виконання трудового, побутового завдання; 3) числа помилок, чинених хворим у процесі виконання руху (за допомогою контактометра).

Чіткість виконання рухів визначається на підставі здатності хворого розмістити деталі (предмети) різного розміру й форми на відповідних гніздах стенда. Ускладнення завдання досягається зміною форми предмета (зменшення площі зіткнення предмета з пальцями). Хворому пропонують сортувати предмети прямокутної, циліндричної, кулястої форми.

Іншою можливістю оцінки координації рухів є хронометраж часу, необхідного для виконання трудового або побутового завдання (наприклад, облік часу, необхідного для застібання ряду гудзиків, вгвинчування гвинта). Порівняння часу виконання побутової або трудової операції в динаміці відновлення функції дає можливість судити про зрушення в координації рухів.

Найбільш об'єктивний спосіб обліку змін у координації рухів заснований на підрахунку й записі числа помилок, чинених при виконанні певного рухового завдання. Із цією метою може бути успішно використаний *контактомір*. Прилад складається зі стенда, рухливо укріпленого на підставці (висота кріплення стенда міняється відповідно росту хворого). На стенді укріплені три ряди дроту: прямокутний, звитої та ламаної форми. З кожним рядом дроту рухливо з'єднана рукоятка з кільцем на кінці. Всі три ряди дроту й рукоятки з кільцями з'єднані із джерелом електроенергії. Кожний дотик кільця до дроту супроводжується замиканням мережі світловим сигналом і реєструється на стрічці кімографа. Обстежуваний, захопивши пальцями рукоятку, проводить нею уздовж дроту, прагнучи не доторкатися до неї кільцем (рис. 9). По числу помилок, реєстрованих на кімографі, судять про координацію рухів. Контактogramma дає можливість об'єктивно в графічній формі охарактеризувати координацію рухів верхньої кінцівки.

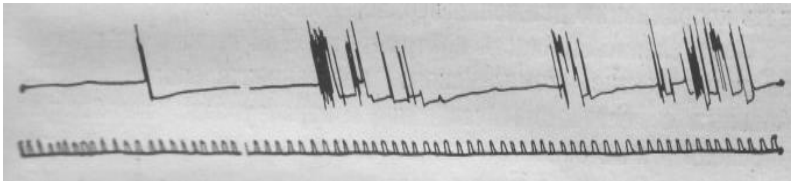
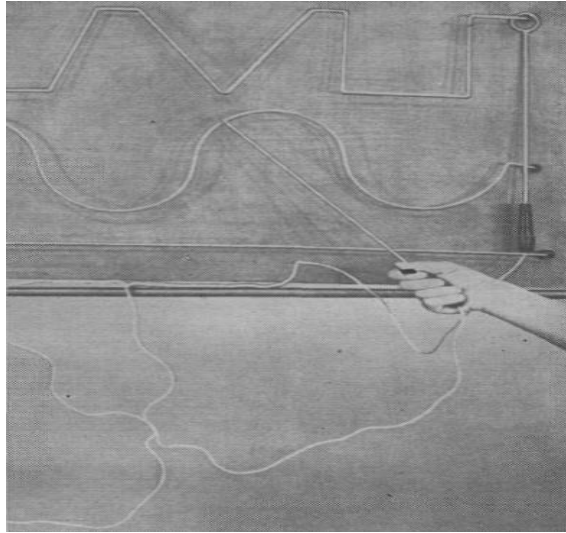


Рис. 9. Контактметр і контактограма

Визначення стійкості контрактури. Для з'ясування прогнозу й перспектив комплексного відновного лікування хворих з посттравматичними контрактурами бажано визначати їх стійкість - піддатливість зовнішньому впливу, що коригує, а також характер (міо-, десмо- або артрогенний). Характер контрактури звичайно оцінюють клінічно на основі суб'єктивних відчуттів, що виникають при натисненні на дистальний сегмент ураженої кінцівки. При цьому розрізняють м'яку піддатливість - при міогенному характері контрактури, пружна протидія руху, характерна для рубцевих змін в області суглоба, і твердість - при найбільш стійкому характері артрогенної фіксованої контрактури.

З метою об'єктивної оцінки анатомо-функціональних змін в області суглоба, що виникають при контрактурі, запропонований спеціальний прилад - *контрактуромір* (рис. 10).

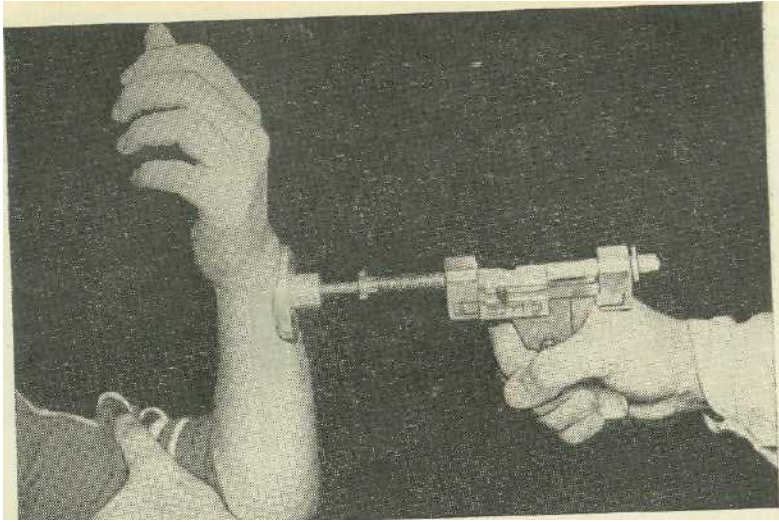


Рис. 10. Перевірка стійкості розгинальної контрактури в ліктьовому суглобі за допомогою контрактуроміра

Принцип дії приладу заснований на об'єктивній реєстрації сили протидії змінених суглобних і колосуглобових утворень розтягуванню при одномоментному дозованому тиску на периферичний сегмент кінцівки. Контрактуромір складається з тарованої пружини, вмонтованої в пластмасовий корпус приладу, постачений рукояткою, і рухливого циліндричного стрижня, що закінчується наконечником овальної форми. Натиснення наконечником приладу на сегмент кінцівки досліджуваного веде до переміщення стрижня й здавлювання пружини, ступінь деформації якої знаходить висвітлення на шкалі, розташованій на корпусі приладу. На сегментах кінцівки за допомогою затисків фіксують бранші кутоміра.

Методика дослідження наступна. Вибравши зручне, стійке положення для досліджуваної кінцівки, що залежить від локалізації контрактури, намагаються наконечником приладу, притиснутого до дистальної частини сегмента кінцівки, змістити його в напрямку корекції контрактури. При умовній силі тиску 5 кг виникає певний ступінь деформації пружини, реєструємий по переміщенню стрілки на шкалі приладу. Ступінь зсуву стрілки відповідає величині протидії усередині і периартикулярних тканин при розтягуванні. Стійкість контрактури визначається у відносних лінійних одиницях (або

градусах), нанесених на шкалу приладу. Чим більше зсув стрілки при натисненні наконечником приладу, тим менш фіксована контрактура; при артрогенних змінах зміщення стрілки не перевищує звичайно 1-2 мм.

Прилад використовується головним чином для оцінки стійкості контрактур ліктьового суглоба після внутрісуглобних переломів (ліктьового відростка, мищелків плечової кістки, голівки променевої кістки й ін.), що дозволяє прогнозувати ефективність проведеного відновного лікування.

Дослідження функцій хребта

При оцінці функціонального стану хребта враховуються:

- 1) його гнучкість (амплітуди рухів різних відділів хребта);
- 2) стабільність (стійкість), обумовлена силою і здатністю до розвитку тривалої напруги підтримуючих його м'язів і станом зв'язкового апарата;
- 3) рівновага, що характеризується правильним напрямком проекції центра ваги тіла;
- 4) виразність фізіологічних кривизн.

Гнучкість хребта визначається на підставі амплітуди рухів тулуба у фронтальній, сагітальній і горизонтальній площинах (згинання його вперед, назад, у сторони й поворот). Наявність гіпермобільності (надмірної гнучкості) хребта вказує на зниження його стабільності. Обсяг рухів хребта можна обмірити за допомогою сантиметрової стрічки (визначається відстань від кінців пальців рук до підлоги). Реєструється сумарна рухливість у тазостегнових суглобах і хребті.

Візуальний контроль за дослідженням полегшує використання приладу (рис.11) у вигляді дерев'яного штатива зі стійками і шкалою, по яким сковзає планка, що має спеціальні прорізи. Хворий захаває рукою планку й робить згинання, розгинання й бокові нахили тулуба. Амплітуда рухів тулуба знаходить відбиття на шкалі. Об'єктивізації дослідження амплітуди рухів хребта допомагає також виконання рухів тулубом на тлі градуйованої сітки.

Для визначення функціональної здатності до згинання поперекового відділу хребта використовується тест Шобера. За допомогою сантиметрової стрічки вимірюють відстань між остистим відростком першого поперекового хребця й хрестцем і пропонують хворому нахилитися вперед. Зсув сантиметрової стрічки (подовження її) при нахилі тулуба вперед вказує на задовільну гнучкість хребта в поперековому відділі (відсутність зсуву може служити вказівкою на «блокування» рухів у поперековому відділі).

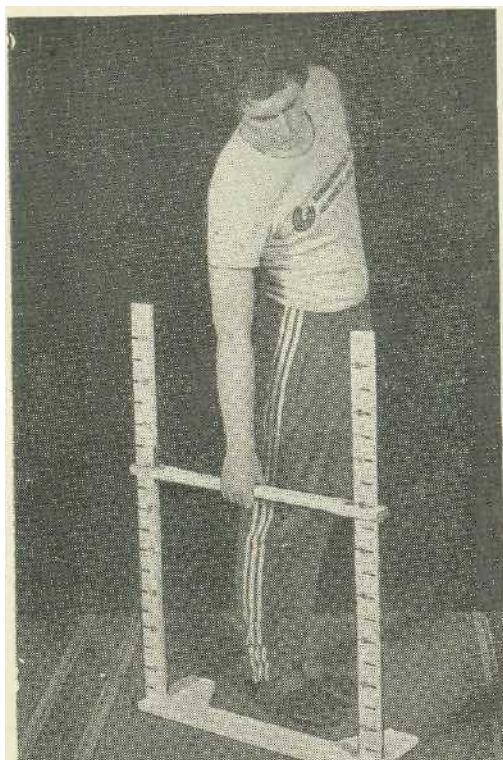


Рис. 11. Прилад для виміру амплітуди рухів тулуба

Вимір сили м'язів, що визначають *стабільність хребта*, проводять за допомогою спеціально пристосованих динамометричних пристроїв. Для виміру сили м'язів розгиначів тулуба досліджуваного укладають на живіт, через спину на рівні лопаток перекидають щільну широку лямку, кінці якої з'єднані з дерев'яною рейкою, що перебуває під кушеткою. Рейка жорстко з'єднана з динамометром, прикріпленим до гака, вмонтованого в підлогу. Зусилля, що розвивається м'язами спини при спробі розгинання тулуба, знаходить висвітлення на шкалі динамометра. При вимірі сили м'язів живота хворого укладають на спину, лямку перекидають через грудну клітку, і при фіксованих ногах він робить спробу сісти.

Іншим способом динамометричного дослідження м'язів спини є *станова динамометрія*. Становий динамометр складається з корпусу із циферблатом і двома стрілками, металевого ланцюга, ручки й металевої

пластинки з гаком. Обстежуваний стає на металеву підставку, нахиливши тулуб, захоплює рукоятку динамометра прямими руками, так, щоб вона розташовувалася на рівні колінних суглобів, і повільно розгинає тулуб. Медична промисловість випускає станові динамометри на 50 і 100 кг, постачені дзеркалом, що дає можливість самому хворому стежити за розвитком зусилля.

При оцінці функціональної здатності м'язів живота й спини до розвитку тривалого зусилля використовуються спеціальні тести. Для оцінки функціональної здатності м'язових груп живота до розвитку тривалої й інтенсивної напруги застосовується наступний тест. Хворого саджають на кушетку з напівзігнутими в тазостегнових і колінних суглобах ногами й відхиленням назад (під кутом 60°) тулубом; руки зігнуті й покладені на потилицю (рис. 12).



Рис. 12. Тест оцінки функціональної здатності м'язів живота до розвитку тривалої напруги

Визначають час утримання тулуба в цьому положенні. Для оцінки функціонального стану окремих м'язів живота цей тест повинен бути змінений. Для визначення силових можливостей правого зовнішнього косого м'яза живота обстежуваного укладають на спину зі схрещеними на грудях руками й розведеними в боки ногами (для стійкого положення таза). Йому пропонують, піднявши голову й тулуб, повернути тулуб уліво й максимально довгостроково втримувати його в цьому

положенні. Визначається час утримання тулуба. Для визначення максимально тривалого сумарного часу напруги м'язів розгинача тулуба й найширших м'язів спини обстежуваного укладають на живіт з розведеними ногами; руки зігнуті й покладені на потилицю. Йому пропонують зробити розгинання тулуба (в амплітуді до кута 30°) і можливо більш довгостроково втримувати тулуб у цьому положенні (рис. 13); у дітей у віці 12-15 років середня тривалість утримання тулуба в розігнутому положенні 1,5-2,5 хв.



Рис. 13. Тест оцінки функціональної здатності м'язів спини до розвитку тривалої напруги

Ознакою, що вказує на гарну стабільність хребта, є досить високі показники тону м'язів спини й живота. За допомогою *міотонусоміру* визначають різницю в тонусі напружених і розслаблених м'язів спини й живота. Наявність досить великого інтервалу вказує на їх гарну скорочувальну здатність.

Рівновагу тулуба визначають при вертикальному положенні хворого за допомогою виска, опущеного від остистого відростка сьомого шийного хребця. По ступені зсуву проекції лінії схилу убік від міжсідничної складки (у сантиметрах) судять про ступінь порушення рівноваги в положенні тулуба. До визначення величини зсуву схилу варто вирівняти положення таза з урахуванням довжини ніг (рис. 14).

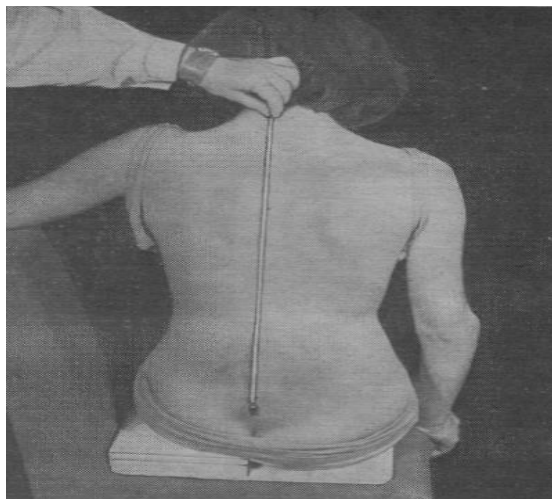


Рис. 14. Визначення рівноваги тулуба за допомогою виска

Положення пояса нижньої кінцівки на горизонтальному рівні може бути встановлене клінічно (шляхом пальпації підвздошних кісток) або за допомогою спеціального приладу - рівня, постаченого шкалою (рис. 15).



Рис. 15. Визначення положення тазу за допомогою рівня

Виразність фізіологічних кривизн хребта (зокрема глибини

поперекового лордозу) установлюють шляхом проміру з використанням двох сполучених лінійок (рис. 16). Глибина лордозу при цьому виражається в сантиметрах. Використання двох з'єднаних лінійок може допомогти при виявленні асиметрії в трикутниках талії праворуч і ліворуч при сколіозі (рис. 17) і в положенні лопаток.

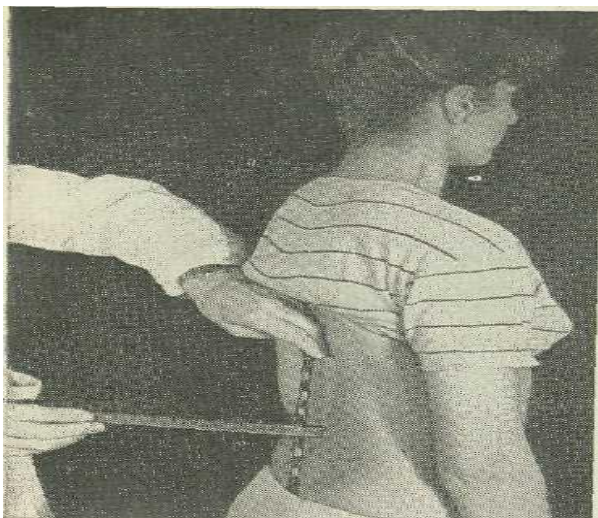


Рис. 16. Вимір глибини поперекового лордозу за допомогою двох з'єднаних лінійок

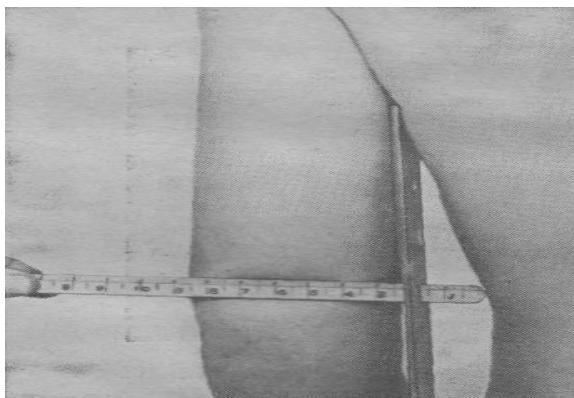


Рис. 17. Вимір глибини «трикутників талії» за допомогою двох з'єднаних лінійок

Дослідження функцій нижніх кінцівок

Для найбільш повної й різнобічної оцінки функції нижніх кінцівок, крім методів дослідження, що характеризують функціональний стан верхніх кінцівок, використовується ряд додаткових тестів.

Для точної об'єктивної характеристики опорно-рухової функції нижніх кінцівок застосовуються спеціальні біомеханічні методи дослідження - визначення кутів у суглобах ніг при ходьбі й розподіл навантаження на нижні кінцівки. До найбільш простих методів вимірів відносяться визначення рівномірності опори на нижні кінцівки й стани зводів стопи.

Рівномірність опори на нижні кінцівки визначають за допомогою напідложних терез. Для цього спочатку обстеженого зважують, потім він однією ногою стає на терези, а іншою - на дерев'яну підставку, рівну по висоті терезам (рис. 18).



Рис. 18. Визначення навантаження на ногу з напольними терезами

Оцінюють ступінь навантаження на кожную ногу у ваговому вираженні. Певний інтерес представляє з'ясування ступеня навантаження на ногу в процесі ходьби. Для цієї мети використовують тростину (милиця) із вмонтованим динамометром, на яку досліджуваній опирається рукою, розташованою контралатерально стосовно хворої ноги. За показниками динамометра в момент ходьби

визначають ступінь опори на тростину. Шляхом вирахування показань динамометра із загальної ваги в кілограмах визначають величину навантаження на хвору ногу (рис. 19).



Рис. 19. Визначення навантаження на ногу з динамометром, вмонтованим у палицю

До числа найбільш простих методів дослідження, застосовуваних для попереднього судження про положення стоп при ходьбі й розподілі навантаження на різні відділи її підошовної поверхні, входить *метод плантографії*, коли пропонують пройти босоніж по довгій паперовій смужі (шпалери довжиною 4-5 м), попередньо змазавши підошовну поверхню стоп штемпельною фарбою. Аналізуючи отримані відбитки, можна визначити положення стоп при ходьбі (кут їхнього розвороту), а по інтенсивності фарбування - ступінь навантаження на різні відділи стоп, зокрема на їхній передній відділ, п'яткову область, внутрішній і зовнішній край (рис. 20).

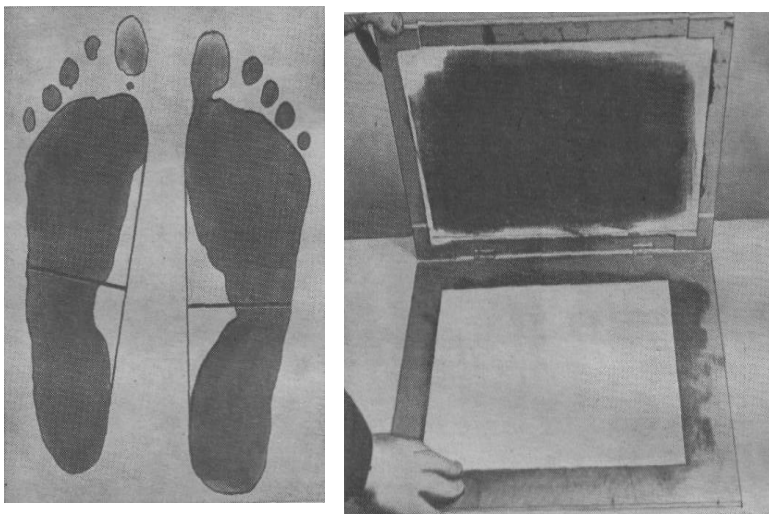


Рис. 20. Плантограма і плантограф

Для судження про стан зводів стопи також використовується метод плантографії. Плантограф являє собою велику штемпельну подушку розміром 400х400 мм, на яку поміщають аркуш паперу, прикритий зверху целофановою плівкою.

Методика плантографії: досліджуваному пропонують стати ногами на плантограф і на аркуші паперу одержують відбиток підшовної поверхні стоп. Отриманий відбиток піддають графічній обробці. Метод плантографії доповнює ретельний огляд: досліджуваного поміщають стопами на тверду опору, що не прогинається, з'ясовують положення п'яткових кісток (вальгус, варус), стан поздовжнього й поперечного зводів, положення великих пальців (ступінь відхилення їх дозовні). Кут нахилу п'яткових кісток при вальгусної їхній установці може бути обмірюваний кутоміром.

Сучасним методом дослідження є рентгенівська цифрова антропометрія (рис. 21).

Її результати фіксуються в протоколі дослідження й супроводжуються твердою копією знімків, отриманих за допомогою струминного принтера. Зображення й супровідна інформація зберігаються в цифровому архіві, що забезпечує їхню доступність для порівняння або повторного перегляду протягом декількох секунд.

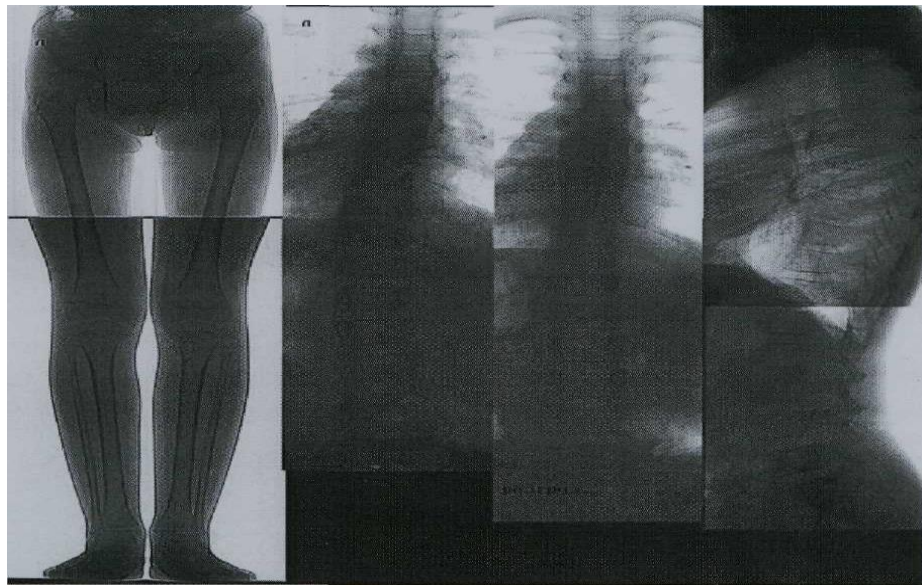


Рис. 21. Рентгеновська цифрова антропометрія.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Первинний огляд нервової системи передбачає в першу чергу виявлення ознак поразки обстежуваної системи, що є протипоказанням до великих фізичних навантажень або показанням до обмеження занять фізичними вправами під час реабілітації.

Дані, отримані в результаті ретельно зібраного неврологічного анамнезу, дозволять надалі цілеспрямовано організувати поглиблене обстеження з використанням сучасних методів функціональної діагностики.

Вегетативна нервова система забезпечує гомеостаз, здійснює взаємодію внутрішніх органів з іншими тканинами й системами, грає важливу адаптаційну роль. Прийнято розмежовувати вегетативну нервову систему на симпатичний і парасимпатичний відділи, які відрізняються у відношенні морфологічних і функціональних особливостей. Між цими системами існує відносний антагонізм. Разом з тим обидва відділи нервової системи нерідко діють синергічно. Симпатичний відділ здатний у критичних умовах забезпечити мобілізацію енергетичних ресурсів, швидко адаптацію до несподіваних впливів. Парасимпатична нервова система вступає в дію при переході до стану тривалої напруги. Правильні, регулярні заняття фізичними вправами забезпечують гарну взаємодію цих двох систем, що полягає в перевазі парасимпатичної іннервації в спокої й підвищенні тонуусу симпатичної під час виконання фізичних навантажень. Фізичні перевантаження призводять до порушення балансу цих систем, сприяючи перевазі тонуусу симпатичної нервової системи.

Досить ефективною є *методика кількісної оцінки вегетативного тонуусу нервової системи*, яка дозволяє оцінити ступінь узгодженості у вегетативній регуляції різних вісцелярних систем. Традиційно вегетативний тонуус оцінюють за коефіцієнтом Хільденбранта (КХ), для чого у стані спокою підраховують частоту серцевих скорочень (ЧСС, уд./хв) і частоту дихання (дих./хв). Значення коефіцієнта Хільденбранта розраховують за такою формулою:

$$КХ = ЧСС : ЧД,$$

де КХ - коефіцієнт Хільденбранта, у.о.; ЧСС - частота серцевих скорочень, уд./хв; ЧД - частота дихання, дих./хв.

В нормі, при нормальних міжсистемних відносинах, значення КХ складає 2,8-2,9 у.о. Відхилення від цих показників свідчить про неузгодження у вегетативній регуляції різних вісцелярних систем.

Відомо, що величини пульсу й мінімального (діастолічного)

артеріального тиску в нормі чисельно збігаються. Кердо запропонував вираховувати вегетативний індекс за формулою $VI = D:P$, де D - мінімальний тиск мм рт.ст., а P – пульс, уд/хв.

У здорових людей цей індекс близький до одиниці. При порушенні нервової регуляції серцево-судинної системи він стає більшим або меншим одиниці (симпатикотонія і парасимпатикотонія).

Широко використовуються - кліно- і ортостатичні проби й проба Ашнера (окосерцева).

Ортостатичну пробу виконують у такий спосіб. Після перебування в положенні лежачи протягом не менше ніж 5 хв досліджуваний повільно (за 2-3 с) встає. ЧСС (за даними пульсу, який підраховують протягом 15 с) у нього вимірюють тричі: в стані спокою перед підйомом, відразу після переходу у вертикальне положення і через 3 хв стояння. Нормальною реакцією на пробу є збільшення частоти пульсу на 10-16 ударів за 1 хв відразу після підйому і стабілізація цього показника на рівні, підвищеному на 6-10 ударів через 3 хв стояння. Сильніша реакція засвідчує підвищену реактивність симпатичної частини вегетативної нервової системи, що притаманне недостатньо тренованим особам; слабша реакція спостерігається у разі зниженої реактивності симпатичної частини, підвищеного тонуусу парасимпатичної частини вегетативної нервової системи. Слабша реакція, як правило, супроводжує розвиток стану тренованості.

Кліностатичну пробу проводять у зворотному порядку: 5 хв спокійного. стояння, вимірювання ЧСС, повільний перехід у положення лежачи, знову вимірювання ЧСС і, нарешті, після 3 хв перебування у спокої останнє вимірювання ЧСС. Нормальна реакція - зниження ЧСС за 1 хв на 8-14 ударів відразу після переходу в положення лежачи і зменшення цієї реакції до 6-8 ударів через 3 хв. Більше зниження пульсу свідчить про підвищену реактивність парасимпатичної частини вегетативної нервової системи, менше - про знижену реактивність.

Для оцінки результатів орто- і кліностатичної проб треба мати на увазі, що безпосередня реакція вказує головним чином на чутливість симпатичної (ортостатична проба) чи парасимпатичної (кліностатична проба) частини нервової системи, тоді як відставлена реакція, вимірювана через 3 хв - на тонус їх.

За допомогою *проби Ашнера* визначається збудливість одного або іншого відділу вегетативної нервової системи. Проба полягає в натисненні на бічні поверхні очного яблука лежачого обстежуваного. При підвищенні активності парасимпатичної іннервації визначається вповільнення пульсу на 10 ударів і більше, при перевазі функції

симпатичного відділу пульс звичайно частішає.

Стан вегетативної нервової системи також можна дослідити, використовуючи голчасту функціональну *пробу з пневмотонометром*. При цьому спочатку вимірюють артеріальний тиск зі звичайною стандартною манжетою, а потім із дрібноголковою прокладкою. В залежності від характеру зміни артеріального тиску судять про вегетативну регуляцію. Стан вегетативної нервової системи також можна дослідити, використовуючи голчасту функціональну *пробу з пневмотонометром*. При цьому спочатку вимірюють артеріальний тиск зі звичайною стандартною манжетою, а потім із дрібноголковою прокладкою. В залежності від характеру зміни артеріального тиску судять про вегетативну регуляцію.

Стан вегетативної нервової системи також можна дослідити, використовуючи голчасту функціональну *пробу з пневмотонометром*. При цьому спочатку вимірюють артеріальний тиск зі звичайною стандартною манжетою, а потім із дрібноголковою прокладкою. В залежності від характеру зміни артеріального тиску судять про вегетативну регуляцію.

У практиці функціонального дослідження нервової системи найбільш значними є **електрофізіологічні методи**: електроенцефалографія, електроміографія, електродіагностика й реоенцефалографія.

Метод електроенцефалографії може бути застосований при відборі спортсмена й рішенні питання про його спортивну придатність, а також при травмах, з метою визначення локалізації й ступеня ушкодження головного мозку (рис. 22). Особливу цінність цей метод має при скаргах на які-небудь раптово наступаючі розлади свідомості. Виявлення в цих випадках біоелектричної активності, характерної для епілепсії, дає підставу для заборони занять спортом.

Класична електродіагностика, що полягає в дослідженні реакції периферичних нервів і м'язів на подразнення електричним струмом, має важливе значення при захворюваннях і ушкодженнях периферичних нервів. На підставі цього методу можна визначити ступінь відновлення периферичних нервів.

Метод електроміографії, що полягає в дослідженні біоелектричної активності м'язів, знайшов широке застосування як для діагностичних цілей, так і при фізичній реабілітації.

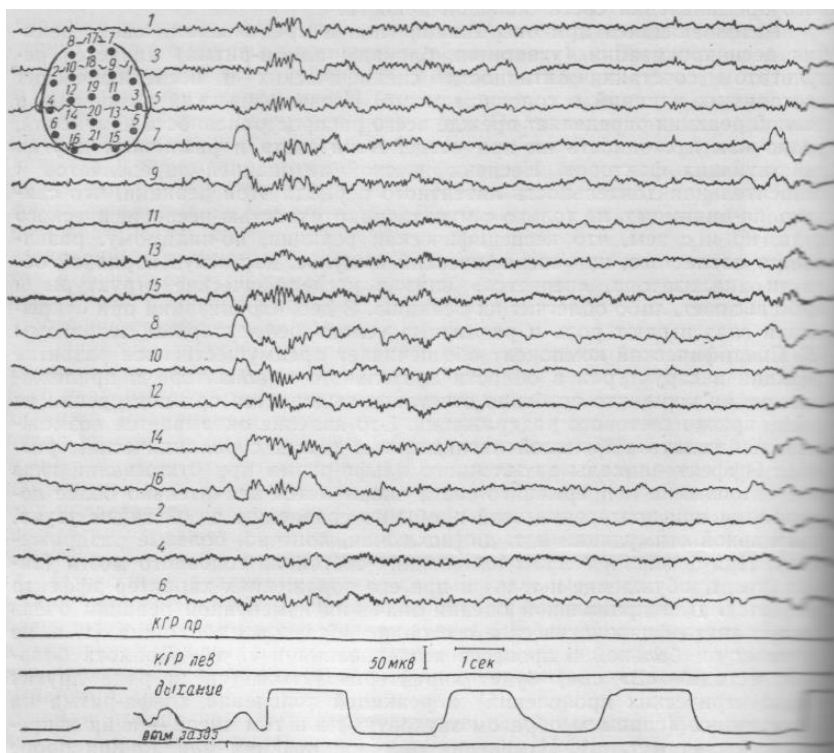


Рис. 22. Электроэнцефалограмма

Елементарна електроміограма (ЕМГ) є графічним записом активності біострумів м'язів певної частоти, тривалості й амплітуди, що скорочуються і розслабляються. Відомо, що за даними ЕМГ можна визначити функціональний стан м'язових волокон і рухових одиниць, спостерігати певні порушення функціонального стану і стомлення нервово-м'язового апарату. Для відведення м'язових біопотенціалів застосовуються два основні види електродів: різні види підшкірних (голчатих) електродів і різноманітні типи поверхневих (нашкірних) електродів (рис. 23).

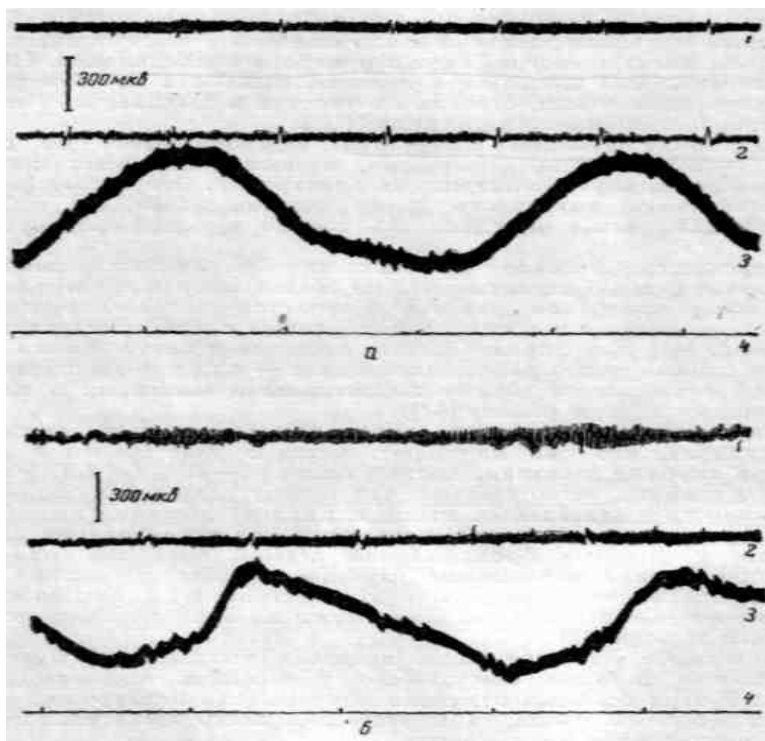


Рис. 23. Електроміограма міжреберних м'язів і зовнішнього косого м'язу живота при спокійному диханні

Реоенцефалографія - це метод вивчення гемодинаміки в порожнині черепа, що має важливе діагностичне значення при судинній церебральній недостатності й лабільності, де функціональні й фармакологічні навантаження є гарним критерієм оцінки церебральної гемодинаміки спортсмена і хворих при реабілітації.

Для судження про **збудливість вестибулярного аналізатора** в цілому застосовують функціональні проби. Відомо, що адекватним подразником напівкругних каналів є кутове прискорення. Тому обертальна проба дає найбільш об'єктивну оцінку даного відділу аналізатора.

Обертальна проба Барані: випробуваного саджають в обертове крісло з опущеною на 30° головою й із закритими очима, роблять 10 оборотів протягом 20 с. Після зупинки обертання повинен

спостерігатися ністагм очей зі швидким компонентом, спрямованим убік, зворотний обертання. При цьому залежно від нахилу голови при обертанні можна проводити дослідження переважно фронтального, сагітального або горизонтального напівкругного каналу. Одночасно необхідно простежити соматичні (пальцепальцева, пальценосова проби, відхилення тулуба) і вегетативні реакції (зміна пульсу).

Якоюсь мірою можна досліджувати вестибулярну функцію, зокрема стійкість вестибулярного апарата, шляхом орієнтовних проб. Серед останніх є така методика: досліджуваний виконує безперервні обертів рухи головою в одну сторону в темпі 2 обороти в 1 с. Після чого по секундоміру визначається час збереження досліджуваним орієнтування в просторі й стійкості. У нормі час обертання не менш 27-28 с. У тренуваних осіб цей час може значно збільшуватися й досягати 90 с.

Проводячи описані клінічні дослідження вестибулярного аналізатора, необхідно пам'ятати, що його чутливість надзвичайно індивідуальна, нормативи мають значну варіабельність, реакції на подразнення піддаються тренуванням і, що особливо важливо, досить широко контролюються свідомістю випробуваного.

При проведенні функціональної діагностики нервової системи необхідне врахування, в першу чергу, таких основних характеристик як **збудливість нервової системи і швидкість проведення збудження**, а також **сила, рухливість і врівноваженість нервових процесів**. На думку багатьох науковців, за критерії **збудливості центральної нервової системи і швидкості проведення збудження** по ній можна вважати **латентні періоди простої і складної сенсомоторної реакції**.

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 дослідником), обстежуваний повинен максимально швидко зупинити електронний секундомір натисненням кнопки спеціального ключа. Зазвичай, пропонується декілька спроб (не менше 6), кращий і гірший результати відкидаються, а підсумковий розраховується як середнє з тих, що залишилися.

Як зазначалося вище, однією з найважливіших характеристик функціонального стану нервової системи є *сила нервових процесів*. Для реєстрації цього параметру також було запропоновано кілька методик,

але ми зупинимося на найбільш ефективних.

Оригінальним є *теппінг-тест*. Цей метод ґрунтується на реєстрації змін у часі максимального темпу рухів кисті, коли 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 застосовується графічний варіант тесту і звичайний лист паперу ділиться на 6 рівних квадратів, в яких олівцем або ручкою треба поставити максимальну кількість крапок).

Незалежно від виду теппінг-тесту, фіксується кількість натиснень на пристрій або число проставлених в квадратах крапок за кожні 5 секунд роботи (усього 6 вимірювань), на основі чого будується крива працездатності і за її типом визначається сила нервових процесів. Згідно з методикою, виокремлюють такі типи кривих працездатності:

- опуклий тип (сильна нервова система), коли максимальний темп рухів реєструється в перші 10-15 с, потім знижується (в деяких випадках нижче початкового);

- рівний тип (середня сила нервової системи), коли максимальний темп рухів спостерігається впродовж всього періоду обстеження;

- низхідний тип (слаба нервова система), коли максимальний темп рухів послідовно знижується вже з другого 5-секундного відрізка;

- увігнутий тип (середньо-сильна нервова система), коли первинне зниження темпу рухів змінюється його наростанням аж до початкового рівня;

- проміжний тип (середньо-слаба нервова система), коли упродовж перших 10-15 с темп рухів утримується на одному рівні, а потім знижується. Наведений метод дозволяє не тільки визначити силу нервових процесів, але і проводити своєрідне ранжирування при відносно однаковому типі кривих працездатності.

В цілому методика теппінг-тесту має важливе значення в діагностиці функціонального стану ЦНС, виявленні перших ознак розумового і фізичного стомлення, що є важливою основою для корекції відповідних видів навантажень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Циклічні фізичні вправи добре розвивають апарат дихання. Однак такий ефект спостерігається при правильному дозуванні фізичних навантажень. Чималу допомогу в цьому може зробити динамічний самоконтроль за найпростішими функціональними показниками системи зовнішнього дихання: частоти дихання, сили дихальної мускулатури, життєвої ємності легенів.

Частота дихання залежить від віку, стану здоров'я, рівня тренуваності, величини виконуваного фізичного навантаження. Доросла людина робить у хвилину 14-18 дихань. У фізкультурника і спортсмена частота дихання в спокої знижується. Так, у спортсменів вона коливається в межах 10-16 у хвилину. При фізичному навантаженні частота дихання збільшується тим більше, чим вище її потужність, і може досягати 60 і більше в хвилину. Для підрахунку частоти дихання потрібно покласти долоню так, щоб вона захоплювала нижню частину грудної клітини й верхню частину живота, дихати рівномірно.

Життєва ємність легенів [ЖЕЛ] - показник, що відбиває функціональні можливості системи дихання, вимірюється за допомогою спірометра (водного чи сухого). Досліджуваний стоячи робить повний вдих, затискає ніс і, обхопивши губами мундштук приладу, робить рівномірний, максимально глибокий видих, намагаючись триматися при цьому прямо, не сутулячись. Робляться 2-3 виміри, і фіксується найбільший результат з точністю в межах 100 кубічних сантиметрів.

Щоб оцінити отримані дані, величину ЖЕЛ порівнюють з так званою належною величиною ЖЕЛ. Розрахувати її можна за формулою:

ЖЕЛ для чоловіків = $40 \cdot \text{зріст (см)} + 30 \cdot \text{вага (кг)} - 4400$,

ЖЕЛ для жінок = $40 \cdot \text{зріст (см)} + 10 \cdot \text{вага (кг)} - 3800$.

Підвищення фактичної величини ЖЕЛ щодо належної вказує на високий функціональний стан легенів. Зниження ЖЕЛ більш ніж на 15 відсотків може вказувати на патологію легенів.

У здорових нетренованих молодих чоловіків ЖЕЛ звичайно в межах 3,0-4,5 літри, у жінок - 2,5-3,5 літри. З віком ЖЕЛ знижується. Так, наприклад, якщо величина ЖЕЛ в 20-літньої жінки становить 3,5 літри, то в 55-літньої - 2,5 літри.

Величина цього показника залежить також від загального стану здоров'я, тривалості й спрямованості занять фізичними вправами. У бігунів-аматорів, а також у тих, хто займається іншими видами вправ, що розвивають витривалість, величини ЖЕЛ звичайно високі - 5 і більше літрів у чоловіків і близько 4 літрів у жінок. У спортсменів, що тренуються на витривалість, реєструються найбільші величини ЖЕЛ: до

8 і більше літрів у чоловіків, до 5 і більше літрів у жінок.

Після невеликих по навантаженню занять показники ЖЕЛ, потужності форсованого вдиху й видиху можуть залишитися колишніми або змінитися убік підвищення або зниження. Після інтенсивного й стомлюючого навантаження ЖЕЛ може знизитися в середньому на 200-300 мілілітрів, а до вечора відновитися до вихідної величини. Зниження ЖЕЛ більш ніж на 300 мілілітрів спостерігається при дуже великих навантаженнях. Якщо ЖЕЛ не досягає вихідного рівня наступного дня після занять, це може свідчити про надмірність виконаного навантаження.

Життєвий індекс визначається зі співвідношення ЖЕЛ (мл): вага (кг). У нормі для чоловіків він дорівнює 60 мілілітрам на кілограм ваги (для спортсменів - 55-60 мл/кг). Якщо цей показник у чоловіків виявиться менш 60 мілілітрів на кілограм, а, у жінок менш 50 мілілітрів на кілограм, то це може свідчити про недостатність ЖЕЛ або надлишку вагу тіла.

Максимальна вентиляція легенів (МВЛ) означає кількість повітря, що може бути провентильовано легеньми за 1 хвилину. Вона визначається за допомогою газового годинника. Для цього досліджуваний сідає, бере до рота мундштук трубки, що веде до приладу, і протягом 20 секунд якнайглибше й частіше дихає (рис. 24). МВЛ, визначена таким чином, може досягати 200-250 літрів у хвилину. Однак про величину МВЛ прийнято судити за реальним значенням легеневої вентиляції при максимальному навантаженні, яка набагато нижче - звичайно в межах 110-190 літрів за хвилину.

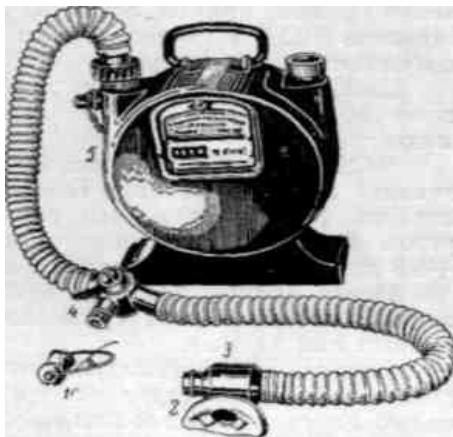


Рис. 24. Прилад для дослідження вентиляції легенів

Належну МВЛ для спортсменів і підготовлених фізкультурників можна розрахувати за формулою: $НМВЛ = ЖЕЛ \cdot 33$.

Особливий інтерес при динамічному контролі за діяльністю системи дихання представляють проби, що дозволяють оцінювати її функціональний стан. Для цієї мети можна рекомендувати пробу із затримкою дихання на вдиху (проба Штанге), видиху (проба Генча), комбіновану - із затримкою дихання (проба Серкіна), проби Розенталя, Шафрановського й Скібінської.

Проба Штанге полягає в наступному: досліджуваний у положенні сидячи робить глибокий вдих і видихнув, знову вдих (приблизно 80% від максимального), закриває рот і одночасно затискає пальцями ніс, затримує дихання (секундомір включається наприкінці вдиху). Здорові нетреновані люди здатні затримувати дихання на 40-55 секунд, фізкультурники - на 60-90 секунд і більше. Чим краще підготовлений фізкультурник, тим довше він може затримувати дихання. При стомленні, перетренованості час затримки дихання знижується.

Проба Генча полягає в затримці дихання після видиху. Якщо вона проводиться слідом за пробою Штанге або іншою подібною пробою, то необхідно відпочити декілька хвилин. Здорові нетреновані люди здатні затримувати дихання 25-30 секунд, а добре підготовлені фізкультурники - 40-60 секунд і довше.

Проба Серкіна складається із трьох фаз. Спочатку визначається час затримки дихання на вдиху в положенні сидячи, потім досліджуваний робить 20 присідань протягом 30 секунд і повторює затримку дихання після чого стоячи відпочиває 1 хвилину й знову повторює затримку дихання на вдиху в положенні сидячи (тобто повторюється перша фаза проби).

Істотне скорочення часу виконання проби вказує на погіршення функції дихання, а також кровообігу й нервової системи. При регулярних і правильно побудованих заняттях фізичними вправами час затримки дихання повинен збільшуватися.

Проби із затримкою дихання мають ряд протипоказань, наприклад - схильність до запаморочень, тому їх потрібно проводити з обережністю.

Проба Розенталя являє собою п'ятикратний вимір життєвої ємності легенів з 15-секундними інтервалами відпочинку. У нормі визначаються однакові й навіть наростаючі значення ЖЕЛ, а зниження показників від виміру до виміру може вказувати на погіршення функціонального стану системи дихання, кровообігу або нервової системи. Таке відзначається, наприклад, при перевтомі, перетренованості, а також у період видужання після хвороби.

У пробі Шафрановського сполучається визначення ЖЕЛ у спокої й після дозованого навантаження. Спочатку визначається ЖЕЛ у стані спокою, потім - після 3-хвилинного бігу на місці в темпі 180 кроків у хвилину. ЖЕЛ вимірюється відразу після бігу, потім через 1, 2 і 3 хвилини відновного періоду. У добре підготовлених фізкультурників величина ЖЕЛ після трихвилинного бігу не змінюється або небагато збільшується.

Індекс Скібинської дозволяє певною мірою оцінити функцію не тільки системи дихання, але й серцево-судинної системи.

Він дорівнює ЖЕЛ (мл) · тривалість затримки дихання (с) : 100 : [частота пульсу, уд/хв].

Результати оцінюють за наступною шкалою: величина індексу менше 5 - дуже погано, 5-10 незадовільно, 10-30 задовільно, 30-60 - добре, більше 60 - дуже добре.

Варто зауважити, що результат у пробах із затримкою дихання в чималому ступені залежить від вольових зусиль людини, а також чутливості його центральної нервової системи до змін напруги вуглекислоти в крові. Інформативність подібних тестів може бути підвищена, якщо фіксувати не тільки час затримки дихання, але й ступінь частішання дихання після виконання проби. У добре підготовлених осіб не повинне частішати дихання, оскільки виниклий кисневий борг у них погашається за рахунок поглиблення, а не частішання дихання.

Закінчуючи характеристику найпростіших показників системи зовнішнього дихання, треба зазначити, що досить об'єктивна оцінка виконаного фізичного навантаження може бути дана лише при обліку комплексу показників.

Методи поглибленого дослідження функціонального стану системи органів дихання

Показники легеневої вентиляції підрозділяються (умовно) на статичні, або анатомічні, величини (легеневі обсяги) і на функціональні величини. Вони залежать від статі, віку, ваги, росту й т.д. Правильна оцінка функціонального стану апарата зовнішнього дихання можлива лише при зіставленні абсолютних показників з так званими належними величинами - відповідними величинами в здоровій людини того ж віку, ваги, статі, росту. Розрізняють легеневі обсяги і ємності (рис. 25).

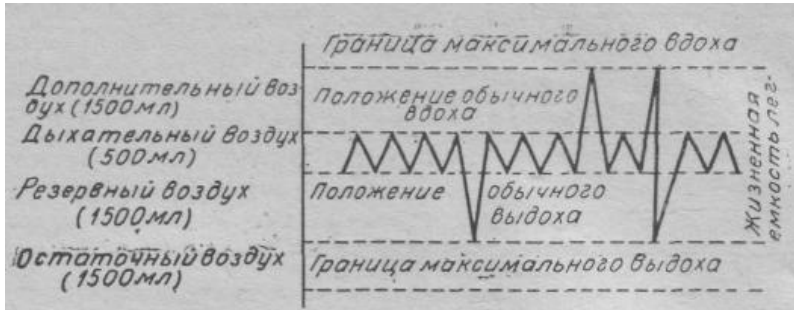


Рис. 25. Схема об'ємного складу повітря в легенях і дихальних шляхах

I. Легеневі обсяги: 1) дихальний обсяг (глибина дихання); 2) резервне повітря; 3) залишковий обсяг (залишкове повітря).

II. Легеневі ємності: 1) життєва ємність легенів (сума дихального обсягу, резервного вдишу й видиху); 2) загальна ємність легенів (сума життєвої ємності легенів і залишкового обсягу); 3) функціональна залишкова ємність (сума залишкового обсягу й резервного обсягу видиху); 4) ємність вдишу (сума дихального й резервного обсягу вдишу).

Спірографія. Функція зовнішнього дихання вивчається за допомогою спірографів апаратами закритого й відкритого типу.

В апаратах закритого типу досліджуваний вдихає повітря з апарата й видихає його туди ж, тобто дихальні шляхи й апарат становлять замкнуту систему. На шляху видихуваного повітря є поглинач вуглекислого газу. На паперовій стрічці, що рухається, реєструється крива запису дихання - спірограма. По ній визначають частоту й глибину дихання, хвилинний обсяг, життєву ємність легенів і фракції, поглинання кисню в одиницю часу, розраховують дихальні показники й основний обмін (рис. 26).

Дослідження можна проводити при диханні як атмосферним повітрям, так і киснем. Необхідною умовою є попереднє ознайомлення досліджуваного з характером дослідження (тренувальне дихання у спірограф). Результати можуть уважатися достовірними в тому випадку, якщо підключення системи не змінює природного характеру дихання. Не рекомендується збільшувати тривалість дихання в систему більше 5-6 хв, тому що збільшення часу дослідження змінює характер дихання.

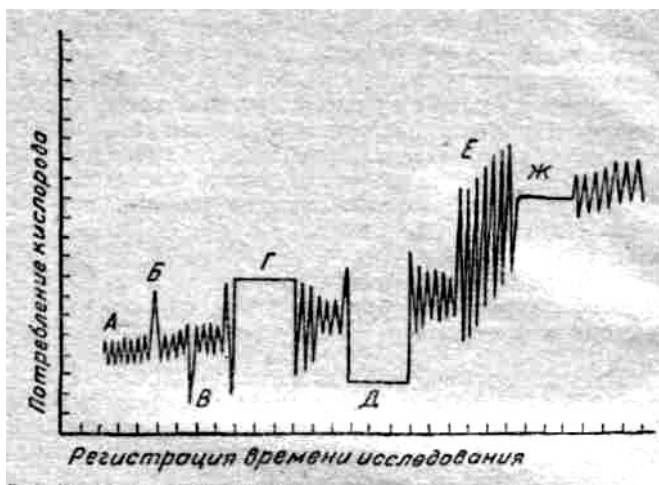


Рис. 26. Схема спірограми

В апаратах відкритого типу досліджуваний вдихає атмосферне повітря ззовні через клапанну коробку. Видихуване повітря надходить у пластмасовий або гумовий мішок ємністю 100-200 л чи газовий лічильник, що безупинно визначає обсяг видихуваного повітря. Підключення до системи проводиться одночасно із включенням секундоміра. Зібране повітря в мішку переміщується механічним шляхом і береться на аналіз. Повітря, що залишилося, пропускають через газові годинники для визначення обсягу видихнутого повітря. Останній, розділений на число хвилин дослідження, приводиться за спеціальними таблицями до нормальних умов (барометричний тиск 760 мм. рт. ст. і температура 0°C). Отримана цифра становить величину хвилинного обсягу дихання.

Аналіз проби видихуваного повітря в газоаналізаторі (апарат Холдена) дозволяє визначити відсоток поглинання кисню й виділення вуглекислого газу. Використовуючи спеціальні таблиці, розраховують утилізацію кисню в легенях, виділення вуглекислого газу, дихальний коефіцієнт, основний обмін.

До систем відкритого типу відносяться й апарати (в т.ч. з комп'ютерним забезпеченням), що дозволяють безупинно реєструвати зміст кисню й вуглекислоти у видихуваному повітрі.

Пневмографія. Це метод дослідження дихальних рухів грудної клітини. Запис дихальної кривої (пневмограми) проводиться за допомогою гумової манжетки, що накладають на груди нижче рівня

сосків і з'єднують із капсулою Маррея й пишучим пристроєм. Одержали також поширення пьезодатчики, що перетворюють механічні рухи грудної клітини в електричні. У цьому випадку пневмограма реєструється за допомогою осцилографа. Метод пневмографії дозволяє визначити частоту й ритм дихання, зміни фаз дихального циклу. В нормі співвідношення вдишу й видиху становить 1:1,2-1:1,5. Рекоменується проводити тривалий запис пневмограми при спокійному стані обстежуваного. Метод пневмографії широко використовується для дослідження дихання під час фізичного навантаження. Він сполучується з електроміографією дихальних м'язів та іншими методами.

Пневмотонометрія. Про силу дихальної мускулатури можна судити за даними пневмотонометрії. Пневмотонометр (рис. 27) дозволяє виміряти тиск, що розвивається в легенях при посиленому вдишу або натужуванні. Для виміру треба спочатку зробити вдих, потім - глибокий видих, взяти в рот мундштук і, імітуючи вдих, підняти якнайвище ртуть у трубці приладу, затримавши її на цьому рівні 2-4 секунди. Так визначають силу вдишу. У чоловіків, які не займаються спортом, вона становить у більшості випадків 50-80 міліметрів ртутного стовпа, у спортсменів - 60-120 і більше. Сила вдишу у жінок, що не займаються спортом, - 40-70 міліметрів ртутного стовпа, у спортсменок - у межах 50-90 і більше.

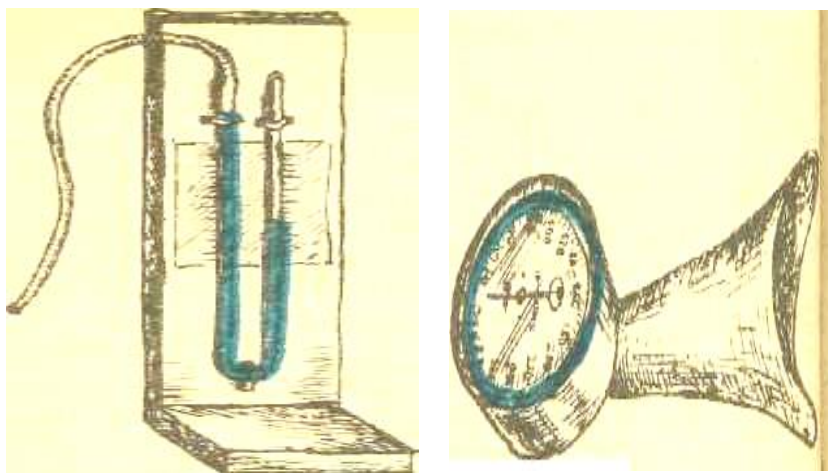


Рис. 27. Пневмотонометри: а - ртутний; б - мембранний

Для визначення сили видиху роблять глибокий вдих, потім - максимальний видих у трубку манометра. Величина зниження рівня ртуті в трубці визначає силу видиху, що значно більше, ніж сила вдиху. Так, у здорових нетренованих молодих чоловіків сила видиху найчастіше становить 80-120 міліметрів ртутного стовпа, у спортсменів - 100-240 і більше. У жінок, що не займаються спортом, сила видиху звичайно 60-90 міліметрів ртутного стовпа, у спортсменок - 80-150 і більше.

Серед фізкультурників найбільші величини сили видиху в тих, хто займається з штангою, гирями, тобто адаптований до напруження.

За допомогою пневмотахометра Вотчала (рис. 28) можна виміряти потужність форсованого вдиху й видиху. Оцінюється співвідношення потужності вдиху до потужності видиху, що у більшості здорових людей близько до одиниці, а у фізкультурників і спортсменів перебуває в межах 1,0-1,3 літри в секунду. Можливі інші співвідношення цих параметрів. Так, наприклад, у плавців видих може бути сильніше вдиху, що пояснюється специфікою їхнього тренування. Збільшення потужності вдиху відносно видиху свідчить про те, що поглиблення дихання у фізкультурника відбувається за рахунок використання резервного обсягу вдиху. При регулярних заняттях потужність форсованого вдиху й видиху може істотно збільшитися.

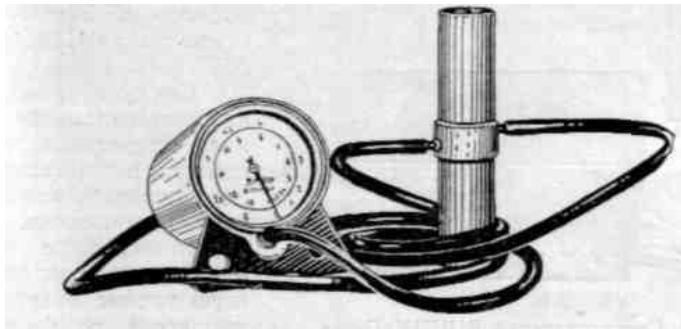


Рис. 28. Пневмотахометр

Заняття фізкультурою сприяють збільшенню сили м'язів, завдяки яким відбуваються дихальні рухи (міжреберні м'язи, діафрагма й ін.), у результаті забезпечується краща вентиляція легенів під час навантаження. У добре підготовленого фізкультурника вона здійснюється найбільш раціональним шляхом - за рахунок збільшення як дихального обсягу, так і частоти дихання, причому при сильному

вкороченні тривалості дихального циклу.

Електроміографія дихальних м'язів дозволяє провести оцінку їх біоелектричної активності як при спокійному диханні (рис. 23), так і при форсованому, в т.ч. при фізичних навантаженнях. При спокійному диханні низька амплітуда токів дії є позитивним показником, оскільки свідчить про економізацію дихання і відсутність дихальної недостатності. При форсованому диханні вона повинна бути якомога більше, що відображає підвищені функціональні можливості дихальних м'язів, які мобілізуються у разі потреби.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Навіть такий простий функціональний показник як *частота пульсу* дає важливу інформацію про діяльність серцево-судинної системи. У нормі в дорослої нетренованої людини частота серцевих скорочень (ЧСС) коливається в межах 60-89 ударів у хвилину. У положенні лежачи пульс у середньому на 10 ударів менше, чим стоячи. У жінок пульс частіше на 7-10 ударів у хвилину, чим у чоловіків того ж віку. У дітей частота пульсу значно більше, ніж у дорослих, так, у немовлят - у середньому 140 ударів у хвилину, у дітей до року - 120, у віці 2 роки - 110, 5 років - 100 ударів у хвилину. З віком ЧСС у них знижується.

Пульс вимірюють завжди в тому самому положенні (лежачи, сидючи або стоячи). Наприклад, відразу після сну пульс вимірюють у положенні лежачи, перед тренуванням і після нього - сидючи. Справа в тому, що серцево-судинна система дуже чутлива до різних впливів (емоційних, фізичних навантажень й ін.). Відразу після пробудження в горизонтальному положенні пульс реєструється при умовах основного обміну, а потім він може підвищуватися під впливом емоцій і фізичного навантаження.

Пульс менше 60 ударів у хвилину (*брадикардія*) досить часто реєструється в спортсменів, що тренуються на витривалість (лижників-гонщиків, марафонців, бігунів на довгі дистанції, велосипедистів-шосейників і др). Приміром, у лижників-гонщиків високої кваліфікації частота пульсу в стані спокою становить звичайно 40-50 ударів у хвилину, так проявляється економізація роботи серця. При регулярному тренуванні на витривалість уже через 3-4 місяці можна відзначити зменшення частоти пульсу звичайно на 3 удари в хвилину. Але слід враховувати, що частота пульсу менше 40 у хвилину може бути наслідком патологічних змін у серці. У цьому випадку необхідно кардіологічне обстеження.

Виявлена в умовах спокою *тахікардія* (пульс вище 90 уд/хв) звичайно вказує на патологію серця або порушення його нейрогуморальної регуляції.

Підрахувати пульс можна на сонній, скроневій і іншій артеріях, доступних для промацування пальцями. Найчастіше пульс визначають на променевій артерії у підшви великого пальця, для чого другий, третій і четвертий пальці накладають трохи вище променевозап'ястного суглоба. Намацавши артерію, треба притиснути її до кістки. Після дуже інтенсивного навантаження, що супроводжується частішанням пульсу до 170 ударів у хвилину й вище, надійніше підраховувати ЧСС,

поклавши руку на область верхівкового поштовху серця. На сонній артерії це роблять короткочасно, оскільки можливі порушення мозкового кровообігу.

Під час фізкультурних занять звичайно підраховують пульс за 10 секунд під час періодичних зупинок. Помилка при такому підрахунку становить до 6 ударів у хвилину. Більш точні результати можна одержати, реєструючи час, витрачений на 10 ударів пульсу. Методика такого підрахунку наступна: у момент пульсового удару включається секундомір і рахунок ведеться з наступного удару. Фіксується час 10 серцевих скорочень.

Для оцінки частоти пульсу також використовують *пульсотохметри і ритмокардіосигналізатори*.

Про відповідність застосовуваного навантаження функціональному стану можна судити по дослідженню пульсу перед початком чергового заняття. Це допомагає виявити залишкове стомлення від попереднього заняття й готовність організму до чергового, починати яке треба в бадьорому, діяльному стані. Щоб перевірити відновлення пульсу, до початку заняття треба відпочити сидючи 3-5 хвилин і порахувати пульс за 1 хвилину. Якщо перед кожним заняттям визначається приблизно однакова величина пульсу, це свідчить про відновлення його до початку чергового заняття. Величину пульсу менше 60 ударів за хвилину оцінюють як відмінну, 60-74 - гарну, 74-89 - задовільну й більше 90 ударів у хвилину - як незадовільну.

Ступінь збільшення пульсу залежить від багатьох факторів, основні з них обсяг і інтенсивність фізичного навантаження. Однак ці фактори будуть різні на кожному занятті, і було б помилкою намагатися визначити, нехай навіть орієнтовно, норми зрушень пульсу після заняття, за якими можна було б судити про функціональний стан організму. Тут можна лише відзначити, що коли частота пульсу під час заняття буде коливатися в межах 100-130 ударів у хвилину, це свідчить про невелику інтенсивність навантаження. Пульс 130-150 ударів характеризує роботу середньої інтенсивності, частота пульсу 150-170 ударів свідчить про високе навантаження, частішання пульсу до 170-200 ударів у хвилину буває при граничному навантаженні.

Варто підкреслити, що з віком знижується здатність водія серцевого ритму (синусового вузла) генерувати високу частоту імпульсів збудження, тому після 25 років звичайно спостерігається зниження ЧСС при виконанні роботи максимальної потужності.

Артеріальний тиск (АТ) – це важливий показник функціонування серцево-судинної системи, який вимірюється сфігмоманометром (рис. 29). Такі прилади є і в електронному варіанті.

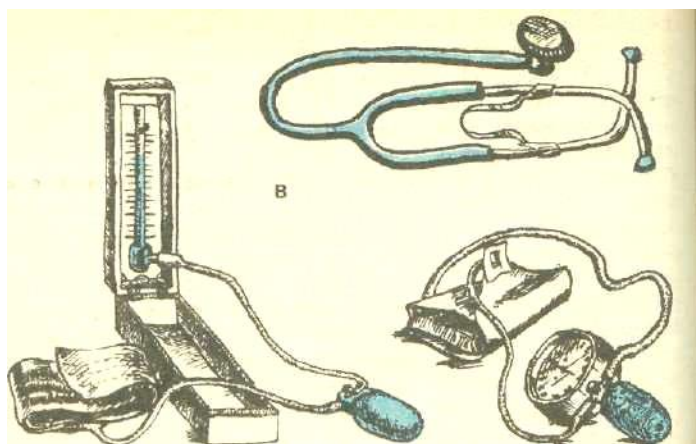


Рис. 29. Сфігмоманометри: а - ртутний; б - мембранний; в - фонендоскоп

Самоконтроль за АТ особливо необхідний тим, у кого він підвищений або піднімається іноді. Треба зазначити, що тиск може тимчасово підвищуватись в пацієнтів у кабінеті лікаря у зв'язку з емоційною напругою. Щоб цей факт не прийняти за показник захворювання, рекомендується визначати рівень АТ в домашніх умовах. Це зручно й для порівняння з показниками під час тренувань, щоб правильно оцінити реакцію серцево-судинної системи на навантаження. Своєчасна корекція дозволяє попередити небажані реакції й домогтися більшого оздоровчого ефекту від занять.

Процедура виміру АТ полягає в наступному. На плече вище ліктьового згину на 3-4 сантиметри накладається гумова манжетка й закріплюється. Потім за допомогою гумової груші в неї накачується повітря. При цьому на променевій артерії (в області зап'ястя) контролюється пульс, після його зникнення тиск у манжетці треба підвищити ще на 20-30 міліметрів ртутного стовпа. Потім на ліктьову артерію (в області ліктьового згину, ближче до внутрішнього краю його) устанавлюється фонендоскоп, щоб чути поштовхи пульсу. При випусканні повітря з манжетки в ній повільно знижується тиск, і в той момент, коли кров розкриє усе ще стиснену манжеткою плечову артерію, появляється перший пульсовий тон. Помічають при цьому рівень тиску по шкалі сфігмоманометра, це буде величина максимального, систолічного АТ. Продовжують поступово знижувати тиск у манжетці доти, поки не зникнуть пульсові тони. Знову помічають

рівень тиску, це буде мінімальний, діастолічний АТ.

Найбільш точні показання дають ртутні сфигмоманометри Рива - Роччі, однак більше використовуються мембранні тонометри. Вони компактні, зручні в обігу й досить точні, як і електронні напівавтоматичні та автоматичні токометри.

При вимірі АТ орієнтуються тільки на звукові тони, виникнення ж видимих оком коливань ртутного стовпчика не можна приймати за момент відліку систолічного АТ. Показники реєструються з точністю до 2 міліметрів ртутного стовпа (округляти значення не треба).

Рівень АТ може помітно коливатися протягом коротких інтервалів часу, тому перш ніж вимірювати тиск, потрібно дотримати ряд вимог. Обстановка повинна бути спокійна, бажано відпочити протягом 5 хвилин. При використанні ртутного сфигмоманометра розташовують його так, щоб нуль манометра й плеча з накладеною манжеткою були на одному рівні. Вимірюють тиск до прийому їжі 2-3 рази з інтервалами не менш хвилини. Перший вимір вважається випадковим, а наступні показники звичайно трохи нижче. Обирають найменшу величину АТ. Іноді при зниженні тиску в манжетці до нуля чутні удари. Таке явище може бути обумовлено зниженням судинного тону.

Тиск потрібно вимірювати на обох руках і судити про величину АТ по тиску на тій руці, де зафіксовані більш високі значення.

На величині показників АТ може позначитися обсяг передпліччя. Так, замічено, що величини АТ, обмірювані прямим (коли датчик уводиться безпосередньо в артерію) і непрямим методами, збігаються при окружності плеча 27-30 сантиметрів, при більшій окружності плеча слуховий метод дає завищені цифри, при меншій - занижені. Величина АТ може залежати також від ступеня притиснення манжети до плеча, а також від розмірів її (слід використовувати манжетку стандартного розміру). Погрішність при вимірі тиску слуховим методом становить у середньому ± 8 міліметрів ртутного стовпа.

Артеріальний тиск реєструють і за допомогою інструментальних методів (рис. 31).

Іноді можна почути домисел, що АТ можна виміряти за допомогою лінійки й підвішеного на нитці кільця (причому обов'язково золотого). Це невірно, і покладатися на такий вимір при гіпертонічних станах іноді може бути небезпечно.

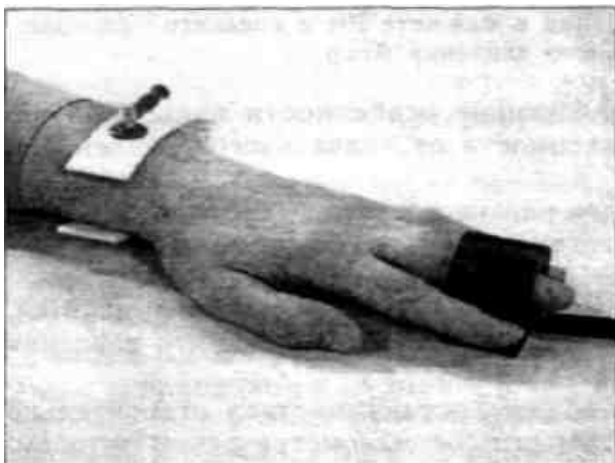


Рис. 30. Пальцева фотоманжета від електронного тахоосцилографа для безперервного виміру артеріального тиску

Норму АТ визначити непросто, тому що не можна вірогідно розмежувати фізіологічні й патологічні величини АТ. Тому у вчених немає єдиної думки про діапазон норми артеріального тиску для осіб різного віку. Тут пошлемося лише на рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я, згідно яким виділяється прикордонна артеріальна гіпертензія (АТ в дорослих у діапазоні 140/90-159/94 мм рт. ст.) і гіпертонічна хвороба (АТ вище 159/94 мм рт. ст.).

Для виявлення функціонального стану організму спортсменів та визначення їхньої фізичної робото спроможності в останні роки все частіше застосовується складна апаратура, що представляє собою комплекс приладів, які одночасно реєструють функцію серцево-судинної (ЕКГ), дихальної (спірографія), нервової (електроенцефалографія), м'язової (міографія) і інших систем у процесі велоергометричного навантаження при паралельному записі насичення крові киснем (оксигемографія) і проведенні газоаналізу.

Останнім часом функцію окремих органів і систем реєструють по каналах радіотелезапису й у процесі виконання спортсменом спеціального фізичного навантаження при заняттях різними видами спорту (легка атлетика, велоспорт, лижі, ковзани, спортивні ігри, веслування й ін.), а також при фізичній реабілітації.

Такі дослідження дозволяють точніше визначати функціональний стан організму й диференційовану реакцію різних його систем на

характер фізичного навантаження.

Електрокардіографія - метод дослідження серця, що дозволяє судити про електричну активність міокарда (автоматизм, збудливість і провідність). Біопотенціали реєструються за допомогою електрокардіографа. З метою стандартизації запису електрокардіограми (ЕКГ) установлюють такий ступінь чутливості апарата, при якому напрузі на вході, рівній 1 мВ, відповідає відхилення променя або пера, рівне 10 мм. Контрольний мілівольт необхідно реєструвати перед і після кожного запису електрокардіограми. Нормальна електрокардіограма складається із зубців (P, Q, R, S, T, U), інтервалів (P-Q, S-T, Q-T) і передсердного (P) і шлуночкового (QRST) комплексів (рис. 31, 32).

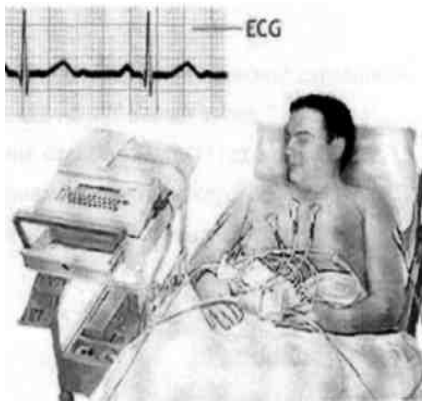


Рис. 31. Електрокардіографія



Рис. 32. Схема електрокардіограми

Метод електрокардіографії дозволяє вивчити функції автоматизму, збудливості й провідності серцевого м'яза. Електрокардіограма в кожному віковому періоді має свої специфічні особливості. Наприклад, у здорових дітей часто спостерігаються синусова аритмія (частіше дихальна), укорочення тривалості зубців і інтервалів, зміна величини окремих зубців. Певні особливості ЕКГ також можуть виникати у зв'язку із систематичними заняттями фізичною культурою й спортом. Під впливом м'язової роботи на електрокардіограмі можуть мати місце зрушення як фізіологічні, так і патологічні.

Вивчення електрокардіограми при різних функціональних порушеннях показало, що зміни її неспецифічні. Вони відбивають результати розладів з боку вегетативної нервової системи, можуть бути

наслідком анатомічного ушкодження міокарда, порушення обміну речовин і т.д.

Фонокардіографія (ФКГ) - метод графічної реєстрації тонів і шумів серця. Запис фонокардіограми здійснюється за допомогою спеціального апарата фонокардіографа, що складається з мікрофона, підсилювача, системи частотних фільтрів і пристрою, що реєструє. Для реєстрації ФКГ мікрофон, що перетворює звукові й механічні коливання в електричні, установлюють послідовно на верхівці серця, проекції митрального клапана, легеневої артерії, аорті й мечоподібному відростку. Електрична фільтрація різних смуг звукового діапазону дозволяє виділити необхідні для діагностики коливання й «погасити» сторонні звуки. Метод фонокардіографії уточнює й доповнює дані аускультатії серця: частотний склад, тривалість і положення в часі кожного з компонентів серцевого звуку в циклі серцевої діяльності, тривалість тонів, їхню форму, амплітуду й розщеплення, наявність «додаткових тонів», визначення шумів серця та їх характеру.

Фонокардіографія надає допомогу в діагностиці функціонального стану серця, його клапанного апарата. Фонокардіографія допомагає в диференціації органічних і неорганічних змін серця. Визначення форми шуму допомагає встановити його генез і вирішити питання про провідний характер у різних точках серця. Практичний інтерес у плані оцінки скорочувальної функції серця, стану клапанного апарата представляє вивчення фонокардіограми в динаміці. Під впливом фізичної роботи на фонокардіограмі відбуваються зміни, що свідчать про посилення або ослаблення серцевої діяльності.

Зіставлення і аналіз даних фонокардіографії з іншими даними клінічного обстеження допомагає з'ясуванню причини патологічних змін звуків серця, більш ранньому й точному діагнозу.

Сфігмографія - метод дослідження судинної системи, заснований на графічній реєстрації коливань артеріальної стінки. Механічні коливання стінки артерій за допомогою спеціальних датчиків перетворюються в електричні. Останні реєструються на сфігмографі або будь-якому електрокардіографі.

Сфігмограма - крива, що відображає механічні коливання артеріальної стінки. Розрізняють центральні й периферичні сфігмограми. До центральних відносяться сфігмограми сонних, підключичних артерій і дуги аорти, до периферичних - стегенової, променевої й ліктьової артерій, а також об'ємні сфігмограми верхніх і нижніх кінцівок.

Метод сфігмографії має велике значення для вивчення функціонального стану артеріальних судин. Швидкість поширення

пульсової хвилі залежить від величини артеріального тиску (головним чином мінімального), в'язкості крові, стану навколишніх тканин, тонічної напруги гладкої мускулатури стінок артерій. Зі збільшенням артеріального тиску, в'язкості крові, тонічної напруги мускулатури стінок артерій швидкість поширення пульсової хвилі збільшується. При аналізі сфівмограми звертають увагу на форму пульсових кривих, їхню амплітуду, крутість підйому, спуска кривих, виразність інцизури, дикротичної хвилі. Мінливість форми сфівмограм залежить від сили серцевих скорочень, обсягу крові, що викидається серцем, тону судинних стінок. Під впливом м'язової роботи швидкість поширення пульсової хвилі збільшується.

Полікардіографія - метод дослідження діяльності серця шляхом синхронної реєстрації електрокардіограми, фонокардіограми й сфівмограми сонної артерії з метою вивчення фазової структури серцевого циклу.

Фазовий аналіз серцевого циклу дозволяє проводити об'єктивну кількісну оцінку функціонального стану міокарда. Оцінка здійснюється зіставленням фактичної тривалості фаз із стандартами або «належними» для даних умов величинами. Істотні відхилення в тривалості тої або іншої фази серцевого циклу можуть розцінюватися як зміна функціонального стану міокарда (ослаблення й посилення скорочувальної здатності серця).

При виконанні м'язової роботи в здорових людей відбувається скорочення більшості фаз серцевого циклу, зростання внутрішньосистолічного показника, швидкості підвищення внутрішньоплуночкового тиску й спорожнювання плуночків серця (фазовий синдром гіпердинаміки міокарда).

При неадекватних реакціях на фізичне навантаження має місце збільшення фаз перетворення, ізометричного скорочення й укорочення часу вигнання.

Визначення швидкості кровотоку. Швидкість кровотоку час, необхідний для проходження кров'ю певного шляху в серцево-судинній системі. Найбільш зручним і фізіологічним є оксигометричний метод. Він дозволяє визначити час руху крові на ділянці легенів. Для цих цілей використовують оксигемограф або оксигометр (рис. 33, 34, 35).

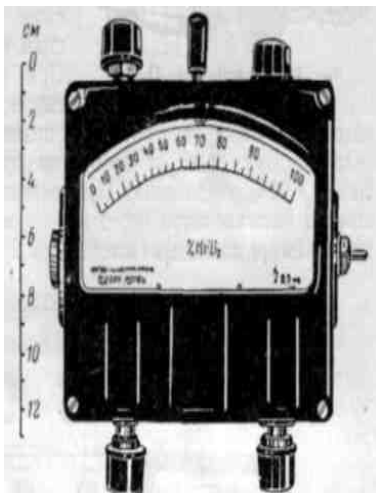


Рис. 33. Портативний напівпровідниковий оксигеометр

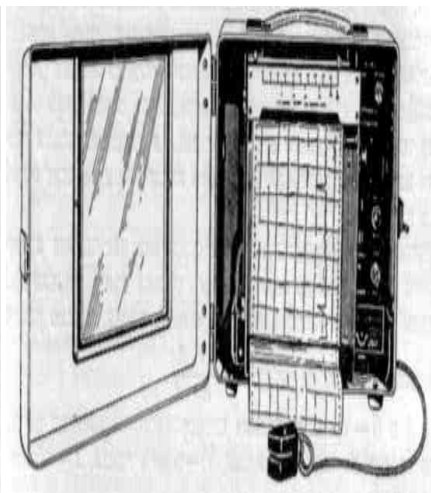


Рис. 34. Оксигеомограф

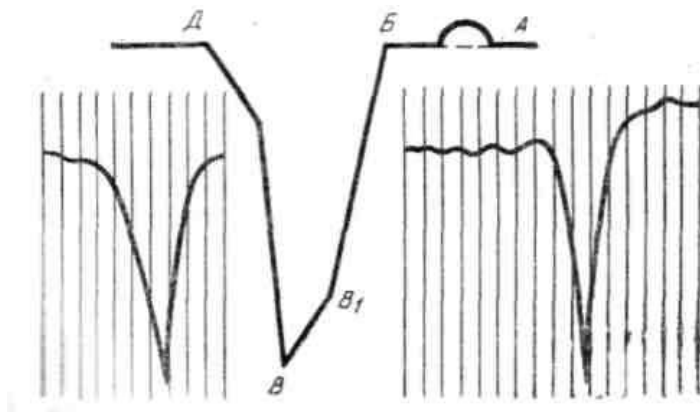


Рис. 35. Схема оксигеограми

Випробуваному пропонують зробити три глибоких вдихи й видихи, а потім затримати дихання. Через кілька секунд насичення артеріальної крові киснем знижується. Після першого вдиху по закінченні затримки дихання воно якийсь час ще продовжує знижуватися, а потім швидко

відновлюється до вихідного рівня.

Час від початку першого вдиху до початку підйому насичення крові киснем є мірою швидкості кровотока на ділянці легені - вухо, його можна виміряти за допомогою секундоміра або розрахувати за оксигемограмою. Дослідження проводять тричі з інтервалами часу для відпочинку не менш 5 хв.

Під впливом дозованої м'язової роботи швидкість кровотока збільшується.

Осцилографія - графічна реєстрація величини й форми осциляції артеріальної стінки під впливом мінливого тиску в манжеті. Запис осцилограми здійснюється на осцилографі, що складається з манжетки, марєєвської капсули, ртутного манометра й пишучого пристрою. На осцилограмі реєструються хвилі коливань артерії, по яких можна відзначити систолічний, діастолічний й середній тиск, а також розрахувати осциляторний індекс. На осцилограмі осциляторному індексу відповідає сама більша осциляція, вимірювана в міліметрах.

Метод артеріальної осцилографії дозволяє реєструвати рівень артеріального тиску (максимального, мінімального й середнього) і судити про ступінь еластичності судин. Перевага осцилографії й осцилометрії в порівнянні зі звичайним виміром артеріального тиску - це можливість визначення величини середнього тиску.

Зміна середнього тиску свідчить про неадекватну реакцію серцево-судинної системи: збільшення осцилометричного індексу є показником зниженого тону артеріальної стінки, зменшення - підвищеного.

Систолічний (ударний) і хвилинний обсяг серця - кількість крові, що викидається лівим шлуночком за час одного скорочення серця або за хвилину. У нормі хвилинний і систолічний обсяг лівого й правого шлуночків однаковий. Методи визначення хвилинного обсягу - газоаналітичні, фізичні й непрямі.

Хвилинний обсяг крові серця можна розрахувати шляхом множення пульсового тиску чи ударного обсягу на число серцевих скорочень (ЧСС) у хвилину.

Розрахунок систолічного (ударного) обсягу (VO) за формулою Старра:

$$VO = 100 + 0,5PT - 0,6 DT - 0,6B,$$

де PT - пульсовий тиск, DT - діастолічний тиск мм рт.ст., B - вік досліджуваного, роки.

Всі розрахункові методи визначення систолічного або ударного обсягу крові (у тому числі й по формулі Старра) викликають ряд заперечень через неточність і недостатню відтворюваність. Але при

відсутності інших, більш точних методів визначення систолічного й хвилинного обсягів крові, можна скористатися й розрахунковим (особливо при проведенні спостережень у динаміці).

Величина хвилинного й систолічного обсягу серця залежить від кількості циркулюючої крові, швидкості кровотока, частоти й сили серцевих скорочень, рівня основного обміну. При фізичному навантаженні систолічний і хвилинний обсяг крові збільшується, при недостатності кровообігу (прихованої або явної) - зменшується.

Для комплексної оцінки стану кардіо-респіраторної системи застосовують спіроартеріокардіоритмографію (рис. 36).

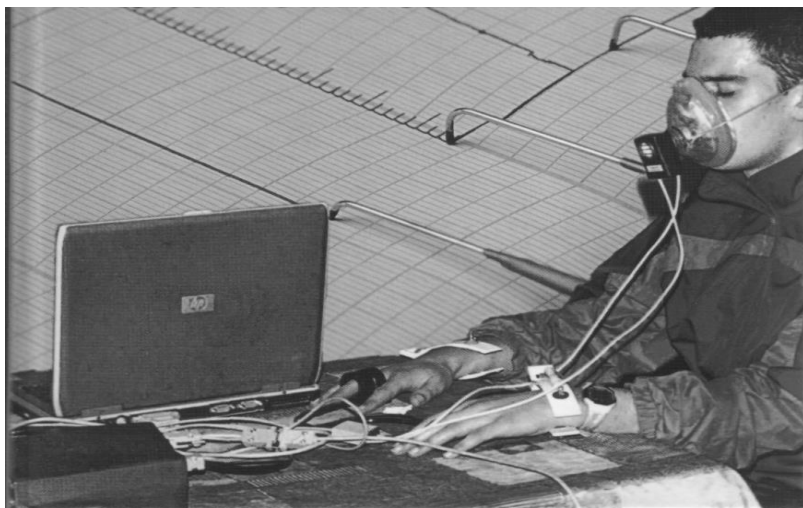


Рис. 36. Спіроартеріокардіоритмографія

НАВАНТАЖУВАЛЬНІ ТЕСТИ В ДІАГНОСТИЦІ ТА ОЦІНЦІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ

Оцінка функціонального стану, фізичної роботоспроможності, енергетичного потенціалу організму неможлива без широкого застосування навантажувальних тестів. Вони мають суттєве значення при фізичній реабілітації.

Завдання навантажувального тестування:

1. Оцінка функціонального стану й резервів серцево-судинної й дихальної систем.

2. Виявлення прихованих форм серцевої недостатності, а також прогнозування плину цих захворювань та їх диференціальна діагностика.

3. Розробка і уточнення призначених рухових режимів та реабілітаційних програм, визначення їх адекватності фізичному стану.

4. Оцінка ефективності курсу фізичної реабілітації.

5. Визначення загальної фізичної роботоспроможності та толерантності до фізичних навантажень, а також придатності до фізичної праці різної тяжкості або певних видів спортивного удосконалення і оздоровчої фізичної культури.

Для вирішення поставлених завдань застосовуються безліч різних тестів, які можуть бути розділені на дві групи: тести на відновлення й тести на зусилля.

Підготовка й проведення навантажувальних тестів

Проведення навантажувальних тестів вимагає підготовки персоналу, певних умов і встаткування. Температурний режим приміщення у межах 18-20 градусів, яке повинне бути добре провітрено. Дослідження необхідно починати не раніше, ніж через 1,5-2 години після прийому їжі. У день тестування необхідно виключити надмірні фізичні навантаження. Одяг повинен бути максимально легким. Не можна забувати, що занепокоєння й негативні емоції призводять до тахікардії, спотворюють результати тестування. Перед початком тесту необхідно заповнити карту, у якій відбиваються короткі дані анамнезу й об'єктивні показники, необхідні для планування навантаження й заходів безпеки. Перед початком теста проводять антропометричні виміри.

При проведенні поглиблених досліджень додатково необхідні встаткування й умови для визначення дихальних обсягів і величини споживання кисню, визначення кількості молочної кислоти в крові.

Протипоказаннями до проведення тестів, зокрема, є: явна серцева недостатність, гострий перебіг захворювання, підвищення температури

тіла.

У випадку перевищення вікових меж ЧСС, фізичний тест повинен бути припинений. Крім перевищення вікових меж ЧСС, тест повинен бути припинений у випадках: приступ стенокардії навіть при відсутності змін ЕКГ; велика утом, тенденція до непритомності, запаморочення, ціаноз або блідість, похолодання й вологість шкіри, сильна задишка або почуття ядухи; значне підвищення АТ, зниження АТ більш ніж на 25 %, відмова від продовження дослідження, а також електрокардіографічні ознаки порогу навантаження.

Функціональні проби

Функціональні проби поділяють на одномоментні, тобто з одним навантаженням, дво- і тримоментні (2 і 3 навантаження). За принципом активності їх поділяють на проби з дозованим, тобто стандартним, навантаженням (субмаксимальні тести) і проби з максимальним навантаженням (максимальні тести). Останні можна використовувати лише для осіб, які звикли до значних фізичних напружень. Звичайно оцінку результатів проб з фізичними навантаженнями проводять, реєструючи частоту пульсу (цей показник добре відображає зміни функціонального стану організму), рідше - артеріальний тиск. Для більш повного уявлення про функціональний стан організму ці показники доповнюють реєстрацією електрокардіограми, фонокардіограми, вимірами легеневої вентиляції та газообміну тощо.

Проби з фізичним навантаженням на відновлення

Під час фізичної реабілітації масових профілактичних оглядів, етапного лікарського контролю фізкультурників і спортсменів масових розрядів застосовують *проби з помірним фізичним навантаженням* (20 присідань чи 60 підскоків за 30 с, біг на місці підтюпцем протягом 3 хв у темпі 180 кроків за 1 хв тощо). Критеріями оцінки таких проб найчастіше є збудливість пульсу, який підраховують у 10-секундні інтервали, та характер реакції артеріального тиску на навантаження. Порівняно з початковим у здорових осіб пульс стає частішим на 60-80 %, відновлення протягом 3 хв. Реакція артеріального тиску на навантаження виявляється одним із 5 можливих типів. Ці зміни дозволяють визначити тип реакції серцево-судинної системи на функціональну пробу: нормотонічний, гіпотонічний, гіпертонічний, дистонічний, східчастий (рис. 37). Усі типи, крім нормотонічного, потребують корекції тренувального фізичного навантаження.

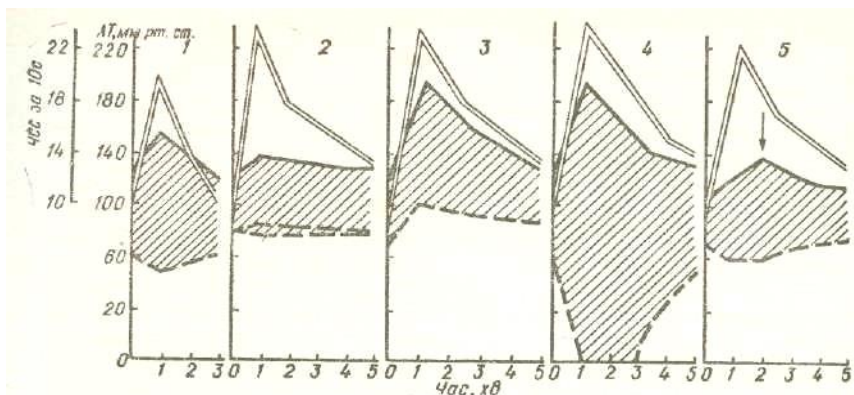


Рис. 37. Типи реакції серцево-судинної системи на помірне фізичне навантаження: 1 – нормотонічний, 2 – гіпотонічний, 3 – гіпертонічний, 4 – дістонічний, 5 – східчастий

У спортсменів високих розрядів для оцінки ефективності фізичної реабілітації можна застосовувати *комбіновану пробу Летунова*. Для цього до навантаження у досліджуваного в положенні сидячи кожні 10 с визначають частоту пульсу (рахують до трикратного повторення) і артеріальний тиск. Потім він виконує 20 присідань за 30 с, викидаючи руки вперед. Після навантаження досліджуваний сідає і протягом перших 10 с нього визначають частоту пульсу, а в проміжку між 15-ю та 40-ю секундами вимірюють артеріальний тиск. Далі знову визначають частоту пульсу і після повернення її до початкової (дворазове повторення), але не раніше ніж через 2 хв після навантаження, ще раз вимірюють артеріальний тиск. Потім досліджуваний виконує 2-гу частину проби - біг на місці протягом 15 с у максимальному швидкому темпі з високим підніманням стегна та енергійною роботою рук. Після цього досліджуваний відпочиває 4 хв і при цьому в перші та останні 10 с кожної хвилини у нього визначають частоту пульсу, а з 15-ї секунди вимірюють артеріальний тиск. Далі досліджуваний виконує 3-тю частину проби - біг на місці підтюпцем протягом 3 хв у темпі 180 кроків за 1 хв. Після закінчення бігу в положенні сидячи визначають частоту пульсу та вимірюють артеріальний тиск протягом 5 хв в описаній вище послідовності.

Результати такої комбінованої проби оцінюють, як і одномоментних, визначаючи тип реакції. Якщо після всіх навантажень пульс значно прискорюється, а максимальний тиск трохи підвищується чи знижується від одного навантаження до другого, то це свідчить про

знижену функціональну здатність серцево-судинної системи.

Нині застосовують також *пробу Руф'є*, під час проведення якої підраховують тільки частоту пульсу. Проводячи пробу, у досліджуваного, який перебуває в положенні лежачи на спині протягом 5 хв, визначають число пульсацій за 15 с (P_1). Потім протягом 45 с досліджуваний виконує 30 присідань за 45 с. Після цього він лягає і у нього знову підраховують пульс за перші 15 с (P_2), а потім - за останні 15 с 1-ї хвилини періоду відновлення (P_3).

Індекс Руф'є $[4 (P_1 + P_2 + P_3) - 200] : 10$.

Оцінку функціональних резервів серця проводять за такими критеріями отриманих знань індексу:

Атлетичне серце – індекс менше 0,1; дуже добре – 0,1-5,0; добре – 5,1-10,0; серцева недостатність – індекс більше 10.

Тести з фізичним навантаженням на зусилля

Звичайно такі тести проводять для визначення загальної фізичної робото спроможності чи толерантності до фізичного навантаження. Використовують велоергометр чи тредміл (з пристроєм для бігу), ергометр човникового типу (з пристроєм для греблі), степергометр (з пристроєм для сходження), рідше тредбан (з пристроєм для обертання типу колеса). Але велоергометр є найбільш зручним приладом для проведення функціональних навантажувальних тестів (рис. 38, 39).



Рис. 38. Співовелоергометрія

Велоергометрія (ВЕМ) - це метод оцінки функціонального резерву й стану серцево-судинної системи при виконанні дозованого фізичного навантаження.

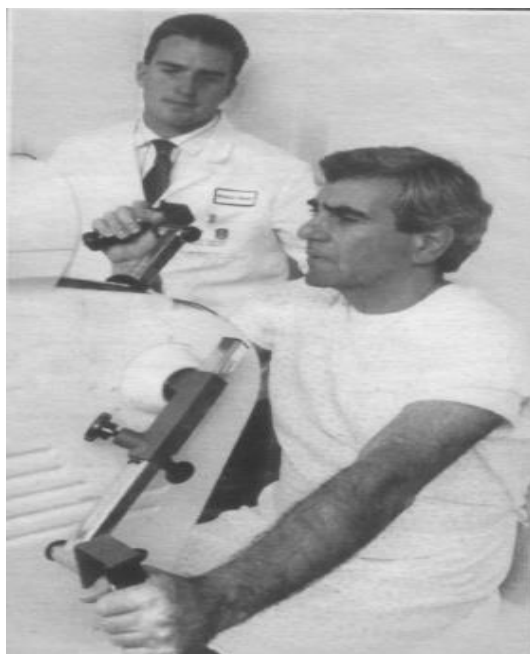


Рис. 39. Велоергометр з ручним проводом

Велоергометр дозволяє строго дозувати фізичне навантаження й оцінювати величину виконаної зовнішньої роботи у ваттах (Вт). Для проведення проби на додаток до велоергометру використовується многоканальний електрокардіограф. Також необхідні сфігмоманометр для виміру рівня АТ й фонендоскоп. Кабінет, де проводиться дослідження, повинен бути оснащений набором засобів для надання невідкладної медичної допомоги. Велоергометричну пробу проводять звичайно в першій половині дня натще або через 2-3 години після їжі.

Велоергометрична проба *протипоказана* 3-6 місяців після інфаркту міокарда й передінфарктному стані, серцевій недостатності, гострому тромбофлебіті, запальних захворюваннях серця, пороках серця, вираженій дихальній недостатності, артеріальній гіпертензії (АТ вище 220/110 мм рт. ст.), важких порушеннях ритму й провідності, нестабільній стенокардії, а також при несприятливих станах в анамнезі, високому ступені короткозорості або далекозорості, лихоманці.

Відносними протипоказаннями до проведення проби є зміни на ЕКГ у спокої з підозрою на ішемію міокарда, початкова артеріальна

гіпертензія (АТ вище 160/90 мм рт. ст.), тахікардія неясного генеза (ЧСС вище 100 уд./хв) та такі захворювання, як цукровий діабет, анемія, бронхіальна астма фізичної напруги та ін.

У теперішній час більшість велоергометричних систем комп'ютеризовано. При проведенні дослідження обов'язковим є вимір ЧСС та АТ. ЕКГ звичайно реєструють в 12 загальноприйнятих відведеннях.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ, первинне навантаження для здорових чоловіків становить 50 Вт, для жінок 25 Вт з подальшим послідовним збільшенням на 25-50 Вт. Разом з тим, збільшення потужності навантаження може проводитися залежно від рівня аеробної здатності, відповідно 20, 35, 50, 75 і 100%. Але частіше це 0,5, 1, 1,5, 2 Вт/кг і т.д., або 1, 2, 3, 4, 5 Вт/кг маси тіла і т.д., що має переваги з практичної точки зору.

Якщо для навантаження використовують степергометрію, розрахунок його потужності (N) проводять за формулою: $N = m \cdot h \cdot n \cdot 1,33$, де m – маса тіла (кг), h – висота сходинки (м), n – число підйомів за хвилину, 1,33 – коефіцієнт з урахуванням роботи при спуску зі сходнишки. Показник потужності отримують в кгм/хв. Для переведу у Вт його необхідно розділити на 6,12.

При обстеженні недостатньо фізично підготовлених для визначення загальної фізичної робото спроможності (PWC) використовують *субмаксимальний тест PWC-170*. За умовами цього тесту ЧСС повинна досягти 170 ударів за хвилину.

Навантаження може бути одномоментним протягом 5 хв або східчастим (по 5 хв) з інтервалами для відпочинку (3 хв) чи без них до досягнення ЧСС 170 уд./хв.

У випадках, коли дослідник вважає, що ЧСС 170 уд./хв це небажано для обстежуваного, тест можна припинити при менших значеннях ЧСС (150-160 уд./хв). Тоді для екстраполяції на 170 уд./хв при одномоментному навантаженні використовують формулу: $PWC_{170} = N : (ЧСС_{нв} - ЧСС_{сп}) \cdot (170 - ЧСС_{сп})$, де N – потужність навантаження, ЧСС_{нв} – частота серцевих скорочень в кінці навантаження, ЧСС_{сп} – частота серцевих скорочень у стані спокою. Коли навантаження було двомоментним, використовують формулу: $PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot (170 - ЧСС_1) : (ЧСС_2 - ЧСС_1)$, де N₁ – потужність першого навантаження, N₂ – потужність другого навантаження, ЧСС₁ – частота серцевих скорочень в кінці першого навантаження, ЧСС₂ – частота серцевих скорочень в кінці другого навантаження.

У нетренованих чоловіків значення тесту PWC₁₇₀ дорівнюють в середньому 2,4 Вт/кг, у жінок – 1,7 Вт/кг.

Максимальний тест Наваккі проводять до порогу толерантності. За умовами тесту його виконують зі східчастоподібним підвищенням фізичного навантаження (наприклад: 1, 2, 3, 4 Вт/кг і т.д.) протягом 2 хв кожне без відпочинку до відмови обстежуваного або до появи порогових ознак надмірності фізичного навантаження. Ці ознаки можуть бути клінічними та функціональними.

До клінічних ознак порогу толерантності до фізичного навантаження відносять самопочуття, загальний стан, скарги обстежуваного та зовнішні ознаки втоми (забарвлення шкіри, пітливість, характер дихання, координація рухів і т. ін.). У число функціональних ознак входять підвищення ЧСС вище значень, розрахованих за формулою $220 - \text{вік}$ (в роках) обстежуваного у доброму стані та $200 - \text{вік}$ у задовільному стані, а також підвищення АТ вище $240/120$ мм рт. ст. при доброму стані обстежуваного та $200/100$ мм рт. ст. при задовільному стані обстежуваного. Ці ознаки запропоновані Американською кардіологічною асоціацією. Існують ще електрокардіографічні критерії, зокрема - ознаки ішемії міокарда.

При загрозливих станах обстежуваних (наприклад, після інфаркту міокарда) критерії порогу толерантності до фізичного навантаження більш жорсткі.

За тестом Наваккі для нетренованих чоловіків і жінок нормальну роботу спроможність свідчить виконання навантаження з потужністю 3 Вт/кг протягом 2 хвилин, а для спортсменів – 4 Вт/кг.

Зазначений методичний підхід при навантажувальному тестуванні ухвалено Комітетом експертів з медичної реабілітації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та Міжнародною федерацією спортивної медицини (ФІМС).

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА РІВНЯ ФІЗИЧНОГО ЗДОРОВ'Я

Помітною віхою в розвитку вчення про здоров'я слід вважати пропозицію М.М. Амосова (1987) про введення такого поняття, як «кількість здоров'я», котре може бути визначено резервними можливостями організму. На жаль, здоров'я, на відміну від хвороб, досліджено значно менше. Зараз ми вже можемо приблизно визначити, «хто із здорових здоровіший», але багато аспектів цього питання і досі залишаються нез'ясованими. Їх вивчають такі науки, як *валеологія* (про здоров'я здорових) та *санологія* (про здоров'я в «третьому стані» - перед захворюванням).

Для оцінки здоров'я організму, який росте, важливе значення має фізична зрілість (соматична і психічна), котра проявляється резистентністю або адаптацією до умов навколишнього середовища, яке постійно змінюється. Стан здоров'я є підставою для розробки статеві-вікових нормативів навчальної, трудової та спортивної діяльності.

Оцінка здоров'я необхідна як на індивідуальному, так і на популяційному рівнях. Визначення зі Статуту ВООЗ: «Здоров'я - це стан повного фізичного, душевного та соціального благополуччя, а не тільки - відсутність хвороб чи фізичних вад» - фактично стосується оцінки здоров'я на індивідуальному рівні. Щодо популяційного рівня, то його в медицині традиційно визначають за статистичними показниками фізичного розвитку, захворюваності та медико-демографічними характеристиками.

Фізичне (соматичне) здоров'я зумовлює досить високий рівень фізичної підготовленості, фізичного розвитку і працездатності. Але до останнього часу не вирішено питання про те, яка рухова якість є провідною у формуванні фізичного здоров'я. Більшу частину процесу становлення здоров'я справедливо пов'язують із розвитком витривалості. Це зумовлено тим, що саме витривалість забезпечує різнобічну адаптацію внутрішніх органів, розширення резервів серцево-судинної і дихальної систем та забезпечує потребу тканин у кисні. А тому за ступенем розвитку витривалості судять про фізичне (соматичне, тобто тілесне, яке стосується органів тіла, а не нервової системи і психіки) здоров'я. Вважають, що його еквівалентом є *фізичний стан людини*.

Існує декілька достатньо коректних концепцій, на яких базується визначення кількості здоров'я. Серед них на особливу увагу заслуговують («адаптаційна» концепція В.П. Казначеева і Р.М. Баєвського (1974) та «енергетична» концепція Г.Л.Апанасенка (1985). В основу першої концепції покладено положення про те, що адаптаційні

властивості людини є мірою її здатності зберігати нормальну життєву діяльність у неадекватних умовах середовища. Тому залежно від ступеня напруження адаптаційних механізмів автори пропонують здійснювати донозологічну діагностику. Без сумніву, що виділені стани (задовільна адаптація, функціональне напруження механізмів адаптації, незадовільна адаптація та зрив адаптації) певною мірою характеризують здоров'я. Вузким місцем концепції є те, що дезадаптація та зрив адаптації можуть виникнути при значних резервах функцій.

В основі енергетичної концепції лежить біологічна закономірність, яка полягає в тому, що існує зумовлений еволюцією поріг енергопотенціалу біосистеми, вище від якого у індивідів практично не реєструються ні ендогенні фактори ризику, ні хронічні соматичні захворювання. Нижче від цього порогу, котрий названо автором як «безпечний рівень» соматичного здоров'я індивіда, розвиваються спочатку ендогенні фактори ризику, а в разі наступного зниження - хронічні соматичні захворювання, збільшується ризик смерті. Цей поріг кількісно визначають за показниками максимальної аеробної здатності та морфофункціональними показниками, які з нею корелюють.

Таким чином, для кількісної оцінки рівня фізичного здоров'я найбільш прийнятною методикою можна вважати ту, що заснована на визначенні МСК. Як відомо з попередніх розділів, МСК визначають прямими (за допомогою газоаналізаторів) та непрямыми методами. Придатні і «польові» тести типу тестів Купера, оскільки між МСК і результатами тестування загальної витривалості існує пряmlinійна залежність. Приблизно МСК можна розрахувати і за допомогою простої формули Ж. Шеррер (1973), яка враховує залежність ЖЄЛ і аеробної здатності: чим вища ЖЄЛ, тим більша максимальна вентиляція, а значить - вище МСК. Тому МСК дорівнює ЖЄЛ помножений на коефіцієнт 0,7.

Відносні показники МСК у перерахунку на 1 кг маси тіла дозволяють дати кількісну оцінку рівня фізичного здоров'я. Характерно, що найвищі показники відзначають, як правило, у видатних спортсменів: 82 та 86 мл/хв/кг - у лижників, 93 мл/хв/кг - у плавця.

Запропоновані також системи кількісної оцінки рівня фізичного здоров'я за допомогою експрес-методів (Г.Л.Апанасенко). Рівень фізичного здоров'я оцінюють, підраховуючи суму балів.

Експрес-оцінка рівня фізичного здоров'я за морфофункціональними показниками

В цій системі при обстеженні дорослих використовують п'ять простих морфофункціональних показників (індексів). Дослідження може провести інструктор з фізичної культури, медична сестра, а також самостійно той, хто обстежується для самоконтролю.

Для розрахунку показників та індексів спочатку треба за загальноприйнятими методиками виміряти зріст стоячи, масу тіла, частоту пульсу (ЧП) за одну хвилину та знати систолічний артеріальний тиск в стані спокою (для розрахунку подвійного добутку). Потім за допомогою кистьового динамометра вимірюють силу м'язів кисті (при розрахунках використовують показник більш сильної кисті) та за допомогою спірометра - життєву ємність легень (ЖЕЛ) для розрахунку за рівнянням регресії значення PWC-170 (загальної фізичної робото спроможності). Проводячи динамометрію і спірометрію по 2-3 рази, враховують кращий результат. Під кінець проводять модифікований тест Руф'є: в положенні обстежуваного сидячи підраховують частоту пульсу на променевій артерії за 15 с (P_1) і він виконує 30 присідань за 45 с, викидаючи руки вперед. Відразу після присідань та через хвилину у нього в положенні стоячи знову підраховують пульс за 15 с. (P_2 та P_3). На основі отриманих даних розраховують індекс Руф'є (IP) за формулою: $IP = [4(P_1 + P_2 + P_3) - 200] : 10$

Далі наводиться перелік показників (індексів), формули для їх розрахунку та градації для бальної оцінки, які розроблені нами на основі кореляційного, регресивного та факторного аналізу.

1. Маса-зростовий індекс = маса тіла (г) : зріст стоячи (см), г/см

Чоловіки	Бали	Жінки
>500	-3	>450
451-500	-2	401-450
400-450	-1	375-400
<400	0	<375

2. Силовий індекс = сила кисті (кг) x 100 : маса тіла (кг), %

Чоловіки	Бали	Жінки
<60	1	<40
60-69	2	40-49
70-75	3	50-55
76-80	4	56-60
>80	5	>60

3. Подвійний добуток = ЧП (хв) x АТ сист.: 100, ум. од.

Чоловіки та жінки	Бали
>100	0
95-100	1
85-94	3
70-84	4
<70	6

4. $PWC_{170} = [37 \text{ ЖЕЛ (л)} + 36] : \text{маса тіла (кг)}, \text{ Вт/кг}$

Чоловіки	Бали	Жінки
<2,0	1	<1,5
2,0-2,3	2	1,5-1,6
2,4-2,5	3	1,7-1,8
2,6-2,8	4	1,9-2,0
>2,8	5	>2,0

5. Індекс Руф'є: $= [4 \cdot (P_1 + P_2 + P_3) - 200] : 10, \text{ ум. од.}$

Чоловіки та жінки	Бали
15,1-20	- 2
10,1-15	- 1
5,1-10	3
0,1-5	5
<0	7

Примітка: якщо той, хто обстежується, не може виконати пробу Руф'є, з суми віднімають 3 бали.

Загальна оцінка: при сумі балів в 5 чи менше рівень фізичного здоров'я оцінюють як низький, 6-9 - нижче середнього, 10-14 - середній, 15-18 - вище середнього, 19 балів та вище - як високий.

ФУНКЦІОНАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Облік ефективності лікувальної фізкультури

Ефективність занять ЛФК залежить від правильності добору засобів, форм і методів ЛФК та дозування фізичних вправ. Оцінюють ефективність одного заняття (терміновий ефект) та курсу лікування із застосуванням ЛФК (кумулятивний ефект).

До карти хворого, котрий відвідує кабінет ЛФК, для оцінки ефективності занять заносять результати простих функціональних проб до і після навантаження (ЧСС, артеріальний тиск, дихання), антропометрії (зріст, маса тіла, окружність грудної клітки, спірометрія, кистьова динамометрія) і виміру об'єму рухів у суглобах. У вкладному листку для хворих із порушеннями опорно-рухового апарату зазначають результати обстеження рухливості хребта (вперед, назад, вправо, вліво), силової витривалості м'язів (спини, живота, тулуба), відносної довжини ніг, окружності живота і величини поперекового лордозу. Результати процедур ЛФК у картці визначають за пульсом до і після занять, а також за суб'єктивними даними.

Досліджуючи *безпосередні реакції організму хворого на фізичне навантаження в одному занятті*, можна судити про їх адекватність щодо функціональних можливостей організму хворого в цілому або його окремих фізіологічних систем і органів. Для цього, як і в спортивній медицині, проводять лікарсько-педагогічні спостереження. Доцільно застосовувати пульсотаксометр, електрокардіосигналізатор або телеелектрокардіограф.

У період відновного лікування проводять стандартні функціональні проби або оцінюють реакцію організму хворих на стандартні тести-комплекси. Основне завдання цих досліджень - одержати додаткову інформацію для вирішення питання про можливість розширення рухового режиму. Так, перед тим як переводити хворих із суворого ліжкового режиму на розширений ліжковий режим, доцільно провести пробу з переходом із положення лежачи в положення сидячи (3-5 разів залежно від стану хворого). До призначення напівліжкового (палатного) режиму варто провести орто- і кліностатичну проби, 5 і 10 присідань на стілець за 30 с і 60 с. Перед призначенням вільного режиму можна запропонувати пробу зі сходженням по східцях у середньому темпі на один поверх та 10 присідань за 30 с. За аналогією для кожного режиму проводять стандартні тести-комплекси: розширений ліжковий режим - лежачи 10 - 15 хв, моторна щільність 35-45 %, напівліжковий (палатний) - сидячи 20-25 хв, моторна щільність 45-50%, вільний режим - сидячи і

стоячи 30-40 хв, моторна щільність 50-60 %. Застосовують також вело- або степергометричний тест для визначення порогової толерантності до фізичних навантажень. У такому разі під час занять ЛФК інтенсивність фізичних навантажень повинна бути на 25-30 % меншою від порогової толерантності.

Оцінюючи *ефективність ЛФК під впливом курсу відновного лікування*, досліджують зміни показників фізичного розвитку (соматоскопія й антропометрія), проводять динамічні функціональні проби з присіданням, підскоками, бігом і ходьбою на місці. Одержану інформацію розширюють спеціальні функціональні тести для оцінки окремих фізіологічних систем (спірометрія, спірографія, пневмотахометрія, пневмотонометрія, електрокардіографія та ін.) і опорно-рухового апарату (міотонометрія, електроміографія та ін.). До спеціальних тестів також належать функціонально-руховий тест для оцінки ступеня рухових порушень і засвоєння навичок самообслуговування, тест на силову витривалість м'язів спини і живота тощо. Після курсу лікування рекомендують навантажуючі тести з екстраполяцією для розрахунку потужності фізичного навантаження, потрібного для включення 75 % аеробних можливостей обстежуваного (тести PWC150-170). Екстраполяція необхідна для того, щоб уникнути значного збільшення ЧСС, яке може бути небезпечним для здоров'я. Застосовуючи тести PWC150-170, у ЛФК можна задовольнитися навантаженнями, за яких ЧСС досягає 100-110 і 120-130 за 1 хв, а потім екстраполювати на 150 або 170 за 1 хв залежно від віку.

Визначаючи толерантність до фізичних навантажень, можна не тільки оцінити ефективність курсу ЛФК, а й визначити *рівень підготовки до фізичної праці*. Для цього порогову толерантність зіставляють із професійними енерговитратами. Беруть до уваги, що для легкої фізичної праці характерні короточасні енерговитрати - 2,5-3 ккал/хв (10,5- 21 кДж/хв), середньої важкості - 5-7,5 ккал/хв (21-31,5 кДж/хв), а для важкої фізичної праці - 7,5-10 ккал/хв (31,5-42 кДж/хв). Енергетичний рівень порогового навантаження розраховують шляхом переводу величини інтенсивності навантаження, вираженої в одиницях потужності, на енергетичні еквіваленти. З цією метою потужність порогового навантаження під час вело- або степергометрії перемножують на коефіцієнт 0,068. Наприклад, порогова толерантність 110 Вт, що в енергетичному виразі складає 7,48 ккал/хв ($110 \cdot 0,068 = 7,48$). Таким чином, цей обстежений після виписування із лікувального закладу може приступити до фізичної праці середньої важкості.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ з дисципліни «Основи функціональної діагностики».

МОДУЛЬ 1.

1. Як вимірюють і оцінюють частоту дихання та силу дихальних м'язів?
2. Як вимірюють і оцінюють життєву ємність легенів (ЖЕЛ) та розраховують життєвий індекс?
3. Як вимірюють і оцінюють максимальну вентиляцію легенів та бронхіальну прохідність?
4. Як проводять і оцінюють гіпоксичні проби Штанге і Генча?
5. Як проводять і оцінюють проби Серкіна, Розенталя та Шафрановського?
6. Як розраховують і оцінюють індекс Скібінської?
7. Як і для чого проводять спірографію; який її графічний вигляд та елементи спірограми?
8. Які існують ступені дихальної недостатності та критерії розподілу за цими ступенями?
9. Як вимірюють і оцінюють частоту пульсу та артеріальний тиск?
10. Як і для чого проводять електрокардіографію; який її графічний вигляд та елементи електрокардіограми?
11. Що таке фонокардіографія, ехокардіографія та реографія?
12. Яка існує класифікація функціональних проб серцево-судинної системи?
13. Які існують типи реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження?
14. Які функціональні проби застосовують під час фізичної реабілітації при різних рухових режимах у стаціонарі?
15. Як досліджуються функції центральної та периферичної нервової системи? Що таке тепінг-тест?
16. Як досліджується і оцінюється тонус вегетативної нервової системи за допомогою проб зі зміною положення тіла та за індексом Кердо?
17. Як досліджують збудливість нервово-м'язової системи (що таке електрична і гальванічна збудливість та хронасиметрія)?
18. Що таке електроміографічне дослідження рухової інервації?
19. Як вимірюють амплітуду рухів у суглобах (що таке дисковий кутомір та ротатомір)?
20. Як вимірюють і оцінюють силу різних м'язових груп верхніх кінцівок і станову силу?
21. Як вимірюють і оцінюють тонус м'язів?

22. Як досліджують і оцінюють координацію рухів?
23. Як досліджують і оцінюють опорну функцію нижніх кінцівок та хребта?
24. Які методи дослідження використовують при сколіозі та інших порушеннях постави?
25. Які методи дослідження використовують при плоскій стопі?

МОДУЛЬ 2.

1. Чим відрізняються поняття «Загальна фізична роботоспроможність» і «Толерантність до фізичного навантаження»?
2. Яким є обов'язковий мінімум функціональних досліджень при визначенні загальної фізичної роботоспроможності та толерантності до фізичного навантаження?
3. Що таке велоергометрія, степ-ергометрія? Як використовують тредміл та тредбан?
4. Які види навантаження застосовують при навантажувальному тестуванні фізичної роботоспроможності і толерантності в клініці, оздоровчій фізичній культурі та спорті?
5. Як проводять і оцінюють тест PWC-170?
6. Як проводять і оцінюють тест Наваккі?
7. Функціональні критерії порогу толерантності до фізичного навантаження?
8. Клінічні критерії порогу толерантності до фізичного навантаження, суб'єктивні та об'єктивні ознаки ступеня втоми?
9. Що таке пряме і непряме дослідження максимального споживання кисню?
10. Як визначають максимальне споживання кисню за «польовими» тестами Купера?
11. Як оцінюють кількісно фізичний стан (соматичне здоров'я) за аеробною спроможністю?
12. Які морфофункціональні показники вивчають при кількісній експрес-оцінці фізичного стану (соматичного здоров'я)?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Григус І.М. Фізична реабілітація в пульмонології : навчальний посібник Рівне : НУВГП, 2015. 258 с.
2. Діагностика і моніторинг стану здоров'я: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Богдановська Н.В., Маліков М.В., Кальонова І.В. Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 264 с
3. Жарінова О., Іваніва Ю., Куця В. «Функціональна діагностика» / Підручник: за редакцією Жарінова О., Іваніва Ю., Куця В. Київ : «Четверта хвиля», 2021. 784 с.
4. Луковська О.Л. Методи клінічних і функціональних досліджень у фізичній культурі та спорті: Підручник. Дніпропетровськ: Журфонд, 2016. 311 с.
5. Маліков М.В., Богдановська Н.В, Свасьєв А.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті. Навчальний посібник. Запоріжжя, 2006. 182 с.
6. Марченко О.К. Основы физической реабилитации: Учебник. Київ: Олимпийская литература, 2012. 528 с.
7. Медицинская реабилитация : Учебник для студентов и врачей / под общей ред. Сокрута В.Н., Яблучанского Н.И. Славянск: «Ваш имидж», 2015. 576 с.
8. Методи діагностики в клініці внутрішньої медицини: навчальний посібник. Свінціцький А.С. Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина». 2019. 1008 с.
9. Михалюк Є.Л., Резніченко Ю.Г. Науково-доказова практична діяльність у фізичній реабілітації: Підручник. Запоріжжя: ЗДМУ, 2020. 104 с.
10. Мухін В.М. Фізична реабілітація: Підручник. 3-тє видання. Київ: Олімпійська література, 2009. 488 с.
11. Основи реабілітації, фізичної терапії, ерготерапії : підручник /за ред. Л.О. Вакулєнко, В.В. Клапчука. Тернопіль: Укрмедкнига, 2018. 371 с.
12. Романчук О.П. Лікарсько-педагогічний контроль в оздоровчій фізичній культурі: навчально-методичний посібник Одеса: Букаєв В.В. 2010. 206с.
13. Фізична реабілітація, спортивна медицина: Національний підручник підручник для студ. вищих мед. навч. закладів. Абрамов В.В., Клапчук В.В., Неханевич О.Б. та ін. за ред. професора В.В. Абрамова та доцента О.Л. Смирнової. Дніпропетровськ: Журфонд, 2014. 456 с.
14. Фізична, реабілітаційна та спортивна медицина : Підручник для студентів і лікарів / за заг. ред. В. М. Сокрута. Краматорськ: Каштан,

2019. 480 с.

15. Функціональна діагностика : навч. посіб. Для студ. вищ. Навч. закл. Хорошуха М.Ф., Мурза В.П., Пушкар М.П. Київ : Університет «Україна», 2007. 308 с.

Додаткова:

1. Амосов Н.М., Бендет Я.А., Физическая активность и сердце. 3-е изд. К.: Здоровья, 1989. 216 с.

2. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. К.: здоровья, 1998. 248 с.

3. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А., Магльований А.В. Санологія (медичні аспекти валеології) : підручник. Львів: ПП «Кварт», 2011. 303 с.

4. Дзедман М.І. Фізикальні методи дослідження в сьогоденні клінічної медицини. Практикуючий лікар. Том 7 № 2. 2018. С. 52-59.

5. Єрмолаєва А.В., Порада О.В. Конспект лекцій з дисципліни «Основи фізичної реабілітації» (частина третя) для студентів спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія» усіх форм навчання. Запоріжжя : ЗНТУ. 2018. 46с.

6. Жарова І. О. Фізична реабілітація при первинному екзогенноконституціональному ожирінні у підлітків : монографія / Київ : Самміткнига, 2015. 312 с.

7. Кількісна оцінка рівня фізичного здоров'я та рекреаційно-оздоровчі режими: Навчальний посібник / Клапчук В.В., Самошкін В.В. ДДІФКіС, 2009. 38 с.

8. Клапчук В.В., Пічурін В.В. Методи дослідження серцево-судинної системи при фізичній реабілітації: Метод. рекомендації до самостійної роботи студентів з дисципліни «Основи функціональної діагностики». Дніпропетровськ: ДДІФКіС, 2007. 23 с

9. Лікувальна фізкультура та спортивна медицина : вибрані лекції для студентів / Абрамов В.В, Клапчук В.В, Смирнова О.Л та ін.; за ред. Проф В.В. Клапчука. Дніпропетровськ : Мед. академія 2006. 179 с.

10. Мазепа М.А. Фізичні (фізикальні) методи обстеження хворого з навчальної дисципліни «Пропедевтика внутрішніх захворювань» для студентів спеціальності 227 «Фізична терапія та ерготерапія». Львів. 2019. 18 с.

11. Макарова Г.А. Спортивна медицина: Учебник. 3-е изд. М.: Советский спорт, 2008. 480 с.

12. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. К.: Здоровья, 1990. 200 с.

13. Михайлюк Є.Л. Резниченко Ю.Г. Біомеханіка та клінічна кінезіологія: підручник. Запоріжжя : Мед університет. 2020. 153с.

14. Основи реабілітації, фізіотерапії, лікувальної фізичної культури і масажу. За ред. В.В. Клапчука, О.С. Полянської. Чернівці: Прут, 2006. 208 с.

15. Порада А. М., Солодовник О.В., Прокопчук Н. Є. Основи фізичної реабілітації. навчальний посібник Київ медицина 2006. 248.

16. Проблемы оздоровительной физической культуры и физической реабилитации : монография / под. ред. Романчука О.П., Клапчука В.В. Одесса: Букаев В.В. 2015. 252с

17. Романчук А.П. Современные подходы к оценке кардиореспираторных взаимодействий у спортсменов. Одесса: Астропринт, 2006. 232 с.

18. Современные методы исследования функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем в физической культуре и спорте. Савченко В.Г., Москаленко Н.В., Луковская О.Л., Ковтун А.А. : Учебное пособие. Днепропетровск: Инновация, 2007. 92 с.

19. Соколовський В.С., Романова Н.О., Юшковська О.Г. Лікувальна фізична культура: Підручник. Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2005. 234 с.

20. Спортивна медицина і фізична реабілітація :навчальний посібник / Шаповалова В.А., Коршак В.М., Халтагарова В.М. та ін. Київ : Медицина 2008. 248 с.

21. Ташук В.К., Пішак В.П., Полянська О.С. Клініко-функціональні методи дослідження серцево-судинної системи: Навчальний посібник. Чернівці: Медакадемія, 2003. 341 с.

22. Худецький І.Ю. та ін. Фізична реабілітація при ендопротезуванні органів та суглобів: навчальний посібник: навч. посібник для студ. спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія», спеціалізації «Фізична терапія». Глиняна О.О., Копчинська Ю.В., Худецький І.Ю. КПП ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 190 с.

З М І С Т

	Стр.
Загальні положення.....	3
Дослідження опорно-рухового апарату.....	5
Дослідження функцій нервової системи.....	29
Дослідження функцій дихальної системи.....	36
Дослідження функцій серцево-судинної системи.....	45
Навантажувальні тести в діагностиці та оцінці функціонального стану.....	56
Кількісна оцінка рівня фізичного здоров'я.....	63
Функціональна оцінка ефективності фізичної реабілітації.....	67
Контрольні питання для самоконтролю з дисципліни «Основи функціональної діагностики».....	69
Список літератури.....	71

Навчальне видання

**КЛАПЧУК Василь Васильович
ЄРМОЛАЄВА Алла Вячеславівна**

ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА ПРИ ФІЗИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОЦІНЦІ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Навчальний посібник

Комп'ютерний набір *Єрмолаєва А. В.*
Верстання *Єрмолаєва А. В.*

Підписано до друку 12.05.2022. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 4,3.
Тираж 100 прим. Зам. № 328.

Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6952 від 22.10.2019.