А. Г. МОРЕНКО

ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ

Лабораторний практикум

УДК 616-092(076)
М 79

Укладач: *Алевтина Григорівна Моренко*, к.б.н., доцент кафедри фізіології людини і тварин СНУ імені Лесі Українки

Рецензенти: *Дмитроца Олена Романівна*, к.б.н., доцент кафедри фізіології людини і тварин СНУ імені Лесі Українки;
Іванців Василь Воодимирович, к.і.н., завідувач кафедри екології та агрономії Луцького національного технічного університету.

М 79. Патологічна фізіологія: Лабораторний практикум. / Укладач А. Г. Моренко

Лабораторний практикум складений згідно діючої робочої програми з патологічної фізіології і розрахований для студентів спеціальності фармація, промислова фармація. Включає лабораторні роботи, присвячені дослідженню методів патологічної фізіології при вивченні нормативних і патологічних проявів функціонування організму людини.

Луцьк “Вежа”. Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, 2020, 74 с.

УДК 616-092(076) М 79

ЗМІСТ

ВСТУП…….. 4
ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ……..…….. 5
ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТІ КУРСУ «ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ»…….... 6
Лабораторна робота № 1. Методи патофізіології……..…… 7
Лабораторна робота № 2. Методика трансплантації тканин і органів…….…… 8
Лабораторна робота № 3. Біомікроскопічна методика дослідження частин переднього ока ……..…… 9
Лабораторна робота № 4. Методика фізичного обстеження хворого. Пальпація. Перкусія. Аускультація…….……..…… 11
Лабораторна робота № 5. Методика надання першої невідкладної домедичної допомоги дорослій людині ……..…… 13
Лабораторна робота № 6. Діагностичне значення температури тіла та способи її вимірювання. Фактори, які впливають на коливання температури тіла…….….. 15
Лабораторна робота № 7. Клінічний аналіз крові……. 24
Лабораторна робота № 8. Вимірювання pH сечі й слини……..……. 27
Лабораторна робота № 9. Техніка синдромального (контурного) аналізу електрокардіограми……..…..……. 28
Лабораторна робота № 10. Аналіз показників варіабельності серцевого ритму…..…….. 35
Лабораторна робота № 11. Аналіз показників фонокардіограми…….…….... 43
Лабораторна робота № 12. Методика реографії…….…..…. 46
Лабораторна робота № 13. Вивчення порушень гемодинаміки за допомогою методики реоенцефалографії…….…… 49
Лабораторна робота № 14. Методика реовазографії……...……. 53
Лабораторна робота № 15. Реєстрація ЕЕГ людини……...…….... 55
Лабораторна робота № 16. Структура фонової ЕЕГ людини. Цифрова фільтрація ЕЕГ…….…….. 58
Лабораторна робота № 17. Класифікація ЕЕГ…….…….. 60
Лабораторна робота № 18. Дослідження патологічних ЕЕГ…….…….…… 63
Лабораторна робота № 19. Вивчення біологічного зворотного зв'язку……..…..…..…… 69
Лабораторна робота № 20. Методика оцінки нервово-м'язової провідності в нормі і патології за допомогою ЕМГ…… 70
Лабораторна робота № 21. Комплексне дослідження біципітального та корпорадіального сухожильних рефлексів людини методикою електроміографії…….…… 72
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА……. 74

ВСТУП

Сучасний період розвитку фізіології людини як науки відзначається швидким вдосконаленням посилюючої і реєструючої апаратури, широким упровадженням мікропроцесорних методик та технологій для дослідження функцій організму людини. Методичний збірник "Патологічна фізіологія: лабораторний практикум" містить розробку форм виконання ряду класичних лабораторних робіт з патологічної фізіології на сучасному методичному рівні, з використанням комп'ютерної системи електронейроміографії, електроміографії, електрокардіографії, електрофонографії, електрореографії, електроенцефалографії. Під час лабораторного практикуму студенти повинні поглибити знання з теоретичних основ даного курсу, навчитись на практиці самостійно визначати фізіологічні параметри функціонування організму людини в нормі і при патології, навчитися працювати із діагностичною мікропроцесорною апаратурою, проводити реєстрацію фізіологічних процесів, оцінювати отримані діагностичні показники. Лабораторний практикум також містить роботи, присвячені вивченню основ клінічної діагностики крові, сечі людини, температури тіла людини. При вивченні курсу в ході лабораторного практикуму студенти будуть мати нагоду навчитися проведити первинну діагностику стану здоров'я пацієнта, а також надавати першу невідкладну допомогу у критичних станах. Кожна лабораторна робота вміщує матеріал домашньої теоретичної підготовки студента і опис методик по виконанню лабораторно-практичної роботи в аудиторії. В основу лабораторного практикуму закладена мотивація, яка повинна забезпечити можливість для кожного студента якомога більш самостійно оволодіти необхідними знаннями і практичними навичками з курсу «Патологічна фізіологія», оволодіти знаннями про шляхи отримання й специфіку лабораторної інформації у виявленні патології, встановленні діагнозу, здійсненні диференціальної діагностики, оцінки тяжкості захворювання та його перебігу, прогнозу хвороби, виявленні супутніх захворювань. Лабораторний практикум є досить важливим в системі фармацевтичної освіти, оскільки розвиток сучасної фармації потребує від фахівця всебічних знань в галузі фізіології і патофізіології людського організму, спроможності на належному професійному рівні спілкуватися з лікарем по широкому колу питань.

ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Загальні вимоги

1. Студенти в навчальних приміщеннях повинні знаходитися в халатах і мати одноразові рукавички.

2. Робоче місце слід утримувати в чистоті, не захаращувати його посудом, непотрібними в даний момент приладами, сторонніми предметами: одягом, сумками і т. д. Після закінчення роботи прибрати всі прилади в шафу.

3. Під час роботи в лабораторії слід дотримуватися тиші, порядок і чистоту, не допускати квапливості, безладності та неохайності.

4. Студентам забороняється працювати в лабораторії в відсутності викладачів або лаборантів, а також у невстановлений час без дозволу викладача або лаборанта.

5. Категорично забороняється робити в лабораторії роботи, не пов'язані з виконанням навчального завдання.

6. До виконання кожної роботи студенти можуть приступати тільки після отримання інструктажу з техніки безпеки і дозволу викладача або лаборанта.

7. Після закінчення роботи необхідно:

- привести в порядок своє робоче місце;
- вимкнути воду і електрику.

8. На практичних заняттях студенти зобов'язані неухильно дотримуватися загальних правил роботи з електроприладами та освітлювальною апаратурою. При виявленні оголених проводів, несправних електророзеток і т. п. негайно поставити до відома про це викладача і лаборанта. Вжити необхідних заходів обережності для запобігання випадкового контакту працюючих з несправними приладами і електропроводкою.

9. До включення електроприладу в мережу (електрокардіографа, електроміографа, улуктроенцефалографа, тощо) спільно з викладачем і лаборантом перевірити їх заземлення.

10. При роботі з електрообладнанням і електроприладами категорично забороняється:

• працювати з несправним обладнанням;

• працювати з незаземленими приладами, якщо це не вказано в інструкції користування;

• порушувати інструкцію користування приладом;

• торкатися руками або металевими предметами до струмоведучих частин приладів;

• перевіряти наявність в мережі напруги без спеціальних приладів;

• замінювати запобіжники на саморобні;

• вішати на штепсельні розетки, проводи й вимикачі різні речі;

• зміцнювати дроти або щільність контактів мотузкою або іншими підручними матеріалами;

• залишати без нагляду ввімкнені електроприлади.

Обов'язки чергового на лабораторних заняттях

1. Черговий, який призначається старостою групи до початку заняття, перевіряє санітарний стан практикуму, його готовність до проведення заняття. При виявленні будь-яких неполадок інформує про це лаборанта або викладача.

2. При необхідності допомагає ведучому лаборанту або викладачеві в демонстрації слайдів, виконанні демонстраційних робіт і т. д.

Після закінчення заняття знову перевіряє санітарний стан практикуму, при необхідності допомагає колегам і лаборанту прибрати свої робочі місця.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ «ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ»

№№	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
	Модуль 1	**16**
1	Методи патофізіології	2
2	Методика трансплантації тканин і органів	2
3	Біомікроскопічна методика дослідження частин переднього ока	2
4	Методика фізичного обстеження хворого. Пальпація. Перкусія. Аускультація	4
5	Методика надання першої невідкладної домедичної допомоги дорослій людині	6
	Модуль 2	**18**
6	Діагностичне значення температури тіла та способи її вимірювання. Фактори, які впливають на коливання температури тіла	2
7	Клінічний аналіз крові	2
8	Вимірювання pH сечі й слини	2
9	Техніка синдромального (контурного) аналізу електрокардіограми	2
10	Аналіз показників варіабельності серцевого ритму	2
11	Аналіз показників фонокардіограми	2
12	Методика реографії	2
13	Вивчення порушень гемодинаміки за допомогою методики реоенцефалографії.	2
14	Методика реовазографії	2
	Модуль 3	**14**
15	Реєстрація ЕЕГ людини	2
16	Структура фонової ЕЕГ людини. Цифрова фільтрація ЕЕГ	2
17	Класифікація ЕЕГ	2
18	Дослідження патологічних ЕЕГ	2
19	Вивчення біологічного зворотного зв’язк	2
20	Методика оцінки нервово-м’язової провідності в нормі і патології за допомогою ЕМГ	2
21	Комплексне дослідження біципітального та корпорадіального сухожильних рефлексів людини методикою електроміографії	2

Лабораторна робота 1

Тема: Методи патофізіології.
Мета: Ознайомитися з методиками вилучення і ізольованих органів і тканинних культур, методиками подразнення і введення в організм різноманітних біологічно активних речовин.
Матеріали і обладнання: навчальні фільми.
Об'єкт: жаба.

Основним методом вивчення патофізіологічного процесу є експеримент. Експеримент дозволяє чинити такі впливи на організм тварини (травма, трансплантація пухлини, опромінення), які не припустимі в клініці. Тільки в експерименті на тварині з відтвореним захворюванням можливе випробування нових лікарських засобів. Експериментальна модель хвороби завжди простіша за хворобу у людини. Свідоме спрощення в експерименті дає можливість експериментатору розділити хворобу на основні елементи. При цьому слід мати на увазі, що результати експерименту не можна в повному обсязі екстраполювати на людину. Всі експерименти поділяють на гострі та хронічні. Застосування кожного з них диктується метою, яку ставить дослідник. Щоб вивчати наслідки крововтрати, потрібен гострий експеримент. Патогенез цукрового діабету і його наслідки можна досліджувати в хронічному експерименті. Як в експерименті, так і в клінічних умовах широко використовують трансплантацію органів і тканин.

Методика вилучення полягає у видаленні того чи іншого органа хірургічним шляхом або іншим впливом (тепло, холод, радіація, фармакологічні засоби, великі дози специфічних антитіл). Ця методика застосовується давно і є особливо ефективною при вивченні ендокринних порушень. Саме видалення підшлункової залози дозволило встановити, що цукровий діабет пов'язаний з гіпофункцією її «острівцевого апарату». Після видалення одного з парних органів (наприклад, нирки) проявились компенсаторні та пластичні можливості органа, що залишився.

Методика ізольованих органів і тканинних культур використовується для отримання інформації про сутність патофізіологічних процесів як в цілому організмі, так і в ізольованому органі.

Методика подразнення застосовується для того, щоб викликати зміни функцій того чи іншого органа. Так, А.П. Вальтер, подразнюючи симпатичні нерви в експерименті, виявив при цьому звуження артерій, що стало основою для вивчення спонтанної гангрени у людини.

Методика введення в організм різноманітних біологічно активних речовин — антигенів, гормонів, ферментів і т. д. найбільш широко використовується в патологічній фізіології і дуже важлива для хірургії. Експерименти з пересадкою органів і тканин дають багатий матеріал як для клінічної медицини, так і для клінічної фармакології.

Хід роботи

1. Інструментарій для хірургічних операцій на тваринах.
2. Методика вилучення.
3. Методика виготовлення препарату ізольованого органа (на прикладі серця жаби).
4. Методика подразнення.
5. Вплив деяких речовин на ізольований орган (на прикладі серця жаби).

Зробити висновки.

Лабораторна робота 2

Тема: Методика трансплантації тканин і органів.
Мета: Ознайомитися з методикою трансплантації тканин і органів людини.
Матеріали і обладнання: навчальні фільми.
Об’єкт: людина

Багато хвороб, в тому числі, що загрожують життю людини, пов'язані з порушеннями в діяльності конкретного органу (наприклад, ниркова недостатність, серцева недостатність, цукровий діабет та ін.). Далеко не у всіх випадках ці порушення можна виправити за допомогою традиційних фармакологічних або хірургічних впливів.

Існує ряд альтернативних шляхів для відновлення функцій органів пацієнтам у разі тяжкого ураження:

Стимуляція процесів регенерації в організмі.

Заміна функцій органів за допомогою апаратів не біологічного походження

Використання донорських органів

Вирощування органів.

Сучасні технології регенеративної медицини мають потенціал для посилення функції органів або для ремонту пошкодженого органу або для відновлення пошкоджених органів та тканин. Дослідники вивчають можливі варіанти регенеративної медицини в трансплантації органів, так що об'єднання двох полів може принести користь один одному.

Донорські органи, що пересаджують від однієї людини до іншої, вже широко і часто успішно застосовуються в клінічній практиці. Однак цей напрямок стикається з низкою проблем, таких, як серйозний дефіцит донорських органів, проблема реакції відторгнення чужого органу імунною системою і ін.

Більшість пожертвувань органів і тканин відбувається після того, як донор помер. Але деякі органи та тканини можна пожертвувати, поки донор живий. Щороку відбувається приблизно 4 живих пожертвувань з кожних 10. Більшість живих пожертвувань відбувається між членами сім'ї або між близькими друзями. Деякі люди стають альтруїстичними живими донорами, вирішивши пожертвувати комусь, чого вони не знають.

Хід роботи

Демонстрація навчальних фільмів.

1. Методика трансплантації органа (нирки).
2. Методика трансплантації тканин (шкіри).
3. Методика вирощування органів.

Зробити висновки.

Лабораторна робота 3

Тема: Біомікроскопічна методика дослідження частин переднього ока

Мета: Ознайомитися з методикою біомікроскопічної діагностики видимих частин ока за допомогою щілинної лампи.

Матеріали і обладнання: щілинна лампа

Об'єкт дослідження: людини

Одне з провідних місць у діагностичному процесі займає щілинна лампа. Щілинна лампа – це достатньо сильне джерело світла і бінокулярний стереоскопічний мікроскоп. Саме він дає широкий спектр збільшення від 6 до 40 крат, тому лікар-діагност може роздивитись найдрібніші зміни в структурах і тканинах ока. Свою назву обладнання отримало через те, що дозволяє зробити пучок світла у вигляді вузької щілини, яку можна направити горизонтально, вертикально або косо і фокусувати на досліджуваних ділянках ока. Сьогодні щілинні лампи визнані одними з найбільш важливих інструментів офтальмолога. Вони дозволяють проводити максимально ретельні обстеження і точно діагностувати стан переднього відділу ока: повіки, кон`юнктива, рогівка, райдужна оболонка, зіниця і частина кришталика.

Процедура обстеження за допомогою цього пристрою називається біомікроскопія. Якщо використовувати додаткові оптичні засоби (лінзи), то з допомогою щілинної лампи можна заглянути і в кут передньої камери і роздивитись більш глибокі відділи очного яблука, наприклад, скловидне тіло і очне дно.

З допомогою щілинної лампи досягається контраст між яскраво освітленими і неосвітленими ділянками, а після пошкоджена частина ретельно досліджується. Так можна визначити масштаб, продумати стратегію лікування і, в деяких випадках, встановити причини захворювання.

Показання до застосування методу. Біомікроскопія призначається практично при будь-яких дефектах органів зору і при підозрі на розвиток патологій. Показаннями до даної процедури є:

- глаукома;
  катаракта;
- травми очей будь-якого походження (опіки, потрапляння стороннього тіла, помилки фахівця при оперативному втручанні);
- захворювання ендокринного походження;
- проблеми з судинною системою очі, Що призводять до зміни внутрішньоочного тиску;
- патологічні зміни і захворювання в склери і рогової оболонки (склеріти, дистрофічні процеси, кератити);
- кон'юнктивіти різної етіології;
- аномалії будови склери і рогівки;
- запалення і набряки повік;
- іридоцикліти;
- увеїти;
- новоутворення на повіках або кон'юнктивальної оболонці.

Біомікроскопія допомагає виявити ряд патологій, які при стандартному офтальмологічному огляді ніяк себе не проявляють або протікають приховано. Також процедура дозволяє оцінити товщину, структуру та інші особливості рогової оболонки і

визначити ділянки локалізації патологічних процесів. За допомогою біомікроскопії фахівці визначають ступінь зволоження ока і стан вологи в передній очної камері. Паралельно визначається і глибина самої передньої камери ока.

Таке діагностичне захід дає можливість побачити навіть мінімальні помутніння кришталика, наявність в ньому домішок крові та інших сторонніх елементів і відкладень.

Для проведення біомікроскопії пацієнт сідає навпроти фахівця і кладе підборіддя на зафіксовану підставку щілинної лампи, Спрямований вузький світловий потік якої при цьому потрапляє в очне яблуко.

Якщо огляд необхідно для виявлення патологій склоподібного тіла і або кришталика - в око попередньо (За 20 хвилин до процедури) закопується мідріатичний розчин для розширення зіниці (В основному в клініках для цього використовується Тропикамид). Дорослим пацієнтам закопують 1-процентний розчин, дітям - 0,5-процентний склад. У випадках огляду рогової оболонки на предмет порушення її цілісності попередньо виконується инстилляция фарбувального речовини (наприклад - флуоресцеїну). Далі ця речовина змивається з поверхні ока і залишається тільки на уражених ділянках епітелію, які стають видні при огляді. Видалення сторонніх тіл також передує біомікроскопія, але в таких ситуаціях в уражений орган зору закопується знеболюючий розчин лідокаїн.

Безпосередньо під час огляду в кабінеті лікаря повністю вимикають світло, Після чого фахівець розташовується навпроти пацієнта з боку робочої області щілинної лампи.
В ході процедури лікар може здійснювати регулювання ширини спрямованого в око пучка світла і домагатися необхідної яскравості і охоплення певних ділянок.
Від пацієнта потрібно всього лише зберігати нерухомість і по можливості не моргати або моргати якомога рідше.

Існує 4 способи дослідження ока за допомогою щілинної лампи (біомікроскопії):
1) в прямому світлі, яке фокусується безпосередньо на досліджуване місце;
2) у відбитому світлі, яке відкидають тканини, що лежать позаду ділянки, яку розглядають. Застосовується у випадках набряку епітелію і ендотелію рогівки;
3) в дзеркальних зонах (зонах розподілу оптичних середовищ) – передня і задня поверхні рогівки і кришталика. Показаний при дослідженні ендотелія рогівки;
4) в непрямому освітленні – світловий пучок фокусується на ділянці поруч з місцем, яке хочуть розглянути. Використовують для більш різкого виділення геморагій на райдужці.

Дослідження внутрішніх середовищ ока починають в умовах прохідного світла. Джерело світла знаходиться зліва і позаду від хворого, на рівні його очей. Лікар дзеркальним офтальмоскопом направляє пучок світла в око пацієнта. Світло, пройшовши через прозорі середовища ока, відбивається від очного дна. Частина відбитих променів через отвір офтальмоскопа потрапляє в око лікаря; зіниця хворого при цьому світиться червоним світлом. Такий колір зіниці зумовлений відбиттям променів світла судинами власне судинної оболонки ока, наповненими кров'ю. Якщо на шляху відбитих променів трапляються непрозорі включення (помутніння), на тлі червоного з'являються чорні плями, котрі переміщуються з рухами очей. Це спостерігається в разі помутнінь рогівки та кришталика. Помутніння в склистому тілі дають плями, що вільно переміщуються незалежно від руху очей.

Хід роботи

Провести біомікроскопічне обстеження ока. Зробити висновки.

Лабораторна робота 4

Тема: Методика фізичного обстеження хворого. Пальпація. Перкусія. Аускультація.
Мета: Ознайомитися з методиками фізичного обстеження хворого.
Матеріали і обладнання: Стетоскоп, фонендоскоп, тренажер-манекен для демонстрації методів фізичного обстеження хворого, навчальні фільми.
Об'єкт: людина

Пальпація (від лат *palpatio* – обмацування) – метод обстеження хворого, під час якого використовується дотик (тактильне почуття). Обмацування проводять пальцями рук. За допомогою цього методу визначають фізичні властивості досліджуваних об'єктів (органів, утворень), зокрема такі, як величина, форма, щільність, рухомість, температура, вологість тощо. Особливо вагоме значення має пальпація в діагностиці захворювань органів черевної порожнини.

Перкусія (від лат. *percussio* – вистукування) – принцип цього методу полягає в тому, що під час постукування по певній ділянці тіла виникають різні звуки, характер яких залежить від структури та ступеню пружності тканини. Метод перкусії розробив та вперше застосував для дослідження хворих віденський лікар Ауенбруггер у 1791 році.
Розрізняють перкусію безпосередню та опосередковану. Безпосередня перкусія, принцип якої полягає в постукуванні кінчиком вказівного або середнього пальця прямо по поверхні тіла, сьогодні використовують рідко. Під час проведення опосередкованої перкусії постукують пальцем по пальцю, щільно прикладеному до шкіри певної ділянки тіла. Перкусія пальцем по пальцю має також і таку перевагу, що вона, крім звукового, дає ще й дотикове сприйняття. Джерелом звуку є приведений у стан коливання предмет, що спричиняє в своїму оточенні утворення відповідних хвиль. Ці хвилі доходять до вуха, в якому виникає відчуття звуку.

Перкуторні звуки оцінюють за такими фізичними властивостями, як сила (гучність), тривалість, висота та відтінок (тембр).

Сила перкуторного звуку залежить від амплітуди коливань. Чим вища амплітуда коливань, тим гучнішим буде звук, у разі низкої амплітуди коливань звук стає тихішим. Здатність до утворення коливань в свою чергу залежить від повітряності органа. Таким чином органи, що містять повітря (легені, шлунок, кишки), дають гучний звук або *ясний*, а безповітряний орган (серце, печінка) – тихий або тупий.

Час тривання звуку може бути довгим (при вистукуванні повітряних органів) або *коротким* (дають безповітряні органи).

Висота звуку залежить від частоти коливань і щільності (напруження тканин). Отже, під час перкусії органи щільної консистенції (безповітряні) дають високий звук, повітряні – низький.

За відтінком (тембром) перкуторні звуки поділяють тимпанічні (має ознаки тону, подібного до звуку, що виникає під час удару по барабану (від грец. *tympanon* – барабан)) нетимпанічні. Нетимпанічний звук відрізняється меншою висотою.

Аускультація (від лат. *auscultatio* – вислуховування) – метод дослідження звуків, які утворюються самостійно в різних внутрішніх органах під їх час діяльності. Основи аускультації розробив та ввів у клінічну практику в 1819 році французький лікар Рене Лаенек. Він також вперше застосував для вислуховування людини прилад у вигляді трубки, що був названий стетоскопом (від грец. *stetos* – груди, *scopeo* – дивлюся).

Розрізняють два різновити аускультації: безпосередню і опосередковану. Безпосередню аускультацію проводять шляхом прикладання вуха до шкіри певної ділянки тіла людини. Нині її використовують дуже рідко. Опосередковану аускультацію здійснюють за допомогою різних приладів – стетоскопа або фонендоскопа, які проводять звукові хвилі з поверхні тіла до вуха лікаря. Стетоскопи бувають тверді (з дерева, металу, пластмаси) – він являє собою трубку з невеликим розтрубом на одному кінці, що прикладається до тілп обстежуваного, і лійкоподібним розширенням на другому кінці, що прикладається до вуха лікаря. Довжина його повинна бути не більше 12 см. М'який стетоскоп складається з невеликого порожнистого конуса з розтрубом, що прикладається до вислуховуваної ділянки тіла, та з двох довгих гумових трубок, які на кінці забаспечені наконечниками у вигляді оливок, що фіксуються у вушних раковинах.
Іншим приладом, що використовується для опосередкованої аускультації, є фонендоскоп (від грец. *phonon* – звук, *endon* – всередені, *scopeo* – оглядаю). Це м'який стетоскоп, в якому кінцева частина, що прикладається до тіла людини, являє собою порожнинну камеру, обтягнену звукочутливую мембраною, яка посилює звуки шляхом резонансу. Існують ще стетофонендоскопи (комбінація м'якого стетоскопа та фонендоскопа) Це пристрій, в якому кінцева частина, що приставляється до вислуховуваної ділянки тіла, маєрозтруб, як і в стетоскопі, та капсулу з мембраною. Об'єктами аускультації передусім є органи грудної літки (легені та серце), далі деякі периферичні судини (сонна, стегнова та плечова артерії) та меншою мірою – черевна порожнина (шлунок, кишечник).

Хід роботи

1. Демонстрація навчальних фільмів.
2. Ознайомлення з методикою проведення пальпації, перкусії, аускультації.

Зробити висновки.

Лабораторна робота 5

Тема: Методика надання першої невідкладної домедичної допомоги дорослій людині.
Мета: Ознайомитися з методикою надання першої невідкладної домедичної допомоги дорослій людині.
Матеріали і обладнання: навчальні фільми, тренажер-манекен для демонстрації прийомів надання першої невідкладної домедичної допомоги.
Об'єкт: людина

Невідкладний стан людини – це раптове погіршення фізичного або психічного здоров'я, яке становить пряму та невідворотну загрозу життю та здоров'ю людини або оточуючих, і виникає внаслідок хвороби, травми, отруєння або інших внутрішніх чи зовнішніх причин.

До категорії екстрених належать звернення стосовно пацієнта, який перебуває у невідкладному стані, що супроводжується: непритомністю, судомами, раптовим розладом дихання, раптовим болем у ділянці серця, блюванням кров'ю, гострим болем у черевній порожнині, зовнішньою кровотечею, ознаками гострих інфекційних захворювань, гострими психічними розладами, що загрожують життю і здоров'ю пацієнта та/або інших осіб, чи зумовлений усіма видами травм (поранення, переломи, вивихи, опіки, тяжкі забої, травми голови), ураженням електричним струмом, блискавкою, тепловими ударами, переохолодженням, асфіксією всіх видів (утоплення, потрапляння сторонніх предметів у дихальні шляхи), ушкодженнями різної етіології під час надзвичайних ситуацій (дорожньо-транспортні пригоди, аварії на виробництві, стихійні лиха тощо), отруєннями, укусами тварин, змій, павуків та комах, порушенням нормального перебігу вагітності (передчасні пологи, кровотеча тощо), а також транспортування пацієнтів, які перебувають у стані, що потребує обов'язкового медичного сортування та термінової госпіталізації в лікувальний заклад.

Домедична допомога – комплекс екстрених простих медичних заходів, що надають постраждалому чи особі, яка раптово захворіла, на місці події та на період його транспортування до медичного закладу.

Особи, зобов'язані надавати домедичну допомогу людині в невідкладному стані: рятувальники аварійно-рятувальних служб, працівники державної пожежної охорони, працівники органів та підрозділів міліції, фармацевтичні працівники, провідники пасажирських вагонів, бортпровідники та інші особи, які не мають медичної освіти, але за своїми службовими обов'язками повинні володіти практичними навичками з рятування та збереження життя людини, яка перебуває у невідкладному стані.

Діапазон дій з надання домедичної допомоги передбачає три основні групи заходів:

1) негайне припинення дії зовнішніх шкідливих факторів (електричного струму, високих та низьких температур, стискання постраждалого важкими предметами) із дотриманням особистої безпеки та евакуація постраждалих із вищеперерахованих несприятливих умов, в які вони потрапили (з пошкодженого траспортного засобу, води, приміщення, що горить або в якому накопичилися отруйні гази);

2) надання домедичної допомоги постраждалим залежно від характеру та виду травми, нещасного випадку або захворювання, що виникло зненацька (зупинка кровотечі, штучне дихання, непряма компресія грудної клітки, накладання пов'язки на рану тощо);

3) організація швидкого транспортування хворого або постраждалого до лікувального закладу**.**

Алгоритм дії при надання невідкладної допомоги:

1. Виявіть, чи є якась невідкладна ситуація.
2. Зрозумійте, чи є фактор небезпеки для вас. Забезпечте свою безпеку.
3. Викличте «швидку». Чим швидше ви це зробите – тим більше шансів врятувати людину. Люди часто хвилюються і забувають про це.
4. Перевірте стан людини. Найкраща швидка перевірка – це поговорити з постраждалим. Якщо людина відповіла, це означає, що все більш-менш гаразд. Вона може дочекатися кваліфікованої допомоги.
5. Якщо людина не реагує, ситуація ускладнюється. Вона може бути без свідомості. Є дуже багато причин, чому людина знепритомніла, але ми їх не знаємо. Головна небезпека у такому стані – у людини можуть бути заблоковані дихальні шляхи, зокрема через сторонні предмети або язик.
6. Непритомну людину треба перевернути на бік.
7. Якщо людина не дихає (у неї не піднімається грудна клітка, ми не чуємо дихання протягом 10 секунд) – треба починати реанімаційні заходи.
8. Робіть масаж серця – просто натискайте на грудну клітку. Максимум – 30 разів. Після цього зробіть 2 вдихи до підняття грудної клітки. У результаті в крові буде хоч якийсь кисень, що перейде до мозку.
9. Звісно, важко надавати допомогу самостійно до приїзду «швидкої». Попросіть про допомогу когось з оточення.

Хід роботи

1. Ознайомлення з методикою надання екстренної медичної допомоги дорослій людині: зупинка кровотечі, штучне дихання, непряма компресія грудної клітки, накладання пов'язки на рану тощо.

   Зробити висновки.

Лабораторна робота 6

Тема: Діагностичне значення температури тіла та способи її вимірювання. Фактори, які впливають на коливання температури тіла.

Мета заняття: навчитись правильно вимірювати температуру тіла різними способами; вміти оцінювати результати вимірювання температури тіла; навчитися заповнювати температурний листок та температурну криву.

Матеріали і обладнання: термометр ртутний, термометр безконтактний інфрачервоний, фонендоскоп, тонометр.

Об'єкт: людина

Температура тіла здорової людини та її фізіологічні коливання

Температура тіла здорової людини у нормі становить у паховій складці 36,4 - 36,9 °С, у порожнині рота - 37,1 - 37,3°С, у прямій кишці та вагіні - 37,3 - 37,5°С.

Летальний (смертельний) максимальний рівень температури становить понад 42,5°С, мінімальний - нижче 33°С. При таких рівнях температури виникають незворотні порушення обміну речовин та будови клітин, що несумісні з життям.

Протягом доби температура тіла здорової людини може коливатися до ±1°С. Найвищою вона є о 16.00-18.00, найнижчою - о 3.00-6.00. Коливання можуть зумовлюватися характером харчування, інтенсивністю праці м'язів, частково - температурою навколишнього середовища (особливо при неправильному вдяганні). Рівень температури залежить від віку людини. Так, у дітей внаслідок більшої інтенсивності процесів обміну речовин та окисних процесів, що є необхідним для росту організму, температура тіла дещо підвищена, ніж у дорослої людини (36,9 - 37,2°С). У людей похилого та старечого віку внаслідок фізіологічного зниження інтенсивності процесів обміну речовин та окисних процесів середня температура тіла є нижчою, ніж у людини середнього віку (36,0 - 36,5°С). У період менструації температура тіла дещо підвищується і може становити 36,9 - 37,1°С. Влітку температура тіла може бути на 0,1 - 0,3°С вищою, ніж узимку.

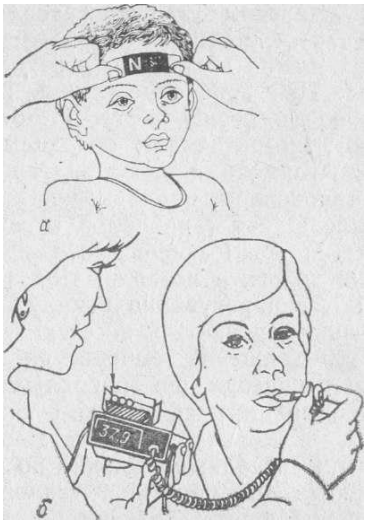


Рис. 1. Вимірювання температури тіла за допомогою термометрів на рідких кристалах: а) на лобі; б) у ротовій порожнині

Рис. 2. Вимірювання температури тіла у пахвовій ямці.

Методи вимірювання температури тіла

Медичний термометр - це тонка скляна запаяна з обох боків капілярна трубка, з якої видалено повітря. На нижньому кінці ця трубка переходить до резервуара, заповненого ртуттю. Шкала медичного термометра виготовлена з матового скла та алюмінію і має поділки від 34 до 42°С. Кожна поділка відповідає цілому градусу за Цельсієм. Кожен градус поділяється на 10 менших поділок (по 0,1°С). На рівні 0,5°С поперечна лінія є довшою за інші. Зовнішню трубку термометра виготовляють із тугоплавкого скла; вона дещо сплощена, щоб термометр не скочувався з поверхні, на якій він знаходиться. Ртутний стовпчик повинен бути нерозривним; розірваність стовпчика ртуті можна з'єднати за допомогою струшування. Якщо це не вдається, термометр слід вважати непридатним для користування.

Термометр на основі рідких кристалів. Принцип його роботи полягає у зміні забарвлення рідких кристалів при зміні температури. Це полімерна пластинка, вкрита емульсією з рідких кристалів. Для вимірювання температури тіла пластинку накладають на будь-яку частину тіла. При температурі 36 - 37°С на пластинці зеленим кольором висвітлюється літера «N» («Norma»), а при температурі більше 37 °С - «F» («Febris» - гарячка). Більш досконалі термометри можуть подавати індикацію у цифровому позначенні.

Інфрачервоний бесконтактний медичний термометр. Принцип роботи термометра заснований на обробці датчиком інфрачервоного випромінювання виходить від предмета вимірювання. Відстань для вимірювань: 5-8 см. Час автоматичного відключення: 7 секунд.

Правила і техніка вимірювання температури тіла за допомогою медичного термометра

Термометр слід зберігати у склянці або скляній банці (~200-гр.). На дно її треба покласти шар вати. Склянка або банка на $^1/_2$ або $^2/з$ повинна бути заповненою 70 % етиловим спиртом або 0,5 % розчином хлораміну.

Вимірювати температуру тіла у хворого бажано одним і тим же термометром. Перед вимірюванням температури тіла слід впевнитися, що ртутний стовпчик термометра стоїть не вище 35°С. Якщо він стоїть вище, то термометр струшують. Перед тим як дати хворому термометр, його треба витерти сухим рушником від залишків хлораміну чи спирту.

Звичайно температуру тіла вимірюють двічі на добу - між 7.00 та 9.00, а також між 17.00 та 19.00. Інколи (для виявлення прихованого ревматизму, туберкульозу тощо) температуру тіла вимірюють через кожні 2-4 год.

Найчастіше температура тіла вимірюється у пахвовій ямці. Це на практиці є найзручнішим місцем, але дає менш точні результати, ніж при вимірюванні температури тіла у порожнинах. Щоб термометр не зсувався, треба також щільно притиснути плече до грудної клітки, а передпліччя розмістити таким чином, щоб долоня знаходилася у протилежній пахвовій ямці. Потрібно стежити, щоб між термометром та тілом не потрапила білизна.

Якщо хворий перебував у непритомному стані або, навпаки, він збуджений, треба, щоб хтось тримав і хворого, і термометр.

Вимірювання температури тіла в ротовій порожнині дає дуже точні результати незалежно від температури навколишнього середовища, вологості шкіри тощо: При цьому

кожний хворий повинен мати окремий термометр. Ртутний резервуар термометра повинен знаходитися під язиком.

Але такий спосіб неможливо застосувати у хворого, який перебуває у непритомному чи збудженому стані, у хворих з психічними захворюваннями, при хворобах ротової порожнини та розладах носового дихання.

Вимірювання температури тіла у прямій кишці також дає точні результати. Воно показане у маленьких дітей, надто виснажених та знесилених хворих (у них термометр у пахвовій ямці нещільно охоплюється м'якими тканинами, тому результати такого вимірювання є неточними); протипоказане - при затримці випорожнень (закреп), проносі, запаленні прямої кишки (проктит), гемороїдах, що кровоточить, психічних захворюваннях та психічному збудженні хворого.

Вимірювання температури тіла у вагіні широко застосовують у гінекологічній практиці для виявлення порушень менструального циклу. Цей метод дає дуже точні результати. У кожної хворої повинен бути індивідуальний термометр.

Термін вимірювання температури тіла у пахвовій ямці становить 10-15 хв, у ротовій порожнині, прямій кишці та вагіні - 5-10 хв.

Оцінка результатів вимірювання температури тіла

Верхньою межею нормальної температури, вимірюваної у пахвовій ямці, слід вважати 37°С, у ротовій порожнині - 37,2°С, у вагіні - 37,5°С.

Нижньою межею нормальної температури тіла у пахвовій ямці слід вважати 36°С, у ротовій порожнині - 36,5°С, у прямій кишці та вагіні - 36,8°С.

Підвищення температури тіла понад вказані максимальні цифри носить назву гіпертермія, зниження температури нижче мінімальних величин - гіпотермія.

Заслуговує на увагу співвідношення між температурою тіла та частотою пульсу (табл. 1). Звичайно при підвищенні температури тіла на 1°С частота пульсу прискорюється на 8 - 10 за 1 хв (правило Лібермейстера). Невідповідність між високою температурою тіла та частотою пульсу в той чи інший бік завжди повинна звертати на себе увагу. Так, невідповідна високій температурі тіла незначна прискореність пульсу може свідчити про наявність черевного тифу, менінгіту, енцефаліту.

Таблиця 1.

Співвідношення між температурою тіла та частотою пульсу

Температура, °С	Пульс за 1 хв	Температура, °С	Пульс за 1 хв	Температура, °С	Пульс за 1 хв
36,5	72	38,5	96	40,5	120
37,0	78	39,0	102	41,0	126
37,5	84	39,5	108	41,5	132
38,0	90	40,0	114	42,0	138

Таблиця 2.

Перерахування показників температури тіла за різними системами

за Цельсієм	за Фаренгейтом	за Реомюром
35,0	95	28
35,5	95,9	28,4
36,0	96,8	28,8
36,5	97,7	29,2

37,0	98,6	29,6
37,5	99,5	30,0
38,0	100,4	30,4
38,5	101,3	30,8
39,0	102,2	31,2
39,5	103,1	31,6
40,0	104,0	32,0
40,5	104,9	32,4
41,0	105,8	32,8
41,5	106,7	33,4
42,0	107,6	33,8

В Україні прийнята температурна шкала за Цельсієм. В той же час у багатьох країнах світу температура тіла визначається за Фаренгейтом (усі англомовні країни) або за Реомюром. Тому наводимо порівняльну таблицю показань за цими системами (табл. 2).

При вимірюванні температури тіла трапляються випадки симуляції хворим підвищеної температури тіла або, навпаки, приховування її. Тому медична сестра повинна сама вкладати термометр у пахвову ямку або ротову порожнину і під час вимірювання температури тіла стежити за діями хворого.

Реєстрація даних вимірювання температури тіла

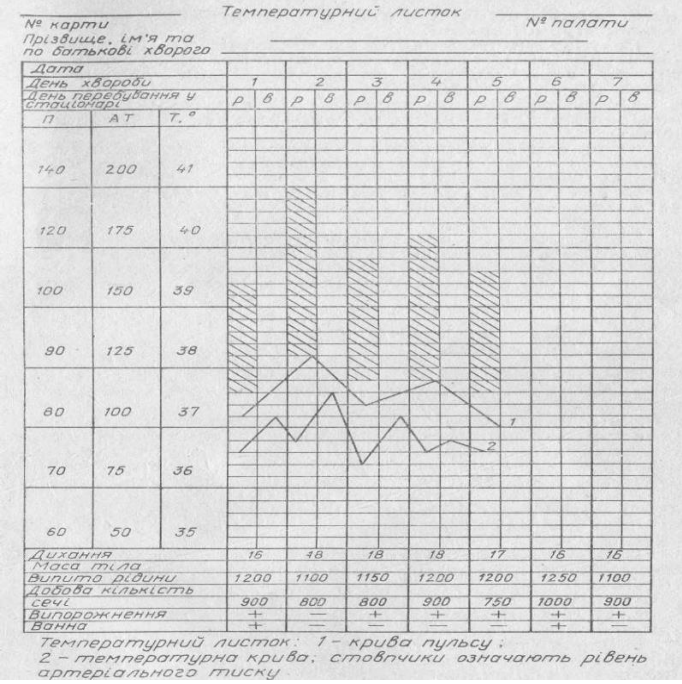
Сукупність окремих вимірювань температури тіла у даного хворого виявляє характер її залежно від характеру захворювання. Деякі захворювання, особливо з хронічним перебігом, часто мають характерний тип коливань температурної кривої.

Результати щоденного дворазового вимірювання температури тіла записують у спеціальний температурний листок, який заводять на кожного. Він має такі графи (рис. 3):

а) реєстрація температури за розділами: Т - термін вимірювання, Р - ранкова температура, В - вечірня температура;

б) щоденна реєстрація: частоти пульсу, дихання, артеріального тиску, у разі необхідності - кількості добового діурезу, випорожнень;

в) раз на тиждень визначають масу тіла хворого (у разі необхідності, наприклад при ожирінні, набряках, щоденно або через день).



Після кожного вимірювання температури тіла на відповідному рівні температурної сітки проставляють точки, які з'єднують прямими лініями. Отримана крива виявляє хід коливань температури тіла за період спостереження за хворим.

Рис. 3. Температурний листок.

Поняття про патогенетичні механізми гарячки

Гарячка (febris) - патологічний процес, що характеризується порушенням процесів терморегуляції та підвищенням температури тіла.

Вона є наслідком дії на центр терморегуляції різних агентів, що викликають підвищення температури тіла, так званих пірогенних речовин. Ними можуть бути інфекційні агенти - мікроорганізми, віруси, найпростіші; продукти їх розкладання: неінфекційні пірогенні агенти - чужорідні білки, наприклад, при введенні сироваток, крові, кровозамінних білкових препаратів.

У **I стадії** гарячки спостерігається збільшення діурезу внаслідок підвищення артеріального тиску та припливу крові до внутрішніх органів, зокрема нирок. У **II стадії** гарячки внаслідок подразнення надниркових залоз та підвищення продукції мінералокортикоїдного гормону альдостерону, у тканинах затримується натрій, виникають набряки, діурез зменшується. У **III стадії** гарячки збільшується виділення хлоридів, вода зникає з тканин, збільшується виділення сечі та поту.

Види гарячки

1. Залежно від ступеня підвищення температури тіла (рис. 4) розрізняють таку температуру тіла:

1) субфебрильна - від 37°С до 38°С;

2) помірно підвищена - від 38°С до 39°С;

3) висока - від 39°С до 40°С;

4) надвисока - від 40°С до 41°С;

5) гіперпіретична - понад 41°С.

2. За тривалістю розрізняють такі види гарячки:

1) швидкоминуща (ефемерна) - febris ephemera. Триває декілька годин, трапляється при грипі, респіраторних вірусних інфекціях;

2) гостра - febris acuta. Триває до 2 тижнів, характерна для гострого бронхіту, пневмонії;

3) підгостра - febris subacuta. Триває 15 - 45 днів. Характерна для ревматизму в стадії загострення, хронічного бронхіту;

4) хронічна - febris chronica. Триває понад 45 днів. Характерна для туберкульозу, хронічного тонзиліту, сепсису.

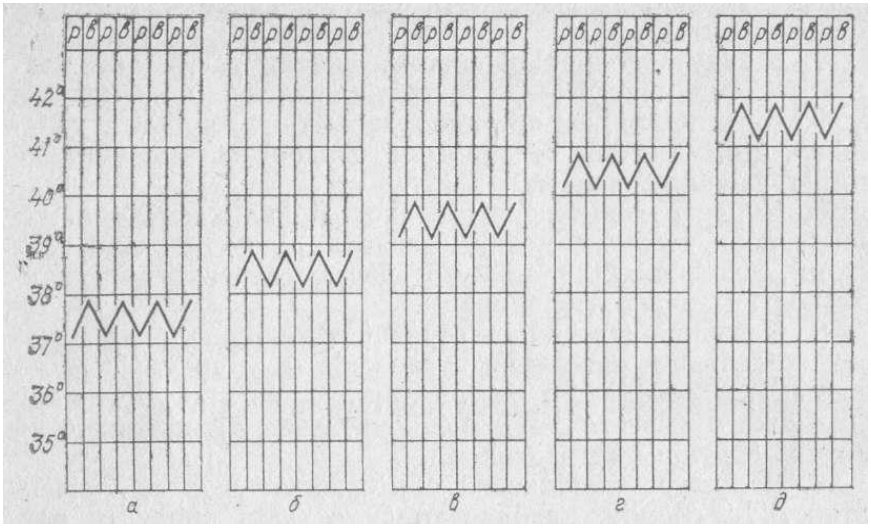


Рис. 4. Види гарячок залежно від ступеня підвищення температури тіла: а) субфебрильна; б) помірно підвищена; в) висока; г) дуже висока; д) гіперпіретична

3. За характером температурної кривої розрізняють такі типи гарячки.

1. Гарячка постійного, або сталого типу - febris continua: рівень температури звичайно високий, різниця між ранковою та вечірньою температурою тіла коливається в межах 0,5 - 1°С. Характерна для крупозної пневмонії, черевного та висипного тифу, ревматизму (рис. 5).

2. Гарячка послаблюючого, ремітуючого, типу - febris remittens: різниця між ранковою та вечірньою температурою коливається в межах 1 - 2°С, а іноді і більше; вранці температура тіла падає нижче 38°С, але не знижується до нормального рівня. Характерна для гноячкових захворювань, вогнищевого запалення легенів (рис. 5).

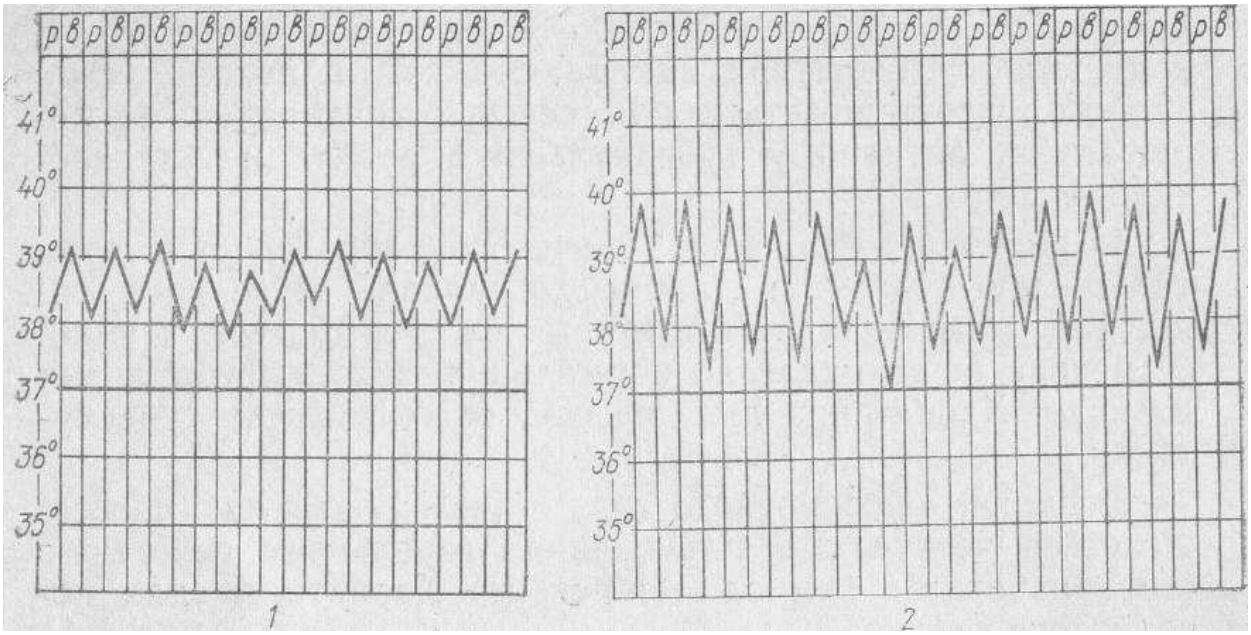


Рис. 5. Види гарячок за характером температурної кривої: 1 - стала; 2 – ремітуюча.

3. Гарячка переміжного, інтермітуючого, типу - febris intermittens: спостерігається періодичне, приблизно через рівні проміжки часу (від 1 до 3 діб), у більшості випадків різке підвищення температури тіла (частіше у другій половині дня, іноді вночі) на декілька годин з наступним її зниженням до нормального рівня. Характерна для малярії (рис. 6.).

4. Гарячка виснажуюча, гектичного типу - febris hectica: це тривала гарячка з добовими коливаннями температури, що доходять до 4-5°С, з підвищенням температури тіла до 40-41°С ввечері та вночі та ранковим її падінням до субфебрильних або нормальних величин. Ці коливання температури викликають надто важкий стан хворого. Спостерігається при сепсисі, гноячкових захворюваннях, активному туберкульозі з розпалом легеневої тканини (рис. 6.).

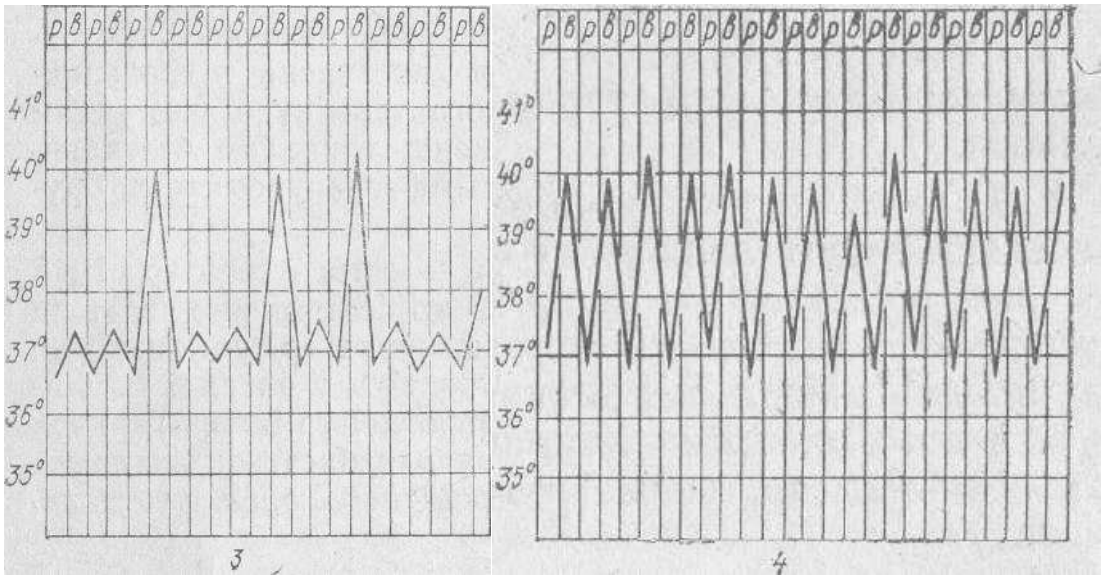


Рис. 6. Види гарячок за характером температурної кривої: 3 - інтермітуюча; 4 - гектична.

5. Гарячка зворотного, збоченого, або інвертованого, типу - febris inversa: подібна до гарячки гектичного типу, але максимум температури спостерігається вранці, а увечері вона падає до нормальних або субфебрильних величин. Характерна для сепсису, важких форм туберкульозу (рис. 7).

6. Гарячка поворотного типу - febris recurrens: спостерігається чергування кількаденних гарячкових періодів з безгарячковими (періоди апірексії). Характерна для поворотного тифу (рис. 7).

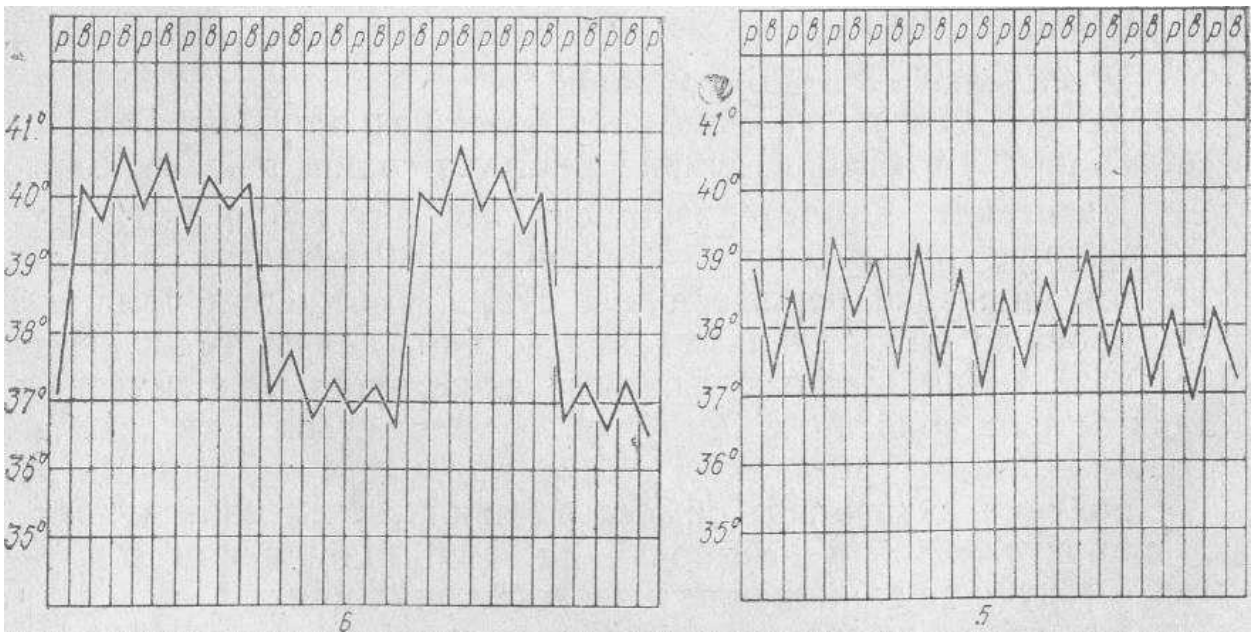


Рис. 7. Види гарячок за характером температурної кривої: 5 - інвертована; 6 – рекурентна.

7. Гарячка хвилеподібного, або ундулюючого, типу - febris undulans: спостерігається поступове підвищення температури тіла протягом певного терміну з наступним її літичним падінням та більш-менш тривалим безгарячковим періодом. Характерна для лімфогранулематоза, бруцельоза.

- Гарячка нерегулярного типу - febris irregularis, яка ще називається атиповою febris atipica: спостерігається непевна тривалість з неправильними та різноманітними добовими коливаннями температури тіла у вигляді постійної, послаблюючої, переміжної, зворотної та інших гарячок та їх різних поєднань. Характерна для багатьох захворювань, наприклад, ревматизму, хронічного бронхіту, холециститу (рис. 8).

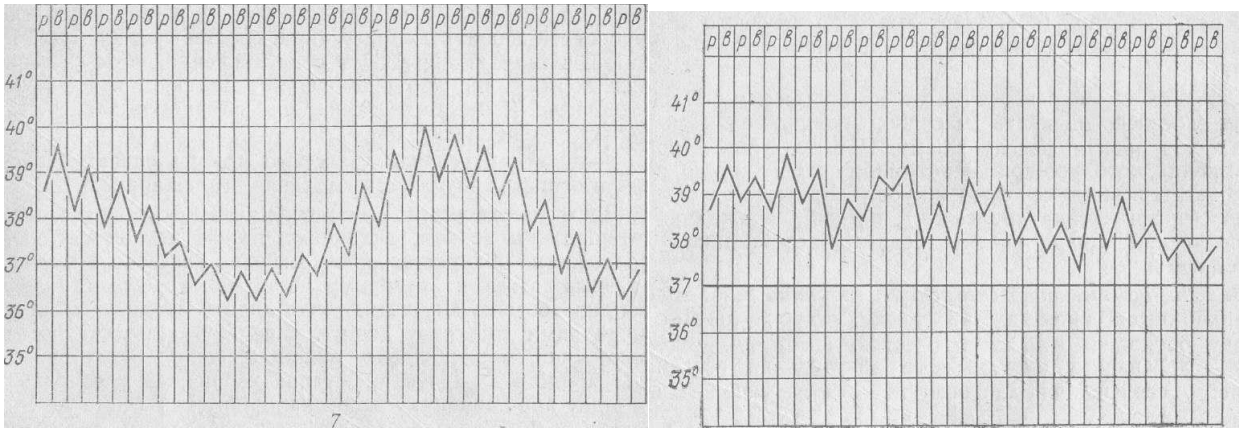


Рис. 8. Види гарячок за характером температурної кривої: 7 - ундультативна; 8 – нерегулярна.

Хід роботи

1. Провести вимірювання температури за допомогою інфрачервоного бесконтактного медичного термометра.
2. Провести заміри пульсу і систолічний/діастолічний тиску крові у спокої за методом Короткова.

3. Визначити частоту дихання, користуючись таким алгоритмом. Обстеженний повинен знаходитися у стоячому або сидячому положенні, обличчяям до виконавця навички. Прикласти руку до грудної клітини обстежуваного на рівні грудини або до живота на рівні пупка. Порахувати кількість дихальних рухів грудної клітини або передньої черевної стінки за 1 хвилину. Норма частоти дихання для дорослих – 16-20 за 1 хвилину.
4. Визначити масу тіла.
5. Сформувати температурний листок за результатами щоденного дворазового вимірювання температури власного тіла, пульсу, частоти дихання, систолічного/діастолічного тиску крові протягом тижня. Здійснити заміри коливань температурної кривої (див. табл. 3) за запропонованими розділами, де Р - ранкова температура, В - вечірня температура.
6. Побудувати температурну криву, криву пульсу, діаграму тиску крові.

Таблиця 3

Температурний листок пацієнта

День спостереження			1		2		3		4		5		6		7	
Частина дня			Р	В	Р	В	Р	В	Р	В	Р	В	Р	В	Р	В
пульс	АТ	Т,^{0}														
140	200	41														
120	175	40														
100	150	39														
90	125	38														
80	100	37														
70	75	36														
60	50	35														
Частота дихання																
Маса тіла																

7. Охарактеризувати співвідношення тиску крові, пульсу, частоти дихання і коливання температури тіла протягом тижня.
   Зробити висновки.

Лабораторна робота 7

Тема: Клінічний аналіз крові.
Мета: навчитися визначати гематокрит і обраховувати морфологічні показники еритроцитів.
Матеріали та обладнання: гематокритний капіляр або мікропіпетка, центрифуга на 8000 об/хв, пластилін, водний розчин гепарину 5000 мЕ/мл (розведений дистильованою водою 1:5), 96 % розчин спирту, вата, голки-скарифікатори, гумова груша.
Об'єкт дослідження: людина.

Складові клінічного аналізу крові

Розгорнутий клінічний аналіз крові включає в себе показники, що характеризують функціонування паростків кровотворення (кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів), функціональну спроможність цих клітин, рівень гемоглобіну, різні включення в цитоплазмі клітин, а також системні показники, такі як колірний показник, гематокрит і швидкість осідання еритроцитів.

Кількість еритроцитів. Цей показник показує питому концентрацію еритроцитів в крові. Виражається в абсолютних величинах і в нормі становить 4,1 -5,0х10 , 2 / л у чоловіків і 3,7-4,7х10 12 / л у жінок.

Концентрація гемоглобіну. Є дуже чутливим показником анемічного синдрому і поряд з кількістю еритроцитів і гемато крітом є основою для діагностики різних типів анемій. У нормі концентрація гемоглобіну становить від 130 до 160 г / л у чоловіків і від 120 до 150 г / л у жінок. Залежність рівня гемоглобіну від віку приведена в табл. 4.
Залежність рівня гемоглобіну від віку

Таблиця 4

Вікові нормативні показники рівня гемоглобіну

Вік	Рівень гемоглобіну (г / л)
новонароджені	136-196
До 3 місяців	95-125
1 рік	110-130
1-9 років	115-148
10-14 років	120-152
15-64 року	130-160 (М), 120-150 (Ж)
65-85 років	120-150

Кольоровий показник. Цей показник є найбільш спірним в даний час. Спочатку він був запропонований для того, щоб охарактеризувати ступінь насиченості еритроцита гемоглобіном. В даний час в Росії його діагностичне значення зберігається, проте з впровадженням в лабораторну практику проточних гематологічних аналізаторів з'явилася можливість більш тонкої характеристики функціональної активності еритроцитів. Клінічна значимість цього показника полягає в характеристиці функціонування еритрона як структурно-функціональної одиниці кісткового мозку, відповідальної за продукцію еритроцитів. За результатами вимірювання цього показника все анемії поділяються на три основні групи: гіперхромні, гіпохромні і нормохромние. У нормі колірний показник становить від 0,82 до 1,05 у чоловіків і жінок.

Гематокрит (гематокритна величина, гематокритне число) – це частина об'єму крові, що припадає на еритроцити, іноді визначається як відношення всіх формених елементів (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити) до загального об'єму крові. Гематокрит (Ht) виражають у відсотках від загального об'єму крові (тоді він позначається в %), або в літрах на літр (л/л) – тоді він позначається десятковим дробом (з точністю до сотих), що відповідає частці формених елементів в 1 л крові (450 мл клітин в 1 л крові = 0,45 л/л = 45%). Визначення гематокриту проводиться за допомогою спеціальної скляної градуйованої мірної піпетки – гематокриту, яку заповнюють кров'ю і центрифугують. Після чого визначають, яку її частину займають формені елементи крові (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити). Також використовують автоматичні аналізатори.

У нормі гематокрит чоловіка дорівнює 40-48 % (0,4-0,48 л/л), а жінки – 36-42 % (0,36-0,42 л/л). У новонароджених гематокрит приблизно на 20 % вище, а у маленьких дітей – приблизно на 10 % нижче, ніж у дорослого.

Гемакокрит підвищується при еритроцитозах, дегідратації, зменшенні об'єму циркулюючої плазми. Знижується при анемії, підвищенні об'єму циркулюючої плазми, хронічному запальному процесі, травмах, голодуванні, хронічній гіперазотемії, онкологічних захворюваннях.

Кількість лейкоцитів. Показник, який вказує на питому концентрацію лейкоцитів в крові. Зміна цього показника найчастіше характеризує наявність як гематологічних захворювань, так і системних, пов'язаних із запальними, пухлинними та дистрофічними процесами. Крім того, даний показник дуже часто використовується для оцінки ефективності проведеної терапії (цитостатиками, антибіотиками і т. д.). Для більш детальної оцінки кількості лейкоцитів в крові існує цілий розділ показників, об'єднаних назвою «лейкоцитарна формула». Лейкоцитарна формула відображає абсолютне і відносне вміст у крові клітин, що відносяться до класу лейкоцитів. Всі лейкоцити прийнято ділити на дві основні групи: гранулоцити, до яких відносяться базофіли, еозинофіли і нейтрофіли, а також мононуклеари (моноцити і лімфоцити). Оцінка стану гранулоцитарного ланки гранулопоеза здійснюється в двох напрямках: оцінка ступеня їх зрілості і співвідношення трьох основних субростков гранулоцитарного паростка.

У нормі кількість лейкоцитів становить 3,5-7,5х10 9 / л у чоловіків і жінок. У дітей воно відрізняється і становить у віці одного місяця 9,2-13,8х10 9 / л, від 1 до 3 років - 6-17х10 9 / л, а у віці від 4 до 10 років - 6,1-11,4х10 9 / л.

Загальна характеристика гранулоцитарного паростка. Клітини, що відносяться до гранулоцитарного паростка, дозрівають, проходячи цілий ряд стадій від бластной клітини до паличкоядерних і сегментоядерних форм. Останні дві форми гранулоцитів в нормі можуть перебувати в циркулюючої крові. Після виходу з кісткового мозку основна частина їх знаходиться в лейкоцитарної депо. Основними редепонірующімі факторами для них є запальні реакції, пухлинний процес і т.д.

Нормальні кількості клітин лейкоцитарної формули в нормі наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Співвідношення клітин в лейкоцитарній формулі

клітини	Відносна кількість (%)	Абсолютна кількість (в 1 мкл)
паличкоядерних нейтрофілів	1-4	40-70
сегментоядерні нейтрофіли	50-70	2000-5500
базофіли	0-1	0-65
еозинофіли	0-3	0-300
моноцити	3-9	90-600
лімфоцити	18-40	1200-3000

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). Вперше, теоретичні основи даного явища були відкриті в 1897 р Е. Бернацьким. Детально описавши механізми, що визначають швидкість седиментації еритроцита, він спробував впровадити це дослідження в клінічну практику під назвою «реакція осідання еритроцитів» (РОЕ). Однак справжнім клінічним «батьком» феномена ШОЕ in vitro по праву прийнято вважати шведського патолога Р. Фареуса. Зокрема, в 1918 році він описав взаємозв'язок рівня ШОЕ і терміну вагітності, а також ввів це дослідження в медичну практику.

Морфологія еритроцитів змінюється при гематологічних захворюваннях і синдромах. Вони виражаються в зменшенні розмірів, зміні форми еритроцитів, інтенсивності характеру забарвлення, наявність патологічних включень. Про морфологію еритроцитів судять при дослідженні забарвлених мазків крові за допомогою імерсійної системи мікроскопу.

Хід роботи

1. Градуйовану на 100 поділок гематокритну піпетку для попередження зсідання крові перед роботою промити розчином гепарину.
2. Продути піпетку гумовою грушею.
3. Висушити піпетку і заповнити кров'ю на 7/8 довжини.
4. Отвір піпетки заклеїти пластиліном і центрифугувати протягом 5 хв. при 8000 об/хв.
5. Після центрифугування визначити відсоток формених елементів за величиною стовпчика еритроцитів стосовно загального об'єму крові, тобто гематокритну величину.
6. Рекомендації щодо оформлення результатів роботи. Записати гемокритний показник у %.
7. Порівняти отримані показники гематокриту з нормою, зробити висновки.
8. Провести розрахунок форми еритроцитів, враховуючи значення гаметокриту.

– середній об'єм еритроцита (MCV – mean corpuscular volume) розраховують за формулою: MCV = Ht (%)< 10 / RBC (< 10^{12} /л, де: Ht – гематокритне число, RBC – кількість еритроцитів в 1 л крові.

В нормі MCV (нормоцити) становить: у дорослих 86±8 мкм^3 або 86±8< 10^{15} фл, новонароджених: 100±5 мкм^3, дітей: 83±7 мкм^3. Середній об'єм еритроцита в нормі становить 88-90 мкм^3 . MCV↑ - макроцитоз, MCV↓ - мікроцитоз.

– середня товщина еритроцита розраховують за формулою:

– $T_{сер.}$ = MCV / πR^2 , де: R – радіус еритроцита (мкм), MCV – середній об'єм еритроцита (мкм^3); T – середня товщина еритроцита (мкм). $T_{сер.}$ в нормі становить 1,85-2,1 мкм. Діаметр еритроцита у людини складає 7,1-7,9 мкм.

– для повної характеристики про форму еритроцита розраховують сферичний індекс:

– $I_{сф.}$ = D / T, де $I_{сф.}$ – сферичний індекс, D – середній діаметр еритроцита (мкм), T

– – середня товщина еритроцита (мкм).

Зробити висновки.

Лабораторна робота 8

Тема: Вимірювання pH сечі й слини.
Мета: Навчитися визначати pH організму шляхом вимірювання pH сечі й слини.
Матеріали та обладнання: індикаторний папір, свіжозібрана сеча, слина.
Об'єкт дослідження: людина.

Найпростіше контролювати рівень pH організму можна, вимірюючи pH сечі й слини. Реакція сечі дорослої людини при вживанні змішаної їжі слабкокисла або нейтральна (pH у межах 5,0-7,0, у середньому – 6,0). Залежно від характеру їжі реакція сечі може коливатися від 4,5 до 8,0. Кисла реакція сечі спостерігається при перевантаженні м'ясною їжею, лужна – при овочевій дієті. Крім того, кислотність сечі змінюється при багатьох захворюваннях організму. Лужність сечі збільшується при вживанні мінеральних вод, при блюваті і проносі, хронічній інфекції сечовивідних шляхів, при циститах та запальних захворюваннях сечового міхура (крім циститів, викликаних кишковою паличкою або мікобактерією туберкульозу). Кислотність збільшується при цукровому діабеті, туберкульозі нирок і сечового міхура, нирковій недостатності, при гарячці, голодуванні, нирково-кам'яній хворобі, гіпокаліємії та гіпохлоремії, вливанні великої кількості ізотонічного розчину натрію хлориду, у дітей при ексудативному діатезі.

Крім pH сечі, при діагностиці стану здоров'я вимірюють pH слини, що залежить від швидкості слиновиділення. Зазвичай кислотність змішаної слини людини дорівнює 6,8-7,4 pH, але при великій швидкості слиновиділення досягає 7,8 pH. У дітей в середньому кислотність змішаної слини становить 7,32 pH, у дорослих – 6,40 pH. Низьке значення кислотності (6,2-6,0) слини не тільки свідчить про порушення функціонування організму, а ще й призводить до демінералізації зубної емалі з появою ерозії твердих тканин та утворенням у них порожнин – карієсу.

Хід роботи:

1. Визначення реакції сечі за допомогою індикаторного паперу. Можна застосовувати будь-який індикаторний папір, придатний для вимірювання pH в інтервалі 5,0-8,0.

Реакцію сечі орієнтовно визначають у свіжовипущеній сечі, бажано відразу після сечовипускання, оскільки при стоянні вона стає лужною. Індикаторний папір опускають в досліджувану сечу і через 1-2 хв. відзначають зміну забарвлення, порівнюючи з колірною шкалою.

2. Визначення реакції сечі за допомогою синього і червоного лакмусових папірців: синій і червоний лакмусовий папір опускають в досліджувану сечу і через 1-2 хв. Проводять оцінку зміни забарвлення. Якщо синій папірець червоніє, а червоний залишається без зміни, то реакція сечі кисла; якщо червоний папірець синіє, а синій залишається без зміни – реакція лужна. Якщо обидва види папірців не змінюють свій колір, то реакція сечі нейтральна. У випадках, коли обидва папірці дещо змінюють свій колір – реакція амфотерна (нейтральна).

3. Визначення pH слини в ротовій порожнині здійснюють за допомогою універсального індикаторного паперу на основі змін кольору паперових смужок (діагностична шкала – від 5,7 до 7,4).

Зробити висновки щодо pH організму на основі виміряних pH сечі й слини.

Лабораторна робота 9

Тема: Техніка синдромального (контурного) аналізу електрокардіограми.
Мета: оволодіти методикою реєстрації електрокардіограми та проведення її синдромального (контурного) аналізу.
Матеріали і методи: комплекс діагностичний автоматизований «КАРДІО+», електроди, ЕКГ-гель.
Об'єкт дослідження: людина

Опис методики розпізнавання та вимірювання елементів ЕКГ для синдромального (контурного) аналізу

Пояснювальні малюнки до цього розділу наведені в додатку А.

1. Вимірювання проводяться на одному кардіоциклі (представницький кардіоцикл).
2. Основні критерії вибору представницького кардіоцикла:
-мінімальна різниця попереднього і наступного інтервалів RR;
- при постійному водії ритму – кардіоцикл переважаючого або проміжного типу;
- при минущих порушеннях внутрішньошлуночкової провідності вибирається кардиоцикл з найменшим значенням D QRS;
- за наявності кардіоциклу різного генезу вибирається кардиоцикл з водієм більш високого порядку.
3. Розпізнавання 5 базових точок на представницького кардіоциклу:
- початок хвилі Р (РВ);
- кінець хвилі Р (РЕ);
- початок комплексу QRS (VB);
- кінець хвилі QRS (J);
- кінець хвилі Т (ТЕ).

Для синхронних відведень знаходять спільні точки кордонів Р, QRS, Т як ранні початку, так і пізні кінці відповідних точок в кожному відведенні (рис.1).

4. Одиниці виміру:
- амплітуда (А) вимірюються в мілівольтах (mV) при стандартному посилення: 1mV = 10 mm;
- тривалість (D) і тривалість (Т) зубців і інтервалів вимірюються в мілісекундах (ms);
- кутовий параметри вимірюються в градусах (^{0});
- площа елементів ЕКГ (S) вимірюються (mV*ms).

5. Морфологічний аналіз ЕКГ в інтервалі РВ-VB (рис. 2).
5.1. Форма хвилі Р (FP)
Розрізняють такі форми зубців Р:
FP (+0): A P1 > 0, A P2 = 0;
FP (-0): A P1 < 0, A P2=0;
FP (+-): A P1 > 0. A P2 < 0;
FP (-+): A P1 < 0, A P2 > 0;
FP(++): A P1 > 0, A P2 > 0;
FP(- -)^ F H1 < 0, A P2< 0.
У двох останніх випадках відстань між вершинами Р1 і Р2: DPt >30ms.
5.2. Вимірювання на ділянці РВ-VB (PP-Q)
АР1 - амплітуда першої фази;

AP2 - амплітуда другої фази;
EP - тривалість зубця;
DPQ - тривалість інтервалу PQ (PB-VB);
Амплітуди відраховуються від рівня точки PB.
6. Морфологічний аналіз ЕКГ в інтервалі VB-J (морфологічний аналіз QRS комплексу)
6.1. Компоненти комплексу QRS (рис. 3)
- форма QRS комплексу - F QRS;
- перший негативний зубець комплексу - Q;
- другий негативний зубець - S, наступні негативні зубці: S1,S2, ... Sn;
- позитивні зубці: R, R1, R2, ... Rn;
- останній зубець (термінальне відхилення) - TD (R або S).
Примітка:
1. Розщеплення зубця не доходить до ізолінії не змінює його призначення;
2. Максимальний набір зубців, який використовується в алгоритмі: F QRS: QRSR1S1 ...TD.
6.3. Морфологічний аналіз QRS комплексу (рис. 4)
На інтервалі VB-J вимірюють такі параметри:
AQ, AR, AR1, AS8, AS1 - амплітуди відповідних зубців ЕКГ;
DQ - тривалість зубця Q;
ATD - амплітуда кінцевого відхилення (останнього зубця);
D QRS - тривалість комплексу QRS(тривалість інтервалу VB-J);
S QRS - площа комплексу QRS;
Амплітуди відраховуються від рівня точки VB.
7. Морфологічний аналіз ЕКГ в інтервалі J-TE (аналіз інтервалу ST-T)
Методіка аналіза інтервала ST-T приведена на рис. 5A, 5B, 5C. ST3 - умовна точка кінця сегмента ST. Від точки J відміряють відрізки рівні 1/3 і 2/3 тривалості інтервалу J-ST3, кінці яких позначають точками ST1, ST2. На ділянці ST3-TE знаходять екстремуми. Максимально позитивне і негативне значення екстремумів визначає вершини зубця T.
7.1. Форма T (FT). Розрізняють такі форми зубця T:
FT (+0): F T1 > 0, A T2 = 0;
FT (-0): A T1 < 0, A T2 = 0;
FT (+-): A T1 > 0, A T2 < 0;
FT (-+): A T1 < 0, A T2 > 0;
AT1 - амплітуда першої фази зубця T;
AT2 - амплітуда другої фази зубця T;
D QT - тривалість інтервалу Q-T;
Амплітуди відраховуються від рівня точки VB.
7.2. Форма ST (FST). Форма ST визначається на ділянці J-ST3. Розрізняють такі форми ST:
FST (1): горизонтальна;
FST (2): спадна;
FST (3): висхідна;
FST (4): Б-образна;
FST (5): куполоподібний;
FST (6): невизначена;
FST (4) і FST (5) можуть поєднуватися з FST (2) і FST (3).

8. Методика обчислення кутових параметрів ЕКГ

8.1. Обчислення кута альфа. Обчислення кута альфа у фронтальній площині (AF QRS) проводиться за загальноприйнятою методикою. Вихідними даними для обчислення кута AF QRS є значення орієнтованих площ QRS в I і III відведеннях ЕКГ: I: S QRS, III: SQRS. Положення координатних осей відповідає системі Бейлі приведено у фронтальній площині. AF QRS - кут між вектором QRS і позитивним напрямом осі I стандартного відведення ЕКГ.

Опис алгоритму аналізу ритму серця

1. Вхідні дані

1.1. Первинні параметри:

RRi - тривалість RR інтервалу (вимірюється між початковими точками QRS);

QRSi - тривалість QRS комплексу;

QRSi - кодированная форма QRS комплексу;

VDБ - широкий комплекс;

AF - QRS атипової форми;

N - кількість QRS комплексів;

nP - кількість зубців P;

P1, P2, ... Pn - наявність зубців P перед комплексом QRS

D PQ (R)i - тривалість PQ інтервалу (вимірюється між началами найближчого зубця (P1) і QRS;

D PPi - тривалість PP інтервалу (вимірюється між початковими точками P).

1.2. Похідні параметри (показники):

HR - середня частота серцевих скорочень (ЧСС);

AC - аритмічне скорочення: RRi+1 / RRi відмінне від порогових значень для даної частоти серцевих скорочень;

ACEn - послідовність RR характерна для різного виду екстрасистол і випадінь QRS;

ALR - алгоритмічна послідовність RR інтервалів;

BR - базовий ритм (ритм найбільш високого порядку);

DR - домінантний ритм (переважаючий ритм);

Mm - додаткові ритми (= 4-х імпульсів);

HRm - середня частота серцевих скорочень для окремих ритмів.

2 ..Укрупненная блок - схема алгоритму

2.1. Введення даних (t = 40 с)

- обчислення первинних параметрів;
- обчислення вторинних параметрів;
- первинна класифікація серцевого ритму;
- аналіз сполучуваності первинних синдромів;
- друк діагнозу.

3. Визначення частоти серцевого ритму

HR <45 різка брадикардія;

45 <HR <60 брадикардія;

60 <HR<90 нормостістолія;

90 <HR <120 тахікардія;

120 <HR <140 виражена тахікардія;

HR> 140 різка тахікардія.

Хід роботи:

1. Провести реєстрацію ЕКГ.

Техніка реєстрації електрокардіограми

Для отримання якісного запису ЕКГ необхідно строго дотримуватися деяких загальних правил її реєстрації. Дослідження проводиться після 10-15-хвилинного відпочинку і не раніше, ніж через 2 години після прийому їжі. Пацієнт повинен бути роздягнений до пояса, гомілки повинні бути також звільнені від одягу. Запис ЕКГ проводиться в положенні пацієнта лежачи на спині, що дозволяє домогтися максимального розслаблення м'язів.

Порядок накладання електродів.

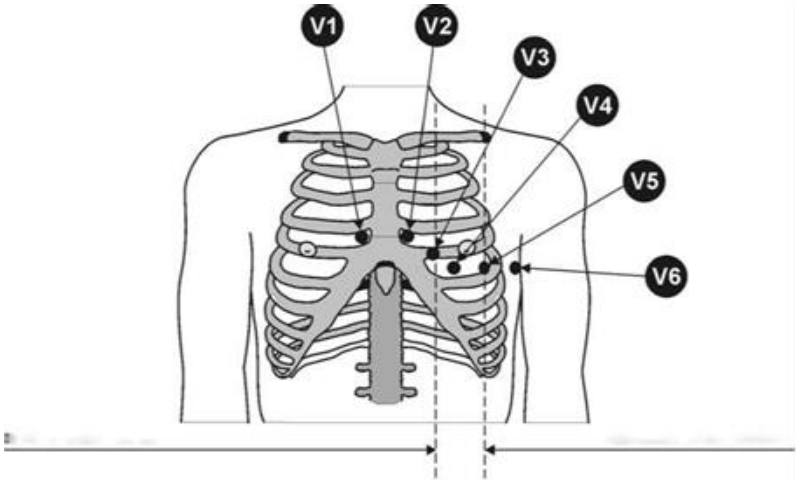
Електроди для кінцівок накладають на внутрішню поверхню гомілок і передпліч в нижній їх третині, на груди електроди накладають, використовуючи гумові груші-присоски. Для поліпшення якості ЕКГ і зменшення кількості наведених струмів слід забезпечити хороший контакт електродів з шкірою.

Для цього необхідно:

- попередньо знежирити шкіру спиртом в місцях накладення електродів;
- при значній волосатості шкіри змочити місця накладення електродів мильним розчином;
- покрити електроди шаром спеціальної струмопровідної пасти, яка дозволяє максимально знизити межелектродное опір. Не слід застосовувати марлеві прокладки, які в процесі дослідження швидко висихають, що різко збільшує електричний опір шкіри. Необхідно використовувати електродний пасту або рясно змочувати шкіру в місцях накладення електродів розчином натрію хлориду (кухонної солі). До кожного електроду, встановленому на кінцівках або на поверхні грудної клітки, приєднують провід, що йде від електрокардіографа і маркований певним кольором і відповідним написом:

права рука – червоний колір;	VI – червоне забарвлення;
ліва рука – жовтий;	V2 – жовта;
ліва нога – зелений;	V3 – зелена;
права нога – чорний.	V4 – коричнева;
	V5 – чорна;
Грудні електроди:	V6 – фіолетова.

Топографія грудних електродів



Ліва середньоключична лінію Ліва переднє підмишечна лінія

Рисунок 9. Топографія грудних електродів під час реєстрації ЕКГ.
VI - активний електрод встановлений в четвертому міжребер'ї по правому краю грудної клітини;
V2 - активний електрод встановлений в четвертому міжребер'ї по лівому краю грудної клітини;
V3 - активний електрод знаходиться між другою і четвертою позицією, приблизно на рівні четвертого ребра по лівій парастернальних лінії;
V4 - активний електрод встановлений в п'ятому міжребер'ї по лівій серединно-ключичній лінії;
V5 - активний електрод розташований на тому ж горизонтальному рівні, що і У4 по лівій передній пахвовій лінії;
V6 - активний електрод розташований по лівій середній пахвовій лінії на тому ж горизонтальному рівні, що і електроди відведень V4 і V5.

2. Здіснити синдромальний (контурний) аналіз зареєстрованої ЕКГ за первиними і похідними параметрами (табл.6).

Таблиця 6

Первинні параметри		Похідні параметри	
RRi - тривалість RR інтервалу		HR - середня частота серцевих скорочень	
QRSi - тривалість QRS комплексу		AC - аритмічне скорочення: RRi+1 / RRi	
QRSi - кодированная форма QRS комплексу		ACEn - послідовність RR	
VDБ - широкий комплекс		ALR - алгоритмічна послідовність RR інтервалів	
AF - QRS атипової форми		BR - базовий ритм	
N - кількість QRS комплексів		DR - домінантний ритм	
nP - кількість зубців P		Mm - додаткові ритми	
P1, P2, ... Pn - наявність зубців P перед комплексом QRS		HRm - середня ЧСС для окремих ритмів	
D PPi - тривалість PP інтервалу			

Оцінити частоту серцевого ритму. Зробити висновки.

Додаток А

Методика розпізнавання і виміру елементів ЕКГ для синдромального (контурного) аналізу

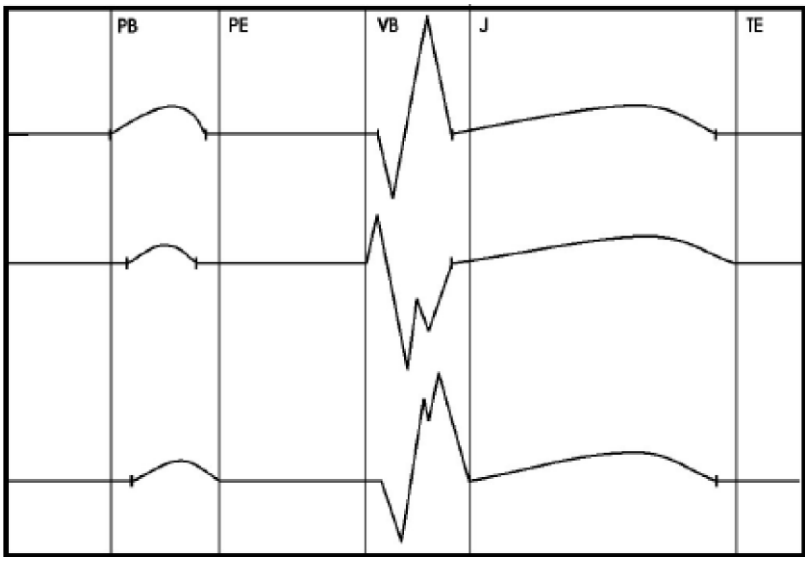


Рисунок 10. Розпізнавання 5 базових точок на представницькому кардіоциклу:
PB - початок хвилі P;
PE - кінець хвилі P;
VB - початок комлексу QRS;
J - кінець хвилі QRS8;
TE - кінець хвилі T.

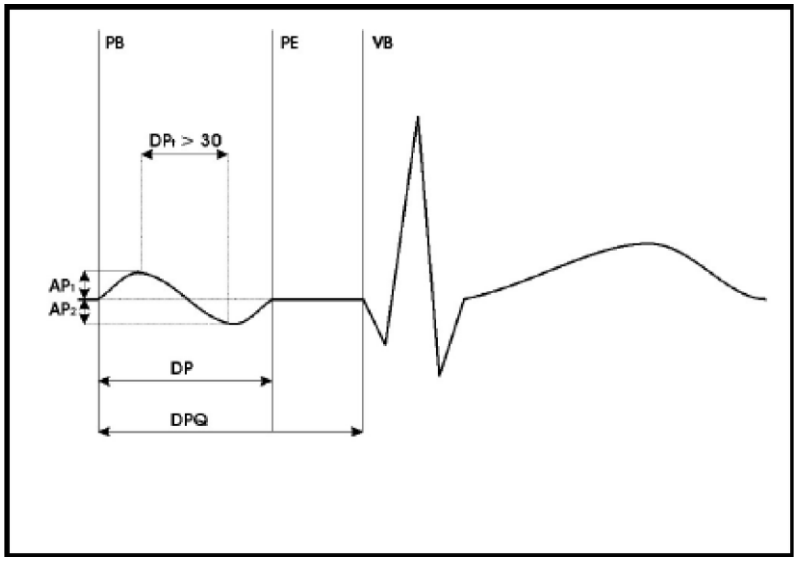


Рисунок 11. Зміни на ділянці PB-VB(PP-Q)
AP1 - амплітуда першої фази;
AP2 - амплітуда другої фази;
DP - тривалість зубця;
DPQ - тривалість інтервалу PQ (PB-VB);
Амплітуди відраховуються від рівня точки PB.

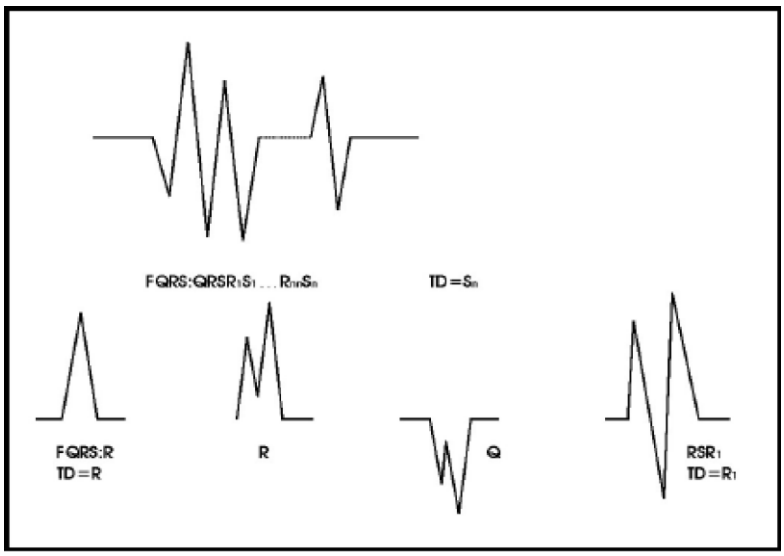


Рисунок 12. Компоненти комплексу QRS.

форма комплексу QRS - F QRS;

- перший негативний зубець - Q
- другий негативний зубець - S, негативні наступні зубці: S1, S2, Sn;
- позитивні зубці: R, R1, R2,. . . Rn;
- останній зубець (термінальне відхилення) - TD (R або S).

Примітка:

1 Розщеплення зубця, що не доходить до ізолінії, не змінює його назву;

2 Максимальний набір зубців, який використовується в алгоритмі: F QRS: QRSR1S1…TD.

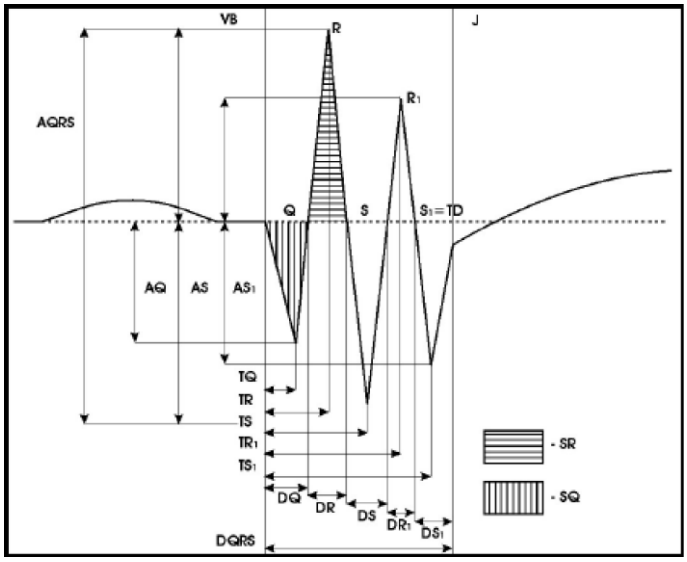


Рисунок 13. Морфологічний аналіз ЕКГ в інтервалі J-TE (аналіз інтервалу ST-T)

AT1 - амплітуда першої фази зубця T;

AT2 - амплітуда другої фази зубця T;

DQT - тривалість інтервалу Q-T;

Амплітуди відраховуються від рівня точки VB

Лабораторна робота 10

Тема: Аналіз показників варіабельності серцевого ритму
Мета: Навчитися оцінювати показники варіабельності серцевого ритму
Матеріали і методи: комплекс діагностичний автоматизований «КАРДІО+», електроди, ЕКГ-гель.
Об'єкт дослідження: людина

Проміжки часу між скороченнями серця, кардіоінтервали, постійно коливаються у визначених межах навіть в умовах повного спокою. Варіабельність серцевого ритму (ВСР) визначають як вираженість коливань частоти серцевих скорочень (ЧСС) у відношенні до її середнього рівня. Послідовний ряд кардіоінтервалів не є набором випадкових чисел, а має складну структуру, що відображає регуляторні впливи на синусовий вузол серця вегетативної нервової системи і різних гуморальних чинників. Тому аналіз структури ВСР дає важливу інформацію про стан вегетативної регуляції серцево-судинної системи і організму загалом.

Оцінка ступеня напруги регуляторних систем організму, яка може бути здійснена за допомогою математичного аналізу серцевого ритму, є метою донозологічної діагностики, спрямованої на розпізнавання станів на межі норми і патології. При цьому серед практично здорових людей виявляються групи осіб із різним рівнем напруги регуляторних систем, яка характеризує різну «ціну адаптації» до умов навколишнього середовища.

Комп'ютерні методи аналізу структури ВСР знайшли широке застосування у космічній, авіаційній і спортивній медицині для інтегральної оцінки ступеня розумової і фізичної напруги, функціональних резервів організму та його адаптаційних можливостей. Останнім часом використання цих методів поширилося у клінічній медицині (кардіологія, анестезіологія, реаніматологія тощо). Цьому сприяють простота одержання інформації про стан регуляторних систем організму за допомогою методів аналізу ВСР і доступність персональних комп'ютерів. Крім того, сучасна медицина прагне до донозологічної діагностики, прогнозування ризику розвитку патології, визначення рівня здоров'я.

Методи аналізу варіабельності серцевого ритму, що дозволяють одержати інтегральну оцінку стану організму, добре підходять для цієї мети. Так, наприклад, порушення барорефлекторної регуляції артеріального тиску (АТ), які виявляються при дослідженні ВСР, можуть бути першими донозологічними проявами розвитку гіпертонічної хвороби. У хворих на ішемічну хворобу серця (ІХС) формується патологічна структура регуляції серцевого ритму, яка характеризується згладженою, позбавленою хвиль ритмограмою, зниженням реакції серцевого ритму на стимули, що зумовлено послабленням захисного вагусного впливу на серце і переважанням симпатичних впливів. Різке зниження ВСР при інфаркті міокарда часто передує раптовій зупинці серця. В умовах операційного стресу виявлено зв'язок між змінами часових показників ВСР і патологічними змінами кислотно-лужного стану та інших життєво важливих показників гомеостазу. Причому зміни ВСР передують патологічним зрушенням гомеостазу. Тому моніторинг і оперативний аналіз ВСР є надійним методом контролю функціонального стану життєво важливих систем організму.

Оцінка стану вегетативної нервової системи (вегетативного тонусу), отримана методами аналізу хвильової структури серцевого ритму, має важливе значення для патогенетичної терапії ряду захворювань. Так, у патогенезі приступів бронхіальної астми і загострення виразкової хвороби шлунка часто відіграє важливу роль підвищення парасимпатичного тонусу, а в розвитку гіпертонічних кризів і приступів стенокардії - симпатикотонія. Знання вегетативного балансу необхідне також для ефективного використання рефлексотерапевтичних методів лікування. Ритмографія може успішно використовуватися для контролю ефективності медикаментозного та інших методів лікування, попередження побічних дій лікарських засобів.

Показники варіабельності серцевого ритму: стандарти виміру, нормальні значення

Відповідно до міжнародних стандартів для аналізу ВСР здійснюють реєстрацію ЕКГ протягом, як мінімум, 5 хвилин і вимірюють значення усіх інтервалів часу між зубцями R нормальних комплексів QRS – так звані RR або NN (normal-to-normal) інтервали. Повинна бути належним способом обрана частота вимірювання. Низька частота може викликати значну похибку при визначенні зубця R, а це, у свою чергу, істотно спотворює спектр. Оптимальний діапазон - від 250 Гц до 500 Гц, у будь-якому випадку > 100 Гц.

Ектопічні скорочення, випадки аритмії, відсутність даних і шумові перешкоди знижують придатність спекгрального аналізу для визначення стану вегетативної регуляції роботи серця. Перед розрахунком показників ВСР необхідно усунути з запису артефакти та екстрасистоли. Це можливо, якщо їхня відносна кількість невелика - не більше 10% від усіх RR інтервалів. RR інтервали, тривалість яких перевищує середнє значення більш ніж на два стандартних відхилення, вважаються артефактами і заміняються на сусідні нормальні значення. У цих випадках рекомендують видалення несинусових інтервалів RR і їх нелінійну предактивну інтерполяцію (або лінійну регресію чи подібні алгоритми) на суміжних інтервалах. Повинна використовуватися переважно короткочасна реєстрація, яка є вільною від ектопій, відсутніх даних та шумів. Більш повну оцінку ВСР дає беззупинне добове моніторування ЕКГ та аналіз усіх RR інтервалів за добу.

Для аналізу **ВСР** використовують стандартні статистичні методи:

- розрахунок середнього значення, дисперсії, стандартного відхилення (**SDNN,** моди, амплітуди моди, асиметрії, побудова гістограми розподілу кардіоінтервалів.

З часових показників найбільш важливу інформацію несе розмір дисперсії кардіоінтервалів (рис. 14). Він визначає загальний ступінь варіабельності серцевого ритму.

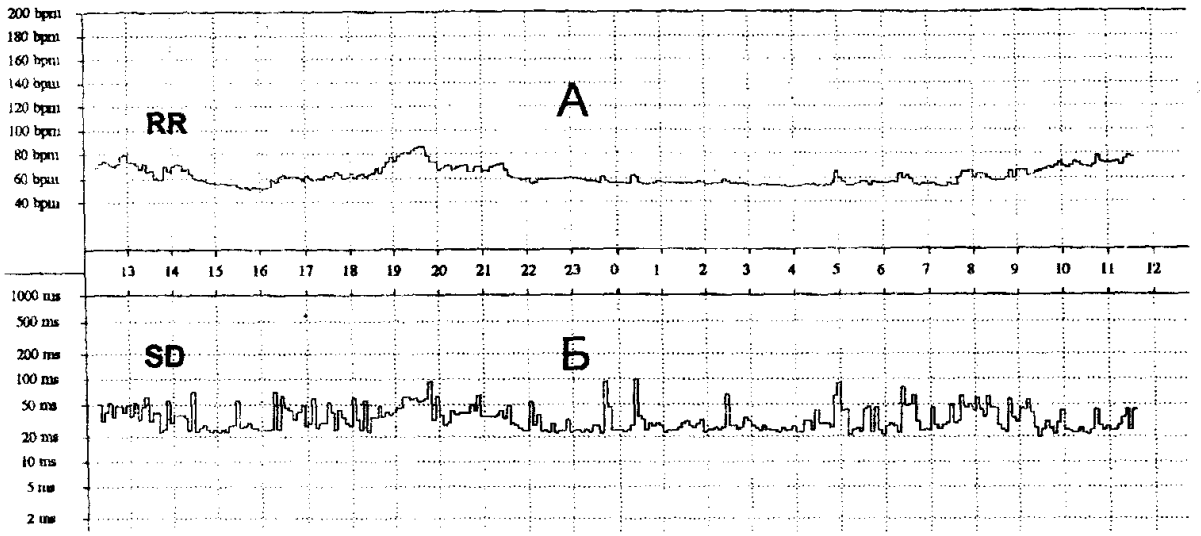


Рисунок 14. А - серцевий ритм протягом 24 годин. Б - стандартне відхилення RR інтервалів, згруповані у 5-хвилинні проміжки

Р.М. Баєвським запропонована формула розрахунку індексу, яка визначає ступінь напруги регуляторних систем організму, виходячи з наступних показників: амплітуди моди (АМО, %), абсолютного розміру моди (МО, с) і розмаху варіації кардіоінтервалів (D, с). Індекс напруги Баєвського: ІН=АМО/(2*D*МО).

Широко використовується геометричний метод оцінки загальної ВСР за допомогою гістограми з розрахунком так званого трикутного індексу ВСР, близького за змістом і клінічним значенням до індексу Баєвського. Трикутний індекс ВСР – це відношення всіх RR інтервалів до кількості RR інтервалів, які потрапили у діапазон моди. При цьому гістограма будується на дискретній шкалі з кроком 7,8125 мс (1/128 с).

Рисунок 2

Рисунок 15. Гістограма інтервалів RR.

Найбільш часта довжина NN інтервалу X - максимум розподілу щільності D. Трикутний індекс ВСР - відношення площини, яка знаходиться під графіком, до максимуму У. Якщо графік побудований на горизонтальній осі з дискретним масштабом, то розрахунок проводиться відповідно до формули:

трикутний індекс ВСР = (загальна кількість усіх NN інтервалів) /Y.

Для обчислення показника TINN на осі часу визначаються точки N і M, що задовольняють умові багатолінійної функції ц, яка побудована таким чином, що q(t)=0 для і , q(X)=Y, і інтеграл є мінімумом серед виборів усіх величин N і M. Показник TINN виражений у мілісекундах, розраховується за формулою:

TINN = M - N.

Для аналізу хвильової структури серцевого ритму використовуються методи розрахунку спектру потужності, які базуються на так званому перетворенні Фур’є (непараметричний метод) або обрахуванні автокореляційної функції (параметричний метод) і дозволяють визначити частоти і ступінь виразності коливальних компонент серцевого ритму: HF, LF, VLF, ULF (рис.16).

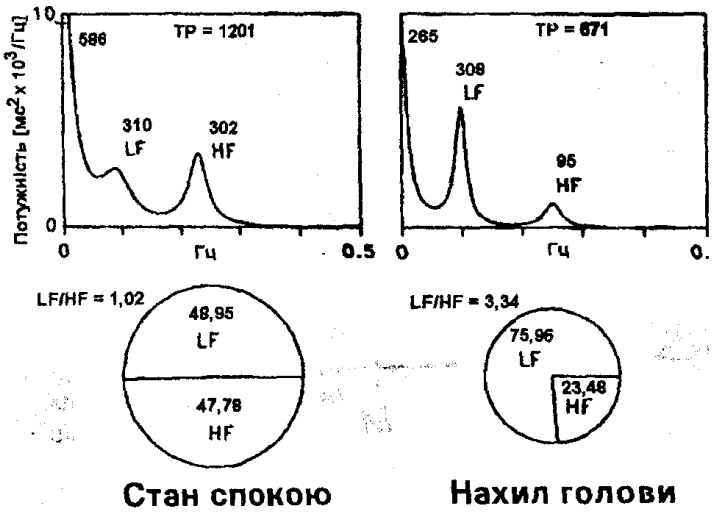


Рисунок 16. Спектральний аналіз RR інтервалів у здорової людини у стані спокою і під час нахилу голови на 90^0.

Розмір і співвідношення різних хвиль серцевого ритму дозволяють оцінити тонус симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, ефективність барорефлекторної регуляції АТ. Важливою умовою одержання коректних результатів при спектральному аналізі ритмограми є стаціонарність процесу під час реєстрації, тобто відсутність тренду в динаміці RR інтервалів. Для цього реєстрація ритмограми повинна проводитися у стаціонарних умовах (стан спокою або навантаження постійної інтенсивності, відсутність випадкових чинників, які впливають на ЧСС).

У стані спокою, спостерігаються два компоненти в ділянках низьких і високих частот (LF і HF). Під час нахилу голови, LFP компонент стає домінуючим, але оскільки загальна потужність зменшена, абсолютна потужність LF залишається незмінною, порівняно зі станом спокою. Процедура нормалізації веде до переважання РР і зменшення HF компонентів, що відображає зміну спектру внаслідок нахилу. Кругові діаграми показують відносний розподіл разом з абсолютною потужністю двох компонентів. У стані спокою загальна варіабельність спектру (ТР) була 1201 мс2, а VLF, LF, і HF компоненти були відповідно 586 мс2, 310 мс^2, і 302 мс^2. Виражені у нормалізованих одиницях (н.о.), LF і HF були 48,95 і 47,78 н.о., відповідно. Відношення LF/HF становило 1,02. Під час нахилу, загальна варіабельність була 671 мс2, а VLF, LF, і HF компоненти - 265 мс^2, 308 мс^2, 95 мс^2 відповідно. LF і HF були 75,96 і 23,48 н.о. Відношення LF/HF становило 3,34.

Таким чином, абсолютна потужність LF компонента була дещо зменшена під час нахилу, у той час як частка LF - істотно збільшеною.

У 1996 році робоча група Європейського товариства кардіології і Північноамериканського товариства кардіостимуляції і електрофізіології розробила стандарти використання показників ВСР у клінічній практиці і в кардіологічних дослідженнях. Для визначення ВСР робоча група рекомендує використовувати ряд методів, які забезпечують найбільш повний аналіз при мінімальних витратах засобів і часу. Крім рекомендацій щодо вибору методів оцінки ВСР, у документі наведені вимоги до процедур виміру всіх параметрів, які впливають на обчислення ВСР.

Таблиця 7

Рекомендовані часові показники ВСР

Позначення	Одиниця виміру	Визначення	Характеристика
Статистичні показники			
SDNN	мс	Стандартне відхилення NN інтервалів	Відображає сумарну ВСР
SDANN	мс	Стандартне відхилення середніх інтервалів RR серед усіх NN сегментів тривалістю 5 хвилин	Характеризує ВСР із великою тривалістю циклів
SDNN індекс	мс	Середнє всіх SDNN 5 хвилинних сегментів за весь час реєстрації	Відображає сумарну ВСР за весь час реєстрації
RMSSD	мс	Стандартне (середньо-квадратичне) відхилення різниці послідовних інтервалів NN	Є мірою ВСР із малою тривалістю циклів
pNN50		**%** суміжних NN інтервалів, різниця між якими перевищує 50 мсек	Є мірою ВСР із малою тривалістю циклів
Геометричні показники			
Трикутний індекс ВСР		Загальна кількість усіх NN інтервалів, розділених висотою гістограми всіх NN інтервалів, вимірюваних у дискретному масштабі з кроком 7,8125 мс	Відображає сумарну ВСР
TINN	мс	Ширина мінімального квадратного розходження трикутника з найвищим піком гістограми всіх NN інтервалів (див.рис. 2)	Відображає сумарну ВСР

Таблиця 8

Рекомендовані спектральні показники ВСР

Позначення	Одиниця виміру	Визначення	Характеристика
Спектральний аналіз			

Загальна потужність (TP)	мс^2	Варіація NN інтервалів протягом 5 хвилин або добового запису. Вимірюється в частотному діапазоні до 0,4 Гц	Міра загальної ВСР
VLF	мс^2	Потужність у діапазоні дуже низьких частот (менше 0,04 Гц)	Відображає низькочастотну складову ВСР
LF	мс^2	Потужність у діапазоні низьких частот (0,04-0,15) Гц	Відображає низькочастотну складову ВСР, що характеризує симпатичний тонус
LFn	н.о.	LF у нормалізованих одиницях LF/(TP-VLF)*100	
HF	мс^2	Потужність у діапазоні високих частот (0,15 Гц -0,4 Гц)	Відображає високочастотну складову ВСР. Характеризує парасимпатичний тонус
HFn	н.о.	HF у нормалізованих одиницях HF/(TP-VLF)*100	
LF/HF		Відношення LF до HF	Характеризує вегетативний баланс(симпатичний тонус/ парасимпатичний тонус)
ULF	мс^2	Потужність у діапазоні наднизьких частот (менше 0,003 Гц). Розраховується за добовим записом	Відображає наднизько частотну складову ВСР

Часові показники підсумовані у таблиці 7. Через те, що багато з цих показників корелюють один з одним, запропоновано визначати лише 4 часових показники:

1. SDNN (оцінка повної ВСР);
2. Трикутний індекс ВСР (оцінка повної ВСР);
3. SDANN (оцінка тривалих компонентів ВСР);
4. RMSSD (оцінка короткочасних компонентів ВСР).

Рекомендують одночасно дві оцінки повної ВСР, тому що трикутний індекс ВСР дозволяє лише випадкове попереднє опрацювання сигналу ЕКГ. Показнику RMSSD

віддають перевагу перед pNN50 і NN50, тому що він, на відміну від останніх, має кращі статистичні властивості. Методи, які виражають повну ВСР та її тривалі і короткочасні компоненти, не можуть заміняти один одного. Вибір методу повинен відповідати меті кожного конкретного дослідження.

Таблиця 9

Нормальні значення показників ВСР

Показник	Одиниці виміру	Нормальне значення (середнє ±SD)
Часові показники за 24 години		
SDNN	мс	141±39
SDANN	мс	127±35
RMSSD	мс	27±12
Трикутний індекс **ВСР**		37±15
Спектральні показники за 5 хвилин (у лежачому положенні)		
Загальна потужність спектру (**TP**)	$мс^2$	3466±1018
LF	$мс^2$	1170±416
HF	$мс^2$	975±203
LFn	н.о.	54±4
HFn	н.о.	29±3
LF/HF відношення	н.о.	1,5-2,0

Фізіологічні механізми варіабельності серцевого ритму

ВСР зумовлена впливом на серце вегетативної нервової системи (ВНС), медіатори якої змінюють електролітні співвідношення та електрофізіологічні властивості клітин міокарда. У стані спокою, коли переважає тонус парасимпатичного відділу ВНС, ВСР зумовлена здебільшого вагусними впливами. При достатній концентрації ацетилхолінестерази у синусовому вузлі ацетилхолін, який надходить при кожному імпульсі блукаючого нерва швидко інактивується, що зумовлює невелику тривалість впливу парасимпатичної системи на ВСР. Активація симпатичного відділу ВНС відбувається під час стресу, при цьому дія медіаторів більш тривала. Парасимпатичний і симпатичний відділи ВНС взаємодіють у регуляції серцевого ритму. У стані спокою вплив обох відділів ВНС на серце урівноважений.

При стресі, фізичному навантаженні зростає активність симпатичного відділу ВНС і знижується парасимпатичного. Сон і травлення характеризуються домінуванням парасимпатичного відділу ВНС. Для молодих здорових людей у стані спокою характерний високий парасимпатичний тонус. При старінні відбувається інволюція холін- і адренергічних систем серця, що спричиняє послаблення вегетативної регуляції серцевого ритму, зменшення ВСР.

Вплив фармакологічних препаратів

ВСР може істотно змінюватися при призначенні бета-блокаторів, антагоністів кальцію, анти аритмічних препаратів, холіноблокаторів, проведенні тромболізису. Відзначено, що застосування бета-блокаторів зменшує амплітуду повільних хвиль серцевого ритму (симпатичний тонус), а холіноблокаторів - високочастотного компонента (парасимпатичний тонус). У хворих із хронічною серцевою недостатністю тривале застосування дігоксину, як правило, супроводжується збільшенням RMSSD, а також потужності спектру в діапазонах HF і LF, що може свідчити про підвищення

вагусної активності.

Вивчення впливу терапії бета-блокаторами (метопрололом та атенололом) у хворих з постінфарктною дисфункцією лівого шлуночка засвідчує, що після 4 тижнів лікування достовірно зростають часові показники ВСР і нормалізована потужність спектру на високих частотах, тоді як нормалізована низькочастотна частина спектру достовірно зменшується.

Ефект бета-блокаторів буває особливо вираженим у денні години. На фоні терапії спостерігається значне послаблення циркадних коливань низькочастотного компоненту спектру. Поліпшення вегетативного балансу за рахунок послаблення симпатичної активності спостерігається при залученні до терапії ХСН препаратів з групи бета-блокаторів ацебутололу або бізопрололу. Подібний ефект також постерігається при прийомі здоровими особами пропранололу. Посилення парасимпатичного тонусу (зростання RMSSD, pNN50, HF) виявляється при терапії соталолом, причому цей ефект буває найбільш вираженим у хворих з систолічною дисфункцією лівого шлуночка. Сприятливий вплив бета-блокаторів у хворих з дисфункцією міокарда можна пояснити поліпшенням вегетативного балансу за рахунок послаблення симпатичної активності і посилення парасимпатичного тонусу.

Дані про вплив бета-блокаторів на ВСР у хворих після інфаркту міокарда поодинокі. Виявлено статистичне значиме, але помірне збільшення показників ВСР. Однак встановлено, що бета-блокада запобігає підйому LF компоненту в ранкові години.

Зростання парасимпатичної активності на фоні тривалого лікування хронічної серцевої недостатності інгібіторами ангіотензин-перетворюючого ферменту і відновлення автономного балансу, про що свідчать зміни показників ВСР, є одним із механізмів позитивного впливу цієї групи препаратів на довготривалий прогноз хворих.

У хворих з артеріальною гіпертензією лікування еналаприлом також поліпшує симпато-парасимпатичний баланс.

Під впливом каптоприлу у хворих на неускладнений інфаркт міокарда вже після третьої доби відмічається достовірне зростання часових показників ВСР.

Щодо впливу на ВСР існують дані лише для кількох антиаритмічних препаратів. Повідомлено про зниження часових показників ВСР у хворих з частими шлуночковими аритміями на фоні прийому флекаїніду і пропафенону. Подібне зниження не спостерігалося на фоні прийому аміодарону. Встановлено, що пропафенон знижує LF набагато більше ніж HF, що веде до зниження ВСР і відношення LF/HF.

У хворих після ІМ флекаїнід, енкаїнід та моріцизин знижують ВСР, проте не виявлено зв'язку між зміною ВСР і смертністю. Таким чином, деякі антиаритмічні препарати, здатні підвищувати смертність окремих категорій хворих, можуть знижувати ВСР. Проте невідомо, чи ці зміни ВСР можуть мати пряме прогностичне значення.

Хід роботи

1. Провести реєстрацію електрокардіограми (див. роботу «Техніка синдромального (контурного) аналізу електрокардіограми»).
2. Здійснити аналіз часових, геометричних і спектральних показників варіабельності серцевого ритму обстежуваного.
3. Співставити отримані показники із такими в нормі. Оцінити вплив на серце обстежуваного вегетативної нервової системи.

Лабораторна робота 11

Тема: Аналіз показників фонокардіограми
Мета: Навчитися здійснювати реєстрацію і аналізувати фонокардіограму
Матеріали і методи: комплекс діагностичний автоматизований «КАРДІО+», електроди, ЕКГ-гель.
Об’єкт дослідження: людина

Методика зняття фонокардіограми

Реєстрація фонокардіограми проводиться в добре ізольованому від шумів приміщенні з температурою повітря не нижче +18 - 20 ° С. Дослідження проводять після 5 - хвилинного відпочинку хворого в горизонтальному положенні на твердій кушетці. Для отримання якісної фонокардіограми після попередньої аускультації мікрофон встановлюється в відповідній точці грудної клітки і фіксується рукою дослідника або спеціальним гумовим ременем. мікрофон повинен щільно, але не сильно, прилягати до поверхні грудної клітки. Якість реєстрації фонокардіограми можна перевірити візуально на екрані комп'ютера.

Для аналізу фонокардіограмми хворому синхронно реєструють одне відведення ЕКГ (II стандартне). Передбачена реєстрація фонокардіограми, на частотних каналах по Маасу і Веберу (низький, перший, середній, другий середній, аускультативний і високий) або запис по Маннхеймеру фонокардіограми проводиться в області верхівки серця (в V міжребер’ї по лівій серединно-ключичній лінії); в точці Боткіна-Ерба (в III-IV міжребер’я у лівого краю грудини); над аортою (у II межреберье лівого краю грудини) і в області тристулкового клапана (в IV-V міжребер'ї біля правого краю грудини). Вибір додаткових точок записи, а також використання додаткових прийомів (запис в положенні на боці, сидячи, стоячи, після фізичного навантаження і т. д.) і спеціальних тестів із застосуванням фармакологічних засобів (амілнітрит, нітрогліцерин, обзідан та т. д.) проводиться лікарем після попередньої аускультації хворого.

Фонокардіографічне дослідження дозволяють документувати і об'єктивно оцінювати динаміку зміни даних аускультації хворого пороком серця. Для підвищення діагностичної значущості фонокардіограмми (ФКГ) її потрібно реєструвати на всіх частотах не тільки в точках традиційної аускультації, а й в додаткових точках, де найбільш чітко прослуховується той чи інший звуковий симптом, а також при зміні положення тіла досліджуваного, на різних фазах дихання, після фізичного навантаження або прийому медикаментів. Зареєстровані на ФКГ елементи патології можна об’єднати в 4 групи:

1) зміни часу виникнення I і II тонів серця;
2) зміни I і II тонів;
3) додаткові тони;
4) шуми серця.

Зміни часу виникнення I і II тонів серця

Часовий аналіз ФКГ слід проводити по другому Середньочастотні або аускультативній каналам, зіставляючи елементи ФКГ з синхронно записаної ЕКГ в тому відведенні фронтальній площині, в якому чітко видно початок і закінчення всіх її зубців.

Визначають час від початку комплексу QRS до первиття високоамплітудними осциляції центрального (клапанного) компонента I тону - інтервал Q -I тон. В нормі його тривалість коливається в межах від 0,02 с до 0,06 с у хворих з набутими вадами серця (ППС) діагностичне значення має подовження цього інтервалу, так як воно вказує на запізнювання «закривання» стулок мітрального клапана (СМК) внаслідок високого тиску в передсерді (ЛП) до кінця діастоли. Зміна часу початку аортального компонента II тону (Па) визначають по відношенню до закінчення зубця Т - інтервал Т-IIа. У здорових людей він коливається від 0 с до 0,03 с. Як більш ранню реєстрацію Па по відношенню до закінчення зубця Т (синдром Хетліна), так і більш пізню, більш +0,03 з пояснюють ослабленням скорочувальної функції міокарда. діагностичний автоматизований комплекс "КАРДІО +" автоматично вимірює інтервал Q-1 тон.

Зміни I і II тонів

Найбільш частими змінами I і II тонів є збільшення або зменшення амплітуди і розщеплення (роздвоєння) їх центрального сегмента (ЦС). На величину амплітуди ЦС I тону, крім анатомо-функціонального стану клапанного апарату, істотно впливає стан СМК до кінця діастоли. У зв'язку з цим збільшення амплітуди ЦС I тону може виникнути внаслідок:

а) зближення моменту початку закриття і напруги стулок атріовентрикулярних (А-В) клапанів;

б) наближення систоли передсердь до систоле шлуночків (наприклад, при А-В дисоціація різного генезу («гарматний тон» М.Д.Стражеска), укорочення інтервалу Р-Q, А-В блокаді III ступеня, шлуночкової пароксизмальної тахікардії і ін.);

в) деякого ущільнення стулок А-В клапанів при збереженні їх рухливості (наприклад, в початкові стадії розвитку мітрального стенозу);

г) посилення скорочувальної здатності міокарда (зокрема при підвищенні тонусу симпатичної нервової системи);

д) малого наповнення кров'ю шлуночків серця (в тому числі і при мітральному стенозі).

Основними причинами зменшення амплітуда ЦС I тону найчастіше є:

а) погіршення функції міокарда;

б) переповнення шлуночків серця кров’ю (при об'ємної навантаженні);

в) зменшення рухливості стулок А-В клапанів;

г) помірне подовження інтервалу Р-Q, (оскільки збільшується інтервал часу між початком закриття і напругою стулок А-В клапанів).

Таким чином, зміни амплітуди ЦС I тону є наслідком не тільки анатомо-функціонального стану А-В клапанів і міокарда, але і змін гемодинаміки і нейрогуморальної регуляції діяльності серцево-судинної системи.

Зміни амплітуди аортального (IIа) і пульмонального (IIп) компонентів II тону обумовлені як анатомо-функціональним станом клапанного апарату аорти (А) і легеневої артерії (ЛА), так і рівнем артеріального діастолічного тиску в великому і малому колі кровообігу (МКК).

Збільшення амплітуди IIа (IIп) може бути наслідком:

а) підвищення діастолічного тиску в великому (малому) колі кровообігу;

б) деякого ущільнення стулок полулунного клапана А (ЛА) при збереженні їх рухливості;

в) склерозу початкової частини А.

Зменшення амплітуди IIа (IIп) виникає при:

а) недостатності кровообігу;

б) зниження артеріального тиску діастоли в великому (малому) колі кровообігу;

в) недостатності клапана А (ЛА);

г) стенозу А (ЛА).

Отже, в зміні амплітуди обох компонентів II тону грають роль не тільки фактори гемодінаміки і анатомо-функціональний стан клапанного апарату А (ЛА), але і функціональне стан міокарда шлуночків серця. "КАРДІО +" автоматично визначає відношення I/II по чотирьом каналам: А, Н, СІ і СІІ.

III тон виникає в кінці фази швидкого наповнення шлуночків кров'ю внаслідок коливання їх стінки. Найкраще він реєструється над абсолютної серцевої тупості і верхівкою серця при горизонтальному положенні хворого особливо після навантаження або при повороті на лівий бік. У підлітків цей тон вважається фізіологічним. Він утворений низькочастотними осциляціями і фіксується через 0,12 с-0,18 з від початку II тону. За цією групою осциляцій іноді може виявлятися ще одна група низькочастотних коливань, яка розцінюється як правошлуночковий III тон.

IV тон виникає під час систоли передсердь і представляє групу низькочастотних осциляцій на рівні спадного коліна зубця Р або його закінчення. У дітей і підлітків IV тон фізіологічний.

III і IV тони вважаються патологічними, якщо вони фіксуються у осіб старше 30 років на другому середньо-частотному або аускультативному каналі не тільки при горизонтальному, але і при вертикальному, положенні пацієнта, мають амплітуду більше 2/3 першого тону і сприймаються аускультативно. Патологічний III тон нерідко відповідає аускультативній симптому протодиастолического галопу, а патологічний IV тон - предсистолічного галопу.

У серці шуми (Ш) виникають при появі завихрень струменя крові в зв'язку зі змінами анатомо-функціонального стану клапанного апарату і міокарда, нормального співвідношення рівня тиску в його камерах і великих судинах, а також швидкості струму і реологічних властивостей крові.

За ФКГ можна визначити час виникнення Ш в фазах систоли або діастоли, його амплітуду, форму, тривалість і частоту. Ці дані дозволяють уточнити місце виникнення Ш (по максимуму його амплітуди), а також вираженість ураження клапанного апарату (за тривалістю, формою, амплітудою і частотному складі осциляцій Ш). Аналіз динаміки змін шумів іноді може бути використаний для непрямої оцінки функціонального стану міокарда.

Хід роботи

1. Провести реєстрацію фонокардіограму.
2. Здійснити опис зубців фонокардіограми обстежуваного.

Лабораторна робота 12

Тема. Методика реографії
Мета: Освоїти методику реографії
Матеріали і методи: діагностичний комплекс “Кардіо+”, бінт, розчин хлориду натрію.
Об’єкт дослідження: людина

Реграфія – це запис мінливої величини електричного опору живих тканин, органів та ділянок тіла при пропусканні через них перемінного електричного струму високої частоти, але слабкого за силою. За цих умов тканину розглядають як іонний провідник, що має іоннну провідність.

Різні органи або ділянки живого тіла мають відносно стабільну величину електропровідності (величину, обернено пропорційну опору), і тільки ділянки тіла з мінливим об”ємом або складом середовища можуть мати змінну величину опору. Коливання електричного опору зумовлені коливаннями кровонаповнення судин і змінами швидкості руху крові по них. Відразу за систолою шлуночків серця у судинну систему викидується певна маса крові і виникає хвиля кровонаповнення, яка переміщується по судинах. По мірі поширення від серця до периферії ця хвиля призводить до послідовної зміни об”єму різних органів або ділянок тіла. Це відбувається завдяки пластичності стінок артерій, їх здатності розширюватись під впливом зростаючої маси крові, а потім знову скорочуватись, повертаючись до вихідного стану.

Кров має значно більшу електропровідність порівняно з іншими тканинами. При зростанні об”єму крові в певній ділянці судинної системи після систолічного викиду відбувається збільшення електропровідності (опір падає), а після зменшення об”єму в результаті відтоку крові відмічається зменшення електропроводності. Зареєстровані у часі коливання електропровідності створюють умови для отримання реограми. Коливання електричного опору, що реєструються як реографічні хвилі, мають певні параметри, основними з яких є період, амплітуда і форма. Ці параметри реографічних хвиль є виразом тих складних процесів, які забезпечують появу змінного електричного опору в тканинах. Вони опосередкованим виразом основних процесів, які здійснюються в артеріальній системі при роботі серця. Коливання маси крові у певній ділянці судинного русла відображає стан пульсового кровонаповнення, що проявляється на реограмі у відповідній амплітуді реографічної хвилі. Величина, кровонаповнення, швидкість кровотоку, характер їх динамічних хвиль після скорочення серця залежать від стану судинної стінки на даній ділянці артеріального або венозного русла: від її еластичності, розтягуваності, тонусу, пружності, в”язкості тощо.Так, наприклад, еластична судиннна стінка дозволяє притікаючій після систоли крові швидко і повністю розкрити просвіт судини. У людей з ригідною стінкою артеріальної судини цей процес буде іншим у часі, а розширення судини не таким повним. Суттєва зміна тонусу судини (спазм) також призведе до якісно інших змін реакції судинної стінки на притікаючу кров. Період реографічної хвилі визначається частотою серцевих скорочень. Таким чином, реографія дає опосередковану інформацію про величину пульсового кровонаповнення, стан судинної стінки, про відностну швидкість кровотоку, про взаємовідношення артеріального і венозного рівнів кровообігу.

Техніка та методика реєстрації реграми

Найбільш часто вживаною схемою накладання електродів при реєстрації реограми є схема за методикою Кубічека. Один електрод накладається в ділянці сонної артерії на шиї, другий - в районі грудної клітки на 2-3 см нижче мечевидного відростку. Зпис здійснюється в положенні лежачи на спині при максимально розслаблених м”язах. Перед дослідженням виміряти систолічний та діастолічний тиск.

Аналіз реографічної кривої

Аналіз реографічної кривої має два основних напрямки: 1) аналіз, що грунтується на трактовці зовнішньої форми реграфічної хвилі та її окремих деталей (візуальний аналіз); 2) аналіз з використанням спеціальних цифрових розрахунків.

При візуальному аналізі в реограмі виділяють крайні (екстремальні) точки хвилі: початок, вершину і кінець. Ділянка кривої від початку до вершини називається висхідною частиною реографічної хвилі, або анакротичною. Ділянка від вершини до кінця хвилі – низхідна або катакротична частина . Під вершиною розуміється сама висока точка реографічної хвилі. У здорових молодих людей вершина реографічної хвилі є гострою або злегка заокругленою. У нормі анакротична частина хвилі більш крута, катакротична більш полога. На низхідній частині відмічається одна, рідше дві додаткові хвилі. Їх вираженість і місцезнаходження є інформативною ознакою стану судинного тонусу. При підвищенні тонусу судинної стінки додаткова хвиля на низхідній частині зміщується до вершини хвилі. При пониженні тонусу відбувається різке зростання вираженості додатової хвилі і зміщення її до ізолінії. На висхідній та низхідній частинах реографічної хвилі можуть з"являтись нові додаткові хвилі та елементи взаємовідношення частин хвилі можуть різко змінюватись, в результаті чого її конфігурація змінюється також. Особливо значні зрушення виникають при змінах стану венозної системи: з"являються так звані венозні хвилі на низхідній частині реографічної хвилі. При візуальному трактуванні реографічної хвилі певне значення має синхронно записана похідна реограма. Вона дозволяє точно визначити крайні точки реографічної хвилі. Співвідношення висхідної та низхідної частин похідної відображає тонічний стан судинної стінки і змінюється при порушеннях судинного тонусу. При підвищенні судинного тонусу вкорочується низхідна частина і змінюється її конфігурація. Пониження тонусу супроводжується подовженням низхідної частини. Проекція вершини основного позитивного зубця похідної хвилі на висхідну частини реографічної хвилі дозволяє достовірно визначити час швидкого і повільного кровонаповнення.

Цифровий аналіз реографічних кривих дозволяє уточнити характер змін, що визначаються візуально, виявити цілий ряд особливостей в стані судин досліджуваної ділянки тіла.

ЧСС – частота серцевих скорочень протягом 1 хвилини, уд/хв.

S – площа тіла людини, $м^2$.

УОК – ударний об"єм крові, кількість крові , яка виштовхується в аорту в результаті одного скорочення, мл.

ХОК – хвилинний об"єм крові, кількість крові, яка проходить через систему кровообігу за 1 хвилину, л/хв.

ОШВ - об"ємна швидкість викиду, кількість крові, що виштовхується серцем в аорту протягом секунбди, відображає потужність серцевого м"язу, л/с.

СДТ – середньодинамічний тиск, показує співвідношення систолічного та діастолічного тисків, мм рт.ст.

N – потужність серцевого м"язу, вт.

ЗПО - загальний периферичний опір судин, що відображає тонус та пластичність стінок судин кровоносної системи, дин*$см^{-5}$с.

УІ – ударний індекс, відображає характер розподілу ударного об"єму крові в різних ділянках тіла, мл/$см^2$.

СІ – серцевий індекс, показує співвідношення сили серцевого скорочення до площі усього тіла в часі, л/мин*$м^2$.

ППО – питомий периферичний опір, відображає тонус та пластичність стінок судин кровоносної системи у співвідношенні до площі усього тіла. дин*$см^{-5}$с/ $м^2$.

РЕ – витрати енергії міокарду шлуночків серця на одне скорочення, вт/л.

Хід роботи

Завдання1. Провести запис і здійснити візуальний та цифровий аналіз реографічної кривої після 10-15 хв спокійкого сидіння. Порівняти отримані дані з середньостатистичними. Зробити висновки.

Завдання2. Провести запис і здійсними візуальний та цифровий аналіз реографічної кривої після фізичного навантаження (15-20 присідань). Порівняти отримані дані із середньостатистичними та з такими у стані спокою.

Заповнити таблицю 10.

Показник	У стані спокою	Після фізичного навантаження
ЧСС		
S		
УОК		
ХОК		
ОШВ		
СДТ		
N		
ЗПО		
УІ		
СІ		
ППО		
РЕ		

Зробити висновки.

Завдання3. Порівняти та проаналізувати отримані показники реографічних кривих по групі між юнаками та дівчатами. Визначити характер відмінностей та зробити відповідні висновки.

Лабораторна робота 13

Тема: Вивчення порушень гемодинаміки за допомогою методики реоенцефалографії

Мета: навчитися оцінювати порушення гемодинаміки за допомогою методики реоенцефалографії

Матеріали і методи: діагностичний комплекс “Кардіо+”, бінт, розчин хлориду натрію.

Об’єкт дослідження: людина

Дослідження судинної системи головного мозку за допомогою методу реоенцефалографії (РЕГ) має свої особливості. Складність інтерпретації даних визначається насамперед тим, що мозковий кровообіг досліджують через черепну коробку і м’які тканини голови. Багатьма дослідженнями встановлено, що РЕГ є відображенням змін у системі внутрічерепного кровообігу. У непошкодженому черепі при кожній систолі серця виникають не тільки пульсові коливання судин мозку, але й зміни об’єму мозку. При посиленому артеріальному притоці збільшення пульсового об’єму компенсується в результаті посилення відтоку крові з мозкових вен, а також внаслідок переходу деякої кількості крові у венозні сплетення у хребтовому каналі. Пульсація спинномозкової рідини у головному мозку суттєво не відображається на РЕГ.

Техніка та методика реєстрації реоенцефалографії

На досліджуваного насамперед треба правильно накласти електроди. Достовірність отриманих результатів дослідження залежить від правильно обраних і фізіологічно обгрунтованих відведень РЕГ. Найбільш часто вживаним є відведення, яке дає інформацію про басейн внутрішньої сонної артерії – основна магістральна судина голови, що забезпечує кров’ю великі півкулі головного мозку. При цьому один електрод укріплюють в ділянці переносиці ближче до лоба, другий – на сосцевидному відростку. Відведення називають лобно-сосцевидним або фронтомастоідальним (F-M). Важливо слідкувати за симетричністю накладання електродів, оскільки запис РЕГ проводять з двох півкуль. Для отримання стійких записів РЕГ велике значення має положення досліджуваного. Треба досягти максимального розслаблення під час дослідження у положенні лежачи або напівлежачи. Реоенцефалографічні дослідження бажано проводити в ізольованій кімнаті в умовах достатньої звукоізоляції.

Аналіз реоенцефалографічної кривої

Здійснити візуальний аналіз РЕГ, виходячи зі схеми середньостатистичної реоенцефалографічної кривої. Провести цифровий аналіз реоенцефалографічної кривої по наступних показниках:

Період пульсового коливання, с. Повний період реоенцефалографічної хвилі.

Час швидкого наповнення, с. Є частиною часу висхідної частини РЕГ – найбільш важливого і стабільного показника реограми, що відображає період повного розкриття судини, дає чітку інформацію про стан судинної стінки. Чим еластичніша судинна стінка, тим швидше вона розкривається під дією притікаючого об’єму крові, тим коротша і крутіша висхідна частина РЕГ, тим менший час і більша амплітуда швидкого наповнення. Це фактор, що залежить безпосередньо від серцевої діяльності; його тривалість зумовлюється ударним об’ємом серця і прямо залежить від пружності стінок великих судин досліджуваної ділянки.

Час максимального наповнення, с. Відношення величини амплітуди швидкого наповнення до максимальної швидкості швидкого наповнення. Характеризує час наповнення крупних артеріальних судин

Тривалість систолічного відділу, с – тривалість систоли.

Час між систолічними і дикротичними зубцями, с. Показує період між амплітудою реографічної хвилі на рівні дикротичних зубців та максимальною амплітудою (в момент систоли). Відображає переважно тонус артеріол.

Час запізнювання (поширення) реоенцефалографічної хвилі, с. Це час від зубця Q синхронно записаної ЕКГ до початку наступної реоенцефалографічної хвилі. Цей показник характеризує сумарний стан судин, їх тонус і пружність на відрізку від серця до досліджуваної ділянки кровоносного русла. При підвищеному судинному тонусі час поширення хвилі зменшується, при пониженні тонусу – дещо збільшується.

Амплітуда швидкого наповнення,ом. Добуток часу швидкого наповнення та його швидкості. Характеризує особливості кровонаповнення крупних артерій.

Реографічний індекс, ом. Є найважливішим показником РЕГ, який дозволяє визначити відносну величину пульсового кровонаповнення у досліджуваній ділянці судинного русла. Існує пряма залежність між рівнем пульсового кровонаповнення та величиною амплітуди реографічних хвиль. Чим більша величина пульсового кровонаповнення на певній ділянці судинного русла, тим вища амплітуда реоенцефалографічної хвилі цього ж відрізка судини. Падіння величини пульсового кровонаповнення призводить до зменшення амплітуди РЕГ. Амплітудою реоенцефалографічної хвилі називають максимальну відстань від її основи до вершини. Реографічний індекс – це відношення величини амплітуди реоенцефалографічної хвилі до величини стандартного калібровочного сигналу (0,1 Ом).

Дикротичний індекс, %. Це відношення величини амплітуди реоенцефалографічної хвилі на рівні дикротичних зубців до максимальної амплітуди. Відображає тонус артеріол. Його значення в нормі коливається від 40 до 70% і залежить від стану периферичного судинного опору.

Швидкість швидкого наповнення (Ом/с). Характеризує інтенсивність систоли та пластичність і тонус великих судин (див. час швидкого наповнення).

Середня швидкість наповнення (Ом/с). Відношення величини амплітуди повільного наповнення (Ом) до тривалості цього періоду (с) – характеризує кровонаповнення середніх та дрібних артеріальних стовбурів. Час повільного кровонаповнення в значно меншій мірі залежить від серцевих факторів; його величина обумовлена тонічними властивостями судинної стінки.

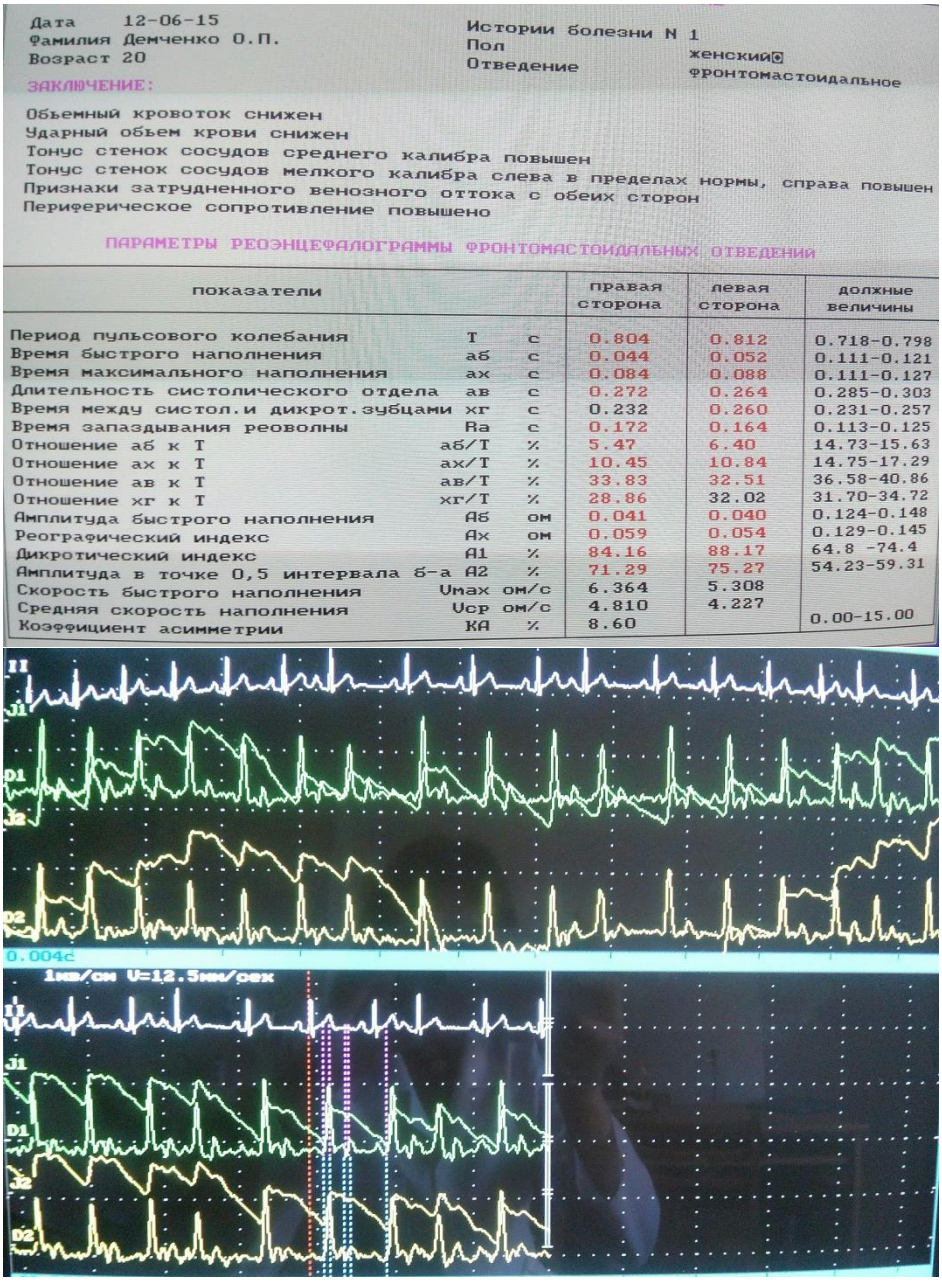
Коефіцієнт асиметрії (КА, %). Визначається за формулою:

$КА= (А_б – А_м) : Ам \cdot 100\%$,

Де Аб – амплітуда РЕГ на стороні (правій чи лівій), де реографічний індекс більший; Ам – амплітуда РЕГ на стороні, де реографічний індекс менший.

Хід роботи

1. Провести реєстрацію реоенцефалограми в нормі. Відповідно заключення здійснити якісну і кількісну оцінку стану кровообігу головного мозку, співставивши власні показники і належними.
2. Здійснити якісну і кількісну оцінку стану кровообігу головного мозку під час недостатності венозного віддтоку крові (рис. 17)



Дата 12-06-15
Фамилия Демченко О.П.
Возраст 20

Истории болезни N 1
Пол женский
Отведение фронтомастоидальное

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Объемный кровоток снижен
Ударный объем крови снижен
Тонус стенок сосудов среднего калибра повышен
Тонус стенок сосудов мелкого калибра слева в пределах нормы, справа повышен
Признаки затрудненного венозного оттока с обеих сторон
Периферическое сопротивление повышено

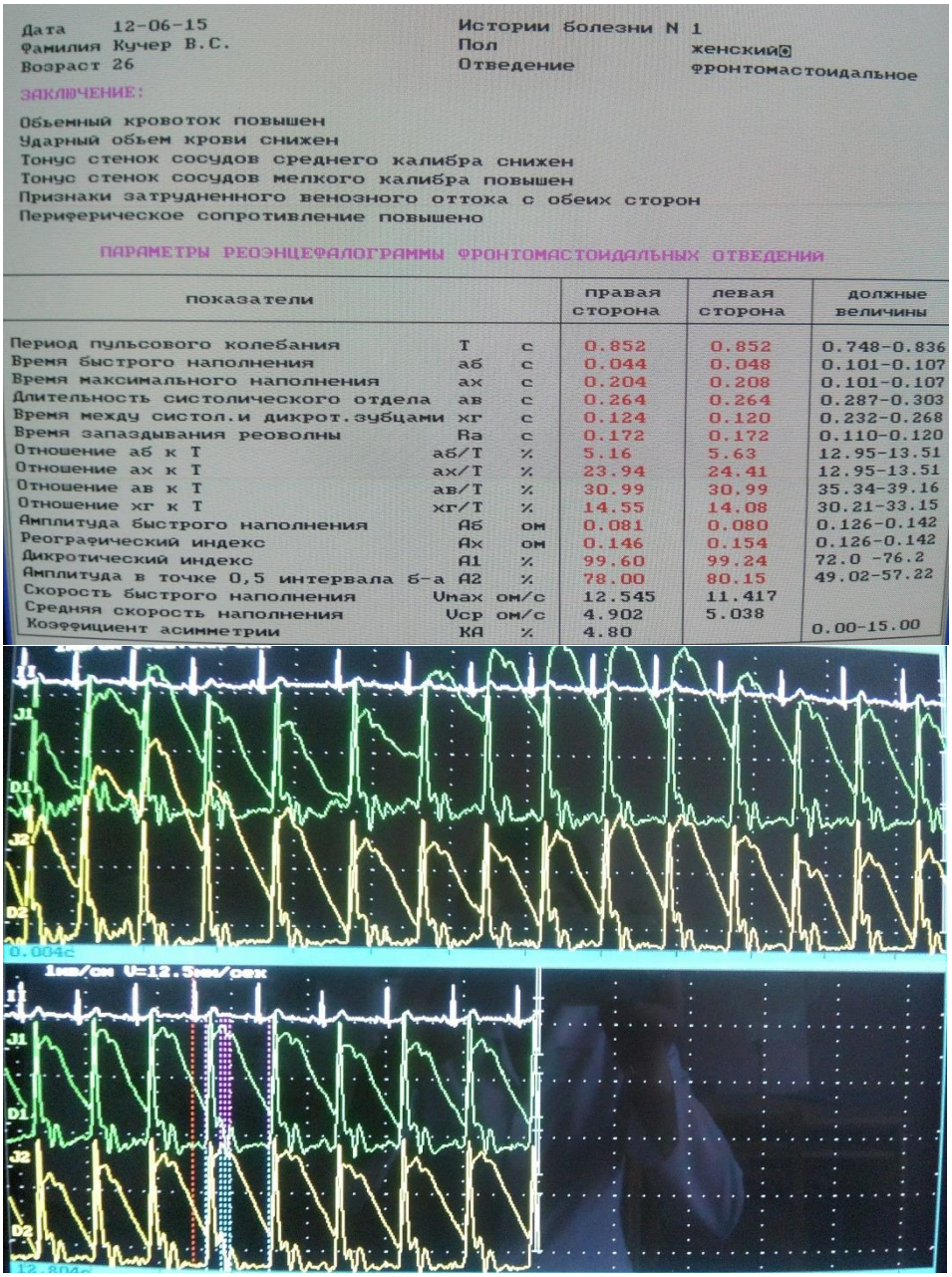
ПАРАМЕТРЫ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ФРОНТОМАСТОИДАЛЬНЫХ ОТВЕДЕНИЙ

показатели			правая сторона	левая сторона	должные величины
Период пульсового колебания	T	с	0.804	0.812	0.718-0.798
Время быстрого наполнения	аб	с	0.044	0.052	0.111-0.121
Время максимального наполнения	ах	с	0.084	0.088	0.111-0.127
Длительность систолического отдела	ав	с	0.272	0.264	0.285-0.303
Время между систол.и дикрот.зубцами	хг	с	0.232	0.260	0.231-0.257
Время запаздывания реоволны	Ra	с	0.172	0.164	0.113-0.125
Отношение аб к T	аб/T	%	5.47	6.40	14.73-15.63
Отношение ах к T	ах/T	%	10.45	10.84	14.75-17.29
Отношение ав к T	ав/T	%	33.83	32.51	36.58-40.86
Отношение хг к T	хг/T	%	28.86	32.02	31.70-34.72
Амплитуда быстрого наполнения	Аб	ом	0.041	0.040	0.124-0.148
Реографический индекс	Ах	ом	0.059	0.054	0.129-0.145
Дикротический индекс	A1	%	84.16	88.17	64.8 -74.4
Амплитуда в точке 0,5 интервала б-а	A2	%	71.29	75.27	54.23-59.31
Скорость быстрого наполнения	Vmax	ом/с	6.364	5.308	
Средняя скорость наполнения	Vcp	ом/с	4.810	4.227	
Коэффициент асимметрии	КА	%	8.60		0.00-15.00

II
J1
D1
J2
D2
0.004с
1мм/ом V=12.5мм/сек

Рисунок 17. Реоенцефалограма, медичне заключення і показники реоецфефалограми в умовах зниженого об’ємного кровотоку і утрудненого венозного віддтоку.

3. Здійснити якісну і кількісну оцінку стану кровообігу головного мозку під час недостатності венозного віддтоку крові (рис. 18).



Дата 12-06-15 Истории болезни N 1
Фамилия Кучер В.С. Пол женский
Возраст 26 Отведение фронтомастоидальное

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Объемный кровоток повышен
Ударный объем крови снижен
Тонус стенок сосудов среднего калибра снижен
Тонус стенок сосудов мелкого калибра повышен
Признаки затрудненного венозного оттока с обеих сторон
Периферическое сопротивление повышено

ПАРАМЕТРЫ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ФРОНТОМАСТОИДАЛЬНЫХ ОТВЕДЕНИЙ

показатели			правая сторона	левая сторона	должные величины
Период пульсового колебания	T	с	0.852	0.852	0.748-0.836
Время быстрого наполнения	аб	с	0.044	0.048	0.101-0.107
Время максимального наполнения	ах	с	0.204	0.208	0.101-0.107
Длительность систолического отдела	ав	с	0.264	0.264	0.287-0.303
Время между систол.и дикрот.зубцами	хг	с	0.124	0.120	0.232-0.268
Время запаздывания реоволны	Ra	с	0.172	0.172	0.110-0.120
Отношение аб к T	аб/T	%	5.16	5.63	12.95-13.51
Отношение ах к T	ах/T	%	23.94	24.41	12.95-13.51
Отношение ав к T	ав/T	%	30.99	30.99	35.34-39.16
Отношение хг к T	хг/T	%	14.55	14.08	30.21-33.15
Амплитуда быстрого наполнения	Аб	ом	0.081	0.080	0.126-0.142
Реографический индекс	Ах	ом	0.146	0.154	0.126-0.142
Дикротический индекс	A1	%	99.60	99.24	72.0 -76.2
Амплитуда в точке 0,5 интервала б-а	A2	%	78.00	80.15	49.02-57.22
Скорость быстрого наполнения	Vmax	ом/с	12.545	11.417	
Средняя скорость наполнения	Vcp	ом/с	4.902	5.038	
Коэффициент асимметрии	КА	%	4.80		0.00-15.00

Рисунок 18. Реоенцефалограма, медичне заключення і показники реоецфефалограми в умовах під час недостатності венозного віддтоку крові.

4. Порівняти показники в нормі та за умови відхилення від норми. Зробити висновки.

Лабораторна робота 14

Тема. Методика реовазографії
Мета: Мета: Освоїти методику реовазографії - реографії периферичних судин
Матеріали і обладнання: діагностичний комплекс “ Кардіо+”, бінт, розчин хлориду натрію.
Об’єкт: людина

Техніка та методика проведення реовазографії

Для зняття реовазограм верхніх кінцівок стрічкові електроди накласти безпосередньо під ліктьовим згином та у нижній третині передпліччя. Для зняття реовазограми нижніх кінцівок стрічкові електроди накласти під колінним суглобом та у нижній третині гомілки. Запис треба здійснювати в положенні лежачи на спині при максимально розслаблених м”язах.

Аналіз реовазографічної кривої

Провести цифровий аналіз реовазографічної кривої по наступних показниках:

Період пульсового коливання, с. Повний період реоенцефалографічної хвилі.

Час швидкого наповнення,с. Є частиною часу висхідної частини РЕГ – найбільш важливого і стабільного показника реограми, що відображає період повного розкриття судини, дає чітку інформацію про стан судинної стінки. Чим еластичніша судинна стінка, тим швидше вона розкривається під дією притікаючого об”єму крові, тим коротша і крутіша висхідна частина РЕГ, тим менший час і більша амплітуда швидкого наповнення. Це фактор, що залежить безпосередньо від серцевої діяльності; його тривалість зумовлюється ударним об”ємом серця і прямо залежить від пружності стінок великих судин досліджуваної ділянки.

Час максимального наповнення,с. Відношення величини амплітуди швидкого наповнення до максимальної швидкості швидкого наповнення. Характеризує час наповнення крупних артеріальних судин.

Час запізнювання (поширення) реоенцефалографічної хвилі,с. Це час від зубця Q синхронно записаної ЕКГ до початку наступної реоенцефалографічної хвилі. Цей показник характеризує сумарний стан судин, їх тонус і пружність на відрізку від серця до досліджуваної ділянки кровоносного русла. При підвищеному судинному тонусі час поширення хвилі зменшується, при пониженні тонусу – дещо збільшується.

Відношення швидкого наповнення до періоду пульсового коливання, %. Цей показник дає додаткові відомості про тонус судинної стінки. При зростанні тонічного напруження судин цей показник зростає і навпаки.

Амплітуда швидкого наповнення,ом. Добуток часу швидкого наповнення та його швидкості. Характеризує особливості кровонаповнення крупних артерій.

Реографічний індекс,ом. Є найважливішим показником РЕГ, який дозволяє визначити відносну величину пульсового кровонаповнення у досліджуваній ділянці судинного русла. Існує пряма залежність між рівнем пульсового кровонаповнення та величиною амплітуди реографічних хвиль. Чим більша величина пульсового кровонаповнення на певній ділянці судинного русла, тим вища амплітуда реоенцефалографічної хвилі цього ж відрізка судини. Падіння величини пульсового кровонаповнення призводить до зменшення амплітуди РЕГ. Амплітудою реоенцефалографічної хвилі називають максимальну відстань від її основи до вершини. Реографічний індекс – це відношення величини амплітуди реоенцефалографічної хвилі до величини стандартного калібровочного сигналу (0,1 Ом).

Коефіцієнт асиметрії (КА, %). Визначається за формулою:

$КА= (А_б – А_м) : Ам \cdot 100\%$,

Де Аб – амплітуда РЕГ на стороні (правій чи лівій), де реографічний індекс більший; Ам – амплітуда РЕГ на стороні, де реографічний індекс менший.

Завдання 1. Провести запис та здійснити цифровий аналіз реовазограми верхніх кінцівок. Дані занести у таблицю. Порівняти отримані результати із середньостатистичними. Зробити висновки.

Завдання 2. Провести запис та здійснити цифровий аналіз реовазограми нижніх кінцівок. Дані занести у таблицю. Порівняти отримані результати із середньостатистичними. Зробити висновки.

Завдання 3. Порівняти параметри реовазограм верхніх та нижніх кінцівок. Пояснити відмінності.

Зробити загальні висновки

Лабораторна робота 15

Тема: Реєстрація ЕЕГ людини
Мета: оволодіти методом накладання електродів за схемою 10/20, зареєструвати ЕЕГ людини у стані спокою
Матеріали і обладнання: діагностичний комплекс “Нейрософт”, вода, ЕЕГ-елктроди, вата, спирт, ЕЕГ-гель.
Об’єкт: людина

Реєстрація і аналіз ЕЕГ у сучасній науці і клініці здійснюється за допомогою комп’ютерних електроенцефалографічних комплексів, які складаються із кількох функціональних блоків:

- блок реєстрації сигналу,
- блок фільтрів та підсилювачів,
- аналогово-цифровий перетворювач (АЦП),
- комп’ютерна програма для зберігання, візуалізації та математичного аналізу сигналу.

В електроенцефалографії використовують металеві електроди з хлорсрібним покриттям. Для забезпечення електричного контакту електроду з шкірою використовують або електропровідний гель (чашечкові), або марлю, просочену фізіологічним розчином.

Схема розташування електродів на поверхні голови називається монтаж. У клінічній та науковій електроенцефалографії стандартом є схема "10-20 %", яку було введено у 1950-х роках канадським нейрофізіологом Генрі Джаспером (рис. 19). Для визначення місць накладання електродів через маківку (Vertex) проводяться два умовні меридіани – перший від перенісся (Nasion) до потиличного бугра (Inion), другий між зовнішніми слуховими проходами (див. схеми нижче). Через ці точки прокладають умовний меридіан, який діляться на відрізки по 10 і 20 % загальної довжини. Поперечні меридіани відкладаються по вісі, яка проходить між зовнішніми слуховими проходами через маківку. Електроди розміщуються у місцях перетину умовних ліній. Електроди, які розміщуються на лівій стороні голови, мають непарні індекси; на правій стороні – парні; електроди, розміщені на вертексній лінії, мають індекс z. Чим менше індекс електрода, тим ближче він розташований до основних меридіанів. Позначення електродів: F (*Frontalis*) – лобні; T (*Temporalis*) – скроневі; C (*Centralis*) – центральні; P (*Parientalis*) – тім’яні; O (*Occipitalis*) – потиличні; A (*Auricularis*) - вушні. Кількість накладених електродів залежить від конкретної мети дослідження. В разі необхідності схему 10-20 % можна розширити шляхом проведення додаткових меридіанів між основними.

Стандартизація схеми накладання електродів дозволяє дослідникам та лікарям зіставляти результати, отримані в різний час у різних лабораторіях.

Для реєстрації ЕЕГ необхідна наявність двох електродів, між якими і буде вимірюватися різниця електричних процесів. Пара електродів, між якими реєструється різниця потенціалів, називається відведенням.

Електричний сигнал, який відводиться зі скальпу обстежуваного, має досить низьку амплітуду (10^{-4} – 10^{-6} В), а тому для реєстрації повинен бути підсиленим. Для цього використовуються підсилювачі змінного струму. Сучасні ЕЕГ-комплекси реалізовані на

базі персональних комп'ютерів і дозволяють одночасно здійснювати запис сигналу та відображати його на моніторі у режимі on-line. Для того, щоб електроенцефалографічний сигнал міг оброблятися комп'ютером, його необхідно перевести з аналогової форми до цифрової. Для цього проводиться періодичне вимірювання його амплітуди і передача результату до комп'ютера ("цифрування" сигналу). Зареєстрований ЕЕГ сигнал може зберігатися у комп'ютері і підлягати обробці за допомогою численних математичних методів, які будуть частково розібрані у наступних роботах.

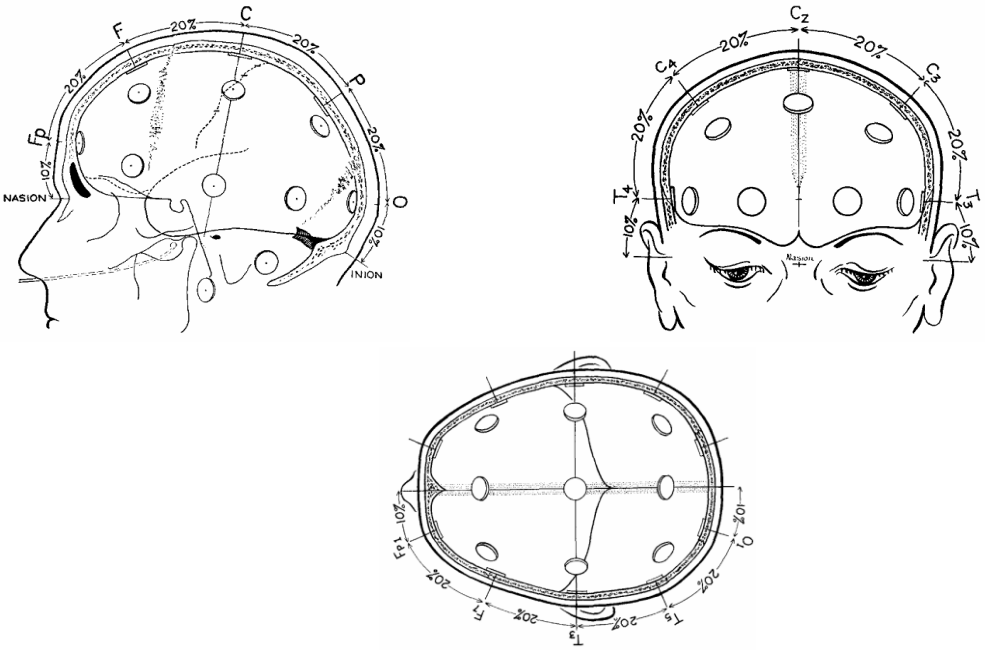


Рис. 19. Схема розташування електродів у відповідності до системи 10-20% (Jasper H.H. The 10-20 electrode system of the International. Federation. Electroenceph. clin. Neurophysiol.,1958, 10: 370-375).

Хід роботи

1. Комутація обстежуваного.

1.1. Надіти на голову обстежуваного спеціальну шапочку для фіксації електродів.

1.2. Накласти електроди на шкіру голови за схемою 10-20 % (див. вище). Для реєстрації неспотвореного сигналу ЕЕГ необхідно забезпечити низький рівень опору між шкірою і електродом. Для досягнення цього необхідно здійснити ряд заходів: електроди з марлевою поверхнею необхідно занурити у фізіологічний розчин не менше як на 20 хвилин, знежирити шкіру у місцях накладання електродів, протерши її спиртовим розчином, переконатися, що між електродами і шкірою немає волосся.

1.3. Приєднати електроди до електроенцефалографа.

1.4. (Необов'язково) На руки обстежуваного надіти кардіографічні електроди. Приєднати кардіографічний кабель до електроенцефалографа.

2. Підготовка програми "Neurocom professional" до реєстрації ЕЕГ .

2.1. Вибрати з переліку баз даних базу "Практикум". У меню вибрати пункт "Створити картку пацієнта" і ввести дані про обстежуваного студента.

2.2. Обравши створений обліковий запис пацієнта, у меню вибрати пункт "Записати нове відвідування". Відкриється вікно редактора відвідувань.

У ньому слід вибрати тип дослідження "Фонова проба". З іншими типами досліджень можна буде ознайомитись у наступних роботах.

3. Зареєструвати ЕЕГ студентів групи.

Після вікна схеми дослідження відкриється вікно запису сигналу, у якому почне відображатися ЕЕГ. Обстежуваного попросити сісти зручно, не напружуючи м’язів, заплющити очі, не думати ні про що серйозне.

Після вирішення можливих проблем із розміщенням електродів, дочекатися стабілізації стану обстежуваного (відсутність різких змін у ЕЕГ, рухів протягом кілька хвилин) та зареєструвати ЕЕГ протягом 3 хвилин, натиснувши кнопку
СТАРТ/СТОП. Після закінчення реєстрації сигналу обов’язково зберегти отриманий запис.

4. Розкомутувати обстежуваного. В кінці роботи електроди промити проточною водою, помістити в резервуар із фізіологічним розчином.

Лабораторна робота 16

Тема: Структура фонової ЕЕГ людини. Цифрова фільтрація ЕЕГ
Мета роботи: ознайомитися із структурою фонової ЕЕГ людини, навчитися вимірювати частоту та амплітуду коливань ЕЕГ, навчитися відфільтровувати певні частотні діапазони ЕЕГ, визначити особливості топографічного розподілу амплітуд різних частотних діапазонів ЕЕГ.
Матеріали і обладнання: діагностичний комплекс "Нейрософт", вода, ЕЕГ-елктроди, вата, спирт, ЕЕГ-гель.
Об'єкт: людина

ЕЕГ складається з коливань різної частоти і амплітуди. За виразністю коливань тієї чи іншої частоти у різних фізіологічних станах на початку історії методу ЕЕГ було виділено кілька основних фізіологічних частотних діапазонів (табл.11):

Таблиця 11

діапазон	частота	фізіологічні властивості
δ дельта	до 4 Гц	коливання амплітудою 20-30 мкВ можуть зустрічатися у ЕЕГ здорової притомної людини; наявність коливань більш високої амплітуди (40-300мкВ) у ЕЕГ притомної людини є патологічною ознакою (мозкові пухлини); Δ-коливання стають вираженими під час певних фаз природного сну, наркотичного сну або у стані коми.
θ тета	4-7 Гц	коливання амплітудою до 40 мкВ можуть зустрічатися у ЕЕГ здорової притомної людини, зростання їх частки є ознакою емоційної активації та інших типів мозкової активності; наявність θ-коливань у більших кількостях пов'язана із патологічними станами або ж зміненими станами свідомості (сон, медитація та ін.).
α альфа	8-13 Гц	синусоїдальні коливання амплітудою до 100 мкВ, амплітуда яких зростає у лобно-потиличному напрямку, є найбільш вираженим у ЕЕГ здорової притомної людини із закритими очима, у формі вираженого ритму реєструється у 80-90% людей, пригнічується при відкриванні очей, переході до активної діяльності, аналізу інформації.
β бета	13-40 Гц	коливання амплітудою 5-30 мкВ, наявність яких у ЕЕГ пов'язана із активним функціональним станом мозку, зростання рівня активації головного мозку здебільшого супроводжується зменшенням частки β-коливань і зростанням частки β-коливань; наявність вираженого β-ритму з амплітудою вище 40 мкВ є патологічною ознакою.
γ гама	від 30-40 до 70-500 Гц	коливання амплітудою до 10 мкВ, вважається ознакою когнітивних процесів і свідомості; наявність коливань цього діапазону амплітудою вище 15 мкВ є патологічною ознакою.

Для здорової притомної людини нормальною є наявність α-ритму, присутність у ЕЕГ коливань в формі ритму інших діапазонів є ознакою патологічних станів або ж змінених станів свідомості.

Для оцінки "кількості" коливань того чи іншого ритму використовують фільтрацію сигналу. Вперше до ЕЕГ сигналу було застосовано аналогові фільтри, тобто прилади, які, маючи на вході суміш коливань різних частот (ЕЕГ) на виході давали тільки складові певних частотних діапазонів. Для комп'ютерної обробки сигналу використовуються цифрові фільтри, тобто обчислювальні алгоритми, суть роботи яких подібна до описаних аналогових фільтрів.

Хід роботи:

1. Записати ЕЕГ людини у стані спокою.
2. Якщо на екрані немає панелі інструментів "Фільтри", налаштувати її відображення у меню "Вид – Панель инструментов".

– Зняти опцію "Мережний фільтр" і зазначити, наскільки суттєвим є вплив зовнішньої наводки від електричної мережі.

– Вибрати на панелі інструментів зверху вікна програми інструмент "Лінійка", за допомогою якого можна здійснювати виміри по часовій та амплітудній шкалі. Підвівши перехрестя лінійки до нижньої чи верхньої точки обраного коливання, натиснути на ліву кнопку миші, зафіксувавши положення лінійки. Зафіксована позиція інструменту буде відмічена перпендикулярними лініями білого кольору (колір може змінюватися залежно від налаштувань інтерфейсу програми). Переміщуючи лінійку далі, можна виміряти період (частоту) і амплітуду коливання.

3. Визначте максимальну амплітуду та частоту домінуючої ритміки досліджуваної ЕЕГ.

Поступово обираючи зі списку "Діапазон" панелі інструментів "Фільтри" δ, θ, β, α діапазони, визначити максимальні амплітуди коливань різних частотних діапазонів у всіх відведеннях (або у відведеннях, вказаних викладачем). Результати занести до таблиці 12:

Таблиця 12

Діапазони / відведення	δ	θ	β	α
Fp_1				
Fp_2				
…				
O_1				
O_2				

На основі заповненої таблиці зробити висновки щодо:

– топографічного розподілу коливань аналізованих діапазонів ЕЕГ (у яких областях головного мозку більше виражені коливання того чи іншого діапазону),

– того, коливання якого частотного діапазону мають найбільшу амплітуду у обстежуваної людини.

Лабораторна робота 17

Тема: Класифікація ЕЕГ
Мета роботи: отримати навички формального опису ЕЕГ, спробувати класифікувати певні записи ЕЕГ.
Матеріали і обладнання: діагностичний комплекс “Нейрософт”, вода, ЕЕГ-елктроди, вата, спирт, ЕЕГ-гель.
Об’єкт: людина

ЕЕГ людини є істотно варіативною. Існує суттєва міжіндивідуальна різниця за ступенем домінування тих чи інших ритмів, їх вираженістю, частотними характеристиками, зональним розподілом та ін. ЕЕГ одного індивіда може зазнавати істотних перебудов залежно від характеру поточної діяльності та функціонального стану. Порушення у роботі головного мозку також супроводжуються значними відхиленнями структури ЕЕГ. Зважаючи на це, актуальним є завдання формалізувати опис ЕЕГ, тобто розробка системи класифікації, за якою ЕЕГ того чи іншого суб’єкта на основі об’єктивних (чисельних) характеристик можна віднести до тієї чи іншої групи. Остаточного вирішення ця задача досі не має. Однією з найбільш поширених у клінічній практиці є класифікація, розроблена О. О. Жирмунською.

Хід роботи:

1. Відібрати для аналізу з числа записаних кілька різних за морфологією записів ЕЕГ (наприклад, із добре і погано вираженим α-ритмом на основі візуального аналізу).
2. Скориставшись наведеними таблицями, віднести відібрані ЕЕГ до того чи іншого 1типу (табл. 14). Для кожної аналізованої ЕЕГ зазначити обраний рівень кожного з шести параметрів таблиці 13, в разі необхідності аргументувавши вибір чисельними значеннями параметрів ЕЕГ.

Таблиця 13

Система опису ЕЕГ

Параметри опису	Рівні параметрів	Код
1. Головні (найбільш виражені) компоненти	β-активність	1
	α-активність	2
	θ-активність	3
	δ-активність	4
	суміш різних частотних компонентів	5
2. Амплітуда Головного компонента	дуже низька (до 15 мкВ)	1
	низька (15 - 25 мкВ)	2
	середня (25 - 45 мкВ)	3
	висока (45 - 80 мкВ)	4
	дуже висока (більше 80 мкВ)	5
3. Характеристика А-активності	майже відсутня	1
	мало (одинокі хвилі, нечисленні групи хвиль)	2

	регулярна за частотою, чітко модульована по амплітуді (наявні "веретена" α-ритму)	3
	регулярна по частоті, модуляції по амплітуді або відсутні або майже відсутні	4
	дещо дезорганізова (недостатньо стала по частоті або недостатньо модульована)	5
	помітно дезорганізована (за тими ж параметрами)	6
	істотно дезорганізована (нерегулярна по частоті, не організована у веретена)	7
4. Зональні відміни	майже відсутня	1
	мало (одинокі хвилі, нечисленні групи хвиль)	2
	регулярна за частотою, чітко модульована по	3
	амплітуді (наявні "веретена" α-ритму)	4
	регулярна по частоті, модуляції по амплітуді або	5
	відсутні або майже відсутні	6
	дещо дезорганізова (недостатньо стала по частоті	7
5. Наявність β-активності низької частоти (14-25 Гц)	немає	1
	мало	2
	багато	3
	дуже багато	4
6. Характеристика θ- і δ-Активності	немає	1
	мало: в порівнянні із домінуючою активністю амплітуда менша	2
	мало: в порівнянні із домінуючою активністю амплітуда така ж або більша	3
	багато: в порівнянні із домінуючою активністю амплітуда менша	4
	багато: в порівнянні із домінуючою активністю амплітуда така ж або більша	5

Таблиця 14

Типи і групи ЕЕГ

тип ЕЕГ	група ЕЕГ	індекси за параметрами опису (табл.1)					
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
I	1	2	2, 3, 4, 5	3	2	1, 2	1
	2	2	2, 3, 4, 5	3, 4, 5	2, 3	1, 2	1
	3	2	2, 3, 4, 5	3, 5	2, 3	1, 2	2, 3, 4, 5
	4	2	2, 3, 4, 5	3, 5	2, 3	3, 4	1, 2
II	5	2	2, 3, 4, 5	4	3, 4	1, 2	1, 2
	6	1	2, 3, 4	1	1	3, 4	1, 2

	7	3	2, 3, 4, 5	1	1	1, 2	5
III	8	1	1, 2, 3	1	1	1, 2	1
	9	2	2, 3	2	3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3
	10	5	1	1, 2	1	1, 2, 3	1, 2, 3, 4, 5
IV	11	2	3, 4, 5	6, 7	3, 4	1, 2	1, 2
	12	2	3, 4, 5	6, 7	4	3, 4	1, 2
	13	2	3, 4, 5	6, 7	2, 3	3, 4	1, 2
	14	2	3, 4, 5	6, 7	2, 3	1, 2	3, 4
	15	2, 5	3, 4, 5	6, 7	1, 2, 3, 4	3, 4	4, 5
V	16	5	3	1, 2	1	1, 2	4,5
	17	5	3	1, 2	1	3, 4	2, 3, 4, 5
	18	5	4, 5	1, 2	1	3, 4	4, 5
	19	5	4, 5	2	1	1, 2	5
	20	4, 5	4, 5	1	1	1, 2	5

Примітка. В групу 2 потрапляють (на відміну від групи 1) ЕЕГ, у яких регулярний α-ритм (параметр 3, рівень 3) має дещо згладжені або спотворені зональні відміни (параметр 4, рівень 3); на відміну від групи 5 випадки, коли регулярний α-ритм не має модуляції (параметр 3, рівень 4), проте зональні відміни збережені (параметр 4, рівень 2).

Лабораторна робота 18

Тема: Дослідження патологічних ЕЕГ.
Мета роботи: ознайомитися із прикладами патологічних ЕЕГ, спробувати визначити патерни ЕЕГ, які відрізняють певні патології
Матеріали і обладнання: діагностичний комплекс “Нейрософт”, вода, ЕЕГ-елктроди, вата, спирт, ЕЕГ-гель.
Об’єкт: людина

Як зазначалося вище, метод ЕЕГ є одним із найбільш широко застосованих у клінічній практиці, оскільки дозволяє швидко і надійно ідентифікувати порушення у роботі головного мозку. Виконавши попередні роботи, ми мали змогу ознайомитися із основними характеристиками нормальної ЕЕГ. Як правило, патологічні ЕЕГ- феномени суттєво відрізняються від нормальної фонової ЕЕГ за своєю структурою та амплітудою. Так, наявність в ЕЕГ притомної людини високоамплітудних коливань δ- та θ-діапазонів, зосереджених у певній ділянці головного мозку, може бути ознакою наявності травматичного порушення або пухлини мозкової тканини. Наявність у ЕЕГ специфічного комплексу "гострий пік - повільна хвиля" є одним з епілептиформних феноменів, тощо. Слід зазначити, що ідентифікація патологічних феноменів та встановлення діагнозу є компетенцією фахівця лікаря, і ніяк не може бути здійсненим в рамках даного практичного курсу. Завданням даної роботи є ознайомитися із зразками патологічних ЕЕГ з баз комп’ютерних ЕЕГ-комплексів або ж з спеціалізованих атласів.

Хід роботи

1. Ознайомитися із запропонованими викладачем зразками ЕЕГ.
2. Спробувати визначити фрагменти, які містять патологічну активність. Критеріями визначення таких фрагментів можуть бути наступні:
   – переважання високоамплітудних низькочастотних коливань у одному чи декількох відведеннях,
   – суттєва асиметрія амплітуди і частотного складу симетричних відведень або істотна різниця за цими параметрами від сигналів сусідніх відведень,
   – наявність у ЕЕГ β-коливань амплітудою вище 40-45 мкВ або γ-коливань амплітудою вище 15-20 мкВ,
   – наявність у сигналі одного чи кількох відведень комплексів специфічної форми
   – (наприклад, пригаданий вище комплекс "гострий пік - повільна хвиля").
3. Ознайомитися із діагнозами, які супроводжують той чи інший запис ЕЕГ.

Судинна деменція і її нейрофізіологічна діагностика

Судинна деменція характеризується парціальністю, залежністю клінічної симптоматики від ураженого судинного басейну. Для хворих з судинною деменцією характерні 2 типи ЕЕГ: низькоамплітудно-дизритмічний і високоамплітудно-дизритмічний. Для першого (низькоамплітудно-дизритмічного) типу властива наявність поліморфної тета, альфа і бета-активності з амплітудою до 50 мкВ, згладженістю регіонального розташування ритмів і зниженою реакцією активації. Для другого типу (високоамплітудно-дизритмічного) з амплітудою до 200мкВ характерна поліморфна

активність дельта і тета-діапазону (Рис. 20). Реакція на функціональні навантаження і регіональне розташування ритмів тут грубо порушені.

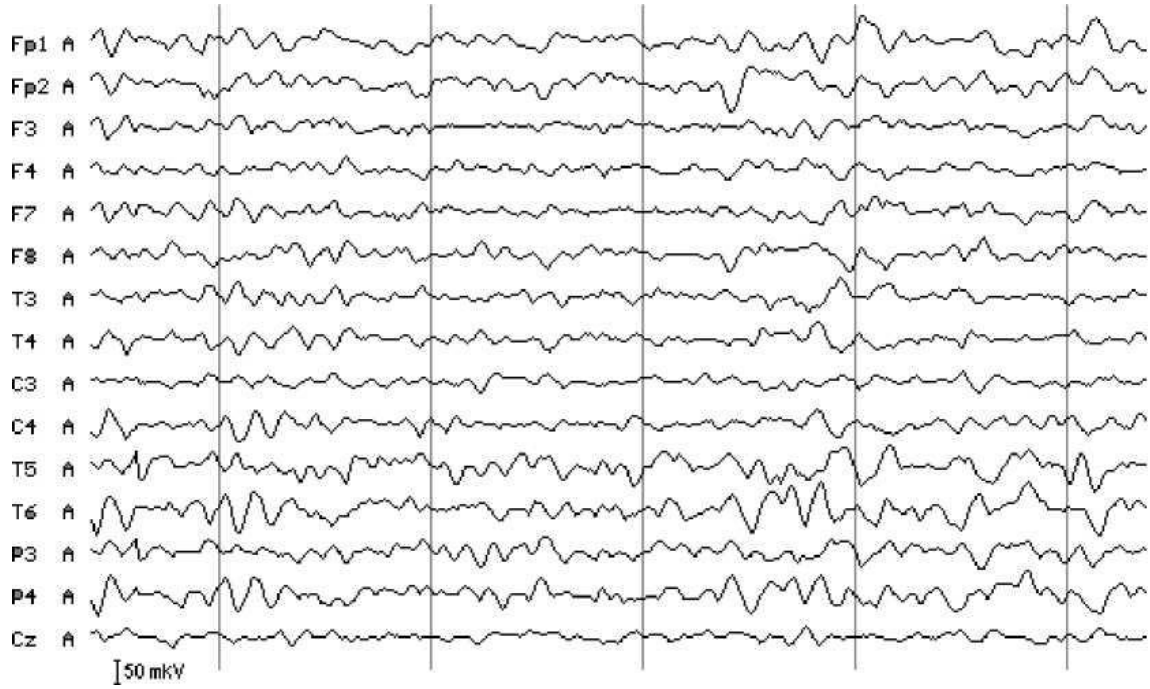


Рис. 20. ЕЕГ хворого В-ко, 62-х років з мультиінфарктною деменцією. Реєструється повільний альфа-варіант фонової активності, мультифокальні дельта і тета-хвилі.

Патопсихологічні розлади при черепно-мозковій травмі

Важливо у хворих, які перенесли ЧМТ робити повторні ЕЕГ – дослідження в різні періоди травми для контролю динаміки відновних процесів і ефективності проводимої терапії, зокрема тому, що психічні наслідки часто не залежать від важкості травми. Як відомо, періоди ЧМТ поділяються на гострий (2 - 10 тижнів), підгострий (2 - 6 місяців) і віддалених наслідків (при видужанні до 2 -х років, при прогресуванні травматичної хвороби - необмежений). Для кожного з періодів ЧМТ характерні свої психічні розлади, які на сьогодні ґрунтовно описані. За даними змін біоелектричної активності можна оцінити ступінь ураження головного мозку.

При легкій ЧМТ відновлення біоелектричної активності головного мозку триває 1 місяць. При середньої важкості ЧМТ для ЕЕГ типова наявність фокальної або дифузної низькоамплитудної дельта і бета-ктивності з дисфункцією стовбурових структур. Після важкої ЧМТ в зоні забою тривало зберігається дельта-активність, яка через 1 - 2 роки може трансформуватись в епілептичну. Особливо стійко зберігається патологічна активність медіобазальної локалізації, яка проявляється генералізованими, білатерально-асинхронними спалахами повільних хвиль (рис. 21).

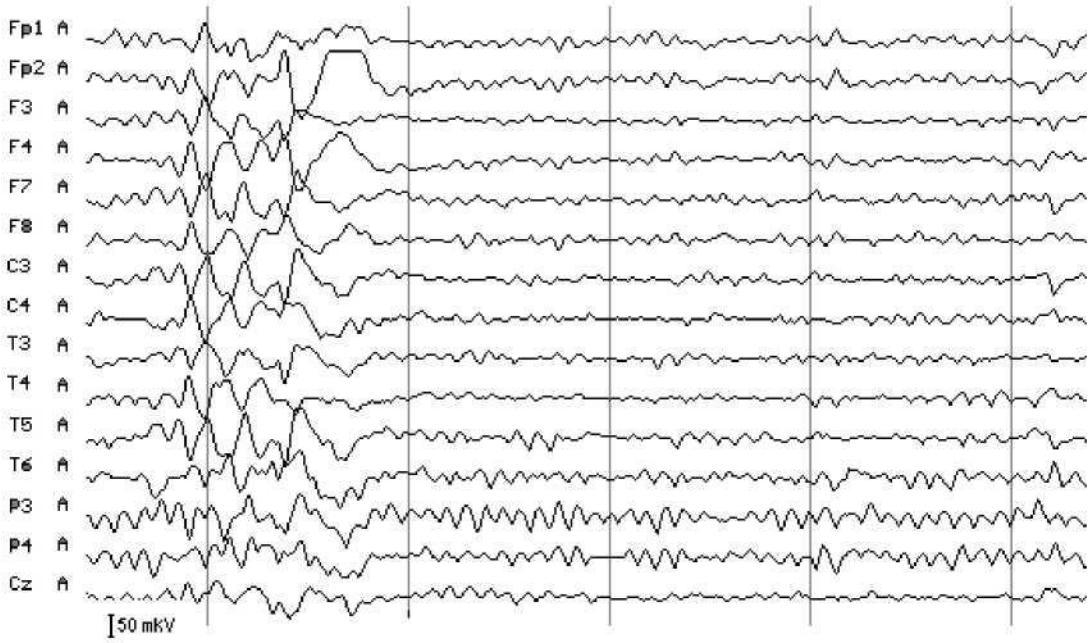


Рис. 21. ЕЕГ хворого М-па, 26-ти років з віддаленими наслідками ЧМТ з ураженням серединних структур. Реєструється високоамплітудний, генералізований, білатерально-асинхронний розряд тета-хвиль, більше виражений в центральному електроді.

Епілепсії і їх нейрофізіологічна діагностика

Епілепсія - це захворювання, яке характеризується повторними (> 2 -х) неспровокованих епілептичних нападів. Під епілептичним нападом розуміється стереотипний розлад поведінки, емоцій, моторних, сенсорних функцій, свідомості, короткий за часом, явно не спровокований і по клінічним проявам який відповідає ЕЕГ. З точки зору нейрофізіології причиною епілепсії являється надлишкова синхронізація нейронів. Епілептичний нейрон набуває властивість до пароксизмальних деполяризаційних здвигів із значно більшою амплітудою, тривалістю і частотою ніж у нормальних нейронах. Що стосується психічних розладів, то, за даними ряду авторів вони зустрічаються більше ніж в 90% випадків і охоплюють весь спектр психіатрії. Найчастіше такі розлади спостерігаються при лімбічній епілепсії (рис. 22).

Рис. 22. ЕЕГ хворого П-ка, 40 років з лімбічною епілепсією і частими поліморфними нападами, вираженими особистісними розладами. Реєструються білатерально-асинхронні розряди комплексів “гостра-повільна хвиля”, які вказують на наявність епілептичного вогнища в медіобазальних утвореннях.

Розлади, пов’язані із зловживанням алкоголю і їх нейрофізіологічна діагностика

Хронічний алкоголізм - це захворювання, яке викликається зловживанням спиртних напоїв і характеризується патологічним потягом до алкоголю і пов’язаними з цими фізичними і психічними наслідками наростаючої важкості. Мішенню для етанолу в ЦНС є інтернейрони, клітини ретикулярної формації, мікроглія, асоціативна кора, а також синапси. Алкоголь впливає на функції уваги, переробки інформації, швидке прийняття рішень, викликаючи розлади когнітивної діяльності людини.

Алкоголь викликає складні і неоднозначні зміни нервової системи. Але одним із основних механізмів його впливу на ЦНС є центрально-депресуючий, при реєстрації ЕЕГ виникають доволі специфічні зміни. Так, при гострій алкоголізації і малих дозах вжитого алкоголю (ейфорична ступінь сп’яніння) виникає десинхронізація ЕЕГ, а при збільшенні дози і ступені спя’ніння поступово збільшується кількість повільних хвиль із сповільненням альфа-ритму.

У групи обстежених з хронічним алкоголізмом, які не переносили делірій, виявляється підвищення частоти бета-діапазону в лобних електродах в порівнянні з тім’яними і потиличними. Такі зміни на ЕЕГ пояснюються тим, що в стані абстиненції, як відомо, підвищується рівень дофаміну, що викликає підвищення спектральної щільності потужності бета-діапазону. Мезолімбічні утворення, тропні до дофаміну в умовах хронічного алкоголізму стають гіперактивними, що проявляється на ЕЕГ посиленням бета-активності.

Для алкогольної деменції характерним є наявність на ЕЕГ епілептичної активності, частіше така активність буває представлена в скроневих електродах. У хворих з

психічними і поведінковими розладами внаслідок вживання алкоголю виявлено розширення кортикальних борозден в лобних ділянках, яке знаходить своє відображення на ЕЕГ (рис. 23).

Рис. 23. ЕЕГ хворого Б-ка, 42-х років з алкогольним галюцинаторно-параноїдним синдромом, ознаками атрофії лобних часток мозку. Реєструється постійна повільнохвильова активністть в передньолобних електродах, проявляючи функціональну недостатність цих структур.

Шизофренії і її нейрофізіологічна діагностика

Шизофренічні психози - це група розладів, яка характеризується фундаментальними і характерними розладами мислення і сприйняття, а також неадекватним або зниженим афектом.

За допомогою рутинних ЕЕГ - досліджень можна прогнозувати ступінь курабельності і гостроту захворювання. Альфа - ритм (ритм спокою) у хворих із злоякісною, прогредієнтною і малокурабельною формою характеризується гіперсинхронністю з високим індексом і амплітудою. У таких хворих часто виражена дефіцитарна симптоматика. Вони слабо реагують на зміни в зовнішньому середовищі і так само слабо чутливий їх альфа-ритм на різні функціональні навантаження - звукові, світлові, реакцію “залучення ритму”, на відкривання очей, інші аферентні подразнення (рис. 24).

Таким чином, наявність гіперсинхронного, з ослабленою реакцією активації альфа-ритму і функціональної недостатності головного мозку у хворих на шизофренії вказує на терапевтичну резистентність і поганий прогноз захворювання. В стані гострого психомоторного збудження у хворих на шизофренії в лобових частках головного мозку реєструється повільнохвильова патологічна активність частотою 2,5 - 4 Гц.

Десинхронна ЕЕГ з домінуванням бета-активності свідчить про гостроту стану з страхом, тривогою, маяченням і галюцинаціями (рис. 25). Наявність такої ЕЕГ до

лікування вказує на позитивний психофармакотерапевтичний прогноз. Менша вираженість бета-активності на ЕЕГ свідчить про меншу гостроту стану, гірший ефект психофармакотерапії. Як відомо, бета-ритм пов'язаний з підвищенням рівня функціональної активності мозку і проявляється, зокрема, при підвищеній психічній активності, посиленні уваги, збудженні.

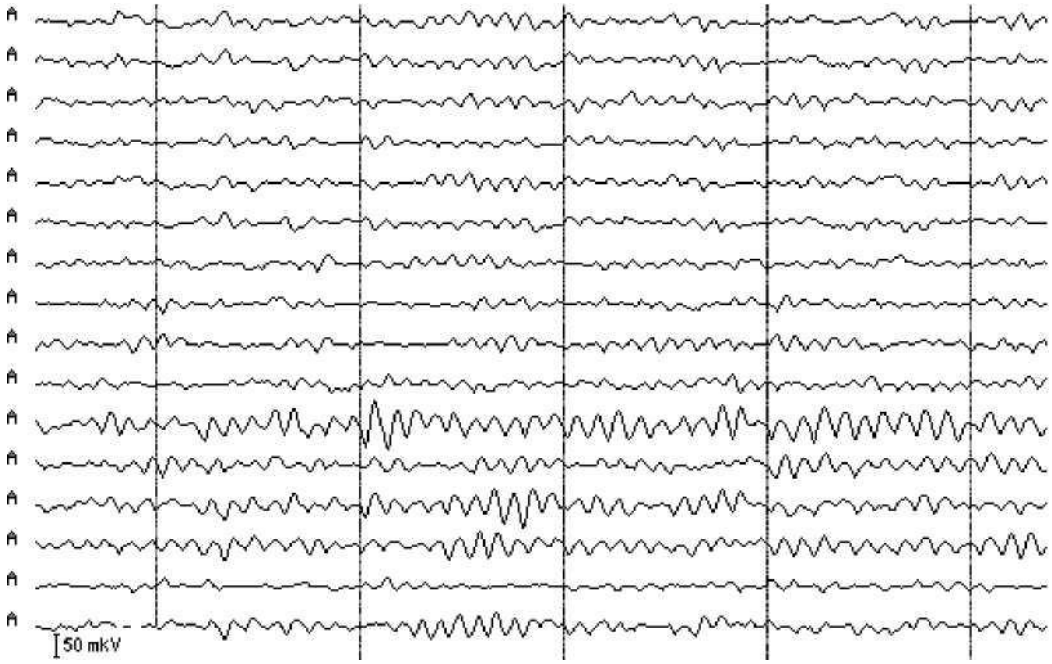


Рис. 24. ЕЕГ хворого М-ка, 55 років, галюцинаторно-параноїдна, фармакорезистентна шизофренія. ЕЕГ записана при відкритих очах - відсутня типова реакція десинхронізації.

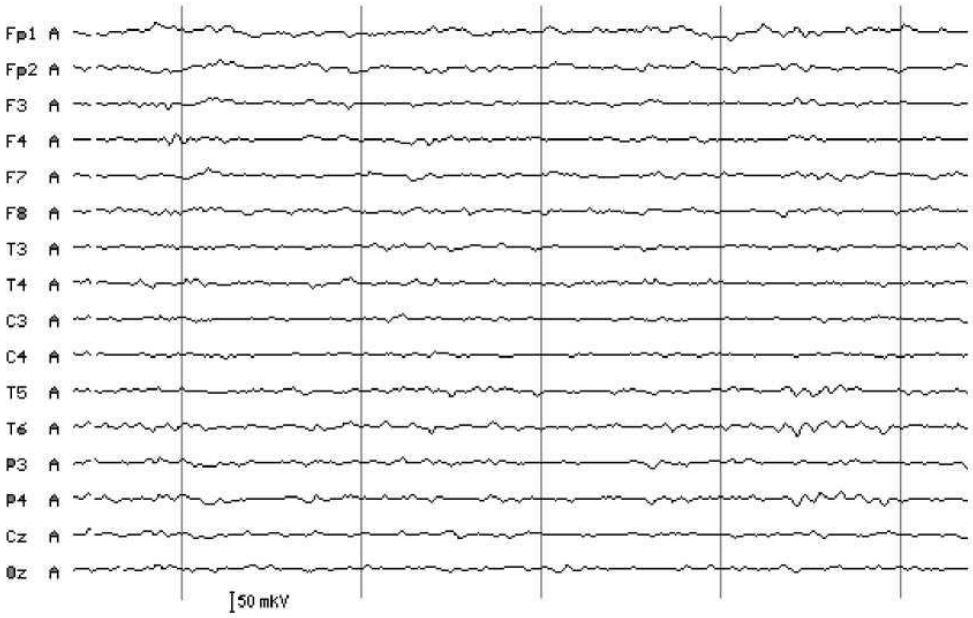


Рис. 25. ЕЕГ хворого А-ас, 41-н рік з галюцинаторно-параноїдною формою шизофренії, на 2-й день поступлення. В подальшому швидка редукція під впливом терапії галюцинаторно-параноїдної симптоматики. Плоский варіант ЕЕГ.

Лабораторна робота 19

Тема: Вивчення біологічного зворотного зв'язку
Мета роботи: ознайомитися із принципом формування зворотного зв'язку на основі змін параметрів ЕЕГ
Матеріали і обладнання: діагностичний комплекс "Нейрософт", вода, ЕЕГ-елктроди, вата, спирт, ЕЕГ-гель.
Об'єкт: людина

Елементарний приклад взаємодії людини та комп'ютера, заснований на безперервному аналізі поточного сигналу – метод біологічного зворотного зв'язку (biofeedback). Зворотній зв'язок в кібернетиці – це процес, при якому результат функціонування системи впливає на параметри, від яких залежить функціонування системи. У випадку БЗЗ він полягає в тому, що людина отримує інформацію про зміни деяких ЕЕГ-параметрів її стану (наприклад, потужності α- та β-діапазонів, або співвідношення потужностей θ і α). Такий підхід досить широко використовується в психотерапії, оскільки дозволяє розширити можливості процесів саморегуляції і коригувати стан людини без використання фармакологічних препаратів. Так звана "БЗЗ-терапія" успішно використовується зараз при комплексному лікуванні епі- синдромів, гіперактивності та дефіциту уваги, гіпертонії, депресії, неврозів та ще ряду психосоматичних порушень.

Хід роботи

1. Закомутувати обстежуваного.
2. У вікні "База даних" обрати "Електроенцефалограф БОС".
3. У вікні редактора досліджень обрати обстеження типу "1D БОС, 1 канал м/п, стимуляция альфа-ритма". У налаштуваннях проби визначити параметри стимуляції: Тривалість запису 1200 мс; "Автостоп" вимкнути; Схема – БОС: монополярний одноканальний; БОС Стимулятор – однопараметричний БОС; Відведення: m1-Alpha.
3. Проінструктувати обстежуваного про порядок роботи. Він повинен слідкувати за змінами положення світлої кулі на моніторі і намагатись "запам'ятати" свій стан у ті моменти, коли куля рухається по вгору (до синього маркера), і надалі намагатися підтримувати свій стан на цьому ж рівні. Обстежуваний має добитись якомога вищого розташування маркера. Оскільки положення кулі пов'язане з потужністю α-діапазону його ЕЕГ, то для досягнення мети необхідно максимально розслабитись.
4. Провести запис проби. Експериментатор в ході роботи має записувати час, протягом якого відзначалося максимальне положення маркера.
5. За допомогою спектрального аналізу проаналізувати динаміку потужності α-діапазону ЕЕГ обстежуваного, порівнявши її значення на різних етапах виконання проби БЗЗ.
6. Зіставити тривалість та форму α-веретен ЕЕГ у фоновому стані спокою та наприкінці сеансу БЗЗ.

Лабораторна робота 20

Тема: Методика оцінки нервово-м'язової провідності в нормі і патології за допомогою ЕМГ
Мета: Навитися проводити реєстрацію стимуляційної ЕМГ з оцінкою нервово-м'язової провідності в нормі і патології.
Матеріали і методи: комп'ютерно-діагностичний комплекс «Нейрон-ЕМГ-мікро», ЕМГ-електроди, вата, бинт, вода, ЕМГ-гель.
Об'єкт: людина

Хід роботи

1. Провести реєстрацію стимуляційної ЕМГ. Швидкість поширення збудження (ШПЗ моторної):

1к: s, Abductor pollicis brevis, Medianus, c6-t1
1к: s, Abductor digiti minimi, Ulnaris, C8 T1
1к: d, Abductor pollicis brevis, Medianus, c6-t1
1к: d, Abductor digiti minimi, Ulnaris, C8 T1

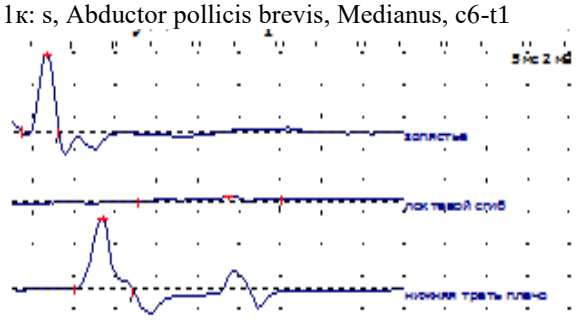
Здійснити заключення за кожною реєстрацією за схемою:
Амплітуди М-відповіді при стимуляції у дистальній точці ____ мВ (норма 3,5-8 мВ). Резидуальна латентність ____ мс (норма 1,75 мс). Швидкість на відрізку (нижня третина плеча- зап'ясток) _____ м/с. Норма швидкості 50-70 м/с. Динаміка амплітуди і швидкості по сегментам збережена (не збережена).

2. Провести порівняльне вивчення показників стимуляційної ЕМГ в нормі і під час зниженої функції нервового проведення відповідно до протоколу обстеження хворого П. 59 років.

Протокол обстеження

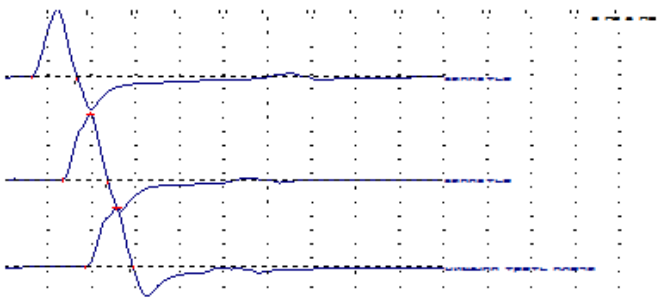
Ліва рука
Стимуляційна ЕМГ. Швидкість поширення збудження (ШПЗ моторная).
Амплітуда вимірюється від ізолінії до негативного піку

1к: s, Abductor pollicis brevis, Medianus, c6-t1



Амплітуда М-відповіді при стимуляції у дистальній точці 4,76 мВ (норма 3,5-8 мВ). Резидуальна латентність **3,6** мс (норма 1,75 мс). Швидкість на відрізку нижня третина плеча-зап'ясток 51,6 м/с. Норма швидкості 50-70 м/с. Динаміка амплітуди і швидкості по сегментам збережена.

1к: s, Abductor digiti minimi, Ulnaris, C8 T1

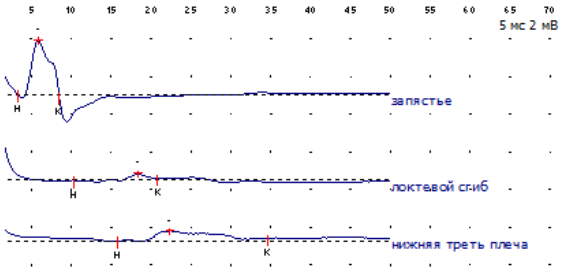


Амплітуда М-відповіді при стимуляції у дистальній точці 9,68 мВ (норма 6-12 мВ). Резидуальна латентність **3,1** мс (норма 1,75 мс). Швидкість на відрізку зап'ясток-нижня третина плеча **26,9** м/с. Норма швидкості 50-70 м/с. Динаміка амплітуди і швидкості по сегментам збережена.
Амплітуда М-відповіді при стимуляції у дистальній точці 4,68 мВ.). Резидуальна латентність **2,1** мс Швидкість на відрізку ліктьовий згин-середня третина плеча 42 м/с. Динаміка амплітуди і швидкості по сегментам збережена.

Права рука
Стимуляційна ЕМГ. Швидкість поширення збудження (ШПЗ моторная).

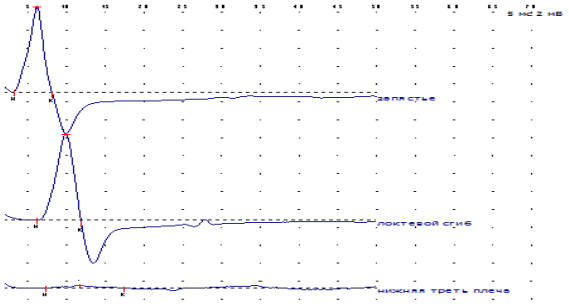
Амплітуда вимірюється від ізолінії до негативного піку

1к: d, Abductor pollicis brevis, Medianus, c6-t1



Амплітуда М-відповіді при стимуляції у дистальній точці **2,88** мВ (норма 3,5-8 мВ). Резидуальна латентність **3,3** мс (норма 1,75 мс). Швидкість на відрізку зап'ясток-нижня третина плеча **42,9** м/с. Норма швидкості 50-70 м/с. Динаміка амплітуди і швидкості по сегментам збережена.

1к: d, Abductor digiti minimi, Ulnaris, C8 T1



Амплітуда М-відповіді при стимуляції у дистальній точці **9,52** мВ (норма 6-12 мВ). Резидуальна латентність **2,1** мс (норма 1,75 мс). Швидкість на відрізку зап'ясток-нижня третина плеча **45, 3** м/с. Норма швидкості 50-70 м/с. Динаміка амплітуди і швидкості по сегментам збережена.

Заключення: Проведено стимуляційну ЕНМГ верхніх кінцівок. Виявлено невропатію правого та лівого серединного і променевого нервів по типу аксонального ураження на рівні вище 3 см. променево-запясткового суглобу та на рівні ліктьового суглобу зі зниженням функції серединного нерва на 55%, променевого - на 71 % порівняно з нормою.

Зробити висновки.

Лабораторна робота 21

Тема: Комплексне дослідження біципітального та корпорадіального сухожильних рефлексів людини методикою електроміографії.
Мета: Навчитись реєструвати електроміографічні параметри (амплітуду, мВ, та латентність, мс) біципітального та корпорадіального сухожильних рефлексів людини.
Обладнання: електронейроміограф, вода.
Об'єкт дослідження: людина.

У випадку подразнення неврологічним молоточком сухожильних рецепторів при певному положенні кінцівки з'являється рефлекторна відповідь м'язу. За допомогою поверхневих електродів і спеціального, синхронізованого з моментом запуску епохи, неврологічного молоточка його можна зареєструвати. Основною складністю при досліджені рефлекторних відповідей є зміщення шкіри при ударі неврологічним молоточком. Це призводить до виникнення артефактів, які не дозволяють достовірно вивчити одержані відповіді. У зв'язку з цим необхідно щільно накладати електроди на поверхню шкіри. Досліджувати біципітальний та корпорадіальний сухожильні рефлекси рекомендується на правій та лівій руках. Комплексне дослідження біципітального та корпорадіального сухожильних рефлексів дозволять у значній мірі підвищити діагностичні можливості даної методики. Біципітальний рефлекс має таку рефлекторну дугу:

1. Сенсорні волокна м'язово-шкірного нерву.
2. Чутлива корінцева система спинного мозку на рівні сегментів С5-С6.
3. Сегмент спинного мозку С5-С6.
4. Рухові корінці спинного мозку на рівні сегментів С5-С6.
5. Рухові волокна м'язово-шкірного нерву.
6. Біцепс.

Корпорадіальний рефлекс має таку дугу:

1. Поверхнева гілка променевого нерву.
2. Чутливі корінці спинного мозку на рівні сегментів С7-С8.
3. Сегмент спинного мозку С7-С8, С5-С6.
4. М'язово-шкірний нерв.
5. Біцепс.

Порівняння латентних періодів біципітального та корпорадіального рефлексів дозволяє досить точно визначити уповільнення проведення по руховій та чутливій системам рівня С5-С6, С7-С8. Головною умовою порівняння одержаних відповідей є однакове положення відвідних електродів на біцепсі при дослідженні біципітального та корпорадіального рефлексів. Відмінність у тривалості латентного періоду правої та лівої рук не повинна перевищувати 1,5 мс. Відмінності біципітальної та корпорадіальної рефлекторних відповідей повинна складати не більше 2,5 мс.

Хід роботи

1. Реєстрація біципітального рефлексу людини.
Параметри реєстрації: Вхідний діапазон посилювача – 50 мВ, нижня частота фільтрації – 5-10 Гц, верхня частота фільтра – 10 000 Гц. Чутливість – 1 мВ/поділ., розгортка – 5 мс / поділ. Епоха аналізу – 70 мс.
При накладанні відвідних електродів пацієнт знаходиться у положенні сидячи. Активний електрод накладається посередині біцепсу, референтний – на рівні верхньої третини плеча, між біцепсом та дельтовидним м'язами. Стимуляція проводиться спеціальним неврологічним молоточком. На сухожилля накладається великий палець, і під контролем

напруження м’язу виконується удар неврологічним молоточком. В результатів стимуляції реєструються декілька рефлекторних відповідей. Для аналізу береться відповідь, яка має максимальну амплітуду, чіткий початок і найбільш відтворювана за латентністю. За умови недостатньої рефлекторної відповіді можна застосувати прийом фасилітації. Для цього пацієнт може підняти протилежну рук догори, стиснути кулак протилежної руки.
Зареєструвати амплітуду та латентність біципітального рефлексу на правій та лівій руках, дані внести у таблицю 15.

Таблиця 15

	Латентність, мс	Амплітуда, мВ
Права рука		
Ліва рука		

2. Реєстрація корпорадіального рефлексу людини.
Параметри реєстрації: Вхідний діапазон посилювача – 50 мВ, нижня частота фільтрації – 5-10 Гц, верхня частота фільтра – 10 000 Гц. Чутливість – 1 мВ/поділ., розгортка – 5 мс / поділ. Епоха аналізу – 70 мс.
При накладанні відвідних електродів пацієнт знаходиться у положенні сидячи. Рука зігнута у локті під кутом 70-90 градусів, кисть – у положенні між пронацією та супінацією. Активний електрод накладається посередині біцепсу, референтний – на рівні верхньої третини плеча, між біцепсом та дельтовидним м’язами. Стимуляція (удар) проводиться спеціальним неврологічним молоточком у зоні шиловидного відростку променевої кістки. У результаті отримується відповідь з біцепсу. Реєструється декілька відповідей. Для аналізу береться відповідь, яка має максимальну амплітуду, чіткий початок і найбільш відтворювана за латентністю.
Зареєструвати амплітуду та латентність корпорадіального рефлексу на правій та лівій руках, дані внести у таблицю 16.

Таблиця 16

	Латентність, мс	Амплітуда, мВ
Права рука		
Ліва рука		

Порівняти одержані значення амплітуди та латентності біципітального та корпорадіального сухожильних рефлексів людини, зареєстрованих на правій та лівій руках. Визначити міру уповільнення проведення по руховій та чутливій системам рівня С5-С6, С7-С8 під біципітального рефлексу, порівнюючи з корпорадіальною рефлекторною відповіддю.
Зробити висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література:

1. Боднар Я.Я., Файфура В.В. Патологічна анатомія і патологічна фізіологія людини. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 494 с.
2. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини: Підручник. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.
3. Классификация и критерии диагностики внутренних болезней / Под ред. А.Д.Куимова – Новосибирск, 1995. – 114с.
4. Мусил Я. Основы биохимии патологических процессов: Пер. с чешск. – М.: Медицина, 1985. – 430 с.
5. Общая патология человека / Под ред. А.И.Струкова, В.В.Серова, Д.С.Саркисова: В 2-х т. – М.: Медицина, 1990.
6. Патологическая физиология / Под ред. А.Д.Адо – М.: Триада-Х, 2002 – 616 с.
7. Патофизиология / Под ред. В.В.Новицкого, Е.Д.Гольдберга. - Томск: Изд-во Том.ун-та, 2001. – 716 с..
8. Ivanitsky A. M., Nikolaev A. R., Ivanitsky G. A. Electroencephalography // Modern Techniques in Neuroscience Research. – NY : Springer, 1999 – P. 971-996.
9. Lang D. H., Inbar G. F. Modern technique in ERP research // Modern Techniques in Neuroscience Research. – NY : Springer, 1999 – P. 997-1023.
10. Luck S. J. An Introduction to the Event-Related Potential Technique – The MIT Press, 2005 – 388 p.
11. Picton T. W., Bentin S., Berg P. et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria // Psychophysiology, 2000. – V. 37. – P. 127-152.
12. Биопотенциалы мозга человека: математический анализ – М. : Медицина, 1987. – 254с.
13. Гнездицкий В. В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике – М. МЕДпресс-информ, 2003 – 264 с.
14. Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая энцефалография – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2000 – 640 с.
15. Иванов Л. Б. Прикладная компьютерная электроэнцефалография – М. : АОЗТ "Антидор", 2000 – 256 с.
16. Ливанов М. Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность мозга – М. : Наука – 1989. – 400с.
17. Свидерская Н.Е. Синхронная электрическая активность мозга и психические процессы – М. : Наука – 1987. – 154 с.
18. Эйгорн А.Г. Патологическая анатомия и патологическая физиология. – М.: Медицина, 1983. – 304 с.
19. Чернінський А. О., Крижановський С. А., Зима І. Г. Електрофізіологія головного мозку людини: методичні рекомендації до практикуму. – Київ: Ноосфера. – 50 с.
20. Методичні рекомендації з лабораторної діагностики для студентів армацевтичного факультету (спеціальність «Фармація») / Укладачі: Галькевич І.Й., Костишин Л.П. – Львів, вид-во ЛНМУ імені Данила Галицького, 2014. – 128 с.
21. Сибірна Н.О., Гачкова Г.Я., Бродяк І.В., Сибірна К.А., Хохла М.Р. Сабадашко М.В. Функціональна біохімія: підручник./ за ред. проф. Н. О. Сибірної. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 644 с.
22. Жирмунская Е.А., Лосев В.С. Система описаний и классификация электроэнцефалограмм человека.- М.: Наука, 1984 - 89 с.