

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет біології, географії і екології  
Кафедра біології людини та імунології

**ОСОБЛИВОСТІ ЕЕГ ПІДЛІТКІВ ПІД ЧАС  
ГІПЕРВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ ПРОБИ**

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: студентка 411 групи

Спеціальності: 091 Біологія

Освітньо-професійної програми «Біологія»

Бондаренко Валерія Миколаївна

Керівник: к.б.н., доц. Гасюк О.М.

Рецензент: к.б.н., доц. Карпучіна Ю.В.

Херсон - 2020

## ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.	6
ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ	
ГОЛОВНОГО МОЗКУ В УМОВАХ	
ГІПЕРВЕНТИЛЯЦІЇ	
1.1 Механізм впливу гіпервентиляційної	6
проби на електричну активність головного мозку	
1.2 Електрична активність головного мозку в	10
онтогенезі	
РОЗДІЛ 2.	21
МЕТОДИ І КОНТИНГЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ	
2.2 Гіпервентиляційна проба як метод	21
дослідження функціонального стану головного мозку	
2.3 Організація дослідження	22
РОЗДІЛ 3.	25
ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ	
ГОЛОВНОГО МОЗКУ ПІДЛІТКІВ УМО1 ВАХ	
ГІПЕРВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ ПРОБИ	
3.1 Результати власних досліджень	25
3.2 Обговорення отриманих результатів	29
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33

## ВСТУП

Електроенцефалографія є розповсюдженим методом дослідження функціонального стану головного мозку. Електрична активність головного мозку відображує ступінь зрілості мозкових структур, наявність патологічних станів центральної нервової системи [22, 40].

Електроенцефалографію проводять у стані функціонального спокою (фонова електроенцефалограма) та із використанням функціональних навантажень, які дозволяють більш детально вивчити особливості взаємодії між структурами головного мозку [37].

Запис електроенцефалограми у стані спокійного неспання – це пасивна реєстрація електричної активності головного мозку. Вона не дозволяє виявити реактивність окремих структур та систем головного мозку та отримати адекватну інформацію про наявність патології головного мозку [17, 21, 50].

Збільшити інформативність електроенцефалографічного дослідження допомагають функціональні навантаження. Функціональні навантаження підсилюють або викликають нормальну чи патологічну активність головного мозку [7].

Одним із видів функціонального навантаження є гіпервентиляція. Вплив гіпервентиляції обумовлений зміною хімізму крові (гіпокапнія та алкалоз), що відбувається при інтенсивному диханні.

Вивчення вікових закономірностей біопотенціалів головного мозку створює передумови для розвитку теоретичного розуміння формування головного мозку, розвитку психічних процесів у онтогенезі, створення нормальних умов для розвитку фізіологічних та психічних функцій організму дитини [14].

Гіпервентиляційна гіперсинхронія має відмінності у дітей та дорослих. У дорослих поява повільно хвильової активності відбувається переважно у передніх відведеннях, тоді як у дітей поява повільно хвильової активності характерно для усього скальпу [23].

Більше ніж 70% дітей під час гіпервентиляції демонструють гіпервентиляційну гіперсинхронію, тоді як для дорослих здорових така гіперсинхронії під час інтенсивного дихання доволі рідке явище [10, 41].

Підлітковий вік є дуже чутливим для розвитку розладів тривожного та невротичного спектрів, оскільки дуже часто є невідповідність між тим, як сприймають підлітка, і як він хоче, щоб його сприймали. Для цього віку характерна сильна залежність від думки оточуючих, кількості соціальних контактів [9, 33, 51]. Це створює передумови для розвитку тривожних станів.

Вивчення електричної активності у цій віковій групі дасть змогу своєчасно відбирати підлітків із тривожними станами для створення для них оптимального психологічного клімату.

Отже, **мета нашого дослідження** – дослідити електричну активність головного мозку підлітків у відповідь на гіпервентиляційну пробу.

**Об’єкт дослідження** – електрична активність головного мозку підлітків.

**Предмет дослідження** – відповідь електричної активності головного мозку підлітків на гіпервентиляцію.

Виходячи з мети дослідження, об’єкту та предмету, нами було сформовані наступні **завдання**:

1. Проаналізувати літературні джерела стосовно змін електричної активності у онтогенезі.
2. Проаналізувати літературні джерела стосовно змін електричної активності у відповідь на гіпервентиляцію
3. Провести електроенцефалографічне дослідження підлітків.
4. Провести аналіз отриманих записів електроенцефалограм.

**Практичне значення:** результати дослідження використовуються під час викладання курсів «Фізіологія людини і тварин», «Фізіологія вищої нервової діяльності», «Психофізіологія», «Вікова фізіологія та шкільна гігієна». Отримані результати можна використовувати для створення корекційних вправ для роботи з підлітками.

**Структура роботи:** робота складається зі вступу, 3 розділів (огляд літературних джерел, методики та контингенту дослідження та результатів дослідження та їх обговорення), висновків та списку використаних джерел.

# РОЗДІЛ 1

## ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ

### ГОЛОВНОГО МОЗКУ В УМОВАХ ГІПЕРВЕНТИЛЯЦІЇ

#### **1.1 Механізм впливу гіпервентиляційної проби на електричну активність головного мозку.**

Метод електроенцефалографії дозволяє констатувати нормальну електричну активність головного мозку та виявити патологічних біопотенціалів головного мозку та співставити зміни електричної активності та патологій центральної нервової системи [12].

Електроенцефалографія знайшла широке застосування у клінічних дослідженнях епілептичних розладів, діагностики неепілептичних пароксизмальних розладів, різноманітних енцефалопатій, діагностики сметрі мозку при тривалій комі, прогнозування виходу з коми тощо [3, 34-36].

Проте електроенцефалографія знаходить своє застосування і для вивчення особливостей роботи головного мозку. За допомогою електроенцефалографії можна встановити вікову норму, тривожні та невротичні розлади, особливості роботи мозку при різних функціональних станах [5].

Запис електроенцефалограми у стані спокійного неспання – це пасивна реєстрація електричної активності головного мозку. Вона не дозволяє виявити реактивність окремих структур та систем головного мозку та отримати адекватну інформацію про наявність патології головного мозку [17, 21, 50].

Збільшити інформативність електроенцефалографічного дослідження допомагають функціональні навантаження. Функціональні навантаження підсилюють або викликають нормальну чи патологічну активність головного мозку [17].

Найрозповсюдженішими функціональними навантаженнями є реакція активація, що проводиться з відкриванням очей, реакція нав'язування ритму, що проводять шляхом фото- та фоностимуляції, гіпервентиляція та проба з депривацією сна [17, 48, 52].

Гіпервентиляція – це процедура, під час якої особа виконує чергу глибоких форсованих вдихів. Частота дихання при цьому складає не менше 20 за хвилину. Гіпервентиляція продовжується протягом 3 хвилин. Якщо досліджуваний починає погано себе почувати до кінця проведення гіпервентиляційної проби, то йому пропонують припинити до настання часу [26, 32, 52].

Механізм гіпервентиляції наступний: при інтенсивному диханні збільшується хвилинний дихальний об'єм, який призводить до зменшення концентрації вуглекислого газу. Це призведе до розвитку гіпокапнії та розвитку дихального алкалозу. Алкалоз призводить до місцевої вазоконстрикції та зменшення мозкового кровотоку [19].

Неостаннє значення у розвитку реакції на гіпервентиляцію у вигляді уповільнення кіркової ритміки має гіпоглікемія, що розвивається внаслідок спазму судин головного мозку.

Під час проведення проби з гіпервентиляцією неможна випускати можливість різкого судинного спазму та втрати свідомості. Такий стан може розвинути у випадку, коли людина має судинні хвороби мозку, такі як інсульт, серцево-судинні захворювання у тяжкому перебігу, недостатності серцева та дихальна, крововиливи у головний мозок, похилий вік та вагітність [2, 24, 38].

У відповідь на гіпервентиляцію можливі два варіанти відповіді – це нормальна відповідь та патологічна [20].

Нормальна картина електричної активності у відповідь на гіпервентиляцію через 1 хвилину запису характеризується появою дифузних поліморфних хвиль у тета-діапазоні. Амплітуда такої активності може сягати

сотен мкВ, у окремих випадках може уповільнюватися до частоти дельта-діапазона. Таки феномен називається гіпервентиляційною гіперсинхронією [20, 27].

Гіпервентиляційна гіперсинхронія є варіантом норми для всіх вікових категорій. Але, щоб віднести таї зміни до варіантів норми, необхідно приділити увагу часу відновлення фоновой електроенцефалограми після двоххвилинної гіпервентиляції. Для дорослої здорової людини таке відновлення відбувається впродовж 1 хвилини після зупинки інтенсивного дихання. Уповільнення відновлення кіркової ритміки після припинення гіпервентиляційної проби може мати клінічне значення [20, 27].

Гіпервентиляційна гіперсинхронія має відмінності у дітей та дорослих. У дорослих поява повільно хвильової активності відбувається переважно у передніх відведеннях, тоді як у дітей поява повільно хвильової активності характерно для усього скальпу [25].

Більше ніж 70% дітей під час гіпервентиляції демонструють гіпервентиляційну гіперсинхронію, тоді як для дорослих здорових така гіперсинхронії під час інтенсивного дихання доволі рідке явище. Близько 1 з 10 дорослих продемонструє гіпервентиляційну гіпервентиляцію.

Найбільш вираженое реакція на гіпервентиляцію спостерігається у віці 8-12 років, де відсоток відповідей на гіпервентиляцію сягає 85% від усіх обстежуваних дітей цього віку [28, 31, 53].

Особливу важкість у діагностуку нормальної відповіді на гіпервентиляцію вносить наявність наряду із повільною активністю хвиль загострених у альфа- та бета-діапазону, що схожі із патологічною активністю пік-повільна хвиля [4].

Окрім того відповідь на гіпервентиляцію не завжди залежить від наявності патологій центральної нервової системи, а і від:



- дихальних зусиль – чим інтенсивніше обстежуваний робить дихальні рухи, тим більше змін у електричній активності головного мозку це спричинить;

- вік – поява дифузних повільних хвиль у дельта-діапазоні більш притаманна дитячому віку;

- рівень глюкози у крові на момент обстеження – чим менший вміст глюкози у крові, тим більше мозок реагує на спазм судин на момент гіпервентиляції;

- положення обстежуваного – у вертикальному положенні відповідь електричної активності у відповідь на гіпервентиляцію буде більшою, ніж у горизонтальному положенні [20, 39, 43].

Якщо під час гіпервентиляційної проби відповідь електричної активності відсутня, то це теж потрібно розцінювати як фізіологічну реакцію.

Окрім реакції електричної активності на гіпервентиляційну пробу у обстежуваних можлива поява суб'єктивних відчуттів. Про всі суб'єктивні зміни потрібно повідомляти, оскільки вони можуть мати значення при віднесенні тієї чи іншої електроенцефалограми до нормальної чи патологічної [1].

Дуже часто поява ритму дельта-діапазону під часті гіпервентиляційної проби корелює з уповільненням відповіді на відповіді. Що задає дослідник, порушення вербальної пам'яті, розвиток панічних атак, головокружіння, транзиторного порушення зору, дзвін у вухах тощо.

Вищеописані симптоми пов'язують із збільшенням активності вегетативної нервової системи у відповідь на гіпокапнію крові.

У відповідь на гіпервентиляцію виділяють три варіанта патологічної відповіді [20, 29, 42].

Одна із патологічних відповідей – це підсилення або поява повільних хвиль тільки у окремих ділянках кори головного мозку. Така картина

електричної активності під час гіпервентиляційної проби можливо при органічному ураженні центральної нервової системи.

Друга патологічна відповідь – це або симетрична поява повільних хвиль, або регіональна, проте вона з'являється не у момент проведення гіпервентиляційної проби, а через декількох хвилин після припинення інтенсивного дихання.

Така картина електричної активності у відповідь на гіпервентиляційну пробу можлива у випадку синкопальних атак. Також є окремі відомості, які вказують, що довга відповідь на гіпервентиляцію вже після закінчення інтенсивного дихання можлива на початкових етапах пухлинних захворювань острівців Лангерганса підшлункової залози внаслідок гіпоглікемії.

Третій варіант патологічної відповіді на гіпервентиляційної проби полягає у появі міжприступної та приступної електричної активності. Найрозповсюджені зміни електричної активності у цьому випадку – це поява комплексів пік-повільна хвиля, поліпик-повільна хвиля, поліпіки тощо. Можлива у пацієнтів з епілепсією поява епілептеформної активності. Це, наприклад, абсанси, фокальна епілептеформна активність [20, 44, 47].

## **1.2. Електрична активність головного мозку в онтогенезі.**

Вивчення вікових закономірностей біопотенціалів головного мозку створює передумови для розвитку теоретичного розуміння формування головного мозку, розвитку психічних процесів у онтогенезі, створення нормальних умов для розвитку фізіологічних та психічних функцій організму дитини [54].

Електроенцефалограма відображує процеси розвитку кори головного мозку, гетерохронне дозрівання окремих структур головного мозку, перехід від менш диференційованого до більш диференційованого.

За даними нейрофізіологів відомо, що філогенез електроенцефалограми демонструє поступовий перехід частоти домінуючого ритму від низькочастотного до високочастотного. В електричній активності рептилій домінуючою активністю є дельта-ритм, тоді як у нищих ссавців домінуючою активністю є вже тета-ритм [43, 46].

Г.Г.Князев запропонував систему, у якій основні ритми електричної активності головного мозку дельта-, тета-, альфа-активності знаходяться у ієрархічних відносинах та відображують зв'язки між стовбуром головного мозку, лімбічною системою та кірково-таламічною.

Біопотенціали головного мозку дорослої людини зазвичай буде обумовлена її віковим періодом, у якому знаходиться людина [6].

На вікову динаміку основного ритму вперше вказав Ліндслі Д. у 1938 році. Він показав, що від періоду новонародженості до зрілості спостерігалася поступове збільшення частоти основного ритму та зменшення його амплітуди.

Найчисленіші зміни відбуваються на ранніх етапах онтогенезу, що пов'язано з численими морфологічними змінами головного мозку, морфогенетичними процесами та встановленням функціональних співвідношень у ранніх вікових періодах.

Для новонароджених характерна невиразність ритмічної організованої електричної активності головного мозку, замість неї електрична активність представлена нерегулярними поліморфними повільними хвилями, амплітуда яких рідко сягає більше ніж 20мкВ. Ці хвилі відносяться до дельта-діапазону, не мають чіткої зональної розмежованості та симетричності [15]. У центральних та тім'яно-скроневих ділянках кори великих півкуль можлива епізодична поява нерегулярних високоамплітудних хвиль альфа-діапазону (рис. 1.1).

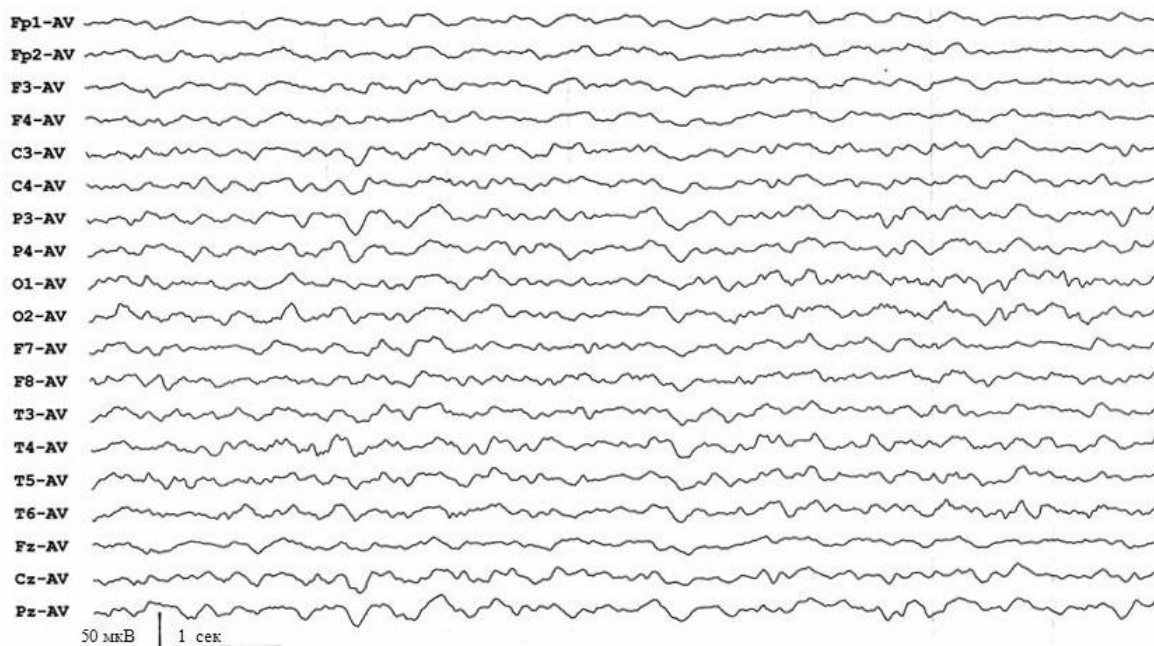


Рис. 1.1 – Електроенцефалограма новонародженої дитини. Реєструються повільні ритми, поліморфні комплекси та загострені хвилі.

До віку 1 – 2,5 місяців електрична активність головного мозку збільшує свою амплітуду та частоту. Так, у потиличних та центральних локусах головного мозку починає реєструватися хвилі з амплітудою до 50 мкВ та частотою 5-6 Гц. Дельта-хвилі, які є ще переважаючими на електроенцефалограмі, набувають білатерально-синхронної організації [8].

Після досягання дитиною 3-місячного віці на електроенцефалограмі починає реєструватися мю-ритм. Він має частоту від 6 до 10 Гц та середню амплітуду – 20-50 мкВ. Асиметрія між півкулями головного мозку мю-ритму у цей віковий період виражена помірно.

Електроенцефалографія у 3-4-хмісячному віці все ще залишається нестабільною, проте у потиличних локусах півкуль кори головного мозку починає візуалізовуватися ритм, що має частоту 4 Гц, та якому притаманна реакція на відкривання очей (реакція активації).

Приблизно у 4 місяці на електроенцефалограмі дітей продовжують реєструватися дифузні тета- та дельта-хвилі, проте у потиличних та

центральных локусах кори головного мозку починає реєструватися електрична активність, що має регулярний характер та частоту 6-8 Гц [13].

У дітей 6 місяців на електричній активності головного мозку починають переважати ритм з частотою 5-6 Гц (рис. 1.2).

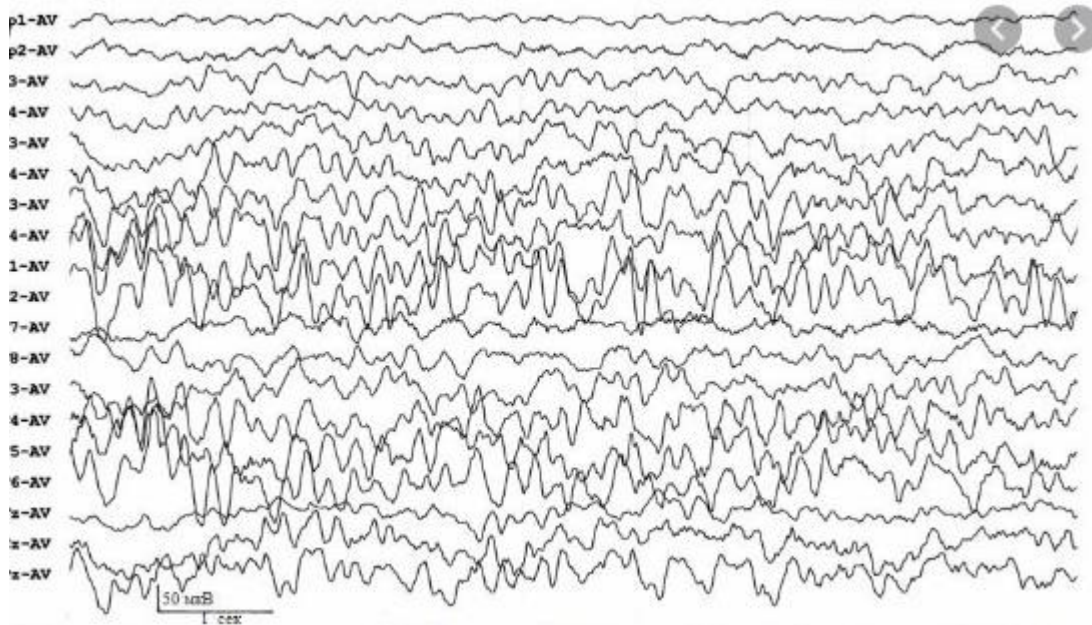


Рис. 1.2 – Електроенцефалограма дівчинки 6 місяців. Реєструється ритм у тета-діапазоні.

Середня частота домінуючого ритму біопотенціалів головного мозку у 8 місяців складає 6,25 Гц [11] та зростає впродовж аж до 11-місячного віку та складає 6,75 Гц. Частота мю-ритму також продовжує наростати та у 10-12-місячному віці складає 8 Гц.

Після досягнення дитиною одного року починає реєструватися онтогенетичний варіант альфа-ритму – альфа-активність у всіх локусах головного мозку. Форма хвиль альфа-активності – синусоїдальна, частота – 5-7 Гц. Проте, зустрічається окремі дифузні дельта-хвилі та хвилі швидкого діапазону серед синусоїдальної альфа-активності. Альфа-активність у цей віковий період нестабільна, загальний час запису альфа-активності від повного запису електричної активності складає не більше 20% [15].

У один рік преважають повільні коливання: час запису тета-титму складає 22-38%, дельта-ритму – 46-61% від загального часу запису електричної активності. При цьому один ритм може накладатися на інший. Амплітуда дельта-ритму складає 50-100 мкВ, альфа-активності складає від 50 до 120 мкВ, тета-ритму – до 110 мкВ (рис. 1.3).

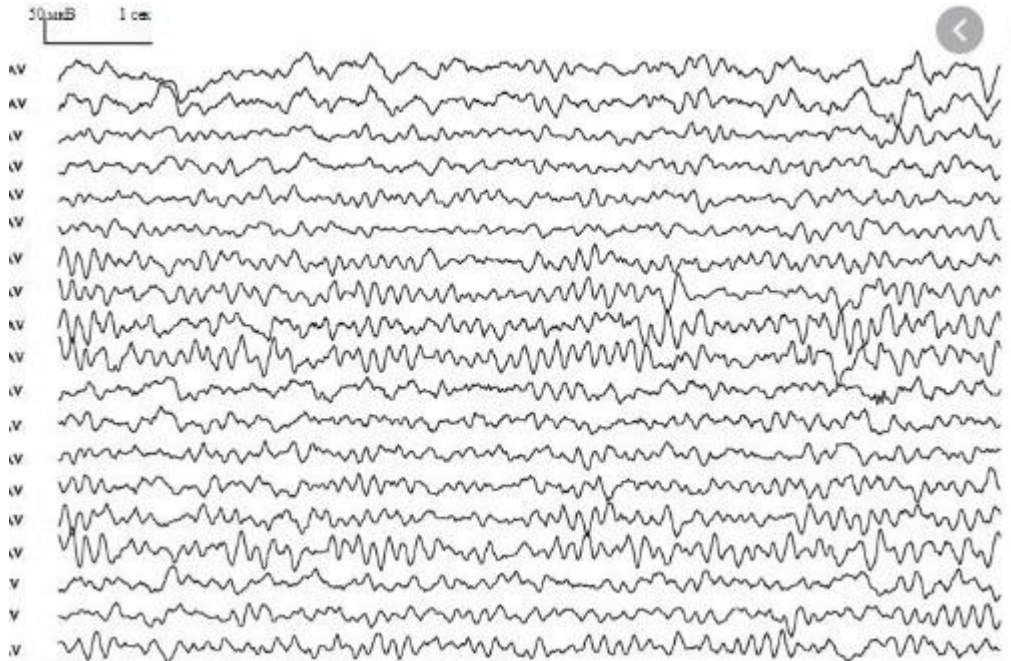


Рис. 1.3 – Електроенцефалограма дитини у 1 рік. Реєструється ритм з частотою 5-7 Гц синусоїдальної форми, наявні повільні хвилі.

Альфа-активність починає носити виражену зональність ритму після досягнення дитиною 2-х років: його амплітуда падає у напрямку до передньої відділів головного мозку. У всіх локусах кори півкуль головного мозку починають реєструватися бета-хвиля, частота яких складає 18-25 Гц. Співвідношення між часом, який реєструється той чи інший ритм, зберігається таким самим, як і у 1-річному віці. Хвилі альфа-активності сягають частоти 6-8 Гц та чередуються із групами низькочастотних високоамплітудних хвиль. У тім'яно-потиличних локусах кори великих півкуль починають реєструватися поліфазні комплекси: вони представляють собою альфа-хвилю та наступну повільну хвилю, що йде відразу за альфа-

хвилею. Такі поліфазні комплекси реєструються з вираженою півкулевою асиметрією, частковою асиметрією чи білатерально-синхронно [30].

Увіці 4 роки на електроенцефалограмі починають домінувати біопотенціали тета-діапазону, час реєстрації якого складає 23-34% від загального часу реєстрації електричної активності. Час реєстрації дельта-ритму від загального часу реєстрації електричної активності суттєво знижується та складає 30-45% порвніно з більш ранніми віковими періодами. Час реєстрації альфа-активності у цьому віці починає складати 22-33%. Альфа-активність преволує у потиличних локусах кори головного мозку , проте продовжують реєструватися високоамплітудні низькочастотні хвилі у значній кількості. Частота альфа-активності має діапазон коливань від 7 до 9 Гц, хвилі можуть набувати загостреної форми. Частота тета-ритму у цьому віці також стає більшою [18].

Але реєструються білатерально-симетричні спалахи високої амплітуди на фоні основної електричної активності, що будуть реєструватися впритул до підліткового віку. Таку активність нерідко пов'язують із підвищеною активністю структур стовбуру головного мозку.

Для старшого дошкільного віку характерно збільшення організації основного ритму. Змінюються співвідношення між показниками часу реєстрації окремих ритмічних складників до загального часу реєстрації електричної активності. Час реєстрації альфа-ритму зростає у цій віковій групі до 27%, час реєстрації тета-ритму складає 25-35%, а показники часу реєстрації дельта-ритму знижуються та складають 24-37%. Частота альфа-ритму зростає та складає у дітей данного вікового періода 7-10,2 Гц, що властиве у для дорослих [16, 18].

Для електричної активності дітей 5-6 років характерна наявність дифузних повільних хвиль, амплітуда яких не більше амплітуди альфа-активності, що реєструється, навідміну електричної активності дорослих,



Для дітей молодшого шкільного віку характерно переважання альфа- та тета-ритмів [6]. Час запису ритму у дельта-діапазоні не перевищує 35% від загального часу запису електричної активності головного мозку. За часом запису переважає альфа-ритм – 35-55% від загального часу запису електричної активності головного мозку. Час запису тета-ритму складає всього 15-45%. Представленість альфа-ритму характерна для всіх локусів кори півкуль головного мозку (рис. 1.4).

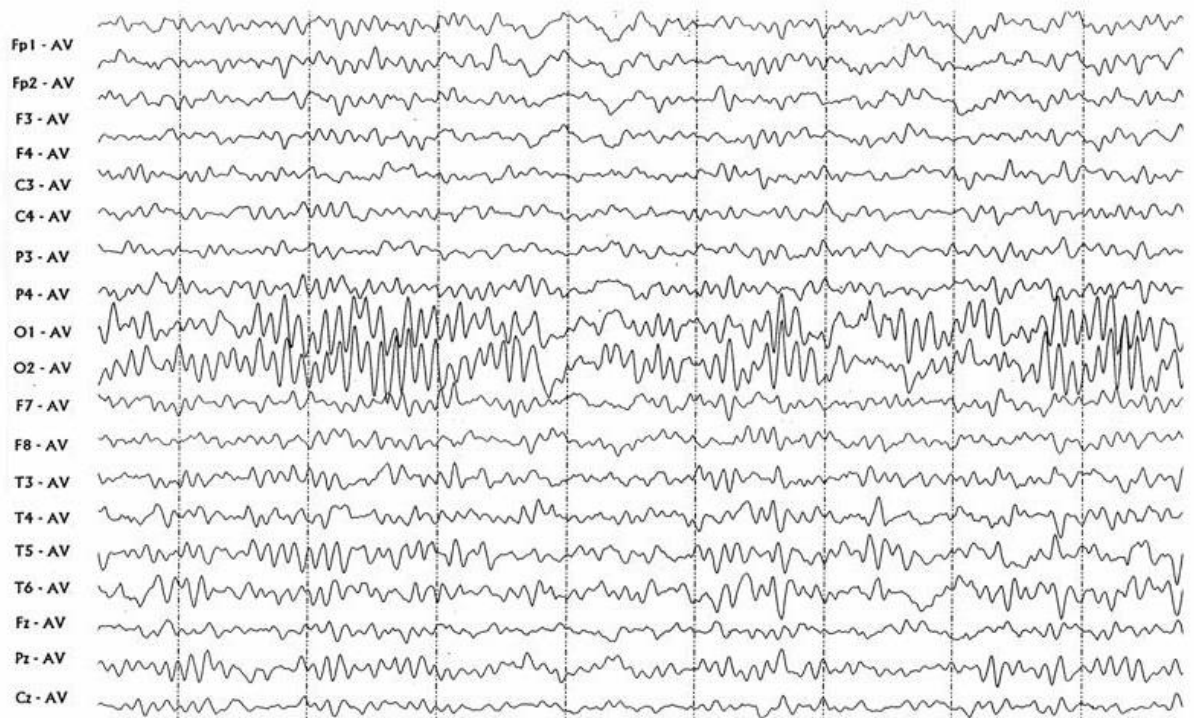


Рис. 1.4 – Електроенцефалограми хлопця 7 років. Переважання альфа- та тета-ритмів.

Дельта-ритм реєструється дифузно в усіх ділянках кори головного мозку, проте найбільш вираженими є коливання у лобно-скроневих локусах. Частота бета-ритму складає 15-35 Гц, амплітуда не перевищує 20 мкВ. Альфа-ритм у цьому віці має частоту 9-10 Гц, а амплітуда рідко перевищує 70-110 мкВ. Повільні хвилі наявні у задніх відведеннях, проте їх амплітуда не повинна перевищувати амплітуду альфа-хвиль [45].



У 9-тирічному віці починають з'являтися модуляції альфа-ритму, що наявня у потиличних локусах кори півкуль головного мозку.

Входження дитини у препубертат (10-12 років) характеризується дефінітивним дозріванням альфа-ритму [45]. Час запису альфа-ритму переважає за час інших ритмів від загального часу запису електричної активності та складає 45-60%. Загалом, альфа-ритм організований та добре виражений, домінує над усіма ритмами. Частота альфа-ритму складає 9-11 Гц, максимально виражена амплітуда у потиличних локусах кори головного мозку та мінімальна – у лобових, тобто спостерігається зростаючий лобово-потиличний градієнт ритму, що притаманно для електроенцефалограми дорослої людини. У задніх відведеннях кори головного мозку альфа-хвилі збираються у модуляції (рис. 1.5).

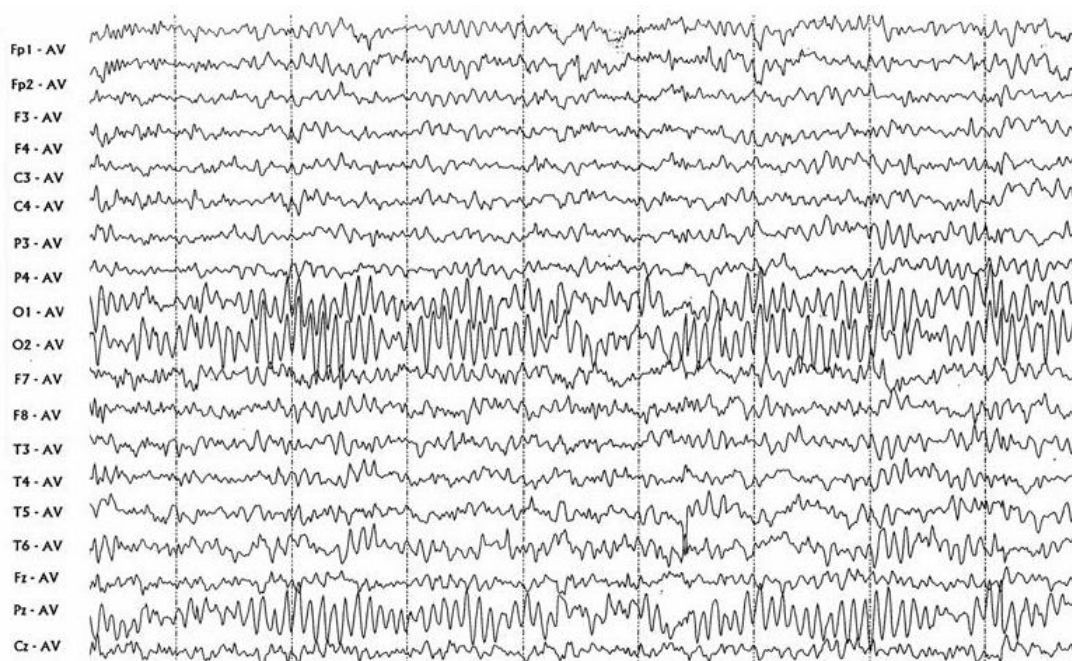


Рис. 1.5 – Електроенцефалографія хлопця 19 років. Домінуючим ритмом є альфа. Хвилі мають дещо загострену форму.

Для запису електроенцефалограм дітей цього періоду характерні поодинокі тета-хвиля, амплітуда яких не перевищує загальну амплітуду домінуючого ритму. Також у препубертатному періоді характерна появи у

лобових відведеннях хвиль бета-діапазону у частотному спектрі електроенцефалограми. Появи поліморфних білатерально-симетричних чи асиметричних поліморфних спалахів у цьому віці буде вказувати на наявність патології центральної нервової системи [20].

Частота базового ритму електроенцефалограми досягає «дорослого» типу у підлітковому віці (з 12 до 15 років).

Для підліткового віку (12-15 років) характерно домінування альфа-ритму на електричній активності головного мозку та превалювання його у всіх ділянках головного мозку. Проте, процеси формування електричної активності ще не заверчені. Частота альфа-ритму у цей віковий період складає 10-10,5 Гц (рис. 1.6).

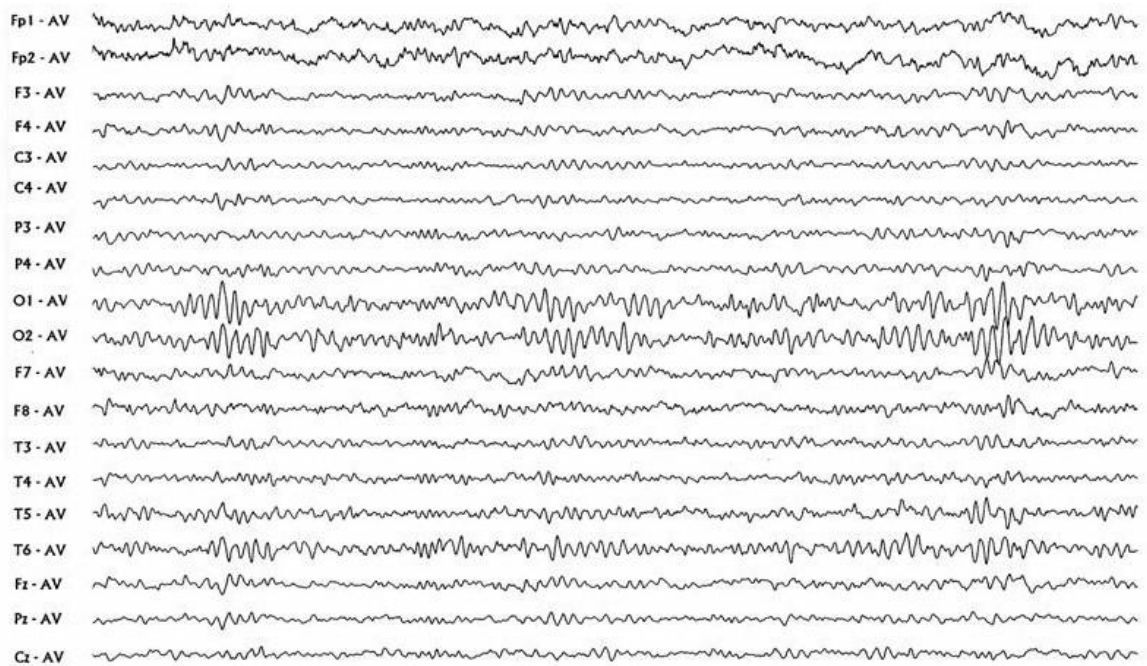


Рис. 1.6 – Електроенцефалограма дівчини 15 років. Домінує альфа-ритм, який чергується з бета-ритмом

Альфа-ритм є стабільним у потиличних локусах кори великих півкуль головного мозку, проте утім'яних та центральних локусах з'являється його певна нестабільність, з'являються повільні хвилі, що, очевидно, пов'язано із активністю гіпоталамо-гіпофізарної системи [11].

Модуляції альфа-ритму з'являються не тільки у задніх відведеннях, а і у передніх, що відображує налаштування різних ділянок кори головного мозку у онтогенезі. Поступово відбувається зниження амплітуди домінуючого ритму, наближаючись до таких показників дорослих людей. Відбувається поступове зменшення кількості поліфазних коливань, які повністю зникають з електроенцефалограми після 15 років. Низькочастотні ритми з синусоїдальною формою хвиль перестають реєструватися.

Остаточного дефінітивного вигляду електрична активність головного мозку набуває у віці 18-22 років (рис. 1.7).

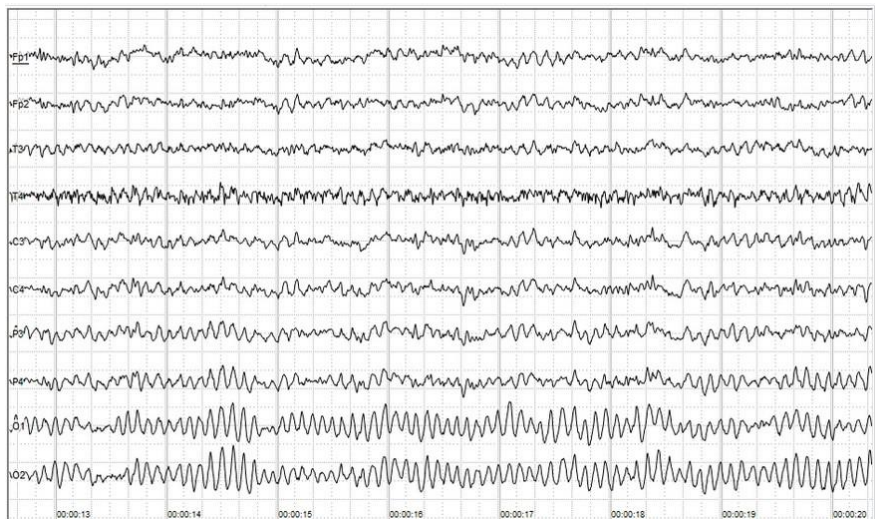


Рис. 1.7 – Електроенцефалографія дорослої людини. Домінує аліфа-ритм, який має спадаєчий лобово-потиличний градієнт та модуляції.

Оскільки ефекти електричної активності у відповідь на гіпервентиляцію пов'язані із спазмом судин, тобто їхньою реактивністю, то у різні вікові періоди зміни на гіпервентиляцію також будуть різними [14, 23].

До 35 років відмічається збільшена реактивність судин головного мозку порівняно з більш старшим віком. Відповідно, падіння насиченості кисню у мозку буде більшим у молодому віці у відповідь на гіпервентиляцію.

Діти дошкільного та молодшого шкільного віку у відповідь на гіпервентиляцію демонструють збільшення амплітуди та нормованої

спектральної потужності повільних ритмів. Альфа-ритм може повністю щезати на фоні появи повільних хвиль.

Можлива поява білатерально-синхронні спалахі, періоди хвиль з високою амплітудою та низькою частотою. Така активність може носити локальний характер, а може бути генералізованою. Це явище пов'язано із більшою активністю серединних структур головного мозку дітей данної вікової групи.

Після досягання дитиною підліткового віку реакція на гіпервентиляцію стає менш вираженою. Проявляється як незначне порушення організації та модуляції альфа-ритм. Може відмічатися поява невеликої кількості повільних хвиль [17].

Поява білатерально-синхронних хвиль у цьому віковому періоді як правило, не характерна.

Зміни, що викликала гіпервентиляційна проба не повинні зберігатися довше однієї хвилини.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА КОНТИНГЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### **2.1. Гіпервентиляційна проба як метод дослідження функціонального стану головного мозку.**

Для вивчення функціонального стану головного мозку використовують вивчення його електричної активності. Крива, яка реєструється під час електроенцефалографії відображує функціональний стан коркових нейронів, баланс між активуючими та синхронізуючими системами головного мозку [52].

Метод електроенцефалографії дозволяє виявляти не тільки органічні ураження центральної нервової системи, а і фізіологічні розлади, такі, як, наприклад, тривожність. Невроз, епілепсія тощо. Тому її можна використовувати для встановлення відповідності віковій нормі дитини [12].

Проте фонова електроенцефалографія незавжди дає адекватне уявлення про баланс між синхронізуючими та активуючими системами головного мозку. Таку інформацію можна отримати при проведенні функціональних навантажень. До них відносяться проба з відкриванням очей, фотостимуляція, депривація сну та гіпервентиляція.

Гіпервентиляція – це проба при проведенні якої використовують підсилену вентиляцію легень. Це чинить вплив на метаболізм головного мозку через зміну хімізму крові. Підвищена вентиляція легень спричинює гіпокапнію та алкалоз крові внаслідок збільшення парціального тиску кисню. У свою чергу гіпокапнія (зменшення концентрації вуглекислого газу) крові призводить до суттєвого падіння концентрації йонів водню. Такий перерозподіл хімічних елементів має відображення на клітинному метаболізмі, особливо, метаболізмі нейронів. Це призводить до змін збудливості кори, стовбуру головного мозку та підкоркових ядер [23, 27, 38].

Іншої думки тримаються вчені [12, 47]. На їхню думку гіпервентиляція може мати опосередкований вплив на метаболізм головного мозку через судиннорухові реакції. У відповідь на гіпокапнію крові відбувається звуження судин головного мозку, що призводить до ішемії головного мозку, яка викликає гіпоксію та гіпоглікемію нейронів.

Внаслідок вищеописаних змін відбувається провокування та підсилення існуючих патологічних взаємозв'язків між окремими відділами головного мозку. Під час гіпервентиляційної проби електрична активність головного мозку буде мати відображення вищеописаних змін. Гіпервентиляційна проба викликає збільшення активності більш давніх у філогенетичному відношенні відділів головного мозку на фоні пригніченні електричної активності кори головного мозку. На електроенцефалограмі ми можемо побачити прояви активності лімбічної системи, таламо-парієтальної та таламо-фронтальної систем [13].

У онтогенезі відбувається поступове зменшення вираженості реакції у відповідь на гіпервентиляцію.

У зрілої дорослої людини гіпервентиляція частіше всього проявляється у вигляді наростання синхронізації домінуючого ритму, що поступово починає чергуватися із ділянками десинхронізації домінуючого ритму.

## **2.2. Організація дослідження.**

Метою нашого дослідження було дослідити електричну активність головного мозку підлітків у відповідь на гіпервентиляційну пробу.

Для реалізації мети ми сформували дві досліджувані групи – хлопці 12-15 років у кількості 14 осіб та дівчата 12-15 років у кількості 16 осіб. Усі підлітки були учнями загальноосвітніх шкіл, не мали в анамнезі органічних хвороб центральної нервової системи, черепно-мозкових травм чи психічних хвороб.

Перед дослідження усім обстеженим підліткам провели тест на праворукість. Усі вони були праворукими як за самооцінкою, так і за тестом «переплетіння рук».

Перед дослідженням усі підлітки отримували інструкції про безпечність та безболісність процедури, час її тривання та хід виконання.

Електричну активність головного мозку реєстрували за допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії. Дослідження проводили у світло- та звукоізолюваній камері.

Електроди для реєстрації електроенцефалограми накладали у п'яти симетричних локусах кори головного мозку:

- лобові
- скроневі
- центральні
- тім'яні
- потиличні.

У якості референтного електроду використовували об'єднаний вушний електрод. Електроди фіксували за допомогою гумового шолому. Для покращення контакту між шкірою та електродом використовували спеціальний гель. Електроди використовували із срібним напиленням.

Для аналізу електроенцефалограм використовували як візуальний аналіз, так і комп'ютерну обробку за допомогою швидкого перетворення Фур'є. За допомогою візуального аналізу із кривих електроенцефалограм вирізали шматки, що містили артефакти. Артефакти на записі електроенцефалограми виникають внаслідок поганого контакту між шкірою та електродом, коливанням провода електрода, неправильного накладання референтного електроду, рухів тулубом та кінцівками, кліпання очима чи роботи мимічних м'язів.

Після вилучення артефактів електроенцефалограми підлягали комп'ютерному перетворенню Фур'є для обчислення індексів ритмічних

складників електроенцефалограми (дельта-, тета-, альфа-, бета-діапазони), їх амплітуди та когерентності.

Для з'ясування особливостей електроенцефалограми у відповідь на гіпервентиляцію електроенцефалограми підлігали візуальному огляду для виявлення поліморфних комплексів та ділянок синхронізованого чи десинхронізованого ритму.

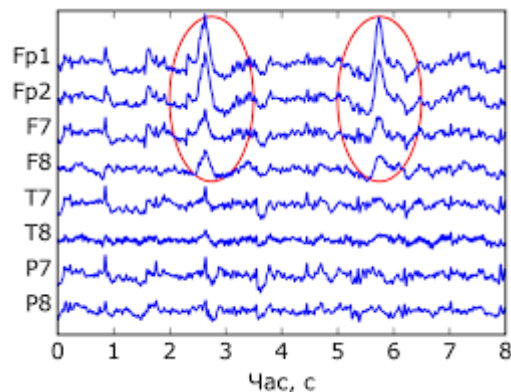


Рис. 2.1 – Білатерально-синхронні спалахи на електроенцефалограмі

Збільшення низькочастотної активності оцінювали за індексом ритму та його амплітудою.

Гіпервентиляція – це процедура, під час якої особа виконує чергу глибоких форсованих вдихів. Частота дихання при цьому складає не менше 20 за хвилину. Гіпервентиляція продовжується протягом 2 хвилин. Якщо досліджуваний починає погано себе почувати до кінця проведення гіпервентиляційної проби, то йому пропонують припинити до настання часу.

Усі отримані результати обробляли за допомогою методів статистичної обробки засобами Excel.



### РОЗДІЛ 3

## ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ

### ГОЛОВНОГО МОЗКУ ПІДЛІТКІВ УМОВАХ

### ГІПЕРВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ ПРОБИ

#### 3.1. Результати власних досліджень

Метою нашого дослідження стало дослідити особливості електричної активності головного мозку під час гіпервентиляційної проби (рис. 3.1).

Дослідниками виділяють чотири основних типи відповіді електричної активності на гіпервентиляційну пробу. До першої групи відносять відповідь у вигляді невеликого збільшення синхронізації домінуючого ритму. Зазвичай, у здорової дорослої людини – це альфа-ритм. Наряду із синхронізацією домінуючого ритму, з'являється невелика дезорганізація його. Також до цієї групи відносять особин, що не мають змін електричної активності у відповідь на гіпервентиляцію [23, 46].

До другої групи відносять осіб, що виявляли відповідь на гіпервентиляцію у вигляді наростання повільної активності, що була дифузно розташованою.

До третьої групи відносять осіб, у яких у відповідь на гіпервентиляцію з'являються білатерально-синхронні спалахи хвиль тета-діапазону на фоні нормальної електричної активності.

До четвертої групи відносилися особи, на електроенцефалограмі яких у відповідь на гіпервентиляцію спостерігалось поява білатерально-синхронних хвиль, але, на відмінну від осіб третьої групи, ці хвилі мали поліморфний характер, часто мали загострену чи неправильну форму[7].

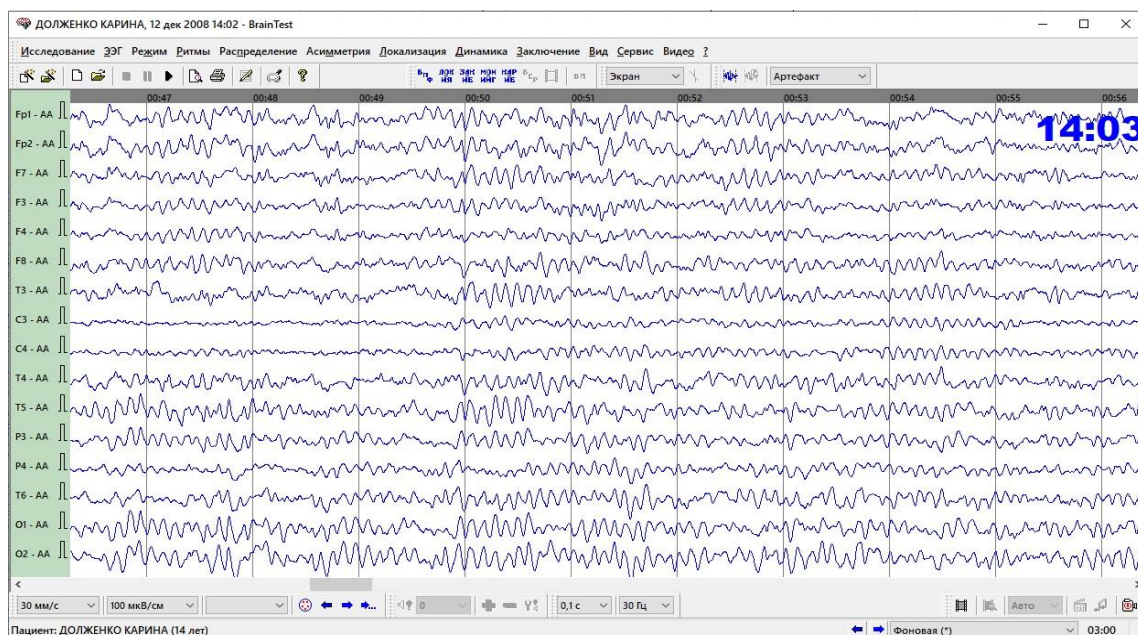


Рис. 3.1 Електроенцефалографія підлітків у стані спокійного неспання.

Усіх досліджуваних підлітків (дівчат та хлопців) в залежності від типу реакції, яку вони виявили у відповідь на гіпервентиляцію, розділили на чотири групи (табл. 3.1, рис. 3.2, 3.3, 3.4):

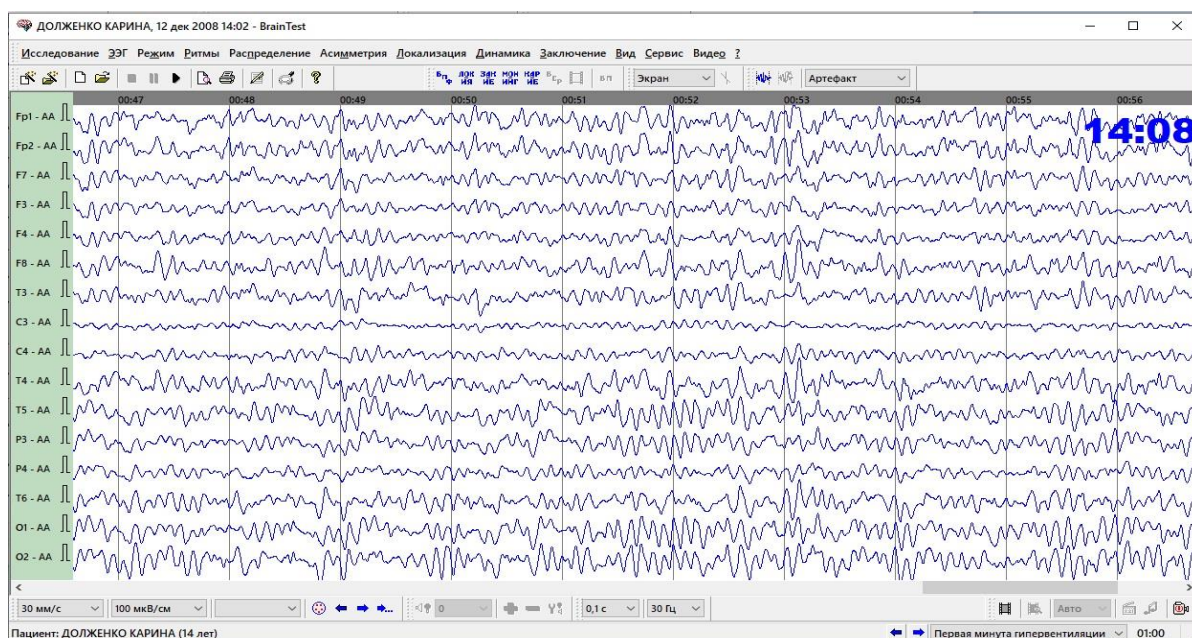


Рис. 3.2 – Електроенцефалографія підлітка на першій хвилині гіпервентиляції. Спостерігаються ділянки синхронізованого ритму, що перемежаються ділянками десинхронізації.

Таблиця 3.1

Розподіл досліджуваних підлітків в залежності від типу реакції на гіпервентиляційну пробу

I група		II група		III група		IV група	
хлопці	дівчат	хлопці	дівчат	хлопці	дівчат	хлопці	дівчат
10 осіб (71,42%)	9 осіб (57,5%)	1 особа (7,14%)	2 особи (12,5%)	2 особи (14,3%)	4 особи (25%)	1 особа (7,14%)	1 особа (6,25%)

- До першої групи увійшли 10 досліджуваних хлопців (71,42%) та 9 досліджуваних дівчат (56,25%). Під час проведення гіпервентиляційної проби вони виявили незначну синхронізацію основного ритму, що перемежалася ділянками десинхронізації ритму. Окремі особи не виявили реакцію на гіпервентиляцію (рис. 3.2, 3.3).

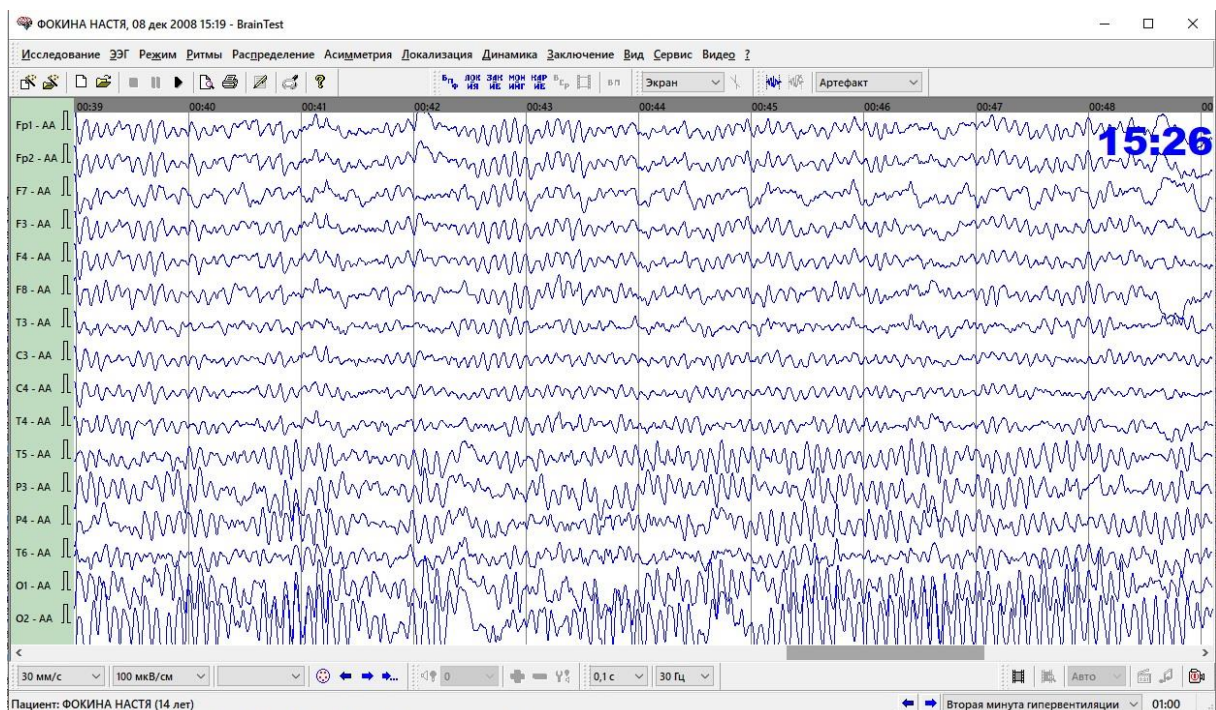


Рис. 3.3 – Електроенцефалограма підлітка під час другої хвилини гіпервентиляції. Наростання синхронізації основного ритму.



- До другої групи увійшли 1 досліджений хлопець (7,5%) та 2 досліджуваних дівчини (12,5%), що продемонстрували збільшення повільно хвильової активності, що реєструвалася дифузно по усьому скальпу (рис. 3.4).

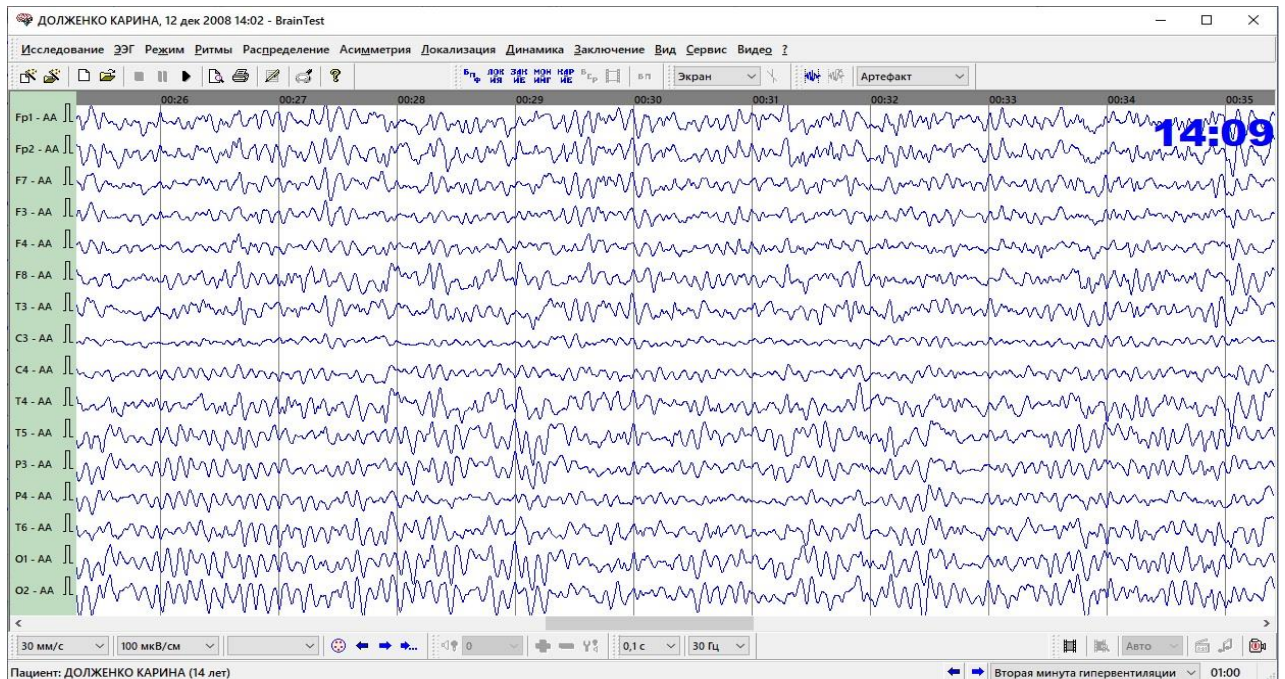


Рис. 3.4 – Електроенцефалографія на другій хвилині гіпервентиляції

- До третьої групи увійшли 2 досліджуваних хлопці (14,3%) та 4 досліджуваних дівчини (25%), які у відповідь на гіпервентиляцію показали білатерально-синхронні спалахи у тета-діапазоні, кількість яких наростала поступово до кінця проведення проби.
- До четвертої групи відновилися 1 досліджуваний хлопець (7,14%) та 1 досліджувана дівчина (6,25%), які продемонстрували на електроенцефалограмі у відповідь на гіпервентиляцію появу білатерально-синхронних спалахів, які носили поліморфний характер, тобто комплекс, що складався із високочастотної та низькочастотної хвилі. Форма хвиль могла бути і загостреною, і неправильною (рис. 3.5).

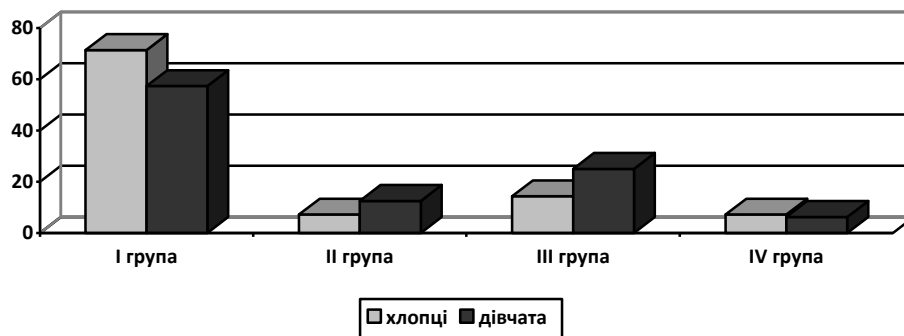


Рис. 3.5 – Розподіл досліджуваних підлітків в залежності від реакції на гіпервентиляційну пробу

Більшість досліджуваних підлітків виявили реакцію у вигляді зростання синхронізації ритму та появи невеликих ділянок запису з десинхронізованим ритмом.

### 3.2. Обговорення отриманих результатів

Отже при проведенні гіпервентиляційної проби підлітки в залежності від виявленої ними реакції були розподілені на чотири групи. Більшість досліджуваних підлітків виявили реакцію у вигляді зростання синхронізації ритму та появи невеликих ділянок запису з десинхронізованим ритмом.

Найменша кількість осіб виявила реакцію на гіпервентиляцію у вигляді появи білатерально-синхронних спалахів, що носили поліморфний характер, тобто комплекс, що складався із високочастотної та низькочастотної хвилі. Часто форма хвиль у таких комплексах була або загостреною, або неправильною.

Трохи більше підлітків виявили реакцію на гіпервентиляцію у вигляді збільшення дифузно повільної активності, що реєструвалася на фоні домінуючої активності, що наростала поступово, та її кількість збільшувалася до кінця проведення дослідження.

Близько однієї п'ятої від усіх досліджуваних осіб виявили реакцію на гіпервентиляцію у вигляді білатерально-синхронних спалахів у діапазоні

тета-хвиль. На електроенцефалограмі цих осіб форма хвиль була правильною, синусоїдальною.

Численними дослідженнями [17, 25, 38] було показано, що гіпервентиляція чинить вплив на метаболізм головного мозку через зміну хімізму крові. Підвищена вентиляція легень спричинює гіпокапнію та алкалоз крові. У свою чергу гіпокапнія (зменшення концентрації вуглекислого газу) крові призводить до суттєвого падіння концентрації йонів водню. Такий перерозподіл хімічних елементів не може не мати відображення на клітинному метаболізмі, у частості, нейронів, збудливості кори, стовбуру головного мозку та підкоркових ядер.

Також, гіпервентиляція може мати опосередкований вплив на метаболізм головного мозку через судиннорухові реакції [15]. При гіпокапнії крові відбувається звуження судин головного мозку, викликаючи ішемію головного мозку, що призводить до гіпоксії та гіпоглікемії нейронів.

Під час гіпервентиляційної проби електрична активність головного мозку буде мати відображення вищеописаних змін. Гіпервентиляція провокує активність більш давніх у філогенетичному відношенні відділів головного мозку на фоні пригніченні електричної активності кори головного мозку [12]. На електроенцефалограмі ми можемо побачити прояви активності лімбічної системи, таламо-парієтальної та таламо-фронтальної систем.

У онтогенезі відбувається поступове зменшення втраженості реакції у відповідь на гіпервентиляцію.

У зрілої дорослої людини гіпервентиляція частіше всього проявляється у вигляді наростання синхронізації домінуючого ритму, що поступово починає чергуватися із ділянками десинхронізації домінуючого ритму.

Підлітки, за даними літератури, повинні демонструвати відповідь на гіпервентиляцію, що сходна із відповіддю здорових дорослих осіб. Більшість обстежених нами підлітків продемонстрували саме відповідь у вигляді

наростання синхронізації домінуючого ритму, з окремими ділянками десинхронізації ритму.

Поява дифузної активності у низькочастотному діапазоні, чи поява білатерально-синхронних спалахів хвиль у тета-діапазоні вказує на збільшену чутливість до гіпервентиляції та її прояву – гіпокапнії, при одночасній нехватці регулюючих впливів кори головного мозку та збільшену активність гіпоталамо-діенцефальних структур стовбуру головного мозку.

Гіпервентиляційна проба призводить до збільшення впливів синхронізуючих структур на кору головного мозку, що ми і бачили на електроенцефалограмах більшості досліджених підлітків. Проте окремі підлітки показали збільшену активність гіпоталамо-діенцефальних структур головного мозку, збільшенням синхронізуючих впливів стовбуру головного мозку на кору.

## ВИСНОВОК

1. Встановлено, що 71,42% досліджуваних хлопців та 56,25% досліджуваних дівчат під час проведення гіпервентиляційної проби виявили незначну синхронізацію основного ритму, що перемежалася ділянками десинхронізації ритму. Окремі особини не виявили реакцію на гіпервентиляцію.
2. Виявлено, що 7,5% досліджених хлопців та 12,5% досліджуваних дівчини продемонстрували збільшення повільно хвильової активності, що реєструвалася дифузно по усьому скальпу у відповідь на гіпервентиляційну пробу.
3. З'ясовано, що 14,3% досліджуваних хлопці та 25% досліджуваних дівчат, які у відповідь на гіпервентиляцію показали білатерально-синхронні спалахи у тета-діапазоні, кількість яких наростала поступово до кінця проведення гіпервентиляційної проби.
4. Виявлено, що 7,14% досліджуваний хлопець та 6,25% досліджуваних дівчат продемонстрували на електроенцефалограмі у відповідь на гіпервентиляцію появу білатерально-синхронних спалахів, які носили поліморфний характер, тобто комплекс, що складався із високочастотної та низькочастотної хвилі. Форма хвиль могла бути і загостреною, і неправильною.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агаханян Т.М. Электронные устройства в медицинских приборах: Учебное пособие / Т.М. Агаханян, В.Г. Никитаев. – М.: БИОНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 510 с.
2. Александров Ю.И. Основы психофизиологии: Учебник / Отв. ред. Ю.И. Александров. - М.: ИНФРА-М, 1997
3. Белова Евгения Ивановна. Основы нейрофармакологии: Учеб, пособие для студентов вузов / Е.И. Белова. – М.: Аспект Пресс, 2010. – 176 с.
4. Борисов С.В. Структурная организация альфа-активности ЭЭГ подростков, страдающих расстройствами шизофренического спектра / Борисов С.В., Каплан А.Я., Горбачевская Н.Л., Козлова И.А // Журнал высшей нервной деятельности, 2005- Т.55, №3. – С.351-357
5. Буреш Я. и др. Б91 Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения: Пер. с англ. Е. Н. Живописцевой / Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д. П.; Под ред. Батуева А. С.— М.: Высш. шк., 1991. — 399 с.: ил.
6. Быков В. Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека): учебник для студ. мед.вузов / В. Л. Быков. — СПб. : СОТИС, 2003. - 520 с.
7. Введення в психологію. / Упорядник Петровський А.В. - М., Прогрес, 1989.
8. Вікова та педагогічна психологія. Хрестоматія: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / Укладачі. Дубровіна І.В., Прихожан А.М., Зацепін В.В. - М., Академія, 2001.
9. Воробьева Т.М. Электрическая активность мозга (природа, механизмы, функциональное значение) / Воробьева Т.М., Колядко С.П. // Теоретична та експериментальна медицина. – 2007, – № 2. – С. 4 – 10.

10. Гайворонский И.В. Анатомия и физиология человека: учеб. для студ. Учреждений сред. проф. образования / И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, А.И. Гайворонский. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 496 с.
11. Герман Хакен Х 16 Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. — М.: ПЕР СЭ, 2001. — 351 с
12. Гіттік Л.С. Просторова організація електричної активності мозку при його вербально-аналітичній та наочно-просторовій діяльності / Гіттік Л.С., Моренко А.Г. // Науковий вісник ВДУ. – 1999. – №4. – С. 28-35.
13. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга) / Гнездицкий В.В. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
14. Горбачевская Н.Т. Особенности формирования ЭЭГ у детей в норме и при разных типах общих (первазивных) расстройств развития. // Автореф. дисс. докт. биол. наук. М. – 2000.
15. Гуляев С.А. Электроэнцефалография в диагностике заболеваний нервной системы / Гуляев С.А., Архипенко И.В. – Владивосток: изд-во ДВГУ. – 2012. – 200с.
16. Діагностика психічного розвитку дітей: Посібник з практичної психології. / Упорядник Марцинковская Т.Д. - М., Лінка - Прес, 1998.
17. Евтушенко С.К. Клиническая электроэнцефалография у детей / Евтушенко С.К., Омельяненко А.А. – Донецк: Донеччина, 2005. – 860 с.
18. Євстаф'єва І.А. Особливості функціонального стану центральної нервової та серцево-судинної систем у зв'язку зі вмістом важких металів в організмі підлітків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол.

- наук: спец. 03.00.13 „Фізіологія людини і тварин” / Євстаф'єва Ірина Андріївна – Сімферополь., 2003. – 20с.
19. Желамська Н.О. Зональний розподіл тета-активності електроенцефалограми у молодших школярів та підлітків з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів / Желамська Н.О., Поручинський А.І. // Вісник донецького національного університету. Серія А: Природничі науки. – 2009. – № 1. – С. 395 – 398.
  20. Жеребцова В. А. Математическое моделирование типовых процессов ЭЭГ у детей в норме и при неврологической патологии / В. А. Жеребцова, А. Ф. Индюхин // Валеология. — 2003. — № 3. – С. 19-27.
  21. Журавльов О. Динаміка мозкового кровоплину в разі розумових навантажень юнаків, які тривалий час проживали за умов радіаційного забруднення / Журавльов О. // Вісник львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2005. – № 40. – С. 140 – 147.
  22. Звёздочкина Н.В. Исследование электрической активности головного мозга / Н.В.Звёздочкина. – Казань: Казан.ун-т, 2014. – 59с.
  23. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л.Р.Зенков. – 4\_е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2011. – 368 с.
  24. Иваницкий А.М. Поиск причинных связей между мозговыми и психическими явлениями при исследовании восприятия / Иваницкий А.М., Стрелец В.Б. // Физиология человека, 1981. – т.7, №3– С.528-540.
  25. Изнак А.Ф. Электрофизиологические корреляты психогенных расстройств / Изнак А.Ф., Никшова М.Б. // Физиология человека. – 2007. – Т.33., № 2. – С. 137 – 139.
  26. Іванюк О.А. Особливості біопотенціалів кори головного мозку в тета-діапазоні ЕЕГ у спортсменів (Когерентний аналіз) / Іванюк О.А. // Вісник

- донецького національного університету. Серія А: Природничі науки. – 2008. – № 2. – С. 392 – 394.
27. Каплан Л.Я. Классификация ЭЭГ подростков по спектральным и сегментным характеристикам в норме и при расстройствах шизофренического спектра / Каплан Л.Я., Борисов С.В., Желиговский В.А. // Журнал высшей нервной деятельности, 2005- Т.55, №4. – С.450-458.
28. Кожунко Н.Ю. Возрастные особенности формирования биоэлектрической активности мозга у детей с отдалёнными последствиями перинатального поражения ЦНС. Сообщение I. Спонтанная активность / Кожунко Н.Ю. // Физиология человека, 2005. – Т.31, № 1. – С. 5 – 14.
29. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / Лапач С.Н. Чубенко А.В., Бабич П.Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: МОРИОН, 2001. – 408с.
30. Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук: спец. 03.00.13 "Фізіологія людини і тварин" / В.С. Лизогуб. – К., 2001. – 29с.
31. Ляпидевский С.С. Невропатология. Естественнонаучные основы специальной педагогики: [учебн. для студ. высш. учебн. завед.] / Ляпидевский С.С.. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 384с.
32. Макаренко М.В. Функціональний стан центральної нервової системи за умов переробки інформації різного ступеня складності у осіб з різним рівнем рухливості нервових процесів / Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Петренко Ю.О., Бібік Т.А., Явник О.Е., Юхименко Л.І. //Фізіологічний журнал. – 2002. –Т. 48, №1. –С. 9 – 15.
33. Матвеев Е. В. Медико-инженерные компьютерные технологии тестирования познавательных функций у детей / Е. В. Матвеев, Д. С. Надеждин // Медицинская техника. – 2000. – № 3. – С. 4–8.

34. Мачинская Р.И. Формирование функциональной организации коры больших полушарий в покое у детей младшего школьного возраста с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга. Сообщение II. анализ когерентности альфа-ритма ЭЭГ / Мачинская Р.И., Соколова Л.С., Крупская Е.В. // Физиология человека. – 2007. – Т.33, №2. – С.5 –15.
35. Мистецтво пам'ятати і забувати: Пер. з англ. - Укладач Лапп Д. - Пітер, 1995.
36. Острова Т.В. Діагностичний алгоритм оцінки електричної активності мозку людини у нормі і при деяких формах розладів свідомості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.03.03 „Нормальна фізіологія” / Острова Тетяна Володимирівна – Донецьк, 2002. – 21с
37. Петров С.В. Общая хирургия: учебник / С.В. Петров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2014. – 832 с.: ил.
38. Подоплекин А.Н. Функциональное состояние головного мозга у детей с СДВГ при различных стратегиях поведенческого реагирования / А.Н. Подоплекин, Л.Ф. Старцева, Ю.С. Джос. – Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, – Экология человека.– 2010
39. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. – 4-е изд., испр. и перераб. – 2012. – 658 с.
40. Сапин М. Р. Анатомия человека. Внутренние органы. Системы обеспечения : учебник для студ. мед. вузов / М.Р. Сапин, Г.Л. Билич. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Оникс 21 век : Мир и образование, 2002. — 432 с.
41. Саркисян Б.А. Сотрясение головного мозга / Б.А. Саркисян, Н.В. Бастуев, И.В. Паньков, В.С. Трубочников.— Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000.—104с.
42. Світ сприйняття і пам'яті // Асмолова А.Г. Культурно-історична психологія та конструювання світів, - М., - Воронеж, 1996

- 43.Скрипко А.Д., Юспа М.Б. Технология в физической культуре и спорте: Учеб. – метод. пособие. – ГУ РУМУ ФВН, 2001.
- 44.Смирнов А.А Вибрані психологічні праці: У 2-х т. Т.-1 .- М., Педагогіка, 1987.
- 45.Смирнов А.А. Вибрані психологічні праці: У 2-х т. Т-2 .- Б., Педагогіка, 1987.
- 46.Смирнов Ю.И., Полевщевков М.М. Спортивная метрология: Учебник – М., 2000.
47. Степанова М. Як перестати тривожитися і почав вчитися // Шкільний психолог. — 2004. — №8.
- 48.Фокин В. Ф. Энергетическая физиология мозга / В. Ф. Фокин, Н. В. Пономарева. – М. : Антидор, 2003. – 288 с.
- 49.Чернінський А.О., Крижановський С.А., Зима І.Г. Електрофізіологія головного мозку людини: методичні рекомендації до практикуму – К. : Видавець В.С. Мартинюк, 2011 – 49 с.
- 50.Шиян Б.М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Частина 1. – Тернопіль. Богдан, 2001. – 272 с.
- 51.Шиян Б.М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Частина 2. – Тернопіль. Богдан, 2002. – 248 с.
- 52.Шкуропат А. В. Зміни інтенсивності електрогенезу ритмів ЕЕГ приглухуватих підлітків під час вирішення логічних задач //Природничий альманах. Сер.: Біологічні науки. – 2015. – №. 22. – С. 105-114.
53. Шкуропат А. В. Когерентный анализ ЭЭГ тугоухих подростков / Шкуропат А.В. // Нейрофизиология. – 2010. – 42(3). – 263-274.
54. Шкуропат А.В. Біоелектрична активність та кровообіг головного мозку приглухуватих підлітків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.13 „Фізіологія людини і тварин” / Шкуропат Анастасія Вікторівна – Херсон, 2011. – 19 с.

55. Щекутьев Г.А. Нейрофизиологические исследования в клинике / Щекутьев Г.А. – М.: Антидор, 2001. – 236 с.
56. Энциклопедический справочник медицины и здоровья. – Москва.: Русское энциклопедическое товарищество, 2005; Москва.: ОЛМА-ПРЕСС, 2005. – 960 с.
57. Як виробляти впевненість у собі і впливати на людей, виступаючи публічно. / Упорядник Карнегі Д. - М., Прогрес, 1989.
58. Яхно Н.Н.Болезни нервной системы:Руководство для врачей: ВБ 79 2-х т. – Т. 1 / Под ред. Н. Н. Яхно, Д. Р. Штульмана. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2001. – с. 744.
59. Shkuropat A. V. Bioelectric Activity and Blood Circulation in the Brain of Adolescents with Hearing Loss / Shkuropat A. V. // – Thesis Cand. Biol. Sci., Kherson, 2011.