

В.Л. Романюк, В.В. Луцик, Т.О. Горбачевська

БІОХІМІЧНІ СКЛАДОВІ КОГНІТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБИСТОСТІ СТУДЕНТА

Когнітивна діяльність особистості супроводжується відповідними енергозатратами головного мозку та збігається з оптимальним вмістом глюкози в крові організму експериментальної групи студентів у різні періоди діяльності та їх здобутками в навчанні.

Ключові слова: гомеостаз, метаболізм, глюкоза, головний мозок, когнітивна діяльність, студенти.

Когнитивная деятельность личности сопровождается соответствующими энергозатратами головного мозга и совпадает с оптимальным содержанием глюкозы в крови организма экспериментальной группы студентов в разные периоды деятельности и их достижениями в учебе.

Ключевые слова: гомеостаз, метаболизм, глюкоза, головной мозг, когнитивная деятельность, студенты.

Cognitive performance of an individual is accompanied by corresponding energy demands of a brain coinciding with optimal concentration of glucose in blood and study achievements of each student from experimental group during different periods of their activity.

Key words: homeostasis, metabolism, glucose, brain, cognitive performance, students.

Діяльність особистості – фізична і когнітивна залежно від інтенсивності може суттєво впливати на фізіологічні процеси та біохімічні показники як складові метаболізму та гомеостазу. Серед біохімічних показників когнітивної діяльності особистості слід виділити глюкозу (моносахариди) крові як основне енергетичне джерело головного мозку. Окрім того, маловивченою залишається динаміка окремих біохімічних показників, у т.ч. глюкози під час навчання студентів в університеті, що і було основною метою роботи. Особливої уваги заслуговують вікові, статеві, а також екологічні складові когнітивної діяльності особистості. Своєю чергою, інтенсивна когнітивна діяльність може супроводжуватися фізіологічним і психологічним (емоційним та інформаційним) стресом, що вимагає відповідних міждисциплінарних досліджень із розробкою і впровадженням ефективних функціональних (поведінкових) методів корекції і терапії.

Матеріали і методи. Для аналізу динаміки окремих біохімічних показників в організмі людини – глюкози крові в умовах навчальної діяльності – була сформована експериментальна група із 7 студентів (дівчата і хлопці у віці 18-19 р.) другого курсу психолого-природничого факультету Рівненського державного гуманітарного університету спеціальності «психологія» на добровільних засадах із дотриманням відповідних етичних норм. Результати ефективності навчання студентів (успішності) – в основному «добре» і «відмінно» (якісна оцінка – аналіз залікових книжок). Біохімічні дослідження (вміст глюкози крові) проведені на аналізаторі Cobas Integra 400 (Австрія) реактивами виробництва Roche Diagnostics (Німеччина) у відділенні автоматизованої лабораторної діагностики Рівненського обласного клінічного лікувально-діагностичного центру ім. Віктора Поліщука. Забір крові у студентів та відповідні біохімічні дослідження проведені у два періоди – у жовтні 2012 р. (під час навчальної діяльності) та грудні 2012 р. (під час зимової заліково-екзаменаційної сесії).

Екологічні складові навчання – в умовах Західного регіону України (межа Полісся і Лісостепу) з природним дефіцитом у довіллі та харчових ланцюгах біогенних мікроелементів, у т.ч. йоду.

Результати дослідження та їх обговорення. Навчання в умовах вищої школи (університету) можна розглядати як універсальну модель когнітивної діяльності особистості (кодування, обробка, декодування інформації з оцінкою її ефективності закріплення та відтворення на тлі відповідної поведінкової активності), яка значною мірою залежить від гомеостазу і метаболізму організму людини та його вікових і статевих особливостей. Своєю чергою, заліково-екзаменаційну сесію можна розглядати як психофізіологічну модель стресу (загального адаптаційного синдрому).

Гомеостаз – стан динамічної рівноваги будь-якої системи, що зберігається завдяки протидії зовнішнім і внутрішнім впливам, які намагаються його порушити [9]. У живих системах – це здатність організму підтримувати відносну постійність свого внутрішнього середовища (температури тіла, артеріального тиску, вмісту глюкози в крові тощо) в умовах безперервної зміни властивостей середовища існування. Поняття гомеостазу вперше виникло у фізіології (Клод Бернар, Уолтер Кеннон) та перейшло в інші науки, у т.ч. кібернетику і психологію та здобуло більш загальне значення принципу системного підходу і механізму саморегуляції на основі зворотних зв'язків [8]. При цьому залишається актуальною думка Клода Бернара (12.07.1813–10.02.1878), що сталість внутрішнього середовища є запорукою вільного та незалежного життя.

Завдяки гомеостазу відбувається збереження і підтримання оптимальних умов для функціонування головного мозку як органу психіки і регуляції поведінки та нервової системи загалом при виконанні різних видів діяльності. Гомеостаз забезпечується саморегуляцією хімічного складу і фізико-хімічних властивостей крові, лімфи, тканинної рідини [13]. Підтримання гомеостазу – єдиний можливий спосіб існування будь-якої відкритої системи (у т.ч. організму людини і тварин), яка знаходиться у постійному контакті з середовищем існування. На сьогодні під гомеостазом розуміють відносну динамічну сталість внутрішнього середовища організму, а також стійкість його основних фізіологічних функцій.

Згідно із поглядом Петра Анохіна, в організмі існують жорсткі та пластичні константи (показники) гомеостазу [10]. До жорстких фізіологічних (біохімічних) констант відносять такі показники внутрішнього середовища, як осмотичний тиск, іонний склад, реакція крові (рН), до гнучких – вміст (концентрація) глюкози тощо.

Гомеостаз тісно пов'язаний через склад крові (вміст білків, вуглеводів, ліпідів, макро– і мікроелементів) з обміном речовин. Обмін речовин (метаболізм) – одна з найважливіших і найбільш суттєвих ознак живих систем, яка включає велику кількість різних і часто протилежних процесів (фізичних, хімічних, фізіологічних), що забезпечують постійне самооновлення і самовідтворення живої матерії та існування організму в його єдності з середовищем існування [2]. Метаболізм включає два взаємообумовлених та взаємозалежних процеси, які забезпечують існування організму як стабільної і впорядкованої системи – асиміляції (процеси синтезу) та дисиміляції (процеси розщеплення). Своєю чергою, співвідношення між процесами асиміляції та дисиміляції в організмі є важливим показником його функціонального стану в нормі і патології.

Умовно обмін речовин поділяють на загальний, проміжний і внутрішньоклітинний, а також виділяють обмін білків, вуглеводів, ліпідів, води і мінеральних речовин. Поряд з іншими специфічною функцією обміну речовин є перетворення екзогенних сполук та виділення енергії, необхідної для процесів життєдіяльності. Так, при окисленні 1 г білків виділяється 17,7 кДж енергії, при окисленні 1 г вуглеводів – 17,2 кДж енергії, при окисленні 1 г ліпідів – 38,97 кДж енергії [2].

Понад 2/3 енергетичних потреб організму людини задовольняється внаслідок використання вуглеводів із харчових раціонів, які поділяють на прості (моносахариди) і складні (олігосахариди і полісахариди). У цілому вуглеводи забезпечують в організмі структурні, захисні, регуляторні та енергетичні функції, а також беруть участь у підтриманні сталості внутрішнього середовища організму (гомеостазу). Важливою є також резервна роль вуглеводів, зокрема глікогену, який може використовуватися для забезпечення енерговитрат організму в умовах підвищеної фізичної і розумової діяльності, а також голодування.

Добова потреба у вуглеводах залежить, насамперед, від віку та особливостей діяльності людини. Так, добова потреба дітей у вуглеводах у віці 7-11 років становить 300 г, у дорослих (масою тіла 60-70 кг) при розумовій праці – 430 г, при фізичній праці (легкій, середній, важкій) – відповідно 490-560-630 г [3]. При надмірному вживанні вуглеводів до 40% їх може перетворюватися на ліпіди і до 12% – резервуватися у вигляді глікогену.

Вагомою складовою добової потреби у вуглеводах є статеві і професійні належності (вид трудової діяльності). Так, добова потреба у вуглеводах у студентів-дівчат становить 383 г, у студентів-хлопців – 450 г [3]. У жінок і чоловіків, професійна діяльність яких пов'язана з механізованою фізичною працею, добова потреба у вуглеводах становить відповідно 437 г і 478 г; у жінок і чоловіків, професійна діяльність яких не пов'язана з фізичною працею – відповідно 369 г і 410 г.

Одним із найважливіших представників моносахаридів (простих вуглеводів) є глюкоза, яка відіграє важливі структурні та енергетичні функції. У крові здорової людини в нормі міститься 3,33-5,55 ммоль/л глюкози [7]. Коли вміст глюкози в крові не виходить за межі норми, йдеться про *глікемію*, якщо він нижчий за норму – *гіпоглікемію*, а вищий – *гіперглікемію* [13].

У фізіологічних умовах (в умовах нормальної діяльності) рівень глюкози в крові може зростати при вживанні великої кількості вуглеводів (цукру, солодощів) – аліментарна (харчова) гіперглікемія, а також після значних фізичних навантажень та сильних емоцій [7; 11].

Окрім того, гіперглікемія спостерігається при різних патологічних станах, у т.ч. травмах головного мозку, епілепсії, психо-емоційному збудженні, гіперфункції щитоподібної залози (тиреотоксикозі) тощо. Гіпоглікемія буває при деяких спадкових захворюваннях, інфекційних і токсичних уражень печінки, гіпофункції щитоподібної залози (гіпотиреоз: ендемічний зоб, мікседема – у дорослих, кретинізм – у дітей) тощо. Також гіпоглікемія може розвиватися під час голодування.

Глюкозу використовують усі клітини, тканини й органи як джерело енергії для їх життєдіяльності, але найбільше глюкози потребує головний мозок, для якого вона є основним джерелом енергії. Саме тому при гіпоглікемії головний мозок потерпає в першу чергу і за вмісту менш як 2,5-3,0 ммоль/л людина може впасти в гіпоглікемічну кому [13]. При гіпоглікемічній комі з'являються періодичні напади судом, зниження температури тіла і втрата свідомості [11]. Окрім того, при гіпоглікемії у людини спостерігаються м'язова слабкість, зниження працездатності, а також симптоми психастенії [14].

Регуляція обміну вуглеводів здійснюється нервово-гуморальним шляхом. Нервова регуляція забезпечується структурами довгастого мозку, проміжного мозку – гіпоталамо-гіпофізарною системою та корою великих півкуль [14]. У гуморальній регуляції основна роль належить ендокринній частині підшлункової залози (синтез глюкагону – гіперглікемічна дія і синтез інсуліну – гіпоглікемічна дія) та наднирникам, які забезпечують синтез глюкокортикоїдів (кіркова частина наднирників – кортизол) і катехоламінів (мозкова частина наднирників – адреналін і норадреналін). У цілому синтез інсуліну і глюкагону регулюється рівнем глюкози в крові (механізм зворотнього зв'язку) [11]. Окрім того, суттєво впливають на обмін вуглеводів, у т.ч. глюкози гормони щитоподібної залози (йодовмісні гормони).

Нервові центри, що забезпечують підтримання сталого рівня глюкози в крові, а також формування відчуттів голоду і насичення (центри голоду і насичення) розміщені у структурах гіпоталамуса [13]. Механізм формування відчуттів голоду і насичення та відповідних поведінкових реакцій найбільш адекватно пояснює глюкостатична теорія, яка ґрунтується на експериментальному встановленні наявності глюкорецепторів у гіпоталамусі, які сприймають зміни концентрації глюкози в крові. Пізніше було встановлено, що у формуванні харчових відчуттів та відповідної поведінки беруть участь також пептидні гормони.

Нейрони відповідних центрів (центральні глюкорецептори) реагують на зміну концентрації глюкози в крові, і збудження від них через симпатичний відділ автономної (вегетативної) нервової системи надходять до печінки і скелетних м'язів (депо глікогену), спричинюючи розщеплення глікогену і виведення утвореної глюкози в кров. У разі підвищення рівня глюкози в крові імпульси з гіпоталамуса надходять через парасимпатичний відділ автономної (вегетативної) нервової системи до підшлункової залози, стимулюючи вироблення гормону інсуліну, а також до печінки, активізуючи утворення глікогену.

Інсулін є єдиним гормоном, який знижує концентрацію глюкози в крові. Усі інші нейрогуморальні (нейроендокринні) чинники, які підвищують рівень глюкози в крові, утворюють протиінсулінову (контрінсулярну) систему [13]. При нестачі інсуліну в організмі людини виникає захворювання – цукровий діабет, який характеризується гіперглікемією, глюкозурією і кетонемією (ацетонемією).

Проте слід відзначити, що глюкозурія може виникати також при деяких інфекційних захворюваннях, нервових розладах, отруєнні, під час вагітності тощо, а також часто бути наслідком емоційного стресу (емоційна глюкозурія). Окрім того, окремої уваги фахівців заслуговує дослідження цукрового діабету в руслі психосоматичної медицини з відповідними психофізіологічними моделями патології.

Участь глюкози та її похідних в енергетичному обміні полягає у багатьох ферментативних реакціях, які супроводжуються перетворенням енергії хімічних зв'язків вуглеводів в енергію специфічних макроергічних фосфатних зв'язків АТФ (аденозинтрифосфат) [5]. АТФ – універсальний акумулятор (джерело) енергії в живих організмах, у макроергічних зв'язках якої може нагромаджуватися до 42 кДж/моль енергії [2]. Молекули АТФ займають центральне місце в енергетичному обміні, оскільки за їх участю відбуваються не лише нагромадження і зберігання, а й використання енергії для забезпечення метаболічних перетворень.

Існує два основних шляхи катаболізму глюкози та її похідних – за допомогою анаеробного гліколізу (без використання кисню) та аеробного гліколізу (з використанням кисню) [5]. Вихід енергії АТФ найбільший при окисненні глюкози аеробним шляхом. Саме тому функція головного мозку, серця, печінки та інших органів забезпечується головним чином аеробним окисленням глюкози.

Дуже важлива роль процесів метаболізму глюкози у тканинах головного мозку, де вона є основним субстратом клітинного дихання [5]. Так, за 1 хв. 100 г тканини головного мозку людини споживає близько 5 мг глюкози, а весь головний мозок – близько 75 мг. При цьому резерви глюкози в тканинах головного мозку незначні – близько 750 мг, тобто всього на 10 хв. його роботи. Саме цим пояснюється висока чутливість тканин головного мозку щодо різкого зниження рівня глюкози в крові та супроводжується відповідними функціональними порушеннями та патологічними станами.

Глюкоза є одним із основних компонентів крові, а її кількість в цілому відображає стан вуглеводного обміну в організмі [6]. При цьому слід відзначити, що кількість глюкози у крові потенційно здорової людини змінюється з віком. Так, у новонароджених концентрація глюкози в крові дорівнює її концентрації в крові матері та згодом супроводжується фізіологічною гіпоглікемією. Після першого року життя показники вмісту глюкози в крові продовжують зростати і до 15 років досягають нормального (фізіологічного) для дорослого рівня.

У цілому вуглеводи є найбільш масовий компонент рослинної їжі та складають основу енергетичного забезпечення організму людини. При цьому для дорослої людини потрібно отримувати вуглеводи, ліпіди і білки у співвідношенні 4:1:1 [1]. Оскільки у дітей обмінні процеси йдуть інтенсивніше та головним чином – за рахунок метаболічної активності головного мозку, то вони повинні отримувати більше вуглеводів щодо ліпідів і білків у харчових раціонах (співвідношення 5:1:1). При цьому при напруженій розумовій діяльності метаболічна активність головного мозку в дорослих зростає на 10-15 %, у дітей – на 50% [1].

У цілому слід відзначити, що значна гнучкість поведінки з відповідною когнітивною діяльністю стала можливою завдяки відносно великим розмірам головного мозку людини і тварин (савців), яка була здобута в процесі еволюції ціною високих метаболічних затрат, у т.ч. через активне використання глюкози крові та кисню [4].

Серед когнітивних процесів окремо слід виділити феномен свідомості як фундаментальну властивість психіки, яка забезпечує здатність людини виділяти себе з середовища існування та активно орієнтуватися у ньому («Я» і «не Я»). Щодо теорій свідомості привертають увагу дослідження Івана Павлова як основоположника фізіології ВВД, який розглядав свідомість як зону оптимально підвищеної збудливості, оточену зоною зниженої збудливості або як «*світлу пляму*» на темному тлі загального простору кори великих півкуль, що безперервно переміщується по корі [12]. Сучасні нейрофізіологічні дослідження за допомогою радіоактивної глюкози свідчать, що активна зона кори півкуль головного мозку людини виглядає саме як чітко окреслена світла пляма, та вказують на особливу роль глюкози крові під час реалізації когнітивної діяльності.

Результати біохімічних досліджень щодо вмісту глюкози в крові студентів другого курсу у різні періоди діяльності подані у таблиці 1 і 2. Так, у жовтні 2012 р. вміст глюкози у крові студентів експериментальної групи у цілому знаходився у межах фізіологічної норми та становив у середньому $4,41 \pm 0,44$ ммоль/л (таблиця 1).

Таблиця 1

Вміст глюкози в крові студентів під час навчальної діяльності (жовтень 2012 р.)

№ з/п	Студенти (ім'я)	Вік (роки)	Ефективність навчання (якісна оцінка)	Глюкоза крові (ммоль/л)	
				результати досліджень	показники норми
1	Світлана	19 р.	добре-відмінно	3,56	3,59 – 5,83
2	Марія	18 р.	добре-відмінно	4,18	3,59 – 5,83
3	Ірина	18 р.	добре-відмінно	4,50	3,59 – 5,83
4	Віта	18 р.	добре-відмінно	4,64	3,59 – 5,83
5	Юлія	18 р.	добре-відмінно	5,19	3,59 – 5,83
M ± m (n = 5)				4,41 ± 0,44	

Примітка. Показники норми щодо вмісту глюкози крові в організмі людини – за даними відділення автоматизованої лабораторної діагностики Рівненського обласного клінічного лікувально-діагностичного центру ім. Віктора Поліщука.

Під час зимової екзаменаційної сесії рівень глюкози в крові студентів дещо зростає (відповідно $4,66 \pm 0,44$ і $4,74 \pm 0,33$ ммоль/л) у межах фізіологічної норми та вказує на ймовірність розвитку психофізіологічних моделей стресу (таблиця 2). При цьому значних статевих особливостей (у дівчат і хлопців) щодо вмісту глюкози в крові не виявлено.

Таблиця 2

Вміст глюкози в крові студентів під час зимової заліково-екзаменаційної сесії (грудень 2012 р.)

№ п/п	Студенти (ім'я)	Вік (роки)	Ефективність навчання (якісна оцінка)	Глюкоза крові (ммоль/л)	
				результати досліджень	показники норми
1	Світлана	19 р.	добре-відмінно	4,10	3,59 – 5,83
2	Марія	18 р.	добре-відмінно	4,39	3,59 – 5,83
3	Віта	18 р.	добре-відмінно	4,62	3,59 – 5,83
4	Ірина	18 р.	добре-відмінно	4,81	3,59 – 5,83
5	Юлія	18 р.	добре-відмінно	5,39	3,59 – 5,83
M ± m (n = 5)				4,66 ± 0,44	
6	Сергій	18 р.	добре-відмінно	4,80	3,59 – 5,83
7	Віктор	18 р.	добре-відмінно	5,08	3,59 – 5,83
M ± m (n = 7)				4,74 ± 0,33	

Примітка. Показники норми щодо вмісту глюкози крові в організмі людини – за даними відділення автоматизованої лабораторної діагностики Рівненського обласного клінічного лікувально-діагностичного центру ім. Віктора Поліщука.

Таким чином, в осінньо-зимовий час когнітивні процеси студентів експериментальної групи у різні періоди діяльності супроводжуються в цілому оптимальним вмістом глюкози в крові та збігаються з ефективністю їх навчання. Окрім того, дослідження глюкози крові в організмі людини в умовах екологічного неблагополуччя доцільно поєднувати з іншими біохімічними показниками (константами), у т.ч. вмістом макро– і мікроелементів, а також гематологічними та імунологічними дослідженнями.

У зв'язку з високими метаболічними процесами когнітивної діяльності особистості студента під час навчання необхідно застосовувати зовнішні методи корекції функціональних станів, у т.ч. дотримання складових раціонального харчування, а також оптимізація режимів праці і відпочинку та нормалізація санітарно-гігієнічних умов.

Висновки.

1. Добова потреба у вуглеводах (глюкозі) у людини має вікові, статеві, професійні особливості та вимагає додаткових фізіологічних і біохімічних досліджень із врахуванням екологічних умов існування.

2. Метаболізм глюкози в організмі людини має складні нейро-гуморальні механізми регуляції з формуванням загальних та індивідуальних функціональних систем та може суттєво залежати від умов довкілля.

3. Глюкоза крові є вагомою біохімічною константою організму людини, яка значною мірою визначає ефективність її фізичної та когнітивної діяльності та супроводжується відповідними суб'єктивними відчуттями.

4. В осінньо-зимовий час вміст глюкози в крові організму експериментальної групи студентів у різні періоди когнітивної діяльності у цілому знаходиться в межах фізіологічної норми та збігається з їх якісними здобутками у навчанні.

5. Дефіцит (гіпоглікемія) і надлишок (гіперглікемія) глюкози в крові організму людини супроводжує функціональні порушення, а також патологічні стани і хвороби різної етіології, у т.ч. хвороби щитоподібної залози, що потребує додаткових досліджень в умовах природного дефіциту йоду в довіллі (Західний регіон України).

Література:

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Академия, 2003. – 416 с., ил.
2. Босчко Ф.Ф., Босчко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. – К.: Вища школа, 1993. – 528 с., іл.
3. Ермолаев М.В., Ильичева Л.П. Биологическая химия. – М.: Медицина, 1989. – 320 с., ил.
4. Иверсен Л. Химия мозга / Мозг: Пер. с англ. // Под ред. П.В. Симонова. – М.: Мир, 1984. – 280 с., ил.
5. Клиническая оценка биохимических показателей при заболеваниях внутренних органов / Под ред. В.Г. Передерия, Ю.В. Хмелевского. – К.: Здоров'я, 1993. – 192 с.
6. Комаров Ф.И., Коровкин Б.Ф., Меньшиков В.В. Биохимические исследования в клинике. – Л.: Медицина, 1976. – 384 с., ил.
7. Лифшиц В.М., Сидельникова В.И. Биохимические анализы в клинике. – М.: МИА, 1988. – 303 с.
8. Психология: Словарь / Под ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
9. Психологічна енциклопедія / Автор-упорядник О.М. Степанов. – К.: Академвидав, 2006. – 424 с. (Енциклопедія ерудита).
10. Словарь физиологических терминов / Отв. ред. О.Г. Газенко. – М.: Наука, 1987. – 448 с., ил.
11. Физиология человека / Под ред. Г.И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 544 с., ил.
12. Чайченко Г.М. Фізіологія вищої нервової діяльності. – К.: Либідь, 1993. – 218 с., іл.
13. Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. Фізіологія людини і тварин: За ред. В.О. Цибенка. – К.: Вища шк., 2003. – 463 с., іл.
14. Человек: анатомия, физиология, психология / Энциклопедический иллюстрированный словарь // Под ред. А.С. Батуева, Е.П. Ильина, Л.В. Соколовой. – СПб.: Питер, 2007. – 672 с., ил.