

Доказові аспекти домедичної допомоги при гіпоглікемії у пацієнтів з цукровим діабетом у практиці фізичного терапевта*Страколист Ганна Миколаївна¹, Позмогова Наталля Василівна²*

Опубліковано	Секція	УДК
30.09.2025	Терапія та реабілітація	614.88:615.8]:616.379-008.64]:303.833.6
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.20195982		

Анотація. В статті проведено теоретичний аналіз наукових вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, інтернет-ресурсів, нормативно-правових документів за темою дослідження. Висвітлено сучасні вектори реабілітаційного менеджменту пацієнтів із цукровим діабетом та визначено пріоритетні цілі застосування терапевтичних вправ цієї групи хворих. Метою дослідження є розробка алгоритму надання домедичної допомоги пацієнтам з цукровим діабетом та подальший менеджмент їх фізичним терапевтом. Об'єкт дослідження: процес надання допомоги пацієнтам із гіпоглікемією у пацієнтів з цукровим діабетом на догоспітальному етапі та в період ранньої реабілітації. Предмет дослідження: методи, алгоритми та організаційні підходи менеджменту пацієнтів з цукровим діабетом, зокрема застосування протоколів домедичної допомоги та принципів раннього реабілітаційного втручання під час гіпоглікемічної коми в даних пацієнтів. Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення сучасних науково-методичних літературних даних щодо менеджменту пацієнтів із цукровим діабетом. Показано, що надмірна корекція глікемії створює небезпеку виникнення гіпоглікемічних станів, які за своєю прогностичною значущістю та загрозою для життя пацієнта можуть бути критичнішими за саму гіперглікемію. Розглянуто патогенез гіперглікемічного та гіпоглікемічного станів. Зазначено, що переважання ефектів інсуліну над компенсаторними можливостями контрінсулярної системи та надходженням енергосубстратів ззовні є основною причиною гіпоглікемічного стану. Окреслено характерні ознаки гіпоглікемічного стану, як загрозового стану життю пацієнта, а саме: в'ялість, тахікардія, неадекватна поведінка, втрата свідомості, судоми. Окрему увагу приділено патогенетичним механізмам розвитку гіпоглікемічних та гіперглікемічних станів. Розроблено алгоритм домедичної допомоги пацієнту з цукровим діабетом із загостренням наявної чи супутньої патології фізичним терапевтом під час терапевтичного втручання та означені правові дії фахівця в рамках професійної компетенції. Констатовано, що здатність до своєчасної ідентифікації симптомів та володіння навичками невідкладної допомоги є критичною складовою професійної компетентності фізичного терапевта. Зроблені висновки, щодо актуальності домедичної допомоги пацієнтам з цукровим діабетом в практиці фізичного терапевта. Зазначено, що незважаючи на велику кількість наукових досліджень,

¹ кандидат біологічних наук, доцент кафедри терапії та реабілітації, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2980-7417>; strakolist_anna@ukr.net³

² кандидат медичних наук, доцент кафедри терапії та реабілітації; Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-5266-2570>; nat.pozmogova@gmail.com

патогенез цукрового діабету залишається недостатньо вивченим. Також, вивчення питань подальшого реабілітаційного менеджменту пацієнтів з цукровим діабетом та надання домедичної допомоги в разі виникнення критичного стану все ще залишається актуальним в умовах сьогодення.

Ключові слова: первинна допомога, критичний стан, терапевтичні вправи, гіпоглікемія.

Evidence-based aspects of home medical care for hypoglycemia in patients with diabetes in the practice of physical therapists

Annotation. The article provides a theoretical analysis of scientific domestic and foreign literary sources, Internet resources, and regulatory documents on the topic of the study. Modern vectors of rehabilitation management of patients with diabetes mellitus are highlighted and priority goals for the use of therapeutic exercises for this group of patients are determined. The purpose of the study is to develop an algorithm for providing home care to patients with diabetes mellitus and their further management by a physical therapist. Object of the study: the process of providing care to patients with hypoglycemia in patients with diabetes mellitus at the prehospital stage and during the early rehabilitation period. Subject of the study: methods, algorithms, and organizational approaches to the management of patients with diabetes mellitus, in particular, the use of home care protocols and principles of early rehabilitation intervention during hypoglycemic coma in patient data. Research methods: theoretical analysis and generalization of modern scientific and methodological literature on the management of patients with diabetes mellitus. It is shown that excessive correction of glycemia creates a risk of hypoglycemic states, which in terms of their prognostic significance and threat to the patient's life can be more critical than hyperglycemia itself. The pathogenesis of hyperglycemic and hypoglycemic states is considered. It is noted that the predominance of insulin effects over the compensatory capabilities of the counterinsular system and the supply of energy substrates from the outside is the main cause of hypoglycemic states. The characteristic signs of hypoglycemic states as a life-threatening condition of the patient are outlined, namely: lethargy, tachycardia, inadequate behavior, loss of consciousness, convulsions. Special attention is paid to the pathogenetic mechanisms of the development of hypoglycemic and hyperglycemic states. An algorithm for home care for a patient with diabetes mellitus with exacerbation of an existing or concomitant pathology by a physical therapist during therapeutic intervention has been developed and the legal actions of a specialist within the framework of professional competence have been defined. It has been stated that the ability to timely identify symptoms and possess emergency care skills is a critical component of the professional competence of a physical therapist. Conclusions have been drawn regarding the relevance of home care for patients with diabetes mellitus in the practice of a physical therapist. It is noted that despite a large number of scientific studies, the pathogenesis of diabetes mellitus remains insufficiently studied. Also, studying the issues of further rehabilitation management of patients with diabetes mellitus and providing home care in the event of a critical condition still remains relevant in today's conditions.

Keywords: primary care, critical condition, therapeutic exercises, hypoglycemia

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями За даними International Diabetes Federation, станом на 2021 рік у світі налічувалося понад пів мільярда дорослих хворих на цукровий діабет, при цьому майже кожен другий випадок залишається невиявленим. Висока летальність, понад 6,7 млн осіб, та значні економічні витрати підтверджують статус цукрового діабету як однієї з найважливіших медико-соціальних проблем сучасності.

Хронічна гіперглікемія значно підвищує ризик розвитку ускладнень цукрового діабету. Для запобігання ускладненням часто необхідне довічне лікування. Проте

інтенсифікація лікування потребує суворого контролю, оскільки надмірна терапевтична агресія підвищує ризик розвитку гіпоглікемії [1].

Гіпоглікемія – зниження вмісту глюкози в крові. Нормальна концентрація глюкози у плазмі венозної крові натще у здорових дорослих становить 3,3-5,5 ммоль/л (за іншими даними до 5,7-6,1 ммоль/л). Гіпоглікемія це не самостійне захворювання, а клінічний симптомокомплекс, що розвивається внаслідок зниженням концентрації глюкози в крові нижче за мінімальний рівень, до якого адаптований організм. Глікоглікемічний синдром характеризується низьким рівнем глюкози в плазмі та зникненням симптомів після його нормалізації [2].

Здорова людина в більшості випадків не відчуває гіпоглікемічних станів. Виняток становлять лише фізіологічні стани, такі як тривале інтенсивне фізичне навантаження та тривале голодування, коли може виявлятися гіпоглікемія. У соматично здорової людини навіть незначна гіпоглікемія, на рівні глюкози у плазмі 3,6-3,9 ммоль/л, супроводжується контррегуляцією – зменшується секреція інсуліну та зростає секреція контрінсулярних гормонів, що призводить до появи вегетативних симптомів глікемії та когнітивних порушень.

Існує дві основні форми глікемії – голодова та аліментарна, або ще називають її реактивна. Голодова гіпоглікемія ініційована органічною патологією, при якій має місце секреція інсуліну та/або інсуліноподібних субстанцій в автономному режимі.

Аліментарна гіпоглікемія, виникає зазвичай через 2-4 години після прийому їжі та спостерігається при різних станах, основною патогенетичною особливістю яких є дисбаланс та неузгодженість процесів надходження глюкози з кишківника з дією факторів, що регулюють її плазмовий рівень. Важливу роль в цих процесах грають інсулін та глюкагон [3]. Клінічні прояви гіпоглікемії обумовлені нейроглікопенією та стимуляцією симпатоадреналової системи.

На гіпоглікемічну контррегуляцію впливають у різному ступені такі фактори, як вік, стать, швидкість зниження рівня глюкози в крові при гіпоглікемії, наявність супутньої патології та інше.

Гіпоглікемічні стани у хворих на цукровий діабет пов'язані із безпосередньою дією медикаментозної цукрознижувальної терапії та з харчуванням.

Гіпоглікемія визнана головним обмеженням у досягненні контролю при цукровому діабеті типу 1, але водночас недооцінюється лікарями та фізичними терапевтами при корекції гіперглікемії у хворих на цукровий діабет типу 2.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Неповне розуміння патогенезу діабету ускладнює розробку стратегій фізичної реабілітації з урахуванням усіх ризиків. Через те, що фізичні вправи діють на організм аналогічно інсуліну, виникає небезпека гіпоглікемії. Відтак, вищезазначене зумовлює необхідність високої готовності фахівців з фізичної терапії до надання невідкладної домедичної допомоги.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою нашого дослідження є розробка алгоритму надання домедичної допомоги пацієнтам з цукровим діабетом та подальший менеджмент їх фізичним терапевтом.

Методи дослідження: теоретичний аналіз наукових вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, інтернет-ресурсів, нормативно-правових документів за темою дослідження. Висвітлення сучасних векторів реабілітаційного менеджменту пацієнтів із цукровим діабетом та визначення пріоритетних цілей застосування терапевтичних вправ цієї групи хворих.

Об'єкт дослідження – процес надання допомоги пацієнтам із гіпоглікемією у пацієнтів з цукровим діабетом на догоспітальному етапі та в період ранньої реабілітації.

Предмет дослідження – методи, алгоритми та організаційні підходи менеджменту пацієнтів з цукровим діабетом, зокрема застосування протоколів домедичної допомоги

та принципів раннього реабілітаційного втручання під час гіпоглікемічної коми в пацієнтів з цукровим діабетом.

Наукова новизна дослідження полягає в розробці алгоритму домедичної допомоги пацієнту з цукровим діабетом із загостренням наявної чи супутньої патології фізичним терапевтом під час терапевтичного втручання та означені правових дій фахівця в рамках професійної компетенції.

Результати

Аналіз вітчизняних та іноземних наукових досліджень показав, що зазвичай гіпоглікемічний стан попереджають адренергічні симптоми, які виступають захисним сигналом організму у відповідь на критичне зниження рівня глюкози, такі як пітливість, нервозність, тремор, почуття голоду, інше. Найчастіше, причиною виникнення гіпоглікемії є пропуск прийому їжі або після незапланованого фізичного навантаження. Ці прояви зумовлені активацією симпатoadреналової системи та масивним викидом катехоламінів, що є спробою організму мобілізувати депо глюкози з печінки. Іноді причину виникнення гіпоглікемічного стану встановити не вдається. Однак очевидно, що основною причиною гіпоглікемії є надлишок інсуліну в організмі по відношенню до надходження вуглеводів з їжею або з ендогенних джерел, а також при прискореній утилізації вуглеводів при м'язовій роботі. Адже, незаплановане або надмірне навантаження призводить до прискореної утилізації глюкози працюючими м'язами. Під час активної м'язової роботи відбувається транслокація білків-переносників глюкози до мембран клітин, що різко підвищує чутливість тканин до інсуліну навіть через кілька годин після завершення виконання терапевтичних вправ [4,5].

Переважаання ефектів інсуліну над компенсаторними можливостями контрінсулярної системи та надходженням енергосубстратів ззовні є основною причиною гіпоглікемічного стану.

Викид контрінсулярних гормонів та надходження вуглеводів з їжею запобігають наростанню гіпоглікемії. Якщо цього не відбувається, з'являється неврологічна симптоматика – в'ялість, неадекватна поведінка, втрата свідомості, судоми [6]. Захист організму від гіпоглікемії в нормі здійснюють два механізми: при зниженні рівня глюкози припиняється секреція інсуліну та починається викид контрінсулярних гормонів.

Головний контрінсулярний гормон – глюкагон. Адреналін і норадреналін, вивільняються з симптоматичних нервових закінчень та мозкової речовини надниркових залоз відіграють допоміжну роль.

У хворих на цукровий діабет типу I гіпоглікемія розвивається не тільки через надлишок екзогенного інсуліну, а й через нестачу контрінсулярних гормонів. Оскільки інсулін надходить у систему ззовні, його концентрація не знижується автоматично при падінні рівня глюкози, як це відбувається за фізіологічних умов. Крім того, при цукровому діабеті типу I швидко втрачається здатність організму до стимуляції секреції глюкагону у відповідь на гіпоглікемію. У таких умовах функцію захисту від гіпоглікемії виконують катехоламіни [7]. Проте у багатьох хворих порушується і ця ланка гормональної секреції. Внаслідок цього пацієнти перестають відчувати наближення критичного стану, оскільки ранні адренергічні симптоми залежать саме від викиду адреналіну. Раніше таку нечутливість цілком приписували вегетативній нейропатії, яка є одним із хронічних ускладнень цукрового діабету.

Згодом з'ясувалося, що у відсутності нейропатії така нечутливість обумовлена не одним лише низьким рівнем глюкози. Наприклад, епізод гіпоглікемії в денний час здатний спровокувати втрату відчуття симптомів наступної доби. Механізм цього явища полягає в тому, що перенесена гіпоглікемія не блокує викид адреналіну повністю, проте істотно знижує глікемічний поріг секреції цього контрінсулярного гормону тому як адреналін починає виділятися лише при значно нижчих показниках цукру [8]. Внаслідок

такого порушення захисних механізмів важка, загрозна життю гіпоглікемія залишається нерозпізаною.

Лабораторним маркером гіпоглікемії є показник глюкози крові, однак важливо оцінювати увесь симптомокомплекс. Зниження глюкози плазми нижче 2,8 ммоль/л, що супроводжується певною клінічною симптоматикою або до 2,2 ммоль/л незалежно від симптоматики все це гіпоглікемічний стан. Якщо гіпоглікемія супроводжується втратою свідомості, то такий стан називають гіпоглікемічною комою [9].

Гіпоглікемічний стан слід розглядати як функціональну неспроможність гомеостазу, де надлишок інсулінової активності (ендогенної або екзогенної) паралізує захисні катаболічні реакції. Для фізичного терапевта це означає, що будь-яка вправа має розглядатися як «доза інсуліну», яку необхідно збалансувати попереднім прийомом вуглеводів або зниженням медикаментозного навантаження.

Для фізичного терапевта, під час реабілітаційного втручання в пацієнтів з цукровим діабетом, розпізнавання та надання допомоги при гіпоглікемічній комі, а іноді й гіперглікемічній комі є критично важливою клінічною компетенцією.

Гіпоглікемічна кома це критичний, швидко прогресуючий стан, що виникає внаслідок різкого зниження рівня глюкози в крові. Виділяють дві стадії – адренергічну стадію (провісники) та нейроглікопенічну стадію (кома).

Стадія провісників характеризується тим, що організм намагається компенсувати дефіцит цукру викидом адреналіну. Пацієнт ще у свідомості, але раптово з'являються сильний голод, тахікардія, помітне тремтіння рук або всього тіла, шкіра стає вологою, липкою та блідою. Також відмічаються психоемоційні зміни. Пацієнт раптово стає дратівливим, агресивним, з'являється немотивований страх або, навпаки, ейфорія.

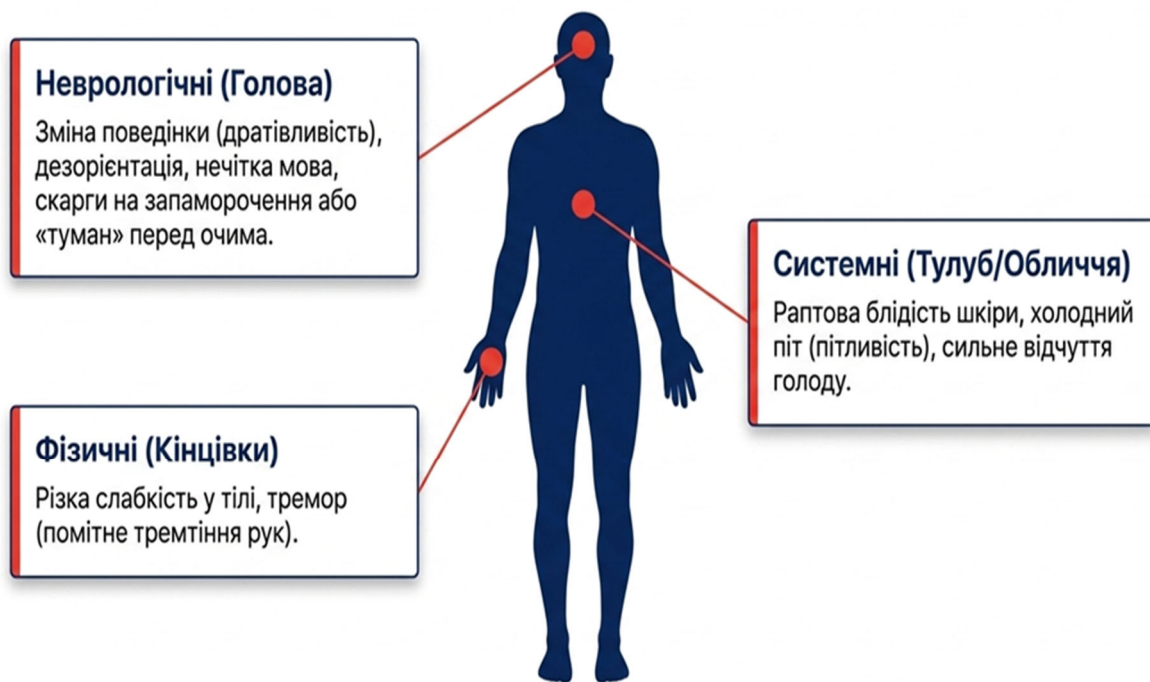


Рис. 1. Червоні прапорці гіпоглікемії

Подальше падіння рівня цукру в плазмі крові призводить до голодування мозку й він починає вимикатися. Тобто настає стадія нейроглікопенії. Характеризується ця стадія диплопією, неможливістю сфокусувати погляд, порушенням мовлення. Порушується координація, з'являються судоми та втрата свідомості.

Гіперглікемічна кома найчастіше проявляється як діабетичний кетоацидоз або гіперосмолярний стан, що розвивається повільно. Також виділяють дві стадії: стадію

провісників та безпосередньо кому. Стадія провісників характеризується тим, що організм намагається вивести зайвий цукор через нирки. Хворий скаржиться на виражену спрагу та часте сечовипускання. Відмічається сильна сухість шкіри та слизових, слабкість та сонливість. Прогресуюче зниження працездатності. Коли рівень глюкози та кетонів досягає критичних значень, з'являються характерні симптоми, такі як глибоке, шумне, рідке та ритмічне дихання, запах ацетону з рота пацієнта, знижується тонус очних яблук, з'являються ознаки зневоднення. Можуть бути ознаки шлунково-кишкових розладів. Прогресування стану призводить до критичного пригнічення ЦНС, що тягне за собою сплутання свідомості, яка переходить у глибокий сон (сопор) і повну непритомність [10]

Алгоритм реабілітаційного втручання передбачає застосування терапевтичних вправ, що може спровокувати загострення наявної чи супутньої патології, особливо у пацієнтів з цукровим діабетом. Так, під час виконання пацієнтом терапевтичних вправ відбувається процес, у якому поєднуються фізіологічні механізми м'язового скорочення та патофізіологічні гормональні регуляції.

Транслокація пептидів-переносників зсередини клітини до її мембрани під час фізіологічного навантаження призводить до поглинання глюкози м'язами навіть за відсутності додаткового інсуліну. Також, фізична активність значно посилює чутливість інсулінових рецепторів. Та сама доза інсуліну, яка в стані спокою була адекватною, під час виконання терапевтичних вправ стає надмірною, оскільки клітини реагують на неї набагато інтенсивніше. Це призводить до надто швидкого вимивання глюкози з плазми крові. Цей факт є критичним для пацієнтів із цукровим діабетом 1-го та тривалим 2-го типу, оскільки в них є дефіцит контррегуляторної відповіді. Глікогеноліз в печінці не може компенсувати витрати глюкози, тому її рівень у крові стрімко падає.

При роботі фізичного терапевта з пацієнтом із цукровим діабетом може статися раптова глікоглікемія під час реабілітаційного втручання через те, що пік дії інсуліну настає раніше та інтенсивніше через посилення кровотоку та прискорене всмоктування інсуліну із зони ін'єкції. Тому, дуже важливо проконтролювати, щоб пацієнт або вживав додаткові вуглеводи безпосередньо перед заняттям, або знижував дозу інсуліну, особливо якщо програма реабілітації передбачає роботу великих м'язових груп. Також, дуже важливо контролювати стан пацієнта протягом певного часу після завершення терапевтичного втручання, оскільки є ризик виникнення відтермінованої гіпоглікемії. Це пояснюється тим, що протягом наступних 6-24 годин після фізичного навантаження м'язи починають активно відновлювати запаси глікогену, вилучаючи глюкозу з крові, а це може призвести до нічної гіпоглікемії або падіння цукру через кілька годин після реабілітації. Отже, патогенетичне коло замикається, тому як фізичне навантаження також працює як інсулін [11]. Таким чином, фізичний терапевт має не просто призначати вправи, а виступати «менеджером ризику», коригуючи обсяг навантаження залежно від поточних показників глікемічного профілю та часу останнього прийому їжі чи ін'єкції.

В разі виникнення критичного стану в пацієнта з цукровим діабетом під час реабілітаційного втручання, фізичний терапевт перш за все повинний припинити будь-яке навантаження та викликати швидку допомогу. Наступним кроком повинна бути перевірка в пацієнта прохідності дихальних шляхів, наявності дихання та пульсу. Якщо пацієнт не дихає, то треба негайно розпочинати серцево-легеневу реанімацію. Якщо пацієнт дихає, але знаходиться без свідомості, треба покласти його на бік з метою попередження западання язика та аспірації блювотними масами. Також необхідно контролювати терморегуляцію, а саме – щоб уникнути переохолодження, пацієнта треба укрити чи навпаки забезпечити доступ свіжого повітря, якщо в приміщенні душно. Однозначно, фізичний терапевт не має права залишати пацієнта самого та вводити інсулін, адже стрімке зниження рівня цукру без медичного нагляду може мати летальний результат.

З метою попередження виникнення гіпер- чи гіпоглікемічних станів в пацієнтів з цукровим діабетом, перед реабілітаційним втручанням фізичний терапевт повинен дізнатися про рівень глюкози пацієнта та розпочинати роботу з фізичним навантаженням лише на рівні 5,5-13,9 ммоль/л. Проінструктувати пацієнта щодо розпізнання перших ознак спраги та втоми під час вправ.



Рис. 2. Алгоритм надання домедичної допомоги при гіпоглікемії

Якщо трапився випадок погіршення самопочуття пацієнта, дати йому швидкі вуглеводи – глюкозу в таблетках або сік. При гіпоглікемії це врятує життя, а при гіперглікемії – незначно погіршить стан, що не так критично в моменті, як зупинка серця від дефіциту глюкози в мозку..

Висновки

Чисельні наукові дослідження свідчать про те, що патогенез цукрового діабету залишається недостатньо вивченим, а це має значення для вибору стратегії реабілітаційного втручання із використанням терапевтичних вправ з урахуванням ризику. Враховуючи той факт, що фізичне навантаження працює в організмі як інсулін, патогенетичне коло замикається, тому питання домедичної допомоги пацієнтам з цукровим діабетом при розвитку гіпоглікемічного стану в практиці фізичного терапевта залишається й досі актуальним.

Перспективним напрямом подальших досліджень, на нашу думку, є вивчення «інсуліноподібного ефекту» різних типів навантажень на динаміку глікемії для створення безпечного «терапевтичного вікна».

Список використаних джерел

1. Russo M. P., Grande-Ratti M. F., Burgos M. A., Molaro A. A., Bonella M. B. Prevalence of diabetes, epidemiological characteristics and vascular complications. *Arch Cardiol Mex.* 2023. Vol. 93(1). P. 30-36. doi: 10.24875/ACM.21000410..
2. Yamada Tomohide, hojimaNobuhiro S, Noma Hisashi. Glycemic control, mortality, and hypoglycemia in critically ill patients: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive Care Med.* 2017. Vol. 43(1). P. 1-15. doi: 10.1007/s00134-016-4523-0
3. Haymond M. W., DuBose S. N. Efficacy and Safety of Mini-Dose Glucagon for Treatment of Nonsevere Hypoglycemia in Adults With Type 1 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2017. Vol. 1;102(8). P. 2994-3001. doi: 10.1210/jc.2017-00591.
4. Kowluru A. Role of G-proteins in islet function in health and diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2017. Vol. 11. P. 63-75. doi: 10.1111/dom.13011.
5. Gerwen J., Shun-Shion A. S., Fazakerley D. J. Insulin signalling and GLUT4 trafficking in insulin resistance. *Biochem Soc Trans.* 2023. Vol. 51(3). P. 1057-1069. doi: 10.1042/BST20221066.
6. Sonoda Nao, Morimoto Akiko at al. Predictors for Mild and Severe Hypoglycemia in Insulin-Treated Japanese Diabetic Patients. *PLoS One.* 2015. Vol. 10(6):e0130584. doi: 10.1371/journal.pone.0130584.
7. Bolli G. B. Importance of catecholamines in defense against insulin hypoglycemia in humans. *Adv Pharmacol.* 1998. Vol. 42. P. 627-630. doi: 10.1016/s1054-3589(08)60829-7.
8. Ryder R. E., Owens D. R., Hayes T. M., Ghatei M. A., Bloom S. R. Unawareness of hypoglycaemia and inadequate hypoglycaemic counterregulation: no causal relation with diabetic autonomic neuropathy. *BMJ.* 1990. Vol. 301 (6755). P. 783-787. doi: 10.1136/bmj.301.6755.783.
9. Yamane Yuko, Ishibashi Midori, Kameyama Masashi. Falsely Elevated HbA1c Levels in a Patient with Type 2 Diabetes Mellitus and Multiple Beta Globulin Gene Mutations. *Ann Clin Lab Sci.* 2024. Vol.6. P. 877-885.
10. Umpierrez G. E., Davis G. M., Elayed N. A. Hyperglycemic Crises in Adults With Diabetes: A Consensus Report. *Diabetes Care.* 2024. Vol. 47. P. 1257-1275. doi: 10.2337/dci24-0032.
11. Messina Giuseppe, Alioto Anna. Experimental study on physical exercise in diabetes: pathophysiology and therapeutic effects. *Eur J Transl Myol.* 2023. Vol. 33(4). P. 11560. doi: 10.4081/ejtm.2023.11560.