



ПРИСТРОЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ: СУЧАСНІ МІРКУВАННЯ

Підготувала канд. мед. наук Тетяна Можина

Цукровий діабет (ЦД) являє собою надзвичайно поширене захворювання, від якого тільки в Австралії страждають майже 1,3 млн осіб [1]. ЦД 1-го типу, що характеризується дефіцитом інсуліну, потребує інсулінотерапії за допомогою щоденних ін'єкцій або інсулінової помпи. ЦД 2-го типу, в основі якого лежить інсулінорезистентність, лікується за допомогою корекції способу життя та в більшості випадків за допомогою ліків. Інші форми ЦД, включаючи гестаційний діабет, медикаментозно-індукований і ЦД типу 3с (екзокринна недостатність підшлункової залози), також часто трапляються в загальній практиці. Досягнення цільового рівня глікемії має вирішальне значення для зниження ризику ЦД-асоційованих ускладнень, які мають значний негативний вплив на здоров'я та добробут людей, що живуть із ЦД.

МОНІТОРИНГ РІВНЯ ГЛІКЕМІЇ

Моніторинг рівня глікемії (МРГ) корисний для багатьох хворих на ЦД. Щоб отримати максимальну користь від МРГ, зібрана інформація має використовуватися для інформування про позитивні зміни в корекції способу життя та для виконання рекомендацій лікаря, самоконтролю.

Чинні настанови рекомендують, щоб усі пацієнти, які вводять інсулін і приймають препарати сульфонілсечовини, контролювали рівень глікемії [2, 3]. Інші пацієнти не потребують рутинного МРГ, за винятком підсилення контролю під час вагітності, хоча цей моніторинг може бути доцільним у разі зміни дієти, фізичної активності, корекції медикаментозної терапії [4], якщо показники глікемії не відповідають цільовим значенням. МРГ може бути корисним перед плановим хірургічним втручанням або для оцінки придатності до керування автотранспортом.

Вибір пристрою для МРГ має ґрунтуватися на індивідуальному стані здоров'я та способі життя, особистих уподобаннях, кваліфікації оператора й супутньому лікуванні. Можуть використовуватися капілярний (пальцевий) або безперервний (інтерстиціальний) МРГ.

✓ **Капілярний МРГ**

Капілярні (пальцеві) прилади для контролю рівня глікемії (глюкометри) визначають концентрацію глюкози в крові шляхом вимірювання електричного струму, що генерується в результаті реакції глюкози з реагентами на електроді вимірювальної смужки. Струм, що генерується, пропорційний концентрації глюкози в зразку крові [9].

• **Види капілярних глюкометрів**

Існує понад 20 найпоширеніших моделей капілярних глюкометрів – КГ (табл. 1).

• **Точність КГ**

Управління з контролю лікарських засобів і виробів медичного призначення Австралії вимагає, щоб КГ відповідали суворим стандартам точності, встановленим Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO 15197:2013) [10]. Кілька чинників можуть впливати на точність МРГ (табл. 2).

Якщо концентрація глюкози в крові швидко змінюється, то зразок крові треба брати лише з кінчика пальця; в цьому випадку не рекомендується використовувати інші місця.

ТАБЛИЦЯ 1. Ключові функціональні параметри найпопулярніших КГ

Ключовий параметр	Брендова назва КГ	Коментарі
Визначення рівня кетонів	FreeStyle Optium Neo, FreeStyle Libre 2, LifeSmart TwoPlus, GlucoKey Connect, CareSens N Premier, CareSens Dua	
Калькулятор болюса інсуліну на дозаторі	FreeStyle InsuLinx, FreeStyle Libre 2	Простий (фіксована болюсна доза під час прийому їжі з поправочними коефіцієнтами) або складний (підрахунок вуглеводів із поправочними коефіцієнтами)
	FreeStyle Optium Neo	Тільки простий (фіксована болюсна доза під час прийому їжі з поправочними коефіцієнтами)
Синхронізація даних по Bluetooth зі спареним мобільним застосунком	FreeStyle Libre 2	Застосунок LibreLink
	OneTouch Verio Flex	Застосунок One Touch Reveal Mobile
	Contour Next Link, Contour Next, Contour Next Link 2.4	Застосунок Contour Diabetes
	Accu-Chek Guide Me, Accu-Chek Guide	Застосунок MySugr
Реєстрація дози інсуліну	FreeStyle Optium Neo	На зчитувачі
	FreeStyle Libre 2	Через застосунок LibreLink або на зчитувачі після використання калькулятора болюсних доз інсуліну
	Accu-Chek Guide Me, Accu-Chek Guide	Через застосунок MySugr

ТАБЛИЦЯ 2. Чинники, що впливають на точність МРГ

Тип чинника	Чинник
Людський	Зберігання, підготовка пальця, техніка
Специфічні для прибору	Власна точність, обслуговування
Специфічна для тест-смужок	Міжсмужкові відмінності, зберігання та термін придатності
Навколишнє середовище	Висота, вологість, температура
Фізіологічний	Гематокрит, парціальний тиск кисню, гіпертригліцеридемія, гіпербілірубінемія
Ліки*	Парацетамол**, внутрішньовенне введення вітаміну С, леводопа, манітол, ікодекстрин

Примітки: * всі перелічені препарати можуть спричинити хибне підвищення або помилки вимірювань глюкометром у разі підвищення концентрації препарату; ** малоймовірно, що парацетамол у терапевтичних концентраціях здатний спричинити значне хибне підвищення рівня глікемії.

Калібрування глюкометрів виконується шляхом проведення стандартного тесту на глюкозу з використанням контрольного розчину для підтвердження точності глюкометра. Регулярне калібрування персональних глюкометрів не є обов'язковим, хоча деякі виробники рекомендують проводити калібрування при використанні кожної нової упаковки тест-смужок. Калібрування рекомендується, якщо глюкометр намокнув, упав або був пошкоджений, а також після заміни батареї.

• Чинники, що впливають на вибір КГ

Вибір КГ, який відповідає індивідуальним потребам кожного пацієнта, зменшує бар'єри для належного МРГ, надаючи можливості для ефективного самоконтролю або корекції дози лікарем. Щоб визначити оптимальний КГ для осіб із ЦД, враховуйте таке:

- розмір приладу;
- розмір шрифту на екрані;
- зручність використання тест-смужки та ланцета;
- можливість підключення до мобільних застосунків через Bluetooth, автоматична синхронізація даних щодо рівня глікемії;

- функція калькулятора болюсних доз інсуліну;
- можливість моніторингу рівня кетонів.

✓ Безперервний МРГ

Безперервні (інтерстиціальні) глюкометри (БГ) визначають концентрацію глюкози в крові за допомогою датчика, введеного під шкіру. Датчик вимірює електричні струми в інтерстиціальній рідині, які пропорційні концентрації глюкози в крові. Передавач надсилає дані про рівень глікемії на приймач (застосунок для смартфона, пристрій або інсулінову помпу), який відображає дані на моніторі.

• Типи БГ

Існують два типи безперервного моніторингу глюкози (БМГ):

- моніторинг у режимі реального часу – дані про рівень глюкози в крові передаються на пристрій користувача щодня 1-5 хвилин (Dexcom G6, Medtronic Guardian 3, Medtronic Guardian 4);
- періодично сканований (флеш) моніторинг – дані про рівень глікемії зберігаються тільки тоді, коли датчик сканується мобільним застосунком

ТАБЛИЦЯ 3. Характеристики популярних автономних БГ

	FreeStyle Libre 2	Dexcom G6	Medtronic Guardian 3	Medtronic Guardian 4
Датчик і передавач в одному пристрої	Так	Ні		
Час підготовки датчика	1 година	2 години		
Калібрування	Не потрібно	Не обов'язкове*	Що 12 годин	Не обов'язкове*
Сповіщення (специфічні зміни, які викликають тривогу в пацієнта)	• Рівень глікемії вище/нижче налаштованого цільового діапазону			
		• Раптово низький рівень глікемії (<3,1 ммоль/л)** • Швидке підвищення/зниження рівня глікемії • Прогнозований рівень глікемії різко знизиться протягом 20 хвилин		
Тривалість носіння датчика	14 діб	10 діб	7 діб	
Ресурс передавача	14 діб	90 діб	1 рік, перезарядний	
Мобільний застосунок	LibreLink	Dexcom Follow	Guardian Connect	
Взаємодія з речовинами	Внутрішньовенне введення вітаміну С (хибне підвищення)	Гідроксисечовина (хибне підвищення)	Парацетамол***, гідроксисечовина (хибне підвищення)	

Примітки: * калібрування може бути виконано за підозри на несправність датчика; ** сповіщення про «терміново низький рівень» не можна вимкнути; *** малоймовірно, що парацетамол у терапевтичних концентраціях спричинить значне хибе підвищення концентрації глюкози.

або пристроєм (FreeStyle Libre 2). Повна картина глікемії доступна, якщо датчик FreeStyle Libre сканується щодня 8 годин.

БГ людина носить безперервно протягом 7-14 днів (табл. 3). Їх не потрібно знімати при виконанні будь-яких звичайних повсякденних справ (прийняття душ, заняття спортом, включаючи плавання). Іншими важливими особливостями БГ є наявність налаштованих сповіщень, розміри датчика та передавача, час зносу датчика, можливість ділитися даними з особами, які доглядають за хворим, вимоги до калібрування (табл. 3).

• Переваги та показання до застосування БГ

Порівняно з капілярним моніторингом глікемії БМГ у режимі реального часу постійно покращує показники глікемії в дітей [14], підлітків [15], дорослих [16], у тому числі осіб похилого віку [17], хворих на ЦД 1-го типу. В опорних клінічних дослідженнях концентрація глікозильованого гемоглобіну (HbA_{1c}) зазвичай знижується на 0,4-0,6%, час перебування в цільовому діапазоні (3,9-10 ммоль/л) збільшується на 60-100 хв/добу, а час перебування нижче цільового діапазону зменшується на 10-45 хв/добу [18]. Подібні результати отримано в дослідженнях, у яких порівнювали періодично сканований (флеш) моніторинг із капілярним моніторингом глюкози [18, 19].

БМГ допомагає людям виявити негайні коливання рівня глюкози, пов'язані з життєвими подіями, як от прийом їжі, фізичні вправи, вживання алкоголю та введення інсуліну, що дає змогу самостійно модифікувати спосіб життя та поведінки під час лікування ЦД. Використання БМГ із самоконтролем покращує

показники глікемії [22]. ЦД-специфічні наслідки, про які повідомляють пацієнти (страх гіпоглікемії, діабетичний дистрес) [26], і задоволеність лікуванням [27] також покращуються при постійному МРГ.

Настанови рекомендують пропонувати БМГ усім пацієнтам із ЦД 1-го або 2-го типу, які отримують багаторазові щоденні ін'єкції інсуліну чи помпову терапію та здатні (або особи, що наглядають за ними) користуватися приладом [4].

• Точність БМГ

Середня абсолютна відносна різниця (CABP) використовується для порівняння різниці між БМГ і вимірюванням рівня глюкози в капілярній крові [30]. Пристрої із CABP <10% вважаються безпечними для призначення інсуліну без підтверджувального МРГ у капілярній крові [31].

Враховуючи короткий проміжок часу (5-20 хвилин) між умістом глюкози в капілярній та інтерстиціальній рідині, точність БМГ є обмеженою в умовах швидкої зміни концентрації глюкози, швидкої заміни рідини (наприклад, під час діалізу) та значної гіпоглікемії. Medtronic Guardian 3, Medtronic Guardian 4 та Dexcom 6 не рекомендуються пацієнтам, які приймають гідроксикарбамід (гідроксисечовину), через хибе підвищення показників глюкози [32]. Особи, які використовують БМГ, повинні завжди мати доступ до глюкози в капілярній крові для кореляції з гіпоглікемією; це корисно, коли клінічні ознаки не узгоджуються з показниками БМГ, точність вимірювань може бути скомпрометована чи за несправності БГ.

• Поєднання БГ з інсуліновими помпами

Автоматизовані системи доставки інсуліну складаються з БГ й інсулінової помпи, підключеної до Bluetooth. Програмний алгоритм регулює доставку інсуліну у відповідь на дані БМГ у реальному часі.

Системи Low Glucose Suspend (LGS) прогнозують гіпоглікемію, попереджають пацієнта за допомогою сигналу тривоги, зменшують або припиняють базальну доставку інсуліну, щоб запобігти гіпоглікемії. Найпопулярніші системи LGS:

- Medtronic Guardian 3 у парі з Medtronic 640G;
- Dexcom G6 у парі з Tandem t:slim X2 Basal IQ.

Гібридні системи із замкнутим контуром забезпечують адаптивну базальну доставку інсуліну з/без автоматизованого мікроболюсного дозування для мінімізації гіпоглікемії та гіперглікемії. Найдоступніші гібридні системи замкнутого контуру:

- Dexcom G6 у парі з Tandem t:slim X2 Control IQ або Ypsomed CamAPS FX;
- Medtronic Guardian 3 у парі з різними Medtronic 670G, 770G або 780G та Medtronic Guardian 4 у парі з Medtronic 780G.

FreeStyle Libre 2 не поєднується з жодною інсуліновою помпою. Як системи LGS 1-го покоління [33], так і гібридні системи замкнутого контуру 2-го покоління покращують концентрацію HbA_{1c} , час перебування в цільовому діапазоні та час перебування нижче цільового діапазону в дітей, підлітків [34] і дорослих [35-37].

ВИСНОВКИ

Визначення та використання найбільш підходящого приладу для контролю рівня глікемії можуть мінімізувати бар'єри на шляху МРГ. Це забезпечує можливість самоконтролю та модуляції лікування, інформування лікаря, котрий використовує сучасні рекомендації для оптимізації результатів лікування ЦД. БМГ слід розглянути для всіх пацієнтів із ЦД 1-го типу й осіб із ЦД 2-го типу, які отримують численні щоденні ін'єкції. Технологія БМГ може покращити ЦД-індуковані наслідки, на думку пацієнтів, на додаток до покращення глікемії.

Література

Sly B., Taylor J. Blood glucose monitoring devices: current considerations. *Aust. Prescr.* 2023 Oct; 46 (3): 54-59. doi: 10.18773/austprescr.2023.013.