

ОГЛЯД СИСТЕМ ІНСУЛІНОТЕРАПІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація*У роботі розглянуті переваги та недоліки різних систем інсулінотерапії.***Ключові слова:** інсулінотерапія, штучна підшлункова залоза, система з замкненим контуром.**Abstract***In this paper we consider advantages and disadvantages of different systems of insulinotherapy.***Keywords:** insulinotherapy; artificial pancreas, closed loop system.**Вступ**

Проблема лікування і супроводження хворих на цукровий діабет 1 типу залишається незмінно актуальною. На сьогодні активно розробляються портативні саморегульовані системи, що об'єднують імплантований під шкіру пацієнта глюкозний сенсор та пристрій для подачі інсуліну. Такі системи прийнято називати системами із замкненим контуром, на відміну від обладнання, що забезпечує стандартизовану подачу інсуліну, яке називають системами з відкритим контуром [1]. Метою цієї роботи є визначення переваг та недоліків цих методів інсулінотерапії.

Основна частина

На рис. 1 наведені графіки подачі інсуліну системами з відкритим і замкненим контуром в порівнянні з графіками фізіологічної секреції інсуліну.

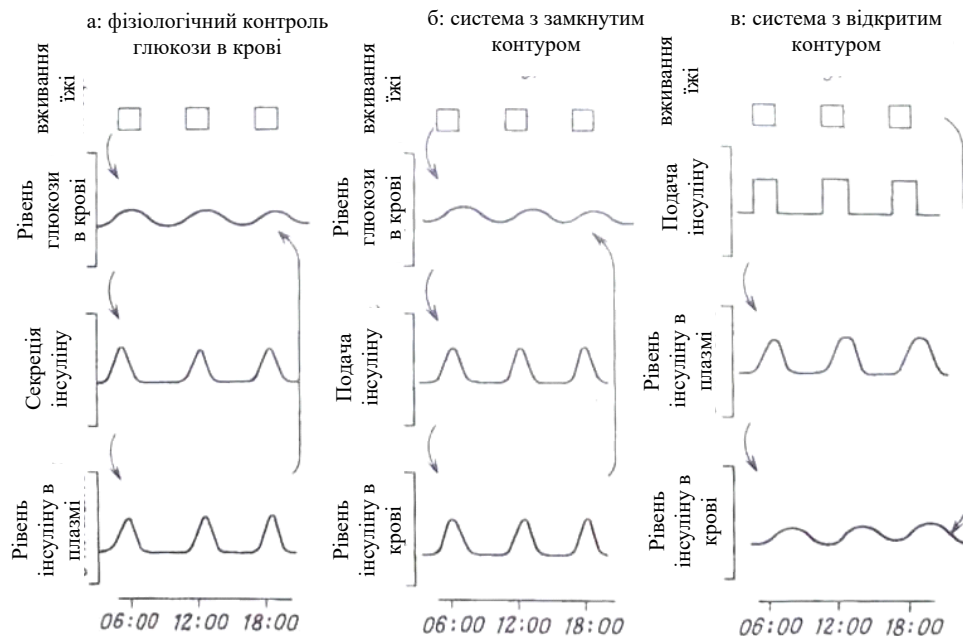


Рис. 1. Фізіологічна регуляція глюкози в крові підшлунковою залозою (а) і контроль введення інсуліну системами із замкненим (б) і відкритим контуром (в)

При порівнянні рівнів цукру в крові хворих на інсулінозалежний діабет при використанні штучної підшлункової залози (система із замкнутим контуром), насоса для безперервного вливання інсуліну

(відкрита система) та інтенсифікованої звичайної інсулінової терапії, не було виявлено значимої різниці між цими трьома режимами [2], тому можна вважати, що ці два методи (а також традиційний спосіб – шляхом ін'єкції інсуліну перед споживанням їжі) здатні забезпечити задовільну глікемію.

Основні переваги і недоліки трьох вищезазначених методів інсулінової терапії підсумовані в табл. 1.

Табл. 1. Основні переваги і недоліки різних методів інсулінової терапії

Традиційна терапія	Системи з відкритим контуром	Системи із замкненим контуром
Недоліки		
<ul style="list-style-type: none"> • Багаторазові ін'єкції • Необхідність частого визначення рівня глюкози 	<ul style="list-style-type: none"> • Висока вартість • Необхідність частого визначення рівня глюкози • Необхідність носіння пацієнтом • Можливість виходу з ладу • Агрегація інсуліну 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність портативного приладу • Гіперінсулінемія • Внутрішньовенні ін'єкції • Необхідність носіння пацієнтом • Можливість виходу з ладу • Агрегація інсуліну
Переваги		
<ul style="list-style-type: none"> • Може використовуватися невідкладно • Не потребує спеціального устаткування • Підшкірні ін'єкції 	<ul style="list-style-type: none"> • Може використовуватися невідкладно • Не потребує багаторазових ін'єкцій • Підшкірні ін'єкції 	<ul style="list-style-type: none"> • Незалежність від зовнішніх вимірювань рівня глюкози • Автоналаштування при змінах фізичного навантаження або дієти

Найбільш поширеною є традиційна інсулінова терапія, яка не вимагає спеціального устаткування і безпосередньо доступна для кожного пацієнта. Однак для досягнення близької до норми глікемії необхідні багаторазові щоденні ін'єкції, а також періодичний коштовний контроль рівня глюкози в крові (з використанням тест-смужок).

Прилади з відкритим контуром не мають цього обмеження. Проте такі системи дороговартісні, вимагають постійного носіння пацієнтом і, подібно до будь-яких інших механічних приладів, можуть виходити з ладу. Існує також проблема агрегації інсуліну, що призводить до втрати його біологічної активності і закупорювання внутрішніх каналів приладу [2].

Основною перевагою системи введення інсуліну із замкненим контуром є її незалежність від зовнішніх визначень глюкози в крові, а також здатність забезпечувати зміну потреби в інсуліні в залежності від фізичного навантаження і дієти. Однак нормалізація глікемії нерідко супроводжується периферичною гіперінсулінемією [3]. Остання зазвичай спостерігається при будь-якому периферичному введенні інсуліну і зумовлена головним чином відсутністю градієнта інсуліну у ворітній вені. Крім того, вона може бути також наслідком запізненого введення інсуліну у відповідь на зміну рівня глюкози. Таким чином, гіперінсулінемії цього типу можна уникнути, комбінуючи безумовне введення дози інсуліну перед вживанням їжі та більш пізні, контрольоване біологічним зворотнім зв'язком введення інсуліну [4]. Тому, в конструкції систем із замкненим контуром повинна бути передбачена можливість «ручного» і «напівавтоматичного» режиму.

Загальний недолік усіх відомих біосенсорів – це «обмежений час життя» іммобілізованого ферменту під час використання його як чутливого елемента, що зменшує кількість вимірювань та час експлуатації пристрою. Найзручніше проводити вимірювання за допомогою ферментних електродів в амперометричному режимі, тобто вимірювати силу струму через поверхню електрода. Сила струму, як показник швидкості реакції, може бути однозначно пов'язана з концентрацією вимірюваного компонента.

Висновок

В роботі визначені ключові переваги та недоліки існуючих підходів до побудови систем апаратної інсулінотерапії. Визначені недоліки окреслюють шляхи подальших досліджень для вдосконалення систем штучної підшлункової залози.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. История помповой инсулинотерапии / Ибрагимова Л. И., Никонова Т. В., Дервянко О. С., Майоров А. Ю. // Эффективная фармакотерапия. – 2018. – № 8. – С. 40-43.
2. Биосенсоры: основы и приложения : пер. с англ. / под ред. Э. Тёрнера, И. Карубе, Дж. Уилсона. – М. : Мир, 1992. – 558 с.
3. Hyperinsulinism complicating control of diabetes mellitus by an artificial beta cell / Horwitz D. L., Zeidler C., Gotten B., Jaspán J. B. // Diabetes Care. – 1980. – No 3. – P. 274–277.
4. Thabit H. Coming of age: the artificial pancreas for type 1 diabetes / H. Thabit, R. Hovorka // Diabetologia. – 2016. - No 59 (9). – P. 1795-1805.

Барановський Дмитро Миколайович – аспірант кафедри біомедичної інженерії, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bdn993@gmail.com.

Криворучко Іван Олександрович – аспірант кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dmytro M. Baranovskyi – postgraduate student in biomedical engineering, Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bdn993@gmail.com.

Ivan. O. Kryvoruchko – postgraduate student in biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.