

## ВИКОРИСТАННЯ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЛІКАРСЬКОГО ЗАСОБУ В КРОВІ ПАЦІЄНТА

<sup>1</sup> Комунальний заклад «Тиврівський науковий ліцей» Вінницької обласної Ради

<sup>2</sup> Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

<sup>3</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Визначений інтеграл забезпечує знаходження площі криволінійної трапеції, яка набуває змістовності в термінах загальна енергія, енергія випромінювання, робота, вихід хімічної реакції та представлена в термінах фармакології як абревіатура AUC. Площа під фармакокінетичною кривою залежить від обсягу розподілу, швидкостей засвоєння та виведення лікарського засобу з організму. В даній роботі зроблено спробу використовувати визначений інтеграл для розрахунку концентрації лікарського препарату в крові пацієнта.

**Ключові слова:** визначений інтеграл, фармакокінетика, концентрація, лікарський засіб.

### **Abstract**

The defined integral ensures finding the area of the curvilinear trapezoid, which acquires meaning in terms of total energy, radiation energy, work, output of a chemical reaction and is presented in pharmacology terms as the abbreviation AUC. The area under the pharmacokinetic curve depends on the volume of distribution, the rate of absorption and elimination of the drug from the body. In this work, an attempt was made to use the definite integral to calculate the concentration of the drug in the patient's blood.

**Key words:** definite integral, pharmacokinetics, concentration, medicinal product.

### **Вступ**

Метод математичного моделювання в медицині [1-2] дозволяє встановлювати більш глибокі і складні взаємозв'язки між теорією та дослідом. Цілий ряд досліджень неможливий без моделювання, адже будь які експерименти над здоров'ям заборонені. Окрім того, відкривається можливість модельних експериментів та прогнозування. За допомогою математичного моделювання можна визначити, коли хвора людина стане найбільш небезпечною для оточуючих, коли і які ліки потрібно давати хворим тощо. Використовуючи теорію ймовірностей і методи математичної статистики, медики разом з математиками можуть розрахувати, яка кількість мешканців певного регіону буде охоплена черговим спалахом грипу чи іншого інфекційного захворювання. Такий прогноз допоможе медикам заздалегідь підготувати відповідні лікувальні та профілактичні засоби.

Визначений інтеграл (інтегрування) забезпечує знаходження площі криволінійної трапеції, яка набуває змістовності в термінах загальна енергія, енергія випромінювання, робота, вихід хімічної реакції та представлена в термінах фармакології як абревіатура AUC – Area under the curve (саме «площа криволінійної трапеції»). Площа під фармакокінетичною кривою "концентрація - час" - площа фігури, обмежена фармакологічною кривою і осями координат. Дана площа залежить від обсягу розподілу, швидкостей засвоєння та виведення лікарського засобу з організму. Дослідження механізмів і визначення кількісних показників процесів розподілу ЛЗ в організмі, зокрема оборотного масопереносу речовин між кров'ю і різними тканинами, є однією з основних задач сучасної експериментальної фармакокінетики. Для опису динаміки розподілу препарату в тканинах, ми можемо використовувати визначений інтеграл, який описує процес зміни концентрації препарату в організмі з часом.

### **Результати дослідження**

Для визначення концентрації лікарського засобу в організмі пацієнта скористаємось моделлю фармакокінетики, яка розглядає людський організм як об'єкт, що складається з двох «компаратментів»:

центрального (кровоносна система) та периферійного (тканини та органи). В центральний компартмент лікарський засіб потрапляє одразу після введення ( $t = 0$ ). Далі відбувається поглинання засобу і його концентрація може бути описана функцією від часу  $C_c(t)$ , яка різко зростає. Після цього встановлюється початкова рівновага між центральним і периферійним компартментом. Цей момент характеризується стабілізацією концентрації лікарського засобу в центральному компартменті. Далі засіб розподіляється периферійним компартментом. Концентрацію засобу в тканинах та органах також можна описати функцією часу:  $C_p(t)$ . Після розподілу лікарського засобу периферійним компартментом в організмі починають проявлятися його фармакологічні ефекти відповідно до цільової дії. Далі лікарський засіб піддається метаболізму і виводиться з організму, завершуючи фармакокінетичний цикл.

Концентрація лікарського засобу за період від 0 до  $T$  в центральному компартменті обчислюється за допомогою інтеграла концентрації [3]:

$$Q_c = \int_0^T C_c(t) dt, \quad (1)$$

тоді концентрація в периферійному компартменті визначається аналогічно:

$$Q_p = \int_0^T C_p(t) dt. \quad (3)$$

Розглянемо практичне застосування даних формул. Припустимо, в момент часу  $t$  швидкість зменшення в крові препарату з ізотопним індикатором задається формулою

$$C_c(t) = 0,04e^{-0,8t} \left( \frac{\text{моль}}{\text{год}} \right).$$

Потрібно визначити на скільки зменшиться кількість даного препарату за дві години, щоб пересвідчитися у правильності призначеної дози. За формулою (1) маємо:

$$Q_c = 0,04 \int_0^2 e^{-0,8t} dt = -\frac{0,04}{0,08} e^{-0,8t} \Big|_0^2 = 0,5(1 - e^{-1,6}) = 0,4 \text{ моль}.$$

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. Сем'янків Медицина доказова і не дуже. – К.: Віхола, 2021, 446с.
2. Експертні системи в медицині: навч. посіб. / Продеус А.М., Синкоп Ю.С., Швець Є.Я., Кісельов Є.М., Баран М.М. — Запоріжжя: Вид. ЗДІА, 2014. — 332 с.
3. Вища математика : підручник / Е. І. Личковський, П. Л. Свердан, В. О. Тіманюк, О. В. Чалий; за ред. Е. І. Личковського, П. Л. Свердана. – Вінниця: Нова Книга, 2014. – 632 с

**Назар Владислав Андрійович**, комунальний заклад «Тиврівський науковий ліцей» Вінницької обласної Ради, учень 11 класу, [vladnazar696@gmail.com](mailto:vladnazar696@gmail.com)

**Кавецька Анастасія Вячеславівна**, Вінницький національний медичний університет, 1-й медичний факультет, 4-й курс, група 13 А, [ankavecka@gmail.com](mailto:ankavecka@gmail.com)

**Сачанюк-Кавецька Наталія Василівна** - к. т. н., доцент, Вінницький національний технічний університет, кафедра вищої математики, [skn1901@gmail.com](mailto:skn1901@gmail.com)

Науковий керівник: **Сачанюк-Кавецька Наталія Василівна** - к. т. н., доцент, Вінницький національний технічний університет, кафедра вищої математики, [skn1901@gmail.com](mailto:skn1901@gmail.com)

**Nazar Vldyslav A.**, communal institution "Tyvriv Scientific Lyceum" of the Vinnytsia Regional Council, 11th grade student, [vladnazar696@gmail.com](mailto:vladnazar696@gmail.com)

**Kavetska Anastasia V.** – student, medical faculty, group 13-A, Vinnytsia National Medical University, Vinnytsia, e-mail: [ankavecka@gmail.com](mailto:ankavecka@gmail.com)

**Sachaniuk-Kavets`ka Natalia V.** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, [skn1901@gmail.com](mailto:skn1901@gmail.com)

Supervisor: **Sachaniuk-Kavets`ka Natalia V.** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, [skn1901@gmail.com](mailto:skn1901@gmail.com)