

для всієї системи датчик-осцилограф. При цьому обирали максимальне для реєстрації підсилення тензопідсилювача ТА-5. Калібратор зібраний на лампі Л₂, на сітку якої подається зарядна напруга конденсатора С₃. Обмеження напруги досягається стабілітроном Д₁. Час наростання сигналу визначається величиною конденсатора С₃ і резистора R₁. У застосованій нами конструкції диференціатора використані два калібрувальні сигнали з часом наростання напруги 36 мсек (рис. 2, А) і 12 мсек (рис. 2, Б) при амплітуді, що дорівнює 0,5 в. Відмінність між величинами швидкості, обчисленими при подачі цих двох калібрувальних сигналів (помилка диференціювання), не перевищувала 4–5%.

На рис. 3 наведено приклад запису тиску в лівому шлуночку та швидкості його змін, одержаного з допомогою описаного комплексу апаратури у собаки без розтину грудної клітки.

Література

1. Карпман В. Л.—Фазовий аналіз серцевої діяльності, М., 1965.
2. Уткін В. Л., Тюрина Э. В., Бабський Е. Б.—Бюлл. exper. биол. мед., 1967, 64, 12, 98.
3. Boniface K., Brody O., Walton R.—Proc. Soc. Exper. Biol., 1953, 84, 263.
4. Cronvich J., Burch G.—Amer. Heart J., 1969, 77, 792.
5. Dear H., Spear A.—J. Appl. Physiol., 1971, 30, 897.
6. Gleason W., Braunwald E.—J. Clin. Investig., 1962, 41, 80.
7. Knopp T., Rahimtoola S., Swan H.—Cardiovasc. Res., 1970, 4, 398.
8. Kühn P., Brachfeld N.—Z. Kreislaufforsch., 1969, 58, 244.
9. Mason D.—Amer. J. Cardiol., 1969, 23, 516.
10. Morgenstern C., Arnold G., Holjes U., Lochner W.—Pflug. Arch., 1970, 315, 173.
11. Neal J., Halpern W., Reeves T.—J. Appl. Physiol., 1960, 15, 747.
12. Noble F.—Electrical Methods of Blood Pressure Recordings, Springfield, 1953.
13. Reeves T., Hefner W., Jones W., Coghlon C., Prieto G., Carroll J.—Amer. Heart J., 1960, 60, 745.
14. Siegel J., Sonnenblick E.—Circul. Res., 1963, 12, 597.
15. Siegel J., Sonnenblick E., Judge R., Wilson W.—Cardiologia, 1964, 45, 189.
16. Sonnenblick E., Parmley W., Urschel C.—Amer. J. Cardiol., 1969, 23, 488.
17. Taylor R.—Cardiovasc. Res., 1970, 4, 429.
18. Veragut U., Krayenbühl H.—Cardiologia, 1965, 47, 96.

Надійшла до редакції
25.11.1972 р.

УДК 612.176

СПРОЩЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КРИВОЇ ТЕРМОДИЛЮЦІЇ

Ю. П. Бідзіля

Відділ фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
АН УРСР, Київ

З усіх відомих методів визначення хвилинного об'єму крові (ХОК) найбільш простим щодо апаратури і найбільш точним вважається вперше в СРСР застосований і значною мірою модифікований М. І. Гуревичем і співроб. [1] метод терморозведення, який являє собою різновидність методу розведення індикатора.

Метод оснований на введенні в русло крові певного об'єму фізіологічного розчину, температура якого відома і значно нижча, ніж температура крові в організмі. Ступінь розведення холодного індикатора залежить від об'ємної швидкості крові. Зміна температури реєструється термісторним датчиком і записується за допомогою електронного потенціометра ЕПП-09 [1] у вигляді хвилі з швидко спадаючим фронтом, який переходить у вузьку скруглену заглибину. Після мінімуму температура асимптотично прямує до вихідного значення. Проте, закономірний хід висхідної гілки спотворюється рециркуляцією.

Щоб визначити числове значення ХОК, необхідно обчислити площу, обмежену кривою зміни температури і віссю часу. Ми не будемо спинятися на аналізі пропонуваніх для визначення площі методів, зауважимо тільки, що всі вони порівняно громіздкі, потребують багато часу і, на жаль, не дуже точні.

Одним з найбільш точних і тому найбільш поширених вважається метод прямокутників. Він полягає в розбитті шуканої площі на прямокутники з основою 1 сек

кожний (рис. 1). Суму їх висот рециркуляцією частину кривої експоненти, в якій вона переходить у пряму лінійну частину температури. Площу, обмежену цією кривою, обчислюють, розбиваючи її на прямокутники, що з

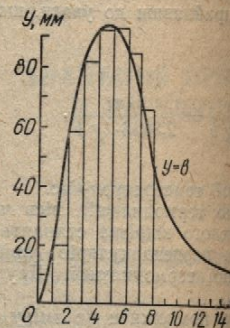


Рис. 1. Розрахунок площі терморозведення методом прямокутників.

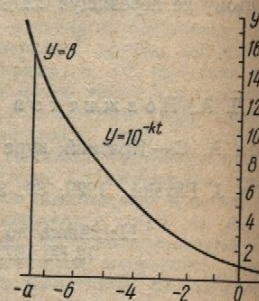


Рис. 3. Графічне зображення функції типу $y = 10^{-kt}$.

швидкості стрічкопротяжки у різних числах мм/сек. Це особливо ускладнює математичний аналіз відомих, що описується кривою.

Гамільтон з співроб. [13] експериментально встановили, що рециркуляцією гілки кривої розведення відповідає лінійна залежність. З такою ж закономірністю, тільки спотворена рециркуляцією, аналітично описується крива, де y — значення функції в момент часу, A — крутість кривої (рис. 3), t — будь-який прийнятий час. Якщо прийняти $A=10$, що для нашого випадку буде рівно 10, то для нашого випадку висхідною гілкою, буде рівна 10

$$S_2 = \int_{-a}^{\infty} y dt$$

бирали максимальне для реєстрації раний на лампі Л₂ на сітку якої ження напруги досягається стабілізацією величини конденсатора С₃ і резистора використані два калібружки (рис. 2, А) і 12 мсек (рис. 2, Б) величинами швидкості, обчисленими (помилка диференціювання), не пе-

івому шлуночку та швидкості його руху апаратури у собаки без розтину

деятельности, М., 1965.
Е. Б.—Бюлл. exper. биол. мед.,
рос. Soc. Exper. Biol., 1953, 84, 263.
969, 77, 792.
30, 897.
restig., 1962, 41, 80.
Cardiovasc. Res., 1970, 4, 398.
1, 1969, 58, 244.

U., Lochner W.—Pflug. Arch.,
ol. Physiol., 1960, 15, 747.
asure Recordings. Springfield, 1953.
oghlon C., Prieto G., Car-
1963, 12, 597.
Wilson W.—Cardiologia, 1964,
shel C.—Amer. J. Cardiol., 1969,
gia, 1965, 47, 96.

Надійшла до редакції
25.11 1972 р.

УДК 612.176

В КРИВОЇ ТЕРМОДИЛЮЦІЇ

ології ім. О. О. Богомольця

ого об'єму крові (ХОК) найбільш
ється вперше в СРСР застосований
співроб. [1] метод терморозведення,
я індикатора.

певного об'єму фізіологічного роз-
ніж температура крові в організмі.
ть від об'ємної швидкості крові.
гчиком і записується за допомогою
хвилі з швидко спадаючим фрон-
тну. Після мінімуму температура
е, закономірний хід висхідної гілки

бхідно обчислити площу, обмежену
демо спиняться на аналізі пропоно-
тільки, що всі вони порівняно гро-
точні.

юширених вважається метод прямо-
на прямокутники з основою 1 сек

кожний (рис. 1). Суму їх висот приймають за шукану площу. Висхідну, спотворену рециркуляцією частину кривої екстраполюють у напівлогарифмічній системі координат, в якій вона переходить у пряму лінію (рис. 2). Пряма відповідає дійсній зміні температури. Площу, обмежену цією прямою і віссю часу визначають так само, розбиваючи її на прямокутники, що забирає багато часу, впливає на точність. До того,

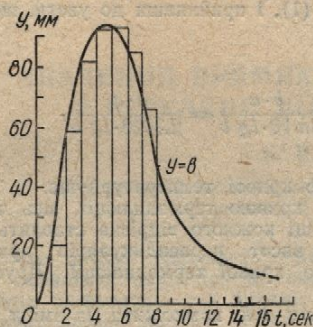


Рис. 1. Розрахунок кривої терморозведення методом прямокутників.

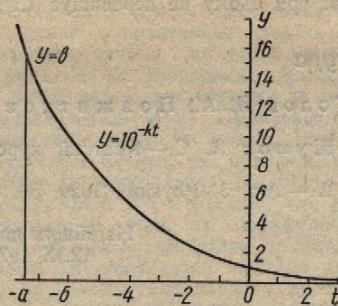


Рис. 3. Графічне зображення функції типу $y=10^{-kt}$.

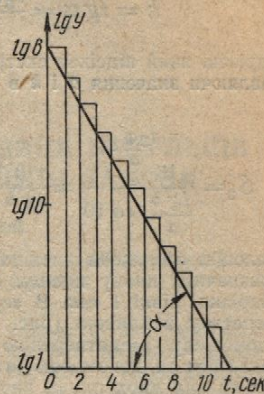


Рис. 2. Визначення площі, обмеженої екстраполяційною прямою.

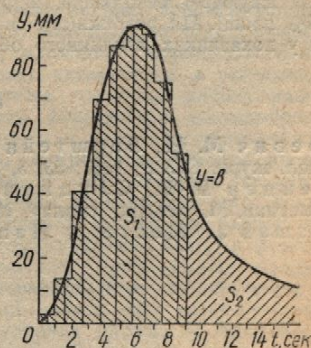


Рис. 4. Поділ площі, обмеженої кривою терморозведення на прямокутники.

швидкість стрічкопротяжки у різних самописців варіює і не завжди рівна цілому числу мм/сек. Це особливо ускладнює обчислення і також знижує точність. З курсу математичного аналізу відомо, що точне значення площі дає інтеграл функції, якою описується крива.

Гамільтон з співроб. [13] експериментально довели, що низхідній, спотвореній рециркуляцією гілці кривої розведення барвника в напівлогарифмічній системі координат відповідає лінійна залежність. При термодилуції температура крові змінюється, з такою ж закономірністю, тільки в протилежному напрямку. Отже, гілка кривої, спотворена рециркуляцією, аналітично може бути описана функцією типу $y=A \cdot 10^{-kt}$, де y —значення функції в момент часу t , k —кутовий коефіцієнт, який характеризує крутість кривої (рис. 3), A —будь-яке додатне дійсне число не рівне одиниці [2]. Якщо прийняти $A=10$, що для наших обчислень є найбільш зручним, площа S_2 , обмежена висхідною гілкою, буде рівна інтегралу [2].

$$S_2 = \int_{-a}^{\infty} y dt = \int_{-a}^{\infty} 10^{-kt} dt = \frac{10^{-kt}}{k \cdot \ln 10}, \quad (1)$$

де a — час, за який функція змінюється від значення $y=b$ (при $t=-a$) до $y=1$ (при $t=0$) (рис. 3).

З напівлогарифмічного графіка a рівне відрізку, який відсікає екстраполяційна пряма на осі часу (рис. 2). Кутівий коефіцієнт k визначається як тангенс кута нахилу екстраполяційної прямої до осі абсцис (рис. 2), тобто

$$k = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg b - \lg 1}{a} = \frac{\lg b}{a}; \operatorname{tg} 1 = 0, \quad (2)$$

де $\lg b$ — відрізок, який відсікає екстраполяційна пряма на осі ординат (рис. 2).

Підставляючи значення a і k в формулу (1), і прийнявши до уваги, що $10 \lg b = b$, одержимо:

$$S_2 = \frac{10^{\frac{\lg b}{a} \cdot a}}{\lg b \cdot \ln 10} = \frac{10^{\lg b} \cdot a}{\lg b \cdot \ln 10} = \frac{b \cdot a}{\ln 10 \cdot \lg b} = \frac{b \cdot a}{2,3026 \cdot \lg b}. \quad (3)$$

Це і буде площа, обмежена висхідною гілкою кривої температура-час.

Щоб визначити повну площу, обмежену кривою термодилуції, вісь часу розбивають на відрізки, рівні 1 сек. В середній точці кожного відрізка ставлять перпендикуляр до перетину з кривою (рис. 4). Суму висот перпендикулярів приймають за площу S_1 , обмежену неспотвореною частиною кривої термодилуції. Друга частина площі визначається за допомогою інтеграла.

Якщо суму цих двох площ, виражену в мм·сек, помножити на зміну температури в градусах, яка відповідає 1 мм шкали реєструючого приладу, то одержимо шукану площу в град·сек. В цих одиницях вона і входить у формулу хвилинного об'єму крові [1].

За допомогою запропонованої методики нами було розраховано десять термодилуційних кривих. Обмежені кривими площі, визначені цим методом від площ, одержаних за існуючою методикою, відрізнялись у середньому на 5,9 мм·сек, що становить 0,9% площі. Ця розбіжність виникає внаслідок неточності методу прямокутників. Різниця у показниках хвилинного об'єму крові при цьому не перевищує 1,1%.

Література

1. Гуревич М. И., Берштейн С. А., Голов Д. А., Повжитков М. М. — Физиол. журн. СССР, 1967, 53, 3, 350.
2. Шнейдер В. Е., Слуцкий А. И., Шумов А. С. — Краткий курс высшей математики, М., «Высш. школа», 1972.
3. Kinsman J., Moore J., Hamilton W. — Am. J. Physiol., 1929, 89, 322.

Надійшла до редакції
12.IX 1972 р.

ЗНАЧЕННЯ ПРЯ У РЕГУЛЯЦІ

Харківський інсти
Харків

Щитовидна залоза відрізняється переважно від інших залоз (переважно від щитовидної залози одержує п [3, 43, 44]. Аферентні нервові во та інкапсульовані інтероцептивні ках тиреоїдних артерій [3, 45], від *gangl. inferius n. vagi* [40, 41] локон, що зв'язують щитовидну з вісцеральними відділами її, в ральні ганглії, а також так зван рофілією своєї цитоплазми і містя рофільні клітини в початкових ст стинки нервової трубки, що заки чись, зокрема, в IV жаберних тільця, а потім разом з зачатками зи, що розвивається [100]. Прип тиреокальцитонін, тому їх можна [14, 15]. Неважко бачити, що пар що і клітини інтрамуральних ган тим самим шляхом, що й останні, типово нервовими, тоді як пар моноаміни, втрачають відростки фінним клітинам медулярної част клітинами кишечника. На додаток також тучні клітини, які часто т ціальній сполучній тканині щитови свинок. Залежність щитовидної з наприклад, роллю психотравм у в тому, чи зазнає щитовидна зало собах, якими здійснюються ці впли Специфічним активатором щ який продукується передньою част гіпофізарного гормону в свою чер ляється особливий фактор TRF гормон, що активує тиреотропну ного організму функціональний ст відає інтенсивності тиреотропної думки, за якою реакції щитовидни ральною нервовою системою, так і но через посередництво тиреотроп Але якщо регуляція щитовид впливом тиреотропного гормону, т ходять у щитовидну залозу безпо стити, що ці імпульси змінюють дії тиреотропного гормону [106]. І мептом [20]. Але іннервація щито значення навряд чи можна обме ренхіми на тиреотропний гормон.