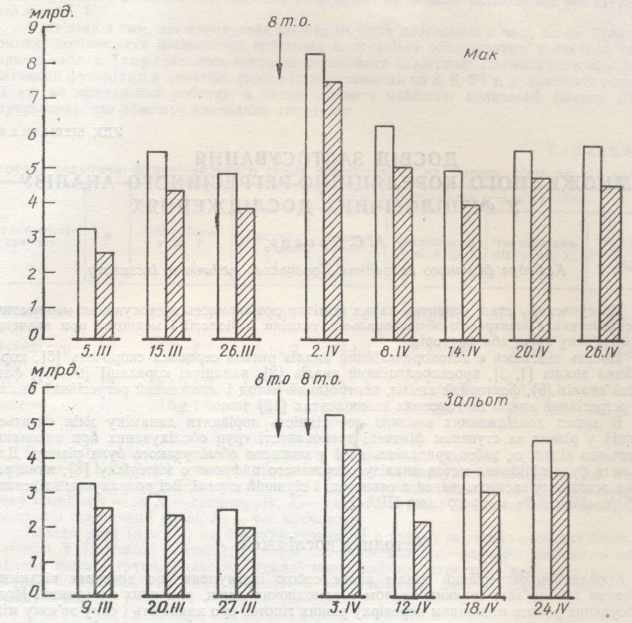


Кількість сперміїв (в млрд. в перерахунку на один еякулят), одержаних від бугая Мака до і після введення 8 титрових одиниць АТЦС-ВРХ і від бугая Зальота до і після введення 16 титрованих одиниць АТЦС-ВРХ.

Білий стовпчик — кількість сперміїв в одному еякуляті, заштрихований стовпчик — кількість активних сперміїв.

Отже, при ін'єкціях бугаям-плідникам АТЦС-ВРХ у малих дозах (кілька титрових одиниць) у двох бугаїв спостерігалось поліпшення показників спермопродукції тривалістю близько 10 днів і у п'яти бугаїв — поліпшення активності статевих рефлексів тривалістю кілька тижнів. Дальша науково-дослідна робота повинна провадитись з метою пошуків оптимальних стимулюючих доз і схем ін'єкцій АТЦС-ВРХ, а також з метою розробки показань до застосування цього препарату.

Література

1. Барченко Л. І.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1964, X, 6, 720.
2. Бейрах И. С., Рябов М. Х.— Пробл. эндокринол., 1939, IV, 1, 90.
3. Викторов К. Р.— Цитотоксины и их знач. в зоотехнии, ветеринарии и медицине, Казань, 1946.
4. Зеленская Т. М.— Влияние АОЦС и АТЦС на функц. сост. и морфол. структуры яичников и семенников крыс в возраст. аспекте. Автореф. дисс., К., 1967.
5. Нищименко О. В.— Влияние иммунной АТЦС на мужские половые железы при наруш. их гормон. функции. Автореф. дисс., К., 1970.
6. Рябов М. Х.— В сб.: Тез. докл. научн. конф. ВУЗов и научно-исслед. учрежд. Наркомсовхозов СССР, Пушкино, 1940, 1.

Надійшла до редакції
2.X 1973 р.

УДК 612.014.001.8:311

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ МНОЖИННОГО КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ У ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

А. С. Павлов

Кафедра фізичного виховання Донецького медичного інституту

На сучасному етапі розвитку науки помітно розширилось застосування математичної статистики і електронно-обчислювальної техніки в біології і медицині при вивченні взаємозв'язку явищ або факторів.

Досить відомими є автокореляційний аналіз ритмів серцевих скорочень [5], кореляційний аналіз [1, 3], кроскореляційний аналіз [2], канонічні кореляції [9—11], факторний аналіз [6], факторний аналіз, центроїдний метод і множинний регресійний аналіз [4], регресійний аналіз по головних компонентах [12] тощо.

В наших дослідженнях виникла необхідність порівняти динаміку змін багатьох функцій у різних за ступенем фізичної тренованості груп обслідуваних при виконанні роботи «до відказу», тобто тривалість якої у кожного обслідуваного була різною. Для цієї мети було підібрано метод аналізу одержаного цифрового матеріалу [8], який раніше в основному застосовувався в економіці і гірничій справі. Всі розрахунки здійснено на ЕОМ «Мінськ-2» за програмою ПРА-3.

Методика досліджень

Кореляційно-регресійний аналіз являє собою інструмент, що дозволяє кількісно оцінювати зв'язки між великим числом взаємодіючих явищ, ряд яких невідомий. Його застосування робить можливим перевірку різних гіпотез про наявність і силу зв'язку між двома явищами або окремим явищем і групою явищ, а також гіпотези про форму зв'язку. Однак його результати не можна інтерпретувати в поняттях причинно-наслідкової термінології без попередніх припущень. Тільки після того, як такі припущення висунуто, множинний кореляційний і регресійний аналіз може підтвердити або спростувати їх і дати кількісні оцінки впливу різних факторів.

Для застосування названого методу необхідне виконання таких умов (передумов) щодо вихідних даних: 1) випадкові величини-фактори повинні розглядатися як вибірки з багатомірної генеральної сукупності, розподіленої нормально; 2) окремі спостереження повинні бути стохастично незалежними; 3) дисперсії величини Y (залежної змінної) повинні бути однорідними (дисперсії Y постійні при зміні X); 4) математичне очікування Y при X_i, що набрала певного значення, можна виразити у вигляді функції, лінійної відносно певних параметрів.

Результати досліджень

Як приклад використання множинного кореляційного і регресійного аналізу розглянемо встановлення кореляційного рівняння, що виражає залежність між фізіологічними функціями в лабораторному експерименті.

За допомогою степ-тесту «до відказу» [8] досліджували загальну працездатність чотирьох груп обслідуваних (студентів) віком 18—22 років: I група — неспортсмени, особи, які не займаються регулярно тренуванням м'язів; II — фізкультурники, студенти, які систематично відвідують заняття з фізичного виховання за програмою загальної фізподготовки; III — спортсмени-гімнасти, кандидати в майстри спорту; IV — спортсмени-боксери, кандидати в майстри спорту і першорозрядники. Під час роботи (через кожні 3 *хв*) реєстрували: ректальну температуру, частоту серцевих скорочень, оксигенацію крові, час сталої оксигенації крові (при гіпоксичній пробі із затримкою дихання на видиху), час кровотоку на відрізку легені — вухо.

Внаслідок того, що обслідувані мали істотні відмінності у функціональних можливостях, час виконання степ-тесту «до відказу» коливався за індивідуальними даними від 6 до 39 *хв* і за середніми даними груп від 10,5±1,3 до 33,5±1,4 *хв*, а закінчення роботи

зумовлювалось різним ступенем фізіологічного напруження організму. Середні дані тривалості роботи і фізіологічних зрушень в організмі на момент відмови від неї представлені в табл. 1.

У зв'язку з тим, що виконувана робота не була дозованою в часі, ми не були правомочні порівнювати фізіологічні зрушення в організмі обслідуваних у статиці, як це видно з табл. 1. Тому ставилось завдання встановити аналітичні взаємозв'язки між фізіологічними функціями в динаміці (тобто їх показниками на 3, 6, 9 і т. д. хвилинах реєстрації аж до припинення роботи), а також виявити найбільш впливовий фактор (серед виучуваних), що обмежує виконання степ-тесту.

Таблиця 1

Середні величини функціонального стану обслідуваних на момент відмови від роботи

Групи обслідуваних	n	Час роботи, у *хв*, Y	Фізіологічні зрушення на останній хвилині				
			Гіпертермія, в *ерад*, X_1	Частота пульсу, *уд/хв*, X_2	Оксигенація крові, в %, X_3	Час оксигенації, в *сек*, X_4	Час кровотоку, в *сек*, X_5
Неспортсмени	18	10,5±1,3	0,8±0,1	183±3	89,2±1,6	4,1±0,2	3,8±0,3
Фізкультурники	18	23,6±2,2	1,5±0,2	195±3	86,7±2,0	3,1±0,3	3,8±0,2
Гімнасти	10	28,2±2,6	1,5±0,2	193±3	89,0±1,8	3,1±0,1	3,2±0,1
Боксери	12	33,5±1,4	1,4±0,1	177±6	88,0±2,0	2,9±0,2	3,0±0,1

При підготовці одержаного цифрового матеріалу до обробки на ЕОМ «Мінськ-2» за програмою ПРА-3 [7] у кожної групи обслідуваних виучуваний показник (ряд цифр) було прийнято за Y (працездатність), а всі інші показники (ряди цифр) функціонального стану організму — за X_1 — гіпертермія, X_2 — частота пульсу, X_3 — оксигенація крові, X_4 — час сталої оксигенації крові, X_5 — час кровотоку.

Вихідні дані ($n > 330$) на бланках розміщені в такому порядку: спочатку йдуть усі значення Y (залежної змінної), а потім значення всіх X_i — факторів-аргументів обслідуваних першої групи. Значення кожної нової змінної починаються після запису всіх значень попередньої змінної. Аналогічно заповнюються бланки масивів інших груп обслідуваних.

Таблиця 2

Характеристика зв'язку між працездатністю Y і фізіологічними функціями X_i в умовах виконання степ-тесту до відмови

Групи обслідуваних	Коефіцієнт множинної кореляції R	Часткові коефіцієнти детермінації					Множинні коефіцієнти детермінації	
		d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	Д	Д*
Неспортсмени	0,912	0,620	0,171	0,0005	0,051	0,001	0,847	0,832
Фізкультурники	0,929	0,927	0,006	0,002	—0,059	—0,002	0,873	0,863
Гімнасти	0,943	0,781	0,033	0,081	0,036	—0,030	0,902	0,890
Боксери	0,988	0,981	—0,012	—0,009	—0,001	0,001	0,978	0,977

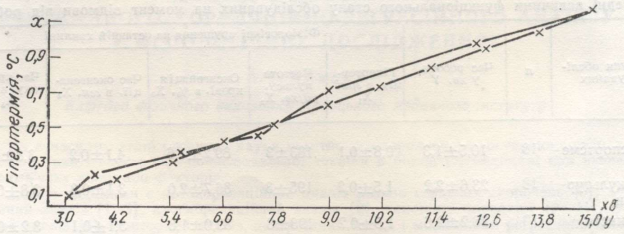
Попередній аналіз матеріалу показав, що згадані передумови застосування названого методу відповідають нашим вихідним даним. Матеріали були обчислені за ступеневою, прямолінійною, гіперболічною і параболічною залежностями. Внаслідок аналізу обрано пряму як найбільш підхожу. Дальший аналіз проводився на підставі даних прямолінійної залежності.

Встановлено, що у всіх чотирьох групах обслідуваних між тривалістю виконання степ-тексту до відмови (Y_{1-4}) і виучуваними фізіологічними зрушеннями (X_1) існує високий кореляційний зв'язок; коефіцієнти множинної кореляції (R) дорівнюють відповідно 0,912—0,929—0,943—0,988 (табл. 2).

Одержано також парні коефіцієнти кореляції r, часткові коефіцієнти кореляції вищого порядку r' і часткові коефіцієнти детермінації d. Парні коефіцієнти кореляції

показують ступінь тісноти зв'язку між явищами з умовою, що вони зв'язані з іншими явищами; часткові коефіцієнти детермінації оцінюють індивідуальний внесок кожного фактора в рівняння регресії. Вивчення часткових коефіцієнтів детермінації α показало, що найбільший питомий вплив на працездатність серед усіх можливих факторів припадає на гіпертермію організму X_1, на другому місці тахікардія X_2, а найменший вплив здійснює час кровотоку X_5 (див. у табл. 2 відповідно d_1, d_2, d_5). Це підтвердилось згодом і при розгляді масштабових коефіцієнтів β рівняння регресії.

З допомогою часткових коефіцієнтів кореляції вищого порядку r' розкрито справжній зв'язок і взаємозв'язок окремих факторів (без затемнюючого впливу решти факторів) у всіх групах обслідуваних. Так, одержано високі часткові коефіцієнти кореляції у всіх обслідуваних між працездатністю і гіпертермією організму ($r'=0{,}843$—$0{,}856$—$0{,}870$—



Емпірична і теоретична лінії регресії, що показують взаємозв'язок гіпертермії організму неспортсменів з тривалістю виконання максимальної крокової проби.

0,983); крім того, у неспортсменів — між працездатністю і частотою пульсу ($r'=0{,}522$), у гімнастів і боксерів — між працездатністю і оксигенацією крові ($r'=$ —$0{,}527$—$0{,}406$).

Сума часткових коефіцієнтів детермінації дорівнює множинному коефіцієнту детермінації D. Коефіцієнт множинної детермінації характеризує питому вагу впливу на вивчуваний показник відібраних факторів X_1 серед усіх можливих факторів. У нашому випадку коефіцієнти множинної детермінації D, а також множинні коефіцієнти детермінації, скореговані на число степенів свободи D*, мали дуже високі значення у всіх груп обслідуваних (табл. 2).

Внаслідок множинного аналізу побудовано рівняння прямолінійної множинної регресії: $Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_4x_4+b_5x_5$, де b_0 — вільний член рівняння, а b_1 — коефіцієнти рівняння регресії в натуральних змінних. Формули рівнянь регресії виражають для кожної групи обслідуваних закон залежності працездатності організму Y від гіпертермії X_1, частоти пульсу X_2, оксигенації крові X_3, часу сталої оксигенації X_4 і часу кровотоку X_5, що розвиваються при роботі.

Для оцінки адекватності одержаних рівнянь можна користуватись показником середньої помилки апроксимації E. Помилку апроксимації задає сам дослідник залежно від того, яка його влаштовує; наприклад, 5, 3, 10%, і цю величину беруть як критерій адекватності. Якщо знайдене значення E більше обраного, то побудоване рівняння регресії неадекватне, якщо E менше обраного критерію — рівняння адекватне. Ми використали середньозважені помилки апроксимації E_2, а також значення критерію Фішера F_1, які в усіх випадках були $F_1 \gg 1{,}5$.

Наведений графічний аналіз парних регресійних зв'язків між Y і X_1 показав, що вивчувані зв'язки (всього 76 графіків) носять в основному лінійний характер (див. рисунок).

Отже, внаслідок множинного кореляційного і регресійного аналізу одержано кількісне уявлення про взаємозв'язки фізіологічних зрушень в організмі при виконанні граничної циклічної роботи м'язів. З розвитком в організмі гіпертермії проявляється тенденція до зниження оксигенації крові. Із збільшенням тривалості роботи спостерігається спад оксигенації крові, почастішання пульсу, прискорення кровотоку, зменшення часу сталої оксигенації крові при затримці дихання, але в різних групах обслідуваних по-різному. Водночас, слід виділити: спортсмени (гімнасти і боксери) відмовлялись від виконання степ-тесту через майже втрое довший час, ніж неспортсмени (див. табл. 1) і мали при цьому гіпертермію такої вираженості (1,4—1,5°), яка в 1,5—2 рази перевищувала дані останніх. Порівняльний аналіз часткових коефіцієнтів кореляції вищого порядку r' (див. вище) показав, що з підвищенням працездатності Y збільшилась і тіснота її зв'язку з гіпертермією організму X_1. Про це свідчать також часткові коефіцієнти детермінації d (табл. 2) і β-коефіцієнти рівняння регресії в стандартизованому масштабі. З цього мож-

на зробити висновок про те, що між тривалістю роботи — працездатністю і стійкістю організму до гіпертермії існує позитивний високий кореляційний зв'язок.

Дослідник, що готується до застосування багатомірного статистичного аналізу матеріалу, має заздалегідь ознайомитись з відповідною літературою.

В кожному конкретному випадку для вирішення питання про можливість і правомочність застосування описаного методу, перевірки відповідності необхідних умов-передумов для його використання, а також дальшого розшифрування даних, виданих на друк, бажані консультування або безпосередня допомога інженер-математика.

Висновки

1. Для порівняння фізіологічних зрушень в організмі у різних груп обслідуваних, які виконують роботу «до відказу», тобто нерегламентовану в часі, доцільне вивчення динамік зміни вивчуваних функцій з допомогою множинного кореляційно-регресійного аналізу.

2. В умовах виконання граничної циклічної роботи м'язів на витривалість між фізичною працездатністю і стійкістю організму до ендогенної гіпертермії існує позитивний високий кореляційний зв'язок.

Література

1. Баевский Р. М., Волков Ю. Н., Нидеккер И. Г.— В кн.: Математич. методы анализа сердечн. ритма, М., 1968, 51.
2. Бутейко К. П., Демин Д. В., Одинцова М. П.— В кн.: Математич. методы анализа сердечн. ритма, М., 1968, 99.
3. Вентцель М. Д., Воскресенский А. Д., Чехонадский И. А.— В кн.: Математич. методы анализа сердечного ритма, М., 1968, 69.
4. Верхошанский Ю. Г.— Теория и практика физич. культуры, 1971, 9.
5. Зациорский В. М., Сарсания С. К.— В кн.: Математич. методы анализа сердечн. ритма, М., 1968, 31.
6. Зациорский В. М.— Кибернетика, математика, спорт. М., ФиС, 1969.
7. Озерова А. С. (под ред.) — Пособие по примен. корреляц. и регрес. анализа при решении инжен. и эконом. задач в горном деле, Донецк, 1970.
8. Павлов А. С., Палагута М. К., Митрофанова Т. А.— Примен. многокоррел. и регрес. анализа с графич. изобр. в физиол. исслед. Рац. предл. Уд. № 741, Донецкий мед. ин-т 24.VI 1972 г.
9. Anderson T., Rubin H.— Proc. 3-d Berkley Symp. on Mathem. Statistics, 1956, 5, 11.
10. Hottelling H.— J. Educ. Psychol., 1935, 26, 139.
11. Hottelling H.— Biometrica, 1936, 28, 329.
12. Rao R.— Indian J. of Statistics, 1964, 26, 4.

Надійшла до редакції
24.III 1974 р.

УДК 612.212.014.462.8—08:616—092

ДО МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ АКТИВНОСТІ ЕКСТРАКТІВ З ТКАНИНИ ЛЕГЕНЬ

Е. В. Бюль

Кафедра патологічної фізіології Карагандинського медичного інституту

В дослідженнях останніх 10—15 років доведене істотне значення поверхневої вистилки альвеол (серфактанта) для дихальної механіки та інших функцій легень [4, 8, 9, 13, 15]. Встановлено також, що порушення властивостей цієї важливої складової частини легеневої тканини має тісне відношення до розвитку різних форм патології легень [7, 10—12, 14]. Водночас у фізіології і патології поверхневої вистилки альвеол залишається ще багато нерозв'язаних питань, і нема повної ясності у виборі методів та умов дослідження серфактанта.

У вітчизняній літературі всі ці питання висвітлені в невеликій кількості праць і далеко не повно. В зв'язку з цим актуальним залишається питання про методи визначення легеневої тензіоактивної речовини.

Розроблено кілька способів вивчення серфактанта. Одним з них є встановлення співвідношення об'єму цілих легень з величиною тиску повітря, введеного в дихальні

шляхи [8]. Розроблено [13] метод визначення серфактанта за стабільністю пухирців, які витискують з шматочка легень у краплю рідини і повторно вимірюють під мікроскопом. З морфологічних методів найбільш достовірним вважають вивчення зрізів легень шляхом люмінестентної мікроскопії [10]. Нарешті, для вимірювання поверхневого натягу екстрактів або змивів з легень можуть бути використані фізичні методи визначення поверхневого натягу рідин. Цими методами вивчають основну властивість серфактанта, притаманну всім поверхневоактивним речовинам,— здатність знижувати поверхневий натяг гіпофази. Слід, проте, мати на увазі, що для чистих рідин значення поверхневого натягу, визначені різними методами, мають розбіжності тільки в межах похибки вимірювання, тоді як для розчинів поверхневоактивних речовин ці значення можуть істотно

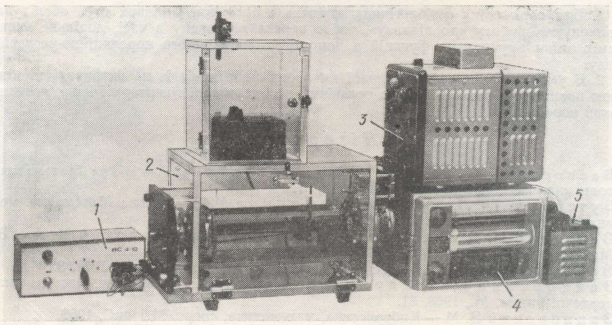


Рис. 1. Установка для вивчення поверхневих властивостей серфактанта.

1 — випрямляч ВС 4-12; *2* — модифікована вага Вільгельмі-Ленгмюра; *3* — підсилювач Ф359; *4* — самопишучий двохкоординатний міліамперметр Н359; *5* — стабілізатор напруги Н359.

відрізнятися. Пояснюється це, переважно, тим, що встановлення адсорбційної рівноваги в поверхневому шарі розчину розтягнуто в часі. Безумовно, ця обставина має враховуватися при виборі методу вимірювання поверхневого натягу легеневих екстрактів, оскільки серфактант є сильною поверхневоактивною речовиною.

В нашій лабораторії були використані всі згадані способи вивчення поверхневоактивної вистилки альвеол [2, 3]. Гадаємо, що для дальших досліджень особливо слід рекомендувати вимірювання поверхневого натягу легеневих екстрактів методом урівноваження тонкої вертикальної пластинки. Цей метод добре вивчений і може бути застосований для вивчення залежності поверхневого натягу екстрактів з легень від площі поверхні з допомогою так званої ваги Вільгельмі-Ленгмюра [1, 5, 6, 8, 9].

Запропонована установка для вивчення поверхневих властивостей легеневих екстрактів (рис. 1), основними частинами якої є самопишучий двокоординатний міліамперметр постійного струму, компенсаційний підсилювач і модифіковані нами ваги Вільгельмі-Ленгмюра (рис. 2), вигідно відрізняється від описаного Нестеровим та ін. [5] приладу для вимірювання поверхневого натягу екстрактів легень тим, що дозволяє вести безперервну автоматичну реєстрацію залежності поверхневого натягу від площі поверхні. Як реєструючий прилад нами застосований двохкоординатний самописець, а не двопроменевий осцилограф [6], оскільки це значно спрощує процес обробки одержаних результатів.

Принцип приладу і методика роботи на запропонованій установці. Кювету з фторопласта (*7*) доверху заповнюють екстрактом або змивом з легень і залишають на деякий час для встановлення рівноважного стану адсорбційного шару. Потім з допомогою механізму вертикального переміщення (*18*) платинову пластинку (*12*), підвішену до чутливої кварцевої спіралі (*16*), плавно підводять до поверхні рідини. Оскільки крайовий кут змочування на металевих пластинках дорівнює нулю, то зусилля втягування пластинки рідиною, перетворення індуктивним датчиком (*17*) на електричний сигнал, який подається через підсилювач на вісь *U* двохкоординатного самописця, визначає величину статичного поверхневого натягу. Застосований нами індуктивний датчик малих переміщень соленоїдного типу складається з генератора високої частоти, зібраного по двотактній схемі на транзисторах КТ315Б, та вимірювального приладу, на який коливання ви-

сокої частоти подаються через високочастотний трансформатор. Лінійність характеристики датчика забезпечується в межах переміщень до 20 *мм*.

Калібрування сигналу здійснюється з допомогою еталонних тягарців і рідин з відомим поверхневим натягом. Калібрувальний графік дає можливість визначити чутливість установки, яка при постійних розмірах платинової пластинки визначається чутли-

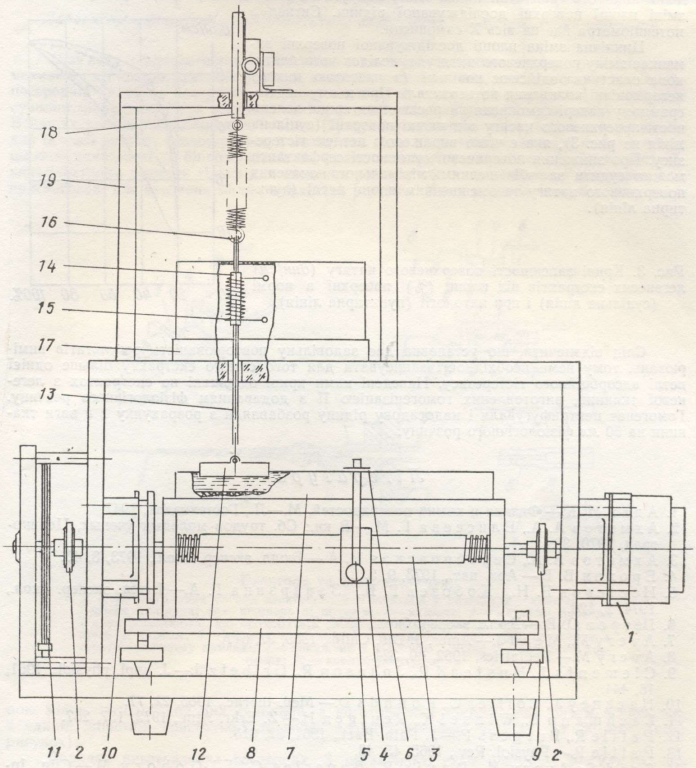


Рис. 2. Схема модифікаційної ваги Вільгельмі-Ленгмюра.

1 — реверсивний двигун; *2* — сполучні муфти; *3* — ходовий гвинт; *4*— гайка; *5*— товкач бар'єра; *6* — бар'єр; *7* — кювета; *8* — столик; *9* — установочний гвинт; *10* — редуктор; *11* — потенціометр; *12* — платинова пластинка; *13* — скляний стержень; *14* — латунна трубка; *15* — соленоїд; *16* — кварцова спіраль; *17* — індуктивний датчик; *18* — механізм вертикального переміщення; *19*— корпус.

вістю кварцової спіралі та індуктивного датчика, а також значною мірою коефіцієнтом підсилення, заданим на підсилювачі. При виконанні вимірювань з пластинкою розміром 1,90×0,01 *см* і кварцовою спіраллю з модулем пружності 294 *дин/см* при коефіцієнті підсилення $\kappa=300$, чутливість описаної нами установки становить 2,15 $мм \cdot дин^{-1} \cdot см$. При необхідності робочі параметри установки можна змінювати в широких межах, переважно за рахунок застосування спіралі з різними пружними властивостями і використання можливостей компенсаційного підсилювача.

Для одержання залежності між поверхневим натягом досліджуваної рідини і площею поверхні включають реверсивний двигун (*1*), який через ходовий гвинт (*3*), гайку (*4*) і штовхачі (5) приводить у рух бар'єр (*6*), розташований на бортах кювети. При цьому площа поверхневої плівки спочатку зменшується до 20% і потім знову збільшується до вихідного значення (100%). Тривалість одного циклу становить 6 *хв*. Обертання ходового гвинта викликає зміну напруги на потенціометрі (*11*), пропорціональну зміні площі поверхні досліджуваної рідини. Сигнал з потенціометра йде на вісь X самописця.

Циклічна зміна площі досліджуваної поверхні викликає зміну поверхневого натягу, внаслідок чого платинова пластинка здійснює повільні (з частотою циклу) негармонічні коливання по вертикалі. При цьому на діаграмному папері самописця викреслюється крива залежності поверхневого натягу від площі поверхні (суцільна лінія на рис. 3), яка є чітко вираженою петлею гістерезису. Про зниження поверхневої активності серфактанта можна судити за збільшенням мінімального значення поверхневого натягу та зменшенням площі петлі (пунктирна лінія).

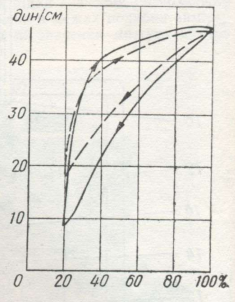


Рис. 3. Криві залежності поверхневого натягу (*дин/см*) легеневих екстрактів від площі (%) поверхні в нормі (суцільна лінія) і при патології (пунктирна лінія).

Слід відзначити, що установка дає задовільну повторюваність результатів вимірювань, тому нема необхідності записувати для того самого екстракту більше однієї петлі адсорбційного гістерезису. Наведені нами криві одержані на екстрактах з легеневої тканини, виготовлених гомогенізацією її з додаванням фізіологічного розчину. Гомогенат центрифугували і надосадову рідину розбавляли з розрахунку 1 *г* ваги тканини на 50 *мл* фізіологічного розчину.

Література

1. Адам Н. К.— Физика и химия поверхностей, М.—Л., Гостехиздат, 1947.
2. Ахметов А. А., Елисеева Г. М.— В кн.: Сб. трудов молодых ученых, Целиноград, 1970, 39.
3. Ахметов А. А., Серебровская И. А.— Бюлл. экспер. биол., 1973, 8, 40.
4. Ерохин В. В.— Арх. пат., 1973, 9, 3.
5. Нестеров Е. Н., Кобозев Г. В., Заварзина Г. А.— Бюлл. экспер. биол., 1974, 2, 120.
6. Петров О. В.— Бюлл. экспер. биол., 1974, 2, 118.
7. Avery M., Mead J.— Amer. J. Dis. Child., 1959, 97, 517.
8. Avery M.— Pediatrics, 1962, 30, 324.
9. Clements J., Hustead R., Johnson R., Gribetz J.— J. appl. physiol., 1961, 16, 444.
10. Hackney J., Collier C., Rounds D.— Med. thorac., 1965, 22, 77.
11. Lachmann B., Winsel K., Reutgen H.— Z. Erkr. Atm., 1972, 137, 267.
12. Pattle R., Burgess F.— J. Path. Bact., 1961, 82, 315.
13. Pattle R.— Physiol. Rev., 1965, 45, 48.
14. Said S., Avery M., Davis R., Banerjee C., El-Gohory M.— Clin. Invest., 1965, 44, 458.
15. Scarpelli E.— The Surfactant System of the Lung. Philadelphia, 1968.

Надійшла до редакції
10.XI 1974 р.

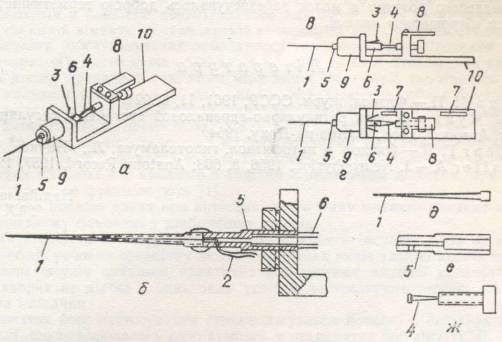
УДК 615.473.9

МЕТОДИКА ВИГОТОВЛЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОДА З МІКРОШПРИЦЕМ

А. М. Коробіцин, Чжан Чунь

Лабораторія електрофізіології Інституту акушерства і педіатрії, Ростов-на-Дону

У зв'язку з фізіологічною особливістю гемато-енцефалічного бар'єра для з'ясування механізму дії деяких хімічних речовин, зокрема, катехоламінів, необхідно вивчати їх безпосередній вплив на центральну нервову систему. В літературі є відомості щодо застосування мікроканюлі для введення хімічних подразників у різні ділянки мозку [1, 3, 4]. В наших раніше опублікованих працях [2] були застосовані універсальні електроди як для ін'єкції розчину безпосередньо в мозок, так і для визначення стану цих пунктів мозку шляхом реєстрації їх біопотенціалів на пряме електричне подразнення. Проте застосовані електроди служать тільки для введення розчину або надто великі за діаметром і не пристосовані для введення малих кількостей розчинів. Нами розроблений електрод, знач-



Електрод та його елементи.

а, в, г — загальний вигляд електрода; *б* — електрод у розрізі; *д* — канюля; *е* — держак циліндра; *ж* — поршень зі штоком. *1* — канюля; *2* — металеві проводи в електроізоляції, які проходять у канюлю; *3* — електричне рознімання; *4* — поршень зі стоком; *5* — держак циліндра; *6* — циліндр; *7* — паз для кріплення в стереотаксичному приладі; *8* — покажчик з візирною лінією; *9* — захисний ковпачок; *10* — корпус електрода.

ною мірою позбавлений цих недоліків, а виготовлення мікрошприца разом з канюлею в єдиній жорсткій конструкції дозволяє вводити розчини від 0,2 до 30 *мм*³ (див. рисунок).

Порядок виготовлення електрода. З органічного скла розміром 20×23×100 *мм* випилюють конус електрода. По одній осі свердлять отвори і нарізають різьбу в передньому стояку М-5 під держак циліндра, а в середньому стояку М-4 під шток. Зверху середнього стояка свердлять два отвори і нарізають різьбу М-3 для кріплення показчика. З одного з боків корпуса електрода прорізають пази для кріплення його в стереотаксичному приладі. Складності виготовлення циліндра з гладкими стінками достатньої жорсткості і деякою еластичністю спонукали нас використати для цього стержень шарикової авторучки. Цей циліндр запресовується у виточений з органічного скла держак циліндра, який щільно закручується в передню стійку корпуса електрода. В середню стійку закручується виготовлений з нержавіючої сталі шток з поршнем. Головка штоку виточується окремо і нагвинчується на нього. На головку нанесено 18 поділок по 0,2 *мм*³. Для уникнення зміщення електрода введення розчину здійснюється викруткою через прорізь у штоку.

З скляної трубки діаметром 0,5 *мм* витягується канюля довжиною 30 *мм* і діаметром 50—200 *мк*. Перед введенням мікропроводу в канюлю склоізоляцію перевіряють на відсутність мікротріщин. Ця перевірка здійснюється в дистильованій воді з кількома

краплями спиртового розчину фенолфталеїну. При підключенні до мікропроводу негативного полюса, а до розчину — позитивного через мікротріщини починають виділятися пухирці газу, що свідчить про наявність тріщин.

Бажання позбавитися від ізоляційних лаків, а значить і їх впливу на досліджувані нервові клітини спонукало нас до введення мікропроводу в канюлю. Це введення досить складне і здійснюється так: канюля закріплюється пластиліном на підставці під мікроскопом МБС і через її товстий кінець, стискаючи провід якомога ближче до канюлі, вказівними пальцями обох рук починають вштовхувати провід у канюлю. Після виходу проводу з іншого кінця канюлі товстий кінець її вводять в отвір держака циліндра і через боковий отвір у ньому, намагаючись не пошкодити ізоляцію, провід ключом витягують зовні і припаюють до розняття. Місце зчленування канюлі з держаком циліндра і боковий отвір заплавляють термопластичною відбитковою масою № 3, застосовуваною в стоматології. На різьбу нагвинчується захисний ковпачок, і електрод перевіряють. Отже, застосування такого універсального електрода дозволило нам реєструвати зміну функціонального стану нервових клітин під кінчиками електродів на відстані 50—100 *мк* при безпосередньому впливі введених через мікроканюлю 0,0002 *мл* катехоламінів з мінімальним зруйнуванням мозкової тканини. Визначення функціонального стану здійснювалось записом біопотенціалів і порогової реакції на електричне подразнення з допомогою проводів, що проходять всередині канюлі. Висока надійність проникнення малої кількості введеного розчину в мозок забезпечувалась доброю герметичністю і жорсткістю систем мікрошприца-канюлі.

Література

1. Анохина И. П.— Физиол. журн. СССР, 1961, 11, 8, 924.
2. Чжань Чунь — О роли ретикулярно-адреналовой системы в регуляции кровообращения. Автореф. дисс., Ростов-на-Дону, 1964.
3. Шрейберг Г. Л.— Физиол. и патофизиол. гипоталамуса, Л., «Наука», 1966, 30.
4. Rothballer A.— J. Neurophysiol., 1956, 8, 603; Anatom. Record, 1957, 127, 2, 395.

Надійшла до редакції
23.X 1974 р.