

УДК 612.08

ВПЛИВ АДРЕНАЛІНУ І АЦЕТИЛХОЛІНУ НА ОКИСНО-ВІДНОВНІ ПОТЕНЦІАЛИ ТА НАПРУЖЕННЯ КИСНЮ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКІ ШЛУНКА БІЛИХ ЩУРІВ

І. В. Шостаковська, С. К. Гордій, В. Ю. Горчаков, М. А. Александров
 Кафедра фізіології людини і тварин Львівського університету

Окисно-відновні потенціали (ОВП) є мірою вільної енергії реакцій окислення-відновлення для будь-якої зворотної замкнутої окисно-відновної системи, яка перебуває в стані термодинамічної рівноваги.

Живі організми принципіально відрізняються від будь-якої закритої системи. Проте за рядом показників організми, як відкриті системи, перебувають у стаціонарному стані.

Оскільки будь-який біосубстрат є надзвичайно складною системою, то величина окисно-відновного потенціалу її залежить від багатьох факторів, зокрема, від концентрації окислених і відновлених форм зворотних окисно-відновних пар, концентрації вільного кисню, концентрації незворотних відновлювачів, а також від активності ферментів [3].

За літературними даними [9], ОВП живих систем відображає відношення концентрацій окислених і відновлених форм органічних сполук, активність водневих іонів (рН), концентрації електролітів і біоелектричні потенціали.

Висловлюється припущення, що величина ОВП біологічних тканин залежить від динамічної рівноваги між швидкістю надходження кисню і метаболічною активністю клітин, або від співвідношення в них окислених і відновлених тіолів.

В умовах організму метаболізм та енергетика тканин контролюються нейро-гормональними системами. Від співвідношення між холінергічними та адренергічними механізмами регуляції залежить рівень обміну нуклеїнових кислот, фосфатидів та макроергічних сполук [6, 7, 13].

Проте роль окремих нейро-гормональних факторів в регуляції окисно-відновних процесів різних секреторних органів, діяльність яких вимагає значних енергетичних витрат, майже не вивчена.

У зв'язку з цим, нашим завданням було з'ясування впливу введеного в організм адреналіну та ацетилхоліну на величину окисно-відновних потенціалів та напруження кисню в слизовій оболонці великої та малої кривизни шлунка.

Методика досліджень

Напруження кисню (pO_2) і величину окисно-відновного потенціалу (ОВП) визначали в слизовій оболонці великої та малої кривизни шлунка білих щурів віком вісім місяців. Перед дослідом тварини голодували 12–15 год. Визначення ОВП проводили платиновими електродами голчастого типу ($d = 0,3 \text{ mm}$) при допомозі високоомного pH-мілівольтметра ЛПУ-01. Електроди для визначення ОВП старанно шліфували до 6–7 класу чистоти та калібрували в розчинах жовтої і червоної кров'яних солей [5]. Напруження кисню визначали полярографічним методом при допомозі полярографічної установки, зібраної на чутливому мікроампервольтметрі М-95. На вимірювальні електроди подавали імпульсний струм у вигляді прямокутних

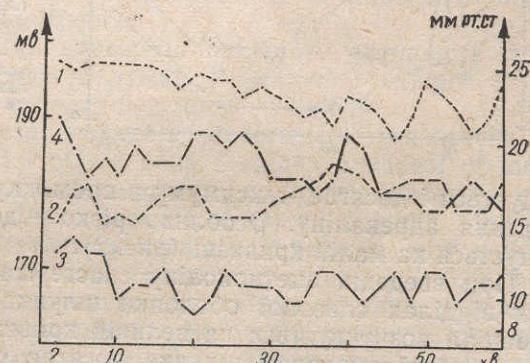
імпульсів, з частотою 125 імп/сек, тривалість імпульсу 2 мсек. Визначення напруження кисню і калібрування електродів здійснювали за методом, запропонованим Березовським [1]. Величина ОВП показана у порівнянні з потенціалом каломельного електрода. Визначення ОВП і pO_2 проводили в умовах гострого досліду під нембуталовим наркозом. Під час досліду проводили лапаротомію (ширина розрізу 1,5—2 см). Шлунок розрізали на 1,5—2 см по малій кривизні. Електроди фіксували так, щоб тиск на тканини був мінімальним. Для цього електроди закріпляли на спеціальних стойках і використовували пружинисті властивості провідників. Після цього операційну рану обкладали вологую марлею, змоченою фізіологічним розчином. У першій серії дослідів визначали величину ОВП і pO_2 у інтактних тварин. У другій серії дослідів тваринам на десятій хвилині після початку досліду вводили внутрішньо адреналін (40 мкг/100 г) на протязі 5 хв у стегнову вену.

У третьій серії дослідів тваринам внутрішньо вводили ацетилхолін (20 мкг/100 г). Всього було проведено 52 досліди. Кожна крива на рисунку — це середні дані шести — десяти дослідів. Статистична обробка даних проведена на ЕОМ «Промінь».

Результати дослідження

Було встановлено, що величина ОВП і pO_2 слизової оболонки шлунка на протязі 60-хвилинного дослідження незначно коливається (рис. 1). ОВП великої кривизни більш негативний, ніж потенціал малої кривизни. Ця різниця статистично достовірна ($t > 99,9\%$). Вели-

Рис. 1. Величина ОВП (мв) і pO_2 (мм рт. ст.) слизової оболонки малої і великої кривизни шлунка інтактних тварин.
1 — ОВП малої кривизни, 2 — ОВП великої кривизни, 3 — pO_2 малої кривизни, 4 — pO_2 великої кривизни.



чина ОВП малої і великої кривизни слизової оболонки шлунка на протязі досліду відповідно коливається: від + 197 до + 187 мв і від 184 до + 176 мв. Напруження кисню більше на великій кривизні, де

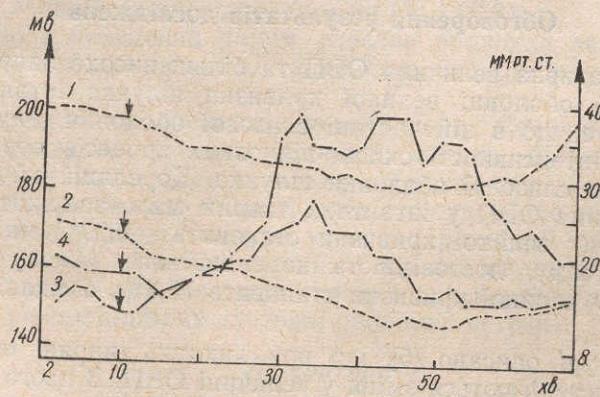


Рис. 2. Вплив адреналіну на ОВП (мв) і pO_2 (мм рт. ст.) слизової оболонки шлунка.

1 — коливання ОВП малої кривизни, 2 — коливання ОВП великої кривизни, 3 — коливання pO_2 малої кривизни, 4 — коливання pO_2 великої кривизни. Стрілкою відмічено початок введення адреналіну.

воно коливається в межах: від 22,0 до 16,0 мм рт. ст., на малій кривизні — 14,0 до 9,0 мм рт. ст. Різниця pO_2 між великою і малою кривизнами слизової оболонки шлунка також статистично достовірна ($t > 99,9\%$).

Під впливом адреналіну ОВП обох частин слизової оболонки шлунка дрейфує до негативних значень. Максимальне зниження величини ОВП спостерігається на 34—36-й хв після введення адреналіну. На 60-й хв після введення адреналіну ОВП обох згаданих відділів шлунка повертається до норми. ОВП великої кривизни під впливом адреналіну негативується більше, ніж на малій кривизні. Напруження кисню в обох відділах слизової оболонки шлунка під впливом адреналіну під-

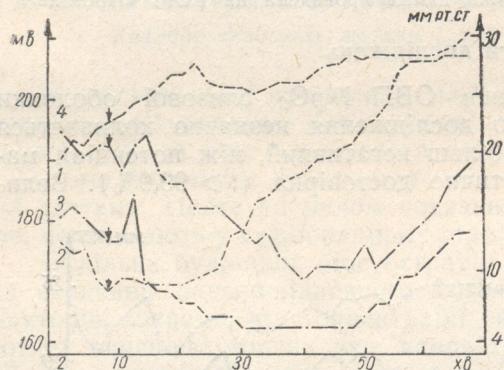


Рис. 3. Вплив ацетилхоліну на ОВП (мв) і pO_2 (мм рт. ст.) слизової оболонки шлунка.

1 — коливання ОВП малої кривизни, 2 — коливання ОВП великої кривизни, 3 — коливання pO_2 малої кривизни, 4 — коливання pO_2 великої кривизни. Стрілкою відмічено початок введення ацетилхоліну.

вищується і досягає максимуму в проміжку часу між 22—36-ю хв після введення адреналіну. Особливо різко — до 38 мм рт. ст.— вона підвищується на малій кривизні (рис. 2).

При введенні ацетилхоліну спостерігається позитивування ОВП в обох відділах слизової оболонки шлунка (рис. 3). Особливо сильно потенціал позитивується на великій кривизні. Цей дрейф в обох відділах слизової оболонки шлунка досягає свого максимуму на 60-й хв після введення ацетилхоліну. Під впливом ацетилхоліну спостерігається сильне зниження pO_2 в обох відділах слизової оболонки шлунка, яке досягає свого максимуму на 22—30-й хв після введення ацетилхоліну.

Обговорення результатів досліджень

Більш негативна величина ОВП та більш високе напруження кисню в слизовій оболонці великої кривизни шлунка інтактних тварин свідчать про те, що в цій частині слизової оболонки шлунка є деяка відмінність в інтенсивності окисно-відновних процесів порівняно з малою кривизною слизової оболонки шлунка. Кореляційний аналіз показує, що величина ОВП у інтактних тварин мало залежить від напруження кисню (r великої кривизни становить $-0,29$ і малої кривизни $-0,106$). Причому, достовірність кореляційного зв'язку між ОВП і pO_2 низька (tr великої кривизни становить $75,3\%$, а малої кривизни $-35,0\%$).

В літературі описано [5], що при диханні тварин чистим киснем не завжди спостерігаються зміни у величині ОВП. З цього зроблено висновок, що величина ОВП не залежить від pO_2 , а залежить від істинного зрушення в окисно-відновних процесах у бік окислених форм.

Все це підтверджує думку про те, що величина ОВП в тканинах залежить не тільки від pO_2 , а також від інших факторів.

Після внутрівенного введення адреналіну спостерігаються стати-

стично достовірні зміни, такі зміни настають вже на малій кривизні — тільки наочи з 20-ї хв після введення адреналіну зміни у величині ($t > 99,9\%$). Проте, після введення адреналіну зміни на великої кривизні стають достовірними.

Встановлено, що позитивна кореляція між величиною pO_2 і ОВП великої кривизни ($r = -0,81$). Для малої кривизни ($r = -0,55$). При цьому для великої кривизни зміни ($tr = 91,0\%$).

Таким чином, кореляція відбувається змін в напруженнях слизової оболонки шлунка у бік зменшення величини pO_2 і ОВП великої кривизни.

Було встановлено, що введення адреналіну відбувається змін в напруженнях слизової оболонки шлунка у бік зменшення величини pO_2 і ОВП великої кривизни.

При введенні в організм змін величини ОВП відбувається змін в напруженнях слизової оболонки шлунка. На фоні різкої зниження величини ОВП на великої кривизні ($r = -0,66$) змін в напруженнях ОВП після введення адреналіну відбувається змін в напруженнях ОВП на малої кривизні ($r = -0,60$). Величина ОВП при введенні адреналіну після 20 хв після введення адреналіну змін в напруженнях ОВП на великої кривизні ($r = -0,66$) змін в напруженнях ОВП на малої кривизні ($r = -0,60$).

Як видно з наведеної таблиці, величина ОВП на великої кривизні шлунка неопинно зменшується після введення ацетилхоліну.

Це «відставання», що велика кривизна зумовлюється симпатичним нервом, але не зумовлюється змінами величини ОВП.

З аналізу одержаних даних видно, що вегетативний відповідальний процес в слизовій оболонці шлунка зумовлюється змінами величини ОВП.

- Березовский В. А., Григорьев А. А., Григорьев К., «Наукова думка», № 1, 1966, 1, 30.
- Райская М. Е., Григорьев К., «Наукова думка», № 1, 1966, 1, 30.
- Работникова И. Л., Григорьев К., «Наукова думка», № 1, 1966, 1, 30.
- Низиков, М., 1957.

стично достовірні зміни величини ОВП, причому на великій кривизні такі зміни настають вже через 20 хв після введення адреналіну, а на малій кривизні — тільки через 40 хв. Під впливом адреналіну, починаючи з 20-ї хв після його введення, спостерігаються статистично достовірні зміни у величині pO_2 обох відділів слизової оболонки шлунка ($t > 99,9\%$). Проте, починаючи з 40-ї хв, зміни pO_2 слизової оболонки малої кривизни стають вже статистично недостовірними.

Встановлено, що після введення адреналіну спостерігається негативна кореляція між величиною ОВП і pO_2 . При цьому, ця кореляція тіsnіша між pO_2 і ОВП слизової оболонки великої кривизни ($r = -0,81$). Для малої кривизни коефіцієнт кореляції менший ($r = -0,55$). При цьому достовірність кореляційного зв'язку значна для великої кривизни ($tr = 99,2\%$) і малодостовірна для малої кривизни ($tr = 91,0\%$).

Таким чином, кореляційний аналіз показує, що під впливом адреналіну відбувається зрушення окисно-відновних процесів слизової оболонки шлунка у бік відновлених форм. Подібний вплив адреналіну описаний [2] при вивченні його дії на величину ОВП і pO_2 міокарда серця. Згадані автори вважають, що зниження величини ОВП, можливо, зумовлене блокуючою дією катехоламінів на ферменти окисно-відновного ланцюга або циклу Кребса.

Було встановлено [12], що адреналін пригнічує активність сукцинатдегідрогенази, що підтверджує думку Райскіної і співроб. [2] про блокуючу дію адреналіну на систему переносу електронів.

При введенні в організм ацетилхоліну спостерігаються зовсім протилежні зміни величин ОВП і pO_2 в обох відділах слизової оболонки шлунка. На фоні різкого позитивування потенціалу відбувається сильне зниження pO_2 в обох відділах слизової оболонки шлунка. При цьому на малій кривизні відзначається тіsnіша кореляція між змінами pO_2 і ОВП, ніж на великій кривизні (мала кривизна: $r = -0,88$, велика кривизна: $r = -0,68$). Статистично достовірна різниця у величині ОВП при введенні ацетилхоліну виникає на малій кривизні вже через 20 хв після введення препарату, а на великій кривизні — тільки через 30 хв. Те саме спостерігається щодо достовірності дії ацетилхоліну на величину pO_2 . Визначення достовірності кореляційного зв'язку між pO_2 і ОВП показує, що коефіцієнт кореляції достовірний як на великій, так і на малій кривизні. Проте на малій кривизні він дещо більший, ніж на великій (відповідно: $tr = 99,7\%$ і $96,6\%$).

Як видно з наведених даних, слизова оболонка великої та малої кривизни шлунка неодночасно відповідає на дію адреналіну і ацетилхоліну.

Це «відставання», очевидно, невипадкове. Солов'йов [4] показав, що велика кривизна слизової оболонки шлунка більше іннервується симпатичним нервом, а мала кривизна — блукаючим.

З аналізу одержаних нами фактів випливає, що нервова система та її вегетативний відділ беруть участь у регуляції окисно-відновних процесів у слизовій оболонці шлунка і що цей вплив відбуває особливості співвідношень між холінергічними і адренергічними механізмами іннервaciї в різних відділах слизової оболонки шлунка.

Література

1. Березовский В. А.— В кн.: Полярографич. определ. кислорода в биол. объектах, К., «Наукова думка», 1968, 15.
2. Райскіна М. Е., Шаргородский Б. Н., Фохт А. С.— Кардиология, 1966, 1, 30.
3. Работнова И. Л.— Роль физико-хим. факторов в жизнедеятельности организмов, М., 1957.

4. Соловьев А. В.—Новые данные о секреторной функции желудка и поджелудочной железы, М.—Л., 1958, 18.
5. Шаргородский Б. М., Расторгуев Б. П.—Биофизика, 1965, 10, 4, 652.
6. Шостаковська І. В.—В кн.: Матер. VII Укр. з'їзду фізіологів, К., 1964, 483.
7. Шостаковская И. В.—Экспер. анализ работоспособ. поджелудочной железы, Автореф. докт. дисс., Львов, 1968.
8. Шостаковская И. В.—В сб.: Физиол. и патол. пищевар., Одесса, 1967, 207.
9. Дечев Г.—Известия на института по биология, «Методий Попов», София, 1963, 13, 203.
10. Cater D. et al.—Proc. Roy. Soc., 1957, B-146, 400.
11. Cater D.—Prog. Biophys. Chem., 1960, 10, 154.
12. Kolin A., Kvasnicka N.—J. Pharmacol., exp. Ther., 1958, 122, 169.
13. Szostakowska I.—Annales UMCS Lublin—Polonia, Sectio D., vol. XX, 1965, 42, 349.

Надійшла до редакції
2.II 1971 р.

ADRENALIN AND ACETYLCHOLINE EFFECT ON OXIDATIVE-REDUCTIVE POTENTIALS AND OXYGEN TENSION OF ALBINO RATS MUCOSA

I. V. Shostakovskaya, S. K. Gordy, V. Yu. Gorchakov,
N. A. Aleksandrov

Department of Human and Animal Physiology, State University, Lvov

Summary

Oxidative-reductive potential (ORP) and oxygen tension (pO_2) of mucosa of great and small stomach curvature was registered in 8-month albino rats for an hour under conditions of acute experiments under nembutal narcosis.

It is shown that in intact animals ORP magnitude is more negative and pO_2 is higher on great curvature of stomach mucosa. Adrenalin negatives ORP magnitude and increases pO_2 in both parts of stomach mucosa. Introduction of acetylcholine evoked an opposite effect: ORP magnitude was made very positive and pO_2 decreased both at small and great stomach mucosa curvature. Authentic differences were established in the rate of ORP and pO_2 magnitude changes of mucosa of small and great stomach curvature when introducing adrenalin and acetylcholine.