

ЗМІНИ НАПРУЖЕННЯ КИСНЮ В КОРІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ КРОЛИКІВ ПІД ВПЛИВОМ УЛЬТРАЗВУКУ

Е. І. Жук, В. Р. Файтельберг-Бланк

Кафедра патологічної фізіології і біофізики Одеського сільськогосподарського інституту

Ультразвукові коливання дістають все ширшого застосування в медицині та біології [9, 11, 14, 17, 19]. Докладно описаний вплив ультразвукових коливань на функціональний стан центральної нервової системи [15, 16]. Працями ряду авторів встановлено, що невеликі дози ультразвуку стимулюють процеси збудження в корі головного мозку, а великі — пригнічують [13, 15]. Останнім часом для оцінки функціонального стану і працездатності клітин кори головного мозку застосовується метод прижиттєвого визначення pO_2 [1, 2, 8].

Ми вивчали зміни pO_2 у клітинах кори головного мозку кроликів під впливом ультразвукових коливань різної інтенсивності і тривалості озвучування на різні рефлексогенні зони організму [10, 12, 20].

Методика досліджень

Досліди провадилися на 36 кроликах в умовах хронічних експериментів. Для визначення напруження кисню в клітинах кори головного мозку був використаний полярографічний метод [4, 5].

Ми застосовували так звані відкриті електроди [3, 7]. Катод — мікроелектрод з осклового платиногового дроту діаметром 0,1—0,15 мм [1]. Анод — неполяризований макроелектрод з каломельного напівелемента.

Для реєстрації pO_2 у клітинах кори головного мозку піддослідним тваринам накладали два електроди: платиновий вводили крізь спеціальну раніше вживлену канюлю в кору головного мозку, другий каломельний напівелемент занурювали у фізіологічний розчин і закорочували на задніх кінцівках або хвості тварини. Між електродами створювалася різниця потенціалів, яка дорівнює 0,65 в, що відповідало потенціалу відновлення кисню на катоді.

Величина струму відновлення кисню пропорційна кількості кисню, який розчинений в клітинах кори головного мозку і надходить на поверхню електрода.

Розрахунок pO_2 у клітинах кори головного мозку, за калібруванням електродів у двох порціях фізіологічного розчину з різним вмістом кисню здійснювали

за формулою:
$$pO_2 = \frac{21(I_{no} - I_o)T}{100(I_n - I_o)}$$
, де I_{no} — сила струму в насиченому повітрям фізіологічному розчині, I_o — сила струму в позбавленому кисню фізіологічному розчині, I_n — сила струму в досліджуваній тканині, T — барометричний тиск. Напруження кисню реєстрували через п'ять — сім діб після вживлення поліетиленової канюлі в кору головного мозку кроликів з допомогою полярографа ПА-3. Реєстрацію здійснювали у інтактних тварин до і через 10—20—30—60 хв після озвучування інтенсивністю 0,3—0,6—1,0—1,6 вт/см². Тривалість озвучування становила 5 і 10 хв на область голови, а також на епігастральну область. Ультразвукові коливання генерувались терапевтичним стаціонарним апаратом УТС-1 з частотою коливання 880 кГц.

Ми провели аналіз 2110 полярограм. Одержані дані оброблені методом варіаційної статистики.

Результати досліджень та їх обговорення

Досліди показали, що напруження кисню в клітинах різних відділів кори головного мозку в нормі коливається в межах 85—100 мм рт. ст.

При впливі ультразвуку інтенсивністю $0,3 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв на область голови підвищується вміст кисню в клітинах як лобного і тім'яного, так і потиличного відділу кори головного мозку. Найбільш інтенсивне підвищення вмісту кисню в клітинах кори головного мозку відзначалось у лобному відділі кори мозку. Напруження кисню в потиличному відділі кори головного мозку підвищується з $78,2 \text{ мм рт. ст.}$ до озвучування до $139,5 \text{ мм рт. ст.}$ після озвучування ($t = 10,3$; $p < 0,001$). Згодом напруження кисню в клітинах кори головного мозку наростає і через 10 хв після озвучування становить у середньому

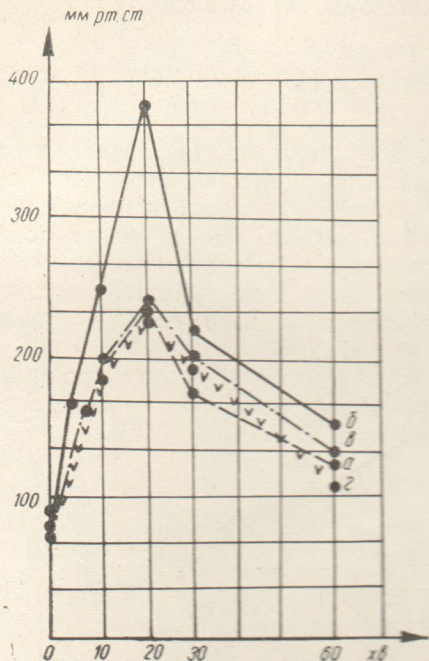


Рис. 1. Вплив ультразвукових коливань на pO_2 у клітинах лобного відділу кори головного мозку при п'ятихвилинному впливі на область голови.

По вертикалі — pO_2 в мм рт. ст., по горизонталі — час у хв; а — інтенсивність ультразвуку $0,3 \text{ вт/см}^2$, б — $0,6 \text{ вт/см}^2$, в — $1,0 \text{ вт/см}^2$, г — $1,6 \text{ вт/см}^2$.

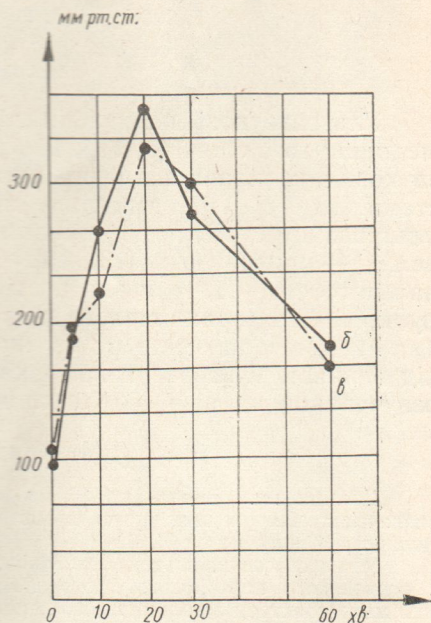


Рис. 2. Вплив ультразвукових коливань на pO_2 у клітинах тім'яного відділу кори головного мозку при десятихвилинному впливі на область голови.

Умовні позначення див. рис. 1.

$180,1 \text{ мм рт. ст.}$ ($t = 19,7$; $p < 0,001$). Максимальне підвищення вмісту кисню настає через 20 хв після озвучування і становить у середньому $231,4 \text{ мм рт. ст.}$ ($t = 24,6$; $p < 0,001$). Згодом кількість кисню в клітинах кори головного мозку зменшується і через 60 хв після впливу становить у середньому $119,6 \text{ мм рт. ст.}$ ($t = 7,8$; $p < 0,001$).

Найбільше підвищення pO_2 в потиличній області кори головного мозку настає при впливі ультразвуку інтенсивністю $0,6 \text{ вт/см}^2$ при п'ятихвилинній експозиції на область голови.

Ультразвуковий вплив інтенсивністю $1,0 \text{ вт/см}^2$ при тій самій тривалості на область голови також збільшує напруження кисню в клітинах кори головного мозку, але дещо меншою мірою, ніж при інтенсивності $0,6 \text{ вт/см}^2$.

Ультразвук в $1,6 \text{ вт/см}^2$ при п'ятихвилинній експозиції на область голови, хоч і викликає підвищення споживання кисню в клітинах кори головного мозку, проте значно меншою мірою, ніж при впливі інших доз ультразвуку.

У тім'яній області кори головного мозку при впливі ультразвуку відзначаються ті самі закономірності, що спостерігаються при вивченні pO_2 у потиличній частці головного мозку. При вживанні ультразвуку згаданих інтенсивностей на область голови ми реєстрували такі ж зміни напруження кисню у лобному відділі кори головного мозку, але більш виражені (рис. 1).

Таблиця 1
Вплив ультразвукових коливань тривалістю 10 хв
на область голови на зміну pO_2 в лобному відділі кори головного
мозку ($0,6 \text{ вт/см}^2$)

№ п. п.	До озвучування	Після озвучування	Через 10 хв	Через 20 хв	Через 30 хв	Через 60 хв
1	87,75	247,00	217,75	318,50	247,00	175,50
2	97,75	195,00	227,50	325,00	260,00	162,50
3	91,00	301,50	217,75	338,00	266,50	182,00
4	97,75	195,00	240,50	331,50	260,00	175,50
5	84,50	180,00	208,00	325,00	280,75	162,50
6	97,75	195,00	217,75	357,50	260,00	175,50
7	78,00	175,50	240,50	325,00	273,00	182,00
8	97,75	182,00	227,50	331,50	295,75	195,00
9	87,75	208,00	230,75	325,00	273,00	188,50
10	91,00	195,00	227,50	357,50	292,50	195,00
	87,75	195,00	226,00	332,00	273,00	182,25
$t =$		15,3	33	40	34	18,8
$p <$		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

При подовженні тривалості впливу ультразвуку інтенсивністю $0,6 \text{ вт/см}^2$ до 10 хв на область голови pO_2 у клітинах кори головного мозку збільшується, але значно меншою мірою, ніж при п'ятихвилинному впливі.

Таблиця 2
Вплив ультразвукових коливань тривалістю 10 хв
на область голови на зміну pO_2 в лобному відділі кори головного
мозку ($1,0 \text{ вт/см}^2$)

№ п. п.	До озвучування	Після озвучування	Через 10 хв	Через 20 хв	Через 30 хв	Через 60 хв
20	110,50	195,00	282,75	325,00	299,00	175,50
21	87,75	175,50	247,00	305,50	273,00	149,50
22	110,50	195,00	260,00	325,00	279,50	130,00
23	71,50	143,00	217,75	305,50	260,00	178,75
24	117,00	195,00	292,50	318,50	279,50	130,00
25	87,75	247,00	260,00	292,50	305,50	217,75
26	117,00	162,50	217,75	282,75	250,25	130,00
27	97,50	175,50	282,75	325,00	305,50	162,50
28	130,00	175,50	217,75	260,00	260,00	152,75
29	110,50	217,75	260,00	325,00	299,00	178,75
	105,00	188,75	260,00	308,75	266,50	175,50
$t =$		8,1	14,5	24,0	15,1	5,2
$p <$		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

У клітинах лобного відділу кори головного мозку відзначаються ті самі закономірності (табл. 1, 2).

Такі самі дані ми одержали при вивченні дії різних інтенсивностей ультразвуку на напруження кисню в клітинах тім'яної області кори головного мозку (рис. 2).

При озвучуванні ультразвуковими коливаннями епігастральної області кролика ми також спостерігали підвищення напруження кисню в клітинах кори головного мозку, особливо в лобному відділі, проте значно меншою мірою, ніж при впливі тих самих інтенсивностей на

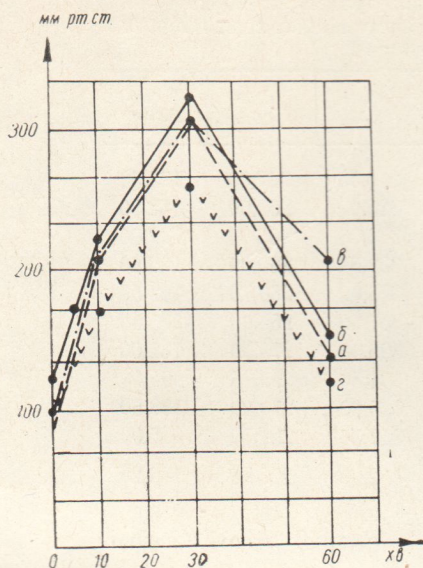


Рис. 3. Вплив ультразвукових коливань на pO_2 у клітинах лобного відділу кори головного мозку при п'ятихвилинному впливі на епігастральну область.

Умовні позначення див. рис. 1.

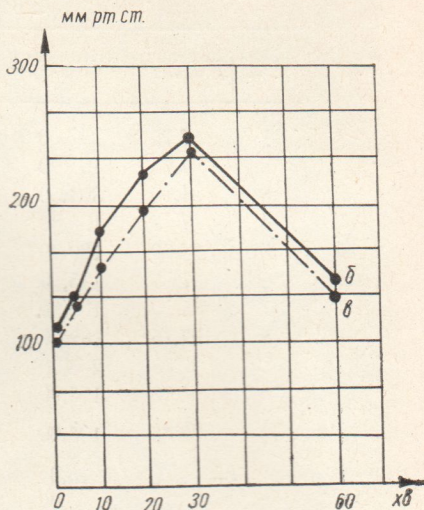


Рис. 4. Вплив ультразвукових коливань на pO_2 у клітинах лобного відділу кори головного мозку при десятихвилинному впливі на епігастральну область.

Умовні позначення див. рис. 1.

область голови. У цих дослідях максимальне підвищення pO_2 спостерігалось через 30 хв після озвучування. У лобному відділі кори головного мозку при впливі ультразвуку на область живота спостерігаються ті самі закономірності (рис. 3).

Збільшуючи тривалість впливу ультразвуку на область живота до 10 хв, ми відзначили, що pO_2 в корі головного мозку збільшується, але меншою мірою, ніж при п'ятихвилинній експозиції.

У лобному відділі кори головного мозку ці зміни були найбільш чітко виражені (рис. 4).

У тім'яному відділі кори головного мозку при впливі ультразвуку на область живота спостерігались ті самі закономірності, але менше виражені. Так, через 30 хв після впливу ультразвуку інтенсивністю $0,6 \text{ Вт/см}^2$ напруження кисню в клітинах кори головного мозку становить у середньому 191,0 мм рт. ст. (в нормі 68,8 мм рт. ст.; $t = 10,0$; $p < 0,001$).

Одержані нами дані показали, що ультразвукові коливання змінюють напруження кисню в клітинах кори головного мозку, особливо при п'ятихвилинній експозиції інтенсивністю $0,6 \text{ Вт/см}^2$ на область голови. Значне підвищення напруження кисню при впливі згаданих інтенсивностей ультразвуку спостерігається в лобному відділі кори головного мозку.

Дослідженнями ряду авторів [9, 17, 18] було показано, що ультразвукові коливання змінюють процеси травлення в шлунково-кишковому тракті і функціональних серозних оболонках залежно від інтенсивності ультразвукових коливань.

Крім того наші дані узгоджуються з спостереженнями [13, 15], в яких відзначено, що ультразвук інтенсивністю $0,6 \text{ вт/см}^2$ викликає максимальне посилення процесів всмоктування в шлунково-кишковому тракті у людей і собак. При такому озвучуванні посилюються процеси збудження в корі головного мозку, тоді як ультразвук інтенсивністю $1,5\text{—}1,6 \text{ вт/см}^2$ пригнічує умовнорефлекторну діяльність собак [15]. В літературі відзначено [7, 19], що тривалість впливу ультразвуку визначає зміну функціонального стану клітин, що узгоджується і з нашими спостереженнями.

Висновки

1. Ультразвукові коливання змінюють напруження кисню в корі головного мозку залежно від інтенсивності і тривалості його впливу на організм.

2. Максимальне підвищення напруження кисню в клітинах кори головного мозку спостерігалось при впливі ультразвуку інтенсивністю $0,6 \text{ вт/см}^2$ тривалістю 5 хв на область голови.

3. Виявлена рефлекторна дія ультразвуку на дихальну активність клітин кори головного мозку кроликів.

Література

1. Березовский В. А.— В сб.: Полярогр. определ. кислорода в биол. объектах, К., 1968, 218.
2. Березовский В. А.— В сб.: Докл. III научн. конфер. физиол., биохим. и фармакол. Зап.-сиб. объедин., Томск, 1965, 3.
3. Бурденко Н. Н.— Бюлл. exper. биол. и мед., 1946, 22, 1, 31.
4. Гейровский Я.— Техника полярогр. исслед., ИЛ, 1951.
5. Гинсбург Г. С., Александрин А. Г., Галибин О. В., Медведь О. С.— В сб.: Полярогр. определ. кислорода в биол. объектах, К., 1968, 90.
6. Делимарский Ю. К., Городинский А. В.— Электродные процессы и методы исслед. в полярогр., К., 1960.
7. Исаакян Л. А.— В сб.: Полярогр. определ. кислорода в биологических объектах, К., 1968, 58.
8. Корпач В. И.— В сб.: Полярогр. определ. кислорода в биол. объектах, К., 1968, 194.
9. Крылов Н. П., Рокитянский В. И.— Ультразвук и его лечебное применение, М., 1968.
10. Масленникова Л. С.— В сб.: Полярогр. определ. кислорода в биол. объектах, К., 1968, 81.
11. Падалка Ю. С.— Наук. зап. Ивано-Франк. мед. ин-ту, 1961, 4, 133.
12. Свадковская Н. Ф.— Укр. биохим. журн., 1958, 30, 3, 384.
13. Смирнов М. К.— Вопросы курортол. физиотер. и лфк., 1962, 6, 503.
14. Рокитянский В. И.— Мед. радиол., 1960, 5, 11, 24.
15. Файтельберг-Бланк В. Р.— В сб.: Матер. I научн. конфер. Целиноград. мед. ин-та, Целиноград, 1967, 22.
16. Шпильберг П. И.— В сб.: Уч. зап. Моск. ин-та гигиены, 1963, 11, 51.
17. Эльпинер И. Е.— Успехи соврем. биол., 1947, 23, 2, 162.
18. Яценко М. И.— В сб.: Тез. докл. VIII Всес. конфер. по кортико-висцер. взаимоотнош. в физиол. мед. и биол., Целиноград, 1967, 86.
19. Ballantine H., Fromas T.— Bull. Soc. Intern. Chirurg., 1962, 15, 4, 335.
20. Davis P., Brink E.— Rev. Scient. Instr., 1942, 13, 12, 594.

Надійшла до редакції
2.X 1970 р.

CHANGE IN OXYGEN TENSION IN RABBIT BRAIN CORTEX UNDER EFFECT OF ULTRASOUND

E. I. Zhuk, V. R. Faitelberg-Blank

Department of Pathological Physiology and Biophysics, Agricultural Institute, Odessa

Summary

Under conditions of chronic experiments with 36 rabbits the change in oxygen tension in brain cortex cells was studied under the effect of ultrasonic vibrations of different intensity and continuity on different reflexogenic zones of organism (head, epigastric region).

It is established that ultrasonic vibrations with intensity 0.3—0.6—1.0—1.6 wt/cm² increase oxygen consumption by brain cortex cells. A peculiar increase of oxygen tension was observed in the cells of brain forehead area. Reflexogenic zones, to which the action of ultrasonic field is directed, determine the character and degree of oxygen tension in brain cortex.