

## ЗАСТОСУВАННЯ КИСНЮ ДЛЯ ДИХАННЯ ДОНОРА-ПАРАБІОНТА, ОРГАНІЗМ ЯКОГО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ОЖИВЛЕННЯ СОБАК ПІСЛЯ ТРИВАЛИХ СТРОКІВ СМЕРТІ

М. П. Адаменко, М. М. Середенко, М. В. Макаренко

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Література про застосування кисню при лікуванні багатьох захворювань серцево-судинної та дихальної систем організму, а також ряду патологічних станів організму надзвичайно обширна. Є відомості про те [3, 13, 21, 22, 27], що при гіпоксії, коли порушуються найважливіші обмінні процеси і спостерігається розлад вегетативних функцій організму, оксигенотерапія є найбільш корисним і ефективним лікувальним засобом. Описаний позитивний вплив оксигенотерапії при гіпертонічній хворобі та інших захворюваннях серцево-судинної системи [4, 9, 18]. Кисневу терапію рекомендують при легенево-серцевих захворюваннях [19]. Встановлено [14], що кисень нормалізує обмін речовин при недостатньому кровообігу і запальних процесах у серці.

Значний інтерес становить з'ясування значення підвищених концентрацій кисню в крові під час оживлення померлого організму за допомогою методу штучного кровообігу.

Крім С. С. Брюхоненко [5], його співробітників і учнів [6, 15, 20, 26, 28, 29, 30], М. М. Сиротиніна [22, 23] і його співробітників [1, 2, 7, 16, 29, 30], які користувались методом штучного кровообігу в експерименті, в Радянському Союзі лише в останні роки цей метод почали застосовувати експериментатори і клініцисти [8, 10, 12, 17, 25, 26].

Метою даної роботи було вивчення впливу підвищеного вмісту кисню в інфузованій крові на швидкість, інтенсивність, повноцінність відновлення основних життєвих функцій організму собак і на кінцеві результати оживлення після тривалих строків смерті.

Оживлення собак, убитих електричним струмом, здійснювалось за допомогою одного з варіантів методу штучного кровообігу, запропонованого М. П. Адаменком, з використанням венозного насоса автожектора С. С. Брюхоненка і організму донора-парабіонта. Підвищення вмісту кисню в артеріальній крові, яку нагнітає в оживлений організм серце донора, досягали подачею донору кисню через маску.

Штучний кровообіг здійснювали за такою схемою: венозним насосом автожектора венозну кров оживлюваного собаки відкачували через спеціальну канюлю, введену через розріз у яремній вені до гирла порожнистих вен, і нагнітали в стегову (або яремну) вену донора у напрямку до серця. Водночас серце донора через стегову (або сонну) артерію, з'єднану гумовою трубкою з стеговою (або сонною) артерією оживлюваного собаки, нагнітало артеріальну кров в оживлюваний організм в напрямку до серця.

Для стабілізації крові собакам внутрішньо вводили 1%-ний розчин синантрину (1 мл/кг, 640 м. од.). Для наркозу обом тваринам вводили 1%-ний розчин морфію (1 мл/кг підшкірно), а потім 2,5%-ний розчин нембуталу (по 0,5 мл/кг внутрішньо).



## Результати оживлення собак із застосуванням

| Тривалість<br>агонії<br>(хв, сек) | Тривалість смерті                    |                                             | Дихання                                        |                                         | Коефіцієнт<br>K <sub>1</sub> | Коефіцієнт<br>K <sub>2</sub> |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                   | від останнього<br>вдиху<br>(хв, сек) | від нанесення<br>електротравми<br>(хв, сек) | відновилось<br>через <sup>1</sup><br>(хв, сек) | що становить<br>... .. строку<br>смерті |                              |                              |

|       |        |        |       |     |             |                      |
|-------|--------|--------|-------|-----|-------------|----------------------|
| 1'15" | 14'27" | 15'42" | 6'21" | 2/5 | 1:5<br>0,2  | Гострі<br>24:1<br>24 |
| 3'03" | 15'24" | 18'27" | 5'00" | 1/3 | 14:4<br>3,5 | —                    |
| 4'09" | 15'33" | 19'42" | 8'12" | 1/2 | 8:4<br>2    | 15:8<br>2            |
| 2'39" | 19'00" | 21'39" | 7'21" | 2/5 | 22:8<br>2,8 | 34:22<br>1,5         |
| 4'15" | 25'18" | 29'33" | 9'46" | 2/5 | 2:5<br>0,4  | 23:2<br>11,5         |

|       |        |        |       |     |              |                          |
|-------|--------|--------|-------|-----|--------------|--------------------------|
| 2'42" | 13'30" | 16'12" | 3'39" | 1/4 | 19:6<br>3,1  | Хронічні<br>30:19<br>1,6 |
| 2'51" | 16'36" | 19'27" | 5'42" | 1/3 | 9:8<br>1,1   | 25:9<br>2,8              |
| 1'54" | 16'57" | 18'51" | 6'18" | 2/5 | 12:3<br>4,0  | 16:12<br>1,3             |
| 3'27" | 17'43" | 21'15" | 5'15" | 1/3 | 12:6<br>2    | 39:12<br>3,25            |
| 3'30" | 17'48" | 21'18" | 4'15" | 1/4 | 6:7<br>0,9   | 35:6<br>6                |
| 1'39" | 16'15" | 17'51" | 4'21" | 1/4 | 20:13<br>1,5 | 30:20<br>1,5             |
| 4'09" | 15'06" | 19'15" | 4'42" | 1/3 | 25:5<br>5    | 30:25<br>1,2             |

<sup>1</sup> Від початку штучного кровообігу. <sup>2</sup> ТВ — тривале виживання.

Під час досліду на кімографі записували артеріальний тиск у оживлюваного собаки і донора в стегнових артеріях, а також дихальні рухи грудної клітки. Електрокардіограму реєстрували на стрічці електроенцефалографа ЕЕГ-16-01.

В окремих дослідах вивчали газовий склад крові в апараті Ван-Слайка.

Нами було проведено дванадцять дослідів оживлення із застосуванням для дихання донора чистого кисню. П'ять із них ми відносимо до числа гострих (або аварійних) через всілякі ускладнення. Тварини в таких дослідах гинули через 1—36 год після оживлення.

Надалі результати основної групи дослідів ми будемо порівнювати з даними раніше проведених нами [1, 2] дослідів без застосування кисню (контрольні досліди).

Нами встановлено, що підвищення вмісту кисню в артеріальній крові, що нагнітається в оживлюваний організм, спричиняє позитивний вплив на швидкість і інтенсивність відновлення функції дихального центра. Так, якщо в контрольних дослідах строк відновлення перших дихальних рухів грудної клітки становить, як правило, більше половини строку смерті собаки, а інколи й перевищує його, то в дослідах



## кисню для дихання донора

| Тривалість<br>штучного кро-<br>вообігу<br>(хв, сек) | Робота серця               |                                 |                                            | Співвідно-<br>шення ваги<br>донора до ва-<br>ги оживлюва-<br>ного собаки | Тривалість<br>виживання<br>(в год) | Ускладнення                                          |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                     | була відсутня<br>(хв, сек) | відновилась                     |                                            |                                                                          |                                    |                                                      |
|                                                     |                            | через <sup>1</sup><br>(хв, сек) | після якої<br>кількості де-<br>фібрилятора |                                                                          |                                    |                                                      |
| досліди                                             |                            |                                 |                                            |                                                                          |                                    |                                                      |
| 65'03"                                              | 43'15"                     | 13'09"                          | 1                                          | 4:1                                                                      | 1                                  | Розлад шлунково-<br>кишкового трак-<br>ту до дослідю |
| 90'25"                                              | 33'06"                     | 30'00"                          | 1                                          | 4:1                                                                      | 36                                 | Емфізема                                             |
| 53'39"                                              | 37'21"                     | 17'39"                          | 1                                          | 4,5:1                                                                    | 22                                 | Вагітність                                           |
| 86'03"                                              | 43'15"                     | 18'42"                          | 1                                          | 7:1                                                                      | 5                                  | Емфізема                                             |
| 65'06"                                              | 52'12"                     | 22'39"                          | 1                                          | 5:1                                                                      | 12                                 | Гемоліз                                              |
| досліди                                             |                            |                                 |                                            |                                                                          |                                    |                                                      |
| 35'09"                                              | 32'57"                     | 17'09"                          | 1                                          | 6:1                                                                      | ТВ <sup>2</sup>                    | —                                                    |
| 44'12"                                              | 26'12"                     | 6'45"                           | —                                          | 6:1                                                                      | ТВ                                 | —                                                    |
| 43'48"                                              | 38'27"                     | 19'36"                          | 1                                          | 5,5:1                                                                    | ТВ                                 | —                                                    |
| 50'21"                                              | 33'42"                     | 15'27"                          | 1                                          | 4,5:1                                                                    | ТВ                                 | —                                                    |
| 48'27"                                              | 32'51"                     | 11'13"                          | 1                                          | 3:1                                                                      | ТВ                                 | —                                                    |
| 46'57"                                              | 30'42"                     | 12'51"                          | 1                                          | 5:1                                                                      | ТВ                                 | —                                                    |
| 55'48"                                              | 33'33"                     | 14'18"                          | 1                                          | 5:1                                                                      | ТВ                                 | —                                                    |

основної групи він завжди був менше половини тривалості смерті ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{2}{5}$ ), і лише в одному випадку дорівнював половині його тривалості.

Такий же вплив спричиняє дихання донора киснем на інтенсивність відновлюваних дихальних рухів оживлюваної тварини. Якщо в контрольних дослідах відновлення дихальних рухів грудної клітки відбувається поступово, і перший вдих завжди буває ледве помітним, то в дослідах основної групи перший вдих має достатньо велику амплітуду і часто являє собою дуже глибокий судорожний вдих типу «gasps».

У переважній кількості дослідів як контрольної, так і основної групи, починаючи з першого вдиху, відбувається більш чи менш інтенсивний приріст амплітуди дихальних рухів грудної клітки. Однак, в деяких дослідах основної групи перші вдихи бувають настільки інтенсивними, що дальший приріст їх стає уже майже неможливим, оскільки він обмежується рухливістю грудної клітки і об'ємом легень. Коефіцієнт  $K_1$ , який виражає відношення у мм амплітуди першого вдиху до амплітуди дихальних рухів грудної клітки до вмирання, в контрольних дослідах становить 0,07—0,75, тоді як в основних дослідах він здебільшого (в семи випадках з дванадцяти) перевищує одиницю (1,1—4,0).

Коефіцієнт  $K_2$ , який виражає ступінь росту амплітуди вдихів у



процесі відновлення дихальних рухів грудної клітки і визначуваний відношенням (в мм) амплітуди максимального вдиху під час відновлення до амплітуди першого вдиху, в контрольних дослідах здебільшого становив 14—60. В основних же дослідах цей коефіцієнт переважно дорівнював 1,2—3,8, і лише в двох гострих дослідах він становив 12,5 і 24. Характерно, що у собак, які тривало вижили, коефіцієнт  $K_2$  не перевищував 6.

Отже, в дослідах основної групи відзначається чітко виражений позитивний вплив дихання донора киснем на швидкість та інтенсивність відновлення дихальних рухів грудної клітки оживлюваного собаки і на кінцевий результат оживлення.

Проте, поряд з позитивним впливом, бурхливе відновлення дихальних рухів грудної клітки дає ряд ускладнень. При сприятливому перебігу відновного періоду, тобто при інтенсивному відновленні дихальних рухів грудної клітки, через шкірний розріз на шиї завдяки виникненню високого негативного тиску в грудній порожнині під час судорожних вдихів засмоктується повітря вздовж нервово-судинного стовбура в підплевральну клітковину. Локалізація такої емфіземи вздовж великих вен грудної порожнини створює значні ускладнення для кровообігу, і оживлені тварини при видимому благополуччі гинуть через кілька годин. Емфізма виявляється лише при розтині.

Таке ж явище ми спостерігали в дослідах із застосуванням кисню у тих випадках, коли нагнітання артеріальної крові здійснювалось через сонну артерію. В останніх дослідах основної групи нагнітання артеріальної крові ми здійснювали через стегневу артерію. У цих випадках відновлення дихальних рухів грудної клітки проходило менш інтенсивно, ніж при нагнітанні крові в сонну артерію із застосуванням кисню, однак більш інтенсивно, ніж у дослідах із нагнітанням крові в сонну артерію без застосування кисню.

Аналіз даних газового складу крові в основних дослідах показав, що артеріальна кров, яка надходить від донора до оживлюваного собаки, практично повністю насичена киснем (в межах 98,5—100%) і містить нормальну кількість вуглекислоти (39,11—44,36 об.%), що має велике значення для стимуляції дихання оживлюваної тварини. Висока концентрація кисню в артеріальній крові, яка надходить від донора (21,30—23,19 об.%), забезпечувала можливість утримання резерву кисню у відтікаючій від оживлюваного собаки крові на порівняно нормальному рівні, незважаючи на підвищення різниці за киснем між притікаючою і відтікаючою кров'ю до 8,63—8,95 об.% і коефіцієнта утилізації кисню організмом оживлюваної тварини до 33,2—39,8%.

Слід гадати, що дихання донора киснем і, отже, практично повне насичення його артеріальної крові киснем в поєднанні з нормальною концентрацією в ній  $\text{CO}_2$ , значною мірою забезпечує більш інтенсивне і швидке відновлення дихання у оживлюваного собаки. Про це свідчить також і те, що зразу ж після припинення штучного кровообігу і переходу оживленого собаки на власний кровообіг, дані газового складу крові значно відрізняються як від аналогічних показників в умовах донорського штучного кровообігу, так і від вихідних величин. Так, наприклад, після припинення штучного кровообігу насичення артеріальної крові киснем знизилось до 78,5—86,0%, змішаної венозної крові — до 44,0—68,0%; артеріо-венозна різниця за киснем досягала інколи навіть 9,34—10,0 об.%, а коефіцієнт утилізації кисню — 42,0—48,4%.

Ці факти можуть свідчити про ще недостатню ефективність відновленого власного дихання і кровообігу щойно оживленої тварини, що приводить до гіпоксичних явищ в її організмі; а також про пози-



тивний вплив організму донора в процесі відновлення функцій оживлюваного собаки.

Ми вважаємо, що застосування для дихання оживленого собаки карбогену після вимикання штучного кровообігу, могло б позитивно, нормалізуюче вплинути на функцію дихання, усунувши за рахунок високого вмісту кисню (95%) і достатньої кількості вуглекислоти (5%), гіпоксію і гіпокапнію, які в цей момент відзначаються в організмі. (При цьому вміст  $\text{CO}_2$  навіть у змішаній венозній крові оживлюваного собаки в наших дослідах, як правило, становив 34—37 об.%). До речі, аналогічні зміни вмісту вуглекислоти в крові собак під час штучного кровообігу після електротравми спостерігав В. Д. Янковський ще в 1954 р.

Слід відзначити, що Е. М. Смиренька [24] також рекомендує застосування карбогену, але тільки в більш пізні строки.

У всіх семи хронічних дослідах основної групи собаки вижили на тривалий час з відновленням основних функцій центральної нервової системи після смерті тривалістю від 13 хв 30 сек до 17 хв 48 сек (16 хв 12 сек — 21 хв 18 сек від моменту нанесення електротравми). При цьому уже через один-два дні стан цих собак, судячи за зовнішнім виглядом і поведінкою, нічим не відрізнявся від додослідного.

За раніше одержаними нами даними [1, 2] в дослідах без застосування для дихання донора кисню тривало виживало близько половини всіх оживлених собак.

Отже, метод штучного кровообігу, який являється найбільш ефективним методом реанімації і до недавнього часу застосовувався для цієї мети в експерименті лише в Інституті фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, в поєднанні із застосуванням для дихання донора кисню стає ще більш надійним засобом боротьби з тривалою клінічною смертю.

### Література

1. Адаменко М. П.— Фізіол. жур. АН УРСР, 1961, VII, 4, 563.
2. Адаменко М. П., Геря Ю. Ф., Морозов О. П., Янковський В. Д.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, XI, 4, 470.
3. Алтухов Г. В.— VIII Всес. съезд физиол., биохим. и фармакол., Тез. докл., М., Изд-во АН СССР, 1955, 24.
4. Безуглый В. П.— Научн. конфер. по физиол. и патол. дыхания, К., Изд-во АН УССР, 1955, 18.
5. Брюхоненко С. С.— В сб.: Искусств. кровообр., М., «Наука», 1964.
6. Гальперин Ю. М.— В кн.: Новые хирург. аппараты и инструм. и опыт их применен., М., 1957, 177.
7. Геря Ю. Ф.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1966, XII, 2, 225.
8. Иванова В. Д., Иванов В. Г., Терезников Г. И., Нехамкина Г. С.— В кн.: Соврем. вопр. искусств. кровообр., Л., 1964, 105.
9. Иванченко Ф. Т.— Научн. конфер. по физиол. и патол. дыхания, К., Изд-во АН УССР, 1955, 78.
10. Колесов А. П., Скорик В. И., Баллюзек Ф. В.— В кн.: Матер. симпоз. по искусств. кровообр., Л., 1964, 98.
11. Колесов А. П., Скорик В. И., Баллюзек Ф. В.— В кн.: Соврем. вопр. искусств. кровообр., М., 1966, 225.
12. Королев Б. А., Котов В. В., Шварц Т. Ф., Соловьев И. К.— В сб.: Труды Всес. симпоз. по реанимации и гипотермии, Горький, 1966, 137.
13. Куршаков Н. А.— Терапевт. архив, 1951, 6, 3.
14. Лешинская Я. С.— В кн.: Физиол. и патол. дыхания, гипоксия и оксигенотер., К., Изд-во АН УССР, 1958, 382.
15. Марцинкевич М. К.— Тез. и автореф. докл. на I научн. сессии Ин-та ортопед. и восстановит. хирург., Иркутск, 1952, 8.
16. Морозов А. П.— Тез. докл. I научн. сессии НИИЭХАиИ МЗ СССР, 1956, 36.
17. Неймарк И. И.— В кн.: Матер. симпоз. по искусств. кровообр., Л., 1964, 101.
18. Новицкий В. А.— В кн.: Физиол. и патол. дыхания, гипоксия и оксигенотер., К., Изд-во АН УССР, 1958, 318.
19. Пафомов Г. А. и Гриневич Н. И.— В кн.: Физиол. и патол. дыхания, гипоксия и оксигенотер., К., Изд-во АН УССР, 1958, 326.



20. Пересторонин С. А.—В сб.: Труды молодых научн. сотр. Моск. ин-та им. М. В. Владимирского, 1959, I, 229.
21. Примак Ф. Я.—В сб.: Кислород. терапия и кислород. недостат., К., Изд-во АН УССР, 1952, 248.
22. Сиротинин Н. Н.—В сб.: Кислород. терапия и кислород. недостат., К., Изд-во АН УССР, 1952, 148.
23. Сиротинин Н. Н., Янковский В. Д.—В кн.: Физиол. нерв. процессов, К., Изд-во АН УССР, 1955, 123.
24. Смирнская Е. М.—Архив патологии, 1951, 13, I, 48.
25. Соболева В. И., Мушегян С. А., Супер Н. А.—В кн.: Актуальн. вопр. реаниматол. и гипотермии, М., Изд-во Медицина, 1964, 73.
26. Федотов Т. С.—Тез. докл. I научн. сессии НИИЭХАИ МЗ СССР, 1956, 26.
27. Чеботарев Д. Ф.—Мед. журн. АН УРСР, 1951, 21, 2, 66.
28. Щербакова Т. Т.—В кн.: Научн. сессия Иркутского ин-та ортопед. и восстановит. хирургии, Иркутск, 1952, 6.
29. Янковський В. Д.—Мед. журн. АН УРСР, 1954, XXIV, 1, 52.
30. Янковський В. Д.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1967, XIII, 5, 677.

Надійшла до редакції 18.VII 1968 р.

### ПРИМЕНЕНИЕ КИСЛОРОДА ДЛЯ ДЫХАНИЯ ДОНОРА-ПАРАБИОНТА, ОРГАНИЗМ КОТОРОГО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ОЖИВЛЕНИЯ СОБАК ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ СМЕРТИ

Н. П. Адаменко, М. М. Середенко, Н. В. Макаренко

Институт физиологии им. А. А. Богомольца АН УССР, Киев

#### Резюме

В наших экспериментах оживление собак после смертельной электротравмы проводилось при помощи метода искусственного кровообращения с использованием венозного насоса автожектора С. С. Брюхоненко и живого организма донора-парабионта через свободно одетую на морду маску. Газовый состав крови исследовали в аппарате Ван-Слайка. При этом артериальная кровь донора была насыщена кислородом на 98,5—100%. Оказалось, что повышение содержания кислорода в нагнетаемой в оживляемый организм донорской крови оказывает положительное влияние на скорость и интенсивность восстановления дыхания.

Во всех хронических опытах основной группы все собаки выжили на длительное время после клинической смерти (13 мин 30 сек—17 мин 48 сек или 16 мин 12 сек—21 мин 18 сек от момента нанесения электротравмы), в то время как в опытах, проводимых по этой же методике, но без применения кислорода, на длительное время выживает только около половины оживленных собак.

### UTILIZATION OF OXYGEN FOR RESPIRATION OF DONOR-PARABIONT WHICH ORGANISM IS USED FOR REANIMATION OF DOGS AFTER LONG PERIOD OF DEATH

N. P. Adamenko, M. M. Seredenko, N. V. Makarenko

The A. A. Bogomoletz Institute of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

#### Summary

Reanimation of dogs after death from electrotrauma was conducted by the method of artificial circulation with utilization of the venous pump of the S. S. Brukhonenko autojector and living organism of donor-parabiont which breathed oxygen through a mask freely put on its snout. The gas composition of blood was investigated in the Van-Slyke apparatus. The arterial blood of donor was saturated by 98.5—100%. It was established that the increased content of oxygen in blood forced into the animated organism influenced positively on speed and intensity of respiration recovery. In the chronic experiments of the basal group all dogs lived for a long time after the clinical death of 13 min. 30 sec.—17 min. 48 sec. duration. But about half of animated dogs lived for a long time in experiments conducted by the same procedure but without utilization of oxygen for donor respiration.