

ВПЛИВ ВАГОТОМІЇ НА ІМПУЛЬСНУ АКТИВНІСТЬ ДИХАЛЬНИХ НЕЙРОНІВ

Т. Л. Жигайло, А. А. Нуріджанова

Лабораторія регуляції дихання Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
АН УРСР, Київ

Відомо, що ваготомія вносить значні зміни в дихання, викликаючи зменшення його частоти та зміни співвідношення фаз дихального циклу [1, 2, 5, 6, 7, 11]. Докладний огляд результатів ваготомії при пневмографічній реєстрації дихання був наведений Віссом [12].

Електрична активність дихальних м'язів після ваготомії посилюється внаслідок збільшення частоти розрядів функціонуючих нейромоторних одиниць (НМО), включення в активність нових НМО, в основному тих, які функціонують протягом другої половини фази [3, 4].

В окремих працях, що стосуються впливу ваготомії на активність бульбарних дихальних нейронів, були наведені ці зміни без кількісного аналізу їх [9, 10]. Діркен і Уолдрінг [9] показали, що анелектротонічне виключення блукаючих нервів приводить до припинення активності частини інспіраторних нейронів, які автори класифікують як вагусні. Решта інспіраторних нейронів підвищують частоту розрядів у залпі після ваготомії. Реакції експіраторних нейронів на ваготомію були різноманітними, але спостерігалось зниження активності.

Хукухара, Окада і Накаяма [10] спостерігали ефекти ваготомії на електричні розряди інспіраторних нейронів, які не розподілялись авторами на окремі популяції. Після перерізання блукаючих нервів автори відзначали зниження частоти розрядів всього залпу або на початку чи наприкінці залпу на 25%. Градієнт зростання частоти на початку залпу був завжди меншим після перерізання блукаючих нервів. Спостерігалось значне подовження інспіраторної та експіраторної фаз, а також збільшення амплітуди вдиху.

Ми вивчали особливості змін кількісних характеристик імпульсної активності бульбарних дихальних нейронів після білатеральної ваготомії і зіставляли їх з характером електричних розрядів нейромоторних одиниць дихальних м'язів.

Досліди проведені на кішках під нембутало-хлоралозним наркозом (по 20 мг/кг внутріочеревинно). Після трахеотомії відпрепарували блукаючі нерви в області ший, розкривали довгастий мозок. Імпульсну активність бульбарних дихальних нейронів відводили скляними мікроелектродами ($d = 10 \text{ мк}$), заповненими 2,5 М розчином NaCl. Електричну активність дихальних м'язів відводили коаксіальними електродами. Реєстрацію здійснювали через підсилювачі УБП шлейфним осцилографом Н-105. Для запису пневмограми використовували вугільний датчик. Після реєстрації вихідного фону активності дихальних нейронів і НМО дихальних м'язів здійснювали двобічну ваготомію, і наступні записи проводили через 2–10 хв після ваготомії.

Проведено кількісний аналіз імпульсної активності шести інспіраторних та шести експіраторних нейронів. З шести інспіраторних нейронів п'ять функціонували протягом усієї фази, один — протягом першої половини фази. Серед експіраторних нейронів чотири нейрони були активними протягом усієї фази, два — протягом другої половини фази.

Як і інші автори [4, 5, 7, 8, 11], ми спостерігали після ваготомії зниження частоти дихання та зміни співвідношення фаз дихального циклу, в основному, за рахунок значно більшого подовження інспіраторної фази.

Всі інспіраторні нейрони збільшують тривалість залпі (на 140–200%). Чим меншою мірою (максимумом) збільшується тривалість залпі, тим меншою мірою (максимумом) збільшується частота розрядів.

На рис. 1 наведені електричні розряди інспіраторного нейрона до ваготомії та після ваготомії. До ваготомії тривалість залпі становила 140 мсек, після ваготомії — 200 мсек.

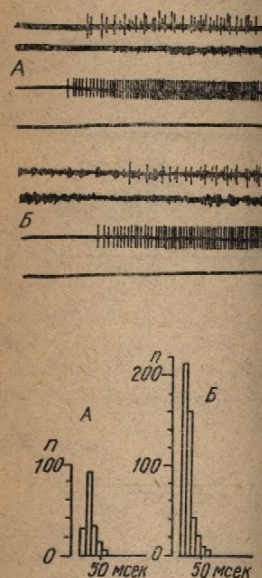


Рис. 1. Вплив двобічної

А — зверху вниз: електричні розряди зовнішнього м'язу інспіраторного нейрона; Б — після ваготомії. В нижній частині — міждіпульсних інтервалів за ваготомії. По горизонталі гістограми міждіпульсних інтервалів. Для

кількість імпульсів у залпі 94 до ваготомії тривалість залпу збільшилась на 15% — 46/сек. Слід відзначити, що частота розрядів нейронів, тим вищою була частота розрядів у залпі після ваготомії, тим меншою була частота розрядів у залпі до ваготомії.

В нижній частині рис. 1 наведені гістограми міждіпульсних інтервалів у залпі після ваготомії. Привертає увагу характерні особливості цих гістограм: частота розрядів у залпі після ваготомії становить приблизно в 1,5 рази менше, ніж до ваготомії, нейрон починає розрядитись приблизно в 1,5 рази менше, ніж до ваготомії, і наприкінці залпу знову починає розрядитись.

Це характерно для всіх нейронів, які активні протягом усієї фази, а також для нейронів, які активні протягом другої половини фази.

ІМПУЛЬСНУ АКТИВНІСТЬ ІНСПІРАТОРНИХ НЕЙРОНІВ

Гуріджанова

фізіології ім. О. О. Богомольця

УДК 612.287

Зміни в диханні, викликаючи поєднання фаз дихального циклу, впливають на ваготомію при пневмонії Віссом [12].

Вплив ваготомії посилює функціонування нейромоторних нових НМО, в основній половині фази [3, 4].

Вплив ваготомії на активність ведені ці зміни без кількісного показу, що анелектротонічне до припинення активності частини класифікують як вагусні. Частоту розрядів у залпі нейронів на ваготомію були зміни активності.

спостерігали ефекти ваготомії на імпульсність, які не розподілялись автоматично блукаючих нервів. Спостерігали ефекти ваготомії на частоту зростання частоти на початку фази блукаючих нервів. Спостерігали ефекти ваготомії на частоту зростання частоти на початку фази блукаючих нервів. Спостерігали ефекти ваготомії на частоту зростання частоти на початку фази блукаючих нервів.

характеристик імпульсної активності імпульсної ваготомії і зіставляли їх з характером дихальних м'язів. Після хлоралозним наркозом (по 20 мг/кг) вводили блукаючі нерви в області ший, грудної та черевної порожнини, заповненими 2,5 М розчином відводили коаксіальними електродами з шлейфним осцилографом Н-105. Після реєстрації вихідних дихальних м'язів здійснювали двохфазну ваготомію: перша фаза — протягом 2—10 хв після ваготомії, друга фаза — протягом другої половини фази.

спостерігали після ваготомії зміни в тривалості фаз дихального циклу, частоті дихання, частоті розрядів нейронів, частоті розрядів нейронів, частоті розрядів нейронів.

Всі інспіраторні нейрони після перерізання блукаючих нервів значно збільшують тривалість залпу (на 40—100%) і кількість розрядів у залпі (на 140—200%). Частота розрядів також збільшується, однак меншою мірою (максимум на 90%).

На рис. 1 наведені осцилограми, що ілюструють зміни імпульсної активності інспіраторного нейрона, який функціонує протягом усієї фази. До ваготомії тривалість його залпу становила $2,3 \pm 0,1$ сек, кількість імпульсів у залпі 94 ± 4 , частота імпульсів 40 ± 1 /сек.

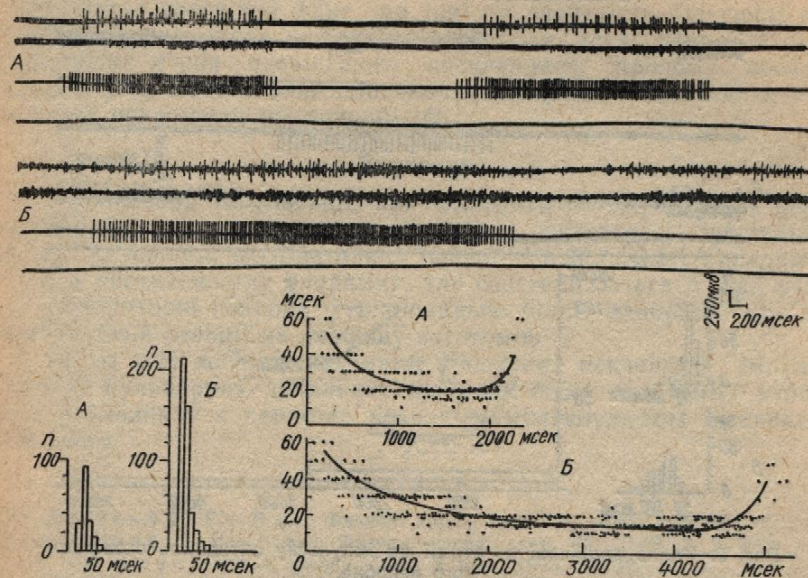


Рис. 1. Вплив двобічної ваготомії на імпульсну активність інспіраторного нейрона.

А — зверху вниз: електричні розряди зовнішнього мізкеберного м'яза зліва; електричні розряди зовнішнього мізкеберного м'яза справа; імпульсна активність бульбарного інспіраторного нейрона; пневмограма (вдих — вгору). Б — те саме після двобічної ваготомії. В нижній частині рисунка зліва — гістограми та справа — графіки розподілу міжімпульсних інтервалів за ходом залпу інспіраторного нейрона А — до і Б — після ваготомії. По горизонталі гістограми — міжімпульсні інтервали, по вертикалі — кількість міжімпульсних інтервалів. Для графіка по горизонталі — час у msec, по вертикалі — величина міжімпульсних інтервалів.

кількість імпульсів у залпі 94 ± 4 , частота імпульсів 40 ± 1 /сек. Після ваготомії тривалість залпу збільшилась до $4,8 \pm 0,2$ сек (на 110%), кількість імпульсів зростає до 218 ± 5 (на 130%), а частота їх лише на 15% — 46 /сек. Слід відзначити, що чим нижчою була вихідна частота розрядів нейронів, тим вищим було підвищення її після ваготомії.

В нижній частині рисунка наведені гістограми та графіки розподілу міжімпульсних інтервалів за ходом залпу до і після ваготомії. Гістограми міжімпульсних інтервалів показують збільшення кількості імпульсів у залпі після ваготомії і зміщення максимуму в бік менших інтервалів. Привертає увагу те, що незважаючи на значні зміни кількісних характеристик активності нейрона, характер розподілу міжімпульсних інтервалів за ходом залпу істотно не змінюється: як і до ваготомії, нейрон починає розряд на частоті, яка поступово зростає, досягає максимуму приблизно в середині залпу, триває деякий час на цьому рівні і наприкінці залпу знову знижується.

Це характерно для всіх досліджуваних нейронів. Одночасно з посиленням імпульсної активності інспіраторного нейрона спостерігається

значне посилення електричної активності інспіраторних м'язів, яке полягає в збільшенні кількості активних нейромоторних одиниць.

На відміну від інспіраторних нейронів імпульсна активність експіраторних нейронів змінювалась різноспрямовано. У більшості нейронів (п'ять з шести) тривалість залпу збільшувалась, кількість же імпульсів

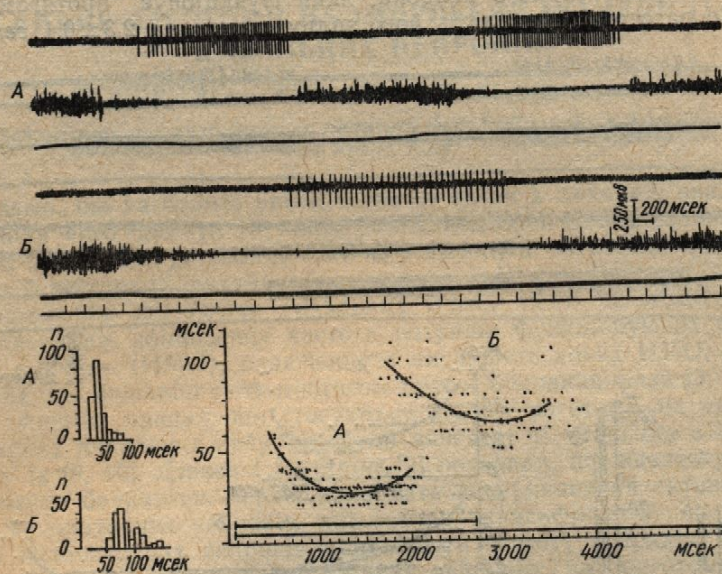


Рис. 2. Вплив двобічної ваготомії на імпульсну активність експіраторного нейрона.

А — зверху вниз: імпульсна активність експіраторного нейрона, електричні розряди нейромоторних одиниць зовнішнього міжреберного м'яза, пневмограма (вдих — вгору). Б — те саме після двобічної ваготомії. Внизу рисунка зліва — гістограми та справа — графіки розподілу міжімпульсних інтервалів за ходом залпу експіраторного нейрона. Позначення по горизонталі та вертикалі такі самі, як на рис. 1. В нижній частині графіка двома горизонтальними лініями позначено тривалість фази експірації по пневмограмі, верхньою — до, нижньою — після ваготомії.

у одних нейронів зростала, в інших зменшувалась. Частота розрядів в більшості випадків знижувалась, але спостерігався нейрон, що підвищував частоту розряду після ваготомії, і нейрон, який не змінював частоти. Слід відзначити, що різні ефекти ваготомії на активність експіраторних нейронів не залежать ні від початкової частоти розрядів нейрона, ні від того, чи активний нейрон протягом усієї або частини фази.

На рис. 2 наведені записи реакції експіраторного нейрона, активного протягом усієї фази. Тривалість залпу цього нейрона у вихідному стані становила $1,5 \pm 0,04$ сек, кількість імпульсів у залпі 48 ± 2 , частота — 32 ± 1 /сек. Після ваготомії тривалість залпу зростала до $1,9 \pm 0,06$ сек (на 27%), а кількість імпульсів та їх частота знижувались відповідно до 25 ± 2 (на 48%) і 15 ± 1 /сек (на 53%). Гістограми міжімпульсних інтервалів показують зменшення кількості імпульсів та зміщення максимуму у бік більших інтервалів. Як видно з графіків розподілу міжімпульсних інтервалів, тривалість фази експірації по пневмограмі подовжувалась значно більшою мірою, ніж тривалість залпу нейрона, але положення залпу нейрона в фазі експірації не змінилось. Як і у інспіраторних нейронів, характер розподілу міжімпульсних інтервалів за ходом залпу не змінюється, хоч градієнт зростання частоти на початку залпу як для експіраторних, так і для інспіраторних

нейронів зменшується, з співавторами [10] для

Один із експіраторних нейронів усієї фази, відразу після ваготомії. Через 2 хв з'явилась імпульсна активність. Через 2 хв з'явилась імпульсна активність у 80% нижче вихідної величини.

Привертає увагу також реакція експіраторних нейронів після ваготомії. Активність дихальних м'язів після ваготомії нових нейромоторних

1. Припинення імпульсної активності дихального центру, припинення активності експіраторних нейронів. Активність експіраторних нейронів з'являється в протилежності до активності інспіраторних.

2. Інспіраторні нейрони, в своїй реакції на ваготомію, змінюють частоту імпульсів.

3. Серед всіх досліджуваних нейронів активності бульбарних нейронів сталим показником є частота імпульсів за ходом залпу.

1. Введенский Н. Е.—
2. Введенский Н. Е.—
3. Инь Чи Чжан—Бю
4. Нуріджанова А. А.—
5. Раевский В. С.—Б
6. Раевский В. С.—Б
7. Сергиевский М. —
8. Мас Сапон Д., Но
9. Dirken M., Woldri
10. Hukuhara T., Oka
11. Oberholzer R., Sch
12. Wyss O.—Ergeb. Phys

EFFECT OF

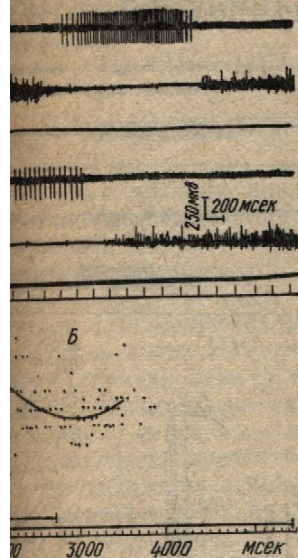
T. L. J.

Laboratory of Respiration, Academy of Sciences, USSR

The effect of bilateral vagotomy on the activity of expiratory neurons was studied in experiments on cats.

It is shown that all expiratory neurons increase the impulse quantity during the expiratory phase. These quantitative reactions were also observed in the activity of bulbar respiratory neurons during the interimpulse intervals at

гі інспіраторних м'язів, яке по-
нейромоторних одиниць.
нів імпульсна активність експі-
рямовано. У більшості нейронів
увалась, кількість же імпульсів



імпульсну активність експіратор-
на.

іраторного нейрона, електричні роз-
міжреберного м'яза, пневмограма
і ваготомії. Внизу рисунка зліва —
міжімпульсних інтервалів за ходом
горизонталі та вертикалі такі самі,
ома горизонтальними лініями позна-
корями, верхньою — до, нижньою —
мії.

меншувалась. Частота розрядів
спостерігався нейрон, що підви-
мії, і нейрон, який не змінював
сти ваготомії на активність експі-
початкової частоти розрядів ней-
протягом усієї або частини фази.
і експіраторного нейрона, актив-
залпу цього нейрона у вихідному
ь імпульсів у залпі 48 ± 2 , часто-
лість залпу зростала до $1,9 \pm$
льсів та їх частота знижувались
(/сек (на 53%). Гістограми між-
ищення кількості імпульсів та
інтервалів. Як видно з графіків
тривалість фази експірації по-
ільшою мірою, ніж тривалість
нейрона в фазі експірації не змі-
а, характер розподілу міжімпульс-
інюється, хоч градієнт зростання
іраторних, так і для інспіраторних

нейронів зменшується, що відзначали Діркен та Уолдрінг [9], Хукухара
з співавторами [10] для інспіраторних нейронів.

Один із експіраторних нейронів, який функціонував протягом
усієї фази, відразу після ваготомії тимчасово припинив свою актив-
ність. Через 2 хв з'явилися поодинокі розряди цього нейрона, потім
кількість імпульсів у залпі збільшувалась, але все ж залишалась на
80% нижче вихідної величини.

Привертає увагу той факт, що тоді як активність більшості експі-
раторних нейронів після ваготомії знижується, електрична активність
експіраторних м'язів здебільшого посилюється, причому посилення
активності дихальних м'язів здійснюється шляхом включення в актив-
ність нових нейромоторних одиниць [4].

Висновки

1. Припинення імпульсації, що надходить по блукаючому нерву в
дихальний центр, приводить до посилення активності інспіраторних
нейронів. Активність експіраторних нейронів в більшості випадків змі-
нюється в протилежному напрямку, але спостерігаються й інші реакції.

2. Інспіраторні нейрони функціонально більш однорідні, ніж експі-
раторні, в своїй реакції на двобічну ваготомію.

3. Серед всіх досліджених нами кількісних показників імпульсної
активності бульбарних дихальних нейронів після ваготомії найбільш
сталим показником є характер розподілу міжімпульсних інтервалів за
ходом залпу.

Література

1. Введенский Н. Е.—В кн.: Физиол. нервн. сист., М., 1952, 3, 2, 831.
2. Введенский Н. Е.—В кн.: Физиол. нервн. сист., М., 1952, 3, 2, 845.
3. Инь Чи Чжан—Бюлл. exper. биол. и мед., 1960, 50, 10, 34.
4. Нуріджанова А. А.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1964, 10, 1, 113.
5. Раевский В. С.—Бюлл. exper. биол. и мед., 1949, 4, 281.
6. Раевский В. С.—Бюлл. exper. биол. и мед., 1948, 25, 1.
7. Сергиевский М. В.—Дыхательный центр млекопитающих животных и ре-
гуляция его деятельности, М., Медгиз, 1950.
8. Mac Canon D., Horvath S.—Amer. J. Physiol., 1957, 189, 3, 569.
9. Dirken M., Woldring S.—J. Neurophysiol., 1951, 14, 3, 211.
10. Hukuhara T., Okada H., Nakayama S.—Japan. J. Physiol., 1956, 6, 2, 87.
11. Oberholzer R., Schlegel H.—Helv. Physiol. Pharmacol. acta, 1957, 15, 1, 63.
12. Wyss O.—Ergeb. Physiol. Biol. Chem. und Exper. Pharmacol., 1964, 54, 207.

Надійшла до редакції
28.III 1972 р.

EFFECT OF VAGOTOMY ON IMPULSE ACTIVITY OF RESPIRATORY NEURONS

T. L. Zhigailo, A. A. Nuridzhanova

Laboratory of Respiration Regulation, the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Summary

The effect of bilateral vagotomy on the impulse activity of bulbar respiratory
neurons was studied in experiments on cats under chloralose-nembutal narcosis.

It is shown that all the inspiratory neurons considerably prolong the volley,
increase the impulse quantity in the volley and discharge frequency. In most expiratory
neurons these quantitative indices changed in the opposite direction though other
reactions were also observed. Among all the investigated quantitative indices in impulse
activity of bulbar respiratory neurons after vagotomy the character of distribution
of interimpulse intervals along the volley path is the most stable.