

ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ НЕЙРОМОТОРНИХ ОДИНИЦЬ ДИХАЛЬНИХ М'ЯЗІВ

Д. О. Кочерга

Відділ фізіології дихання Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Дихальні м'язи, як і інші скелетні м'язи, функціонують за принципом нейромоторних одиниць. Концепція про нейромоторні одиниці, як відомо, була сформульована у 1925 р. Шеррінгтоном, який визначив їх як систему, що включає мотонейрон, його аксон і пов'язану з ним групу м'язових волокон. Електрофізіологічними дослідженнями діяльності нейромоторних одиниць доведено, що збудження до м'язових волокон по колатералях від аксона передається одночасно, і збудливість м'язових волокон, які входять до складу даної одиниці, однакова. Внаслідок цього збудження м'язових волокон виникає синхронно і точно відтворює процес збудження відповідного мотонейрона.

Щодо нейромоторних одиниць дихальних м'язів, то мотонейрони, які іннервують діафрагму, знаходяться в ядрах діафрагмальних нервів, розміщених у III—V сегментах шийної частини спинного мозку, а мотонейрони зовнішніх і внутрішніх міжреберних м'язів та прямих і косих м'язів живота розміщені у передніх рогах сірої речовини спинного мозку на рівні I—XII грудних сегментів.

Збудження від бульбарного дихального центра до дихальних нейронів спинного мозку передається по низхідних ретикулоспинальних шляхах, які проходять, в основному, у вентральному відділі бокового канатика спинного мозку [26, 27, 31]. За даними Німмера і Мегуна [24], низхідні волокна до дихальних мотонейронів проходять і в передньому канатіку спинного мозку.

Дихальні м'язи виникли на певному етапі еволюції тварин і їх спеціалізація здійснювалась під впливом безперервного потоку імпульсів від центральної нервової системи. Різноманітність функцій дихальної мускулатури дає підставу для припущення про існування різних іннерваційних механізмів, що забезпечують здійснення цих функцій. Оскільки активність нейромоторних одиниць дихальних м'язів відображає число і ступінь збудження відповідних мотонейронів, то електрофізіологічне дослідження їх функції може дати нові дані для розуміння особливостей функціональної організації еферентної ланки дихального центра.

Літературні дані з цього питання [7, 14, 16, 21] свідчать про перспективність такого підходу до вивчення механізмів нервової регуляції дихальних рухів. Для вивчення деяких функцій нейромоторних одиниць дихальних м'язів ми застосовували метод електроміографії. Нам здавалось доцільним дати кількісні характеристики діяльності дихальних м'язів по показниках їх електричної активності. Була зроблена спроба кількісного аналізу показників активності нейромоторних оди-

ниць залежно від відношення їх електричних розрядів щодо початку і кінця дихальних фаз, характеру розміщення розрядів на протязі відповідної фази дихання, кількості розрядів у залпі та їх частоти, розподілу інтервалів між окремими розрядами за ходом залпу.

Методика

Досліди проводились на кішках і собаках. Для хронічних дослідів без застосування наркозу брали собак, для гострих дослідів — наркотизованих нембуталом (35—40 мг/кг) кішок. Біоелектричні потенціали від нейромоторних одиниць дихальних м'язів відводили з допомогою платинових коаксіальних електродів [15], з діаметром оголеного кінчика 100 мк. Такі електроди, маючи малу площу відведення, селективно відводять електричні розряди від однієї або кількох нейромоторних одиниць. Для реєстрації електрограм дихальних м'язів ми користувались триканальним катодним електроміографом фірми «Disa» і могли одночасно реєструвати активність різних дихальних м'язів, або різних ділянок одного і того ж м'яза. В деяких дослідах одночасно реєстрували електроміограми дихальних м'язів і локомоторних м'язів кінцівок. При аналізі електроміограм, ми, як і інші автори [15, 16, 20], вважали, що кожному піку (розряду) відповідає сумарний потенціал багатьох одночасно збуджених м'язових волокон нейромоторної одиниці, і що амплітуда піка за інших рівних умов залишається однаковою.

За нормальних умов дихання скороченню дихальних м'язів протидіють два фактори: опір проходженню повітря через дихальні шляхи і тенденція легенів і грудної клітки до спадання. При слабкому спокійному диханні, особливо у наркотизованих тварин, активність дихальних м'язів проявляється лише у фазу вдиху, а видих здійснюється за рахунок сил еластичної тяги легенів і грудної клітки. При поглибленні дихання в активність включаються і експіраторні м'язи [8, 16]. Для того, щоб в умовах наших дослідів можна було реєструвати електричні реакції як інспіраторних, так і експіраторних м'язів, ми збільшували мертвий простір та опір диханню, а відповідно і глибину дихання, для чого трахеальну канюлю поєднували з гумовою трубою довжиною 30—40 см.

При аналізі зареєстрованих осцилограм ми звертали увагу на кореляцію активності нейромоторних одиниць дихальних м'язів з фазами дихального циклу, тривалість функціонування одиниць, варіабільність інтервалів між їх окремими розрядами, синхронність чи асинхронність активності різних нейромоторних одиниць, частотні діпазони роботи різних нейромоторних одиниць.

Результати досліджень

Дослідження електричних реакцій нейромоторних одиниць дихальних м'язів показало, що дихальні рухи у нормальних, ненаркотизованих тварин — це складне поєднання швидких фазних скорочень і тонічних напружень дихальних м'язів. Фазні скорочення дихальних м'язів здійснюються на фоні познотонічної їх активності.

Залежно від кореляції активності нейромоторних одиниць дихальних м'язів з фазами дихального циклу вони розподіляються на два типи: 1) розряди, що певним чином корельовані з фазами дихального циклу і 2) тонічні розряди, що проявляються на протязі всього дихального циклу.

На рис. 1 наведені електрограми фазних і тонічних розрядів нейромоторних одиниць міжреберних м'язів у ненаркотизованої собаки, а в табл. 1 — дані, що характеризують кількість розрядів в окремих інспіраторних залпах та частоту розрядів (за 1 сек) тих самих м'язів.

На рис. 2 наведені гістограми розподілу інтервалів між окремими розрядами нейромоторних одиниць для тих же м'язів. При аналізі зареєстрованих у дослідах осцилограм ми вважали, що при активності нейромоторної одиниці кожному піку (розряду) відповідає сумарний потенціал дії багатьох належних до неї м'язових волокон. Аналіз співвідношення розрядів нейромоторних одиниць, відведених одним або кількома електродами від одного і того ж м'яза, або від різних м'язів показав, що нейромоторні одиниці функціонують асинхронно. При спо-

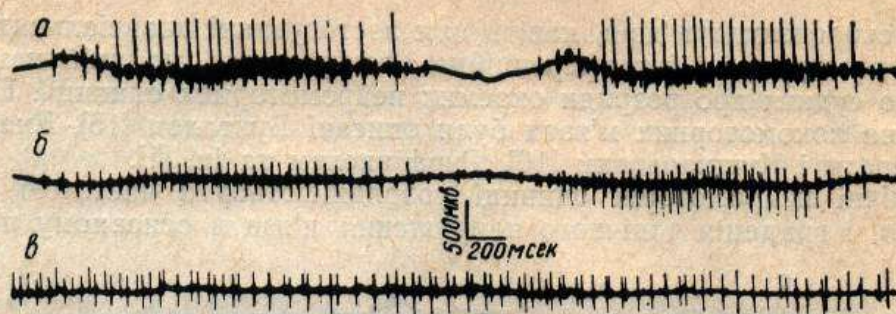


Рис. 1. Електричні розряди нейромоторних одиниць дихальних м'язів собаки:

a, б — фазні інспіраторні розряди зовнішніх міжреберних м'язів (*a* — V міжребер'я зліва; *б* — V міжребер'я справа); *в* — тонічні розряди внутрішнього міжреберного м'яза (VI міжребер'я справа). Калібрівка амплітуди розрядів в мВ та часу в мсек позначені на осцилограмах.

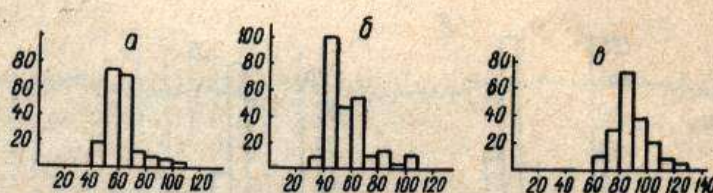


Рис. 2. Гістограми розподілу інтервалів між окремими розрядами нейромоторних одиниць міжреберних м'язів:

a — зовнішній міжреберний м'яз (V міжребер'я зліва); *б* — зовнішній міжреберний м'яз (V міжребер'я справа); *в* — внутрішній міжреберний м'яз (VI міжребер'я справа). Гістограми побудовані за даними дослідів, електрограми якого наведені на рис. 1. Для аналізу взято вісім дихальних циклів (частота дихання 16/хв). По горизонталі — тривалість інтервалів у мсек, по вертикалі — кількість інтервалів.

Таблиця 1

Кількість розрядів в окремих залпах і частота розрядів нейромоторних одиниць дихальних м'язів собаки

№ залпу	Зовнішній міжреберний м'яз (V міжребер'я зліва)		Зовнішній міжреберний м'яз (V міжребер'я справа)		Внутрішній міжреберний м'яз (VI міжребер'я справа)
	Кількість розрядів в інспіраторному залпі	Частота розрядів за 1 сек	Кількість розрядів в інспіраторному залпі	Частота розрядів за 1 сек	Частота розрядів за 1 сек (тонічні розряди)
1	37	21	23	17	16
2	30	17	25	16	
3	28	18	23	17	
4	34	23	26	18	
5	35	22	22	17	
6	32	23	24	18	
7	36	22	26	17	
8	31	23	23	18	
Середнє	33±3	21±2	24±2	17±1	16

кійному диханні функціонують нейромоторні одиниці лише вдихальних м'язів, і частота їх розрядів невелика. При посиленні дихання все більше і більше нейромоторних одиниць, що функціонують у фазному режимі, включається в активність, і частота розрядів окремих нейромоторних одиниць підвищується до 30—40 за 1 сек. Тому при інтен-

сивних скороченнях м'язів, навіть при застосуванні коаксіальних електродів, реєструється інтерференційна електрограма, по якій неможливо точно судити про розряди окремих нейромоторних одиниць. Подібні явища на локомоторних м'язах були описані Бухталем [15], Екстедтом [20], Персон і Кушнар'овим [10], Гурфінкелем та ін. [1].

Тонічні нейромоторні одиниці розряджаються з частотою 10—20 за 1 сек, і градація тонічного напруження м'яза в основному пов'язана

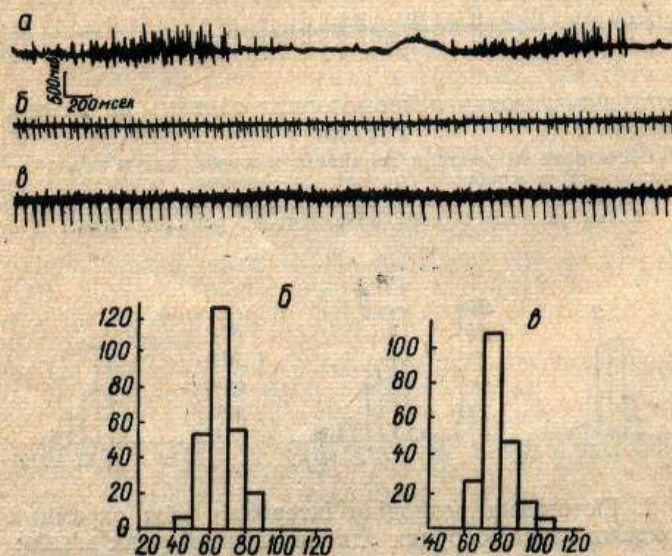


Рис. 3. Фазні та тонічні розряди нейромоторних одиниць дихальних та локомоторного м'язів собаки:

а — зовнішній міжреберний м'яз (інспіраторні залпи); б — зовнішній міжреберний м'яз (тонічні розряди); в — розгинач передпліччя (тонічні розряди). Внизу гістограми розподілу інтервалів між окремими розрядами нейромоторних одиниць, що функціонують у тонічному режимі (б — зовнішній міжреберний м'яз, частота розрядів 18/сек; в — розгинач передпліччя, частота розрядів 13/сек).

По горизонталі — тривалість інтервалів у msec, по вертикалі — кількість інтервалів.

на з включенням в активність нових одиниць при незначному збільшенні частоти розрядів окремих одиниць. Складається враження, що тонічні нейромоторні одиниці функціонують у режимі поодиноких скорочень.

У спеціально проведених дослідях на собаках ми одночасно реєстрували розряди тонічних нейромоторних одиниць дихальних і локомоторних м'язів. На рис. 3 наведені осцилограми одного з таких дослідів. Осцилограми свідчать про те, що тонічні розряди як дихальних, так і локомоторних м'язів дуже подібні між собою і, напевно, здійснюються з допомогою спільних центральних іннерваційних механізмів.

Під впливом наркотичних речовин електрична активність нейромоторних одиниць, що забезпечують тонічну функцію дихальних м'язів, різко зменшується, а в стані глибокого наркозу зникає повністю. Тому при проведенні дослідів на наркотизованих тваринах експериментатор фактично не має можливості досліджувати познотонічні реакції дихальних м'язів і має справу лише з фазною їх діяльністю.

У нормальних же тварин дихальні м'язи, будучи поперечносмугастими м'язами, у своїй діяльності підпорядковані спінальним і супраспінальним механізмам, які регулюють тонус, позу і фазні рухи. Експериментально доведено, що регуляція познотонічної функції дихаль-

них м'язів може здійснюватися і незалежно від бульбарного дихального центра, подібно тому, як регулюється тонус локомоторної мускулатури [6—8, 22]. Таким чином, м'язи, які використовуються для дихання, можуть також служити і для підтримання пози, або в здійсненні рухів тулуба і кінцівок. У цьому випадку дихальні рухи включаються в структуру локомоторних рухів.

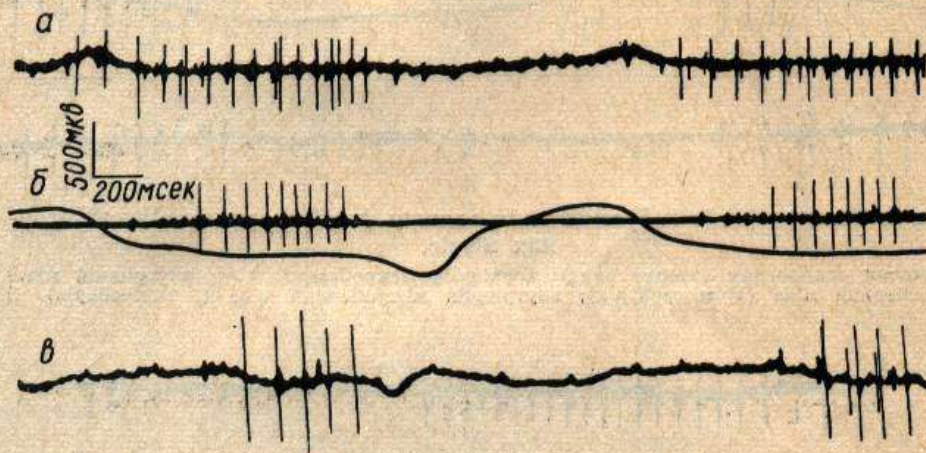


Рис. 4. Типи розрядів нейромоторних одиниць інспіраторних м'язів кішки:

a — нейромоторна одиниця, що функціонує від початку до кінця інспіраторної фази; *б* — одиниця, що функціонує в середині вдиху; *в* — одиниця, що функціонує наприкінці фази вдиху. На пневмограмі опускання кривої вниз відповідає фазі вдиху.

Дихальні м'язи, особливо міжреберні, за умов нормального дихання тварини перебувають у стані постійного тонусу і підтримують ребра у дещо постійному стані, забезпечуючи відносну стабільність депресії внутріплеврального тиску та запобігають спаданню грудної клітки. Функціонуючі в тонічному режимі, нейромоторні одиниці, очевидно, і є морфологічним субстратом забезпечення познотонічної функції дихальних м'язів.

Дослідження тонічної функції дихальних м'язів набуває особливої ваги у зв'язку з одержаними в останні роки новими даними про роль пропріоцепторів дихальних м'язів у саморегуляції дихання [17—19, 29, 30].

Нейромоторні одиниці, що функціонують у фазному режимі, дають електричні розряди щодо певних фаз дихального циклу. В діафрагмі та зовнішніх міжреберних м'язах вони бувають активні у фазу вдиху, а у внутрішніх міжреберних м'язах та прямих і косих м'язах живота — у фазу видиху. Слід зауважити, що та частина внутрішніх міжреберних м'язів, яка заповнює міжхрящеві проміжки ребер, проявляє активність синхронно з фазою вдиху.

Нейромоторні одиниці, що функціонують у фазному режимі як інспіраторних, так і експіраторних м'язів, можуть бути розподілені на кілька груп, залежно від співвідношення їх активності щодо початку і кінця відповідних фаз дихального циклу, тривалості залпів, кількості розрядів у залпі, частоти розрядів і характеру розподілу між окремими розрядами за ходом залпу. На рис. 4 наведені електрограми нейромоторних одиниць, одночасно зареєстровані в різних зовнішніх міжреберних м'язах наркотизованої нембуталом кішки (*a* — VIII міжребер'я зліва; *б* — VIII міжребер'я справа; *в* — IX міжребер'я зліва). Електрограми чітко ілюструють певну послідовність включення в активність різних нейромоторних одиниць у фазу вдиху. Така послідов-

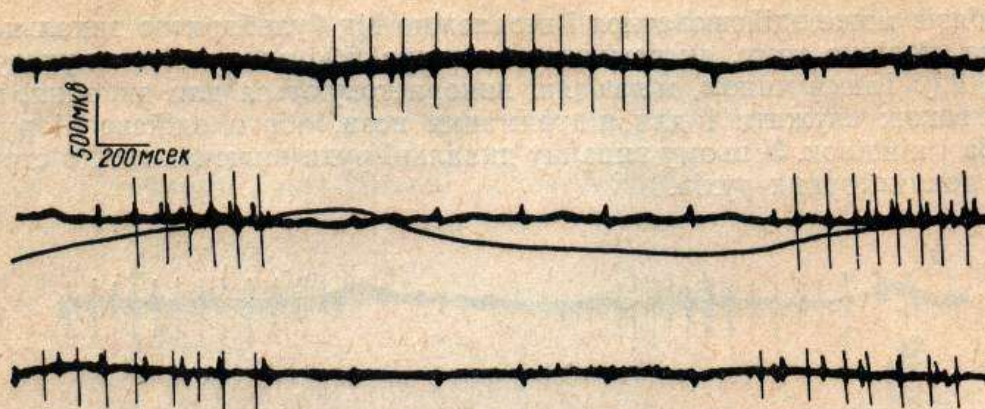


Рис. 5. Типи розрядів нейромоторних одиниць інспіраторних та експіраторних м'язів.

Значення осцилограм (зверху вниз): зовнішній міжреберний м'яз; внутрішній міжреберний м'яз (V міжребер'я); внутрішній міжреберний м'яз (I міжребер'я).

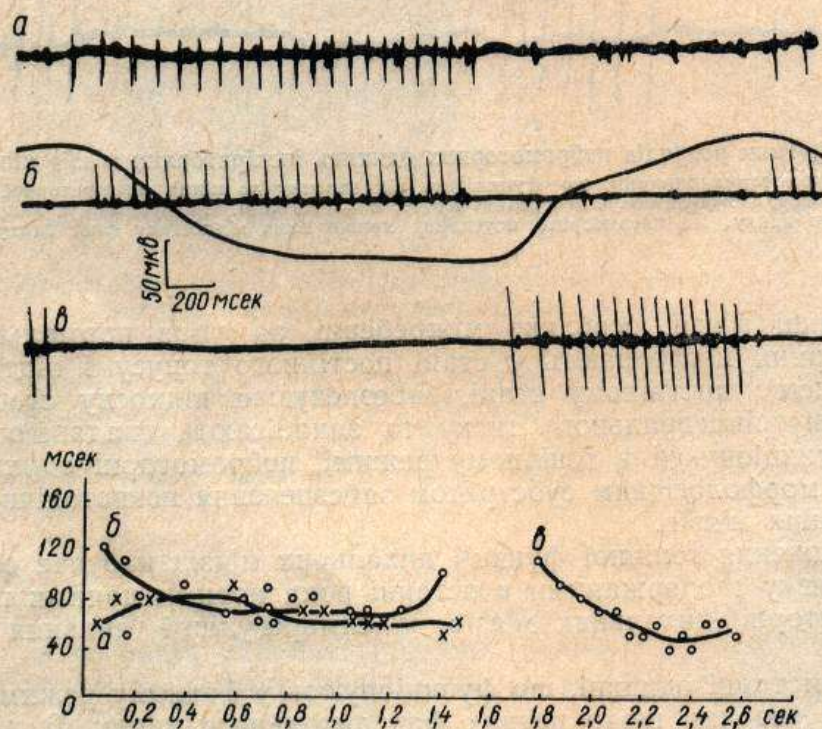


Рис. 6. Типи розрядів нейромоторних одиниць інспіраторних (а, б) і експіраторного (в) м'язів і графіки розподілу інтервалів між окремими розрядами за ходом дихального циклу (по горизонталі час від початку дихального циклу в секундах, по вертикалі — тривалість інтервалів між окремими розрядами в msec). Дослід на наркотизованій нембуталом кішці.

ність активності нейромоторних одиниць спостерігається не тільки на різних м'язах, але і в одному і тому ж м'язі.

Співвідношення розрядів інспіраторних та експіраторних одиниць на протязі дихального циклу ілюструють осцилограми, наведені на рис. 5.

У табл. 2 наведені дані про кількість розрядів у залпах та їх частоту в різних нейромоторних одиницях. Дані, вміщені у цій таблиці, одержані на основі кількісного аналізу 20 дихальних циклів, зареєстрованих на осцилограмах, приклад яких вміщено на рис. 5.

Таблиця 2

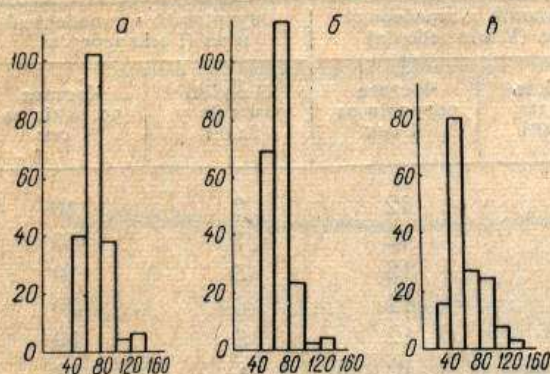
Кількість розрядів в окремих залпах і частота розрядів нейромоторних одиниць дихальних м'язів кішки

№ залпу	Зовнішній міжреберний м'яз (XI міжребер'я)		Внутрішній міжреберний м'яз (V міжребер'я)		Внутрішній міжреберний м'яз (I міжребер'я)	
	Кількість розрядів у залпі	Частота розрядів за 1 сек	Кількість розрядів у залпі	Частота розрядів за 1 сек	Кількість розрядів у залпі	Частота розрядів за 1 сек
1	12	10	7	12	7	10
2	13	10	7	12	7	10
3	13	10	6	15	5	10
4	12	10	7	12	6	10
5	12	9	8	12	5	10
6	13	10	6	12	6	10
7	13	10	7	12	5	10
8	13	10	7	14	4	10
9	14	10	6	12	6	10
10	12	9	7	12	5	10
11	12	10	7	14	4	10
12	11	9	7	12	6	10
13	12	9	6	12	4	15
14	12	9	8	12	6	10
15	12	9	8	14	3	10
16	11	9	7	12	5	10
17	11	9	7	12	5	10
18	11	9	6	15	5	10
19	11	9	7	12	4	10
20	10	9	6	12	4	10
Середнє	12±1	9±1	7±1	13±1	5±1	10±1

З наведених осцилограм і таблиці можна робити висновок, що нейромоторні одиниці дихальних м'язів не є функціонально однорідними і відрізняються між собою щодо їх розрядів до фаз дихального циклу, за кількістю та частотою розрядів у залпі. У наркотизованих тварин як кількість в окремих залпах, так і частота розрядів значно менші, ніж у ненаркотизованих тварин (табл. 1), і дисперсія цих показників незначна. Важливим є і той факт, що різні типи нейромоторних одиниць відрізняються між собою і гістограмами розподілу інтервалів між окремими розрядами та характером розподілу інтервалів між розрядами за ходом залпу (рис. 6 і 7).

Отже, кількісний аналіз зареєстрованих у дослідах електрограм нейромоторних одиниць показав, що як група інспіраторних, так і група експіраторних одиниць включають по кілька типів, або підгруп, які відрізняються між собою рядом досліджуваних нами показників. Так, в залежності від відношення активності нейромоторних одиниць до фаз вдиху у вдихальних м'язах (діафрагма, зовнішні міжреберні м'язи) виявлені: а) нейромоторні одиниці, які функціонують від початку вдиху до його закінчення; б) нейромоторні одиниці, що бувають активними тільки на початку вдиху; в) нейромоторні одиниці, що проявляють активність у середині вдиху і г) нейромоторні одиниці, що

функціонують тільки наприкінці фази вдиху. У видихальних м'язях виявлено три групи нейромоторних одиниць: а) ті, що функціонують від початку до кінця фази видиху; б) ті, що функціонують у першу



половину видиху і в) ті, що проявляють активність наприкінці фази видиху. Виділені групи нейромоторних одиниць відрізняють-

Рис. 7. Гістограми розподілу інтервалів між окремими розрядами різних типів нейромоторних одиниць дихальних м'язів, представлених на рис. 6.

По горизонталі тривалість інтервалів в мсек, по вертикалі — кількість інтервалів. Гістограми складені на основі аналізу осцилограм, зареєстрованих на протязі 10 дихальних циклів.

ся тривалістю залпів, кількістю імпульсів у залпі, частотою їх розрядів і характером розподілу інтервалів між окремими розрядами.

Найчастіше у наркотизованих тварин серед інспіраторних та експіраторних нейромоторних одиниць трапляються такі, активність яких повністю збігається з фазою вдиху чи видиху. У ненаркотизованих тварин градація активності різних типів нейромоторних одиниць виражена більш чітко і нерідко з допомогою одного коаксіального електрода вдається одночасно зареєструвати розряди кількох нейромоторних одиниць (рис. 3, осцилограма а).

У принципі система нейромоторних одиниць інспіраторних м'язів функціонує таким чином, що сила скорочення м'язів збільшується в міру розвитку вдиху. Це зумовлено структурними особливостями системи органів зовнішнього дихання. Фізичні властивості і будова грудної клітки такі, що для діяльності системи необхідне наростання кількості енергії в міру розширення грудної клітки [25].

Акт вдиху в умовах спокійного дихання, в основному, здійснюється за рахунок сил еластичної тяги легенів і грудної клітки. При збільшенні глибини дихання послідовно включаються в активність різні типи експіраторних нейромоторних одиниць.

Одержані нами дані про функцію нейромоторних одиниць дихальних м'язів свідчать про те, що нервові структури, які регулюють дихальні рухи, включають різні типи або підгрупи інспіраторних та експіраторних нейронів, а також тонічні нейрони, як взаємопов'язану систему функціонально неоднорідних елементів. Слід відзначити, що одержані за останні роки нові дані про функціональну організацію бульбарного дихального центра на нейронному рівні приводять до висновку, що основні його функції зумовлені характером взаємозв'язків і взаємодії між різними популяціями дихальних нейронів [3, 5, 9, 11, 13, 23—28]. Проте питання про механізми взаємодії між різними типами дихальних нейронів залишається мало вивченим.

Вивчення діяльності ефекторної ланки дихальної системи — дихальних м'язів — показало, що різні форми діяльності дихальних м'язів зумовлені, з одного боку, різним характером впливів на їх мотонейрони, а з другого — наявністю в них спеціалізованих форм фазних і тонічних нейромоторних одиниць.

Література

1. Гурфинкель В. С., Кац Я. М., Шик М. Л.—Регуляция позы человека, М., 1965.
2. Карпухина А. М.—Информ. особен. функц. системы дыхания на нейрон. уровне, Автореф. канд. дисс., М., 1967.
3. Кедер-Степанова И. А., Пономарев В. А.—Биофизика, 1965, 10, 2 324.
4. Кедер-Степанова И. А., Четаев А. Н.—В кн.: Вопросы физиол. и патол. дыхания, Куйбышев, 1968, 13.
5. Кирзон М. В., Сафонов В. А.—В кн.: Актуальн. пробл. регул. дыхания, Матер. симпози., Астрахань, 1967.
6. Кочерга Д. А.—В кн.: Матер. научн. конфер. по пробл. «Механизмы кортико-висцер. взаимоотнош.», Баку, 1960, 160.
7. Кочерга Д. А.—ДАН СССР, 1963, 151, 2, 468.
8. Кочерга Д. О.—Физиол. журн. АН УРСР, 1963, 9, 1, 67.
9. Кочерга Д. А., Василевский В. С., Нуриджанова А. А.—В кн.: Вопр. физиол. и патол. дыхания, Куйбышев, 1968, 16.
10. Персон Р. С., Кушнарков В. М.—Биофизика, 1963, 8, 238.
11. Сафонов В. А.—В кн.: Вопр. физиол. и патол. дыхания, Куйбышев, 1968, 20.
12. Batsell R.—Exptl. Neurol., 1965, 11, 341.
13. Baumgarten R., Baumgarten A., Schaefer K.—Pflüg. Arch., 1957, 264, 217.
14. Bronk D., Ferguson L.—Amer. J. Physiol., 1935, 110, 700.
15. Buchthal F.—An Introduction to Electromyography, Copenhagen, 1957.
16. Campbell E.—The Respiratory Muscles and the Mechanics of Breathing, London, 1958.
17. Critchlow W., Euler C.—J. Physiol. (Lond.), 1963, 168, 820.
18. Eklund G., Euler C., Rutkowski S.—J. Physiol. (Lond.), 1964, 171, 139.
19. Euler C.—In: Breathlessness, Oxford, 1966, 19.
20. Erted J.—Acta physiol. Scand., 1964, 61, Suppl., 226.
21. Gesell R.—Ergebn. Physiol., 1940, 43, 482.
22. Massion J., Meulders M., Colle J.—Arch. int. Physiol. Biochim., 1960, 68, 314.
23. Nesland R., Plum F.—Exptl. Neurol., 1965, 12, 437.
24. Niemer W., Magoun H.—J. Comp. Neurol., 1947, 87, 367.
25. Priban J., Finchem W.—Nature, 1965, 208, 5008, 339.
26. Rosenbaum H., Renshaw B.—Am. J. Physiol., 1949, 157, 468—476.
27. (Rossi J., Zanchetti A.) Росси Д. Ф., Цанкетти А.—Ретикул. форм. ствола мозга, М., 1960.
28. Salmoiraghi G., Burns B.—J. Neurophysiol., 1960, 23, 14—26.
29. Sears T.—Nature, 1963, 197, 1013—1014.
30. Sears T.—In: Muscular Afferents and Motor Control, Nobel Symposium 1, Stockholm, 1966, 187.
31. Torvik A., Brodal A.—Anat. Rec., 1957, 128, 113.

Надійшла до редакції
3.VI 1969 р.

ОСОБЕННОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕЙРОМОТОРНЫХ ЕДИНИЦ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

Д. А. Кочерга

Отдел физиологии дыхания Института физиологии
им. А. А. Богомольца АН УССР, Киев

Резюме

В хронических опытах на собаках и в острых опытах на наркотизированных нембуталом (35—40 мг/кг) кошках методом электромиографии исследовались особенности электрических разрядов отдельных нейромоторных единиц дыхательных мышц.

Произведен количественный анализ активности нейромоторных единиц в зависимости от соотношения начала и конца залпа с дыхательным циклом, длительности залпа, частоты разрядов в залпе, характера распределения интервалов между отдельными разрядами по ходу залпа.

Опыты показали, что дыхательные движения у нормальных, ненаркотизированных животных представляют собой сложное сочетание быстрых фазных сокращений и тонических напряжений дыхательных мышц. Дифференцированы фазные (дыхательные) разряды и тонические разряды, проявляющиеся на протяжении всего дыхательного цикла. Функционирующие в фазном режиме нейромоторные единицы как инспираторных, так и экспираторных мышц могут быть распределены на несколько типов или популяций по изучаемым показателям. Имеет место последовательное включение в активность разных типов нейромоторных единиц по мере развития фаз дыхательного цикла.

В принципе система нейромоторных единиц инспираторных мышц функционирует таким образом, что сила сокращения мышц увеличивается по мере развития вдоха, что соответствует особенностям строения и физическим свойствам грудной клетки (для деятельности системы необходимо нарастание количества энергии по мере расширения грудной клетки). Акт выхода в условиях спокойного дыхания, в основном, осуществляется за счет сил эластической тяги легких и грудной клетки. С увеличением глубины дыхания последовательно включаются в активность разные типы экспираторных нейромоторных единиц.

Сделано заключение о том, что разные формы деятельности дыхательных мышц обусловлены, с одной стороны, разным характером влияний на их мотонейроны, а с другой — наличием в них специализированных форм фазных и тонических нейромоторных единиц.

PECULIARITIES OF NEUROMOTOR UNITS OF THE RESPIRATORY MUSCLE ACTIVITY

D. A. Kocherga

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

Summary

The peculiarities of electric discharges of some neuromotor units of respiratory muscles were investigated by the method of electromyography in the chronic experiments with dogs and in the acute ones with cats which were narcotised by nembutal (35—40 mg/kg).

The quantitative analysis was carried out of the neuromotor unit activity in dependence on ratio of the beginning and end of volley with respiratory cycle, duration of volley frequency of discharges in volley character of interval distribution between some discharges by volley course.

In principle the system of neuromotor units of inspiratory muscles functionates so that the force of muscle contractions is increased by inspiration development that corresponds to the peculiarities of structure and physical properties of thorax (growing the amount of energy is necessary for the system activity because of thorax widening). The act of expiration under conditions of quiet respiration, mainly is realized at the expense of the elastic traction forces of lungs and thorax. The depth of respiration being increased, different types of expiratory neuromotor units became subsequently active.

A conclusion is made that different forms of respiratory muscle activity are conditioned, on the one hand, by various character of effect on their motoneurons and, on the other hand,—by the presence of specialized forms of phase and tonic neuromotor units in them.