

До характеристики функціональних властивостей м'язів язика

С. І. Кондрашов

Питання, зв'язані з процесами стомлення і відновлення як у цілому організмі, так і в окремих органах і тканинах, досить широко розроблені Г. В. Фольборгом і його співробітниками. Проте деякі особливості процесів стомлення і відновлення різних за ембріональним походженням і функцією м'язів ще недосить глибоко досліджені.

На кафедрі нормальної фізіології Київського медичного інституту ми зробили спробу з'ясувати деякі особливості процесів стомлення і відновлення м'язів язика.

На відміну від інших поперечносмугастих м'язів язик є органом, що утворився з ентодермального епітелію (Заварзін, 1935). Ряд авторів не поділяє цієї точки зору, однак ми вважаємо, що ці особливості будови м'язів язика ставлять його у відмінне становище у порівнянні з іншими поперечносмугастими м'язовими тканинами.

Агацотті, який докладно вивчав фізіологічні властивості язика, знайшов, що його м'язи подібні до червоних і особливо подібні до гладеньких м'язів. Він встановив, що м'язи язика в порівнянні з іншими м'язами мають триваліший латентний період і період одиничного скорочення. Вони утворюють тетанус при значно меншій кількості подразнень, ніж білі м'язи. Приходькова встановила, що при механічному і термічному подразненнях виникають фібриляції, спонтанні скорочення, контрактури, тобто м'язи язика реагують на ці подразнення так само, як і гладенькі м'язи.

Анатомічно м'язи язика до певної міри схожі з скелетними м'язами, зокрема в них є великі подовжні волокна; відрізняються вони тим, що не мають сухожильних закінчень і прикріплені лише одним кінцем.

В цій роботі ми поставили своєю метою з'ясувати вплив стомлення м'язів язика на тривалість одиничного м'язового скорочення, на тривалість впрацювання, на перебіг процесів відновлення в різні періоди стомлення.

Дослідження провадили за звичайною ергографічною методикою. Подразнення м'яза здійснювали при допомозі срібних дрітчастих електродів, на які накладали під'язичний нерв. Частота подразнень — 40 розмикальних індукційних ударів у хвилину. Як об'єкт дослідження були обрані м'язи язика холоднокрової тварини — жаби. Дослідження провадили у квітні і травні.

Перед початком дослідження жабу позбавляли можливості рухатись, відсепаровані під'язичні нерви брали на лігатури і перерізали дистальніше від перев'язаного місця. Язик при допомозі крючка з'єднували з міографом.

З метою порівняння результатів досліджень на тій самій тварині відпрепарували також сідничний нерв і литковий м'яз, який крізь блок з'єднували з міографом. Закінчивши дослідження язика, на тій самій жабі робили аналогічне контрольне дослідження на литковому м'язі, функціональні властивості якого добре відомі.

Як відомо, ряд послідовних подразнень викликає збільшення висоти скорочень. Це явище Бовдич назвав «сходами». По суті воно є впрацю-

уванням (Менших) і спостерігається на серці (Бовдич, Фролькіс), скелетному м'язі (Кронекер, Тігель, Менших, Плотникова), в залозовій тканині (Фельдман, Холодний). Впрацьовування спостерігається не тільки на ізольованих препаратах або в гострому дослідженні, але й у нормальній фізіологічній діяльності цілісного організму (Горкін, Лейник, Плотникова, Тесленко та ін.).

Як показали дослідження М. Є. Введенського, явище впрацьовування залежить від того, що збудження залишає після себе післядію, яка зовні

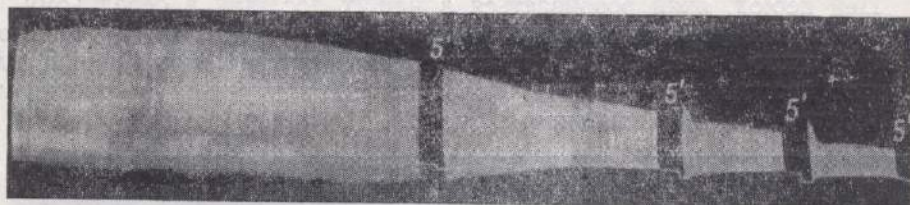


Рис. 1 Ергограма литкового м'яза жаби.

проявляється в збільшенні наступного скорочення. Ці зміни функціональних властивостей відбуваються у самому м'язовому волокні, але не в перві або нервовому закінченні (Менших) та зберігаються до 10 і більше хвилин. Отже, впрацьовування є наслідком зміни функціональних властивостей м'язового волокна після попереднього подразнення.

Одночасно з розвитком впрацьовування в діяльності м'яза виникає період підвищеної працездатності. Цей період проявляється тим, що, досягнувши максимальної висоти скорочень за період впрацьовування, м'яз деякий час зберігає свою працездатність на цьому рівні і лише потім повільно знижується висота скорочень нижче від вихідної, тобто настає період стомлення.

Якщо перервати роботу м'яза паузою певної тривалості і потім відновити її, то по висоті наступних скорочень можна судити про інтенсивність процесів відновлення. Якщо робити паузи в періоді стомлення при роботі литкового м'яза, ці процеси відображаються в крутій низхідній кривій, де перші скорочення після пауз вищі, ніж останні перед нею (рис. 1). Збільшення висоти скорочень після паузи і є в цьому дослідженні одним з показників інтенсивності відновних процесів у м'язі.

В процесі діяльності м'яза тривалість одиничного скорочення не є постійною величиною. В міру розвитку стомлення тривалість одиничного скорочення збільшується (Берітов, Роллет). Збільшення тривалості одиничного скорочення насамперед залежить від подовження періоду розслаблення м'яза та від появи контрактури. На глибокому ступені стомлення знову спостерігається вкорочення періоду розслаблення в порівнянні з попереднім (Берітов, Серков); одночасно відбувається зменшення контрактури аж до зникнення (Берітов).

Всі ці дані здобуто, в основному, при дослідженні нервово-м'язового препарата — сідничного нерва і литкового м'яза.

Пристаюючи до досліджень м'язів язика, ми насамперед вивчали розвиток впрацьовування на початку діяльності язика і литкового м'яза. В таблиці представлені середні результати з 10 досліджень.

Як видно з таблиці і рисунків, процес впрацьовування з початку діяльності м'язів язика відбувається швидше, ніж у литковому м'язі, і в середньому завершує свій розвиток за 11 скорочень; в той же час на литковому м'язі максимальна висота в наших дослідженнях в середньому припадає на 56-е скорочення. Одночасно при роботі м'язів язика впра-

цювання досягає більшої величини. Висота скорочення на максимумі впрацювання в середньому становить 128% у порівнянні з висотою першого скорочення, прийнятого за 100. В той же час впрацювання литкового м'яза у цієї тварини становить 110%.

Як ми вже зазначали, одночасно з розвитком впрацювання настає період підвищеної працездатності, який проявляється в тому, що м'яз може протягом певного часу зберігати свою працездатність на вищому рівні, ніж вихідний.

Цей період, який розвивається в наших дослідах в середньому за 121 скорочення, можна виразно бачити на ергограмі литкового м'яза (див. таблицю і рис. 1). При діяльності мускулатури язика період підвищеної працездатності значно коротший і закінчується в середньому за 68 скорочень (див. таблицю і рис. 2).

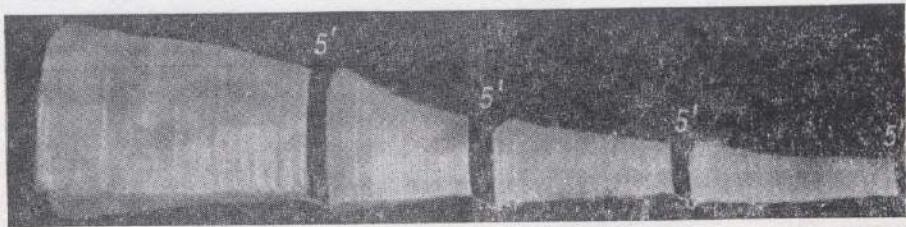


Рис. 2. Ергограма м'язів язика тієї самої жаби після трьох п'ятихвилинних пауз.

З досліджень, проведених на слинних залозах (Фольборт та його співроб.), серці (Фролькіс), скелетних м'язах (Менших, Плотникова) видно, що відновлення після пауз проявляється тільки тоді, коли стомлення вже почало розвиватися.

Як показали дослідження Г. В. Фольборта та його співробітників, це явище залежить від того, що тільки при певному ступені витрачання функціональних потенціалів можливе посилення відновних процесів.

Вивчаючи процес відновлення на м'язах язика, ми робили паузи з початку стомлення, коли скорочення м'яза тільки починали знижуватися в порівнянні з вихідним, при величині скорочень, що дорівнювали половині та одній третині початкового скорочення. Тривалість паузи становила в наших дослідах 5 хв. (рис. 2).

Як правило, повторна діяльність м'язів язика після паузи в будь-якому періоді ергограми супроводиться поступовим збільшенням висот скорочень, тобто спостерігається процес впрацювання, аналогічний процесу впрацювання на початку діяльності. Це поступове збільшення висот скорочень відбувається більш плавно, ніж на початку ергограми, і після першої та другої пауз поступово зменшується. Поряд з цим відзначаються невеликі коливання кількості скорочень, потрібних для розвитку впрацювання (див. таблицю і рис. 2).

В ергограмі, яка відбиває повторну діяльність м'язів язика після паузи в 5 хв. у періоді стомлення, можна розрізнити впрацювання і період підвищеної працездатності, що різко відрізняється від явищ, спостережуваних в аналогічних умовах на литковому м'язі. За даними наших дослідів, у періоді підвищеної працездатності після першої, другої і третьої пауз спостерігається значне зменшення кількості скорочень у порівнянні з їх початковою кількістю (див. таблицю).

Зовсім інший характер у порівнянні із скелетним м'язом має відновлення працездатності м'язів язика після паузи. Величину працездатності ми визначаємо за кількістю скорочень після паузи, висота яких більша

Період діяльності м'язів	Відношення висоти одиничного скорочення на максимумі впрацювання до висоти першого скорочення		Кількість скорочень, потрібних для розвитку впрацювання		Кількість скорочень у періоді підвищеної працездатності		Кількість скорочень при роботі після паузи, висота яких перевищує висоту останнього скорочення перед паузою	
	М'язи язика	Литковий м'яз	М'язи язика	Литковий м'яз	М'язи язика	Литковий м'яз	М'язи язика	Литковий м'яз
Вихідний	128	110	11	56	68	121	—	—
Після першої паузи в 5 хв.	118	—	6	—	17	—	15	3
Після другої паузи в 5 хв.	107	—	7	—	12	—	27	5
Після третьої паузи в 5 хв.	109	—	6	—	13	—	66	6

Примітка. У таблиці наведені середні результати з 10 дослідів.

або дорівнює висоті останнього скорочення перед паузою. Якщо литковий м'яз спроможний зробити від трьох до шести скорочень, то кількість скорочень язика зростає від 15 після першої паузи до 66 після третьої, тобто спостерігається значно більше посилення процесів відновлення.

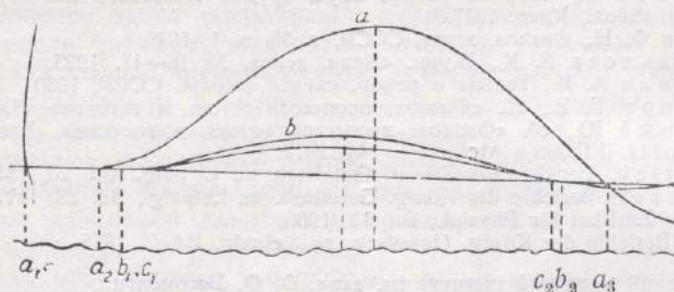


Рис. 3. Одиничне скорочення м'язів язика: *a* — до роботи, *b* — через 1 хв. після припинення діяльності, *c* — через 5 хв. після припинення діяльності.

З цієї особливості перебігу процесів стомлення і відновлення мускулатури язика зв'язано встановлене в наших дослідях прискорення одиничного м'язового скорочення після припинення тривалої діяльності.

Як видно з рис. 3, швидкість одиничного скорочення після роботи збільшується, тобто час, потрібний для скорочення, зменшився. Якщо тривалість одиничного скорочення м'язів язика до діяльності становила 0,185 сек., то через 1 хв. після припинення діяльності вона зменшилась до 0,165 сек., тобто на 0,020 сек. Через 5 хв. відновлення вона вже становила 0,160 сек., тобто зменшилась ще на 0,005 сек. Проведені для порівняння аналогічні досліді на литковому м'язі показали подовження одиничного м'язового скорочення, що стійко зберігається після стомлення.

Наведені дані свідчать про те, що функціональні властивості м'язів язика де в чому відрізняються від функціональних властивостей скелетної поперечносмугастої мускулатури та мають такі особливості:

1. Для м'язів язика характерний інтенсивний розвиток процесу впрацювання з початку діяльності, який значно перевищує аналогічний процес у литковому м'язі.

2. Період підвищеної працездатності при діяльності м'язів язика закінчується значно скоріше, ніж у литковому м'язі, а також швидко розвивається період стомлення.

3. Повторна діяльність м'язів язика в період стомлення після п'ятихвилинних пауз супроводиться впрацюванням, що не спостерігається в аналогічних умовах на литковому м'язі.

4. Порівняння висот скорочень, які характеризують процес відновлення після п'ятихвилинних пауз в періоді стомлення м'язів язика і литкового м'яза, свідчить про зростання працездатності м'язів язика, що вказує на більшу інтенсивність процесів відновлення.

5. Одиничне скорочення м'язів язика в процесі відновлення після стомлюючої діяльності змінюється, скорочуючись в часі як за рахунок подовження латентного періоду, так і за рахунок зменшення періоду скорочення та розслаблення.

В основі цих відмінностей, очевидно, лежать особливий характер і більша рухомість процесів стомлення і відновлення в м'язах язика.

ЛИТЕРАТУРА

- Беритов И. С., Общая физиология мышечной и нервной систем, 1937.
 Беритов И. С., Физиол. журн. СССР, т. 27, в. 2, 1939.
 Горкин М. Я., Журн. «Теория и практика физкультуры», № 3, 1934.
 Заварзин А. А., Руков. по эмбриол. чел. и позвон. животных, 1935.
 Лейник М. В., Сборник рефер. науч. трудов Киевского института гигиены труда и проф. забол., Киев, 1947.
 Серков Ф. Н., Физиол. журн. СССР, т. 35, в. 1, 1949.
 Приходькова Е. К., Журн. «Врач. дело», № 16—17, 1923.
 Фельдман А. Б., Тезисы и рефер. съезда физиол. СССР, 1930.
 Фольборт Г. В., сб. «Физиол. процессов истощ. и восстан.», Харьков, 1941.
 Холодный Ю., сб. «Физиол. процессов истощ. и восстан.», Харьков, 1941.
 Agazzotti, Pflüger's Arch., Bd. 144, 1912.
 Bowditch, Berichte der Königl. Gesellsch. zu Leipzig, Bd. 23, 1871.
 Kronecker, Berichte der Königl. Gesellsch. zu Leipzig, Bd. 23, 1871.
 Rollet, Z. Blatt für Physiol., Bd. 13, 1900.
 Tigel, Berichte der Königl. Gesellsch. zu Leipzig, Bd. 7, 1875.

Київський медичний інститут ім. акад. О. О. Богомольця,
 кафедра нормальної фізіології

К характеристке функциональных свойств мышц языка

С. И. Кондрашов

Резюме

В настоящее время достаточно широко освещены вопросы, связанные с процессами утомления и восстановления как в целостном организме, так и в отдельных органах и тканях (Фольборт и сотр.). Однако некоторые особенности процессов утомления и восстановления различных по эмбриональному происхождению и функции мышц еще достаточно не изучены, хотя это и представляет определенный интерес для более полного понимания особенностей их деятельности.

В отличие от других поперечнополосатых мышц язык является органом, развившимся из энтодермального эпителия (Заварзин, 1935). Ряд авторов не разделяет этой точки зрения, однако мы полагаем, что определенные особенности развития мышц языка ставят его в отлич-

ное положение по отношению к остальной поперечнополосатой мускулатуре.

В настоящей работе мы поставили своей целью выяснить влияние утомления мышц языка на продолжительность одиночного мышечного сокращения, на продолжительность вработывания, на течение восстановительных процессов в различные периоды утомления.

Опыты проводились по обычной эргографической методике. В качестве объекта исследования были избраны мышцы языка лягушки. Параллельно для сравнения результатов опыта на том же животном проводились аналогичные исследования на икроножной мышце.

Полученные в нашей работе данные свидетельствуют о том, что процессы утомления и восстановления в мышцах языка протекают несколько иначе, чем в скелетной поперечнополосатой мускулатуре и имеют следующие особенности:

1. Для мышц языка характерно интенсивное развитие процесса вработывания в начале деятельности, которое значительно превышает аналогичный процесс в икроножной мышце.

2. Период повышенной работоспособности при деятельности мышц языка заканчивается гораздо быстрее, чем в икроножной мышце; так же быстро развивается и период утомления.

3. Повторная деятельность мышц языка в период утомления после пятиминутных пауз сопровождается вработыванием, что не наблюдается в аналогичных условиях на икроножной мышце.

4. Сравнение высот сокращений, характеризующих процесс восстановления после пятиминутных пауз в периоде утомления мышц языка и икроножной мышцы, свидетельствует о более быстром росте и упрочении работоспособности в мышцах языка, что указывает на большую интенсивность восстановительных процессов.

5. Одиночное сокращение мышц языка в процессе восстановления после утомляющей деятельности изменяется, укорачиваясь во времени как за счет удлинения латентного периода, так и за счет укорочения периода сокращения и расслабления.

В основе этих отличий, повидимому, лежат особый характер и большая подвижность процессов утомления и восстановления в мышцах языка.