

С. Н. АЛЕКСАНДРОВ

**СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ В МЫШЦАХ
ЛЯГУШЕК РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА**

(Представлено академиком Л. А. Орбели 20 IX 1948)

Настоящая работа посвящена дальнейшему сопоставлению закономерностей распространения волны возбуждения и повреждения в элементах соматической мускулатуры лягушки в связи с проблемой взаимоотношения процессов возбуждения и повреждения (1-3).

Благодаря исследованиям ряда авторов (4-9) было установлено, что уровень физиологической активности мышечных элементов повышается в онтогенезе. Повышается возбудимость, укорачивается хронаксия, растет физиологическая лабильность. Последнее обстоятельство с несомненностью свидетельствует об увеличении скорости проведения возбуждения в онтогенезе. В связи с этим представлялось интересным выяснить, зависит ли скорость распространения повреждения в элементах соматической мускулатуры от возраста животного.

Изучая зависимость скорости распространения повреждения (ценкеровского некроза) от диаметра мышечных элементов, мы вели наблюдения над скоростью распада в волокнах анатомически наружной и внутренней стороны портняжных мышц сеголеток и взрослых лягушек. Результаты этих опытов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Средняя толщина волокон и средняя скорость распространения повреждения на наружной и внутренней стороне портняжных мышц взрослых лягушек (размер тела 16—22 см, продолжительность опыта 1 час)

№ опыта по пор.	Сторона мышцы	Средняя толщина волокон в мм	Средняя величина зон распада в мм
1	Наружная	0,068	0,026
	Внутренняя	0,111	0,392
2	Наружная	0,068	0,250
	Внутренняя	0,095	0,310
3	Наружная	0,066	0,280
	Внутренняя	0,084	0,336
4	Наружная	0,073	0,273
	Внутренняя	0,109	0,382
5	Наружная	0,061	0,300
	Внутренняя	0,103	0,410

Таблица 2

Средняя толщина волокон и средняя скорость распространения повреждения на наружной и внутренней стороне портняжных мышц сеголеток (продолжительность опыта 1 час)

№ опыта по пор.	Сторона мышцы	Средняя толщина волокон в мм	Средняя величина зон распада в мм
1	Наружная	0,031	0,145
	Внутренняя	0,030	0,146
2	Наружная	0,032	0,146
	Внутренняя	0,031	0,148
3	Наружная	0,032	0,124
	Внутренняя	0,033	0,140
4	Наружная	0,033	0,136
	Внутренняя	0,0335	0,128
5	Наружная	0,032	0,127
	Внутренняя	0,032	0,122
6	Наружная	0,031	0,118
	Внутренняя	0,032	0,124
7	Наружная	0,033	0,134
	Внутренняя	0,031	0,130
8	Наружная	0,032	0,140
	Внутренняя	0,031	0,145

На основании этих данных была высчитана средняя скорость распространения повреждения и средняя толщина мышечных волокон на соответствующих поверхностях портняжных мышц сеголеток и взрослых лягушек (табл. 3). Желая убедиться в том, что повышение уровня физиологической активности в онтогенезе, обнаруженное Сольтманом, Аршавским и Розановой для мышц теплокровных, относится и к нашему объекту, мы произвели несколько измерений порогов возбудимости на портняжных мышцах сеголеток и взрослых лягушек (табл. 4).

Таблица 3

Средняя толщина волокон и средняя скорость распространения повреждения на наружной и внутренней стороне портняжных мышц сеголеток и взрослых лягушек

Сторона мышцы	Сеголетки		Взрослые лягушки	
	средняя толщина волокон в %	средн. скорость распространения повреждения в %	средн. толщина волокон в % от средн. толщины волокон у сеголеток	средн. скорость распротр. повреждения в % от аналог. величин у сеголеток
Наружная	100	100	212	206
Внутренняя	100	100	311	241

Как видно из табл. 3 и 4, с возрастом, т. е. по мере повышения уровня дифференцировки мышечных волокон, возрастает возбудимость и увеличивается скорость распространения повреждения (на 106% для волокон наружной и на 141% для волокон внутренней поверхности портняжных мышц).

Однако одновременно увеличивается диаметр мышечных волокон (табл. 3). Согласно же нашим исследованиям, скорость иррадиации по-

вреждения зависит от калибра мышечных элементов. Поэтому возник вопрос, в какой связи находится увеличение диаметра мышечных волокон и ускорение распространения повреждения в онтогенезе. Является ли первое причиной второго или же увеличение диаметра и ускорение распада при повреждении служат независимыми показателями каких-то возрастных изменений субстрата.

Для выяснения этого вопроса исследовалось распространение повреждения в волокнах одного и того же класса толщины (0,2—0,4 мм) на наружной поверхности портняжных мышц сеголеток и взрослых лягушек.

Таблица 4

Пороги возбудимости портняжных мышц сеголеток и взрослых лягушек

№ опыта по пор.	Порог возбудимости в см катушки	
	Сеголетки	Взрослые лягушки
1	17,0	22,5
2	15,0	24,0
3	15,5	23,5
4	14,5	23,0
5	17,0	24,0
Среднее	15,8	23,5

Мышцы сеголеток и взрослых лягушек разрезались в средней части безопасной бритвой и переносились на 1 час в бюкс с рингеровской жидкостью. После этого с помощью окуляр-микрометра измерялась толщина всех поверхностно расположенных волокон и размеры зон распада в них. Из полученных данных выбирался материал для сравнения скорости распространения повреждения в волокнах одного и того же класса толщины (0,2—0,4 мм). Элементы этого класса составляют 75% на наружной поверхности мышц сеголеток и 10—15% у взрослых лягушек. Табл. 5 иллюстрирует результаты произведенных измерений. Эти данные указывают на то, что даже при одинаковой толщине волокон повреждение распространяется быстрее в мышечных элементах взрослых лягушек.

Таблица 5

Распространение повреждения за 1 час в 50 волокнах одного и того же класса толщины у сеголеток и взрослых лягушек (наружная сторона портняжных мышц)

Толщина волокон в мм	Средняя зона распространения повреждения в волокнах сеголеток		Средняя зона распространения повреждения в волокнах взрослых лягушек	
	в мм	в %	в мм	в %
0,20—0,40	0,127	100	0,164	130

Следовательно, увеличение скорости распространения повреждения в онтогенезе может и не быть в связи с возрастанием диаметра мышечных волокон, иными словами, мы приходим к заключению, что ускорение иррадиации повреждения и увеличение диаметра волокон могут явиться независимыми показателями изменений субстрата в онтогенезе. В общем виде эти изменения могут быть названы повышением уровня дифференцировки мышечных волокон.

Полученные нами результаты согласуются с разрозненными данными, имеющимися в литературе, относительно возрастных изменений скорости распространения повреждения в соматической мускулатуре позвоночных. В. Казанцев⁽¹⁰⁾ отмечает, что скорость развития деструктивных изменений при механическом повреждении элементов соматической мускулатуры аксолотля возрастает с увеличением возраста животного.

Н. Г. Хлопин⁽¹¹⁾, выращивая в культурах элементы соматической мускулатуры кролика различного возраста, обнаружил, что регрессивные изменения развиваются тем интенсивнее, распространяются тем быстрее, охватывают тем больший участок, чем старше животное, ткани которого брались для эксплантации. Наконец, Барфурс⁽¹²⁾ указывает, что распад в травмированных мышечных волокнах хвоста зародыша аксолотля почти не развивается.

Таким образом, в онтогенезе скорость распространения повреждения изменяется так же, как и уровень физиологической активности мышечных волокон, как скорость распространения возбуждения в них, т. е. возрастает по мере увеличения возраста животного.

Выводы. 1. По мере увеличения возраста животного, по мере повышения уровня дифференцировки увеличивается толщина мышечных волокон, возрастает скорость распространения повреждения в них, повышается возбудимость мышечных элементов.

2. Ускорение распада и увеличение диаметра мышечных волокон могут являться независимыми показателями возрастных изменений субстрата в онтогенезе.

Ленинградский государственный
университет

Поступило
12 VI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. Н. Насонов и В. Я. Александров, Реакция живого вещества на внешнее воздействие, изд. АН СССР, М., 1940. ² Д. Н. Насонов и Д. Розенталь, Журн. общ. биол., 8, 281 (1947). ³ Д. Н. Насонов и К. Равдоник, Физиол. журн. СССР, 33, 569 (1947). ⁴ Soltmann, Jahrb. f. Kinderheilkunde, Neue Folge, Separat-Abdruck, 1877. ⁵ И. А. Аршавский, Физиол. журн. СССР, 25, 199 (1938). ⁶ И. А. Аршавский и В. Розанова, Бюлл. эксп. биол. и мед., 5, 136 (1938). ⁷ В. Д. Розанова, Физиол. журн. СССР, 25, 391 (1938). ⁸ В. Д. Розанова, там же, 25, 401 (1938). ⁹ В. Д. Розанова, Бюлл. эксп. биол. и мед., 5, 132 (1938). ¹⁰ В. Казанцев, Тр. эксп. зоол. АН СССР, № 4, 57 (1934). ¹¹ Н. Г. Хлопин, Арх. анат., гист. и эмбр., 23, 7 (1940). ¹² D. Barfurth, Arch. mikr. Anat., 37 (1891).