

Б. С. КАСАВИНА и З. И. КУНЕЕВА

БИОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

(Представлено академиком Л. А. Орбели 24 I 1950)

Миозин и актин — белки поперечно-полосатых и гладких мышц — не обладают сократительными свойствами. Контрактильным комплексом названных мышц является актомиозин, известные сократительные свойства которого возникают только в результате взаимодействия миозина и актина в присутствии солей и аденозинтрифосфорной кислоты.

Было показано (1, 2), что образование актомиозина имеет место при взаимодействии миозина и актина, выделенных из одной и той же мышцы одного и того же вида животного. Типичный вязкий актомиозин получается также и путем перекрестного соединения актина и миозина поперечно-полосатых мышц таких животных, как кролика и собаки (3), кролика, лягушки, морской свинки и рыбы (4). Подобный эффект наблюдается и при перекрестном соединении миозина, экстрагируемого из мышц ножек таракана, с кроличьим актином (5). Более того, актомиозин может быть образован из соответствующих белковых компонентов, полученных из поперечно-полосатой и сердечной мышц различных видов животных (6).

В данном сообщении будет показано, что и белки скелетных мышц человеческого организма не являются исключением в этом отношении. При перекрестном соединении актина или миозина скелетных мышц ряда животных с соответствующим белком поперечно-полосатых мышц человека получается сократительный белок — актомиозин.

В нашей работе были использованы самые различные животные — позвоночные (собака, кролик, мышь, лягушка, аксолотль, черепаха) и беспозвоночные (рак, саранча, таракан). Объектом изучения служили мышцы конечностей человека* и животных. Мы не будем останавливаться подробно на методике наших исследований (1, 2), описанной нами в предыдущих сообщениях (3, 5, 8), укажем лишь, что в нашу задачу входило: получение миозина короткой экстракции (миозин А) и актина и соединение миозина с актином, что приводило к образованию «искусственного актомиозина». Затем из образовавшегося актомиозина получались так называемые актомиозиновые нити, сокращение которых в солевом растворе под влиянием аденозинтрифосфата (АФТ) измерялось при помощи окулярного микрометра. Нами изучалось также изменение относительной вязкости актомиозина, возникающее под влиянием указанного воздействия.

* Трупный материал — мышцы людей, погибших от несчастных случаев — доставлялся из института им. Склифасовского. Время, прошедшее после смерти, было не больше 24 час. Такой срок, как установлено нами (8), не оказывает влияния на результаты.

Результаты исследования отражены в табл. 1.

Из этой таблицы видно, что полученные в процессе исследования актомиозиновые нити подвергаются под влиянием АТФ значительному

Таблица 1

Сокращение нитей и изменение относительной вязкости "искусственного" актомиозина после добавления аденозинтрифосфата

Компоненты актомиозина		Длина актомиозиновой нити в мм		Сокращение		Относительная вязкость		Снижение вязкости	
миозин	актин	до прибавления АТФ	после прибавления АТФ	в %	в средн. в %	до прибавления АТФ	после прибавления АТФ	в %	средн. в %
		Мышей	Собаки			3,6 3,4 3,6 3,2	1,0 0,9 1,1 0,9		
Мышей	Кролика	3,4 2,7 3,2 3,6	0,9 0,7 0,9 0,9	74 74 72 75	74	18,5 — — 24,0	7,4 — — 7,2	60 — — 70	65
Черепahi	Кролика	4,5 4,0 3,6 4,0	0,9 1,0 1,1 1,0	80 75 70 75	78	23 — — 18	11 — — 5,8	52 — — 69	60
Кролика	Речного рака	5,4 4,5 4,0 4,0	1,8 1,4 1,3 1,4	67 69 68 64	67	2,4 — — 2,8	1,1 — — 1,3	54 — — 54	54
Человека	Кошки	4,4 3,6 4,4	1,1 1,2 1,1	75 66 75	72	6,0 — 4	2,7 — 1,4	55 — 65	60
Собаки	Человека	4,4 4,7 4,7 4,5	1,5 1,5 1,6 1,6	66 68 66 65	66	10,3 — — 2,5	4,9 — — 1,1	52 — — 56	54
Кролика	Человека	4,0 2,9 4,9 4,0	1,0 0,8 1,3 1,2	75 72 73 70	73	7,4 — — 3,0	3,4 — — 1,5	54 — — 50	52
Человека	Кролика	3,2 3,7 4,9 5,4	1,4 1,4 2,3 2,3	56 62 53 57	57	3,4 — — 2,7	1,5 — — 1,4	56 — — 49	52
Человека	Мышей	4,2 3,2 3,6	1,1 0,9 1,1	74 72 70	72	2,3 — 2,5	1,2 — 1,3	48 — 48	48
Человека	Лягушки	4,0 3,1 3,6 3,6	1,1 1,0 1,1 1,1	72 68 70 70	70	5,0 — — 15,0	2,5 — — 8,1	50 — — 46	48
Человека	Таракана	4,5 4,7 4,0	1,8 2,2 1,3	60 53 67	60	4,9 — 6,0	2,2 — 2,1	55 — 65	60

Таблица 1 (продолжение)

Компоненты актомиозина		Длина актомиозиновой нити в мм		Сокращение		Относительная вязкость		Снижение вязкости	
миозин	актин	до прибавления АТФ	после прибавления АТФ	в %	в средн. в %	до прибавления АТФ	после прибавления АТФ	в %	в средн. в %
		Саранчи . . .	Человека . . .			4,3 4,4 4,4 4,5	1,2 1,1 1,1 1,0		
Аксолотля . .	Человека . . .	2,1 4,1 4,3	0,8 0,9 1,3	62 78 70	70	11 — 8	4 — 3,5	64 — 56	60

сокращению, достигающему 80% первоначального размера нити (см. также рис. 1). При этом необходимо подчеркнуть, что возможность получения актомиозиновых нитей и их последующее сокращение имеет место независимо от того, образовался ли актомиозин от соединения актина человеческой мышцы с миозином мышц разных животных или наоборот. Вязкость образовавшегося актомиозина параллельно резко снижалась (до 65%) под влиянием АТФ, что наблюдалось нами и при соединении актина и миозина, выделенных от животных одного вида.

Можно считать поэтому установленным, что реакция образования актомиозина может наблюдаться при перекрестном

соединении миозина и актина, выделенных из поперечно-полосатых мышц человека и животных (позвоночных и беспозвоночных).

Следует, повидимому, также считать, что акт сокращения осуществляется белковым комплексом, состоящим из протеинов (актина и миозина), соответственно обладающих рядом сходных физико-химических свойств, независимо от того, получены ли они из человеческого организма или животного.

В этом аспекте интересны данные о том, что миозин, выделенный из мышц различных видов животных (собака, анодонта, дождевой червь⁽⁸⁾, бык, кролик, цыпленок, рыба, омар⁽⁹⁾), характеризуется значительной степенью постоянства своего аминокислотного состава.

В связи с тем, что исследуемый авторами миозин представлял собой фактически актомиозин с большим или меньшим содержанием актина, можно предположить, что и актин, экстрагируемый из мышц животных различных видов, окажется однородным по этому же признаку. Тем более, что и суммарные белки, выделенные по методу Б. И. Збарского из мышц человека и животных различных видов, также сколько-нибудь

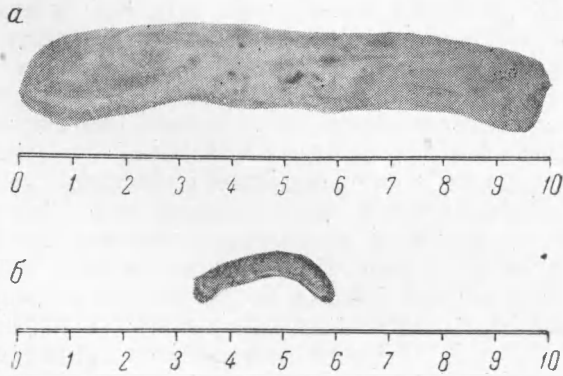


Рис. 1. *a* — искусственная актомиозиновая нить, приготовленная из миозина лягушки и актина человека до воздействия АТФ; *б* — та же актомиозиновая нить после воздействия на нее АТФ

значительно не отличаются в отношении содержания ряда исследуемых аминокислот.

Полученные данные вполне отвечают концепции Л. А. Орбели (11) о том, что имеется общебиологический путь с определенными закономерностями развития нервно-мышечных приборов, который свойствен всему животному миру. Кроме того, результаты нашего исследования также согласуются с физиологическими наблюдениями А. К. Воскресенской (12, 13) об общих закономерностях в эволюции функции мышц насекомых и позвоночных животных.

Лаборатория биохимии рака
Академии медицинских наук СССР

Поступило
23 XII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Сент-Джорджи, О мышечной деятельности, М., 1947. ² A. Szent-Gyorgyi, A Chemistry of Muscular Contraction, 1947. ³ И. И. Иванов, Б. С. Касавина и Л. Д. Фоменко, Биохимия, **12**, 197 (1947). ⁴ И. И. Иванов и Б. С. Касавина, Бюлл. эксп. биол. и мед., **25**, 66 (1948). ⁵ И. И. Иванов и Б. С. Касавина, ДАН, **60**, 417 (1948). ⁶ Б. С. Касавина и А. И. Балянская, Бюлл. эксп. биол. и мед., **34**, 146 (1947). ⁷ G. Rozsa, цитировано по (2). ⁸ Б. С. Касавина, Вопросы медицинской химии, № 1 (1949). ⁹ M. Florin et C. Duchateau, Acta Biol. Belg., **2**, 353 (1942); Ref. Ber. d. gesamten Physiologie, **4**, 208 (1944). ¹⁰ K. Bailey, Biochem. Journ., **31**, 1406 (1937). ¹¹ Л. А. Орбели, Тр. Физиол. ин-та им. Павлова, **1**, 3 (1945). ¹² А. К. Воскресенская, там же, **1**, 29 (1945). ¹³ А. К. Воскресенская, Изв. АН СССР, сер. биол., **1**, 163 (1946).