

Н. В. САМОСУДОВА, академик Г. М. ФРАНК

## ПОВЕДЕНИЕ АКСИАЛЬНОГО ПЕРИОДА ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МЫШЦЫ ПРИ АЦЕТИЛХОЛИНОВОЙ КОНТРАКТУРЕ

На электронных микрофотографиях, в особенности полученных с относительно толстых срезов поперечно-полосатой мышцы, хорошо видна аксиальная периодичность, равная примерно 400 Å. Изучение аксиальной периодичности представляет значительный интерес, поскольку она является отражением надмолекулярной упаковки толстых протофибрилл и, по-видимому, местом взаимодействия актиновых и миозиновых нитей.

За последние 10 лет было установлено, что период в протофибриллах I-диска обусловлен спиральной структурой актина, а возможным присутствием тропомиозина, связанного с актином в определенных участках этой спирали (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>). С другой стороны, было показано, что периодичность в А-диске можно отождествить с так называемыми мостиками, отходящими от толстых нитей и состоящими из тяжелого меромиозина (<sup>3</sup>). Несмотря на попытки более точно измерить аксиальный период, полученные результаты продолжают варьировать в зависимости от типа мышц и метода исследования. Так, период, видимый на электронномикроскопических срезах в актиновых нитях (I-диск) близок к 406 Å (<sup>4</sup>), тогда как величина этого периода, полученного методом рентгеновской дифракции, составляет, согласно Вортингтону 411 Å (<sup>5</sup>), а по данным Наксли и Брауна 360—370 Å. Подобная картина наблюдается и в отношении периодичности А-диска. Размер периода, полученного Риди (<sup>7</sup>) на мышцах насекомых, по рентгеноструктурным данным составляет 388 Å, а на электронномикроскопических срезах виден период в 380 Å. Для живой портняжной мышцы лягушки методом рентгеновской дифракции (<sup>6</sup>) был получен ряд меридиональных рефлексов: 442, 429 и 143 Å, из которых два последних отражают спиральную организацию мостиков на толстых миозиновых нитях. Сильный меридиональный рефлекс 442 Å также связывается с миозиновыми нитями, так как он наблюдается и на электронномикроскопических снимках в Н-зоне, где актиновые нити отсутствуют.

Ранее нами (<sup>8</sup>) исследовалось изменение поперечной полосатости при ацетилхолиновой контрактуре денервированной портняжной мышцы лягушки, рассматриваемой как модель тонического типа сокращения. Было показано, что сокращение саркомера осуществляется не только путем скольжения нитей относительно друг друга, но и за счет прямого укорочения толстых нитей, которое сопровождается их молекулярной перестройкой: увеличением диаметра нитей на 30% и числа субъединиц (от 6 — 7 до 12 — 13).

В настоящей работе на тех же мышцах, зафиксированных в состоянии ацетилхолиновой контрактуры, была сделана попытка проследить за поведением аксиальной периодичности и определить ее величину в саркомерах с разной длиной А-диска, как при длине покоя, так и в значительно сокращенных.

Аксиальный период был измерен в саркомерах с величиной А-диска от 1,65 до 1,56μ (в среднем 1,6μ), а также от 1,4 до 1,26μ (в среднем 1,3μ).

Как и в предыдущей работе (<sup>8</sup>), все измерения были сделаны при строгом соблюдении единого увеличения. Дополнительно увеличение контро-

лировалось по частицам латекса (1380 Å), которые наносились на срезы и видны на каждом снимке. Промеры делались под лупой с окуляр-микрометром (1 деление = 100μ), с негативов и с отпечатков. В результате измерений для А-диска 1,6μ была найдена величина периода  $444 \pm 1,6$  Å (280 измерений), а для А-диска 1,3μ величина периода составляла  $358 \pm 2,5$  Å (202 измерения). Разница в величине периода составляла около 20% и соответствовала проценту укорочения самих толстых протофибрилл (см. рис. 1 на вклейке к стр. 1501).

Хотя еще Дрепер и Ходж<sup>(9)</sup> показали, что размер периода может варьировать от 400—250 Å в зависимости от длины саркомера, недавние исследования мышцы<sup>(6, 10)</sup>, проведенные методом рентгеноструктурного анализа в момент активного сокращения, говорят о том, что величина периода не изменяется, а меняется лишь интенсивность рефлексов 429,143 Å, как следствие переориентации мостиков. Следовательно, полученные нами результаты, показавшие четкое уменьшение периода при сокращении контрактурного типа, не совпадают с вышеупомянутыми рентгеноструктурными данными. Такое несоответствие можно отнести за счет того, что изучались два принципиально разных типа сокращения.

Период, видимый на электронных микрофотографиях, как правило, связывают с расположением мостиков на толстых нитях. Не исключена, однако, и другая возможность, — что этот период обеспечивается дополнительным белком, соединенным с толстыми нитями, который дает меридиональный рефлекс 442 Å<sup>(6)</sup>. Рефлекс 442 Å хорошо совпадает с найденной нами величиной периода 444 Å.

Таким образом, в случае ацетилхолиновой контрактуры, уменьшение аксиального периода, соответствующее укорочению толстых нитей, свидетельствует о происходящих в них молекулярных перестройках, возможно, «смещении» молекул, подтверждая результаты, полученные ранее на поперечных срезах, т. е. увеличение диаметра и числа субъединиц.

Институт биологической физики  
Академии наук СССР  
Пуцзино-на-Оке

Поступило  
7 VIII 1971

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> J. Hanson, J. Lowy, J. Mol. Biol., 6, 46 (1963). <sup>2</sup> C. Cohen, W. Longley, Science, 152, 794 (1966). <sup>3</sup> H. E. Huxley, J. Mol. Biol., 7, 281 (1963). <sup>4</sup> S. G. Page, H. E. Huxley, J. Cell Biol., 19, 369 (1963). <sup>5</sup> C. R. Worthington, J. Mol. Biol., 1, 398 (1959). <sup>6</sup> H. E. Huxley, W. J. Brown, J. Mol. Biol., 30, 383 (1967). <sup>7</sup> M. K. Reedy, J. Mol. Biol., 31, 155 (1968). <sup>8</sup> Н. В. Самосудова, Г. М. Франк, Биофизика, 16, 224 (1971). <sup>9</sup> M. Draper, J. Hodge, Australian J. Exp. Biol. Med. Sci., 27, 465 (1949). <sup>10</sup> G. Elliot, J. Lowy, B. M. Millman, J. Mol. Biol., 25, 31 (1967).