

РД
С.С. Работин
В.М.М.

УДК 647.96+591.175.06-135 : 599.325.1+612.744.015.33-053

ИЗМЕНЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕЛКОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МУСКУЛАТУРЫ В ОНТОГЕНЕЗЕ КРОЛИКА

*И. И. Иванов, Ю. Ю. Кеериг, В. И. Брагин, А. Е. Зайцев,
В. Е. Небышинцев, Л. И. Хайкина и В. А. Шиндин*

Кафедра биологической химии Военно-медицинской ордена Ленина
Академии им. С. М. Кирова, Ленинград

Содержание в скелетных мышцах отдельных фракций белков в онтогенезе изучалось многими авторами [1—23]. Как было установлено, эмбриональная поперечнополосатая мускулатура по составу белков значительно отличается от функционально зрелой мускулатуры. Наблюдаемые сдвиги в составе белков скелетной мышцы в онтогенезе, в частности в содержании актомиозина, теснейшим образом связаны со становлением сократительной функции мышечной ткани, с переходом тонической сократительной реакции в тетаническую [5]. Значительно меньше работ посвящено исследованию в онтогенезе изменений отдельных фракций белков миокарда и особенно гладкой мускулатуры. Между тем, этот вопрос представляет также значительный интерес, поскольку ранее [24—45] было показано существование весьма выраженных особенностей во фракционном составе белков сердечной и гладкой мускулатуры взрослых животных.

В данной работе предпринято исследование в онтогенезе всех основных фракций мышечных белков скелетной и сердечной мышц: общего азота ткани, общего белка, белков саркоплазмы, белков миофибрилл (белки актомиозинового комплекса и «легкорастворимые» миофибриллярные белки фракции T), белков стромы и небелкового азота. Насколько нам известно, такого полного сравнительного биохимического исследования мышц различных типов в онтогенезе до сих пор не проводилось.

Материал и методика

Объектом исследования были кролики различного возраста — 25-суточные эмбрионы, новорожденные, 9-, 15-, 17- и 75-дневные крольчата. У последних общее содержание белка в мышечной ткани и фракционный состав мышечных белков практически не отличаются от таковых у взрослого животного.

Кроликов убивали декапитацией. После стекания крови вскрывали грудную клетку и брюшную полость и извлекали сердце. Скелетные мышцы для фракционирования вырезали из бедренной группы мышц правой (а при недостатке материала и левой) конечности. Мышцы освобождали от фасций, жировой ткани и соединительнотканых прослоек. Для фракционирования белков миокарда сердце освобождали от перикарда и отсекали крупные сосуды в местах их впадения в сердце, а также ушки и предсердия. Очищенную мышечную ткань помещали между листами фильтровальной бумаги, тщательно отделяли от примеси крови и измельчали ножницами. Для фракционирования белков брали навеску в 2 г. При работе с эмбрионами ограничивались навеской в 1 г.

Фракционирование мышечных белков проводилось по методике Иванова с сотрудниками [40, 42]. Тонкое измельчение навески достигалось путем измельчения ее ножницами с последующим растиранием на холоду с кварцевым песком. При таком способе измельчения, как показали специальные опыты, достигается максимальный выход белков, в частности белков актомиозинового комплекса, из ткани.

Всего в эксперименте было 33 эмбриона и 80 кроликов различного возраста.

Результаты исследований и обсуждение

Общий азот ткани. Наибольший прирост общего азота в онтогенезе наблюдается в скелетной мускулатуре (рис. 1). В наших опытах он возрастал с 12.87 мг/г у эмбрионов до 32.33 мг/г у 75-дневных животных, т. е. на 160%. Прирост общего азота несомненно объясняется в первую очередь снижением с возрастом процентного содержания воды в тканях. Общий азот сердечной мускулатуры (рис. 2) возрастает с 18 мг/г ткани у 25-суточного эмбриона до 25.5 мг/г у 75-суточного кролика, т. е. повышается на 40—42%. Заметим здесь, что прирост общего азота в онтогенезе в гладкой мускулатуре желудка примерно такой же — с 14.35 мг/г

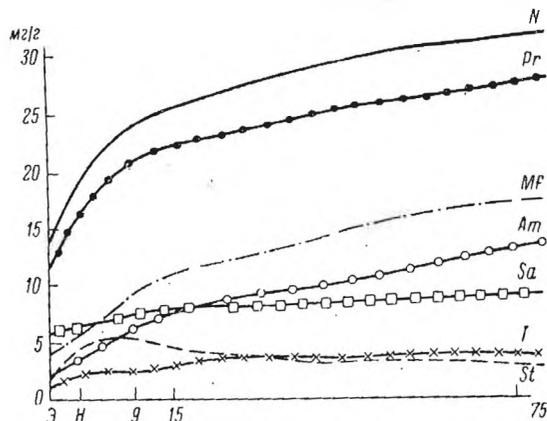


Рис. 1. Динамика изменений общего азота (N) и азота белковых фракций скелетной мускулатуры.

Азот (мг/г свежей ткани): Pr — общего белка, Mf — миофибрилярных белков, Am — актомиозина, Sa — саркоплазматических белков, T — белков фракции Т, St — белков стромы. Э — 25-суточный эмбрион; Н — новорожденный кролик; 9, 15, 75 — возраст кроликов (дни).

у 25-суточного эмбриона до 22.85 мг/г у 75-суточного кролика, т. е. содержание общего азота повышается на 60%. Отмеченное своеобразие в динамике изменения общего азота в различных типах мышечной ткани, очевидно, связано с особенностями развития их сократительной функции. Так, известно, что миокард кролика функционирует уже у эмбрионов. У 25-суточного эмбриона сердечная мышца достигает весьма высокой функциональной дифференциации и в ходе дальнейшего развития претерпевает сравнительно небольшие изменения. Напротив, функциональная дифференциация скелетной мускулатуры происходит в основном в постнатальном периоде развития. Этим скелетная мышца отличается от других типов мускулатуры. Вместе с тем не следует забывать о существовании и поперечнополосатых соматических мышц, достигающих функциональной зрелости к моменту рождения. К такого рода мышцам относятся, например, жевательные и сосательные мышцы, а также скелетные мышцы всех тех животных, например морских свинок, которые к моменту рождения способны уже к самостоятельному существованию. Мышцы этих животных уже в момент рождения мало отличаются как по содержанию воды, так и по фракционному составу белков, в частности по содержанию актомиозина, от мышц взрослых особей [5].

Белковый азот ткани. Динамика изменения в онтогенезе белкового азота (в мг/г свежей ткани) почти полностью соответствует динамике повышения общего азота (рис. 1 и 2, Pr). Наибольший прирост белкового азота, так же как и общего азота ткани, наблюдается в скелетной мускулатуре. Процентное содержание белкового азота по отношению к общему азоту ткани (рис. 3) во всех типах мускулатуры в онтогенезе меняется незначительно.

Небелковый азот в ткани скелетной мускулатуры эмбриона колеблется около 1.7 мг/г свежей ткани. Содержание его возрастает в течение всего периода развития животного. У взрослого кролика, по нашим данным, содержится около 4.0 мг/г свежей ткани. Остаточный азот в сердечной и гладкой мускулатуре уже к моменту рождения достигает вели-

чин, близких к таковым у взрослого животного (1.5—1.8 мг/г ткани в гладких мышцах и около 2.5 мг/г в миокарде).

Миофибрилярные белки. Изучение в онтогенезе динамики нарастания этих белков — субстрата сократительной функции — в различных типах мышц представляет особый интерес. Скелетная мускулатура по содержанию миофибрилярных белков и по нарастанию их с возрастом животного резко отличается от сердечной и особенно гладкой мускулатуры (рис. 1 и 2, *Mf*). Содержание азота миофибрилярных белков в скелетной мышце у 25-суточного эмбриона не превышает 3.96 мг/г ткани, тогда как у 75-дневного кролика оно доходит до 17.06 мг/г, т. е. прирост достигает 300% и более. При этом речь идет не только об абсолютном увеличении содержания миофибрилярных белков, но и о приросте их в процентном отношении: процентное содержание азота этой фракции по отношению к общему азоту ткани возрастает с 30 до 50% (рис. 3, *Mf*).

В отличие от сердечной и гладкой мускулатуры содержание миофибрилярных белков в скелетной мускулатуре кролика продолжает увеличиваться вплоть до 75-го дня постнатального развития. Это нарастание несомненно объясняется прежде всего нарастанием белков актомиозинового комплекса и связано с развитием сократительной функции этого типа мышц. Действительно, кривые, характеризующие динамику изменения миофибрилярных белков и белков актомиозинового комплекса, идут почти параллельно и расположены близко друг от друга (рис. 1 и 3, *Mf*, *Am*).

Онтогенетические сдвиги содержания миофибрилярных белков в сердечной мускулатуре менее выражены. Содержание азота этих белков увеличивается с 6.32 мг/г у 25-суточного эмбриона до 8.51 мг/г у 9-суточных животных. В дальнейшем существенных изменений не отмечается.

В процентном отношении общее содержание миофибрилярных белков в ткани сердечной мускулатуры у 25-суточного эмбриона и у 75-суточного кролика, по нашим данным, практически одинаково. Обращает на себя внимание, что кривые изменения азота миофибрилярных белков и белков актомиозинового комплекса (рис. 2, *Mf*, *Am*) и в этом случае идут параллельно. Это объясняется, очевидно, тем, что основная масса миофиб-

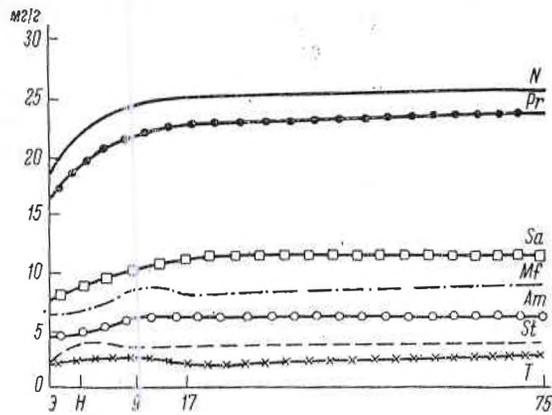


Рис. 2. Динамика изменений общего азота и азота белковых фракций сердечной мускулатуры. Обозначения, как на рис. 1.

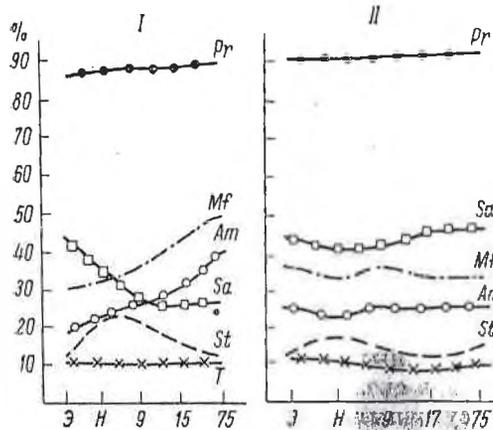


Рис. 3. Динамика изменений белкового азота (*Pr*) и азота отдельных фракций скелетной (*I*) и сердечной (*II*) мускулатуры. % — содержание азота в мышце (% от общего азота). Остальные обозначения, как на рис. 1.

риллярных белков миокарда представлена, как и в скелетной мускулатуре, белками актомиозинового комплекса.

Белки актомиозинового комплекса. Наибольший прирост актомиозина в онтогенезе наблюдается в скелетной мускулатуре (рис. 1, *Am*). У 25-суточного эмбриона на 1 г свежей ткани приходится 2.62 мг белкового азота «актомиозиновой» фракции, тогда как у 75-суточного кролика содержание азота актомиозина доходит уже до 13.50 мг/г ткани, т. е. количество актомиозина за этот промежуток времени возрастает более чем на 400%. У кроликов нарастание актомиозина протекает особенно интенсивно в первые 9—15 дней постнатального развития, в тот период, когда крольчата начинают уже самостоятельно передвигаться и когда в мышцах их конечностей появляется большое количество волокон, способных к выраженной реакции тетанического типа [5]. По данным Кеерига [23], этому переходу тонического типа сокращения в тетанический соответствует накопление в мышечных волокнах определенного количества актомиозина (6—7 мг/г), которое было им названо «актомиозиновым порогом».

Содержание азота белков актомиозинового комплекса в сердечной мускулатуре (рис. 2, *Am*) нарастает незначительно, а в процентном отношении оно вообще практически не меняется, составляя во всех исследованных возрастных группах около 24—25% от общего азота ткани (рис. 3, *Am*). Это соответствует раннему формированию в онтогенезе сократительной функции миокарда.

При оценке всех приведенных выше данных следует, однако, иметь в виду, что «актомиозиновая фракция» эмбриональной мускулатуры, как это уже неоднократно отмечалось в работах Иванова и Миревич [41], Иванова и Юрьева [20], а также Робинсона [46], сильно загрязнена рядом примесей, в частности нуклеопротеидами, извлекаемыми из мышечной ткани 0.6 М раствором KCl вместе с актомиозином. Таким образом, термин «актомиозиновая фракция» при работе с эмбриональной мышечной тканью (а в известной степени и при работе с гладкой тонической мускулатурой) может быть использован лишь с рядом оговорок. Содержание актомиозина, определяемого обычным методом, в эмбриональной мышечной ткани, очевидно, сильно (примерно вдвое) завышено. При работе с функционально зрелой скелетной или сердечной мускулатурой животного, рост которого уже закончился, примесь нуклеопротеидов (РНК и ДНК) можно пренебречь.

Белки фракции T. Как известно [20, 40, 41, 47], фракция T представляет собой гетерогенную систему, в состав которой, помимо тропомиозина — вероятного компонента субстрата тонического напряжения (запирательной функции), — входит ряд других белков. Среди них особого внимания заслуживают крайне лабильные глобулины, по-видимому, играющие роль своего рода резервных белков — поставщиков аминокислот, необходимых для синтеза контрактильных белков мышц [47, 48]. В настоящей работе определяется, однако, лишь суммарное содержание белка во фракции T в различных типах мышц в онтогенезе.

Содержание азота белков фракции T в скелетной мускулатуре (рис. 1, T) увеличивается с 1.32 мг/г у 25-суточных эмбрионов до 3.60 мг/г у 75-суточных кроликов. При этом нарастание количества «легкорастворимых» миофибриллярных белков происходит более или менее равномерно в течение всего периода роста кролика. Вместе с тем в процентном отношении содержание белков фракции T в скелетной мускулатуре не претерпевает в онтогенезе сколько-нибудь существенных изменений. Оно колеблется в пределах 10—11% (рис. 3, T). В сердечной мускулатуре, как абсолютное, так и относительное содержание белков фракции T остается в онтогенезе более или менее постоянным (рис. 2 и 3, T).

В скелетной мускулатуре коэффициент Am/T изменяется от 1.9 у 25-суточного эмбриона до 3.5—3.8 у взрослого кролика. В сердечной мышце (желудочки) этот коэффициент колеблется от 2.2 у 25-суточного эмбриона до 2.5 у 75-дневного кролика. В предсердиях это отношение несколько ниже.

Саркоплазматические белки. В отличие от миофибриллярных белков азот саркоплазматических белков, по нашим данным, нарастает в онтогенезе у кроликов в первые дни постнатальной жизни несколько быстрее в сердечной мускулатуре, чем в скелетной мышце. В скелетных мышцах кролика (рис. 1, *Sa*) некоторое нарастание абсолютного содержания азота саркоплазматических белков продолжается в течение всего периода роста организма, достигая к 75-му дню постнатального развития 8.95 мг/г свежей ткани. Однако в процентном отношении в связи с резким нарастанием миофибриллярных белков содержание саркоплазматических белков в скелетной мускулатуре с возрастом снижается (рис. 3, *Sa*).

Наращение содержания азота саркоплазматических белков в мг/г ткани в сердечной мышце (рис. 2, *Sa*) в основном заканчивается к 9—17-му дню постнатальной жизни. В это время содержание азота этих белков уже близко к таковому у 75-суточного кролика (11.24 мг/г свежей ткани). В процентном отношении (рис. 3, *Sa*) наиболее высоким содержанием саркоплазматических белков отличается сердечная мускулатура. Весьма вероятно, что пополнение запасов лабильных глобулинов фракции Т, заполняющих в форме подвижного зольного пространства между элементарными нитями (протофибриллами) миозина и актина в миофибриллах, осуществляется именно за счет части саркоплазматических глобулинов X Вебера.

Белки стромы. Содержание белков стромы в различных типах мускулатуры кроликов в онтогенезе неодинаково. Так, содержание азота белков стромы довольно низко в скелетной мускулатуре 25-суточных эмбрионов (около 1.5 мг/г ткани). Оно возрастает к моменту рождения и продолжает повышаться примерно до 9-го дня постнатального развития кролика, затем в течение всего последующего периода роста организма содержание белков стромы в скелетных мышцах постепенно снижается (рис. 1, *St*). Эту же закономерность можно обнаружить и в ходе кривой, отражающей изменение процентного содержания белков стромы скелетных мышц в онтогенезе (рис. 3, *St*).

Белки стромы миокарда претерпевают в онтогенезе сравнительно незначительные изменения, что соответствует раннему развитию сократительной функции миокарда (рис. 2, *St*). В процентном отношении на долю азота стромы в миокарде приходится менее 20% общего азота ткани.

Надо, однако, отметить, что к оценке абсолютного содержания белков стромы следует подходить с некоторой осторожностью, т. к. в процессе фракционирования мышечных белков возможна денатурация части белков, особенно лабильных глобулинов фракции Т, которые в денатурированной форме могут определяться как белки стромы. Об этом, в частности, говорят данные опытов, проведенных с использованием изотопного метода, позволившие обнаружить довольно высокий уровень включения метки на ранних стадиях онтогенеза в белки стромы.

Выяснение взаимосвязей между отдельными фракциями мышечных белков в онтогенезе является предметом наших дальнейших исследований.

Выводы

1. В скелетной и сердечной мускулатуре в процессе онтогенеза происходит нарастание общего и белкового азота (в расчете на 1 г свежей ткани), наиболее выраженное в скелетной мышце. Это объясняется в согласии с хорошо известными из литературы данными снижением по мере развития животного содержания воды в тканях.

2. Для скелетной мускулатуры кролика наиболее характерно нарастание в онтогенезе как абсолютного, так и относительного содержания миофибриллярных белков. Это повышение происходит, главным образом, за счет резкого увеличения (абсолютного и относительного) количества

актомиозина в период формирования в мышечной ткани волокон с быстрой тетанической сократительной реакцией.

3. Белки фракции *T* в скелетной мускулатуре в онтогенезе не претерпевают в процентном отношении существенных изменений; абсолютное содержание их нарастает в течение всего периода роста организма. Отношение Am/T изменяется от 1.9 у 25-суточного эмбриона до 3.5—3.8 у взрослого кролика.

4. Абсолютное содержание саркоплазматических белков (мг/г ткани) в скелетной мускулатуре в онтогенезе постепенно повышается. Однако в процентном отношении в связи с резким нарастанием количества миофибриллярных белков содержание саркоплазматических белков до 9-го дня постнатального развития снижается, а затем остается почти постоянным.

5. Как абсолютное, так и относительное содержание белков стромы в скелетной мускулатуре в эмбриональном периоде развития нарастает, но в постнатальном периоде, начиная с 9-го дня, постепенно снижается.

6. В сердечной мускулатуре, для которой характерно раннее развитие сократительной функции, резких изменений в содержании (как абсолютном, так и относительном) исследованных фракций, а также в величине коэффициента Am/T в онтогенезе не отмечается. В сердечной мышце (желудочки) этот коэффициент колеблется от 2.2 у 25-суточного эмбриона до 2.5 у 75-дневного кролика.

7. Имеется определенная корреляция между фракционным составом мышечных белков и степенью функциональной зрелости различных типов мускулатуры на разных стадиях онтогенеза.

Л и т е р а т у р а

- [1] Е. Н. Асмолова, Бюлл. exper. биол. и мед., 1, 118, 120 (1936). — [2] Е. Я. Гейман и В. А. Мужеев, Физиол. ж. СССР, 20, 103 (1939). — [3] Г. Е. Владимиров, Тр. Военно-мед. акад. РККА, 22, 49 (1940). — [4] F. M. Oog, J. Exper. Zool., 105, 29 (1947). — [5] И. И. Иванов, Б. С. Касавина, Докл. АН СССР, 60, 417 (1948). — [6] H. Hergmann, I. Nicholas, J. Exper. Zool., 107, 165 (1948). — [7] А. Саро, Н. Неггманн, Amer. J. Physiol., 165, 701 (1951). — [8] Р. Сгерах, Biochim. Biophys. Acta, 9, 385 (1952). — [9] D. S. Robinson, Biochem. J., 52, 621, 633 (1952). — [10] Б. С. Касавина, Тр. Всес. обл. физиол., биохим. и фармакол., 2, 151 (1954); Тр. II научн. конф. по возрастной морфол. и физиол., Изд. АПН РСФСР, М., 194 (1955). — [11] Б. С. Касавина и Ю. М. Торчинский, Биохимия, 21, 510 (1956). — [12] И. И. Иванов, В. А. Юрьев, В. В. Кадыков и др., Биохимия, 21, 591 (1956). — [13] И. И. Иванов, В. А. Юрьев, В. В. Кадыков и др., Докл. АН СССР, 111, 649 (1956). — [14] G. Villafranca, Arch. Biochem. Biophys., 61, 378 (1956). — [15] Б. С. Касавина и М. В. Уманская, Биохимия, 118, 340 (1958). — [16] В. В. Оппель, Усп. совр. биол., 46, 281 (1958); Укр. биохим. ж., 31, 144 (1959). — [17] И. И. Иванов, В. В. Кадыков и В. А. Юрьев, Бюлл. exper. биол. и мед., 48, 46 (1959). — [18] И. И. Иванов. В кн. «Актуальные вопросы современной биохимии», 1, 144, М. (1959). — [19] J. W. T. Dickerson, F. M. Widdowson, Biochem. J., 74, 247 (1960). — [20] И. И. Иванов и В. А. Юрьев. Биохимия и патобиохимия мышц. Медгиз, Л. (1961). — [21] В. В. Кадыков. Изменение фракционного состава белков скелетной мускулатуры в онтогенезе. Автореф. дисс., Л. (1961). — [22] В. А. Юрьев. Изменение белкового состава мускулатуры при нарушениях мышечной деятельности. Автореф. дисс., Л. (1962). — [23] Ю. Ю. Кеериг. Здравоохранение Эстонской ССР, № 6, 35 (1964); Первый Всес. биохим. съезд. Тез., Л., 2, 18 (1964); Динамика биосинтеза белковых фракций скелетной мышцы кролика в норме и при лучевых поражениях. Автореф. дисс. Л. (1965). — [24] G. Hall, M. Jakus, F. Schmitt, J. Appl. Physiol., 16, 459 (1945). — [25] Б. С. Касавина и А. И. Балякина, Бюлл. exper. биол. и мед., 24, 146 (1947). — [26] И. И. Иванов и Е. Г. Киселева, Докл. АН СССР, 60, 81 (1948). — [27] И. И. Иванов, Бюлл. exper. биол. и мед., 27, 321 (1949); Усп. биол. химии, 1, 179 (1950). — [28] M. Dubuisson, Biol. Rev., 25, 46 (1950). — [29] А. Саро. Amer. J. Physiol., 160, 46 (1950). — [30] Р. Сгерах, Atti acad. nazion. del. Lincei, 15, 169 (1951). — [31] И. И. Иванов и В. Д. Блохина, Биохимия, 20, 292 (1955). — [32] А. Д. Браун и Н. И. Минович, Вопр. мед. химии, 2, 188 (1956). — [33] К. Ваилеу Biochem. J., 64,

9P (1956); Publ. staz. zool. Napoli, 20, 96 (1956). — [34] D. Needham, J. Sawkwell, *Biochem. J.*, 63, 357 (1956); 65, 540 (1958); 68, 31 (1958). — [35] А. В. Стрелина, И. И. Иванов, Е. Г. Жуков, *Физиолог. ж. СССР*, 43, 357 (1957). — [36] J. Hansop, J. Lowy, H. Huxley, K. Bailey, C. Kay, J. Rüegg, *Nature*, 180, 1134 (1957). — [37] E. Helander, *Acta Physiol. Scand.*, 41, Suppl. 141 (1957). — [38] В. В. Оппель и Т. П. Серебрянникова, *Докл. АН СССР*, 122, 271 (1958). — [39] J. Rüegg, *Biochem. J.*, 69, 46 (1958); *Proc. Biochem. Soc.*, 69, 4 (1958); *Biochim. Biophys. Acta*, 35, 278 (1958). — [40] И. И. Иванов, З. Н. Жахова, И. П. Зиновьева и др., *Биохимия*, 24, 451 (1959). — [41] И. И. Иванов, Н. И. Мирович, *Бюлл. exper. биол. и мед.*, 48, 67 (1959). — [42] I. I. Ivanov, N. I. Mirovich, V. P. Moisseieva, E. A. Parshina, S. E. Tukachinskaya, V. A. Yuriev, Z. N. Zhaklova, I. P. Zinovieva, *Acta Physiol. Hung.*, 16, 7 (1959). — [43] И. П. Зиновьева, *Акушер. и гинекол.*, № 2, 45 (1959); Мышечные белки матки в разные сроки беременности. Автореф. дисс., М. (1960). — [44] В. В. Оппель и Т. Б. Хлюстина, *Биохимия*, 25, 532 (1960). — [45] И. М. Маркелов. Изменение фракционного состава белков при экспериментальном инфаркте миокарда. Автореф. дисс., Л. (1965). — [46] D. S. Robinson, *Biochem. J.*, 52, 628 (1952). — [47] И. И. Иванов, Н. И. Мирович и др., *Биохимия*, 27, 94 (1962). — [48] И. И. Иванов, Ю. Ю. Кеериг, А. И. Иванов, *Докл. АН СССР*, 160, 717 (1965).

Поступила 30 IV 1966

ONTOGENETIC CHANGES IN FRACTIONAL COMPOSITION OF PROTEINS FROM VARIOUS TYPES OF MUSCLES OF RABBIT

*I. I. Ivanov, Yu. Yu. Keerig, V. I. Bragin, A. E. Zaitsev,
V. K. Nebyshynets, L. I. Khaikina and V. A. Shyndin*

Chair of Biochemistry, Military Medical Academy, Leningrad

SUMMARY

All the main fractions of skeletal and cardiac muscles — non-protein nitrogen, total tissue nitrogen, total protein, sarcoplasmic protein and myofibrillar protein (i. e. proteins of the actomyosin group and easily soluble proteins of the T-fraction) as well as stroma proteins have been studied.

Absolute and relative increases in myofibrillar proteins of the skeletal muscles were found during ontogenesis, mainly due to an intensive increase in the actomyosin contents. Relative contents of proteins of the T-fraction does not undergo any significant changes. Stroma proteins of the skeletal muscles increase during embryogenesis and gradually decrease in postnatal development. Due to a sharp increase in myofibrillar proteins, the relative contents of the sarcoplasmic proteins of the skeletal muscles decreases in ontogenesis.

For cardiac muscle, no significant changes were observed in the contents of the fractions studied which corresponds to the developed contractile function of the myocardium already in early ontogenesis.

There is definite correlation between the fractional composition of muscle proteins and the degree of functional maturity of different types of muscles on various stages of ontogenesis.