

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В ТКАНЯХ
СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ У МОРСКИХ СВИНОК И КРОЛИКОВ В РАННИХ ФАЗАХ
ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА**

**Regularities of changes of enzyme activity in the tissues of skeletal muscle in guinea pigs
and rabbits in the early phases of postnatal ontogenesis**

Н. В. Мардарьева, канд. биол. наук, доц. кафедры агрохимии и экологии Чувашской
государственной сельскохозяйственной академии
(Чебоксары, ул. К.Маркса, 29)

Рецензент: Г. А. Ларионов, д-р биол. наук, проф. ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА

Аннотация

В статье рассматривается в качестве индикаторов обменных процессов активность ферментов аспаратаминотрансфераза (АсАТ) и аланинаминотрансфераза (АлАТ) в тканях разных мышц после их рождения. Отмечается в ранних фазах постнатального онтогенеза в тканях скелетных мышц у морских свинок и кроликов происходят закономерные изменения активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. У новорожденных определяются относительно низкая активность ферментов. С возрастом животных, по мере созревания скелетных мышц, с повышением физиологической нагрузки на них, увеличивается активность изучаемых аминотрансфераз.

Ключевые слова: крольчата, морские свинки, мышцы, ферменты.

Summary

The article considers as indicators of metabolic processes the activity of enzymes aspartateaminotransferase (AsAT) and alanineaminotransferase (AlAT) in the tissues of different muscles after birth. It is noted in the early phases of postnatal ontogenesis in the tissues of skeletal muscle in Guinea pigs and rabbits naturally occurring changes in the activity of aspartate-aminotransferase and alanine aminotransferase. Newborns are determined by the relatively low activity of enzymes. Animal age, with the maturation of skeletal muscle, with an increase in physiological loads on them, increasing the activity of the studied aminotransferases.

Keywords: rabbits, Guinea pigs, muscles, enzyme.

В ранних фазах постнатального онтогенеза у животных продолжают интенсивные структурно-функциональные и биохимические изменения в скелетных мышцах.

В научной литературе накоплен определенный материал по определению закономерностей развития в тканях внутренних органов у разных видов животных таких ферментных систем как трансферазы, фосфатазы и α -амилазы, так как они являются наиболее объективными показателями уровня обменных процессов в тканях органов. Эти работы связаны с изучением характера и темпов становления ферментных систем в тканях органов пищеварения [1, 7, 8]. Анализ литературных источников свидетельствует о том, что сведения о структурно-функциональном и биохимическом постнатальном развитии скелетных мышц у кроликов и морских свинок весьма скудны и единичны.

Цель настоящей работы – совершенствование разных систем организма у животных в отдельные фазы развития постнатального онтогенеза. Она является продолжением предыдущих исследований сотрудниками кафедры по определению активности различных

ферментов в тканях отдельных органов и сыворотке крови у разновозрастных животных [2,3,4,5].

Методика исследований. Определение активности АсАТ и АлАТ в тканях разных мышц у морских свинок и кроликов проводили в условиях биохимической лаборатории ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. Использовали кролики породы серый великан и морских свинок в возрасте 1, 6, 12, 18, 24, 30, 45, 60 и 90 суток. Возрастные группы формировали по принципу аналогов, с учётом пола, живой массы, типа нервной системы и общего состояния. Мышцы животных извлекали и пробы тканей замораживали в жидком азоте для дальнейших исследований. Активность фермента определяли по методикам, описанным в справочном пособии под редакцией Б.Д. Кальницкого [6].

Трехглавая мышца плеча (табл.1). В возрасте 1, 6, 12 суток жизни у морских свинок в тканях этой мышцы определяется примерно одинаковая активность АсАТ, соответственно $8,29 \pm 0,27$, $7,89 \pm 0,27$ и $8,38 \pm 0,34$ мкмоль/г·час. С двенадцатого по восемнадцатые сутки жизни активность фермента снижается до $7,23 \pm 0,14$ мкмоль/г·час, $p < 0,05$, на 13,7%. У двадцатичетырехсуточных животных она сохраняется примерно на таком же уровне, $7,35 \pm 0,26$ мкмоль/г·час. К тридцатисуточному возрасту уровень активности изучаемого фермента повышается до $9,78 \pm 0,38$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, на 33,1% и с этого возрастного срока изменение активности АсАТ недостоверное.

У суточных морских свинок активность АлАТ в тканях трехглавой мышцы плеча составляет $10,29 \pm 0,67$ мкмоль/г·час. В течение первых шести суток она повышается до $15,44 \pm 0,72$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, на 50,8 %. В дальнейшем, последующие шесть суток, к двенадцатисуточному возрасту, активность АлАТ падает до $11,44 \pm 0,63$ мкмоль/г·час, $p < 0,01$, на 25,9%. К восемнадцатисуточному возрасту активность этого фермента снова увеличивается до $14,84 \pm 0,36$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, что выше по сравнению с двенадцатисуточными на 29,7%. У двадцатичетырехсуточных активность АлАТ изменяется незначительно и составляет $13,93 \pm 0,22$ мкмоль/г·час, $p > 0,05$, ниже восемнадцатисуточных только на 6,1%. К месячному возрасту в тканях трехглавой мышцы плеча активность фермента увеличивается до $16,11 \pm 0,47$ мкмоль/г·час, $p < 0,01$, что выше на 15,6%. В более поздние возрастные фазы жизни животных изменение активности АлАТ недостоверное.

Большая грудная мышца (табл.1). Активность АсАТ в тканях большой грудной мышцы у морских свинок в первые сутки жизни составляет $7,74 \pm 0,38$ мкмоль/г·час. В дальнейшем у шестисуточных животных активность фермента повышается незначительно, до $8,12 \pm 0,19$ мкмоль/г·час, $p > 0,05$, на 4,9%. Повышение активности АсАТ продолжается еще в течение шести последующих суток, до $9,45 \pm 0,28$ мкмоль/г·час, $p < 0,01$, выше чем у шестисуточных на 16,4%. У восемнадцатисуточных активность АсАТ вновь уменьшается до $8,02 \pm 0,37$ мкмоль/г·час, $p < 0,05$, на 15,1%. Примерно на таком же уровне активность изучаемого фермента сохраняется и у двадцатичетырехсуточных животных. К месячному возрасту активность фермента увеличивается до $9,68 \pm 0,56$ мкмоль/г·час, $p < 0,01$, на 25,6% и в дальнейшем она стабилизируется.

Активность АлАТ в тканях большой грудной мышцы у суточных морских свинок составляет $12,99 \pm 0,79$ мкмоль/г·час. В течение первых шести суток жизни животных она поднимается до $14,67 \pm 0,48$ мкмоль/г·час, $p > 0,05$, на 12,9%. В фазу от двенадцати до восемнадцати суток жизни активность фермента изменяется незначительно. У двадцатичетырехсуточных животных уровень его активности повышается до $15,13 \pm 0,49$

мкмоль/г·час, $p < 0,01$, что выше, чем у восемнадцатисуточных на 20,4%. В последующие возрастные сроки активность АлАТ определяется примерно на уровне двадцатичетырехсуточных.

Таблица 1

Активность аспартат- и аланинаминотрансфераз в тканях трехглавой мышцы плеча и большой грудной мышцы у морских свинок в ранних фазах постнатального онтогенеза

Возраст морских свинок в сутках	Трехглавая мышца плеча		Большая грудная мышца	
	АсАТ мкмоль/г·час	АлАТ мкмоль/г·час	АсАТ мкмоль/г·час	АлАТ мкмоль/г·час
1	2	3	4	5
1	8,29±0,27 $p > 0,05$	10,29±0,67 $p < 0,001$	7,74±0,38 $p > 0,05$	12,99±0,79 $p > 0,05$
6	7,89±0,38 $p > 0,05$	15,44±0,72 $p < 0,01$	8,12±0,19 $p < 0,01$	14,67±0,48 $p > 0,05$
12	8,38±0,34 $p < 0,05$	11,44±0,63 $p < 0,001$	9,45±0,28 $p < 0,05$	13,66±0,55 $p > 0,05$
18	7,23±0,14 $p > 0,05$	14,84±0,36 $p > 0,05$	8,02±0,37 $p > 0,05$	12,57±0,38 $p < 0,01$
24	7,35±0,26 $p < 0,001$	13,93±0,22 $p < 0,01$	7,71±0,23 $p < 0,01$	15,13±0,49 $p > 0,05$
30	9,78±0,38 $p < 0,05$	16,11±0,47 $p > 0,05$	9,68±0,56 $p > 0,05$	16,72±0,81 $p < 0,05$
45	11,22±0,41 $p > 0,05$	15,41±0,16 $p > 0,05$	9,23±0,36 $p > 0,05$	15,91±0,43 $p < 0,05$
60	10,53±0,56	15,38±0,13	10,12±0,52	16,22±0,41

Трехглавая мышца плеча (табл.2). В тканях трехглавой мышцы плеча у кроликов с первого по шестые сутки жизни активность АсАТ увеличивается с $8,56 \pm 0,73$ до $11,89 \pm 0,81$ мкмоль/г·час, $p < 0,05$, на 38,9%. В течение последующих шести суток жизни она вновь возвращается к уровню односуточных, снижается до $8,97 \pm 0,55$ мкмоль/г·час, $p < 0,05$, на 24,6%. У восемнадцати суточных животных активность фермента вторично увеличивается до $11,08 \pm 0,51$ мкмоль/г·час, $p < 0,05$, на 23,5%. В течение последующих шести суток жизни она снижается до $9,39 \pm 0,46$ мкмоль/г·час, $p < 0,05$, на 15,3%. Примерно на таком же уровне активность АсАТ определяется и у месячных животных, $9,69 \pm 0,32$ мкмоль/г·час. В дальнейшем, к сорокапяти суткам жизни, в тканях трехглавой мышцы плеча активность АсАТ повышается до $11,66 \pm 0,25$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, на 20,3%. У шестидеятисуточных она вновь снижается до уровня $8,84 \pm 0,34$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, на 24,2% и на этом уровне с двухмесячного возраста стабилизируется.

В тканях трехглавой мышцы плеча активность АлАТ у суточных кроликов составляет $13,37 \pm 0,81$ мкмоль/г·час. В течение первых шести дней жизни она увеличивается до $16,73 \pm 0,56$ мкмоль/г·час, $p < 0,01$, на 25,1%. В течение последующих шести суток жизни животных активность АлАТ снижается до $12,57 \pm 0,49$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, на 24,5%. К восемнадцатисуточному возрасту вновь повышается до $15,36 \pm 0,24$ мкмоль/г·час, $p < 0,001$, на 22,2%. В дальнейшем, в промежуток с восемнадцатого по двадцать четвертые сутки жизни, активность АлАТ в тканях трехглавой мышцы плеча уменьшается до $13,26 \pm 0,47$ мкмоль/г·час, $p < 0,01$, на 13,7%. В последующие возрастные сроки она незначительно увеличивается, с двадцать четвертого по тридцатые сутки жизни - до уровня $14,65 \pm 0,66$ мкмоль/г·час, $p > 0,05$, на 10,5% и с тридцатого по сорок пятые сутки - до

15,93±0,89 мкмоль/г·час, $p>0,05$, на 8,7%. Существенное уменьшение активности этого фермента отмечается с сорок пятых до шестидесятих суток жизни, до 11,14±0,25 мкмоль/г·час, $p<0,001$, на 30,1% и с этого возрастного срока изменение активности АлАТ невыраженное.

Большая грудная мышца (табл.2). В тканях большой грудной мышцы у суточных кроликов активность АсАТ определяется на уровне 9,33±0,44 мкмоль/г·час. С первого по шестые сутки жизни она увеличивается до 11,12±0,41 мкмоль/г·час, $p<0,05$, на 19,1%. Возвращение до уровня суточного возраста активности фермента отмечается у двенадцатисуточных, 9,63±0,36 мкмоль/г·час, $p<0,05$, уменьшается на 10,7%. Через шесть суток жизни активность АсАТ поднимается до 11,82±0,64 мкмоль/г·час, $p<0,05$, на 19,0% и сохраняется на таком уровне с восемнадцатого по тридцатые сутки жизни, в пределах с 10,75±0,34 до 10,83±0,38 мкмоль/г·час. К сорокапятисуточному возрасту она снижается до 8,76±0,25 мкмоль/г·час, $p<0,01$, на 19,1% и с этого возрастного срока стабилизируется.

Активность АлАТ у суточных кроликов в тканях большой грудной мышцы составляет 11,72±0,77 мкмоль/г·час. К шестисуточному возрасту она повышается до 15,34±0,42 мкмоль/г·час, $p<0,01$, на 30,9%. Временное снижение активности фермента выявляется к двенадцатисуточному возрасту, до 12,83±0,74 мкмоль/г·час, $p<0,01$, на 16,4%. В период жизни крольчат, с восемнадцатого по двадцать четвертые сутки, в тканях большой грудной мышцы определяется относительно высокая активность этого фермента, соответственно на уровне 15,37±0,28 и 15,12±0,67 мкмоль/г·час. К одному месячному возрасту активность этого фермента уменьшается до 12,38±0,21 мкмоль/г·час, $p<0,01$, на 18,1%. На таком же уровне она сохраняется и у сорокапятисуточных животных, составляет 12,86±0,34 мкмоль/г·час. К двухмесячному возрасту активность АлАТ снижается до 10,61±0,29 мкмоль/г·час, $p<0,001$, на 17,5% и с двухмесячного возраста на этом уровне стабилизируется.

Таблица 2

Активность аспартат- и аланинаминотрансфераз в тканях трехглавой мышцы плеча и большой грудной мышцы у кроликов в ранних фазах постнатального онтогенеза

Возраст кроликов в сутках	Трехглавая мышца плеча		Большая грудная мышца	
	АсАТ мкмоль/г·час	АлАТ мкмоль/г·час	АсАТ мкмоль/г·час	АлАТ мкмоль/г·час
1	2	3	4	5
1	8,56±0,73 $p<0,05$	13,37± 0,81 $p<0,01$	9,33±0,44 $p<0,05$	11,72±0,77 $p<0,01$
6	11,89±0,81 $p<0,05$	16,73±0,56 $p<0,001$	11,12±0,41 $p<0,05$	15,34±0,42 $p<0,05$
12	8,97±0,55 $p<0,05$	12,57±0,49 $p<0,001$	9,63±0,36 $p<0,05$	12,83±0,74 $p<0,01$
18	11,08±0,51 $p<0,05$	15,36±0,24 $p<0,01$	11,82±0,64 $p>0,05$	15,37±0,28 $p>0,05$
24	9,39±0,46 $p>0,05$	13,26±0,47 $p>0,05$	10,75±0,34 $p>0,05$	15,12±0,67 $p<0,01$
30	9,69±0,32 $p<0,001$	14,65±0,66 $p>0,05$	10,83±0,38 $p<0,01$	12,38±0,21 $p>0,05$
45	11,66±0,25 $p<0,001$	15,93±0,89 $p<0,001$	8,76±0,25 $p>0,05$	12,86±0,34 $p<0,001$
60	8,84±0,34 $p>0,05$	11,14±0,25 $p>0,05$	8,22±0,33 $p>0,05$	10,61±0,29 $p>0,05$
90	8,87±0,19 $p>0,05$	10,66±0,36 $p>0,05$	8,87±0,26 $p>0,05$	10,24±0,11 $p>0,05$

В целом в ранних фазах постнатального онтогенеза в тканях скелетных мышц у морских свинок происходят закономерные изменения активности аспаргатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. У новорожденных морских свинок определяется относительно низкая активность ферментов. С возрастом животных, по мере созревания скелетных мышц, с повышением физиологической нагрузки на них, увеличивается активность изучаемых аминотрансфераз.

Сравнительный анализ возрастных изменений активности ферментов аспаргат- и аланинаминотрансфераз в тканях скелетных мышц у кроликов свидетельствует о том, что характер возрастных изменений активности изучаемых ферментов в отдельные возрастные фазы в тканях разных мышц неодинаковый. Такие изменения отражают ускоренный ход структурно-физиологического совершенствования мышц, степень их усиленного физиологического напряжения, связанного с двигательной активностью животных.

Постнатальный рост и развитие скелетных мышц и организма характеризуются сменяющимися фазами высоких и низких темпов совершенствования структурно-функциональной организации органов, соответственно с фазами повышения и понижения активности аминотрансфераз. С завершением этапа высоких темпов структурно-функционального становления мышц к двадцатичетырех-тридцатисуточному возрасту, снижением интенсивности анаболических процессов, активность аспаргатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в скелетных мышцах стабилизируются.

Библиографический список

- [1] Мардарьева Н.В. Активность аспаргатаминотрансферазы в тканях двенадцатиперстной кишки у крольчат в разные фазы постнатального онтогенеза/М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.-2016. - Т.1. - №2. – С.75-78.
- [2]. Мардарьева Н.В. Возрастные изменения активности γ -глутамилтрансферазы в тканях мышц конечностей у крольчат/М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.-2016. - Т.1. - №2. – С.83-86.
- [3] Мардарьева Н.В. Активність γ -глутамілтрансферази у тканинах м'язів різновікових кроленят / М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева, О.П. Нестерова, Г.М. Ефремова, Т.В. Кузнецова // Вестник Сумского национального аграрного университета. - 2016. - №5(29). – С.187-190.
- [4] Мардарьева Н.В. Закономерности постнатального развития системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза и возрастные изменения активности аминотрансфераз в скелетных мышцах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Чебоксары. - 2004. - С. 133.
- [5] Мардарьева Н.В. Амилазная активность в тканях мышц у растущих крольчат/ Н.В. Мардарьева, О.П. Нестерова, Т.В. Кузнецова // В сборнике: Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК/ Материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары. - 2015. - С. 441-444.
- [6] Методы биохимического анализа: справочное пособие / под ред. Б.Д. Кальницкого. – Боровск, 1997. – 356 с.
- [7] Терентьева М.Г. Аминотрансферазы, фосфатазы и α -амилаза в тканях подвздошной кишки у поросят / М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева, О.П. Нестерова, Т.В. Кузнецова//Ученые записки КГАВМ. – Казань.- 2015. - Т.224(4). С.228-232.
- [8] Терентьева, М.Г. Аминотрансферазы в тканях слепой кишки у поросят / М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева // Вестник российского университета дружбы народов.- М.-2013. - №1. – С.75-80.