

*M. N. МЫРЗАХАНОВА, Н. МЫРЗАХАНОВ*

## **СТАНОВЛЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АППАРАТА ЛИМФООБРАЩЕНИЯ**

Кокшетауский государственный университет им Ш. Уалиханова

*Рассматриваются вопросы о формировании сократительной активности лимфатических узлов в онтогенезе у млекопитающих.*

У низших позвоночных движение лимфы обеспечивается исключительно интрапаренхиматическим фактором – сокращением особых лимфатических сердец [1, 2]. Млекопитающие же животные лишены подобного образования. По мнению [3], существование системы лимфатических сосудов и узлов у позвоночных является свидетельством наибольшего совершенства их иннервации. Это кажущееся несоответствие. В многочисленных работах исследователей [4-12] было установлено, что именно высшие млекопитающие животные и человек обладают наиболее мощным интрапаренхиматическим фактором – сократительной активностью самих лимфатических сосудов. Под ней подразумеваются как «спонтанные» ритмические сокращения сосудов, так и их способность реагировать изменениями своего просвета в ответ на нейрогенные и гуморальные влияния. По мнению [13], автономные сокращения лимфатических сосудов являются универсальной и главной силой для транспорта лимфы в кровь.

Первым, кто сообщил о спонтанных изменениях просвета млечных сосудов лошадей и собак, убитых после приема пищи, был [14]. Наблюдения [14] затем были подтверждены [15] на лимфатических сосудах брыжейки. [15] – диафрагмы [15, 16] – афферентного сосуда паравагинального лимфатического узла морских свинок [16, 17] – на поясничном лимфатическом стволе овцы [8].

Авторы, изучая сократительную активность отдельных межклапанных сегментов – лимфангионов, пришли к выводу, что они представляют собой автономный функциональный элемент [10, 11]. Независимо от вида животного и областей тела частота сокращений лимфангиона варьирует от 8 до 22 в минуту и зависит от ряда факторов. Наибольшее влияние оказывает интраваскулярное давление [10, 20, 22], с ростом которого увеличивается амплитуда и частота сокращений [10]. Создается ситуация, очень похожая на закон Франка-Старлинга по отношению к сердцу [13, 18].

Важнейшим и постоянным фактором движения лимфы является авторитика лимфатических сосудов [10, 20, 21] и узлов [20, 21]. Важную роль в активации и координации деятельности лимфангионов играют интрамуральные прессорецепторы, наличие которых отмечал [24]. Об этом же свидетельствует корреляция между электрическим потенциалом и стимулом на лимфангион. Спонтанная ритмика лимфатических сосудов существенным образом меняется при нейрогенных и гуморальных воздействиях, а также под влиянием метаболитов и тканевых биологически активных веществ [10, 19-21].

В настоящее время спонтанная сократительная деятельность лимфатических сосудов выявлена почти у всех видов животных: летучей мыши, морской свинки, крыс, свиней, коз, обезьян, белки, кошки, крота, хомячка, овец и носорога [21-26]. Вопрос об участии лимфатических узлов в лимфотоке приобретает особое значение в связи с тем, что лимфоузлы проявляются у тех позвоночных животных, у которых исчезают лимфатические сердца [27]. До сих пор в литературе мало освещен вопрос о собственной сократительной активности лимфатических узлов. Эта деятельность лимфатических узлов впервые зарегистрирована у овец и коров [22], которая подтверждена последующими исследованиями многих авторов [28, 29] в норме, при отравлениях солями тяжелых металлов и при ортостазе. Полученные результаты позволили выдвинуть и обосновать представленные в сосудисто-узловой системе транспорта лимфы [20, 22, 26] в организме млекопитающих животных. Однако до сих пор остались малоизученными вопросы становления сократительной способности лимфатических сосудов и узлов в региональном и онтогенетическом аспектах. Между тем известно, что лимфатические узлы как самостоятельные органы впервые проявляются у птиц (шейная и поясничная группа) и высокого уровня развития достигают у млекопитающих животных с хорошо

развитой капсулой, содержащей гладкомышечные элементы. Согласно [10], строение лимфатических узлов у новорожденных мышей весьма примитивное, а формирование всех основных структур узла происходит в первые три недели после рождения.

Задачей наших исследований было изучение формирования сократительной активности отдельных сегментов (лимфангионов) кишечного лимфатического протока овец в направлении от корней лимфатической системы до хилезной цистерны, а также становления сократительной активности висцеральных и соматических лимфатических узлов крыс в 1,5, 10, 15, 20 и 30-й дни после рождения.

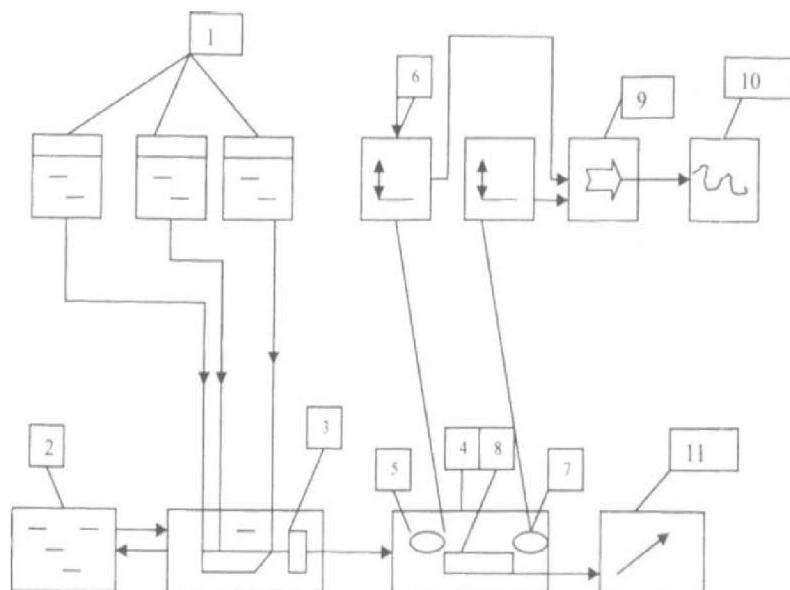
### Методика исследований

Опыты проводились на препаратах кишечного лимфатического протока овец, полученного в условиях мясокомбината и на висцеральных и соматических лимфатических узлах белых лабораторных крыс.

Для исследования формирования спонтанной ритмической сократительной активности брыжеечных лимфатических сосудов коровы и овцы в направлениях от брыжеечного края кишечника до впадения их в хилезную цистерну были использованы лимфатические сосуды тонкого кишечника коров и овец, отпрепарированных полностью из организма, начиная от брыжеечного края кишечника до их впадения в хилезную цистерну. Для этого еще до выделения всего сосудистого лимфатического ствола из организма и препарации препарата были наложены лигатуры через каждый лимфангион, которые затем туго перевязывались. В результате образовывалась целая цепочка «бус», представляющих отдельные лимфангионы с их содержимым. Подготовленный таким образом препарат выделялся из организма, очищался от посторонних тканей, помещался в раствор Кребса ( $37^{\circ}\text{C}$ ). Выделение последовательных лимфангионов и регистрация их спонтанной сократительной активности проводились по методике, описанной [21, 22].

Для изучения становления сократительной деятельности лимфатических узлов в опыт брались соматические (подчелюстной, паховый и подмышечный) и висцеральные (брюшной, сердечный правый и левый почечные) лимфатические узлы белых крыс с 1-го до 30-й день после рождения.

Изолированные лимфатические узлы или сосуды помещали в камеру с проточным, терmostатируемым ( $37^{\circ}\text{C}$ ) и оксигенизованным раствором Кребса следующего состава (в мл/л):  $\text{NaCl} - 124,0$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 - 1,2$ ;  $\text{KCl} - 5,9$ ;  $\text{CaCl}_2 - 2,5$ ;  $\text{MgCl}_2 - 1,2$ ;  $\text{NaHCO}_3 - 15,5$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 11,5$  ммоль/литр дистиллированной воды. Для работы использовались растворы с  $\text{pH} - 7,2 - 7,3$ . Изометрическое напряжение препаратов регистрировали при помощи двух высокочувствительных mechanотронов типа 6МХ-ІБ [25] на чернильно-пишущем самописце Н-327-5 (рис. 1).

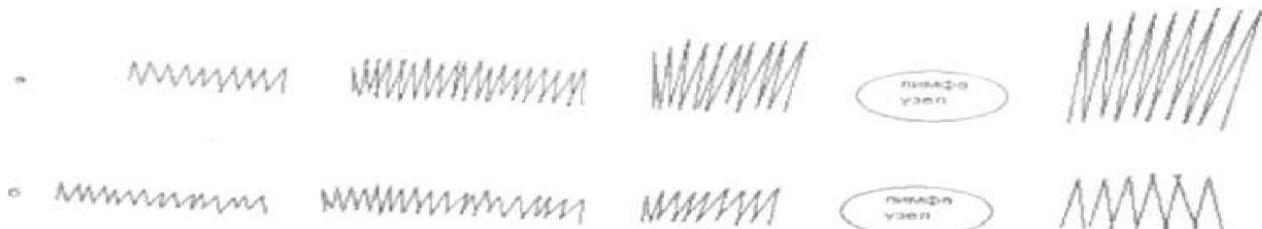


**Рис. 1.** Блок-схема установки для исследования моторики лимфатических узлов (Орлов и др., 1983):  
1 – емкость для растворов; 2 – ультратермостат; 3 – многоходовой кран; 4 – терmostатируемая рабочая камера;  
5 – препарат лимфатического узла; 6 – mechanotron; 7 – препарат лимфатического сосуда; 8 – термистр;  
9 – усилитель; 10 – самописец; 11 – микроэлектротермометр

Термостатирование производили с помощью ультратермостата УТ-15 в теплообменнике специальной конструкции. Точность термостатирования в наших исследованиях была не ниже 0,2 °C.

### **Результаты исследований**

Эксперименты показали, что по мере удаления от корней к устьям отмечается усиление спонтанной сократительной активности лимфатических сосудов за счет возрастания амплитуды сокращений (рис. 2).



**Рис. 2.** Формирование спонтанной ритмической сократительной активности брыжеечных лимфатических сосудов коровы (верхнее) и овцы (нижнее) в направлении от брыжеечного края кишечника до впадения из хилёзную цистерну

На рис. 2 показано, что у лимфатических сосудов кишечного региона имеет место положительный дистально-проксимальный градиент спонтанной ритмической сократительной активности лимфатических магистралей. Это свидетельствует о том, что с увеличением объема лимфы, а, следовательно, с повышением внутрилимфатического давления, происходит усиление транспортной активности лимфатических сосудов. Обнаруженное нами явление согласуется с данными о микроциркуляции и повышенной иннервации лимфатических сосудов в связи с увеличением диаметра сосудов от корней лимфатической системы к хилезной цистерне [5] и показывает на роль и значение авторитмики лимфатических сосудов в циркуляции лимфы в организме.

Нами установлено, что на первый день постнатального развития лимфатические узлы имеют очень маленькие размеры ( $1-2 \text{ mm}^2$ ) и не проявляют спонтанную сократительную активность, которая появляется в среднем на 5-й день рождения крыс, когда лимфатические узлы достигают размеров  $2-5 \text{ mm}^2$ . В остальные дни наблюдения, т.е. на 10, 15, 20, 30-й дни после рождения, все узлы обладали спонтанной сократительной активностью, которая проявлялась в виде фазной, фазово-ритмической и переходной форм. Обнаружено, что спонтанная сократительная активность висцеральных лимфатических узлов выше по сравнению с соматическими. В то же время выявлена некоторая высокая активность брыжеечных лимфатических узлов по сравнению с остальными висцеральными лимфатическими узлами. Однако нам не удалось составить четкий ряд спонтанной ритмической сократительной активности лимфатических узлов различных органов как в направлении понижения, так и в направлении повышения. Это, по-видимому, было связано с тем, что за период с 1-го по 30-й день после рождения все лимфатические узлы, которые нами изучены, показывали не линейную сократительную активность, а сократительную активность, которая возрас-tala в один и убывала в другие дни у одного и того же узла. Это свидетельствует о том, что на период изучения спонтанной сократительной активности у крыс с 1-го до 30-го дня после рождения не происходит полного становления функциональной активности лимфатических узлов на определенном, характерном для этого вида уровне деятельности.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные показывают, что формирование сократительной активности аппарата лимфообращения происходит как на уровне региональной адаптации лимфатических сосудов, так и на уровне селективных адекватных изменений деятельности лимфатических узлов в период постнатального развития.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Булекбаева Л.Э. и др. Особенности адренергических механизмов регуляции лимфотока при артериальной гипертензии // Физиол. журнал. – 1991. – Т. 77. – 9. – 245 с.

2 Булекбаева Л.Э. и др. Механизмы регуляции транспорта лимфы у низших позвоночных // Проблемы клин. и экспер. лимнологии. – Новосибирск, 1992. – Т. 1. – С. 33-34.

- 
- 3 Иосифов Г.М. Лимфатическая система человека. – Томск, 1914. – 113 с.
- 4 Жданов Д.А. Функциональная анатомия лимфатической системы. – Горький, 1940. – 375 с.
- 5 Жданов Д.А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. – Л., 1952. 336 с.
- 6 Жданов Д.А., Полосухин А.П. // БМЭ. – 1960. – Т. 15. – С. 1064-1070.
- 7 Вальдман В.А. Сосудистый тонус: лимфатический, капиллярный, венозный. – Л., 1960. – 360 с.
- 8 Hall el al. Intrinsic rhythmic propulsion of lymph in the anaesthetized sheep // J. Physiol. – 1965. – 6.281, 13. – С. 720-722.
- 9 Mislin H. Structural and functional relations of the mesenteric vessels // New Trends in Basic Lymphology. – Basel – Stuttgart, 1967. С. 87-93.
- 10 Mislin H. Die motorik der lymphgefabe und die regulation der lymphhärzen // Handbuch der Aalceiminen patologie. – Berlin-Heidelberg – New-York, 1972. – С. 219-238.
- 11 Campbell T et al. Intrinsic contractility of lymphatics in sheep and in dogs // Quart. J. Exp. Physiol. – 1973. – 58. – С. 207-217.
- 12 Casley-Smith I.R. Colloidal osmotic pressure as a force in the formation of lymph // Bibl. Anat. – 1977. – 15. – С. 496-498.
- 13 Мамуровский А.Г. Микроскопическое исследование движения лимфы и расстройство его при пассивной гиперемии и воспалении. – М., 1886.
- 14 Florev H. Observations on the contractility of lactealis // Part I. – J. Physiol. – 1926-1927. – 62. – P. 267-272; – Part. 2. – Ibid. – 1927. – 63. – P. 1-18.
- 15 Horstman W. Beobachtungen zur motorik der lymphgefabc // Pflugers Arch. Des Physiol. – 1959. – 269. – P. 511-519.
- 16 Smith R.O. Lymphatic contractility. A possible intrinsic mechanism of lymphatic vessels for the transport of lymph // J. Exp Med. – 1949. – 90. – P. 497-509.
- 17 Мандрыко Е.С. Анализ спонтанных и вызванных одиночных сокращений гладкой мышцы лимфатических сосудов // Физиол. журн. СССР. – 1975. – 61. – 7. – С. 457-461.
- 18 Mislin H. Experimenteller nachweis der autochthonen automatik der lymphgefääe // Experimente. – 1961. – 17. – P. 29-30.
- 19 Орлов Р.С, Борисова Р.П. Лобачева Т.А., Мандрыко Е.С. Природа, механизмы регуляции и функциональная роль спонтанных сокращений лимфатических сосудов // Венозное кровообращение и лимфообращение. – Алма-Ата, 1976. – С. 105-111.
- 20 Мырзаханов Н.М. Экспериментальное изучение сократительной активности лимфатических узлов // ДАН НАН РК. – 1994. – 1. – С. 51-61.
- 21 Мырзаханов Н.М Роль лимфатических узлов и сосудов в продвижении лимфы // Вестник НАН РК. – 1994. – 3. – С. 70-76.
- 22 Валеева З.Т. Об иннервации грудного лимфатического протока собаки и реакции его на некоторые яды // Фармакол. и токсикол. – 1948. – 11. – 5. – 36.
- 23 Сапин М.Р. Возрастные изменения лимфатических узлов // В кн.: Физиология развития человека. – М., 1971.
- 24 Мырзаханова М.Н. Сравнительно-физиологическое исследование нейро-гуморальной регуляции венозного кровообращения и лимфотока у низших позвоночных: Автореф. канд. дис. – Алматы, 1999.
- 25 Shipp R. Zur Feinstruktur der mesenterialen Lymphgefasse (Cavia porcellus) // Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. – 1965. – 67. – P. 799-818.
- 26 Schipp R. Structure and ultrastructure of mesenteric lymphatic vessels // New Trend in Basic Lymphology / Ed. J. Collette Birkhauser, Basel, Stuttgart, 1967. – P. 50-56.
- 27 Мырзаханов Н., Шахабаева Г.С. Спонтанная сократительная активность и клеточный состав висцеральных лимфатических узлов // Мат-лы междунар. конф. «Актуальные проблемы клинической и теоретической медицины». – Туркестан, 2000. С. –283-285.
- 28 Malek P., Kolc J., Beguosa M. Significance of lymphatic system in resorption of enzymes from the damaged kidney. In: progress in lymphology II / Ed. G. Thieme // Stuttgart. – 1970. – P. 167-169.
- 29 McCarrell J.D. Cervical Lymph pressure in the dog // Am. J. Physiol. – 1989. – 127. – С. 154-160.

*M.N. Мырзаханова, Н. Мырзаханов*

### **ЛИМФАЙНАЛЫМ АППАРАТЫ ҚЫЗМЕТИ ЖИЫРЫЛУНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ**

Лимфа тамырлары мен бездердің дене бөліктерінің аймағы мен онтогенезге байланысты ырғакты жиырлысының қалыптасуы туралы тәжірибелік нәтижелер баяндалған.

*M. N. Myrzakhanova, N. Myrzakhanov*

### **THE FORMATION OF STAFF LYMPHATIC CONTRACTILE ACTIVITY**

This article contains experimental facts about forming contracting function of the lymphatic vessels of the mammals in every section of the body during ontogenesis.