

М.Н.Мырзаханова

Кокиетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова (E-mail: myrzahanova@mail.ru)

Роль афферентных влияний с аортальной зоны в регуляции гемо- и лимфодинамики у рептилий

Изучены механизмы нейрогуморальной регуляции венозного кровообращения и лимфотока у рептилий. Исследованы афферентные влияния с барорецепторной зоны дуги аорты на венозное давление, венозный тонус и лимфодинамику у степных черепах. Показано участие венозных сосудов соматической и висцеральной отделов у рептилий в реакциях организма при действии нейрогенных факторов, что было выражено прессорными изменениями венозного давления и венозного тонуса. Результаты настоящего исследования направлены на развитие сравнительной физиологии кровообращения и лимфообращения.

Ключевые слова: Артериальное давление, сосудистый тонус, сердечная деятельность, лимфоток, барорецепторы дуги аорты, брадикардия, механизмы нейро-гуморальной регуляции венозного кровообращения, афферентные влияния, венозное давление, венозный тонус, лимфодинамика, нейрогенные факторы, сравнительная физиология.

Согласно многочисленным исследованиям, афферентные влияния с рецепторов дуги аорты приводят к рефлекторному изменению артериального давления, сосудистого тонуса и сердечной деятельности [1–7], а также лимфотока [8].

Относительно роли аортальной зоны и каротидного синуса в регуляции кровообращения и значения их в депрессорных реакциях у низших позвоночных мнения противоречивы.

При повышении давления в области каротидной зоны у жаб и лягушек наблюдались разряды в нервах каротидного синуса [9].

Некоторые авторы при повышении давления в каротидном синусе у жаб не наблюдали изменения в уровне кровяного давления и сердечной деятельности [10].

При повышении давления в изолированном участке бифуркации сонных артерий у черепах обнаружены как прессорные, так и депрессорные сдвиги артериального давления, а также увеличение лимфотока [11].

Отмечено, что у черепах в дуге аорты и в легочной артерии, а также в других артериях, иннервируемых нижними нервными стволами блуждающего нерва, локализованы баро- и хеморецепторы [12].

Существовало мнение, что депрессорный нерв низших позвоночных не является гомологом такового у млекопитающих [13].

У крокодилов была описана веточка от блуждающего нерва, идущая в дугу аорты и легочную артерию [14].

У ящериц и черепах также была обнаружена ветвь от блуждающего и верхнегортанного нервов, достигающая аорты и огибающая стенку желудочка сердца [9–12]. Этот нерв авторы считают аналогом депрессорного нерва у млекопитающих. Морфологически депрессорный нерв был идентифицирован и у других низших позвоночных: у щук [15], у лягушек [14], у змей [13].

Электрическая стимуляция гортанного нерва у жаб вызвала снижение или повышение артериального давления. Повышение давления в изолированном участке перфузируемого легочно-кожного ствола у жаб приводило к снижению артериального давления на 31 % с брадикардией или остановкой сердца [4–7]. У лягушек аналогичное раздражение гортанного нерва вызвало повышение давления в аорте и брадикардию [15].

Считают, что барорецепторы дуги аорты у рептилий (черепах), согласно результатам электроно-микроскопических исследований, сходны с таковыми у млекопитающих [16].

Стимуляция центральных концов ствольных нервов у черепах и ящериц приводила к падению артериального давления и частоты сердечных сокращений [15]. Автор заключил, что эти нервы сравнимы с депрессорным аортальным нервом млекопитающих. Позже другие авторы подтвердили этот факт [14].

Как видно из представленных данных, в литературе недостаточно сведений о развитии регуляторных влияний афферентной зоны аортальной дуги у низших позвоночных на венозное кровообращение. Большим пробелом является недостаточность наших знаний о развитии нервной регуляции деятельности венозных сосудов у позвоночных, в частности, у низших позвоночных.

В настоящем разделе приводится материал, посвященный изучению роли барорецепторов дуги аорты на лимфоток и венозное кровообращение у представителей рептилий.

В серии опытов изучалось влияние раздражения барорецепторов дуги аорты на гемо- и лимфодинамику у степных черепах. Проведено 28 опытов, включающих 101 наблюдение.

Результаты эксперимента показали, что при стимуляции барорецепторов дуги аорты (повышение давления до 60–80 мм рт. ст.) у черепах наблюдалось повышение артериального давления в 37 % опытов от $20,08 \pm 0,2$ до $25,02 \pm 0,6$ мм рт. ст., что составляло в среднем 125 % от исходного ($p < 0,001$), в 22 % артериальное давление снижалось, в среднем до 75 % от исходного фона ($p < 0,001$), в 41 % опытов сдвиги отсутствовали. Так же как и у лягушек, стимуляция барорецепторов дуги аорты у черепах вызывала угнетение сердечной деятельности. Однако брадикардия у черепах была менее выражена, чем у лягушек.

В венозных сосудах черепах отмечалось преимущественно повышение уровня давления. При этом чем дальше сосуд расположен от сердца, тем чаще наступали прессорные сдвиги венозного давления. Так, если в яремной вене давление повышалось в 46 % опытов, в подключичной — 55 %, брюшной и брыжеечной — в 60–68 % соответственно, то в бедренной вене в 80 % опытов сдвиги были прессорными. В остальных опытах давление в указанных венах либо не изменялось, либо понижалось (табл., рис. 1). Со стороны лимфатической системы у черепах наблюдались значительные сдвиги. Об этом свидетельствуют факты увеличения лимфотока в 65 % случаев на 20 % от исходного уровня и уменьшения его в 35 %. Сдвиги лимфотока наступали позже, чем кровяного давления и были более длительными (табл., рис. 1).

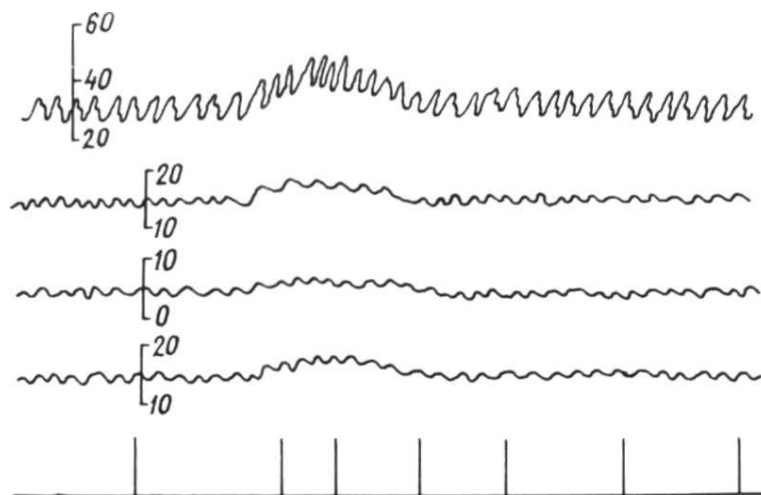
Т а б л и ц а

Данные о сдвигах в гемо- и лимфодинамике при раздражении аортальной зоны у черепах

Показатели	Исходный фон	Во время раздражения	Латентный период, с	Длительность реакции, с
АД, мм рт. ст	$20,08 \pm 0,2$	$25,02 \pm 0,6^{***}$	$2,9 \pm 0,2$	$40,7 \pm 1,8$
	$21,08 \pm 0,3$	$15,9 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,1$	$42,2 \pm 2,1$
ВД, мм вод. ст. яремная вена	$17,3 \pm 1,1$	$23,6 \pm 1,8^{**}$	$2,5 \pm 0,3$	$47,5 \pm 2,6$
	$17,3 \pm 1,1$	$12,6 \pm 0,6$	$2,4 \pm 0,2$	$44,3 \pm 3,6$
подключичная	$20,03 \pm 1,09$	$31,3 \pm 3,6^{**}$	$3,3 \pm 0,2$	$42,0 \pm 3,2$
	$20,03 \pm 1,09$	$15,4 \pm 0,5^{**}$	$3,2 \pm 0,3$	$43,7 \pm 3,6$
брюшная	$20,4 \pm 0,4$	$22,3 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,1$	$43,0 \pm 1,2$
	$20,4 \pm 0,4$	$19,6 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,2$	$50,4 \pm 3,7$
брыжеечная	$20,2 \pm 0,5$	$22,4 \pm 0,9$	$2,5 \pm 0,1$	$47,5 \pm 3,1$
	$20,2 \pm 0,5$	$17,8 \pm 0,07$	$2,4 \pm 0,3$	$48,8 \pm 3,3$
бедренная вена	$23,0 \pm 0,8$	$28,1 \pm 0,8^{**}$	$1,5 \pm 0,4$	$30,2 \pm 1,8$
Лимфоток, мл/мин	$0,05 \pm 0,003$	$0,010 \pm 0,002^*$	$7,7 \pm 0,7$	$80,2 \pm 4,8$
	$0,05 \pm 0,003$	$0,07 \pm 0,007^*$	$7,7 \pm 0,7$	$81,2 \pm 4,9$

Примечание. Различия достоверны по сравнению с исходным фоном: $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

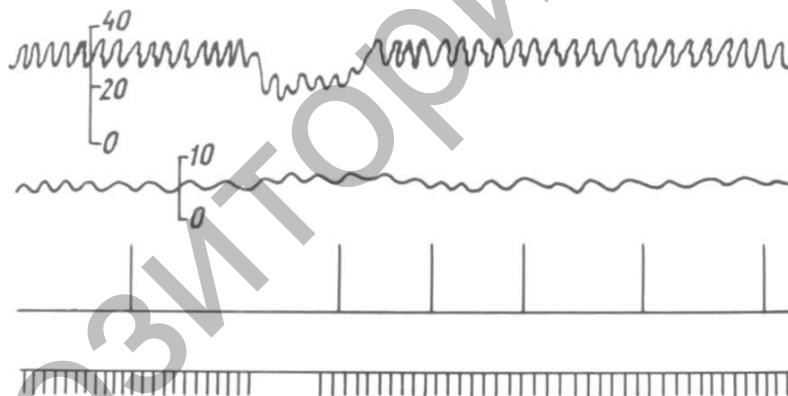
Данные о сдвигах артериального, венозного давления и лимфотока у черепах представлены в таблице. Давление в яремной вене повышалось на 6,3; в подключичной — на 11; в брюшной и брыжеечной — на 2 и в бедренной на 5 мм вод. ст. от исходного уровня. Наиболее выраженные сдвиги венозного давления наблюдались в яремной, подключичной и бедренной венах, т.е. в венах соматической области тела. В брюшной и брыжеечной венах величина повышения составляла 2–3 мм рт. ст., т.е. сдвиги были слабыми. Сдвиги указанных показателей имели короткий латентный период и небольшую длительность, в пределах 1 мин.



Обозначения сверху вниз: артериальное давление (мм рт.ст.), венозное давление (мм вод. ст.), в яремной, брыжеечной, бедренной вене, лимфоток (1 капля — 0,05 мл), отметка времени (2 с) и раздражения

Рисунок 1. Влияние раздражения барорецепторов дуги аорты на показатели гемо- и лимфодинамики у черепах

На рисунке 1 видно, что при раздражении барорецепторов дуги аорты черепах наблюдалось повышение артериального давления от 17 до 43 мм рт. ст., венозного — в яремной от 15 до 20 мм вод. ст., брыжеечной — от 5 до 7 мм вод. ст., бедренной — от 16 до 19 мм вод. ст. и увеличение лимфотока — в 3 раза от исходного фона.



Обозначения сверху вниз: артериальное давление (мм рт. ст.), венозное давление (мм вод. ст.), лимфоток (1 капля — 0,05 мл), отметка времени (2 с) и раздражения

Рисунок 2. Влияние стимуляции барорецепторов дуги аорты на показатели гемо- и лимфодинамики у черепахи

На рисунке 2 представлен фрагмент опыта, проведенного на черепахе, где показано, что при стимуляции барорецепторов дуги аорты наблюдалось увеличение лимфотока на фоне депрессорной реакции артериального давления (от 34 до 12 мм рт. ст.) и повышения венозного давления (от 5 до 7 мм вод. ст.).

Как видно из приведенного выше материала, при раздражении барорецепторов дуги аорты черепах рефлекторно изменяется уровень артериального и венозного давления и величина лимфотока. У черепах при раздражении рецепторов дуги аорты артериальное давление повышалось в 37 % опытов, в 22 % оно снижалось, сопровождаясь брадикардией.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о прессорных влияниях с аортальной зоны нижних позвоночных на кровяное давление, а также об отсутствии сформированной рефлексогенной депрессорной зоны в дугах аорт этих животных.

Как было указано выше, при стимуляции барорецепторов дуги аорты у черепах в большинстве наблюдений обнаружено повышение артериального и венозного давления, в небольшой части опытов — снижение артериального давления и увеличение лимфотока.

Наши данные подтверждают мнение [17], что аортальная зона рептилий не является гомологом депрессорной зоны дуги аорты у млекопитающих. Однако первые признаки депрессорных функций в этой зоне у черепах уже проявляются.

Как видно из полученных данных, при нейрогенных воздействиях наиболее выраженные сдвиги давления наблюдались в венах соматической области, а в венах брюшной области они были слабее. Данное явление можно объяснить тем, что в процессе филогенетического развития формирование венозных сосудов отстает от артерий. Согласно данным литературы, артерии и вены соматической области у низших позвоночных имеют сформированную адренергическую иннервацию, тогда как висцеральные вены и лимфатические сосуды еще содержат примитивные элементы адреналовой системы, а именно хромоаффинные клетки, содержащие катехоламины [18, 19]. Эти видовые особенности иннервации венозных сосудов брюшной полости у низших позвоночных, а также слабый мышечный слой в стенках этих вен, вероятно, обуславливают более слабые реакции на нейрогенные воздействия, чем в венах шеи и конечностей.

References

- 1 Euler U.S., von Liljestrand G., Zotterman I. The excitation mechanism of the chemoreceptors of the carotid body // Scand. Arch. J. Physiol. — 1939. — Vol. 83. — № 1–3. — P. 132–152.
- 2 Shapovalov L.M. About the features of hemodynamic changes caused by electrical stimulation of the depressor nerve in rabbits and cats // Physiol. Journal Ukr.SSR. — 1972. — Vol. 18. — № 1. — P. 65–69.
- 3 Anyuhovsky E.P., Beloshapko G.G., Dremine S.A. Reactions of blood on the selective activation of myelinated and unmyelinated nerve fibers of the aortic // Bull. experts. biol. and med. — 1979. — Vol. 88. — № 11. — P. 515–517.
- 4 Stinnett-Henry O., Peterson D.F., Bishop V.S. Rabbit cardiovascular responses to aortic nerve stimulation at reflexed carotid pressure // Amer. J. Physiol. — 1999. — Vol. 236. — № 5. — P. 769–774.
- 5 Hartinkainen I., Ahonen E. et al. Effect of acute intravenous volume loading on haemodynamics and aortic baroreceptor activity in dogs // Acta Physiol. Scand. — 1989. — Vol. 135. — № 3. — P. 299–307.
- 6 Timman I.A.K., Drinkhill M.I., Hainsworth R. Reflex to stimulation of mechanoreceptors in the left ventricle and coronary arteries in anaesthetized dogs // J. Physiol. — 1993. — Vol. 472. — P. 769–783.
- 7 Varga K., Gantenberg N., Kunos G. Endogenous γ -aminobutyric acid (GABA) mediates ethanol inhibition of vagally mediated reflex bradycardia elicited from aortic baroreceptors // J. Pharmacol. and Exp. Ther. — 1994. — Vol. 268. — № 2. — P. 1057–1062.
- 8 Musatova L.P. Changes in lymph flow, lymph protein composition and capacity of lymphatic vessels in acute vascular insufficiency // Mater. scient.-pract. conf. Inst. Physiol. AN KazSSR dedicated to the 100th anniversary of V.I.Lenin. — 1970. — P. 62–65.
- 9 Ishii K., Honda K., Ishii K. The function of carotid labyrinth in the toad // Tohoku J. Exp. Med. — 1966. — Vol. 88. — P. 103–106.
- 10 Segura E.T. Pressure and heart rate responses to raised carotid pressure in the toad // Amer. J. Physiol. — 1979. — Vol. 237. — № 6. — P. 639–643.
- 11 Bulekbayeva L.E. et al. Cholinergic mechanisms of regulation of lymph and blood circulation in reptiles // DAN RK. Biological Series. — 1992. — № 1. — P. 73–76.
- 12 Ishii K., Kusakabe T. Geoclemmys reevesii. Electrophysiological aspects of reflexogenic area in the chelonian // Respirat. Physiol. — 1985. — Vol. 59. — № 1. — P. 45–54.
- 13 Mills T.W. The innervations of the heart of the slides terrapin (*Pseudemys rugosa*) // J. Physiol. — 1885. — Vol. 6. — P. 246–286.
- 14 Gaskell W.H. On the structure distribution and function of the nerves which innervate the visceral and vascular systems // J.Physiol. — London, 1886. — № 7. — P. 1–80.
- 15 Fedele M. I nervi del tronco arterioso nel guardo della innervazione cardiac nei rettili e il problema del «depressore» nee Vertebrata // Mem. R. Acc. Naz. Lincei. Ser. 6. — 1937. — P. 387–520.
- 16 Mills T.W. Some observations on the influence of the vagus and accelerators on the heart etc. of the tortoise // J. Physiol. — London, 1884. — № 5. — P. 359–361.
- 17 Berger P.I. The reptilian baroreceptor and its role in cardiovascular control // Am. J. Zool. — 1987. — № 27. — P. 111–120.
- 18 Nicol J.A.C. Autonomic nervous system in lower chordates // Biol. Rev. — 1952. — Vol. 27. — P. 1–49.
- 19 Smitten N. Sympatho-adrenal system in the phylo-ontogeny of vertebrates. — Moscow, 1972. — 346 p.

М.Н.Мырзаханова

Тасбақаның гемо- және лимфодинамикасын реттеудегі орта кеңестігінің афферентке әсер ету рөлі

Мақаланың мақсаты тасбақаның лимфоток және веноздық қан айналымын реттеудегі нейро-гуморалдық механизмін, сондай-ақ веноздық тыныс және лимфодинамикасы барорецептор кеңестігіндегі тамыр қысымның орталық доғасына афференттік әсерін зерттеу болып табылады. Нейрогендік факторлар әрекетінен тасбақа азда реакцияларының висцералдық бөлігі, соматикалық тамыр тетіктерінің қатысуы көрсетілген және веноздық тонус пен қысымның өзгеру бағыттары анықталған. Лимфа айналымы мен қан айналымын физиологиялық даму бағыттарын салыстыру зерттеудің басты қорытындысы болып есептеледі.

M.N.Myrzhanova

The role of afferent influences from the aortic area in the regulation of hemo- and lymphodynamic of reptiles

The purpose of this paper is to study the mechanisms of neuro-humoral regulation of the venous circulation and lymph flow in reptiles. Studied the influence of afferent pressosensitive area of the aortic arch to the venous pressure, venous tone and limfodinamiku in steppe tortoises. The participation of the veins of somatic and visceral divisions in reptiles in the reactions of the organism in the action of neurogenic factors that have been expressed pressor changes in venous pressure and venous tone. The results of this research focuses on the development of comparative physiology of blood and lymph circulation.