



cortical areas in man in orga-  
e // J. Neurophysiol.—1980.—

motor cortex/ anatomical de-  
caudal sectors // Exp. Brain

Поступила 11.02.85

## ОЙ СИСТЕМЫ ЕНИИ ЯДЕР ЗНОГО ВОЗРАСТА

и изменяются гипотала-  
ляции кровообращения  
астные сдвиги в различ-  
вливают разрегулирова-  
надежности), предраспо-  
огии [8]. Вместе с тем  
е особенности функцио-  
тесно связанных с фор-  
дечного ритма и реали-  
стой системы. К таким  
клеточное ядро, обоюд-  
о пути. Цель настоящей  
но-сосудистой системы  
нных за состояние гемо-  
рослых и старых крыс.

ыми старых (24 мес) крысах  
диаметром кончика 0,15 мм  
обоюдное (ОЯ) ядра и в яд-  
кисического атласа [12]. Ин-  
вой проволоки, введенная в  
через 20—28 дней после опе-  
(оксипутират натрия, внутри-  
секундные раздражения ядер  
ность раздражения структур  
левое), обоюдное ядро, ги-  
ли через 4 мин по окончании  
угольных импульсов длитель-  
диограммы и артериального  
цефалографе 8 EG-212. После  
нное маркирование участков  
стродов. При анализе резуль-  
локализацией электрода в ис-  
по критерию Стьюдента.

ие

дра на артериальное да-  
оклеточное ядро — один  
х ретикулоспинальных  
ются на симпатические

преганглионарные нейроны интермедиолатеральной области спинного  
мозга [1]. Стимуляция ГЯ, как правило, сопровождается развитием  
гипертензивной реакции [4].

В наших опытах наиболее выраженные прессорные реакции воз-  
никали именно на раздражение ГЯ, которое было проведено у шести  
взрослых и семи старых крыс. Повышение АД развивалось через 2 с  
и держалось на протяжении всех 20 с стимуляции. Пороговый рост АД  
на 4—8 мм рт. ст. ( $533 \pm 1067$  Па) отмечался при токе ( $25 \pm 4,2$ ) мкА у  
взрослых и ( $30 \pm 4,2$ ) мкА у старых животных. При усилении стимуляции  
(примерно одинаковой — на 9 мкА) у взрослых крыс АД повышалось  
на ( $16 \pm 1,8$ ) мм рт. ст. или ( $2133 \pm 240$ ) Па ( $p < 0,01$ ) по сравнению  
с исходным, тогда как у старых животных увеличение раздражающего  
тока приводило к росту АД на ( $13 \pm 1,7$ ) мм рт. ст. или ( $1733 \pm 217$ ) Па  
( $p < 0,01$ ) выше исходного.

Таким образом, при раздражении ГЯ отмечалась тенденция, во-  
первых, к возрастному повышению порогов прессорных реакций, во-  
вторых, к снижению с возрастом амплитуды реакций повышения АД.

Как известно, раздражение ГЯ сопровождается изменениями рит-  
мической активности сердца [4, 14]. В наших опытах раздражение ГЯ  
током ( $16 \pm 3,8$ ) мкА у 85 % взрослых животных вызывало слабую та-  
хикардию: ( $6 \pm 1,1$ ) уд/мин. При усилении стимуляции до ( $28 \pm 3,2$ ) мкА  
тахикардию регистрировали только у 33 % животных, а у 67 % — уре-  
жение сердечного ритма на 18—100 уд/мин, прогрессирующее при уве-  
личении тока. У старых крыс изменения сердечного ритма в ответ на  
раздражение ГЯ возникали при больших значениях раздражающего то-  
ка. Раздражение ГЯ током ( $26 \pm 5,0$ ) мкА у 72 % старых крыс приводило  
к урежению сердечных сокращений на ( $10 \pm 1,8$ ) уд/мин; при полутора-  
зовом усилении раздражения у 43 % крыс регистрировали дальнейшее  
урежение ритма (на 20—50 уд/мин), тогда как у остальных 57 % жи-  
вотных — ослабление и исчезновение брадикардии или ее смену тахи-  
кардией.

Таким образом, с возрастом обнаруживается тенденция к росту  
электрических порогов прессорных реакций и хронотропных эффектов  
при раздражении ГЯ у крыс. Кроме того, если у большинства взрослых  
животных по мере усиления раздражения и, соответственно, увеличения  
прессорной реакции отмечалось усиление брадикардии, то у большинст-  
ва старых крыс при аналогичных обстоятельствах реакции замедления  
сердечного ритма ослабевали.

*Влияние раздражения обоюдного ядра на артериальное давление  
и частоту сердечных сокращений.* Обоюдное ядро — эффекторное ядро  
блуждающего нерва [7]. В нем располагаются преганглионарные ва-  
гальные нейроны, осуществляющие хронотропный контроль деятель-  
ности сердца [10, 17].

ОЯ раздражали у шести взрослых и пяти старых крыс. У большин-  
ства животных при этом обнаруживали повышение АД. Пороговую ре-  
акцию наблюдали у 63 % взрослых крыс при раздражении током  
( $40 \pm 6,6$ ) мкА и у 80 % старых животных при токе ( $62 \pm 9,9$ ) мкА. В  
остальных опытах у взрослых и у старых крыс реакция была депрес-  
сорно-прессорной.

Таким образом, во-первых, как у взрослых, так и у старых живот-  
ных пороги прессорных реакций ОЯ были выше, чем ГЯ, во-вторых,  
пороги прессорных реакций ОЯ были выше у старых животных по  
сравнению со взрослыми.

Электрическое раздражение ОЯ в группе взрослых крыс в боль-  
шинстве опытов вызывало брадикардию (рис. 1, а). Так, раздражение  
током ( $32 \pm 3,8$ ) мкА у 85 % крыс приводило к урежению сердечного  
ритма на ( $9 \pm 1,2$ ) уд/мин, ( $p < 0,01$ ). Во всех этих случаях полуторара-  
зовое усиление раздражения ( $52 \pm 1,9$ ) мкА вызывало увеличение перво-  
начального эффекта в среднем на ( $28 \pm 5,5$ ) уд/мин ( $p < 0,01$ ).

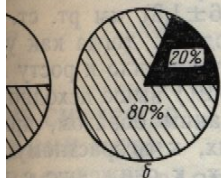
В то же время в группе старых животных в 80 % опытов раздра-  
жение ОЯ приводило к учащению сердечного ритма (рис. 1, б), при-



уд/мин ( $p < 0,02$ ) при в 20 % опытов — к уре-

х и старых крыс током ывает качественно неодкардию у большинства ва старых крыс.

ти на артериальное дав-одиночного пути играет



аздражении обоюдного ядра уас:  
анная — брадикардия.

ении ядра одиночного пути уас:  
прессорная, темная — двухфазная

баро- и хеморефлектор-воспринимают импульса-ремя связаны эфферент-преганглионарными эле-ктивирующими нейрона-

ых группах проведено по ЯП. В этих опытах раз-цией у 56 % взрослых и 4 % опытов наблюдалась АД носила двухфазный едует отметить, что по-е возникало при раздра- $(9,9)$  мкА.

ых крыс увеличение сти-нию первоначальной ре-рессорные) были кратко-заться еще до окончания гипертензивная реакция

животных раздражение, снижением АД, то у лее слабом раздражении

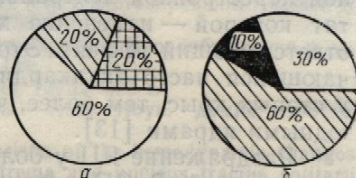
ниями ЧСС. Так, в 60 % ЯП током ( $78 \pm 5,0$ ) мкА ( $P < 0,01$ ), в 20 % — та-тма отсутствовала (рис. дило к дальнейшему сни-же время у старых крыс их раздражающего тока. 60 % опытов в этой воз-чного ритма на  $(9 \pm 1,9)$  брадикардия и в 10 % — сердечного ритма сменя-ствия вызывало усиление

Таким образом, в отличие от предыдущих серий опытов при раз-дражении ЯП с возрастом снижаются пороги прессорных реакций и реакций сердечного ритма, причем, если в большинстве случаев у взрос-лых крыс раздражение ЯП сопровождается брадикардией, то более слабая стимуляция этой структуры у большинства старых животных — тахикардией, нарастающей по мере усиления воздействия.

Полученный фактический материал свидетельствует о том, что при старении неравномерно изменяются сигналы, идущие с различных структур продолговатого мозга на сердечно-сосудистую систему. Так,

Рис. 3. Изменения частоты сердечных сокращений при раздражении ядра одиночного пути у взрос-лых (а) и старых (б) крыс:

заштрихованная часть — тахикардия, незаштрихован-ная — брадикардия, темная — двухфазная реакция, клет-чатая — отсутствие реакции.



пороги прессорных реакций и реакций сердечного ритма при раздраже-нии ГЯ и ОЯ с возрастом нарастают, а ЯП — снижаются.

Тенденция к возрастному повышению порогов и ослаблению прес-сорных реакций гигантоклеточного ядра, нейроны которого составляют основу ретикулоспинальных путей, вероятно, прежде всего отражает общую закономерность ослабления в старости симпатических влияний [8]. Вместе с тем допустимо предположить и возрастное снижение воз-будимости симпатизирующих нейронов ГЯ, что могло бы внести определенный вклад в ослабление симпатического контроля за гемо-динамикой. Возрастное снижение возбудимости нейронов ГЯ могло в какой-то мере обусловить и отсутствие у старых крыс эффекта ускоре-ния сердечного ритма при относительно слабом (порядка 16 мкА) раз-дражении ГЯ, которое регистрировали в большинстве опытов у взрос-лых животных. Как известно, в ГЯ содержатся нейроны, ускоряющие ритм сердца [16].

Выраженные прессорные реакции при раздражении ГЯ у большин-ства взрослых крыс протекали со значительным урежением сердечного ритма. Это, вероятно, результат включения в процесс раздражения центральных образований блуждающего нерва. Есть данные о том, что ГЯ обеспечивает торможение сердца через связи с ядром одиночного пути и дорсальным ядром блуждающего нерва [14]. Судя по получен-ным нами данным это торможение в старости ослабевает, что может способствовать относительному увеличению выброса крови сердца и росту АД. О том, в чем причина возрастного ослабления брадикардии при стимуляции ГЯ — в нейронах самого ГЯ, его связях с другими структурами, центральных образованиях или волокнах блуждающего нерва — определенно сказать нельзя.

Результаты наших опытов позволяют предположить, что причина во многом может быть связана с возрастными функциональными изме-нениями в ядрах блуждающего нерва. Так, если в большинстве опытов по раздражению обоюдного ядра у взрослых животных возникала бра-дикардия, то у старых, наоборот, стимуляция этого ядра сопровождалась учащением сердечного ритма. Судя по всему эта тахикардия име-ет центральное происхождение, поскольку раздражение непосредствен-но самого блуждающего нерва у взрослых и старых животных приводит к однозначному эффекту — брадикардии, а различие состоит только в возрастном повышении пороговых значений раздражающего тока [8].

Между тем известны факты ускорения ритма сердца при раздра-жении как самого нерва, так и его центров [5, 6, 7, 15].

Эти данные по-разному интерпретируются различными исследова-телями. Одни в ускорении работы сердца предполагают участие сим-патических структур, другие — число возбужденных парасимпатиче-ских элементов. Результаты наших опытов, в частности по раздраже-

нию Г, не позволяют связать тахикардию при раздражении обоюдного ядра с усилением симпатических влияний. Следует отметить также однонаправленность реакций сердечного ритма при раздражении ОЯ токами разной силы (т. е. формирование реакций ритма различным числом нейронов). Вместе с тем установлено, что хронотропный эффект раздражения блуждающего нерва во многом зависит от характера эфферентной импульсации и распределения ее в пределах сердечного цикла [6, 15]. Можно предположить, что качественно иная реакция сердца старых животных на стимуляцию ОЯ связана с функциональной перестройкой центральных элементов блуждающего нерва, результатом которой — изменение характера эфферентной импульсации и соответствующий эффект. Это же явление может лежать в основе встречающейся часто тахикардии при раздражении ядра одиночного пути у старых крыс, тем более, что нейроны ЯП имеют прямые связи с обоюдными ядрами [13].

Раздражение ЯП у большинства старых животных сопровождалось гипертензией. В ЯП направляется информация с различных рецепторных зон сердечно-сосудистой системы, и ему приписывается важная роль в формировании барорецепторных рефлексов [4, 11, 17]. Есть данные о том, что раздражение ЯП у собак сопровождается снижением АД, ЧСС, МОК и ростом ОПС [9]. Если подобное соотношение гемодинамических параметров наблюдается и при раздражении ЯП у крыс, то следует предполагать, что тенденция гипертензивной реакции у старых животных при тахикардии в условиях стимуляции ЯП развивается на фоне увеличения сердечного выброса.

Интересно также и то, что у старых крыс реакции повышения АД возникали при более слабом раздражении ЯП, чем у взрослых, несмотря на возрастное снижение возбудимости «прессорных» симпатизирующих гигантоклеточных ядер. Ослабление в старости барорецепторных рефлексов доказано [8]. То, что у старых крыс чаще, чем у взрослых, раздражение ЯП сопровождалось повышением АД и то, что гипертензия и тахикардия у них возникали при значениях раздражающего тока, недостаточных для появления гемодинамического эффекта у взрослых животных, в какой-то мере позволяет предположить возрастное снижение функции ЯП в формировании депрессорных барорефлексов.

Таким образом, возрастные особенности реакций АД и ЧСС при раздражении ядер продолговатого мозга крыс в общих чертах сводятся к тому, что при старении неравномерно изменяются пороги реакций АД и сердечный ритм при раздражении различных бульбарных образований. У старых животных гипертензивная реакция развивается чаще и в большинстве опытов сопровождается учащением сердечного ритма, что позволяет предположить гиперкинетический тип реакции.

Yu E. Rushkevich

#### CARDIOVASCULAR RESPONSES TO ELECTRIC STIMULATION OF MEDULLA OBLONGATA NUCLEI IN RATS OF DIFFERENT AGES

The effect of electric stimulation of the nucleus tractus solitarius, nucleus ambiguus and gigantocellular reticular nucleus on the arterial blood pressure and cardiac rate was studied in adult and old rats. In aging diversely directional changes were found to occur in the thresholds of pressor reactions and chronotropic effects following the stimulation of different nuclei of medulla oblongata. The electric stimulation of the bulbar structures results in the hypertension and cardiac rate acceleration more frequently in old rats than in adult ones.

Institute of Gerontology,  
Academy of Medical Sciences of the USSR, Kiev

1. Баклаваджян О. Г. Нервно-симпатической нервной системы. Автореф. дис. ...
2. Безруков В. В. Характеристика: Автореф. дис. ...
3. Безруков В. В. Функциональные изменения в вегетативной нервной системе при старении. Автореф. дис. ...
4. Гуревич М. И., Братушечко В. В. Влияние уровня ретикулярной формации на механизмы вегетативной регуляции. С. 113—118.
5. Дугин С. Ф., Захаров В. П. Влияние электрической стимуляции ядер блуждающего нерва на ритм сердца. Физиол. журн. СССР. 1979, т. 25, № 1, с. 113—118.
6. Покровский В. М. Нервно-симпатической нервной системы. Автореф. дис. ...
7. Удельнов М. Г. Физиология вегетативной нервной системы. С. 320.
8. Фролик В. В. Старение и вегетативная нервная система. С. 320.
9. Barnes K. L., Ferrario A. R. Hypertension produced by electrical stimulation of the vagus in the dog // Circ. Res. 1967, 21, 1, 1—10.
10. Dampney R. A. L. Functional roles of the vagus and Exp. Pharmacol. and Ther. 1979, 27, 1, 1—10.
11. Doba N., Reis D. G. Role of the vagus in hypertension // Circ. Res. 1979, 45, 1, 1—10.
12. Fifikova E., Maršala J. M., Petráň, J. Záchar, J. Acad. Sci. Prague, 1967, — P. 65.
13. Kalia M., Feldman J. L. The role of the ventrolateral nucleus of the medulla in the regulation of blood pressure. 1979, — 171, N 1. — P. 13.
14. Kuo J. S., Hwa Y., Chao J. H. The role of the medullary nucleus of the medulla in the regulation of blood pressure. 1981, — 43, N 3. — P. 443.
15. Levy M. N., Martin P. J. The role of the medulla in the regulation of blood pressure. 1981, — 43, N 3. — P. 443.
16. Miura M., Kitamura T. The role of the medulla in the regulation of blood pressure. 1981, — 43, N 3. — P. 443.
17. Spyer K. M. Central mechanisms in the regulation of blood pressure. 1982, — 100, N 1. — P. 10.

Ин-т геронтологии АМН

УДК 612.134

Л. И. Ос

#### ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ РОЛИ В РАБОТЕ ЛЕВЫМ ЖЕЛУДОЧКОМ

Увеличение содержания катехоламинов в крови и экзогенного происхождения, проявляющегося в виде учащения ритма сердца, учащения ритма сердца, учащения ритма сердца (венозный возврат к сердцу), коронарного кровотока [2, 14], коронарного кровотока [6]). Известно, что в норме при снижении объема крови [8], за счет уменьшения объема крови [15] при введении катехоламинов роль изменений в легочной артерии, сердца и сосудов мало зависит от водителности левого желудочка.

раздражении обоюдно. Следует отметить также, что при раздражении ОЯ ритм различным то хронотропный эффект зависит от характера эффекта в пределах сердечного ритма. Чувствительная реакция связана с функциональным возбуждением нерва, результирующей импульсации и может лежать в основе встречи ядра одиночного пути с прямыми связями с обо-

животных сопровождалось с различных рецептор-приписывается важная роль [4, 11, 17]. Есть дано, что сопровождается снижением общего соотношения гемодинамики. При раздражении ЯП у крыс, чувствительной реакции у стимуляции ЯП развивается

реакции повышения АД, чем у взрослых, несмотря на «депрессорных» симпатических в старости барорецепторы. У крыс чаще, чем у взрослых, повышается АД и то, что и значения раздражающего эффекта. Можно предположить возникновение депрессорных баро-

реакций АД и ЧСС при в общих чертах сводятся к снижению порога реакции. Чувствительных бульбарных образований развивается частота сердечного ритма, чувствительный тип реакции.

#### RIC STIMULATION OF DIFFERENT AGES

trus solitarii, nucleus ambiguus pressure and cardiac rate was al changes were found to occur cts following the stimulation of lation of the bulbar structures ore frequently in old rats than

1. Баглаваджян О. Г. Нейронные механизмы гипоталамического контроля активности симпатической нервной системы // Физиол. журн.—1978.—24, № 5.—С. 602—608.
2. Безруков В. В. Характеристика функциональных изменений гипоталамуса при старении: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук.—Киев, 1981.—44 с.
3. Безруков В. В. Функциональные изменения голубого пятна при старении // IV Всесоюз. съезд геронтологов и гериатров.—Кишинев, 1982.—С. 30—31.
4. Гуревич М. И., Братусь В. В., Вышатица А. И. и др. Функциональная организация бульбарного уровня регуляции кровообращения // Центральные и периферические механизмы вегетативной нервной системы.—Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1975.—С. 113—118.
5. Дугин С. Ф., Захаров С. И., Самонина Г. Е. и др. Эффекты электрического раздражения ядер блуждающих нервов у наркотизированных и ненаркотизированных кошек // Физиол. журн. СССР.—1976.—72, № 3.—С. 382—386.
6. Покровский В. М. Нервная регуляция деятельности сердца // Кровообращение и окружающая среда.—Симферополь, 1983.—С. 143—149.
7. Удельнов М. Г. Физиология сердца.—М.: Медицина, 1975.—303 с.
8. Фролькис В. В. Старение: Нейрогумор. механизмы.—Киев: Наук. думка, 1981.—320 с.
9. Barnes K. L., Ferrario C. M., Conomy J. P. Comparison of the hemodynamic changes produced by electrical stimulation of the area postrema and nucleus tractus solitarii in the dog // Circ. Res.—1979.—45, N 1.—P. 136—143.
10. Dampney R. A. L. Functional organization of central cardiovascular pathways // Clin. and Exp. Pharmacol. and Physiol.—1981.—8, N 3.—P. 241—259.
11. Doba N., Reis D. G. Role of central and peripheral adrenergic mechanism in neurogenic hypertension // Circ. Res.—1974.—34, N 3.—P. 293—301.
12. Fífkova E., Maršala J. Stereotaxic atlases for the cat, rabbit and rat // J. Bures, M. Petráň, J. Zachar. Electrophysiological methods in biological research.—Prague: Academy, 1967.—P. 653—731.
13. Kalia M., Feldman J. L., Cohen M. S. Afferent projections to the inspiratory neuronal region of the ventrolateral nucleus of the tractus solitarii in the cat // Brain Res.—1979.—171, N 1.—P. 135—141.
14. Kuo J. S., Hwa Y., Chai C. Y. Cardiorespiratory mechanism in the giantocellular reticular nucleus of the medulla oblongata // Ibid.—178, N 2/3.—P. 221—232.
15. Levy M. N., Martin P. G. Neural regulation of the heart beat // Ann. Rev. Physiol.—1981.—43, N 3.—P. 443—453.
16. Miura M., Kitamura T., Okada J. Cardiac sympathetic nerve: supraspinal nucleus and descending pathway related with cardioacceleration // J. Physiol. Soc. Jap.—1979.—41, N 8/9.—P. 388.
17. Spyer K. M. Central nervous integration of cardiovascular control // J. Exp. Biol.—1982.—100, N 1.—P. 109—128.

Ин-т геронтологии АМН СССР, Киев

Поступила 19.11.84

УДК 612.134

Л. И. Осадчий, Т. В. Балусева, И. В. Сергеев

### ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА КРОВИ В СЕРДЦЕ И ЛЕГКИХ И ИХ РОЛЬ В РЕГУЛЯЦИИ ВЫБРОСА КРОВИ ЛЕВЫМ ЖЕЛУДОЧКОМ ПРИ ВВЕДЕНИИ КАТЕХОЛАМИНОВ

Увеличение содержания в крови катехоламинов как эндогенного, так и экзогенного происхождения приводит к изменению насосной функции сердца, проявляющемуся сдвигами выброса левого желудочка [7, 15]. Исследовали действие катехоламинов на отдельные параметры гемодинамики, участвующие в формировании сдвигов выброса сердца (венозный возврат к сердцу [3, 6, 7, 9, 14], частоту сердечных сокращений [2, 14], коронарный кровоток [4], прямое действие на миокард [6]). Известно, что в сердце и легких содержится примерно 30 % объема крови [8], за счет которого может изменяться ее выброс левым желудочком [15] при введении адреналина. Показано также, что при введении катехоламинов кровенаполнение легких повышается [1]. Однако роль изменений функции правого желудочка на нагрузку давлением в легочной артерии и депонирующих свойств правых отделов сердца и сосудов малого круга кровообращения в формировании производительности левого желудочка при введении катехоламинов остается неизученной.