

УДК 616.45—092.19:616.89—008.19/—07:612.18

Д. Ф. Ведяев, С. К. Судаков

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ НА ЭПИЗОДИЧЕСКИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО ГИПОТАЛАМУСА В ДИНАМИКЕ ОСТРОГО ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Проблема индивидуальной чувствительности к эмоциональному стрессу приобретает важное значение для разработки действенных мероприятий и рекомендаций по направленной профилактике и защите человека от вредных последствий эмоционального стресса [8, 9]. В исследованиях ряда авторов [3, 6, 9, 10, 11, 13] выявлена различная устойчивость сердечно-сосудистых и других вегетативных функций [4] в условиях однотипных конфликтных ситуаций. Становится ясным, что для характеристики индивидуальных реакций необходим поиск прогностических критериев различной устойчивости человека и животных к эмоциональному стрессу, в частности показателей, характеризующих особенности вегетативной реактивности в условиях конфликтных ситуаций.

Установлено, что такими критериями могут быть: характер двигательной, особенно ориентировочно-исследовательской активности животных [13]; поведение животных в условиях теста «открытого поля» и амплитуда прессорной реакции артериального давления в ответ на воздействие эмоционально-негативного стимула [6]; реакции сердечно-сосудистой системы на введение норадреналина и мехолила [2]; амплитуда Т-зубца электрокардиограммы [12]; показатели, характеризующие обменные процессы организма в стрессорных ситуациях [16].

Мы исследовали у лабораторных животных изменения сосудистой реактивности в ответ на эмоциогенные стимулы на разных стадиях экспериментальной конфликтной ситуации, вызывающей эмоциональный стресс. Мы рассчитывали на то, что указанные воздействия позволят выявить в ходе эксперимента возможные особенности сосудистой реактивности у устойчивых и предрасположенных к эмоциональному стрессу животных.

Методика исследований

Эксперименты выполнены на 26 крысах-самцах линии Вистар и 49 кроликах-самцах породы шиншилла. Крысам на предварительно широко скальпированный череп пластмассой «Норакрил-100» укрепляли металлическую пластинку, с помощью которой голова животного фиксировалась в стереотаксическом приборе без применения ушных зажимов [14]. Для создания конфликтной ситуации крыс помещали в плексигласовый «домик», изолирующий и ограничивающий движения животных; кроликов — иммобилизовали в станке. В область вентромедиального ядра гипоталамуса (ВМГ) крысам и кроликам по координатам стереотаксических атласов [15, 17] вживляли биполярные раздражающие электроды из нихромовой проволоки, которые фиксировали к костям черепа пластмассой «Норакрил-100». Расстояние между кончиками электродов равнялось 0,3—0,5 мм. Фиксированным животным на протяжении 3 ч наносили электрические раздражения ВМГ, чередующиеся с электрокожными раздражениями. Порядок предъявления эпизодических эмоциогенных воздействий (раздражения ВМГ и электрокожные раздражения) был составлен по закону случайных чисел. Известно, что эмоциогенные раздражения, наносимые в стохастическом порядке, оказывают наиболее выраженное стрессорное действие [1, 5]. Раздражение ВМГ производили пороговыми значениями переменного тока напряжением 1,4—8 В, частотой 50 Гц, длительность импульса 1 мс. Продолжительность каждого раздражения ВМГ и электрокожного раздражения составляла: для крыс — 30 с или 1 мин; для кроликов — 3 с. В течение каждых 20 мин опыта животному наносилось от 9 до 15 эпизодических эмоциогенных раздражений. Пороговые значения напряжения при стимуляции ВМГ подбирались по изменению уровня

артериального давления. Артериальное давление (АД) у крыс регистрировали через катетер, вживленный в брюшную аорту [7], датчиком фирмы «Nihon Kohden» на полиграфе этой же фирмы; у кроликов — через катетер, вживленный в бедренную артерию, с помощью тензодатчика фирмы «Сименс-Элема». Во время экспериментов регистрировали как величину АД, так и реакции АД на каждое эпизодическое раздражение ВМГ. Анализ вызванных раздражением ВМГ гемодинамических реакций производился посредством определения количественного соотношения реакций различного вида (прессорные, прессорно-депрессорные, депрессорные) за каждые 20 мин опыта. В контрольной серии опытов выясняли роль эпизодических эмоциональных воздействий в генезе сердечно-сосудистых нарушений в условиях острого эмоционального стресса. Для этого у животных (9 крыс, 10 кроликов), фиксированных, как было описано выше, в течение 3 ч, исследовали динамику АД без нанесения эпизодических эмоциональных воздействий. По окончании экспериментов производили морфологический контроль локализации кончиков электродов.

Результаты исследований

В зависимости от изменения АД, регистрируемого в интервалах между эмоциогенными раздражениями, все животные были разделены на три группы. I группу составили устойчивые животные: 2 крысы (7,7 %) и 5 кроликов (10 %). Критерием устойчивости являлось изменение АД после опыта по отношению к исходному АД. У животных этой группы АД не изменилось, колебания среднего АД во время эксперимента не превышали 15 мм рт. ст. (или 19,95 гПа). Динамика АД и гемодинамические реакции на раздражение ВМГ показаны на

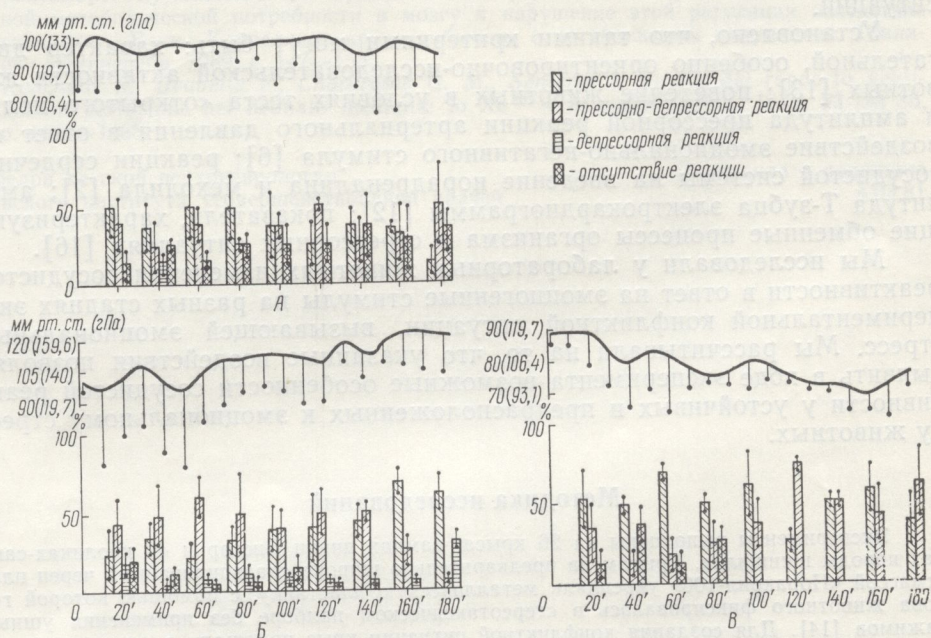


Рис. 1. Типы динамики АД (усредненные показатели) и виды сосудистых реакций на раздражение ВМГ у устойчивых (А) и адаптирующихся (Б, В) крыс в условиях острого эмоционального стресса.

По горизонтали — время опыта в минутах. По вертикали — величина АД в мм рт. ст. и гПа (верхняя часть каждого рисунка) и количество сосудистых реакций различного вида на раздражение ВМГ за каждые 20 мин опыта, в % (нижняя часть каждого рисунка).

рис. 1, А; 2, А. Как видно из рис. 1, А, у крыс этой группы в течение первого часа опыта имелось преобладание прессорных реакций (37,5—50 %) по сравнению с прессорно-депрессорными (25—37,5 %) и депрессорными (12,5 %) реакциями. В течение второго часа количество прессорных и прессорно-депрессорных реакций уравнилось (37,5 %), а к концу второго часа количество прессорно-депрессорных реакций

(50 %) превысило третьего часа опыта прессорно-депрессорных составило 50 %. Амплитуда колебалась от $20 \pm 10,6$ гПа). Амплитуды реакций увеличивалась

Рис. 2. Характерные типы динамики АД и изменения амплитуды сосудистых реакций у кроликов в условиях острого эмоционального стресса.

А — устойчивые кролики, Б, В — адаптирующиеся кролики, Г, Е — предрасположенные к стрессу кролики. По горизонтали — время опыта в минутах. По вертикали — величина АД в мм рт. ст. и гПа и изменение амплитуды прессорных (белые столбики), депрессорных (черные столбики) фаз реакций (в % к исходному уровню). Кривая — АД в интервалах между стимуляциями.

от $29,9 \pm 9,3$ до $45,3 \pm 5,2$ гПа. В течение опыта эти реакции были в виде прессорно-депрессорных, а к концу третьего часа — депрессорных. У этих животных наблюдалось увеличение амплитуды реакций по сравнению с исходным уровнем. Амплитуда депрессорной фазы реакций увеличивалась до исходного уровня.

II группу составили 9 кроликов (18,3 %). АД животных этой группы в течение опыта не изменилось, колебания среднего АД не превышали 15 мм рт. ст. (или 19,95 гПа). У этих животных наблюдалось увеличение амплитуды реакций по сравнению с исходным уровнем. Амплитуда депрессорной фазы реакций увеличивалась до исходного уровня. Наблюдалось также увеличение амплитуды прессорных реакций (31 $\pm$ 15 до 40 $\pm$ 24 мм рт. ст.). Продолжительность прессорных реакций составила 17 $\pm$ 3 мин.

У трех кроликов (6,1 %) АД в течение опыта не изменилось, колебания среднего АД не превышали 15 мм рт. ст. (или 19,95 гПа). У этих животных наблюдалось увеличение амплитуды реакций по сравнению с исходным уровнем. Амплитуда депрессорной фазы реакций увеличивалась до исходного уровня. Наблюдалось также увеличение амплитуды прессорных реакций (31 $\pm$ 15 до 40 $\pm$ 24 мм рт. ст.). Продолжительность прессорных реакций составила 17 $\pm$ 3 мин.

(50 %) превысило количество прессорных (25 %). В течение третьего часа опыта вновь наблюдалось нарастание количества прессорно-депрессорных реакций, которое к концу эксперимента составило 50 %. Амплитуда прессорных реакций в течение эксперимента колебалась от 20 ± 6 до 34 ± 8 мм рт. ст. (или от $26 \pm 7,9$ до $45,2 \pm 10,6$ гПа). Амплитуда прессорной фазы прессорно-депрессорных реакций увеличивалась в течение опыта с 15 ± 7 до 34 ± 8 мм рт. ст. (или

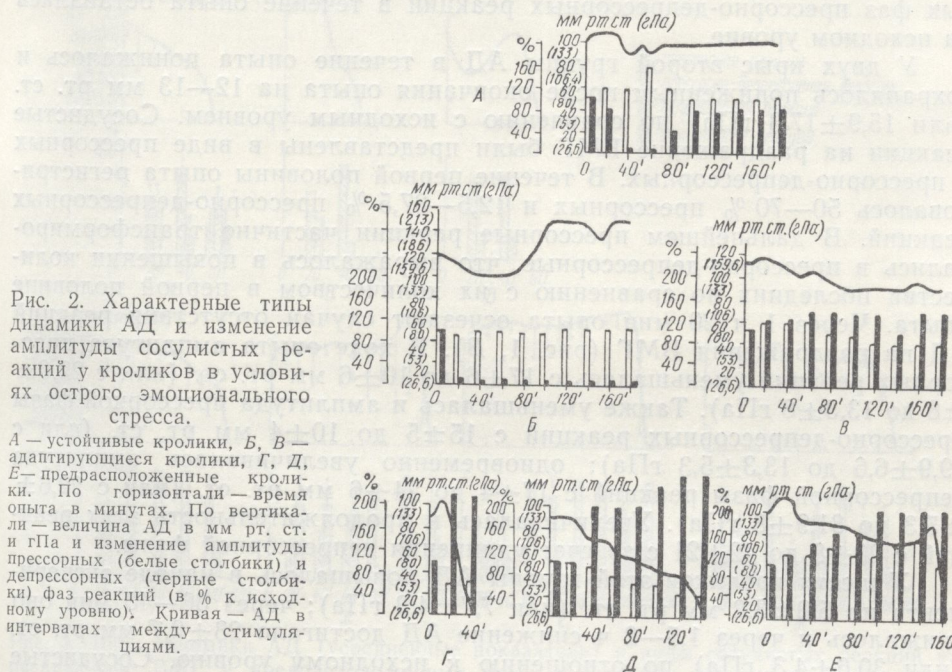


Рис. 2. Характерные типы динамики АД и изменение амплитуды сосудистых реакций у кроликов в условиях острого эмоционального стресса.

А — устойчивые кролики, Б, В — адаптирующиеся кролики, Г, Д, Е — предрасположенные кролики. По горизонтали — время опыта в минутах. По вертикали — величина АД в мм рт. ст. и гПа и изменение амплитуды прессорных (белые столбики) и депрессорных (черные столбики) фаз реакций (в % к исходному уровню). Кривая — АД в интервалах между стимуляциями.

от $29,9 \pm 9,3$ до $45,2 \pm 10,6$ гПа); увеличивалась также продолжительность этих реакций с 25 ± 15 до 40 ± 17 с. У кроликов этой группы в 100 % раздражений ВМГ гемодинамические реакции были представлены в виде прессорно-депрессорных. Через 1 ч опыта наблюдалось увеличение амплитуды прессорной фазы реакций на 20 % по сравнению с исходным уровнем и уменьшение вплоть до полного исчезновения депрессорной фазы. В дальнейшем параметры реакций восстанавливались до исходного уровня (рис. 2, А).

II группу составили адаптирующиеся животные: 6 крыс (23 %) и 9 кроликов (18,3 %), выжившие в течение острого эмоционального стресса. АД животных этой группы в ходе эксперимента имело различную динамику (рис. 1, Б, В; 2, Б, В). У четырех крыс этой группы АД в течение опыта повышалось и сохранялось на уровне, превышающем к концу третьего часа опыта исходный на 15–40 мм рт. ст. (или $19,9 \pm 53,2$ гПа). У этих крыс в течение опыта нарастало количество прессорных реакций АД на раздражение ВМГ с 25 до 68,6 %. Одновременно уменьшались количество прессорно-депрессорных реакций и случаи отсутствия реакций на предъявляемые раздражения (рис. 1, Б). Наблюдалось также увеличение амплитуды прессорных реакций с 31 ± 15 до 40 ± 24 мм рт. ст. (или с $41,2 \pm 19,9$ до $53,2 \pm 31,9$ гПа) и их продолжительности с 20 ± 12 до 34 ± 8 с. Параметры прессорно-депрессорных реакций существенно не изменялись.

У трех кроликов этой группы АД в начале опыта снижалось на 17 ± 3 мм рт. ст. (или $22,6 \pm 3,9$ гПа), вслед за чем наблюдалось постепенное повышение АД. Через 1,5–2 ч повышение АД составляло 28 ± 20 мм рт. ст. (или $37,2 \pm 26,6$ гПа) по отношению к исходному уров-

тельно превышало количество прессорно-депрессорных реакций (13—38 %).

Вторую подгруппу составили 7 крыс (26,9 %) и 18 кроликов (36 %), погибших в течение второго часа опытов. У четырех крыс этой подгруппы, АД которых снижалось на протяжении опыта, сосудистые реакции на раздражение ВМГ регистрировали в виде прессорных и прессорно-депрессорных реакций. Только в первые 20 мин опыта эти

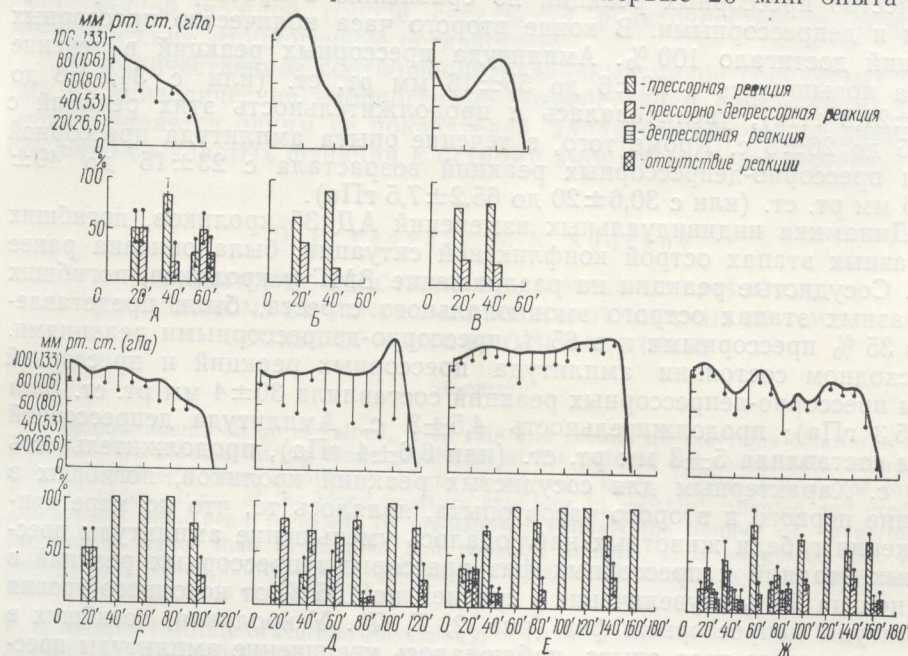


Рис. 3. Типы динамики АД (усредненные показатели) и виды сосудистых реакций на раздражение ВМГ у предрасположенных крыс в условиях острого эмоционального стресса.

А, Б, В — крысы, погибшие в течение первого, Г, Д — второго, Е, Ж — третьего часа опыта. Остальные обозначения см. рис. 1.

реакции были представлены в равной мере. Затем в 100 % наблюдались прессорные реакции (рис. 3, Г). Амплитуда прессорных реакций увеличивалась в течение опыта с 27 ± 9 до 43 ± 4 мм рт. ст. (или с $35,9 \pm 11,9$ до $57,2 \pm 5,3$ гПа). У трех крыс этой подгруппы АД в течение 70—80 мин эксперимента оставалось на относительно стабильном уровне. Затем наблюдалось повышение АД в среднем на 45 мм рт. ст. (или 59,8 гПа), после чего наступало резкое снижение АД, заканчивавшееся гибелью животных (рис. 3, Д). Реакции АД на раздражение ВМГ в течение первого часа опыта в основном были представлены прессорно-депрессорными (74 %). В течение второго часа также регистрировались в основном прессорные реакции (86,1 %). В последние 20 мин эксперимента на фоне снижения АД в 25 % зарегистрировано отсутствие реакций на эпизодические эмоциогенные раздражения. Параметры реакций крыс этой подгруппы на протяжении опыта существенно не изменялись.

Третью подгруппу составили 6 крыс (23 %) и 10 кроликов (20 %), погибших в течение третьего часа опыта. Сосудистые реакции на эпизодические раздражения ВМГ у четырех крыс, АД которых на протяжении опыта непрерывно повышалось, характеризовались значительным преобладанием количества прессорных реакций над прессорно-депрессорными (рис. 3, Е). Амплитуда прессорных реакций составляла 40 ± 11 мм рт. ст. (или $53,9 \pm 14,6$ гПа); продолжительность их увеличивалась в течение опыта с 16 ± 6 до 22 ± 4 с. У двух крыс этой подгруппы АД на протяжении опыта имело значительные флюктуации

(до 50 мм рт. ст., или 66,5 гПа). В целом АД этих крыс проявляло тенденцию к снижению (рис. 3, Ж). Сосудистые реакции на раздражение ВМГ у этих крыс характеризовались тем, что на протяжении опыта уменьшалось количество прессорно-депрессорных реакций (с 42,5 до 12,5 %); после первого часа опыта исчезали депрессорные реакции; с середины первого часа опыта регистрировалось значительно большее количество прессорных реакций по сравнению с прессорно-депрессорными и депрессорными. В конце второго часа количество прессорных реакций достигало 100 %. Амплитуда прессорных реакций в течение опыта повышалась с 26 ± 6 до 55 ± 16 мм рт. ст. (или с $34,6 \pm 8$ до $73,2 \pm 21,3$ гПа), увеличивалась и продолжительность этих реакций с 12 ± 5 до 26 ± 8 с. Кроме того, в течение опыта амплитуда прессорной фазы прессорно-депрессорных реакций возрастала с 23 ± 15 до $49 \pm 5,6$ мм рт. ст. (или с $30,6 \pm 20$ до $65,2 \pm 7,5$ гПа).

Динамика индивидуальных изменений АД 35 кроликов, погибших на разных этапах острой конфликтной ситуации, была описана ранее [10]. Сосудистые реакции на раздражение ВМГ у кроликов, погибших на разных этапах острого эмоционального стресса, были представлены в 35 % прессорными и в 65 % прессорно-депрессорными реакциями. В исходном состоянии амплитуда прессорных реакций и прессорной фазы прессорно-депрессорных реакций составляла 30 ± 4 мм рт. ст. (или $40 \pm 5,3$ гПа); продолжительность $4,5 \pm 3$ с. Амплитуда депрессорной фазы составляла 5 ± 3 мм рт. ст. (или $6,6 \pm 4$ гПа), продолжительность 4 ± 3 с. Характерным для сосудистых реакций кроликов, погибших в течение первого и второго часов опыта, являлось то, что по мере приближения гибели животных наблюдалось уменьшение амплитуды прессорных реакций и прессорных фаз прессорно-депрессорных реакций в среднем на 50 % и увеличение в среднем на 105 % от исходного уровня амплитуды депрессорных фаз (рис. 2, Г, Д). У кроликов, погибших в течение третьего часа опыта, наблюдалось увеличение амплитуды прессорных фаз реакций в среднем на 40 % исходного уровня и депрессорных — в среднем на 95 % (рис. 2, Е).

В контрольной серии опытов у животных не наблюдалось изменения АД: на протяжении опыта оно оставалось на исходном уровне.

Обсуждение результатов исследований

Таким образом, результаты проведенных нами исследований позволили выявить четкие различия в динамике АД и сосудистой реактивности у животных, различающихся по степени устойчивости сердечно-сосудистых функций к острому эмоциональному стрессу. Выделенные нами группы животных с различной устойчивостью сердечно-сосудистых функций к эмоциональному стрессу полностью соответствуют данным, полученным Е. А. Юматовым с сотр. [13] в условиях других моделей эмоционального стресса (иммобилизация крыс без нанесения эпизодических эмоциогенных воздействий).

Исходя из полученных нами данных, мы считаем, что показателем устойчивости сердечно-сосудистых функций к острому эмоциональному стрессу в условиях примененной нами модели может быть характер сосудистой реактивности на эпизодические отрицательные эмоциогенные воздействия, вызванные раздражением ВМГ, а именно количественное соотношение различных видов сосудистых реакций и их параметров.

Выявленные нами индивидуальные различия динамики сердечно-сосудистых функций животных подтверждают мнение других авторов [4, 8—11, 13, 18] о необходимости учета индивидуальных особенностей вегетативных реакций в условиях эмоциональных стрессов, что важно для разработки методов, позволяющих направленно повышать устойчивость предрасположенных к эмоциональному стрессу организмов.

1. Эпизодический
ной ситуации вызыв
сопровождается

2. Животные, о
судистых функций к
свойственной каждо
эпизодические эмоци

3. Количественно
ций на эпизодическ
метров является одн
сердечно-сосудистых

HEMODYNA
STIMULATIONS
COU

In experiments on u
pressure were studied du
and combined episodal
tions of various types of
sed animals have been
reactions is higher than
reactivity may be an indi
der conditions of acute er

P. K. Anokhin Institute o
Academy of Medical Scie

1. Абрамов Ю. Б. Осо
сигнальной ситуации
нев: Шттинца, 1973.
2. Гельгорн Э., Луфбо
1966.—672 с.
3. Дашизев Г. Динам
гипоталамического п
4. Корсон С. А., Корс
устраняемых и неу
Системные механиз
развитию общ. теори
5. Мамедов А. М. Ди
спериментального э
1975.—48 с.
6. Маркель А. Л., Оса
реакции при эмоцио
111.
7. Скоцеляс Ю. Г., Ив
давления у крыс в
63, № 1, с. 154—155
8. Судаков К. В. Сист
ки.: Системные мех
нара по развитию с
9. Судаков К. В. Си
1981.—230 с.
10. Судаков С. К. Дин
в условиях острого
биологии и медици
11. Франкенхойзер М.
гии. — В кн.: Эмоци
12. Фролов М. В., Сви
ного напряжения. —

Выводы

1. Эпизодические эмоциогенные воздействия в условиях конфликтной ситуации вызывают у животных острый эмоциональный стресс, сопровождающийся нарушением сердечно-сосудистых функций.

2. Животные, обладающие различной устойчивостью сердечно-сосудистых функций к острому эмоциональному стрессу, характеризуются свойственной каждой группе сосудистой реактивностью в ответ на эпизодические эмоциогенные воздействия.

3. Количественное соотношение различных видов сосудистых реакций на эпизодические эмоциогенные воздействия и динамика их параметров является одним из показателей, характеризующих устойчивость сердечно-сосудистых функций к острому эмоциональному стрессу.

D. F. Vedyayev, S. K. Sudakov

HEMODYNAMIC REACTIONS OF ANIMALS TO EPISODICAL
STIMULATIONS OF VENTROMEDIAL HYPOTHALAMUS IN TIME
COURSE OF ACUTE EMOTIONAL STRESS

Summary

In experiments on unrestrained, fixed rats and rabbits the reactions of arterial blood pressure were studied during acute emotional stress induced by nonperiodic, alternating and combined episodic emotional effects of different kinds. Different kinds of correlations of various types of the blood pressure reactions in resistant, adapted and predisposed animals have been revealed. In predisposed animals the number of hypertensive reactions is higher than in adapted and resistant animals. It is suggested that vessel reactivity may be an indication of resistance of the cardiovascular system functions under conditions of acute emotional stress.

P. K. Anokhin Institute of Normal Physiology,
Academy of Medical Sciences, USSR, Moscow

Список литературы

1. Абрамов Ю. Б. Особенности эмоционального стресса у крыс в сигнальной и бес-сигнальной ситуациях. — В кн.: Стресс и его патогенетические механизмы. Кишинев: Штиинца, 1973, с. 46—47.
2. Гельгорн Э., Лифборроу Дж. Эмоции и эмоциональные расстройства. — М.: Мир, 1966. — 672 с.
3. Дашзэвэг Г. Динамика сомато-вегетативных изменений при эмоциональном стрессе гипоталамического происхождения. : Автореф. дис. канд. мед. наук. — М., 1974. — 20 с.
4. Корсон С. А., Корсон Е. О'Л. Системный анализ конституционных факторов при устранимых и неустраиваемых психосоциальных стрессах у животных. — В кн.: Системные механизмы эмоциональных реакций: Тез. докл. IV Всесоюз. семинара по развитию общ. теории функционал. систем. М., 1978, с. 77—80.
5. Мамедов А. М. Динамика корково-подкорковых взаимоотношений в условиях экспериментального эмоционального стресса. : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 1975. — 48 с.
6. Маркель А. Л., Осадчук А. В. Генетико-физиологические механизмы гипертензивной реакции при эмоциональном стрессе у крыс. — Кардиология, 1978, 18, № 7, с. 107—111.
7. Скоцелас Ю. Г., Иванова Л. И., Юматов Е. А. Методика измерения артериального давления у крыс в условиях свободного поведения. — Физиол. журн. СССР, 1977, 63, № 1, с. 154—155.
8. Судаков К. В. Системные механизмы устойчивости к эмоциональному стрессу. — В кн.: Системные механизмы эмоциональных реакций: Тез. докл. IV Всесоюз. семинара по развитию общ. теории функциональных систем. М., 1978, с. 73—75.
9. Судаков К. В. Системные механизмы эмоционального стресса. — М.: Медицина, 1981. — 230 с.
10. Судаков С. К. Динамика индивидуальных сердечно-сосудистых реакций у кроликов в условиях острого экспериментального эмоционального стресса. — Бюл. эксперим. биологии и медицины, 1980, 89, № 6, с. 662—664.
11. Франкенхойзер М. Некоторые аспекты исследований в физиологической психологии. — В кн.: Эмоциональный стресс. Л.: Медицина, 1970, с. 24—30.
12. Фролов М. В., Свиридов Е. П. Амплитуда Т-зубца ЭКГ как коррелят эмоционального напряжения. — Журн. высш. нерв. деятельности, 1974, 24, № 5, с. 1052—1055.

