

В. А. КУЗЬМЕНКО

## РЕАКЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ДЫХАНИЯ НА ВЕСТИБУЛЯРНОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Литературные данные о рефлекторном изменении кровообращения в ответ на раздражение вестибулярного аппарата весьма противоречивы [1, 2, 4, 8, 9, 11, 13, 15—17].

В настоящем исследовании предпринята попытка выявить зависимость реакции кровообращения и дыхания от силы раздражения вестибулярного аппарата животных на разных стадиях постнатального онтогенеза.

**Методика.** В 8 острых опытах на недельных (I группа), 11 опытах на двухнедельных (II группа) и 13 опытах на взрослых (III группа) кошках под уретановым наркозом (1 г на кг веса) изучали изменение давления крови в сонной артерии (АД), частоты сердцебиения (Чс), частоты дыхания (Чд) и биоэлектрической активности подчревных симпатических нервов в ответ на раздражение вестибулярного аппарата постоянным электрическим током (гальваническая проба). Ток от 0,2 до 10 ма в течение 30 сек. пропускался через конические электроды, вставленные в обе ушные раковины. В специальных опытах на 12 1—2-недельных котят и 25 взрослых кошках исследовали изменение перечисленных выше параметров после выключения слухового и вестибулярного анализаторов перерезкой VIII пары черепно-мозговых нервов через отверстия в височных костях [5].

**Результаты опытов и их обсуждение.** Наиболее чувствительным к воздействию на вестибулярный аппарат оказалось дыхание: в 90% опытов наблюдалось заметное увеличение частоты, иногда с временным уменьшением амплитуды дыхательных движений прудной клетки.

У одного 2-недельного котенка отмечено урежение дыхания при любой силе раздражения, а у 2 взрослых животных изменения дыхания были недостоверными. Для котят обеих возрастных групп средняя величина реакции Чд в широком диапазоне воздействий не зависела от интенсивности электрического тока (уравнительная фаза). Для взрослых животных было характерно прямое соотношение между величинами стимула и ответа (рис. IА, I, II, III). Максимальный прирост средней Чд в ответ на раздражение отмечен у недельных котят; по мере взросления средняя величина реакции уменьшалась (рис. IА, IV). Перерезка VIII пары черепно-мозговых нервов приводила к уменьшению Чд взрослых животных на  $33 \pm 7\%$ . У котят в половине опытов дыхание прекращалось совсем, а в остальных опытах урежалось на  $40 \pm 15\%$ . Полученные данные показывают, что на рассмотренных этапах постнатального онтогенеза возрастает функциональная изоляция дыхательного центра от вестибулярного воздействия.

Реакции АД на раздражение вестибулярного аппарата зависели от силы раздражения и возраста животного (рис. 1Б, I, II, III). Для недельных было характерно снижение АД в ответ на слабое воздействие и повышение в ответ на сильное (90% опытов). У двухнедельных котят депрессорные реакции при пороговом раздражении встречались в меньшем количестве опытов (60%), а у взрослых животных составляли исключение (1 опыт). В остальных опытах имели место только прессор-

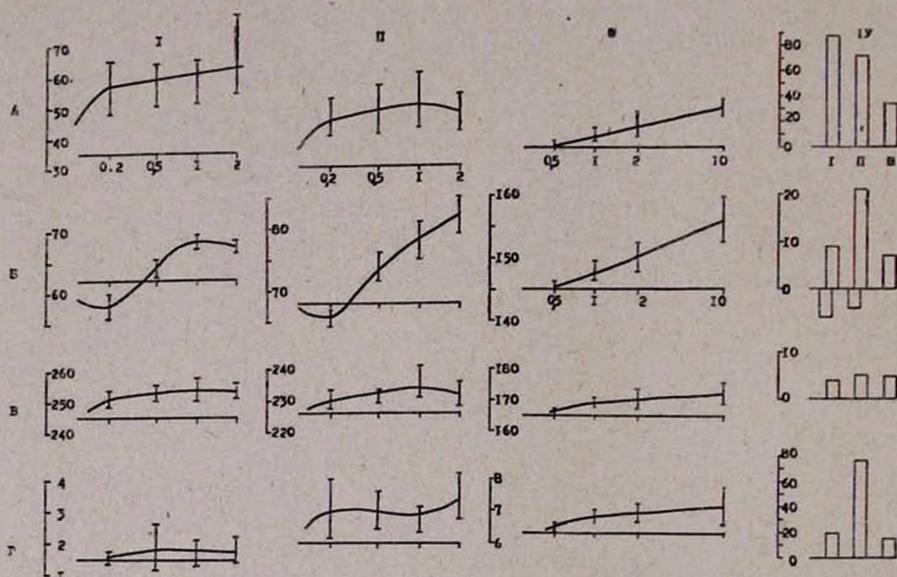


Рис. 1. Зависимости средних реакций частоты дыхания—А (дыхание в мин.), артериального давления—Б (мм рт. ст.), частоты сердцебиения—В (удар в мин.), и интеграла биоэлектрической активности подчревных симпатических нервов—Г (мкв) недельных (I) и двухнедельных (II) котят и взрослых кошек (III) от силы раздражения вестибулярного аппарата постоянным током (ма). IV—относительные значения (%) максимальных реакций у животных разного возраста.

ные реакции АД, возраставшие по мере усиления электрического тока. У двух кошек при слабом воздействии на вестибулярный аппарат сдвигов АД не обнаружено, а при сильном воздействии имели место депрессорные реакции. Средняя величина максимального прессорного ответа у двухнедельных котят была больше, чем у недельных и взрослых животных (рис. 1 Б, IV). Выключение слухового и вестибулярного анализаторов у котят приводило к устойчивому понижению АД на  $24 \pm 5\%$ , а у взрослых животных повышало АД на  $6 \pm 3\%$ . Однако выключение слуховых нервов после перерезок IX и X пар (которые сами по себе вызывали подъем АД) приводило к падению АД взрослых кошек на  $34 \pm 6\%$ .

Рефлекторные изменения АД, возникающие в ответ на вестибулярное раздражение, не могут быть объяснены перестройкой сердечной деятельности. У большинства животных трех возрастных групп гальваническая проба вызывала незначительное учащение сердцебиений. Лишь

в редких случаях реакция носила отчетливый характер. Существенных возрастных отличий не обнаружено (рис. 1 В). У котят, однако, интенсивность реакций Чс была мало связана с силой стимула, в то время как для взрослых животных более характерно прямое соотношение между стимулом и ответом. Изменения реакций Чс при увеличении воздействия не коррелировали с изменениями реакций АД (см. рис. 1 Б и В). Выключение вестибулярного анализатора у котят снижало Чс на  $6 \pm 2\%$ , а у взрослых животных повышало на  $13 \pm 3\%$ . Как и АД, Чс уменьшалась (на  $16 \pm 3\%$ ) при перерезке VIII пары черепно-мозговых нервов после выключения IX и X пар.

Измерение интеграла (за 0,5 сек) биоэлектрической активности подчревных нервов, в которых большинство составляют постганглионарные симпатические волокна, показало, что исходный уровень активности увеличивается по мере взросления (рис. 1 Г). В недельном возрасте рефлекторные изменения этой активности имели разную направленность в разных опытах, а иногда и при изменении силы раздражения в одном опыте. Более отчетливые изменения активности симпатических нервов отмечены у двухнедельных котят. У взрослых животных, несмотря на увеличение исходного уровня, активность подчревных нервов изменялась в меньшей степени, чем у котят II группы. Сопоставив реакции АД и биоэлектрической активности симпатических нервов (рис. 1 Б и Г), можно отметить сходство их возрастных изменений. Наибольший относительный прирост этих показателей в ответ на вестибулярное раздражение наблюдался у двухнедельных котят, т. е. когда происходит бурное развитие локомоций. Перерезка VIII пары у взрослых животных вызвала уменьшение симпатической активности на  $28 \pm 7\%$ .

Анализ полученных данных позволяет заключить, что сдвиги АД в ответ на вестибулярное раздражение, в основном, обусловлены изменением сосудистого тонуса за счет активности симпатических нервов. К такому же выводу ранее пришли и другие авторы [3, 17].

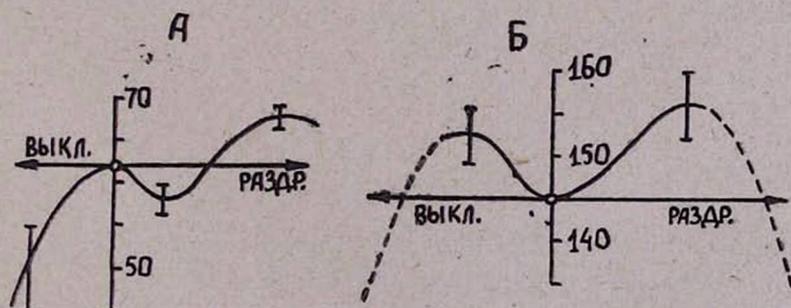


Рис. 2. Сопоставление изменений АД при выключении и раздражении вестибулярного аппарата у недельных котят (А) и взрослых кошек (Б).

Деятельность вестибулярного анализатора характеризуется наличием тонической активности его рецепторов [14]. При его выключении афферентный приток к центрам продолговатого мозга уменьшается, а при раздражении увеличивается. У котят, как мы видели, деафферента-

ция приводит к падению АД, а по мере увеличения раздражения наблюдается сначала падение, затем возрастание АД (рис. 2 А). У взрослых животных умеренная деафферентация приводит к повышению АД, а значительная деафферентация (перерезка VIII пары на фоне действия перерезки нервов IX и X пар) — к падению АД (рис. 2 Б левая часть).

Электрическое раздражение у взрослых животных вызывает повышение АД в подавляющем большинстве опытов, и, по-видимому, не создает максимального возбуждения вестибулярного аппарата. Поэтому несомненный интерес представляют работы, отмечающие при применении более сильного раздражителя рефлекторное снижение АД [12] либо переход от прессорной реакции к депрессорной [1, 15].

Как показывает рис. 2, в широком диапазоне воздействий зависимость АД от величины афферентного притока к бульбарным центрам может быть выражена М-образной кривой. Аналогичные соотношения ранее наблюдались при раздражении и выключении рецепторов в сердце [7] и центростремительных волокон блуждающих нервов [6]. Нелинейная зависимость отчетливо обнаруживается уже у недельных котят. По мере взросления точка, соответствующая АД интактных животных, перемещается по М-образной зависимости из первого максимума (у недельных котят) к среднему минимуму (у взрослых; см. рис. 2 А и Б).

Положение начальной точки может меняться за счет деятельности других источников афферентных импульсов и изменения функционального состояния центральных структур. Подобные соотношения могут быть выведены и для частоты сердцебиения, дыхания и активности симпатических нервов.

Нам кажется, что дальнейший прогресс в изучении механизмов вестибуло-вегетативных рефлексов невозможен без применения широкого спектра экспериментальных воздействий, обеспечения искусственных сдвигов функционального состояния центральных образований и применения эволюционного подхода.

НИИ физиологии детей и подростков  
АПН СССР

Поступило 12/1 1973 г.

Վ. Ա. ԿՈՒԶՄԵՆԿՈ

ԱՐՅԱՆ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇՆՉԱՌՈՒԹՅԱՆ ՌԵԱԿՑԻԱՆԵՐԸ Ի ՊԱՏԱՍԽԱՆ ՎԵՍՏԻՐՈՒԷՅԱՐ ԳՐԳՌՄԱՆԸ ՕՆՏՈԳԵՆԵՋՈՒՄ

Ա մ փ ա փ ու մ

*Մեկ, երկու շաբաթական և հասունացած կատուների վրա դրված սուր փորձերում ուսումնասիրվել են զարկերակային ճնշման, պուլսի և շնչառության հաճախականության, ենթաորովայնային սիմպատիկ նյարդերի ակտիվության փոփոխությունները և պատասխան տարբեր ինտենսիվության գալվանական զրգուրմների և վեստիբուլյար ապարատի միացման:*

V. A. KUZMENKO

CIRCULATORY AND RESPIRATORY REACTIONS UPON  
VESTIBULAR EXCITATION IN ONTOGENESIS

## Summary

In acute experiments on a week old, two-weeks old and adult cats, we have studied the AP modifications, pulse and respiration frequencies, and the activity of the hypogastric sympathetic nerves upon galvanic excitation of different intensity and upon inclusion of the vestibular apparatus.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Балконская Н. А. Научн. тр. Ленингр. ин-та усов. врачей, Л., 1967, 55—59.
2. Григорьев Ю. Г., Фарбер Ю. В., Волохова Н. А. Вестибулярные реакции, Медицина, М., 1970.
3. Дмитриев А. С. Лабиринтные и экстралабиринтные механизмы некоторых соматических и вегетативных реакций на ускорение, Минск, Наука и техника, 1969.
4. Коган А. Д. Автореф. канд. дисс., М., 1953.
5. Кузьменко В. А. Тр. IX научн. конф. по возр. морфол., физиол. и биохим., М., Просвещение, 1972, 1, 152—155.
6. Кузьменко В. А. Ж. эволюц. биохим. и физиол., 1973, 1, 93—95.
7. Кулаев Б. С. Вопросы физиол. и интероцепции, М.—Л., Наука, 1965, 2, 91—112.
8. Никольская М. И. Тез. докл. 16 научн. конф. по пробл. новых медико-биол. концепций, Ленингр. мед. ин-т, Л., 1961, 15—16.
9. Образцова Г. А. Формирование вестибулярных функций в онтогенезе, М.—Л., АН СССР, 1961.
10. Павлова Г. А. Архив биол. наук, 1936, 44, 2, 111—116.
11. Поляков Б. И. Бюлл. exper. биол. и мед., 1966, 9, 19—22.
12. Романов В. А., Гаевый М. Д. Бюлл. exper. биол. и мед., 1971, 11, 3—4.
13. Трофимова З. Г. Автореф. канд. дисс., М., 1953.
14. Хечинашвили С. Н. Вестибулярная функция, Тбилиси, 1958.
15. Чусов М. П. Вестник оториноларинг., 1940, 11—12, 24—30.
16. Monnier M. Acta neuroveget., 1966, 28, 1—4, 212—223.
17. Spiegel E. A. Sommer I. Neurology of the eye ear, nose and throat. Grune a. Stratton, N.—G., 1944.