

А. А. Оганисян

Об особенностях реагирования кроликов на гипоксемию

Наши знания по вопросу о влиянии гипоксемии на организм млекопитающих основаны на опытах, поставленных почти исключительно на собаках и кошках. Кролики меньше всего привлекались в качестве подопытного животного для разрешения подобных вопросов. Поэтому реакция кроликов, и, в частности, их сердечно-сосудистой и дыхательной системы на гипоксемию весьма слабо освещена в физиологической литературе.

Мы поставили перед собой задачу, во-первых, установить, в чем заключаются особенности реагирования кроликов на гипоксемию, и, во-вторых, выяснить, какими нервными механизмами эти особенности реализуются?

М е т о д и к а

Кролики, фиксированные на вивисекционном столе, дышали газовой смесью, с содержанием кислорода от 16% до 1%. Инертным газом в наших опытах служил водород. Кровяное давление регистрировалось в сонной артерии при помощи ртутного манометра. Дыхание регистрировалось пневмографической манжеткой, соединенной с пишущим капсюлем Марея.

Помимо вдыхания газовой смеси, состав которой время от времени контролировался анализом на аппарате Хольдана, для вызова гипоксемии мы применяли другой метод: животное дышало в стеклянную трубу, длиной в 2,5 мт., диаметром в 0.8 ст. Т. к. обе методики в основном дали одинаковые результаты, мы ограничиваемся демонстрацией кривых, полученных при последней методике. Всего поставлено 40 опытов, из коих на 29 кроликах опыты ставились по первой методике, на 11 кроликах—по второй методике. На одном и том же животном испытание смесей и дыхание в трубу повторялось несколько раз. Опыты с вдыханием газовой смеси проводились в лаборатории возрастной физиологии института педиатрии АМН СССР.

Полученные результаты

Вдыхание газовой смеси, содержащей 15—16% кислорода, вызывает небольшое урежение сердечного ритма, небольшие эффекты возбуждения дыхания и некоторое повышение кровяного давления. Последнее после начального подъема начинает падать.

Таблица 1

Влияние гипоксемической смеси, содержащей 16 и 15% O_2 на ритм сердца, дыхания и кровяное давление у кроликов

16% O_2				15% O_2			
Через разное время после вдыхания смеси	Кровяное давление в мм Hg	Ритм сердца в 1 мин.	Ритм дыхания в 1 мин.	Через разное время после вдыхания смеси	Кровяное давление в мм Hg	Ритм сердца в 1 мин.	Ритм дыхания в 1 мин.
Норма	106	350	340	Норма	76	280	340
25"	110	320	200	25"	100	260	65
14'	112	320	160	2'	100	250	65
17'	106	310	150	4'	100	240	60
25'	94	350	90	11'	60	230	60
62'	72	320	60	15'	52	230	60
85'	68	300	60	45'	50	210	60

На таблице 1 приведены данные, полученные на 2-х кроликах, дышавших газовой смесью, содержащей 15% O_2 , 16% O_2 . На 25" экспозиции кровяное давление повышается, ритм сердца снижается. Из приведенных случаев в норме у кроликов было очень частое дыхание. Вдыхание смеси исключает этот частый тип дыхания, переводя его в обычный тип, с частотой ок. 60 в 1'.

Если исходный ритм дыхания равен 40—70 в 1 мин., то смесь, как уже отмечалось, вызывает небольшие эффекты учащения и углубления дыхания. При повторном вдыхании смеси продолжительностью в 7—10 мин. часто не происходит изменений ни со стороны ритма сердца и дыхания, ни со стороны кровяного давления.

Если вдыхание смеси продолжается 1—2 часа, то ритм сердца и дыхания испытывает постепенное урежение. Кровяное давление, медленно падая, может доходить до 1/3 исходного уровня. Такие изменения наблюдаются иногда и без вдыхания смеси, если кролики остаются привязанными к операционному столику продолжительное время.

Вдыхание газовой смеси, содержащей от 14 до 8% O_2 , как правило, вызывает урежение ритма сердца, повышение кровяного давления и возбуждение дыхания. При исходном низком ритме сердца первоначально может наблюдаться учащение. Так, например, при исходном ритме 180 в 1' смесь с 10% O_2 вызывает учащение ритма до 220 через 45" и до 300 через 5'. На 6-й минуте наблюдается урежение до 240 и этот ритм сохраняется в течение многих минут без изменения. Тем не менее такие смеси, как смесь, содержащая от 14 до 8% O_2 , способны давать вначале учащение ритма сердца даже в случаях, когда исходный ритм сердца равен 210—220 в 1 мин. При более частом исходном ритме, начиная с 230 и выше, такие смеси с самого начала вызывают урежение. Следует отметить, что у кроликов ритм сердца в норме равен 240—270 в 1 минуту. Более редкий ритм чем 200, у них должен рассматриваться как ненормальное явление.

Таблица 2

Изменение ритма сердца, дыхания и кровяного давления у кролика при вдыхании смеси, содержащей 8% O_2

Через разное время после вдыхания смеси	Ритм сердца в 1 мин.	Ритм дыхания в 1 мин.	Кровяное давление в мм Hg
Норма	230	45	115
1'	230	54	120
5'	220	60	125
10'	200	130	120
11'	180	130	120
13'	160	150	120
Дан наружный воздух	230	45	115

Как показывает таблица 2, смесь, содержащая 8% O_2 , вызывает урежение ритма сердца, учащение дыхания и повышение кровяного давления. В случаях, когда ритм сердца не меняется и кровяное давление резко не повышено, наблюдается усиление систолических сокращений сердца.

Вдыхание газовой смеси, содержащей от 7% до 1% O_2 , вызывает закономерную, прогрессивно нарастающую брадикардию, резкий подъем кровяного давления и возбуждение дыхания. Время наступления этих реакций и их интенсивность зависят от концентрации кислорода в смеси. Чем ниже концентрация кислорода во вдыхаемой смеси, тем сильнее эффект.

Вдыхание таких смесей, независимо от того, низок или высок исходный ритм сердца, всегда вызывает урежение ритма, как первичная реакция со стороны сердца, которое, усиливаясь переходит в брадикардию.

Таблица 3

Изменение ритма сердца, дыхания и кровяного давления у кролика при вдыхании газовой смеси, содержащей 3% O_2 и 2% O_2

3% O_2			2% O_2			Кровяное давл. в мм Hg при смеси 3% O_2	Кров. давл. в мм Hg при смеси 2% O_2
Через разное время после вдыхания смеси	Ритм сердца в 1 мин.	Ритм дых. в 1 мин.	Через разное время после вдыхания смеси	Ритм сердца в 1 мин.	Ритм дых. в 1 мин.		
Норма	210	40	Норма	240	60	100	95
2'	210	90	1'	70	45	120	120
3'	100	100	2'	150	40	140	140
4'	70	Судорож.	5'	140	30	130	60
Дан наружный воздух	210	45	6'	10	Остановка	100	0

Как показывает таблица 3, смеси с концентрацией кислорода, равной 3% и 2% дают резкое урежение ритма сердца, возбуждение дыхания, которое находит свое выражение либо в учащении, либо в углублении, либо одновременно в учащении и углублении дыхания. Кровяное давление показывает значительное повышение. При переключении животного на наружный воздух уже через 30" восстанавливается исходная картина. Если же животное продолжает дышать смесью, то через 6 минут, как это показано в таблице 3, наступает шоковое состояние. Урежение ритма сердца при вдыхании таких смесей сопровождается усилением систолических сокращений сердца.

Остановимся более подробно на эффектах, получаемых в то время, когда концентрация кислорода во вдыхаемой смеси равна ок. 3%, или когда животное дышит в стеклянную трубу, длиною в 2,5 м и диаметром в 0,8 ст.

В подобных условиях уже через 10—50 сек. экспозиции наступает резкое урежение ритма сердца (до 100 в 1 мин. и более) и повышение кровяного давления. Наряду с этим учащается ритм дыхания и увеличивается амплитуда дыхательных движений.

Если животное через 2—3 минуты экспозиции переключается на наружный воздух, то вскоре восстанавливается исходное состояние. Если же оно продолжает дышать газовой смесью или в длинную узкую трубу, то через промежуток времени от 3 до 10 минут наступает шоковое состояние и гибель животного.



Рис. 1. Нижняя линия—отметка времени в сек. вторая—кровяное давление. третья—дыхание.

На рис. 1 показана реакция сердечно-сосудистой и дыхательной систем кролика, дышавшего в длинную узкую трубу. Дыхательные движения регистрировались через трахеальную каплю, один из концов которой соединяется с капсюлем Маррея, регистрировавшим эти дви-

жения при помощи пишущего пера на закопченной ленте кимографа. Второй конец капсюля соединяется с трубкой, в которую дышало животное. Обозначение кривых: нижняя линия—отметка времени в секундах и одновременно нулевая линия. Вторая—кровяное давление, третья—дыхание. Стрелками показаны начало и конец дыхания и трубу. Вдоху соответствует опускание кривой к низу.

Как показывает рис 1, с самого начала, когда животное начинает дышать в трубу, кровяное давление повышается, наряду с этим наблюдается урежение ритма сердца, которое через промежуток времени, равном ок. 5 сек. приобретает характер резкой брадикардии. При переключении животного на наружный воздух (показано стрелкой справа) брадикардия исчезает, и после некоторого дополнительного подъема кровяное давление снижается до нормы. Изменения со стороны дыхания заключаются в углублении его почти в два раза, без существенных изменений в ритме.

В условиях, когда гипоксемическое состояние создается газовой смесью с низким процентным содержанием кислорода, каким является 3% и 2%, изменения со стороны дыхания, сказываются не только в углублении, но также и в учащении ритма. При дыхании в длинную трубу ритм дыхания не только не учащается, но наоборот, может резко урежаться. Это показано на рис. 2.

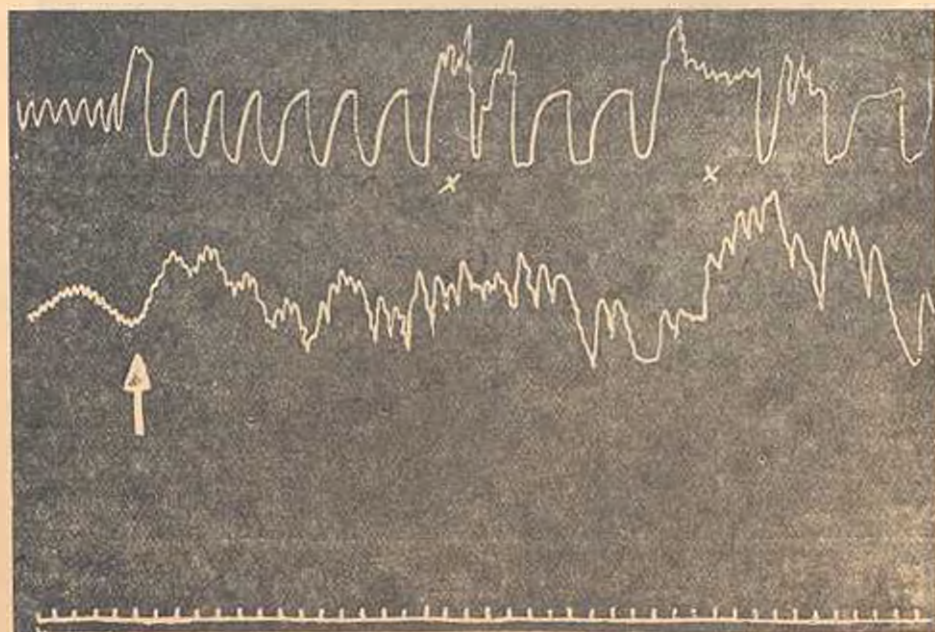


Рис. 2.

Рис. 2 иллюстрирует изменения кровяного давления, ритма сердца и дыхания, когда животное дышит в трубу.

Как видно из рис. 2, повышению кровяного давления и прогрес-

сивно усиливающейся брадикардии сопутствует урежение ритма дыхания. В местах, показанных крестиками, животное производило сильные движения всем телом. В данном опыте ритм сердца снизился до 60 в 1 минуту.

Таким образом, как при даче гипоксемической смеси, так и при дыхании кролика в трубу первичной реакцией со стороны сердца является урежение ритма, переходящее в резкую брадикардию. В этом и заключается самая существенная особенность кролика. Другой особенностью является повышение кровяного давления, идущего параллельно брадикардии. Подобно собакам, кролики реагируют на гипоксемию сильными эффектами возбуждения дыхания. Установив эти особенности, мы перешли к выяснению вопроса, какими нервными путями они реализуются? Для этой цели на тех же кроликах производилась денервация каротидных бифуркаций, блуждающие и депрессорные нервы оставались нетронутыми.

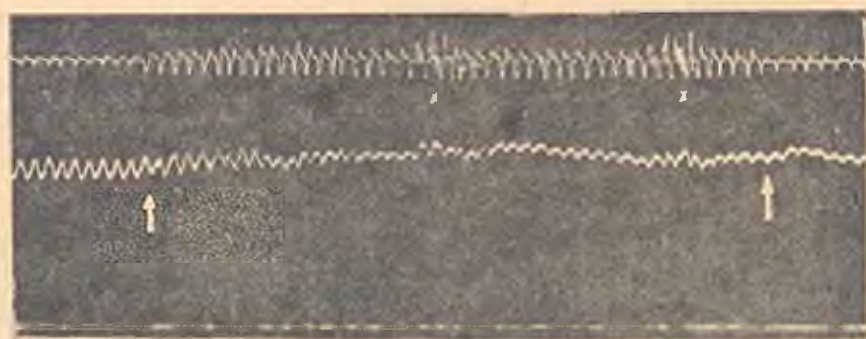


Рис. 3.

На рис. 3 показано изменение кровяного давления, ритма сердца и дыхания у кролика, лишенного обоих синусовых нервов. Кролик дышал в длинную узкую трубу в течение ок. 3-х минут. Стрелками обозначено начало и конец экспозиции. В местах, обозначенных крестиками, животное производило сильное движение всем телом.

Как показывает рис. 3, брадикардия в условиях опыта не имеет места. Наблюдается незначительное повышение кровяного давления, заметное усиление систолических сокращений сердца, значительное повышение амплитуд дыхательных движений, без изменений в их ритме. После перевода животного на дыхание наружным воздухом, уже через 1 минуту восстанавливается исходное состояние. Если животное продолжает дышать в трубу, то через 5—7 минут наступает шоковая реакция, выражающаяся в пологом падении кровяного давления до нуля, в остановке сердца и дыхания.

Вдыхание гипоксемической смеси, содержащей 3% O_2 , у кроликов без синусных нервов вызывает изменения, в основном сходные с только что описанными, т. е. отсутствие брадикардии, более или менее резкое повышение кровяного давления и возбуждение дыха-

ния. Ритм сердца не только не урежается, но постепенно учащается. Если животное не переключается на наружный воздух, то на 3-й минуте реакция достигает максимума, на 5-й минуте она приобретает шоковый характер, на 7-й минуте останавливается сердце и дыхание. Гибель животного наступает через 10—20 минут.

На основании этих опытов можно заключить, что синокаротидные нервы являются тем путем, по которому реализуются эффекты гипоксемии, и, в частности, брадикардия.

Но, как известно, синусные нервы суть чувствительное звено возникающих при гипоксемии рефлекторных эффектов. Двигательным звеном являются либо блуждающие нервы, либо же симпатические. В настоящей работе прослежены последствия перерезки только блуждающих нервов. Анализ значения симпатического нерва в реакциях гипоксемии у кроликов в данной работе не приведен.

Если кролику, дышавшему в длинную узкую трубу, предварительно перерезать на шее блуждающие нервы, оставив нетронутыми синусные, то оказывается, такое животное также не реагирует брадикардией. Кровяное давление в начале показывает более или менее значительный подъем и затем полого падает до нуля. Изменения со стороны дыхания заключаются в некотором начальном учащении и последующей остановке.

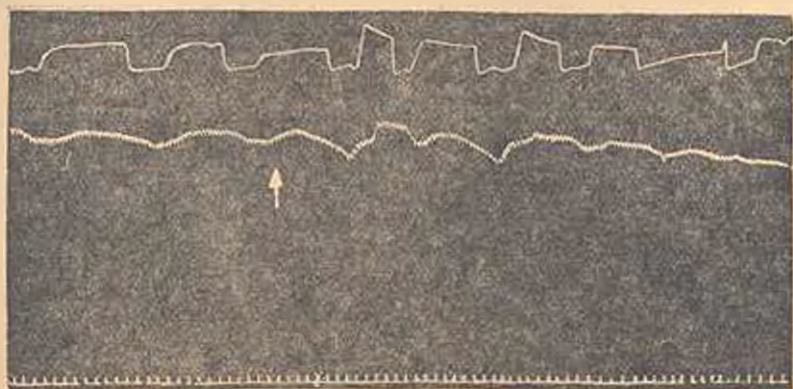


Рис. 4.

Рис. 4 иллюстрирует реакцию сердечно-сосудистой и дыхательной систем у ваготомированного кролика, дышавшего в длинную узкую трубу. Обозначения те же. Как показывает рис. 4 ваготомированный кролик при дыхании в трубу не дает брадикардии. Кровяное давление в данном случае почти не повышается: оно, полого падая, к 7-й минуте доходит до нуля. Дыхание в начале учащено, затем постепенно урежаясь, останавливается.

Вдыхание газовой смеси, содержащей 3% кислорода, дает в основном сходные результаты. Ритм сердца, постепенно урежаясь, становится к 7 минуте автоматическим. Кровяное давление в начале

вдыхания смеси несколько повышается, затем начинает полого падать до нуля. Что касается дыхания, то последнее иногда учащается, теряя характер вагус-диспноэ: к 5-й—6-й минуте оно останавливается.

Таким образом, брадикардия, столь резко бросающаяся в глаза у интактных кроликов, не реализуется при гипоксемии, если блуждающие нервы предварительно перерезаны. Как было ранее показано, брадикардия равным образом не реализуется при гипоксемии, если синокаротидные нервы предварительно перерезаются.

Предварительная перерезка обоих синусных и обоих блуждающих нервов у кроликов, дышавших в длинную узкую трубу, обуславливает реакцию, иллюстрированную на рис. 5.

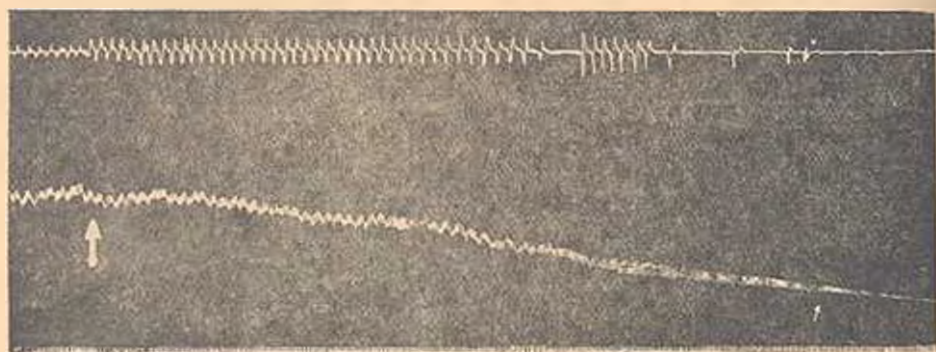


Рис. 5.

Как показывает рис. 5, кролик, лишенный всех 4-х синусных и блуждающих нервов, реагирует на гипоксемию пологим падением кровяного давления до нуля, постепенным урежением ритма сердца вплоть до полной остановки. Изменения со стороны дыхания сказываются в углублении почти в два раза сравнительно с нормой, в некотором учащении с последующим замедлением и остановкой.

Если кролику перерезать депрессорные нервы, оставив нетронутыми синусные и блуждающие, то такие животные на вдыхание смеси, содержащей 3% O_2 , или же на дыхание в длинную узкую трубу, реагируют брадикардией и возбуждением дыхания. Кровяное давление либо не повышается, либо же бывает повышено умеренно.

Склонность кроликов, в отличие от собак, отвечать первичной реакцией урежения ритма сердца мы наблюдали при различных болевых раздражениях. Так например, сдавливание testis у самцов вызывает урежение ритма сердца. Тот же эффект наблюдается в случаях, когда кролик, привязанный к вивисекционному столу, производит сильные движения.

Резкая брадикардия, сходная с вышеприведенными кривыми, наблюдается у кроликов при зажатии трахей.

вдыхания смеси несколько повышается, затем начинает полого падать до нуля. Что касается дыхания, то последнее иногда учащается, теряя характер вагус-диспноэ: к 5-й—6-й минуте оно останавливается.

Таким образом, брадикардия, столь резко бросающаяся в глаза у интактных кроликов, не реализуется при гипоксемии, если блуждающие нервы предварительно перерезаны. Как было ранее показано, брадикардия равным образом не реализуется при гипоксемии, если синокаротидные нервы предварительно перерезаются.

Предварительная перерезка обоих синусных и обоих блуждающих нервов у кроликов, дышавших в длинную узкую трубу, обуславливает реакцию, иллюстрированную на рис. 5.

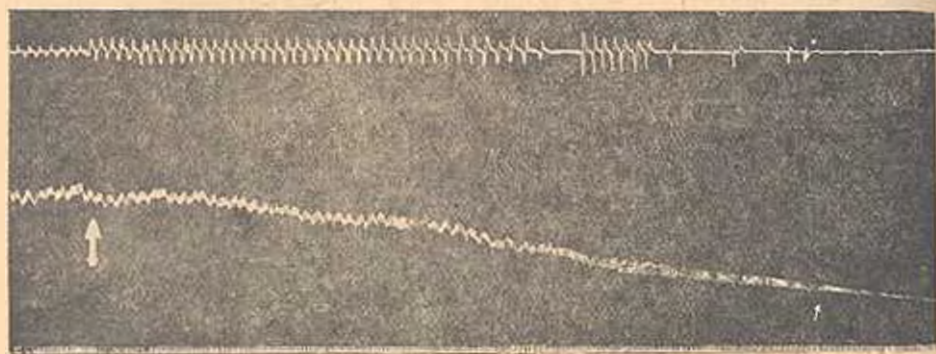


Рис. 5.

Как показывает рис. 5, кролик, лишенный всех 4-х синусных и блуждающих нервов, реагирует на гипоксемию пологим падением кровяного давления до нуля, постепенным урежением ритма сердца вплоть до полной остановки. Изменения со стороны дыхания сказываются в углублении почти в два раза сравнительно с нормой, в некотором учащении с последующим замедлением и остановкой.

Если кролику перерезать депрессорные нервы, оставив нетронутыми синусные и блуждающие, то такие животные на вдыхание смеси, содержащей 3% O_2 , или же на дыхание в длинную узкую трубу, реагируют брадикардией и возбуждением дыхания. Кровяное давление либо не повышается, либо же бывает повышено умеренно.

Склонность кроликов, в отличие от собак, отвечать первичной реакцией урежения ритма сердца мы наблюдали при различных болевых раздражениях. Так например, сдавливание testis у самцов вызывает урежение ритма сердца. Тот же эффект наблюдается в случаях, когда кролик, привязанный к вивисекционному столу, производит сильные движения.

Резкая брадикардия, сходная с вышеприведенными кривыми, наблюдается у кроликов при зажатии трахей.

Обсуждение результатов

Главной особенностью реагирования кроликов на гипоксемию является урежение ритма сердца, которое при острой гипоксемии приобретает характер резкой брадикардии.

Брадикардия имеет место с самого начала вдыхания газовой смеси и, следовательно, является первичной реакцией. Эта особенность резко отличает кролика от собаки, у которой в качестве первичной реакции при гипоксемии выступает тахикардия. Другой особенностью кролика является повышение кровяного давления, которое протекает на фоне брадикардии. Эти факты, как позже выяснилось, известны в литературе, однако они вызывали лишь недоумение у авторов и не получали объяснения. Принято думать, что форма реагирования собак на гипоксемию является общей для всех лабораторных млекопитающих животных, в том числе и для кроликов, между тем, как выяснилось, последние резко отличаются по характеру реагирования от собак.

Для понимания брадикардии и сопутствующего ей повышения кровяного давления при гипоксемии у кроликов можно допустить два самостоятельных первых механизма: симпатический и вагусный.

Гипоксемическую брадикардию у кроликов можно истолковать как следствие перевозбуждения центров симпатической иннервации сердца, переходящего в торможение, в результате чего прекращается отправка импульсов к сердцу и ритм последнего урежается. Подобный механизм для объяснения урежения ритма сердца описаны Еникесвой [1] при анализе адреналиновой брадикардии и Аршавской [2] для объяснения эффектов, возникающих при сдавливании головки у поворожденного животного. Такой механизм брадикардии у кроликов не трудно представить, т. к. у них естественный ритм сердца частый. Вполне допустимо, чтобы сердце кролика, работающее почти на предельно высоком ритме, реагировало урежением своего ритма в условиях гипоксемии.

Что касается механизма повышения кровяного давления, то можно допустить, что оно является результатом непосредственного воздействия гипоксемии на симпатические сосудосуживающие центры. Кроме того, как брадикардия, так и повышение кровяного давления можно истолковать как рефлекторные реакции, осуществляемые через синоаортальные рефлексогенные зоны на сердечные и сосудосуживающие центры симпатикуса.

Наш анализ особенностей реакции кроликов на гипоксемию шел не в сторону выяснения симпатического механизма, а в сторону вагусного механизма. Полученные данные в этом направлении позволяют заключить, что гипоксемическая брадикардия у кроликов базируется на рефлексе, осуществляемом синусными и блуждающими нервами.

Чтобы понять, почему кролики на гипоксемию реагируют пер-

вично брадикардией в отличие от собак, которые в подопытных условиях дают тахикардию, необходимо обратиться к их экологическим особенностям и онтогенезу.

Хорошо известно, что у собаки блуждающий нерв тонизирован, у кролика — нет. Биологические причины этого явления еще не вскрыты. Что касается физиологических причин, то известно, что у собак тонус в центрах вагусной иннервации сердца создается импульсами, идущими из синоаортальных зон. Отсутствие у кроликов в естественных условиях их жизни тонуса в центрах вагусов можно понять в том случае, если допустить, что у них влияние названных зон на сердечные центры вагусов в норме отсутствует.

Почему оно отсутствует и возможно ли в эксперименте создание тонуса в центрах вагусов, в норме лишенных его?

Наши данные позволяют сказать, что в условиях эксперимента создание тонуса в центрах вагуса возможно, и что гипоксемия является фактором, создающим тонус. С этой точки зрения гипоксемическую брадикардию у кроликов мы понимаем как результат возникновения тонуса в центрах вагусной иннервации сердца. Отсюда понятно, почему предварительная перерезка вагусов не позволяет реализоваться брадикардии при даче гипоксемической смеси кролику или когда последний дышит в длинную узкую трубу.

Хотя сердечные центры вагусов у кроликов под влиянием гипоксемии могут приобретать тонус, однако последствия тонизации у них едва ли могут быть оценены как целесообразные приспособительные явления. Они должны рассматриваться скорее как искусственное и пагубное для кролика явление, поскольку брадикардия не улучшает, а ухудшает кровообращение организма и вскоре обуславливает его гибель.

Чтобы понять, почему у кролика нет тех приспособительных реакций, какие имеются у собаки, необходимо уяснить на какой, стадии индивидуального развития и под влиянием каких причин у собаки возникают приспособительные реакции на гипоксемию?

Взрослая собака на гипоксемию отвечает первичным учащением ритма сердца, углублением и учащением дыхания, повышением кровяного давления. Этих приспособительных реакций нет у новорожденных щенков и, как показали исследования Красновской [3], они возникают через 3 недели после рождения. Их возникновение в этом возрастном периоде могло иметь место в том случае, если в этому времени в организме создалось бы естественное гипоксемическое состояние. Фактором, создающим такое состояние в этом возрастном периоде, является усиление моторики, возникновение стойки, ходьбы и бега. Правда, и стойка, и ходьба, и бег далеко не совершенны, они только лишь намечаются, однако их наличие в несовершенном виде в указанном возрастном периоде бесспорно. Особенно рельефно видно в этом периоде усиление моторики, которая имеет форму игровых движений. Стойка, ходьба, бег и в особенности, игровые

движения, которые приобретает щенок в конце первого месяца жизни настолько значительны, что они не могут не оказать влияния на сердечно-сосудистую и дыхательную систему щенка и не вызывать коррелятивных изменений в них. В этом возрастном периоде, как показано Красновской, щенок впервые отвечает приспособительным учащением ритма сердца и дыхания при гипоксемии. В этом же возрастном периоде наблюдаются первые отчетливые признаки урежения ритма сердца, как результат начала тонической функции центров вагусной иннервации сердца.

Кроме того, в этом же возрастном периоде наблюдаются первые признаки урежения ритма дыхания и повышения предела усвоений ритма дыхательных центров.

Таким образом, у собаки приспособление к гипоксемии возникает в ходе индивидуального развития под непосредственным влиянием увеличения количества мышечных движений. Именно последние в конце первого месяца жизни создают гипоксемическое состояние в развивающемся организме щенка и под их влиянием начинают функционировать механизмы, реагирующие на гипоксемию.

О полезности приспособлений к гипоксемии для собаки, как представительницы хищного животного, не приходится говорить, т. к. собака, подобно другим хищникам, вынуждена совершить интенсивную мышечную работу в борьбе за существование, такую работу, которая всегда способна создавать гипоксемическое состояние в ее организме. Не имея приспособительных механизмов, собаки и другие хищники не смогли бы сопротивляться гипоксемии, неизбежно возникающей в условиях их жизни в их организме. В этом смысле наличие тонуса центров блуждающих нервов у собаки приобретает исключительное значение. Постоянно действующий рефлекторный тонус вагуса есть тончайший приспособительный механизм, дающий возможность организму хищника в широких пределах варьировать реакцию на гипоксемию.

Из этих рассуждений вытекает, что у кролика потому отсутствует типичное для собаки приспособление к гипоксемии, что в условиях его жизни, его организм не испытывает гипоксемического состояния.

В отличие от собак и других хищных, кролик норное животное. Ходьба и бег в обычных условиях его жизни почти полностью отсутствуют. Его естественной позой обычно является сидячее положение. Его движения весьма ограничены, и если не считать движения жевательной и дыхательной мускулатур, а также движения во время туалета и спаривания, которые носят по существу эпизодический характер, то кролик почти всегда неподвижен. У него как во взрослом, так и в молодом возрасте нет и игровых движений, столь богато представленных у собаки, начиная с конца первого месяца жизни.

У кролика, таким образом, нет того количества движений, ко-

торое было бы способно создать в ходе его индивидуального развития гипоксемическое состояние в организме и, следовательно, нет тех условий, которые могли бы служить поводом для возникновения тонуса в центрах вагусной иннервации сердца.

Если в естественных условиях жизни кролика поводов для возникновения гипоксемического состояния в его организме не имеется, то что получится, если создать такое состояние искусственно, путем вдыхания газовой смеси с низким содержанием кислорода или же путем принуждения к интенсивной мышечной работе в форме бега в колесе? Результаты, полученные при даче кролику газовой смеси или дыхании кролика в длинную узкую трубу, позволяют заключить, что в подобных условиях центры блуждающих нервов могут приобретать тонус, причем приобретенный тонус носит рефлекторный характер, однако, последствия его не носят приспособительного характера, потому что кролик с самого начала отвечает брадикардией, обуславливающей гибель животного. Что касается повышения кровяного давления, возникающего при гипоксемии, то оно имеет, видимо, приспособительный характер, поскольку оно повышает сопротивляемость кролика к гипоксемии.

Так как повышение кровяного давления при гипоксемии непосредственно связано с центрами симпатической системы, отсюда следует, что у кроликов реакции приспособительного характера могут реализоваться лишь за счет той системы, тоническая функция которой хорошо развита.

Особенности реагирования кроликов на гипоксемию, вызывающие недоумение у ряда физиологов, с рассматриваемой в данной статье точки зрения становятся понятными.

Экология кролика такова, что его организм не испытывал гипоксемического состояния ни на ранних стадиях постнатальной жизни, и во взрослом состоянии. Отсутствие естественного гипоксемического состояния в онтогенезе кролика обуславливает отсутствие функции соответствующих рецептивных зон и, как его непосредственный результат, отсутствие тонуса центров блуждающих нервов. Разумеется речь идет об отсутствии функции тех рецептивных зон, которые имеют отношение к сердечным центрам вагусов, создавая в них рефлекторный тонус.

Гипоксемическая брадикардия как первичная реакция при гипоксемии атипична для собаки, но типична для кролика. У последнего иного эффекта и нельзя ожидать, принимая во внимание то, что кролик при гипоксемии отправляется от естественного частого симпатического ритма сердца, тогда как собака в подобных условиях отправляется от редкого вагусного ритма.

Не только дыхание газовой смесью с низким содержанием кислорода или в узкую длинную трубу, но и любое болевое раздражение у кроликов вызывает первично урежение ритма сердца. Это

указывает на чрезвычайную склонность этих животных к приобретению тонуса центрами вагусов.

Как показывают эксперименты, возникающий в сердечных центрах вагусов тонус носит кратковременный характер, ибо как только устраняется раздражитель, приобретенный тонус вновь исчезает. Нельзя ли создать тонус в центрах вагусной иннервации сердца у кроликов на длительное время, постоянно, как это имеет место у собак?

Для разрешения этого вопроса мы принуждали кроликов совершать длительный бег в колесе, начиная со времени формирования у них типичной позы, т. е. с 10—12 дней и до взрослого состояния. Результаты таких опытов, уже законченных экспериментально, мы намерены сообщить отдельной статьей.

В ы в о д ы

1. Дыхание газовой смесью, содержащей кислород от 17% до 1% или в узкую длинную трубу, кроликов вызывает урежение ритма сердца, повышение кровяного давления и учащение и углубление дыхания. Урежение ритма сердца, которое при острой гипоксемии приобретает характер резкой брадикардии, является первичной реакцией.

2. Гипоксемическая брадикардия у кроликов есть рефлекс, осуществляющийся синусными и блуждающими нервами.

3. Причины особенностей реагирования кроликов на гипоксемию заключаются в их эволюционных особенностях.

Институт физиологии Академии
наук Арийской ССР

Поступило 25 IV 1950

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С. И. Еникова—Ж. Физиология, СССР. 24. 1. 75. 1938.
2. Э. И. Аршавская— " " " 27. 5. 115. 1940.
3. Л. А. Красновская—Бюллетень экспериментальной биологии и мед. 18. 7—8, в. 1—2. 16, 1943.

Հ. Ա. Հովհաննիսյան

ՃԱԳԱՐՆԵՐԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԻՊՈՔՍԵՄԻԱՅԻ ՀԱՆԴԵՄ

Ա Մ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հիպոքսեմիայի ազդեցությանը ճազարների սրտանոթային և շնչա-
ռական սխտեմայի վրա և ուսումնասիրված Այն հնդինականները, որոնք
նման տիպի փորձեր դրել են ճազարների վրա, բավարարվել են միայն

ներանց նկարագրություն, իսկ ռադիոնալ բացատրություն չեն տվել: Ճաշարների վրա ուտացված արդյունքները հեղինակների մոտ զարմանք է միայն առաջացրել, որովհետև այդ կենդանիներն իրենց մի շարք առանձնահատկություններով խիստ տարբերվում են շներից:

Սույն աշխատության նպատակն է եղել պարզել, թե ինչու են է կայանում ճաշարների առանձնահատուկ ռեակցիան, երբ նրանք ենթարկվում են հիպոքսեմիայի աղդեցության և որոնք են այն ներվային մեխանիզմները, որոնց միջոցով իրականացվում են այդ առանձնահատկությունները:

Ստացված արդյունքները հետևյալներն են՝

1. Եթե ճաշարը շնչում է գազային խառնուրդ, որում թթվածնի քանակը ցածր է ($17\frac{0}{10}$ -ից մինչև $10\frac{0}{10}$ -ը), կամ եթե նա շնչում է նեղ և կրկար խողովակի մեջ, ապա նկատվում է սրտի ռիթմի դանդաղում և միտոսամանակ արյան ճնշման բարձրացում: Շնչառությունը խորանում, արագանում է: Սրտի ռիթմի դանդաղումը, որը բրադիկարդիայի բնույթ ունի, տեղի ունի նման խառնուրդ ներշնչման սկզբից:

Հիպոքսեմիական բրադիկարդիան իրականացվում է սինուսային և թափառող ներվերի միջոցով:

Ճաշարների սրտանոթային սիստեմայի առանձնահատկությունների պատճառը հիպոքսեմի հանդեպ պետք է փնտռել նրանց էկստրինսիկ առանձնահատկություններում: