ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Էքսպեր. և կլինիկ. բժշկ. հանդես

XII, № 3, 1972

Журн. экспер. и клинич. медицины

УДК 616.152.21

Н. С. АКОПЯН

О ВЗАИМООТНОШЕНИИ ДЫХАНИЯ, СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭЭГ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ

При воздействии острой гипоксии характер и степень изменений дыхания и сердечной деятельности зависят от фазы гипоксического воздействия.

В начале подъема дыхание и сердечный ритм учащаются, т. е. изменения однонаправленны. Однако по мере увеличения декомпрессии и при некоторой экспозиции животных в этих условиях характер изменений показателей становится разным. При спуске дыхание и сердечный ритм снова менялись в сторону учащения.

При одновременной регистрации ЭЭГ, дыхания и сердечного ритма отсутствовала строгая зависимость между биоэлектрической активностью коры больших полушарий и указанными вегетативными функциями.

При предъявлении повышенных требований организма, как известно, проявляет приспособительную активность, изменяя относительное постоянство своей внутренней среды. Поэтому изучение тех физиологических показателей, характер и степень изменений которых приобретает значение приспособительных реакций, весьма актуально.

В условиях острой кислородной недостаточности наиболее важными системами, включающимися в борьбу за предотвращение кислородного дефицита организма, являются дыхательная и сердечно-сосудистая системы, выступающие как функционально единая система, обеспечивающая газообмен организма. Существуют различные мнения о взаимосвязи этих двух систем. Одни исследователи считают, что реакции сердечно-сосудистого центра являются результатом иррадиаций, исходящих из дыхательного центра [9, 10], другие допускают как независимые реакции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, так и взаимовлияние их центров [5, 7, 8, 11].

Существуют известные разногласия и в вопросе взаимосвязи между вегетативными функциями, отражающими состояние возбудимости соответствующих подкорковых центров, и биоэлектрической активностью коры больших полушарий. Так, Э. Гельгорн [3] считает, что трудно допустить разнонаправленные влияния высших центров на центры ствола мозга. Я. М. Бритван [1] находит, что начальное возбуждение дыхательного и сосудодвигательного центров возникло на фоне глубокого торможения коры головного мозга, выражением чего являются высоковольтные медленные дельта-волны с частотой 1—2 в сек. Однако доминирова-

ние медленных волн является не единственной формой изменения ЭЭГ при развитии глубоких гипоксических нарушений деятельности ц.н.с. Внешние признаки развития коркового торможения были обнаружены как на фоне высоковольтных медленных волн, так и на фоне уплощения ЭЭГ и проявления активности β-ритма.

Исходя из этого, в ходе наших исследований возникла необходимость выяснить некоторые стороны взаимосвязи между дыханием и сердечной деятельностью, а также между этими показателями и биоэлектрической активностью коры больших полушарий во время пребывания животных в условиях острой кислородной недостаточности. Регистрация дыхания, ЭКГ и ЭЭГ производилась до подъема и по мере подъема животных на высоту 4000—8500 м и после пятиминутной экспозиции на высоте 8500 м, а также на разных высотах, при спуске и спустя 5 мин. после возвращения животных в обычные условия атмосферного давления.

Опыты проводились на 22 кроликах с хронически вживленными биполярными электродами. Регистрация производилась с помощью четырехканального электроэнцефалографа типа МТ-014.

При подъеме животных сразу же наступало заметное синхронное учащение дыхания и сердечной деятельности; так, если до подъема частота дыхания составляла 81±5,3, а сердечный ритм 229±15,3, то на высоте 4000 м соответственно 105±3,8 и 247±13,5 (табл. 1).

Таблица 1

Показатели дыхания и сердечного ритма

Время регистрации	Частота дыхательных движений в мин.	Частота сердечного ритма в мин.
До подъема	81±5,3	229±15,3
После подъема на высоте 4000 м	105±3,8	247±13,5
На высоте 8500 м	145±8,6	111±7,2
После 5-минутного пребывания	116±6,8	181±12,2
Спуск	132±6,9	251±14,0
Через 5—10 мин. после спуска	94±5,8	240±13,2

Начиная с высоты 4000—5000 м сердечная деятельность постепенно замедлялась, переходя в резко выраженную брадикардию (111±7,2) на высоте 8500 м, частота же дыхательных движений продолжала возрастать, достигая на высоте 8500 м в среднем 145±8,6. Таким образом, на одной и той же высоте сердечная деятельность замедлялась на 50% по сравнению с исходной частотой, в то время как дыхание, наоборот, усиливалось почти в 2 раза, т. е. регистрировалось разнонаправленное изменение деятельности изучаемых органов. При 5-минутной экспозиции животных на указанной высоте в дыхательной и сердечной деятельности наступала инверсия, т. е. частота дыхательных движений стала замедляться (116±6,8), а сердечный ритм, наоборот, увеличиваться (181±12,2). Несмотря на это, дыхание осталось почти на 40% выше нормы, а сердечный ритм на 20% меньше нормы.

После этого животных спускали в обычные условия атмосферного давления. В начале спуска сразу же наступало учащение дыхания и сер-

дечного ритма, составляя соответственно 132±6,9 и 251±14,0, а через 5 мин. после спуска наступало почти полное восстановление исходных частотных показателей этих функций.

Таким образом, за время постепенного подъема животных на высоту и спуска дыхание и сердечная деятельность претерпевали неодинаковые изменения: в начале подъема изменения дыхания и сердечного ритма были направлены в сторону учащения их, спустя некоторое время, начиная с высоты 4000—5000 м, изменение дыхания направлялось в сторону дальнейшего учащения, а сердечного ритма, наоборот,— замедления. При достижении максимальной высоты (8500 м) происходили изменения в обратном направлении — интенсивность дыхания стала постепенно падать, а сердечного ритма — усиливаться. При спуске снова наступило повышение их деятельности.

На наш взгляд, механизм наблюдаемых явлений можно представить следующим образом. Первоначальное учащение дыхания и сердечных сокращений связано с генерализованной активацией гипоталамуса и ретикулярной формации в результате увеличения афферентной импульсации в центральную нервную систему, что вызвано началом действия гипоксического состояния.

Такое же повышение уровня деятельности сердечной и дыхательной систем только при непосредственном раздражении ядерных образований ретикулярной формации было получено Ф. П. Ведяевым [2], который подчеркивает, что указанные изменения обусловлены непременным включением в центральные механизмы этих реакций активирующих механизмов ретикулярной формации.

Дальнейшее учащение дыхания на больших высотах (8500 м) связано, вероятно, с явлениями пониженного атмосферного давления и гипоксемии, которые приводят к нарушению взаимодействия между различными нейронными группировками дыхательного центра. Эта афферентная импульсация от хеморецепторов каротидных клубочков и проприорецепторов легких поступает в дыхательный центр по волокнам блуждающего нерва. Предполагается, что тормозное и облегчающее влияние блуждающего нерва обеспечивается экспираторной группировкой нейронов дыхательного центра. Роль блуждающего нерва сводится к торможению вдоха, причем этот эффект связан в первую очередь с возбуждением экспираторных нейронов, которое оказывает исключительно тормозное влияние на инспираторные нейроны и приводит к ускорению продолжительности вдоха. Быстрое прерывание длительности вдохов благодаря торможению инспираторных нейронов приводит к учащению дыхания [12].

В этих же условиях урежение сердечного ритма является, по-видимому, результатом как прямого торможения сердечной деятельности вагусом, так и результатом индукционного торможения со стороны вагуса симпатических центров регуляции сердечно-сосудистой системы.

При определенной экспозиции животных на высоте благодаря тяжелой гипоксии нарушается функция дыхания в результате понижения воз-

будимости его центра. Токсическое воздействие гипоксии приводит к падению возбудимости как парасимпатических, так и симпатических центров. Падение возбудимости вагусного центра приводит, с одной стороны, к урежению дыхания, а с другой—к механизмам дезингибиции, высвобождению активности симпатических центров. Тем не менее частота сердечных сокращений не доходит до исходных величин, потому что, как было указано, тяжелая гипоксия вызывает понижение возбудимости и симпатических центров.

Учащение дыхания и сердечных сокращений при спуске является, вероятно, результатом генерализованной активации по тому же механизму, как и в период подъема (активация ретикулярной формации и гипоталамуса и общая активация нервных центров ствола). Это предположение основывается на современном представлении об ориентировочном рефлексе. Известно, что всякое раздражение, действующее внезапно (в нашем опыте начало подъема и спуска), возбуждает ретикулярную формацию, вызывая появление ряда компонентов ориентировочной реакции: реакцию активации в ЭЭГ, дыхательный компонент, сердечно-сосудистые изменения и другие, которые и были обнаружены в наших исследованиях.

Таким образом, взаимоотношения дыхательного и сердечного центров были неодинаковыми при подъеме, некоторой экспозиции животных на высоте, спуске и в процессе восстановления функции организма после спуска.

Наряду с изучением дыхания и сердечной деятельности животных при воздействии острой гипоксии, одновременно велась также регистрация ЭЭГ зрительной и сенсомоторной зон коры больших полуша́рий. Начало воздействия гипоксии, будучи новым условием для животного, вызывало у него реакцию активации, выражающуюся на ЭЭГ появлением тета-ритма; в дальнейшем, по мере подъема, он менялся десинхронизацией ЭЭГ (рис. 1). С достижением животными максимальной высоты (8500 м) и некоторой экспозиции их в этих условиях постепенно в ЭЭГ стали доминировать медленные высоковольтные дельта-волны. При спуске на ЭЭГ снова наступала активация по тому же механизму, как и в начале подъема, однако в оравнительно менее выраженной форме, чем при подъеме.

При сопоставлении данных дыхания и сердечной деятельности с ЭЭГ в течение всего периода кислородной недостаточности животного мы видим, что в самом начале воздействия острой гипоксии и при спуске, когда регистрировалась активация в ЭЭГ, в дыхательном и сердечном ритме было отмечено усиление их деятельности. В фазе же доминирования медленных колебаний в ЭЭГ дыхание и сердечный ритм менялись вначале в сторону уменьшения деятельности сердца и учащения дыхания, затем—наоборот.

Отсюда следует, что не всегда можно провести параллель между изменениями ЭЭГ в целом и деятельностью дыхания и сердца. Возбуждение дыхательного и сосудодвигательного центров происходит не только

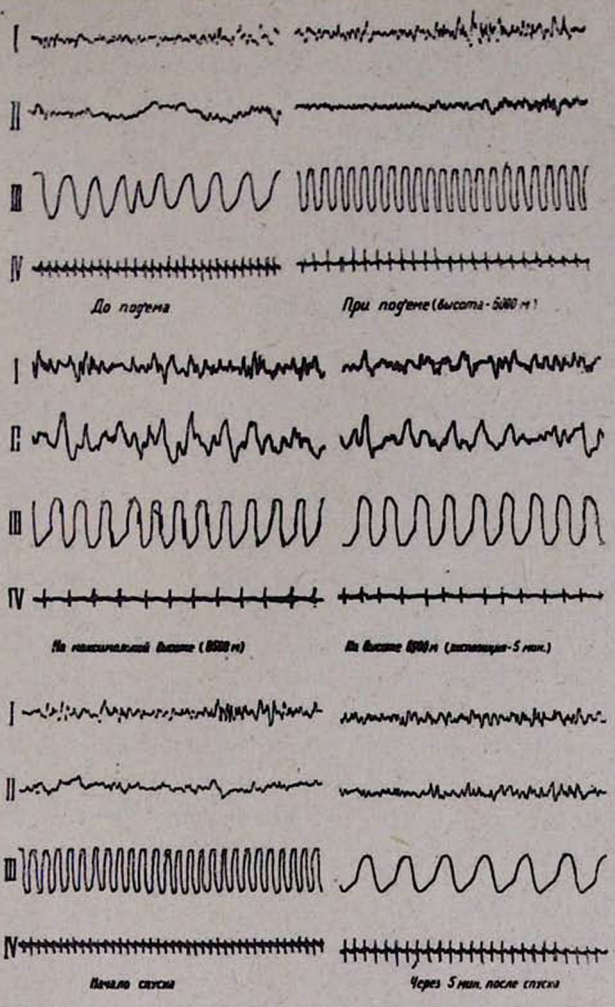

Рис. 1. Изменение дыхания, ЭКГ, ЭЭГ. I. Зрительная зона коры больших полушарий. II. Сенсомоторная зона коры больших полушарий. III. Частота дыхательных движений. IV. Электрокардиограмма.

на фоне медленных высоковольтных колебаний, а также на фоне высокочастотных ритмов ЭЭГ. Кроме того, в той или иной фазе изменения ЭЭГ не всегда наблюдаются одинаковые изменения дыхания и сердечной деятельности, в одном случае имеет место возбуждение дыхания и торможение сердечного ритма, в другом—наоборот.

На сходство в характере ЭЭГ при различных функциональных состояниях указывают также другие авторы, в частности В. Е. Майорчик [4] и Л. А. Новикова [6], подчеркивающие, что депрессивная ЭЭГ — отсутствие выраженной ритмической активности, наблюдается как при возбуждении, так и при торможении.

Таким образом, можно прийти к заключению, что при доминировании в ЭЭГ медленных волн, отражающих глубокие гипоксические нарушения коры головного мозга, не наблюдается каких-либо характерных

сдвигов указанных вегетативных показателей, связанных с изменениями возбудимости коры. Это, очевидно, объясняется тем, что электроэнцефалограмма не всегда отражает состояние возбудимости коры больших полушарий. Резкие изменения ЭЭГ как в сторону гиперсинхронизации, так и уплощения ЭЭГ и появления β-ритма при подъеме и спуске животных еще не означает преобладания тормозных процессов в первом случае или возбудительных—во втором.

Кафедра физиологии
Ереванского государственного университета

Поступила 15/IX 1971 г.

Ն. Ս. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

ՇՆՉԱՌՈՒԹՅԱՆ, ՍՐՏԻ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԷԷԳ-Ի ՓՈԽՀԱՐԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ ՍՈՒՐ ՀԻՊՕՔՍԻԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ամփոփում

Բարոկամերայի պայմաններում կենդանիների համար թթվածնային քաղցի և նորմալ մթնոլորտային ճնշման վիճակ ստեղծելու ժամանակ շնչառությունը և սրտի գործունեությունը կրում են ոչ միատեսակ փոփոխություններ. բարձրացման սկզբում շնչառությունը և սրտի գործունեությունը արագանում են. 4000—5000 մ սկսած շնչառությունը շարունակում է արագանալ, իսկ սրտի կծկումները՝ դանդաղել։

Առավելագույն բարձրության վրա (8500 մ) նշված ֆունկցիաները փոփոխվում են հակառակ ուղղությամբ. շնչառությունն սկսում է աստիճանաբար թուլանալ, իսկ սրտի հաճախականությունը՝ արագանալ։ Իջեցման ժամանակ նրանց գործունեությունը նորից ուժեղանում է։

Փորձի նույն պայմաններում դրա հետ մեկտեղ տեղի են ունենում ԷԷԳ-ի արտահայտված փոփոխություններ։ Բարձրացման սկիզբը ուղեկցվում է կենսահոսանքների ակտիվացմամբ. 8500 մ վրա գերակշռում են դանդաղ դելտաալիքները, իջեցման ժամանակ նորից նկատվում է ակտիվացում։

Այսպիսով, վեգետատիվ ցուցանիշների բնորոշ փոփոխություններ, կապված մեծ կիսագնդերի կեղևի ԷԷԳ-ի փոփոխությունների հետ, չեն հայտնաբերվել։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бритван Я. М.* В кн.: Кислородная недостаточность. Киев, 1963, стр.169.
2. *Ведяев Ф. П.* В кн.: Центральные механизмы вегетативной нервной системы. Ереван, 1969, стр. 117.
3. *Гельгорн Э.* Регуляторные функции автономной нервной системы. М., 1948.
4. *Майорчик В. Е.* Клиническая электрокортикография. М., 1964.
5. *Неговский В. А.* Оживление организма и искусственная гипотермия. М., 1960.
6. *Новикова Л. А.* Дисс. докт. М., 1965.
7. *Сергиевский М. В.* Дыхательный центр млекопитающих животных и регуляция его деятельности. М., 1950.
8. *Трубецкий А. В.* Физиологический журнал СССР, 1963, 10, стр. 57.
9. *Adrian E. D.* J. Physiol., 79, 332, 1933.
10. *Koepchen H. P.* Thuran Pflüg. Arch. ges. Physiol., 217, 10, 1958.
11. *Peichen Tang, Maire F. W., Amassian V. E.* Am. J. Physiol., 191, 218, 1957.
12. *Pitts R. F.* Organisation of the respiratiory center Physiol. Rev., 1946, 26, 609.