

С. А. АКОПЯН, Н. С. АКОПЯН

О РОЛИ ГИПОКСИИ И ВЫСОТНОЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЖИВОТНЫХ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Кафедра физиологии человека и животных Ереванского государственного университета на протяжении многих лет изучает особенности течения лучевого поражения в специфических условиях высокогорья Армении. Исследования проводятся на горе Арагац (высота 2000 и 3300 м над ур. моря) и в барокамере на различных высотах. Изучения состояния физиологических функций и обмена веществ проводятся в сравнительно-физиологическом и онтогенетическом аспекте.

Особое внимание уделяется состоянию чувствительности, реактивности и функциональной подвижности регуляторных механизмов физиологических функций. При этом гомеостазис рассматривается не как какое-либо неизменное, постоянное состояние функций, а как наиболее оптимальный для данного функционального состояния организма уровень деятельности.

Многочисленными данными установлено, что при лучевых поражениях в разных звеньях нейрогуморальной регуляции обмена и функции наступают некоторые нарушения.

Нас интересуют механизмы изменения адаптационных возможностей облученного организма не только в условиях его нормального существования, но и в условиях действия различных экстремальных факторов (холод, тепло, влажность, кровопотеря, нахождение в условиях повышенного и пониженного атмосферного давления, при выполнении тяжелого физического труда и т. д.).

Для выяснения характера изменения чувствительности, реактивности и функциональной подвижности различных регуляторных механизмов организма при нахождении животного в условиях нормального и пониженного атмосферного давления в отдельные периоды после облучения применялись дополнительные воздействия.

Знакомство с существующей литературой показало, что не только у облученного, но и у нормального организма эти вопросы почти не изучены. Поэтому для суждения об особенностях изменения регуляторных механизмов, регуляции гомеостазиса и биохимически-морфологических показателей облученного организма, у здоровых животных с учетом их фило- и онтогенетических особенностей прежде всего были установлены «фоновые» данные.

В настоящее время эти исследования продолжаются. Они послужат предметом особого сообщения. Здесь же остановимся на тех данных, которые касаются:

- 1) устойчивости облученных животных к гипоксии;
- 2) онтогенетических изменений реактивности организма к гипоксии и ионизирующей радиации;
- 3) соотношений некоторых физиологических показателей облученных животных при острой гипоксии и гипертермии;
- 4) возрастных особенностей радиорезистентности акклиматизированных к гипоксии животных.

Как известно, наряду со всеми морфо-физиологическими перестройками в период онтогенетического развития животного большие изменения претерпевают также регуляторные механизмы, благодаря чему в течение жизни организм проявляет неодинаковую реакцию по отношению к различным внешним раздражителям. Литературные данные в этой области самые разноречивые. Так, некоторые авторы [2—5 и др.] указывают на высокую устойчивость к внешним крайним воздействиям новорожденных по сравнению с половозрелыми. Ряд других авторов [6—8 и др.] выражает совершенно противоположное мнение — при воздействии неблагоприятных факторов среды меньшая выживаемость новорожденных по сравнению со взрослыми животными.

Исследования проводились на трех возрастных группах животных (10-дневных, 1—1,5-мес. и 4—5-мес.). Каждая из них в свою очередь подразделялась на две подгруппы: одна (опытная) в течение 18—20 дней (10-дневные крольчата—7—8 дней) адаптировалась к гипоксии в условиях барокамеры на «высоте» 3500—7000 м. Вторая группа (контрольная) без адаптации.

О реакции животных разного возраста к гипоксическому фактору судили по картине красной крови, выносливости их к последующему рентгеновскому облучению (800 р), а также по изменениям ЭКГ и насыщенности артериальной крови кислородом.

Следует отметить, что переносимость воздействия острой гипоксии животными различных возрастных групп была неодинаковой. Новорожденные крольчата переносили острое кислородное голодание значительно легче. Животные старших возрастных групп и особенно 4—5-мес. те же условия «высоты», как правило, переносили хуже, дыхание было резко учащено, иногда с признаками аритмии. У взрослых животных к концу адаптации эти отклонения уже не отмечались.

Закономерное изменение было установлено и в картине периферической крови. Так, после периода адаптации в гипоксии у неполовозрелых крольчат сколько-нибудь значительного сдвига в картине периферической крови не отмечалось. По нашему мнению, это свидетельствует об отсутствии реакции со стороны компенсаторных механизмов в ответ на кислородную недостаточность во вдыхаемом воздухе и является результатом незрелости этих механизмов у животных этого периода онтогенетического развития.

Наблюдаемые изменения красной крови у 1—1,5-мес., особенно у 4—5-мес. кроликов за время адаптации к гипоксии свидетельствуют о функциональной зрелости регуляторных механизмов половозрелых осо-

бей, способствующих проявлению адекватной реакции на данный раздражитель.

Дальнейшей задачей являлась проверка совершенства адаптивных реакций и регуляторных механизмов, а также сопротивляемости организма в целом. С этой целью все возрастные группы животных подвергались воздействию стрессового фактора, в качестве чего была использована летальная доза ионизирующей радиации.

Результаты исследования показали, что из всех возрастных групп неадаптированных к гипоксии животных (контрольные) 10-дневные обладали самой меньшей выносливостью к лучевым воздействиям.

У обследованных кроликов выносливость к указанному стрессовому фактору с возрастом повышалась. И после предварительной адаптации к гипоксии крольчата раннего возраста были более подвержены лучевому поражению, что свидетельствует об отсутствии сколько-нибудь положительного действия адаптации к гипоксии на радиорезистентность крольчат этого возраста. 1—1,5-мес. и, особенно 4—5-мес., адаптированные к гипоксии кролики, по сравнению с контрольными (неадаптированными) показали значительно повышенную устойчивость к облучению, т. е. при предварительной адаптации к гипоксии у указанных возрастных групп животных происходили такие изменения в их регуляторных системах, которые приводили к повышению их устойчивости к действующему лучевому стрессовому фактору.

Согласно полученным данным нельзя говорить о высокой или низкой выносливости той или иной возрастной группы животных по отношению ко всем экстремальным факторам. Примером может быть отмеченная нами высокая устойчивость крольчат раннего возраста к кислородной недостаточности и их низкая устойчивость к ионизирующей радиации, и наоборот, высокая радиорезистентность и низкая устойчивость к гипоксии кроликов старших возрастных групп. Это подтверждается и нашими предыдущими исследованиями [1, 9]. Имеющиеся различия можно объяснить неодинаковым уровнем аэробных и анаэробных реакций метаболизма, а также неодинаковостью кефализации функции и соотношения нервно-гуморальных регуляторных механизмов у животных разного возраста. Не исключена возможность, что при этом имеет значение и исходный уровень функционального состояния гомеостазиса у животных различных возрастных групп.

Дальнейшей задачей было определение устойчивости здоровых и облученных животных к воздействию следующих функциональных проб острой гипоксии (высота 7000—7500 м) и гипертермии (температура камеры 40—45°C).

Опыты были проведены на двух группах животных. Одна из них предварительно адаптировалась к гипоксии, другая служила контролем. Исследования проводились до и после адаптации к гипоксии в различные дни после облучения. Определялись насыщение артериальной крови кислородом, дыхание, ректальная температура и температура уха, а также некоторые показатели периферической крови. При воздействии

острой гипоксии исследования указанных показателей проводились до подъема животных, после 15-мин. экспозиции на высоте, сразу и через 15 мин. после спуска.

При изучении действия гипертермии исследования проводились в нормальных температурных условиях, а также при 30, 35, 40—45° и после 15-мин. экспозиции при температуре 40—45°, сразу и спустя 15 мин. после возвращения животных в нормальные условия среды.

Такая постановка опыта дала возможность определить порог гипоксической и гипертермической чувствительности, характер приспособительных изменений и скорость восстановления исходного уровня гомеостатических показателей, т. е. учитывать функциональное состояние регуляторных механизмов. Этими опытами было установлено, что предварительная адаптация к гипоксии значительно повышает устойчивость зрелого организма к различным стрессовым воздействиям (в наших исследованиях к острой гипоксии и гипертермии). В этих условиях адаптированные животные сохраняли относительно высокую насыщенность крови кислородом, ровное дыхание и нормальную температуру тела.

Продолжительная тренировка животных к гипоксии имела большое значение в поддержании нормального функционирования организма при экстремальных воздействиях также у облученных животных. Резко выраженные нарушения в изучаемых показателях, в частности дыхания, температуры тела имели место у неадаптированных животных на 10—20-е дни после облучения. Серьезных отклонений у адаптированных животных не наблюдалось.

В новой серии опытов была исследована деятельность сердца предварительно адаптированных к гипоксии животных при кровопотере. Одна группа адаптированных к гипоксии животных облучалась сразу после кровопускания, другая для стимуляции деятельности кроветворной системы и других функций организма облучалась через 20—25 дней после кровопускания и 45-дневной адаптации к гипоксии.

О чувствительности и реактивности сердца обеих групп животных в норме, после адаптации к гипоксии, после кровопускания и в динамике лучевой болезни судили по ЭКГ. Записи производились при воздействии острой гипоксии (подъем на 7500 м).

Было установлено, что сразу после кровопускания и облучения при воздействии острой гипоксии выявлялась недостаточность регуляторных механизмов сердечной деятельности, выражающаяся в повышении чувствительности тормозных механизмов сердца при одновременном снижении его реактивности (объем резервных возможностей).

После продолжительной адаптации животных в условиях кислородной недостаточности и постгеморрагических реакций в результате тренировки нейрогуморальных регуляторных механизмов при значительном увеличении реактивности происходит некоторое понижение чувствительности.

Эти исследования дают возможность характер изменений чувствительности и реактивности, а также функциональную подвижность (ско-

рость восстановления исходных показателей при прекращении действия раздражителя) сердечной деятельности наряду с другими изменениями принять как важные функциональные показатели, определяющие степень адаптации животных к различным экстремальным факторам среды.

Действие различного рода гипоксии, пониженного атмосферного давления, изменение температуры и других факторов окружающей среды тренируют регуляторные механизмы взрослого организма, изменяют их чувствительность, реактивность и функциональную подвижность, создают условия для установления гомеостазиса в соответствии с новыми условиями среды, повышая тем самым надежность их работы.

Ереванский государственный университет,
кафедра физиологии человека и животных

Поступило 27.XII 1967 г.

Ս. Ա. ՀԱՊՈՐՅԱՆ, Ն. Ս. ՀԱՊՈՐՅԱՆ

**ՀԻՊՕՔՍԻԱՅԻ ԵՎ ԿԼԻՄԱՅԱՎԱՐԺԵՑՄԱՆ ԳԵՐԸ ԿԵՆԴԱՆԻՆԵՐԻ
ԴԻՄԱԳՐՈՂԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՅՄԱՆ ՄԵՋ՝ ՏԱՐԲԵՐ ԱՆՔԱՐԵՆՊԱՍՏ
ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ԱԶԳԵՅՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրությունները կատարվել են կլիմայավարժեցված կենդանիների դիմադրողականությունը տարբեր էքստրեմալ պայմաններում (սուր հիպոքսիա, հիպերթերմիա, արյունաթողում) որոշելու համար: Փորձերը կատարվել են տարբեր հասակի ճագարների վրա:

10 օրական ճագարները հիպոքսիայի պայմանները ավելի հեշտ են տանում, քան 1,5 և ավելի բարձր հասակի կենդանիները:

Նորածին ճագարների ռադիոնեղիստենտականությունը, ի տարբերություն 1,5 ամսական և ավելի բարձր հասակի կենդանիների, նախնական ադապտացիայից հետո որոշակի փոփոխությունների չի ենթարկվել:

Այդ մասին են խոսում նաև պերիֆերիկ արյան մորֆոլոգիական կազմի վերաբերյալ ստացված տվյալները:

Նախնական ադապտացիան բարձրացրել է նաև 4—5 ամսական ճագարների դիմադրողականությունը՝ սուր հիպոքսիայի (7500 մ), հիպերթերմիայի (40—45°) և արյունաթողման (23—30%) նկատմամբ:

Այդ կենդանիների շնչառությունը, արյան թթվածնային հագեցվածությունը, որի զործունեությունը և օրգանիզմի ջերմաստիճանը նշված անբարենպաստ պայմաններում խորը ախտաբանական փոփոխությունների չեն ենթարկվել: Ստացված տվյալները կարող են որպես ցուցանիշ ծառայել իրնացնող ճառագայթների ազդեցության նկատմամբ կենդանիների զգայունությունը և ռեակտիվությունը որոշելու համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акопян Н. С., Акопян С. А. Ученые записки Ереванского гос. университета, I, 1967.
2. Илек Л., Крупих Л., Троян С. *Physiol bohemoslov*, 12, 1963.
3. Колчинская А. З. Тр. 3-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН РСФСР, 1959.
4. Лауэр Н. В. В кн. Кислородная недостаточность. 1959.
5. Пегель В. А., Ксенц С. М. Тр. Томского государственного университета, т. 143, 1960.
6. Розанова В. Д. Гипоксия, АН УССР, 1949.
7. Фокина Т. В. Мед. радиология, 6, т. 2, 1957.
8. Холин В. В. Мед. радиология, 2, т. 3, 1958.
9. Akopian S. A., Akopian N. S. Symposium neuroontogenetigum XII th Scientific Conference, Prague, 1967.