

Н. С. АКОПЯН

ОКСИГЕНАЦИЯ КРОВИ ОБЛУЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО АДАПТИРОВАННЫХ К ГИПОКСИИ

Многочисленными исследователями [1—8 и др.] доказано, что при пребывании животных в условиях пониженного содержания кислорода или интенсивного потребления его организмом относительно постоянная насыщенность крови кислородом поддерживается благодаря регуляторным механизмам ряда органов и систем.

Насыщенность артериальной крови кислородом животных, пораженных ионизирующим излучением, после предварительной адаптации их к гипоксии послужила предметом наших исследований, что, на наш взгляд, может иметь определенный интерес в изучении механизма лучевой болезни и процесса адаптации к гипоксии. Были изучены также дыхательная поверхность крови и изменения дыхания (глубина и частота дыхательных движений), как наиболее важные показатели для кислородсвязывающей способности крови.

Оксигенация крови и дыхательные движения определяли непрерывно за все время пребывания животных на «высоте». До «подъема» животных стрелка оксигеомографа устанавливалась на условную насыщенность 94%. Количество эритроцитов и содержание гемоглобина определяли каждый раз до «подъема» животных. Определения этих показателей проводились до и после адаптации в 1, 10, 20 и 30 дни после облучения. Адаптация к гипоксии была проведена в барокамере в течение 30 дней, по 2 часа ежедневно на высоте 7000 м.

Впервые впадая в столь необычные условия атмосферного давления, кролики имели насыщенность артериальной крови кислородом непосредственно после «подъема» 81—79%, после пребывания их на «высоте» в течение 15 мин.—85—75%. При «спуске» животных вновь в условия обычного атмосферного давления насыщенность артериальной крови кислородом восстанавливалась до уровня исходных величин—94% (рис. 1).

Затем кролики опытной группы в течение 30 дней подвергались адаптации к гипоксии. В период пребывания кроликов на «высоте» как при адаптации, так и в опытные дни возникло, как известно, несоответствие между кислородным запросом организма и доставкой кислорода тканям. А это должно было привести к изменениям компенсаторных возможностей организма, направленных на увеличение доставки необходимого количества кислорода тканям организма из бедной кислородом окружающей среды.

Исследования показали значительное увеличение вентиляции легких и кислородной емкости крови, а также относительно высокую насыщенность крови кислородом у предварительно адаптированных животных. Если оксигенация крови до адаптации животных к гипоксии составляла 81—79%, то после адаптации она увеличивалась до 85%, которая стойко удерживалась в течение 15 мин. пребывания их на «высоте».

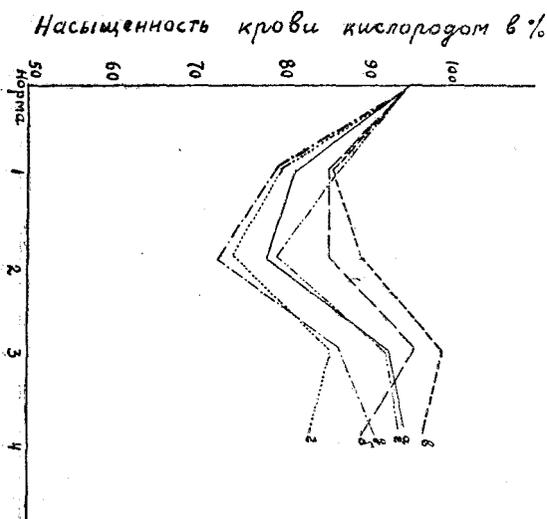


Рис. 1. Насыщенность артериальной крови кислородом в процентах. По горизонтали: 1) при „подъеме“ животных; 2) после 15 минут экспозиции на этой „высоте“; 3) „спуск“ в условия обычного атмосферного давления; 4) по истечению 15 мин. после „спуска“. Показатели: а — в норме, б — после адаптации к гипоксии, в — 1-й день болезни, г — 10-й день болезни, д — 20-й день болезни, е — 30-й день болезни.

Следует отметить, что эти животные наряду с их способностью сохранять насыщенность крови кислородом на сравнительно высоком уровне обладали также особенностью после «спуска» значительно быстрее восстанавливать исходное состояние насыщенности, соответствующую условиям обычного атмосферного давления. При этом уровень насыщенности у некоторых животных поднимался даже выше исходного.

Таким образом, приобретение животными в период адаптации сохранять относительно высокую насыщенность крови кислородом в бедной кислородом среде является одним из важных факторов в механизме реактивной адаптации.

Задача наша заключалась в изучении изменений оксигенации крови облученных животных, предварительно адаптированных к гипоксии.

С этой целью животные после адаптации были облучены рентгеновыми лучами (800 г), на которых были изучены те же показатели в динамике лучевой болезни. С первого же дня облучения в оксигеметрических показателях, адаптированных к гипоксии животных, обнаруживались существенные изменения. У этих животных насыщенность крови

кислородом в первый день облучения при «подъеме» на «высоту» 700°м составляла 89%, против 85—перед облучением, а после «спуска» она поднялась до 96%, что несколько выше исходного уровня. У контрольных животных насыщенность крови кислородом в первый день облучения на той же «высоте» составляла 73—69%, что значительно ниже насыщенности у этих же животных до облучения (79—75). Как видно, увеличение оксигенации крови в первый день облучения, которое наблюдалось у адаптированных кроликов, мы не обнаружили у контрольных.

В последующем, с 10-го по 20 день после облучения, насыщенность крови кислородом была ниже, чем до облучения и в первый день болезни, на 10-й день составляла непосредственно после «подъема»—79%, после 15 мин. экспозиции на «высоте»—74, на 20-й день облучения соответственно—78 и 72%, против 85 до облучения и 85—89% в первый день облучения. Дыхание в это время заметно урежалось, но становилось несколько глубоким.

На 30-й день болезни, когда животные переживали восстановительный период болезни, насыщенность крови кислородом снова стала удерживаться на сравнительно высоком уровне. Непосредственно после «подъема» она составляла 85%, а после 15 мин. пребывания 79.

Во все периоды лучевой болезни насыщенность крови кислородом у контрольных животных была соответственно ниже, чем у адаптированных: в первый день болезни 73—69%, на 10-й 77—66, на 20-й 74—70.

Таким образом, адаптация к гипоксии вызывает наряду с другими механизмами в физиологической реактивности организма также определенные изменения в механизмах, регулирующих уровень насыщенности крови кислородом, которые направлены на обеспечение кислородного запроса тканей организма в условиях пониженного парциального давления кислорода. Эти животные, как показали наши исследования, продолжали сохранять относительно высокую насыщенность и после их облучения, в период всей болезни.

Высокую оксигенацию крови в первый день облучения можно объяснить, по всей вероятности, тем, что ионизирующая радиация, как неблагоприятный фактор, воздействуя на организм, приводит его в состояние тревоги — максимального напряжения всех неспецифических возможностей (состояние стресса по Селье), которые были натренированы в течение определенного времени при адаптации его к гипоксии. А при воздействии повторного стрессора (кислородное голодание), механизмы, удерживающие насыщенность крови кислородом, сохраняли относительно более высокую оксигенацию крови. Об этом свидетельствует также отсутствие подобной реакции у неадаптированных животных (в первый день облучения—73—69%, против 79—75 до облучения).

Исследования дыхательной поверхности крови показали, что адаптация животных к гипоксии значительно повышает также количество эритроцитов и содержание гемоглобина. Если до адаптации количество эритроцитов составляло в среднем 5,08 млн. в 1 мм³, гемоглобин—13,9 г,

то после адаптации к гипоксии стало соответственно 6,49 млн. и 14,8 г (рис. 2).

Далее, после облучения адаптированных животных, эти показатели менялись: в первый день болезни эритроцитов стало 6,08 млн, гемоглобина 14,5 г, на 10-й день соответственно—5,18 и 12,3, на 20-й день 4,27 и 11, на 30-й—4,45 и 12,2.

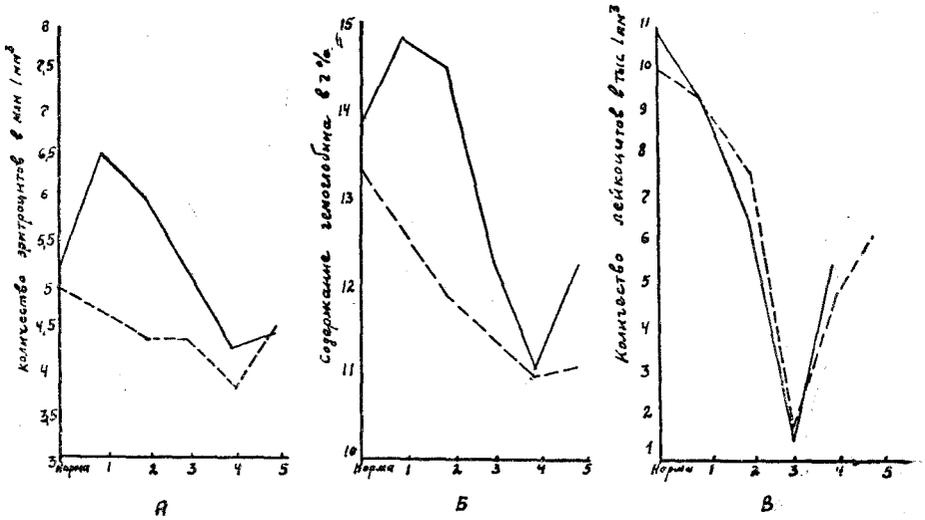


Рис. 2. Показатели крови. А. Количество эритроцитов, Б. Содержание гемоглобина, В. Количество лейкоцитов. По горизонтали: 1) после адаптации к гипоксии, 2) 1-й день болезни, 3) 10-й день болезни; 4) 20-й день болезни; 5) 30-й день болезни. Сплошная линия — опытная группа, прерывистая линия — контрольная группа.

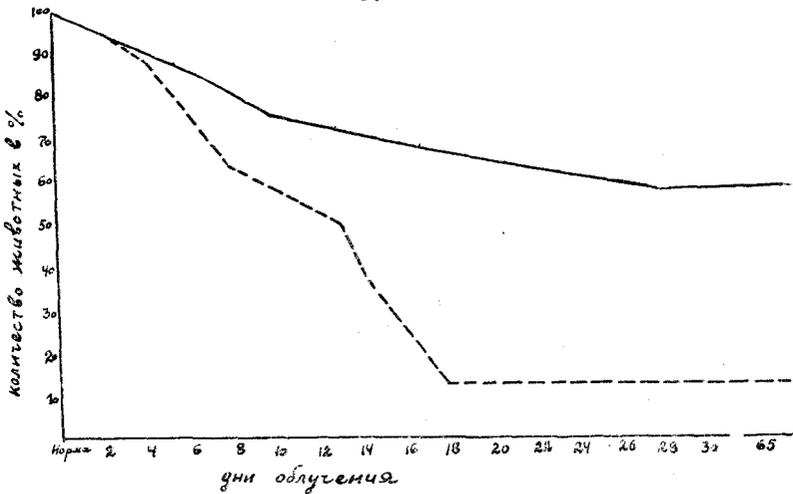


Рис. 3. Выживаемость подопытных животных. Сплошная линия—опытная группа, прерывистая линия — контрольная группа.

Неадаптированные кролики имели в первый день облучения количество эритроцитов—4,36 млн., содержание гемоглобина 11,8, на 10-й день болезни соответственно—4,33 и 10,3, на 20-й день—3,81 и 10,9.

Адаптированные к гипоксии животные во все периоды лучевой болезни имели более высокое содержание эритроцитов и гемоглобина, чем неадаптированные.

Указанные показатели в совокупности с другими механизмами в известной мере предопределяют общее состояние больного организма. Животные, способные сохранять относительно высокую кислородную насыщенность, большее содержание эритроцитов и гемоглобина крови показали также повышенную устойчивость к ионизирующей радиации (58% выживаемости против 11 у неадаптированных, рис. 3).

Способности организма сохранять нормальное количество эритроцитов, содержание гемоглобина и высокую оксигенацию крови в условиях бедной кислородом среде, являются отдельными звеньями единой регулирующей системы организма, предопределяющие состояние животного при тех или иных неблагоприятных воздействиях.

Ереванский государственный университет.
Кафедра физиологии человека и животных

Поступило 6.II.1966 г.

Ն. Ս. ՀԱՆՈՐՅԱՆ

**ՆԱԽԱՊԵՍ ՑԱԾՐ ՄԹՆՈՂՈՐՏԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՆ ՀԱՐՄԱՐԵՑՎԱԾ
ԵՎ ՀԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՎԱԾ ԿԵՆՂԱՆԻՆԵՐԻ ԱՐՑԱՆ ԹԹՎԱԾՆԱՅԻՆ
ՀԱԳԵՑՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ճադարների արյան թթվածնային հագեցվածությունը 7000 մ «բարձրության» վրա (բարոկամերայի պայմաններում) եղել է 81—79%, 15 րոպե մնալուց հետո՝ 85%: Ցածր մթնոլորտային պայմաններին հարմարվելուց (20 օր) հետո կենդանիների արյան թթվածնային հագեցվածությունը կազմել է անմիջապես «բարձրացնելուց» հետո 85%, որը և ամբողջ ժամանակահատվածում (15 րոպե) պահպանվել է այդ նույն «բարձրության» վրա:

Կենդանիները «իջեցնելուց» հետո նախկին թթվածնային հագեցվածությունը (94%), որը համապատասխանում է նորմալ մթնոլորտային ճնշման պայմաններին, հարմարված կենդանիների մոտ վերականգնվում է համեմատաբար ավելի արագ, քան ստուգիչ կենդանիների մոտ:

Ճառագայթահարվելուց (800 r) հետո այդ նույն կենդանիները շարունակել են պահպանել արյան բարձր թթվածնային հագեցվածություն, մանավանդ հիվանդության առաջին օրը (առաջին ժամերը ճառագայթահարումից հետո) և հիվանդության վերականգնման շրջանում:

Քրա հետ միասին հարմարեցված կենդանիներն ունեցել են նաև արյան մեծ շնչական մակերես: Եթե մինչև հարմարեցումը էրիտրոցիտների թիվը եղել է 5,08 մլն, հեմոգլոբինի քանակը՝ 13,9 գ, ապա հարմարեցումից հետո բարձրացել է, համապատասխանաբար՝ 6,49 մլն և 14,8 գ:

Ճառագայթահարելուց հետո այս ցուցանիշները հարմարեցված կենդանիների մոտ հիվանդության բոլոր փուլերում ստուգիչ կենդանիների ցուցանիշների համեմատությամբ եղել է բարձր:

Այսպիսով, փորձի տվյալները ցույց են տալիս, որ կենդանիների մոտ, ցածր մթնոլորտային պայմաններին հարմարեցվելուց հետո, հիվանդություններն ընթանում է ավելի մեղմ, և կենդանիները ցուցաբերում են համեմատաբար բարձր ապրելունահույժյուն (11%-ի դիմաց՝ 58%):

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Антелидзе Б. Ф. II-й Закавказский съезд физиологов, биохимиков и фармако-
логов. Тбилиси, 1956.
2. Беллер Н. Н. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 6, 1957.
3. Беллер Н. Н. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 5, 1958.
4. Войткевич В. И. Физиологический журнал СССР, 4, т. 38, 1952.
5. Войткевич В. И. Физиологический журнал СССР, 4, т. 50, 1954.
6. Войткевич В. И. Физиологический журнал СССР, т. 4, 51, 1955.
7. Войткевич В. И. Физиологический журнал СССР, 5, 1963.
8. Цирульников А. М. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 8, 1961.