

С. А. АКОПЯН, Н. С. АКОПЯН

НАПРЯЖЕНИЕ КИСЛОРОДА (PO_2) В МЫШЦЕ АДРЕНАЛ- ЭКТОМИРОВАННЫХ И ОБЛУЧЕННЫХ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ

В основе развития кислородной недостаточности лежат нарушения механизмов поступления, транспорта или утилизации кислорода в организме. В этой общей цепи каскада PO_2 тканевые механизмы, обеспечивающие утилизацию кислорода, являются наиболее сложными, в них принимают участие многочисленные ферментные системы, деятельность которых в свою очередь находится под воздействием самых различных факторов.

Активность этих ферментов, несомненно, подвергается существенным сдвигам при облучении животных, а это в свою очередь влечет за собой существенные изменения в кислородном режиме организма. Указанные ферментативные процессы в известной мере предопределяются воздействием различных веществ, в том числе гормонов, в частности гормонов надпочечника—кортикостероидов.

В целях определения состояния механизмов, обеспечивающих кислородный обмен, а также роли кортикостероидов в нем нами полярографическим методом определялось напряжение кислорода в ткани, а также дыхание и сердечная деятельность у облученных и адреналэктомированных животных. Кроме того, была использована в качестве функциональной нагрузки острая гипоксия (8000 м). Этим мы преследовали цель заблаговременно уменьшить PO_2 во вдыхаемом воздухе—при этом оно соответственно должно понижаться в крови и тканях. Мы полагали, что в зависимости от состояния организма доставка и потребление кислорода у различных групп животных должны быть неодинаковыми.

Из рис. 1 следует, что у контрольных (с интактными надпочечниками) животных (крысы) среднее напряжение кислорода в двуглавой мышце бедра составляло $48,9 \pm 2,6$ мм рт. ст., в то время как у адреналэктомированных через 8—10 дней после операции PO_2 той же мышечной ткани было заметно повышенным ($56,5 \pm 2,8$). На наш взгляд, повышение PO_2 в данном случае прежде всего может быть связано с понижением потребления кислорода тканями у адреналэктомированных крыс, что, очевидно, является результатом общего нарушения активности ферментов, вызванного отсутствием кортикостероидов. Повышение содержания PO_2 в мышце адреналэктомированных животных не сопровождается существенным изменением в механизмах, обеспечивающих поступление и доставку кислорода. Следовательно, при прочих

равных условиях определяющим фактором нарушения соответствий в кислородном режиме в данном случае является изменение характера метаболизма тканей. О повышении PO_2 тканей вследствие снижения обмена в тканях, снижения потребления кислорода говорится также в ра

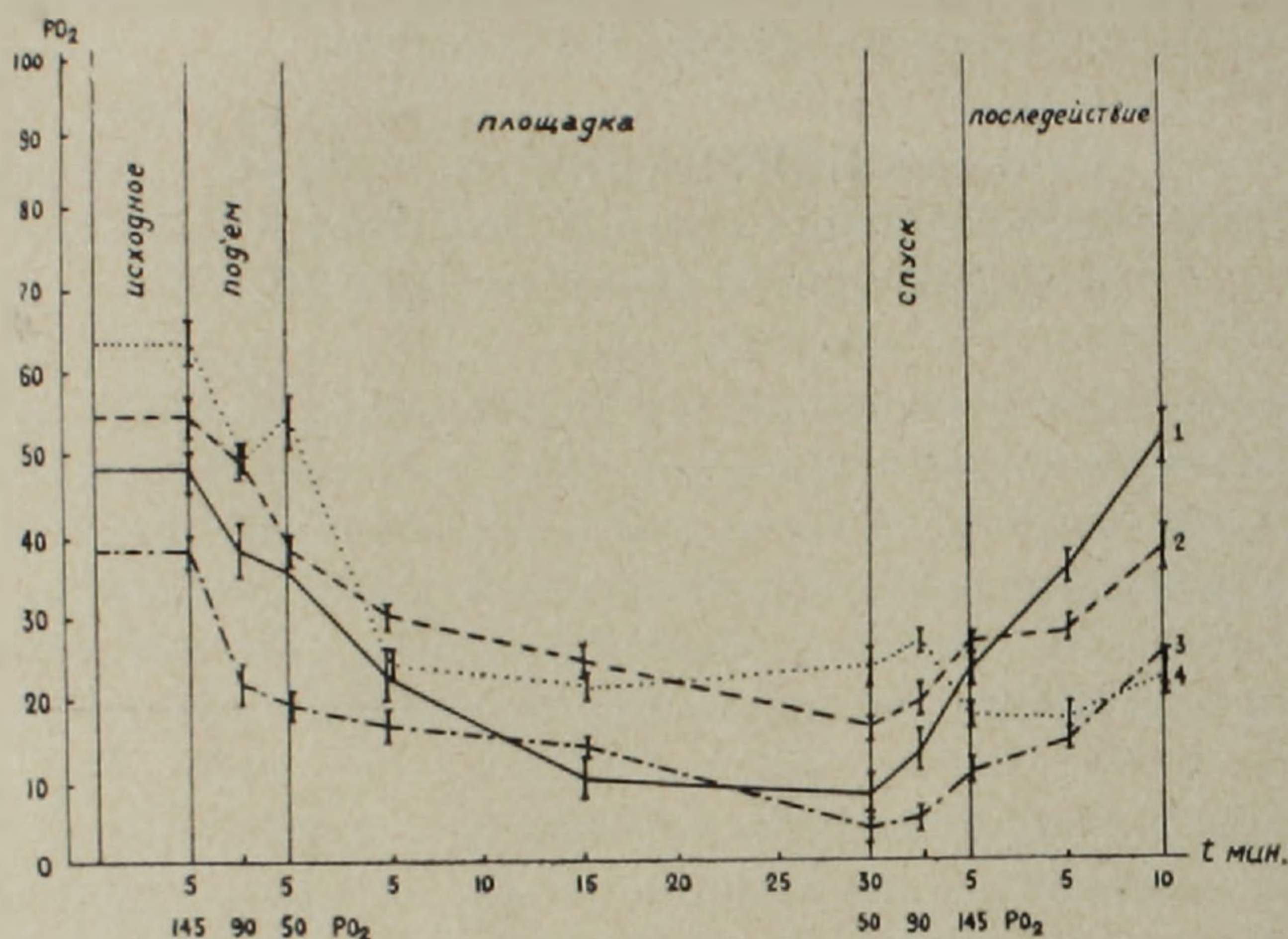


Рис. 1.

ботах Исаакян [5], Тен [13] и др. Петров [10] отмечает выраженную эозинофилию, понижение потребления кислорода и т. д. у животных с удаленными надпочечниками.

Во второй серии опытов исследования проводились на облученных животных. Из данных полярографии следует, что у облученных в начале разгара заболевания, в отличие от контрольных, было обнаружено резкое понижение PO_2 мышцы ($39,4 \pm 1,5$ против $48,9 \pm 2,6$ мм рт. ст.). Понижение PO_2 мышцы облученных животных, являющееся следствием повышения потребления кислорода (т. к. кровоснабжение не изменялось), мы склонны рассматривать как результат стимуляции гипофиз-адреналовой системы, которая является одним из важных звеньев адаптационно-компенсаторных реакций организма при воздействии ионизирующей радиации. Многочисленными исследованиями других авторов также установлено повышение деятельности гипофиз-адреналовой системы у облученных животных. Войткевич [4], например, считает, что первый этап эндокринных сдвигов при острой лучевой болезни имеет много общего с типичной стресс-реакцией, основным проявлением которой является возбуждение гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового комплекса. Бетц [2] пишет: «Мы располагаем достаточными аргументами для того, чтобы считать, что организм реагирует на общее облучение повышением секреторной активности коры надпочечников». На гиперфункцию, гипертрофию коры надпочечников, уменьшение содержания холестерина и липидов в ней указывается и в работах других исследователей [1, 7, 9—15].

Понижение PO_2 мышцы у облученных животных мы с наибольшей вероятностью относим за счет активации секреторной деятельности гипофиз-адреналовой системы еще и потому, что при облучении адреналэктомированных животных было обнаружено, наоборот, повышение PO_2 , причем в более выраженной форме, чем у адреналэктомированных необлученных ($64,6 \pm 2,6$ против $56,5 \pm 2,8$). Отсюда можно предположить, что более высокое PO_2 мышцы у адреналэктомированных облученных крыс является результатом, с одной стороны, отсутствия компенсаторного влияния, с другой — большей выраженности повреждающего действия энергии проникающей радиации на организм.

Таким образом, изменения напряжения кислорода в мышцах облученных и адреналэктомированных животных говорят о том, что вследствие нарушения адаптационно-компенсаторных возможностей этих животных, наряду с другими функциональными расстройствами, имеют место также существенные сдвиги в кислородном режиме организма, в особенности в механизмах, обеспечивающих утилизацию кислорода тканями.

Интересно было также выяснить состояние PO_2 у различных подопытных групп животных при уменьшении поступления кислорода в организм. В этих целях, как было указано выше, животные подвергались воздействию острой гипоксии подъемом их в барокамере на высоту до 8000 м. Как известно, организм обладает способностью регулировать поступление и доставку кислорода в ткани в соответствии с метаболическими потребностями его. Однако в условиях кислородной недостаточности наступает нарушение регуляции. Степень этих нарушений будет зависеть как от силы и продолжительности действия гипоксического фактора, так и от функционального состояния организма.

Из кривой полярограммы видно, что у животных с интактными надпочечниками при воздействии острой гипоксии наблюдалось постепенное снижение PO_2 мышцы. По мере подъема животного PO_2 в тканях все уменьшалось. Так, на высоте 4 тыс. м PO_2 мышечной ткани составляло $39,2 \pm 2,9$ мм рт. ст., а на высоте 8 тыс. м — $37,3 \pm 2,3$. При экспозиции животных на этой высоте в течение 30 мин напряжение кислорода уменьшалось до $7,3 \pm 3$ мм рт. ст., что составляет всего 29,4% исходного напряжения.

Уменьшение PO_2 в условиях кислородной недостаточности вызвано увеличением разности почти не меняющегося потребления кислорода тканями этих животных и значительного снижения его доставки к тканям. Уменьшение PO_2 в тканях организма в зависимости от снижения парциального давления кислорода в окружающей среде обнаружено многими исследователями [3, 6, 8, 11, 12].

Такое же снижение PO_2 в условиях кислородной недостаточности имело место у адреналэктомированных крыс. Разница в PO_2 контрольных и адреналэктомированных животных, существующая до подъема, сохранялась почти на том же уровне и после декомпрессии.

Несколько по-иному протекало изменение PO_2 в условиях острой гипоксии у облученных крыс. Снижение его при подъеме было относительно менее выраженным, а при 30 мин экспозиции на максимальной высоте (8000 м) — очень резким. Эти изменения с полным основанием можно отнести за счет уменьшения доставки кислорода. Об этом свидетельствует также понижение деятельности сердца и дыхания.

Еще более своеобразна кривая полярограммы у адреналэктомированных облученных крыс. Здесь прежде всего обращают на себя внимание резкие изменения PO_2 при подъеме и во время так называемой «высотной площадки». PO_2 при этом то резко повышалось, то понижалось. У этих животных не обнаруживалась та адекватная реакция со стороны PO_2 мышцы в ответ на заданные величины гипоксического воздействия, как это было у интактных животных.

Особый интерес представляет динамика изменений PO_2 ткани подопытных групп животных при спуске их в обычные условия атмосферного давления. Наиболее быстрое восстановление исходного уровня было отмечено у интактных животных. На 7—10 мин после спуска у большинства из них регистрировалось полное восстановление исходного состояния этого показателя. Только у некоторых животных PO_2 продолжало оставаться на относительно низком уровне.

У адреналэктомированных и облученных групп животных кривые полярограммы в фазе последствия показывали также восстановление исходных показателей. Однако по истечении 10—15 мин после спуска уровень PO_2 мышцы у этих животных оставался значительно пониженным по сравнению с первоначальными данными. У адреналэктомированных облученных крыс при спуске с 8 тыс. м до 4 тыс. м также отмечалась тенденция к восстановлению исходного уровня. Однако при дальнейшем спуске (с 4 тыс. м до обычного уровня атм. давления) наступала новая фаза резкого спада.

Только через 10—12 мин PO_2 мышцы у этих животных стало несколько повышаться.

Таким образом, повышение PO_2 мышцы в период последствия, характеризующее скорость восстановления нарушенного соответствия доставки и потребления кислорода тканями, наиболее быстро происходило у контрольных животных. У адреналэктомированных и облученных животных восстановление исходного уровня PO_2 было относительно медленным и неполным. У адреналэктомированных облученных крыс нарушения деятельности систем, обеспечивающих доставку и потребление кислорода, по-видимому, были столь глубокими, что для восстановления нормального PO_2 понадобилось более продолжительное время.

Ереванский государственный университет,
кафедра физиологии человека и животных

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Баграмян Э. Р. Медицинская радиология, 4, 1968.
2. Бетц Э. Материалы к изучению эндокринного синдрома, вызванного общим облучением организма. М., 1961.
3. Ван Лир, Клифорд Стикной. Гипоксия, М., 1967.
4. Войткевич А. А. Радиационная эндокринология, Обнинск, 1967.
5. Исаакян Л. А. Физиологический журнал СССР, 52, 6.
6. Коваленко Е. А. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 4, 1962.
7. Комаров Е. И. Радиационная эндокринология, Обнинск, 1967.
8. Маркова Е. А. Полярографическое определение O_2 в биологических объектах. Киев, 1968.
9. Молотков А. С. Медицинская радиология, 4, 1968.
10. Петров И. Р. Роль центральной нервной системы, аденогипофиза и коры надпочечников при кислородной недостаточности, Л., 1967.
11. Соколянский И. Ф. и др. Полярографическое определение O_2 в биологических объектах, Киев, 1968.
12. Сорокина Е. И., Барер А. С. Кислородный режим организма и его регулирование, Киев, 1966.
13. Тен В. Физиологические адаптации к теплу и холоду, Л., 1969.
14. Ткачева Г. А. Радиационная эндокринология, Обнинск, 1967.
15. Ткачева Г. А. Медицинская радиология, 4, 1968.