

# ВЛИЯНИЕ ОСТРОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ КРОВОПОТЕРИ НА КРОВЕНАПОЛНЕНИЕ ОРГАНОВ КРЫС

Щербакова М.Н.

*УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
Республика Беларусь*

В реализации сложных адаптационных реакций животных организмов в ответ на постоянно меняющиеся условия внешней и внутренней среды существенную роль играет сосудистая система, обеспечивающая быстрое перераспределение крови в организме с целью поддержания наиболее оптимального режима работы всех органов и систем с учетом их функциональной значимости и степени чувствительности к кислородной недостаточности. В связи с этим исследование закономерностей перераспределения крови в организме в ответ на воздействие различных экстремальных факторов имеет не только глубокий теоретический интерес, но и важное практическое значение. С медицинской точки зрения, одним из важнейших и относительно часто встречающихся экстремальных факторов является гипоксия и кровопотеря, влекущие за собой включение сложной цепи адаптационных механизмов, направленных на сохранение жизнеспособности организма. В реальной клинической ситуации нередко имеет место сочетание неблагоприятных патологических факторов, вследствие чего конечная картина будет определяться всей совокупностью экстремальных воздействий. В связи с этим исследование динамики кровенаполнения важнейших органов при кровопотере, развивающейся на фоне предшествующей острой гипоксии, имеет весьма актуальное значение. Ввиду недостаточной разработки вопросов регионарного кровообращения при воздействии данных факторов мы сочли необходимым предварительно исследовать характер кровенаполнения важнейших органов при изолированном действии их на организм.

**Цель** исследования – изучить некоторые показатели крови, а также кровенаполнение головного мозга и внутренних органов у адаптированных и неадаптированных к гипоксии крыс в разные сроки после действия гипоксии, после острой кровопотери, а

также после острой кровопотери на фоне предварительной острой гипоксии.

**Материал и методы** исследования. Опыты поставлены на 200 белых крысах весом 150-250 г. Острую гипоксию вызывали однократным подъемом крыс в барокамере на «высоту» 9000 м, где они находились в течение часа. Хроническую гипоксию вызывали ежедневным подъемом крыс в барокамере в течение 3-4 месяцев. Первоначальная «высота» равнялась 4000 м, еженедельно повышаясь на 500-700 м, а к концу адаптации достигла 9000 м. Время пребывания крыс в барокамере постепенно увеличивалось – с 1 до 4 ч. Острая кровопотеря в количестве 2% от веса тела животного вызывалась взятием крови в течение 1-2 мин. из правой бедренной артерии у контрольных крыс, а также у крыс, подвергшихся воздействию острой гипоксии. ОЦК определяли по разведению синего Эванса (11). Для изучения кровенаполнения органов крыс забивали быстрым погружением в жидкий азот. Готовили гомогенаты мозга, сердца, легкого, печени, почки, селезенки, прямой мышцы бедра в 0,007 М растворе аммония. Гомогенаты центрифугировали при 18000 об/мин в течение 20 мин. и спектрофотометрически по количеству оксигемоглобина определяли количество крови в 1 г ткани.

**Результаты и их обсуждение.** У крыс, находившихся в течение часа на «высоте» 9000 м и исследованных через 5-10 мин., выявлено повышение ОЦК на 29%. При определении показателя гематокрита установлено, что изменение ОЦК обусловлено увеличением количества эритроцитов. Объем плазмы почти не изменился. Через 1,5-2 ч. показатели крови не отличались скольконибудь существенно от нормы.

Исследование количества крови в органах в условиях данного опыта показало, что кровенаполнение мозга увеличивается на 22,2%, сердца - на 28,6% и печени - на 38%, а кровенаполнение почки снижается на 39,6%, мышцы, селезенки - на 33,4% и легкого - на 20,8%.

Эти данные согласуются с результатами других авторов, свидетельствующих, что при острой гипоксии в результате координируемого действия нейрогуморальных и тканевых факторов наступает избирательное перераспределение кровотока в сторону

преимущественного кровоснабжения жизненно важных органов, в частности мозга и сердца [4, 8, 12]. По-видимому, это обусловлено тем, что возникающее при гипоксемии снижение окислительного фосфорилирования приводит к преобладанию распада АТФ над ее ресинтезом и, как следствие этого, к накоплению в тканях продуктов распада АТФ, которые являются важным фактором адаптационного перераспределения кровотока [8, 12].

Повышение давления в сосудах легких, возникающее при снижении содержания кислорода в альвеолярном воздухе, связано не только с увеличением минутного объема сердца, а главным образом с сужением сосудов легких, что подтверждается нашими данными. Противоречивость полученных нами результатов с данными М.М. Середенко [9] по кровенаполнению легких, по-видимому, обусловлена применением разных методов создания гипоксических условий и способов умерщвления животных. Как известно, существует связь между реакцией легочных сосудов на изменение газового состава вдыхаемого воздуха и степенью возникающей гипоксемии [14] и, кроме того, эта реакция имеет фазовый характер.

Определение кровенаполнения органов через час после пребывания животных в барокамере показало, что оно почти во всех органах еще не нормализовалось. Обращает на себя внимание снижение кровенаполнения мозга до 83,3% от исходного, что, по-видимому, является следствием гипервентиляции, которая, как известно, приводит к повышению цереброваскулярной резистентности и к уменьшению мозгового кровотока. Также выявлено снижение количества крови в почке до 50% от исходного. Уменьшение почечного кровотока при гипоксии наблюдали и другие авторы [6]. Мы не согласны с мнением некоторых исследователей, что якобы почка является органом с совершенной системой регуляции и почечный кровоток остается постоянным даже при значительных изменениях артериального давления и кровотока в других органах и тканях.

Изменения показателей крови у адаптированных к гипоксии крыс были более значительными, чем у неадаптированных. Так, через 24 часа после последнего подъема на «высоту» ОЦК у них был на 52,2% выше, чем у контрольных крыс, показатель гемато-

криты – на 58,2%, а объем плазмы уменьшился на 12,4%. К 10-м суткам после адаптации к гипоксии ОЦК и показатель гематокрита значительно снизились и превышали таковые у контрольных крыс, соответственно, на 16,4 и 27,5%. Объем плазмы по сравнению с контролем был меньше на 7,3%. В дальнейшем ОЦК постепенно уменьшался, и на 50-е сутки он был таким же, как и у контрольных крыс. В то же время показатель гематокрита оставался все еще увеличенным на 11,7%, по-видимому, в результате уменьшения объема плазмы (91,1% от исходного). Увеличение ОЦК при воздействии хронической гипоксии, как видно, в основном происходит за счет усиления эритропоэза. В основе этого лежит активация синтеза нуклеиновых кислот и белков в системе репродукции красной крови под влиянием гемопоэтинов и продуктов распада гемоглобина [1, 8, 10].

При определении кровенаполнения органов у адаптированных к гипоксии крыс отмечено увеличение количества крови во всех органах, но не в одинаковой степени. Наиболее резко возросло кровенаполнение мозга – на 116,6%, печени – на 130%, сердца – на 48%, почки – на 57,1%, селезенки – на 46,1%. В меньшей степени увеличилось кровенаполнение мышцы – на 26,6% и легкого – на 15,7%. По мере увеличения срока, прошедшего со дня окончания адаптации, кровенаполнение органов постепенно уменьшается. Наиболее заметное уменьшение количества крови наблюдается в мозге и легких в течение первых 10 суток, а в печени, мышце и почке – только на 20-е сутки и позже. На 40-е и 60-е сутки в большинстве органов количество крови приближается к исходным данным.

Острая кровопотеря не вызывала значительного изменения кровенаполнения мозга и оставалась на уровне 94,4% от исходного. Резко снизилось кровенаполнение почки – на 46,2%, печени – на 44%, легкого – на 36,4%, сердца – на 31,2% и в меньшей степени скелетной мышцы – на 13,4%. Содержание крови в селезенке увеличилось более чем в 2 раза и составляло 208,3% от исходного. Кроме того, отмечено значительное увеличение веса селезенки. Соотношение веса селезенки к весу тела крысы и степень кровенаполнения этого органа позволяет представить общее количество содержания крови в селезенке. Если у контрольных

крыс произведение этих показателей принять за 100%, то у крыс с острой кровопотерей оно будет равняться 402,3%. Тенденция к депонированию крови при острой кровопотере отмечена и другими авторами, которые отметили несоответствие между кровопотерей и послеоперационным дефицитом объема крови [7].

Сочетание предварительного воздействия острой гипоксии и последующей кровопотери по сравнению с изолированной кровопотерей по степени уменьшения кровенаполнения некоторых органов достоверно не различается. Если при острой кровопотере количество крови в ткани мозга снижается до 94,4% по сравнению с исходным уровнем, то комбинация указанных экстремальных факторов ведет к снижению его до 88,8%. Подобным образом реагирует почка и селезенка. Напротив, кровенаполнение сердца и печени при комбинированном воздействии несколько увеличивается по сравнению с изолированной кровопотерей. В еще большей степени подобное явление присуще легким и скелетной мышце, кровенаполнение которых в рассматриваемой ситуации остается практически на исходном уровне, что, вероятно, можно трактовать как следствие патологического депонирования крови в указанных органах.

Полученные в ходе настоящего исследования фактические данные позволяют нам сделать следующие **выводы**:

1. Острая гипоксия влечет за собой увеличение кровенаполнения мозга, сердца и печени, что может рассматриваться как результат мобилизации защитных сил организма с целью обеспечения оптимальных условий функционирования наиболее жизненно важных органов. Эти изменения кратковременны и носят функциональный характер.

2. Адаптация организма к гипоксическим условиям сопровождается увеличением степени кровенаполнения всех исследованных нами органов, что свидетельствует о существенной роли транспортного фактора в адаптации к гипоксии. В результате многократного пребывания животных в гипоксической среде изменения сосудистого русла становятся структурно закрепленными и прослеживаются в течение длительного времени. Выявлены периоды нормализации кровенаполнения разных органов после окончания воздействия хронической гипоксии.

3. Острая кровопотеря ведет к различной степени снижения кровенаполнения большинства исследуемых органов за исключением мозга, количество крови в котором остается почти неизменным. Исключение представляет селезенка, кровенаполнение которой при рассматриваемом характере экстремального воздействия увеличивается более чем в 2 раза.

4. Ответная реакция организма на комбинированное влияние различных по своим патогенетическим механизмам экстремальных факторов носит более сложный характер, чем при изолированном воздействии каждого из них в отдельности. По характеру изменения кровенаполнения при сочетанном воздействии гипоксии и кровопотери все органы можно разделить на 2 группы: в первой из них (мозг, почка, селезенка) происходит уменьшение, а во второй (сердце, печень, легкие, скелетная мышца) – увеличение степени кровенаполнения по сравнению с изолированной кровопотерей как следствие патологического депонирования крови.

*Литература:*

1. Войткевич, В.И. Хроническая гипоксия. Приспособительные реакции организма / В.И.Войткевич. Л., 1973. – 189 с.

2. Горожанин, Л.С. Условно-рефлекторная регуляция при гипоксии и ее развитие в постнатальном онтогенезе / Л.С.Горожанин // В кн.: Материалы научной конф. по проблеме «Физиология и патология кортико-висцеральных взаимоотношений и функциональных систем организма». – Т.1. – Иваново, 1965. – С. 303-306.

3. Гуревич, М.И. О соотношениях изменений напряжения кислорода и регионарного кровотока в тканях при острой гипоксии / М.И.Гуревич, С.А.Берштейн // Бюлл. exper. биол. и мед. – 1967. – т. 63. - №3. – С. 31-35.

4. Домонтович, Е.Н. Некоторые физиологические механизмы приспособления организма к кислородной недостаточности / Е.Н.Домонтович // В кн. Физиология и патология дыхания, гипоксия и оксигенотерапия. Киев, 1958. – С. 67-74.

5. Жукова, Т.П. Влияние хронической кислородной недостаточности на сосудистую систему мозга взрослых крыс / Т.П.Жукова // Архив патологии. – 1959. - № 4. – С. 46-52.

6. Котовский, Е.Ф. Функциональная морфология при экстремальных воздействиях / Е.Ф.Котовский, Л.Л.Шимкевич // В кн.: Проблемы космической биологии. – Т.16. - М., 1971. – С. 118.

7. Маркин, С.П. Операционная кровопотеря и патологическое депонирование крови / С.П.Маркин, В.П.Стреколовский // Хирургия. – 1967. -

№12. – С. 25-27.

8. Меерсон, Ф.З. Общий механизм адаптации и профилактики // Ф.З.Меерсон. М., 1973.

9. Середенко, М.М. Изменения кровенаполнения легких на ранних этапах онтогенеза в условиях острой гипоксической гипоксии / М.М.Середенко // Физиол.ж. – 1974. – т. 20. - № 3. – С. 387-389.

10. Ужанский, Я.Г. Разрушение эритроцитов в организме при пониженном атмосферном давлении и значение его для регенерации крови / Я.Г.Ужанский // Бюлл. exper. биол. - 1945. – т.19. - № 6. – С. 51.

11. Goodman, R.D. The quantitative measurement of Evans blue (T-1824) and acid hematin in tissue hemogenates / R.D.Goodman, A.E.Levis, E.A.Schuck // J. Lab. and Clin. Med. – 1951/ - v. 38. – P. – 286.

12. Greeg, D.E. Coronary Circulation / D.E.Greeg. – Philadelphia, 1950.

13. Green, H.D. Control of peripheral resistance in maior systemic vascular beds / H.D.Green, J.H.Kepchar // Physiol. Rev. – 1959. – v. 39. – №3. - P. 17.

14. Lewis, B. / Effect of hypoxia on pulmonary circulation of the dog / B. Lewis, R. Gorlin // Am. J. Physiol. – 1952. - v. 170. – №3. - P. 574-587.

## **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ПЛОДОВ ЧЕЛОВЕКА Щербакова М.Н., Величко И.М.**

*УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
Республика Беларусь*

Исследование морфогенеза внутренних органов на ранних этапах развития является не только теоретической, но и большой практической проблемой. Особенности развития органов плода влияют на течение периода новорожденности и в значительной степени определяют состояние здоровья в последующие периоды жизни. Основоположником возрастной анатомии является Н.П. Гундобин [4]. Продолжателями его идей явились многие советские анатомы, внесшие большой вклад в изучение растущего организма [1-3, 6 и др.]. Ряд современных работ посвящены изучению линейных размеров органов у плодов человека, при этом нередко полученные результаты интерпретируются без корреляции с размерами плода [5, 7, 8 и др.].