



Функциональная деятельность почек интактных собак в период реадaptации к высокогорью

Р.С. Мираков, С.Г. Мухамедова, Х.М. Мираков

Кафедра урологии; гистологии ТГМУ им. Абуали ибни Сино

В работе впервые рассматриваются вопросы устойчивости функциональных перестроек приспособительных реакций почек собак в период реадaptации к высокогорью. Установлена однотипная динамика изменений функциональной деятельности почек в условиях долины, высокогорья и период реадaptации к высокогорью. Различия имеются лишь в степени выраженности и продолжительности отдельных показателей парциальных функций, которые, как правило, наблюдаются в ранние сроки исследования.

Ключевые слова: функции почки, адаптация и реадaptация к высокогорью

АКТУАЛЬНОСТЬ. Данные многочисленных исследований свидетельствуют о значительном напряжении физиологических систем организма при влиянии неадекватных факторов высокогорья. Это напряжение характеризуется снижением резервных возможностей организма, обуславливающих в дальнейшем появление той или иной патологии. В состояние повышенной активности приходят вспомогательные системы – дыхание, кровообращение, неэкономично тратится энергия. Однако координация между системами, обеспечивающими состояние, адекватное требованию внешней среды, осуществляется неполноценно, что может привести к гибели [1-10].

Представления об особенностях адаптации к экстремальным условиям высокогорья будут неполными без характеристики процесса реадaptации, не менее существенного, на наш взгляд и всё ещё изученного не в полной мере. Важность этой проблемы связана с тем, что от разработки этой проблемы во многом зависит объективность оценки процесса адаптации, регуляции защитных функций и профилактики патологических состояний у человека в экстремальных условиях.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ состоит в изучении функциональной деятельности почек у экспериментальных собак в период реадaptации к высокогорью.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Изучение функционального состояния почек в период адаптации и реадaptации к условиям высокогорья было проведено в 1986-1989 гг. на 10 половозрелых собаках-самцах массой 10-14 кг. Эксперименты проведены: 1) в условиях долины (г. Душанбе, высота 820 м над ур. м.); 2) в условиях высокогорья (перевал Анзоб, высота 3375 м над ур. м.); 3) в период реадaptации к высокогорью (г. Душанбе, высота 820 м над ур. м.).

Для решения поставленных задач нами было проведено 3 серии опытов. Схема постановки опытов представлена в таблице 1.

Животных содержали в железных вольерах в условиях вивария на стандартном пищевом режиме. Забор анализов проводили натощак, между 9-12 часами. Кровь для исследования брали из вены одной из передних конечностей. Сбор мочи проводили путём катетеризации, а также оригинальным методом отсасывания

ТАБЛИЦА 1. СХЕМА ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ

Серии опытов	Содержание опытов	Количество ж-х	Сроки наблюдения над животными
I.	Функциональная деятельность почек интактных собак в условиях долины - исходные данные (г. Душанбе)	10	3, 10, 20 и 30 сутки
II.	Функциональная деятельность почек интактных собак в условиях высокогорья		
III.	Функциональная деятельность почек интактных собак в период реадaptации к высокогорью (г. Душанбе)		



остаточной мочи из мочевого пузыря аппаратом МК-1 [3]. Комплексное обследование животных проводили на 3, 10, 20 и 30 сутки в долине и высокогорье, а также после спуска с гор в долину, которое включало общеклинические методы исследования (наблюдение за общим состоянием животных). Исследование парциальных функций почек проводили комплексной пробой в модификации Е.М. Тареева и Н.А. Ратнер (1970). Количественное определение содержания йод-кардиотраста в крови и моче производили по методу White, Rolf и высчитывали почечный плазматок. Определение креатинина в сыворотке крови и моче проводили по Фолину на фотометре ФЭК - М56 по калибровочной кривой, которую предварительно строили для данного фотометра. Клубочковую фильтрацию высчитывали по формуле: $JF = VcrV/Pcr$, где: Vcr – содержание креатинина в моче, Pcr – содержание креатинина в крови, V – минутный диурез. Величину канальцевой реабсорбции воды, выраженную в процентах, находили по формуле: $Kr = (JF - V)/JF \cdot 100\%$. Фильтрационную фракцию высчитывали по формуле:

$$FF = \frac{JF}{Q} \cdot 100\%$$

где: JF – клубочковая фильтрация, Q – эффективный почечный плазматок.

Результаты исследований подвергнуты вариационной статистической обработке с использованием t – критерия Фишера-Стьюдента. Показатель точности опыта (P) определялся по формуле $P = (Sx / X) 100\%$, где X – среднее арифметическое, S – ошибка среднего, и был меньше 5%, что указывает на достаточное количество, как объектов исследования, так и измерений на всех этапах эксперимента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. В исследованиях, связанных с изучением адаптации животных и человека, показано, что любая функциональная нагрузка на орган оставляет структурный «след» [4,11], обеспечивающий экономичность функционирования системы, ответственной за адаптацию. На определённой стадии своего развития стресс формирует состояние повышенной перекрёстной устойчивости. Важно отметить, что она сохраняется определённое время и после прекращения действия раздражителя. Последнее положение согласуется с нашими данными.

Эвакуация животных с высокогорья в долину также, как и подъём в горы, сопровождалась ухудшением их общего состояния с аналогичными проявлениями, отмеченными в высокогорье (адинамия, тахипноэ, снижение реакции на звуковые раздражители, плохой аппетит, сонливость). У некоторых животных они сопровождались расстройством желудочно-кишечного тракта в виде рвоты и жидкого стула. Можно предположить, что любой стрессор, в частности смена среды обитания, вызывает какие-то общие механизмы, стимулирующие многие жизненно важные системы организма. Вполне возможно, что это взаимосвязано с выделением в кровь

значительных порций адреналина – мощного активатора симпатической нервной системы.

По нашим данным нарушения функциональной деятельности почек интактных собак, выявленные в начальный период реадaptации, являются, прежде всего, следствием выраженных нарушений почечной гемодинамики в условиях высокогорья. Геморенальные показатели и парциальные функции почек, как в высокогорье, так и после спуска в долину были однонаправленными, только с той разницей, что их изменения в период реадaptации имели более выраженный характер (табл. 2). Так, на 3 сутки после спуска с гор отмечается резкое угнетение эффективного почечного плазматок, как относительно 30 суток периода адаптации к высокогорью, так и исходного показателя в долине ($P < 0,05$). Тенденция к нормализации данной функции выявляется с 10 суток, однако, она остаётся пониженной в дальнейшие сроки наблюдения и достигает на 30 сутки лишь 86,6% ($P < 0,05$) от исходного уровня, тогда как в этот же срок в высокогорье – равняется 95,1%.

Нарушение почечной гемодинамики приводит к значительному снижению процесса фильтрации в клубочковом аппарате. В начальный срок периода реадaptации этот показатель существенно снижается относительно такового на 30 сутки в высокогорье и исходного соответственно: в 1,3 и 2 раза ($P < 0,05$). Позднее, происходит повышение показателя на 10 сутки реадaptации, что указывает на повышение функции, хотя она и остаётся до конца эксперимента низкой – 74,1% (в высокогорье – 70%) и нет тенденции возвращения к исходному уровню. В связи с этим, показатели остаточного азота и креатинина в крови сохраняются на высоких значениях до конца периода реадaptации (соответственно: 106,7% и 120% – от исходного значения, $P < 0,05$).

После возвращения животных в долину, на 3 сутки происходит лишь незначительное усиление реабсорбционной способности канальцев по сравнению с 30 сутками адаптации и исходной величиной, что способствует увеличению минутного диуреза. В дальнейшем канальцевая реабсорбция понижается и к концу эксперимента практически не отличается от исходного уровня. Можно предположить, что сохранение высокого уровня этой функции связано с реадaptационной перестройкой органа, направленной на сохранение гомеостаза. Наряду с этим, ввиду роста клубочковой фильтрации, повышается объём фильтрационной фракции и отмечается увеличение минутного диуреза. На 30 сутки эти показатели составили соответственно: 85,5% и 82,9% от исходных значений, тогда как весь период исследования в высокогорье оставались на гипofункциональном режиме: соответственно – 75,4% и 46,3%.

Следовательно, через 1 месяц после спуска с гор в долину все отмеченные изменения показателей

**ТАБЛИЦА 2. ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЧЕК ИНТАКТНЫХ СОБАК
В ПЕРИОД РЕАДАПТАЦИИ К ВЫСОКОГОРЬЮ**

Сроки ис- следования (сутки)	Статистиче- ские показатели	Креатинин крови, ммоль/л	Диурез, мл/мин	Клубочко- вая филътрация, мл/мин	Канальце- вая реабсорб- ция, %	Эффектив- ный почеч- ный плазмо- ток, мл/мин	Филътраци- онная фракция, %	Остаточ- ный азот, ммоль/л
Долина (исходная)	M	0,10	4,1	70,3	94,0	416,6	17,3	20,6
	m	0,01	0,3	4,9	1,1	14,2	2,1	0,8
30 суток в высоко- горье	M	0,12	1,9	48,5	96,1	396,3	13,0	22,0
	m	0,01	0,2	4,0	1,9	23,3	0,8	1,3
3	M	0,17	0,9	37,9	97,4	313,7	11,6	28,6
	m	0,01	0,2	4,4	0,6	25,8	1,8	0,8
	P	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P<0,05
	P ₁	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P<0,05
	P ₂	P<0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
10	M	0,1	2,2	51,3	95,5	334,8	13,9	22,3
	m	0,01	0,49	6,95	1,0	32,38	1,36	0,89
	P	P=0,05	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
	P ₂	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
20	M	0,1	2,6	56,6	95,8	387,8	14,6	21,1
	m	0,01	0,19	5,52	0,26	10,12	1,4	0,56
	P	P=0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
	P ₂	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
30	M	0,12	3,4	52,1	94,2	360,9	14,8	22,8
	m	0,02	0,27	5,13	0,7	22,98	1,96	1,01
	P	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
	P ₂	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Примечание: P – статистически значимые различия между показателями функций почек интактных животных (исходная) и после спуска в долину; P₁ – то же на 30 суток в условиях высокогорья и после спуска в долину; P₂ – то же в условиях высокогорья и после спуска в долину

функциональной способности почек не возвращаются к исходному уровню. При этом у собак регистрируется тенденция к снижению функций почек. Однако в литературе указывается, что отмечаемая при хроническом напряжении минимизация функций гарантирует (насколько это возможно) продолжительное функционирование системы [12]. Последнее положение согласуется с нашими данными, когда выработанная в течение 30-дневной адаптации устойчивость к стрессорному воздействию (экстремальным факторам высокогорья), сохраняется после повторного стрессорного воздействия (спуск с высокогорья в долину). В пользу этого утверждения свидетельствует выраженный к концу периода реадaptации, по сравнению с адаптацией к высокогорью, темп восстановления, либо регистрация тенденции к восстановлению исследуемых почечных функций.

Таким образом, проведенные нами исследования почек в период реадaptации свидетельствуют о не менее выраженных, чем при адаптации к высокогорью, функциональных изменениях органа. Выявленные нарушения обусловлены, прежде всего, последствиями выраженных нарушений почечной гемодинамики при адаптации к высокогорью. Спуск в долину после 30-дневной адаптации к экстремальным условиям высокогорья явился для интактных собак дополнительным стрессорным фактором, обусловившим реадaptационные перестройки организма. Однако, по сравнению с адаптационным периодом к высокогорью, реадaptационный – характеризуется более выраженным и ускоренным темпом (после 10 суток) нормализации функций почек.



ЛИТЕРАТУРА

1. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П.Казначеев. - Новосибирск: Наука. - 1980. - 192с.
2. Миррахимов М.М. Об адаптивной способности физиологических систем организма к формированию адаптации в норме и патологии / М.М.Миррахимов // Высокогорная адаптация. - Фрунзе. - 1984. - С.3-20
3. Рахимов А.А. Влияние высокогорных факторов на функции почек и баланс некоторых электролитов при парциальной нефрэктомии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / А.А. Рахимов. - Киев. - 1986
4. Меерсон Ф.З. Защитные эффекты адаптации и некоторые перспективы развития адаптационной медицины / Ф.З.Меерсон // Успехи физиол. наук. - 1991. - Т.22. - №2. - С.52-89
5. Шукуров Ф.А. Адаптация, стресс и здоровье / Ф.А.Шукуров // Сб. статей 49-ой научно-практ. конф. ТГМУ. - Душанбе. - 2001. - С. 193 - 204
6. Агаджанян Н.А. Чрезвычайные ситуации, стресс и биоритмы / Н.А.Агаджанян // Материалы II Международного симпозиума «Проблемы ритмов в естествознании». - М. - 2004. - С.28-29
7. Сороко С.И. Внутрисистемные и межсистемные перестройки в организме при развитии острой гипоксии / С.И.Сороко, Э.А.Бурых, С.В.Нестеров // Материалы XI Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». - М. - 2003. - С.497-498
8. Мухамедова С.Г. Хронофизиологические особенности митозов в разных отделах нефрона почки крыс при адаптации к условиям высокогорья Таджикистана: автореф. дис. ... докт. биол. наук / С.Г.Мухамедова. - М. - 2004. - 35с.
9. Гуламова Ш. Механизмы регуляции водно-солевого обмена и функции компенсаторно-гипертрофирующей почки в условиях высокогорья / Ш.Гуламова, Д.Мирзоева // - Душанбе. - 2005. - 98с.
10. Ташболтаева С.С. Роль ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в процессе адаптации крыс с единственной почкой к условиям высокогорья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.С. Ташболтаева. - Душанбе. - 2011. - 20с.
11. Агаджанян Н.А. Хронофизиологическое исследование механизмов регуляции устойчивости к гипоксическому и стрессовому воздействиям / Н.А.Агаджанян, М.Л.Хачатурьян // Материалы XI Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». - М. - 2003. - С.17-18
12. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт / под ред. Казначеева В.П. - Л. - 1980. - 200с.

Summary

The functional activity of intact dog's kidney during high-mountain readaptation

R.S. Mirakov, S.G. Mukhamedova, H.M. Mirakov

Reseachers presented deals with the stability of functional re-building of adaptive responses in the dog's kidney during re-adaptation to high mountains. A one-typical dynamics of changes of functional activity of the kidneys in a valley, high mountains and re-adaptation to high mountains was established. Differences exist only in the degree and duration of individual indicators of partial functions that are usually observed in early studies.

Key words: renal function, adaptation and readaptation to the high-mountain

АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Р.С. Мираков – ассистент кафедры урологии ТГМУ;
Таджикистан, Душанбе, ул. Мухаммадиева, дом 70, кв. 654
Тел.: (+992) 919-50-49-30