

УДК 591.11:616-003.96-092.11

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕМОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗНЫХ ВИДАХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТРЕССА

И.И. Дигурова¹, Ю.В. Карева², А.Г. Гушин²

1 – Ярославская государственная медицинская академия

2 – Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского, Ярославль, Россия

На экспериментальных моделях иммобилизационного стресса или гипертермии у крыс изучены гемореологические показатели. Полученные данные свидетельствуют об адаптационных изменениях.

Ключевые слова: адаптация, стресс, гемореология.

On experimental models of immobilization stress or hyperthermia in rats hemorheologic indices were studied. The obtained findings demonstrate adaptation changes.

Key words: adaptation, stress, hemorheology.

Изучение приспособления организма к повреждающим факторам среды, нахождение объективных критериев адаптивности необходимы для профилактики возникновения патологических состояний.

Экстремальными воздействиями являются частичная или полная иммобилизация, гипертермия. У крыс ограничение подвижности вызывает выраженную стресс-реакцию [13]. В разные периоды иммобилизации имеет место прогрессивное усиление оседания эритроцитов, изменение микроциркуляции [2, 10], изменение гематокритного показателя и содержания гемоглобина [7, 8]. Ограничение подвижности вызывает повышение концентрации адреналина и норадреналина в плазме крови через 30 минут, 1 и 3 часа [1, 11, 12], что является признаком возбуждения симпатно-адреналовой системы. После 24-часовой иммобилизации активность ее снижается. [4, 14]. Действие высокой температуры на крыс приводит к изменению диаметра эритроцитов [6], ухудшению их деформабельных свойств. Это снижает кислородтранспортную функцию крови [5, 15].

Таким образом, система крови активно реагирует на действия внешних факторов, что при данных видах стресса, однако, недостаточно изучено. В связи с вышеизложенным, целью работы явилось исследование гемореологических показателей при иммобилизации и гипертермии у крыс и оценка с их помощью адаптационных возможностей организма.

Материалы и методы

Исследование проведено на 70 белых половозрелых беспородных крысах-самцах. Разброс по массе в каждой группе не превышал $\pm 10\%$. Все животные находились в одинаковых условиях содержания и кормления [9]. Иммобилизацию моделировали, помещая крыс в тесные клетки-фуляры цилиндрической формы на 1,3 или 6 часов. Такое ограничение подвижности не являлось жестким. Перегревание животных производилось в те-

чение 30 минут в термошкафу при температуре 43°C . Крысы были не адаптированы к стрессам и ненаркотозированы.

Кровь для исследования брали из хвостовой вены до опыта и после его окончания. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в микродозах. Для определения гемореологических показателей применяли микрометоды [3], позволяющие не умерщвлять крыс и изучать динамику происходящих изменений у одних и тех же животных.

Гематокритный показатель определяли путём центрифугирования образцов крови в микрокапиллярах в течение 30 минут при 3000 об/мин. Концентрацию гемоглобина измеряли гемиглобинцианидным методом на спектрофотометре СФ-46. Индекс деформируемости (ИДЭ) эритроцитов рассчитывали по скорости фильтрации их суспензии в физиологическом растворе с гематокритным показателем, равным 2%, через фильтры с диаметром пор 2-4,5 мкм. Индекс агрегации (ИАЭ) определяли по отношению числа агрегатов к числу неагрегированных клеток при исследовании в камере Горяева. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Statistika 6.0».

Результаты и обсуждение

Иммобилизация вызывала уменьшение гематокритного показателя и концентрации гемоглобина по сравнению с исходными цифрами, через 1, 3 и 6 часов после начала эксперимента, в среднем на 15% – 26%, а концентрации гемоглобина – на 15-23%.

Увеличение ИАЭ в эти сроки иммобилизации отмечено у большинства животных. Исходное среднее значение этого показателя не превышало 0,3 отн.ед. Через 1 и 3 часа после начала эксперимента увеличение составило 68%, а через 6 часов – 35%. На этих же этапах изменялась деформируемость эритроцитов. Так, после одночасового ограничения подвижности увеличение ИДЭ составило в среднем 55% у тех животных, у которых исходные цифры были невысокими (среднее значение 0,16). Через 6 часов после начала эксперимента отмечена

Таблица 1 – Макро- и микрореологические показатели крови при 1-, 3-, и 6-часовом иммобилизационном стрессе

Показатели	Сроки иммобилизации (час)					
	1 n=17		3 n=11		6 n=18	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Гематокритный показатель, %	41,4± 4,22	35,0± 4,72	39,3± 5,03	29,0± 2,99****	40,3± 3,87	30,6± 6,49****
ИАЭ, отн. ед.	0,163± 0,025	0,273± 0,039*	0,205± 0,023	0,344± 0,067*	0,317± 0,030	0,207± 0,030****
ИДЭ, отн. ед.	0,157± 0,035	0,244± 0,025****	0,299± 0,047	0,187± 0,039****	0,184± 0,047	0,400± 0,060**

Примечание: * - $p < 0,001$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,02$, **** - $p < 0,05$ по сравнению с контролем.

такая же тенденция. Эти данные представлены в таблице 1.

У остальных животных наблюдались следующие микрореологические сдвиги. Если до опыта ИАЭ был 0,3 отн.ед. и выше, то после эксперимента он снижался. В группе крыс с контрольным значением ИДЭ в среднем 0,3 и выше этот показатель под влиянием иммобилизации уменьшался. Таким образом, на разных этапах иммобилизационного стресса (1, 3, 6 часов) идет оптимизация агрегации и деформируемости эритроцитов. Снижение концентрации гемоглобина и гематокритного показателя, вероятно, связано с развитием гемодилуции, направленной на уменьшение вязкости крови и на улучшение доставки кислорода в ткани. Все эти изменения можно рассматривать как приспособительные реакции.

Тепловое 30-минутное воздействие вызвало у животных повышение ректальной температуры в среднем на 21%, по сравнению с исходным уровнем. Со стороны гемореологических показателей отмечены следующие изменения. Концентрация гемоглобина и гематокритный показатель увеличились в среднем, соответственно, на 10 и 8%, по сравнению с контрольными значениями. ИАЭ под влиянием гипертермии снизился в среднем на 52%. Эти данные представлены в таблице 2. На фоне гемоконцентрации снижение агрегации является благоприятным фактором, так как это приводит к улучшению транспорта кислорода, обеспечивает лучшую его отдачу из капилляров в окружающие ткани.

Исследование деформируемости дало следующие результаты. ИДЭ у 55% крыс (1 группа) увеличился в среднем на 52%, по сравнению с исходным уровнем. У остальных животных (2 группа) отмечено уменьшение этого показателя после эксперимента. Результаты представлены в таблице 3.

Из этих данных видно, что у крыс первой группы исходный уровень был в среднем 0,3, а у вто-

Таблица 2 – Изменение гемореологических показателей крови при гипертермии (n=24)

Показатель	До опыта	После опыта
Гематокритный показатель, %	41,7 ± 1,5	45,1 ± 1,8*
Концентрация гемоглобина, г/л	134,3 ± 8,2	148,2 ± 11,9*
ИАЭ, отн.ед.	0,292 ± 0,069	0,158 ± 0,054*

Примечание: * $p < 0,05$

Таблица 3 – Изменение индекса деформируемости эритроцитов при гипертермии

Показатель	1-я группа		2-я группа	
	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта
ИДЭ, отн. ед.	0,301 ± 0,131	0,457 ± 0,180	0,493 ± 0,064	0,317 ± 0,040

Примечание: $p < 0,05$

рой-0,5 отн. ед. Следовательно, гипертермия приводит к оптимизации деформируемости, что также может быть расценено как проявление реакций адаптации.

Выводы

1. Характер макрореологических сдвигов зависит от вида стресса и отражает приспособительные потребности организма.

2. При разных стрессовых воздействиях наблюдается одинаковая закономерность в изменении микрореологических показателей: происходит их увеличение при низких контрольных значениях и снижение – при высоких.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об адаптационных гемореологических изменениях.

Литература

- Братко А.А. Действие производных (хинальдин-4-интио) карбоновых кислот на содержание катехоламинов при стрессе // Вест. Запорожского гос. ун-та. 2002. – № 2.
- Горизонтова М.П. Микроциркуляция при стрессе // Патол. физиол. и экспер. терапия. 1986. – № 3. - С. 79-85.
- Гущин А.Г., Дигурова И.И. Исследование гемореологических показателей с помощью микрометодов при различных видах стресса у крыс. // Вест. Костромского гос. ун-та. – 2006. – № 6. – С. 6-8.
- Дигурова И.И., Катаев В.В. Адаптационные свойства стандартизованного экстракта ГИНКГО билоба: Методы исследования регионарного кровообращения и микроциркуляции в клинике, СПб, 2004. – С. 25-27
- Зинчук В.В., Мальцев А.Н. Значение деформируемости эритроцитов при окислительном стрессе// Матер. Межд. конф. по реологии. Ярославль, 2001.- С. 62-63.
- Козлов Н.Б. Термоустойчивость гомойотермного организма: биохимические механизмы, пути повышения. – Смоленск: изд-во СГМИ, 1992. – 115 с.
- Крайнов К.Е., Карпунина Л.В., Сметанина М.Д. Влияние иммобилизационного стресса на показатели красной крови белых крыс на фоне предварительного введения лектина Р. роутуха. // Эндокринная регуляция физиологических функций в норме и патологии. Новосибирск. – 2002.
- Меерсон Ф.З., Миняйленко Т.Д., Пожаров В.П., Середенко М.М. Нарушение внешнего дыхания, транспорта и утилизации кислорода при стрессе // Патол. физиол. и экспер. терапия. – 1989. – № 6. – С. 20-26.
- Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием лабораторных животных // Хроника ВОЗ. -1985. – № 3. – С. 3-9.
- Шенникова М.Г., Кузнецова Б.А., Шимкович М.В., Сапрыгин Д.Б., Меерсон Ф.З. Соотношение содержания катехоламинов и простагландинов в крови у крыс при остром стрессорном воздействии и адаптации к стрессу // Бюлл. экспер. биол. и мед. 1990. – Т. 109, № 6. – С. 534-535.
- Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии. // Патол. физиол. и экспер. терапия. – 2001. – № 1. - С. 23-26.
- Сейдахметова З.Ж., Ташенова Г.К. Влияние иммобилизационного стресса на реактивность симпатико-адреналовой системы и резистентность эритроцитов у крыс в периоды маммо- и лактогенеза // Бюлл. СО РАМН – 2005. – Т. 34, № 118. – С. 93-95.
- Фёдоров Б.М. Стресс и система кровообращения М. – 1991.
- Фёдоров В.Н. Фармакодинамика адаптогенов: экспериментальное и клиническое исследование: Докт. дисс. М. – 1999.
- Stoltz J.E., Donner M. New trends in clinical hemorheology: an introduction to the concept of the hemorheological profile // Schweiz. Med. Wochenschr. 1991. – Vol. 43. – P. 41-49.

Поступила 08.04.09