

7. Прокопьев Н. Я. Морфо-функциональная характеристика стоп у детей младшего школьного возраста // Закономерности морфогенеза и регенерации тканевых процессов в нормальных, экспериментальных и патологических условиях: материалы Всерос. научной конференции анатомов, гистологов и эмбриологов. Тюмень, 1998. С. 46.
8. Попков А. В., Диндиберя Е. В., Дьячкова Г. В и др. Рентгенологические особенности строения стопы у больных ахондроплазией // Гений ортопедии. 2002. № 2. С. 46–49.
9. Янсон Х. А. Биомеханика нижней конечности человека. Рига, 1975. 159 с.
10. Яременко Д. А. Диагностика и классификация статических деформаций стоп // Ортопед. травматол. 1985. № 11. С. 57–67.
11. Буланова И. В. Усовершенствованная методика определения плоскостопия по М. О. Фридланду // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. 1983. Т. 85. Вып. 9. С. 82–86.
12. Жильцов А. Н. К проблеме статического плоскостопия // Ортопед. травматол. 1968. № 1. С. 61–69.
13. Яралов-Яралянц В. А., Князева В. Н., Шаргородский В. С. Некоторые особенности детской стопы по данным массовых обследований // Ортопед. травматол. 1968. № 1. С. 73–76.
14. Лечебная физическая культура: Учеб. для ин-тов физ. культ. / Под ред. С. Н. Попова. М., 1988. 271 с.
15. Гриненко М. Ф., Свешников В. М. Лечебная гимнастика и самомассаж при плоскостопии // Здоровье. 1971. № 4. С. 27–29.
16. Маркс В. О. Ортопедическая диагностика. Минск, 1978. С. 501–503.

*Татьяна Владимировна ТОМИЛОВСКИХ —
председатель врачебно-лётной экспертной
комиссии медико-санитарной части
ОАО «Тюменские авиалинии»;
Сергей Николаевич СУПЛОТОВ —
заведующий курсом клинической лабораторной
диагностики ФПКиППС Тюменской
государственной медицинской академии,
кандидат медицинских наук, доцент*

УДК 613.616.-008

**ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО
ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ
В ЭРИТРОЦИТАХ У ЛИЦ ЛЕТНОГО СОСТАВА
В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

АННОТАЦИЯ. Изучена активность процессов свободнорадикального окисления липидов и антиоксидантной защиты эритроцитов у экипажей воздушных судов гражданской авиации. Установлено, что у лиц летного состава со стажем работы 11–19 лет происходит избыточная активация свободнорадикальных процессов, которая полностью компенсируется системой антиоксидантной защиты. Выполнение летной работы в течение 20–30 лет характеризуется выходом процессов перекисного окисления липидов из-под контроля антиоксидантной системы эритроцитов.

Activity status of free radical oxidation of lipids and antioxidant protection of erythrocytes has been studied in crew members of civil aviation. Results reveal that crew members whose period of service lasts from 11 to 19 years have the surplus activation of free radical processes, which has been completely compensated by antioxidant protection system.

A period of 20-30 years of service has been characterized by free oxidation processes out of control of antioxidant protection system of erythrocytes.

Появившиеся в последние годы исследования активности свободнорадикального окисления (СРО) липидов и антиоксидантной защиты (АОЗ) при различных патологиях свидетельствуют о их важной роли в патогенезе болезней. Выявлено мембранодеструктивное значение избыточной активации реакций СРО липидов и снижения функции антиоксидантной системы при таких заболеваниях как ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, гипертоническая болезнь [1, 2, 3]. Влияние трудового фактора на функцию многих органов и систем как в норме, так и при формировании патологии [4, 5].

Целью настоящей работы явилось изучение активности процессов СРО липидов и АОЗ в эритроцитах у экипажей воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА) в различные периоды летной работы. Актуальность исследования обусловлена отсутствием методов ранней лабораторной оценки нарушений состояния адаптации организма при полетах на ВС ГА.

Материал и методы исследования

Обследовались практически здоровые члены экипажей (мужчины) самолетов ЯК-40, АН-24, АН-26, ТУ-134, ТУ-154, ИЛ-76. Все обследуемые были разделены на следующие группы: первая — 24 человека со стажем работы от 3 до 10 лет (возраст 25–35 лет), вторая группа состояла из 26 авиаспециалистов, имеющих стаж работы 11–19 лет (возраст от 36 до 43 лет), третью группу составили 24 человека с летным стажем свыше 20 лет (возраст от 43 лет до 51 года). Контрольной группой (76 человек) являлись практически здоровые лица (мужчины), работники умственного труда, деятельность которых не была связана с вредными производственными факторами и выполнением профессиональных полетов на воздушных судах ВС ГА. Аналогично летному составу данный контингент лиц также был распределен по возрасту и стажу работы.

Материалом для исследования являлись эритроциты, выделенные из венозной гепаринизированной крови, трижды отмытые физиологическим раствором, упакованные и замороженные. Активность процессов ПОЛ оценивали по содержанию диеновых конъюгатов ненасыщенных жирных кислот (ДК) [6], ТБК-продуктов по уровню малонового диальдегида [7] и шиффовых оснований (ШО) [8]. Для характеристики АОЗ в эритроцитах определяли активность супероксиддисмутазы (СОД) [9], каталазы [10] и содержание альфа-токоферола [11]. С целью оценки мембранодеструктивных процессов в клеточных мембранах проводилось исследование устойчивости эритроцитов (5% взвесь) к 2%-му водному раствору перекиси водорода [12]. Исследования проводились в клиничко-биохимической лаборатории ЦНИЛ Тюменской государственной медицинской академии (зав. — с. н. с. Т. Д. Журавлева).

Статистическая обработка полученных данных проведена на персональном компьютере с использованием программы «Биостат» [13]. Применялись непараметрические методы статистического анализа с расчетом основных статистических параметров. Изменения показателей считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Полученные данные позволили выявить определенные изменения в активности СРО липидов и АОЗ эритроцитов в исследуемые периоды трудовой деятельности авиаспециалистов. Так, период летной работы от 3 до 10 лет характеризуется наибольшей стабильностью изучаемых показателей, существенно не отличающихся от аналогичных в контрольной группе. У экипажей ВС со стажем работы 11–19 лет выполнение своих профессиональных обязанностей характеризуется повышен-

ным уровнем содержания ДК и ТБК-продуктов в эритроцитах. В этот период активация свободнорадикальных процессов находится под контролем антиоксидантной системы, функциональная активность которой повышается. В этом убеждают более высокие, в сравнении с контрольной группой, значения активности СОД и Г-6-ФДГ. При этом нормальный уровень ШО и отсутствие изменений перекисного гемолиза эритроцитов свидетельствуют об адекватности АОЗ эритроцитов.

Дальнейшее выполнение летной работы (стаж свыше 20 лет) осуществляется на фоне сохранения повышенной активности перекисного окисления липидов и АОЗ. Причем компенсация избыточных реакций свободнорадикальных процессов не является достаточной в связи с продолжающимся повышением промежуточных (ТБК-продукты) и конечных (ШО) продуктов липопероксидации на фоне снижения содержания альфа-токоферола и перекисной резистентности эритроцитов.

Таким образом, длительность воздействия факторов летного труда на организм человека способствует развитию дисбаланса между СРО липидов и АОЗ эритроцитов, в то время как известно, что у человека в нормальных условиях существования активность процессов перекисного окисления липидов находится в равновесии с функцией антиоксидантной системы [14]. В случае нарушений их взаимоотношений и выходом свободнорадикальных процессов из-под контроля системы АОЗ формируется основа для развития патологии [15].

Следовательно, полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее благоприятным для нормальной жизнедеятельности эритроцитов у лиц летного состава является период трудовой деятельности от 3 до 11 лет, когда активность процессов СРО липидов невысока вследствие полной их компенсации функцией антиоксидантной системы. Указанное состояние сохраняется и в интервале летной работы от 11 до 19 лет, однако в этот период наблюдается напряжение АОЗ вследствие избыточной активности реакций СРО липидов. В последующий период летной деятельности (стаж свыше 20 лет) формируется основа для нарушения структуры и функции клеточных мембран эритроцитов в связи с началом выхода реакций СРО липидов из-под контроля АОЗ. Это подтверждается накоплением конечных продуктов липопероксидации (ШО) и повышением перекисного гемолиза эритроцитов.

Выявленные изменения могут являться основой для разработки и проведения своевременных профилактических мероприятий (курсы антиоксидантной терапии) при осуществлении диспансеризации лиц летного состава ГА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзугкоева Ф. С., Кабоева Б. Н., Басиева О. О., Каряева Э. Л. Оксидантный и антиоксидантный статус клеток почечной ткани и эритроцитов при сахарном диабете в эксперименте и клинике // Материалы XXI междунар. симпоз. «Эколого-физиологические проблемы адаптации». 27–28 января 2003 г. М., 2003. С. 167–168.
2. Жмуров В. А., Малишевский М. В., Гапон Л. Я., Кашуба Э. А. Мембранопатологические и иммунологические аспекты гипертонической болезни. Тюмень, 1993. 237 с.
3. Ушакова М. А. Влияние нативных фосфолипидов на структурно-функциональную организацию клеточных мембран эритроцитов у больных ИБС при нарушениях углеводного обмена: Дис. ... канд. мед. наук. Томск, 1998. 154 с.
4. Давыдова Н. С., Панков В. А., Фоминых И. Б., Колычева И. В. Адаптационные и дезадаптационные изменения иммунной системы при действии на организм производственной вибрации // Матер. XXI междунар. симпоз. «Эколого-физиологические проблемы адаптации», 27–28 января 2003 г. М., 2003. С. 154–155.
5. Моисеев Н. А., Черняков Н. И. Наиболее выраженные симптомы при перегревании организма человека-оператора // Первый научно-практический конгресс «Человек в авиации и безопасность полетов». М., 1998. С. 151–152.
6. Стальная И. Д. // Современные методы в биохимии / Под ред. В. Н. Ореховича. М., 1997. С. 63–64.

7. Стальная И. Д., Гаришвили Т. Г. // Современные методы в биохимии / Под ред. В. Н. Ореховича. М., 1997. С. 66–68.
8. Меерсон Ф. З., Каган В. Е., Прилипко Л. Л. и др. Активация перекисного окисления липидов при эмоциональном болевом стрессе // Бюл. exper. биол. и мед. 1979. № 10. С. 404–406.
9. Верболович В. П., Подгорная Л. М. Определение активности глутатионредуктазы и супероксиддисмутазы на биохимическом автоанализаторе // Лабораторное дело. 1987. № 2. С. 17–20.
10. Karen M. Toth et al. // Amer. Riv. Respiratory Discase. 1986. V. 134, №. 2. P. 328–335.
11. Рудакова-Шилина Н. К., Матюкова Л. Д. Оценка антиоксидантной системы организма // Лабораторное дело. 1982. № 1. С. 19–22.
12. Mengel C. E., Kann H. E., Hetman J. A., Metz E. Effects of in vivo Hyperoxia on Erythrocytes. II. Hemolysis in a Human after Exposure to oxygen under High Pressure Blood. 1965. V. 25. № 5–6. P. 822–829.
13. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. М., 1998. 459 с.
14. Бобырев В. Н., Воскресенский О. Н. Антиоксиданты в клинической практике // Терапевтический архив. 1989. № 3. С. 122–125.
15. Жмуров В. А., Малишевский М. В., Гапон Л. И., Кашуба Э. А. Мембранопатологические и иммунологические аспекты гипертонической болезни. Тюмень, 1998. 237 с.

Сергей Николаевич СУПЛОТОВ —
 зав. курсом клинической лабораторной
 диагностики ФПКУППС Тюменской
 государственной медицинской академии,
 кандидат медицинских наук, доцент

УДК 612.015

СТРУКТУРА ЛИПИДНОГО БИСЛОЯ ЦИТОМЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К ПОЛЕТАМ НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

АННОТАЦИЯ: В статье представлены результаты исследования липидного состава клеточных мембран эритроцитов у лиц летного состава гражданской авиации в различные периоды их трудовой деятельности. Выявлено, что у авиаспециалистов со стажем работы от 11 до 19 лет процесс адаптации к летному труду характеризуется снижением содержания в цитомембранах фосфатидилсерина и повышением уровня лизофосфолипидов. Дальнейшее продолжение летной деятельности приводит к мембранодеструктивным изменениям, основу которых составляет накопление свободного холестерина и лизофосфолипидов, снижение легкоокисляемых фосфолипидов.

The author presents the results of his study of lipid composition of erythrocyte cell membranes from the analysis material taken from of civil aviation crew members at different stages of their service. Results of the study reveal that work adaptation process of the crew members whose service period lasts from 11 to 19 years is characterized by the decreasing level of phosphatidil-serin and by the increasing level of lysophospholipids. Further continuation of their service resulted in membranes' destruction processes caused by the accumulation of free cholesterol and lysophospholipids, and the reduction of easy-oxidated phospholipids.