

УДК 616-092 + 576.08

## Влияние факторов полета на степень деградации ядер клеток буккального эпителия пилотов

Алчинова И.Б.<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии». 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий»

Федерального медико-биологического агентства России. 115682, Москва, Ореховый бульвар, д. 28

**Целью работы** явилось определение зависимости между ядерными аномалиями в клетках буккального эпителия и факторами полета, такими как высота и общая продолжительность, а также наличия у пилотов радиоадаптивного ответа (РАО). **Методы.** В работе был использован ряд методик: учет аномалий ядра (АЯ) в буккальном эпителии и выявление встречаемости РАО в лимфоцитах периферической крови для оценки адаптивных способностей организма летчиков при воздействии факторов полета. **Результаты.** В группах с одинаковым количеством полетных часов число клеток с кариорексисом возрастает с увеличением высоты. Анализ АЯ в зависимости от наличия или отсутствия РАО показал тенденцию к увеличению числа клеток с кариорексисом у людей без РАО. **Заключение.** Действие факторов полета проявляется в увеличении частоты встречаемости клеток с кариорексисом, что более выражено в группах пилотов без РАО, а частоты встречаемости АЯ зависят от общей продолжительности и высоты полетов.

**Ключевые слова:** аномалия ядра; буккальный эпителий; малые дозы радиации; радиоадаптивный ответ.

**Для цитирования:** Алчинова И.Б. Влияние факторов полета на степень деградации ядер клеток буккального эпителия пилотов. Патогенез. 2018; 16(3): 87–89

DOI: 10.25557/2310-0435.2018.03.87-89

**Для корреспонденции:** Алчинова Ирина Борисовна, e-mail: alchinovairina@yandex.ru

**Финансирование.** Исследование не имеет спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

**Благодарности:** Автор выражает благодарность Алещенко А.В., Серебряному А.М., Пелевиной И.И., Антощиной М.М.

**Поступила:** 02.09.2018

## Effects of flight factors on the degree of nucleus degradation in buccal epithelial cells from pilots

Alchinova I.B.<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Institute of General Pathology and Pathophysiology, Baltijskaya Str. 8, Moscow 125315, Russian Federation<sup>2</sup> Federal Scientific and Clinical Center of Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Biomedical Agency of Russia, Orekhovyi Blvd. 28, Moscow 115682, Russian Federation

*The aim of the study was to determine the relationship between nuclear abnormalities (NA) in buccal epithelial cells and flight factors, such as altitude and total duration, as well as the presence of a radioadaptive response in pilots. **Methods.** The study used a number of techniques, including recording NA in the buccal epithelium and the occurrence of radioadaptive response (RAR) in peripheral blood lymphocytes, to assess adaptive abilities of the body of pilots under the influence of flight factors. **Results.** In groups with the same number of flight hours, the number of cells with karyorhexis increased with increasing flight altitude. Analysis of NA in buccal epithelial cells with a due account for the presence or absence of RAR showed that the number of cells with karyorexis had a tendency to increase in persons without RAR; in the group with >1,000 flight hours, this tendency was more pronounced. **Conclusion.** The NA incidence in buccal epithelial cells depended on the total duration and altitude of flights. The effects of flight factors were evident as increased incidence of cells with karyorhexis. This effect was more pronounced in groups of pilots without RAR.*

**Key words:** nuclear abnormalities; buccal epithelium; low doses radiation; radioadaptive response.

**For citation:** Alchinova I.B. [Effects of flight factors on the degree of nucleus degradation in buccal epithelial cells from pilots]. Patogenez [Pathogenesis]. 2018; 16(3): 87–89 (in Russian)

DOI: 10.25557/2310-0435.2018.03.87-89

**For correspondence:** Alchinova Irina Borisovna, e-mail: alchinovairina@yandex.ru

**Funding.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Received:** 02.09.2018

## Введение

Определение последствий для здоровья летчиков и летчиков-испытателей сочетанного действия факторов полета и радиации на рабочих высотах на организм является задачей, которую можно решить только с помощью многоуровневых исследований [1].

## Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие военные пилоты, здоровье которых находится под строгим регулярным медицинским контролем [2]. Были сформированы три группы: контрольная — наземный персонал ( $n = 9$ ), группа пилотов, полетное время которых было менее 1000 часов ( $n = 17$ ), и группа летчиков, полетное время которых было более 1000 часов ( $n = 12$ ). Внутри этих групп также выделили подгруппы в зависимости от высоты полетов: до 5000 м ( $n = 9$  и  $n = 6$  соответственно) и от 5000 до 10000 м ( $n = 8$  и  $n = 6$  соответственно). От участников исследования было получено информированное согласие. Исследование выполнено с соблюдением требований международных и российских законодательных актов о юридических и этических принципах проведения научных работ с участием человека.

Лимфоциты периферической крови были использованы для моделирования радиоадаптивного ответа как показателя индивидуальной чувствительности к радиации [1].

Облучение проводили на  $\gamma$ -установке лучом мощностью 25 рад/мин (0,25 Гр/мин) на расстоянии 65 см.

Наличие РАО регистрировали по соотношению числа хроматидных фрагментов, изохроматидных фрагментов, симметричные и ассиметричные хроматидных обменов при разных дозах ( $РАО = ПД / (АД + ПД)$ ), где ПД — количество aberrаций хромосом после облучения в дозе 0,5 Гр, АД — после облучения в дозе 0,05 Гр, АД + ПД — количество aberrаций после последовательного воздействия двух доз. Величина соотношения  $\geq 1,5$  свидетельствует о наличии РАО [2].

От участников исследования были также получены клетки буккального эпителия для выявления аномалий ядра (АЯ), которые возникают как следствие нарушения цитотомии в базальном слое (двуядерные клетки), или как показателем нормальной гибели (клетки с кариорексисом и кариолизисом).

Клетки буккального эпителия стерильным шпателем были перенесены на предметное стекло. После фиксации образцы окрашивали по Фельгену [3]. На каждом стекле подсчитывали не менее 1000 клеток. Учитывали такие аномалии ядра, как кариорексис, кариолизис, двуядерные клетки, клетки с кариопикнозом [4]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы «Statistica 6.0».

## Результаты исследования и обсуждение

Соотношение частот встречаемости АЯ в клетках буккального эпителия является показателем для оценки антропогенной нагрузки и имеет индивидуальные отличия. Однако средние показатели по группе позволяют оценить адаптивные возможности как результат соотношения

процессов репарации и апоптотического устранения аномальных клеток.

Известно, что у условно здоровых мужчин частота встречаемости клеток с кариолизисом составляет от 50% [4] до 90% [5] от всех аномалий ядра, а смещение соотношения в сторону кариорексиса наблюдается при воздействии токсинов, радиации [6].

В исследуемой группе военных летчиков при учете фактора высоты увеличивается значимость такого воздействия как облучение, связанного с солнечной активностью.

Уровень эквивалентной дозы при максимуме солнечной активности на высоте 6000 метров составляет  $9,9 \times 10^{-7}$ , на высоте 12 000 —  $7,29 \times 10^{-6}$  Зв/ч. При налете в 1000 часов общая доза составляет  $9,9 \times 10^{-4}$ ,  $7,29 \times 10^{-3}$  Зв соответственно [7].

Оценка АЯ в клетках буккального эпителия пилотов с учетом как высоты, так и длительности полетов, показала, что в группах с одинаковым количеством полетных часов число клеток с кариорексисом возрастает с увеличением высоты (рис. 1).

Частоты встречаемости АЯ в буккальном эпителии проанализировали в зависимости от наличия у пилотов РАО.

Одним из основных механизмов, обеспечивающих развитие адаптивного ответа, считается приведение системы репарации клетки в готовность при воздействии малой дозы генотоксиканта.

После учета aberrаций хромосом в ФГА-стимулированных лимфоцитах РАО наблюдали у 7 человек в контрольной группе (78%). В группе до 1000 часов — у 10 человек (59%), в группе более 1000 часов — 4 человек (33%).

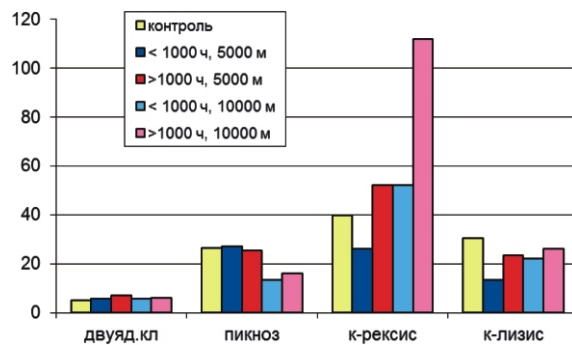


Рис. 1. Частота встречаемости разных АЯ в зависимости от высоты и общего количества полетных часов. По оси ординат — абсолютные значения.

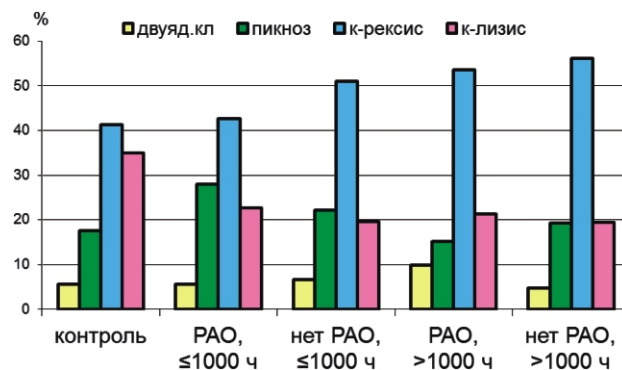


Рис. 2. Соотношение АЯ в зависимости от наличия РАО и часов налета. По оси ординат — процент клеток с определенной аномалией от общего количества поврежденных клеток.

Была обнаружена корреляционная связь между часами налета и коэффициентами РАО ( $r = -0,37$ ,  $p = 0,02$ ): при увеличении часов налета регистрировали меньшие значения коэффициентов РАО. Анализ показал, что большая часть выборки по коэффициентам РАО попадает в интервал 2σ. За пределы этого интервала выпадают в группе до 1000 часов один человек (с коэффициентом 2,4) и в группе больше 1000 часов один человек (с коэффициентом 2,5). Это может говорить о том, что они обладают повышенной устойчивостью к действию радиации.

Анализ АЯ в клетках буккального эпителия с учетом наличия или отсутствия РАО показал, что наблюдается тенденция к увеличению числа клеток с кариорексисом у летчиков без РАО, в группе >1000 ч эта тенденция является более выраженной (рис. 2).

Таким образом, соотношение частот встречаемости АЯ в буккальном эпителии меняется в зависимости от общей продолжительности и высоты полетов. Эта закономерность проявляется как в случае групп, так и отдельных пилотов. Кроме того, степень изменений, вызываемых в организме факторами полета, зависит от индивидуальных особенностей, обусловленных генотипом.

### Заключение

Представленные данные позволяют говорить о том, что общим признаком для группы является снижение качества неспецифических адаптивных механизмов с увеличением часов налета. Хроническое действие генотоксических факторов в дозах, превышающих среднестатистические значения, нарушает защитное действие репарационных процессов, которое проявляется в отсутствии РАО. Кроме того, действие факторов полета реализуется в увеличении частоты встречаемости клеток с кариорексисом, что более выражено в группах пилотов без адаптивного ответа.

### Список литературы

1. Алчинова И.Б. Клеточно-метаболические реакции в крови летчиков в зависимости от полетных часов. *Патогенез*. 2015; 13 (1): 43-47.
2. Antoschina M.M., Fesenco E.V., Nasonova V.A., Ryabchenko N.I. Adaptive response after preliminary irradiations of human lymphocytes. *Annual Meeting of the European Society for Radiation Biology*. 1997; 32: 407-408.

### Сведения об авторе:

Алчинова Ирина Борисовна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; заведующая лабораторией космической патофизиологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства России

phocytes. *Annual Meeting of the European Society for Radiation Biology*. 1997; 32: 407-408.

3. Меркулов Г.А. Курс патологистологической техники. Л.: МЕДГИЗ, 1961. 343 с.

4. Беляева Н.Н., Губернский Ю.Д., Горелова Ж.Ю. Цитологический статус слизистых оболочек носовой и ротовой полости для оценки состояния здоровья. *Гигиена и санитария*. 2003; 6: 79-80.

5. Tolbert P., Shy C., Allen J. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development. *Mut. Research*. 1992; 271: 69-77.

6. Wulsch, G., Nersesyan, A., Kundi, M., Jakse, R., Beham, A., Wagner, K.H., Knasmueller, S. The sensitivity of biomarkers for genotoxicity and acute cytotoxicity in nasal and buccal cells of welders. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2014; 217(4-5): 492-498. DOI: 10.1016/j.ijheh.2013.09.005

7. Darden E.B. Radiation Exposure and High-Altitude Flight. Commentary 12, National Council on Radiation Protection and Measurements. *Radiation Research*. 1996; 145: 519.

### References

1. Alchinova I.B. [Cell-metabolic reactions in the blood of pilots depending on flight hours]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2015; 13 (1): 43-47. (in Russian)

2. Antoschina M.M., Fesenco E.V., Nasonova V.A., Ryabchenko N.I. Adaptive response after preliminary irradiations of human lymphocytes. *Annual Meeting of the European Society for Radiation Biology*. 1997; 32: 407-408.

3. Merkulov G.A. [Course of pathologic histology]. L.: MEDGI3, 1961. 343 p. (in Russian)

4. Beliaeva N.N., Mukhambetova L.Kh., Petrova I.V., Khripach L.V., Shamarin A.A., Iurchenko V.V., Zhurkov V.S. [The cytological status of the nasal and mouth mucosa for the assessment of health status]. *Gigiena i sanitarija [Hygiene and sanitation]*. 2003; 6: 79-80 (in Russian)

5. Tolbert P., Shy C., Allen J. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development. *Mut. Research*. 1992; 271: 69-77.

6. Wulsch, G., Nersesyan, A., Kundi, M., Jakse, R., Beham, A., Wagner, K.H., Knasmueller, S. The sensitivity of biomarkers for genotoxicity and acute cytotoxicity in nasal and buccal cells of welders. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2014; 217(4-5): 492-498. DOI: 10.1016/j.ijheh.2013.09.005

7. Darden E.B. Radiation Exposure and High-Altitude Flight. Commentary 12, National Council on Radiation Protection and Measurements. *Radiation Research*. 1996; 145: 519