

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОЙ АССОЦИАЦИИ И ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА ОЖОГОВОГО ОТДЕЛЕНИЯ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹,
УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи
г. Минска»²

По результатам 353 исследований, проведенных в палатах ожогового отделения, микроорганизмы в воздухе обнаружены в 326 (92,4 ± 1,4 %) случаях при среднем количестве 138 ± 8 КОЕ/м³ и представлены 21 родом с преобладанием *Staphylococcus* (63,4 ± 2,7 %). Доля *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Candida*, *Enterobacteriaceae* оказалась значительно меньшей (2,1–9,9 %), а удельный инфекционных агентов ещё 16 родов (*Streptococcus*, *Moraxella*, *Bordetella* и др.) колебался от 0,3 до 0,9 %.

Количество микроорганизмов в воздухе (от 10 до 980 КОЕ/м³ при среднем значении 138 ± 8/м³) находится в прямой зависимости с концентрацией углекислого газа (от 548 до 1754 см³/м³ при среднем содержании 994 ± 16 см³/м³), относительной влажностью (от 10 до 61 % при среднем показателе 32,2 ± 0,4 %) и температурой точки росы (от 7 до 15 °С при средней температуре 6,8 ± 0,2 °С), что подтверждается репрезентативными коэффициентами корреляции.

Ключевые слова: ожоговое отделение, воздушная среда, факторы микроклимата, микроорганизмы.

**E. E. Levsha, M. I. Rimzha, I. N. Slabko,
N. L. Batsukova, L. V. Zolotukhina**

MICROFLORA OF THE AIR IN THE WARDS BURN UNIT

The 353 the results of studies conducted in the wards burn unit, the microorganisms in the air are detected in 326 (92,4 ± 1,4 %) with an average number of 138 ± 8 CFU/m³ and are 21 come with a predominance of *Staphylococcus* (63,4 ± 2,7 per cent). The proportion of *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Candida*, *Enterobacteriaceae* was significantly lower (between 2,1–9,9 percent), and specific infectious agents 16 genera (*Streptococcus*, *Moraxella*, *Bordetella*, etc.) ranged from 0,3 to 0,9 %.

The number of microorganisms in the air (from 10 to 980/m³ with an average value of 138 ± 8/m³) is in direct proportion with the concentration of carbon dioxide (from 548 to 1754 cm³/m³ at an average grade of 994 ± 16 cm³/m³), relative humidity (10 to 61 % with an average of 32.2 ± 0.4 %) and the dew point temperature (from 7 to 15 °C at an average temperature of 6.8 ± 0,2 °C), which is confirmed by a representative correlation coefficients.

Keywords: burn unit, air environment, microclimate, microorganisms.

■ Оригинальные научные публикации

Массивность обсемененности микроорганизмами воздуха в палатах медицинских организаций, наряду с концентрацией диоксида углерода (углекислый газ), температурой, влажностью, температурой точки росы играют существенную роль в обеспечении комфортных параметров микроклимата в помещениях. Особенно это актуально для пациентов с термической травмой, у которых гноеродные бактерии попадают в рану ещё в процессе травмирования, а в дальнейшем из воздуха и объектов внешней среды [3]. Размножение в ране микроорганизмов, в свою очередь, способствует попаданию их в воздух и на предметы обстановки (медицинское оборудование, мебель, постельное белье и др.), вследствие чего поддерживается циркуляция инфекционных агентов во внешней среде лечебной организации [1]. В связи с этим результаты микробиологического мониторинга играют важную роль при оценке санитарно-гигиенического состояния ожоговых отделений [2, 4–6]. Для комплексной гигиенической характеристики воздушной среды важно определить возможную зависимость между количеством микроорганизмов со значимыми для здоровья пациента показателями концентрации углекислого газа, температуры, влажности, температуры точки росы, что и явилось целью настоящей работы.

Материал и методы

Воздух для микробиологических исследований отбирали в объеме 100 л аспирационным методом с помощью пробоотборника ПУ-1Б в функционирующих палатах ожогового отделения Минской городской клинической больницы скорой медицинской помощи. Для седиментации и выращивания микроорганизмов использовали пластмассовые чашки Петри диаметром 90 мм с желточно-солевым агаром (ЖСА) для выделения стафилококков, средой Левина для выделения энтеробактерий, средой Сабуро для выделения грибов и дрожжей. Чашки с питательными средами Левина и ЖСА инкубировали в термостате при температуре 37 °С в течение 48 часов; со средой Сабуро – при 25 °С в течение 4-х суток. Изолированные колонии с чашек Петри отсеивали на скошенный агар и инкубировали в термостате при 37 °С в течение 24 часов, посево со среды Сабуро – при 35 °С в течение 48 часов. Массивность обсемененности микроорганизмами 1 м³ воздуха оценивали по количеству колониеобразующих единиц (КОЕ) на поверхности питательных сред, умноженному на 10. Общее число микроорганизмов определяли по сумме КОЕ на трёх указанных питательных средах.

Вид микроорганизмов определяли на автоматическом бактериологическом анализаторе VITEK-2 (BioMérieux, Франция) с использованием карт для идентификации грамотрицательных палочек (Vitek 2GN), грамположительных кокков (Vitek 2GP), дрожжей (Vitek 2YST).

Параллельно с отбором проб воздуха для микробиологических исследований с помощью комбинированного прибора Wall-Mount CO₂ monitor определяли концентрацию углекислого газа (см³/м³) и соответствующих ей значений параметров микроклимата: температуры и температуры точки росы (в градусах Цельсия), относительной влажности (в %).

Микробиологические исследования выполнены в лаборатории внутрибольничных инфекций научно-исследовательской части УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Среднее количество микроорганизмов в воздухе, концентрацию углекислого газа, а также значения показателей микроклимата (температура, влажность, температура точки росы) выражали в средних арифметических (\bar{x}) со статистической ошибкой (S_x). Существенность различий между сравниваемыми значениями долей (p) со статистическими ошибками (S_p) оценивали по уровням t -критерия Стьюдента при $P < 0,05$ для анализируемого объема выборочных совокупностей. Наличие причинно-следственной зависимости между количеством микроорганизмов в воздухе и концентрацией углекислого газа, а также с фактическими показателями микроклимата определяли по значениям коэффициента линейной корреляции (r_{xy}).

Результаты и обсуждение

Из 353 исследований микроорганизмы выделены в 333 (92,4 ± 1,4 %). Рост бактерий одновременно на ЖСА и среде Левина отмечен в 40,2 ± 2,7 % случаев; только на ЖСА – в 20,6 ± 2,2 %; на среде Сабуро – в 14,1 ± 1,9 % и с такой же частотой (14,7 ± 1,9 %; $P > 0,05$) одновременно на трёх питательных средах (ЖСА, Левина и Сабуро). Удельный вес выделенных излятов одновременно на средах ЖСА и Левина составил 4,6 ± 1,2 %; столько же на Левина и Сабуро (4,6 ± 1,2 %; $P > 0,05$) и статистически значимо меньший – только на среде Левина (1,2 ± 0,6 %; $P < 0,001$). В целом, рост микроорганизмов чаще отмечался на средах с ЖСА (44,5 ± 2,1 %) и Сабуро – 41,5 ± 2,0 % ($P > 0,05$) и статистически значимо реже – на среде Левина (14,0 ± 1,4 %; $P < 0,001$).

Среди идентифицированных 333 штаммов 63,4 ± 2,7 % составили бактерии рода *Staphylococcus*. Доля других микроорганизмов была значительно меньшей и колебалась от 0,3 % до 9,9 % (таблица 1).

Видовой состав микроорганизмов включал 53 вида. Род стафилококков был представлен 17 видами, микрококков – 6, ацинетобактерий, псевдомонад и грибов рода кандиды – по 4 каждый, энтеробактерий и стрептококков – по 2. Одним штаммом были представлены 14 видов бактерий.

Среди 211 штаммов стафилококков доминировали *Staphylococcus haemolyticus* (39,3 ± 3,4 %). Из 33 штаммов ацинетобактерий преобладали *Acinetobacter baumannii* (51,5 ± 8,7 %), из 20 штаммов рода кандиды 70,0 ± 10,5 % составили *Candida albicans* (таблица 2).

Общее количество микроорганизмов в воздухе колебалось от 10 до 980 КОЕ/м³ при среднем показателе 138 ± 8 КОЕ/м³ с преобладанием стафилококков (в среднем 89 ± 6 КОЕ/м³ при максимальном количестве 780 КОЕ/м³). В 2,3 раза меньше обнаруживалось плесневых грибов (при среднем количестве 38 ± 3 КОЕ/м³ и максимальном 550 КОЕ/м³). Еще в меньшем количестве обнаруживались энтеробактерии (10 ± 2 КОЕ/м³) при максимальном показателе 340 КОЕ/м³.

Таблица 1. Доля (абс. и %) штаммов отдельных родов микроорганизмов, циркулирующих в воздушной среде палат ожогового отделения

| Род микроорганизмов | Количество штаммов | | Род микроорганизмов | Количество штаммов | |
|---------------------|--------------------|------------|---------------------|--------------------|-----------|
| | абс. | % | | абс. | % |
| Staphylococcus | 211 | 63,4 ± 2,7 | Klebsiella | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Acinetobacter | 33 | 9,9 ± 1,6 | Yersinia | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Micrococcus | 28 | 8,4 ± 1,5 | Bordetella | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Candida | 20 | 6,0 ± 1,3 | Serratia | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Enterobacteriaceae | 7 | 2,1 ± 0,8 | Rhizobium | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Streptococcus | 3 | 0,9 ± 0,5 | Paracoccus | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Neisseria | 3 | 0,9 ± 0,5 | Methylobacterium | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Leuconostoc | 2 | 0,6 ± 0,4 | Proteus | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Drucellaceae | 2 | 0,6 ± 0,4 | Pasteurella | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Moraxella | 2 | 0,6 ± 0,4 | Dermacoccus | 1 | 0,3 ± 0,3 |
| Alcaligines | 1 | 0,3 ± 0,3 | Итого | 333 | 100,0 |

Таблица 2. Видовой состав штаммов микроорганизмов, выделенных из воздушной среды палат ожогового отделения (ранжирование внутри рода)

| Вид микроорганизмов | Количество штаммов | Вид микроорганизмов | Количество штаммов |
|---------------------------------|--------------------|--|--------------------|
| Staphylococcus haemolyticus | 83 | Candida albicans | 14 |
| Staphylococcus epidermidis | 26 | Candida lusitanae | 1 |
| Staphylococcus hominis | 34 | Pseudomonas (Sphingomonas) paucimobilis | 6 |
| Staphylococcus warneri | 17 | Pseudomonas luteola | 4 |
| Staphylococcus aureus | 14 | Pseudomonas aeruginosa | 1 |
| Staphylococcus saprophyticus | 9 | Pseudomonas (Comamonas) testosterone | 1 |
| Staphylococcus cohnii | 5 | Pantoea (Erwinia) agglomerans | 6 |
| Staphylococcus xylosus | 5 | Neisseria animaloris | 3 |
| Staphylococcus simulans | 5 | Alloiococcus otitis | 2 |
| Staphylococcus vitulus | 3 | Aerococcus (streptococcus) viridans | 2 |
| Staphylococcus sciuri(lentus) | 3 | Ochrobactrum anthropi | 2 |
| Staphylococcus caprae | 2 | Moraxella lacunata | 2 |
| Staphylococcus lentus | 1 | Leuconostoc mesenterioides spp. cremoris | 2 |
| Staphylococcus capitis | 1 | Streptococcus thoralensis | 1 |
| Staphylococcus arlettae | 1 | Yersinia enterocolitica | 1 |
| Staphylococcus equorum | 1 | Bordetella bronchiseptica | 1 |
| Staphylococcus intermedius | 1 | Alcaligines faecalis | 1 |
| Acinetobacter baumannii | 17 | Serratia ficaria | 1 |
| Acinetobacter lwoffii | 13 | Klebsiella pneumoniae | 1 |
| Acinetobacter junii | 1 | Rhizobium radiobacter | 1 |
| Micrococcus lylae | 6 | Paracoccus yeei | 1 |
| Micrococcus (Kocuria) kristinae | 5 | Methylobacterium organophilum | 1 |
| Micrococcus (Kocuria) roseus | 3 | Dermacoccus nishinomiyaensis | 1 |
| Micrococcus (Kocuria) varians | 3 | Proteus mirabilis | 1 |
| Candida famata | 4 | Pasteurella pneumotropica | 1 |
| Candida norvegensis | 1 | Всего штаммов: | 333 |

Концентрация углекислого газа (CO₂) колебалась от 548 см³/м³ до 1754 см³/м³ при среднем значении 994 ± 16 см³/м³; температура воздуха находилась в интервале 17–29 °С при среднем значении 24,7 ± 0,6 °С; влажность - от 10 до 61 % (32,2 ± 0,4 %); температура точки росы от 7 °С до 15 °С (6,8 ± 0,2 °С).

Для оценки возможной зависимости между количеством микроорганизмов с концентрацией CO₂, а также с фактическими значениями факторов микроклимата (влажность, температура, температура точки росы) рассчитаны коэффициенты линейной корреля-

ции. По результатам анализа 353 парных показателей установлено, что между концентрацией CO₂ и суммарным количеством микроорганизмов отмечена прямая корреляционная связь ($r_{xy} = +0,33$ при критическом значении 0,11 и уровне значимости $P < 0,05$ для числа исследований > 300). Близкое значение ($r_{xy} = +0,36$) получено при сравнении содержания CO₂ с количеством стафилококков; несколько меньшее ($r_{xy} = +0,18$), но репрезентативное – с количеством грибов и дрожжей. В то же время не отмечено причинно-следственной зависимости между concentra-

Оригинальные научные публикации

Таблица 3. Значения коэффициентов корреляции между показателями микроклимата и количеством микроорганизмов в воздухе

| Сравниваемые факторы воздушной среды | | Значение r_{xy} |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Концентрация углекислого газа | Общее количество микроорганизмов | + 0,33 |
| Концентрация углекислого газа | Количество стафилококков | + 0,36 |
| Концентрация углекислого газа | Количество энтеробактерий | + 0,01 |
| Концентрация углекислого газа | Количество грибов | + 0,18 |
| Относительная влажность | Общее количество микроорганизмов | + 0,31 |
| Относительная влажность | Количество стафилококков | + 0,19 |
| Относительная влажность | Количество энтеробактерий | + 0,04 |
| Относительная влажность | Количество грибов | + 0,32 |
| Температура точки росы | Общее количество микроорганизмов | + 0,29 |
| Температура точки росы | Количество стафилококков | + 0,20 |
| Температура точки росы | Количество энтеробактерий | + 0,06 |
| Температура точки росы | Количество грибов | + 0,27 |
| Температура | Общее количество микроорганизмов | + 0,01 |
| Температура | Количество стафилококков | + 0,02 |
| Температура | Количество энтеробактерий | + 0,002 |
| Температура | Количество грибов | + 0,06 |

цией CO_2 и количеством энтеробактерий ($r_{xy} = +0,01$), таблица 3.

Как свидетельствуют приведенные в таблице 3 данные, корреляционная связь имела место между количеством бактерий и такими факторами микроклимата, как влажность воздуха и температура точки росы и отсутствовала при сравнении со значениями температуры воздуха ($r_{xy} = -0,01$), таблица 3.

Таким образом, чем больше воздух насыщен углекислым газом и водяными парами, тем в большем количестве обнаруживаются условно-патогенные микроорганизмы, особенно стафилококки и грибы.

Выводы

1. Родовой и видовой состав микроорганизмов, циркулирующих в воздухе палат ожогового отделения, представлен 21 родом с преобладанием *Staphylococcus* (63,4 %) и 53 видами, среди которых доминируют *Staphylococcus haemolyticus* (24,9 %).

2. Общее количество микроорганизмов в воздухе колеблется от 10 до 980 КОЕ/м³ при среднем содержании 138 КОЕ/м³, в т. ч. стафилококков – 89 КОЕ/м³; грибов и дрожжей – 38 КОЕ/м³; энтеробактерий – 10 КОЕ/м³.

3. Количество микроорганизмов в воздухе в определенной степени находится в прямой причинно-следственной зависимости с концентрацией углекислого газа, уровнем влажности и температурой точки росы.

Литература

- Кузин, А. А. Бактериологический контроль аппаратов искусственной вентиляции легких в профилактике госпитальных инфекций дыхательных путей // Анестезиология и реаниматология. – 2010. – № 2. – С. 52–56.
- Лулева, И. О. Возможности микробиологического мониторинга в ожоговом стационаре / И. О. Лулева, Н. В. Островский // Проблемы лечения тяжёлой термической травмы: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Нижний Новгород, 2004. – С. 87–88.
- Марченко, А. Н. Особенности микробного пейзажа объектов больницы среды хирургических стационаров многопрофильной больницы / А. Н. Марченко, О. П. Маркова, Е. В. Сперанская // Дезинфекционное дело. – 2009. – № 3. – С. 49–54.
- Храпунова, И. А. К вопросу о создании системы санитарно-эпидемиологического надзора за внутрибольничными инфекциями медицинского персонала ожоговых центров / И. А. Храпунова, Ю. П. Тюриков, Л. С. Гладкая // Актуальные проблемы термической травмы: Международный рецензируемый сборник научных трудов, посвящённый 70-летию НИИ скорой помощи им. Ю. Ю. Джanelидзе и 55-летию ожогового центра. – СПб., 2002. – С. 74–77.
- Alexander, J. W. Control of infection following burn injury / J. W. Alexander // Arch. Surg. – 1971. – № 103. – P. 435.
- Bacteriological monitoring in the Prague Burn Center / J. Vrankova [et al.] // Acta Chir. Plast. – 1998. – Vol. 40. – P. 105–108.

Поступила 22.11.2016 г.