

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВОЗДУХЕ ПАЛАТ ОЖОГОВОГО ОТДЕЛЕНИЯ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

По результатам 1162 исследований воздушной среды на содержание углекислого газа (CO₂) в палатах ожогового отделения установлено, что его концентрация колеблется от 501 до 2200 см³/м³ воздуха.

Выявлены статистически значимые различия в концентрации CO₂ в отдельные месяцы года: в период отопительного сезона содержание CO₂ больше, чем в летнее время. В палатах, оборудованных системой круглосуточно действующей приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением, отмечаются более низкие уровни CO₂, чем в помещениях, воздухообмен в которых производится естественным побуждением.

Ключевые слова: углекислый газ, ожоговое отделение, воздушная среда.

E. E. Levsha

CONCENTRATION OF CARBON DIOXIDE IN THE AIR OF CHAMBERS OF THE BURN UNIT

According to the results of 1162 researches of concentration of carbon dioxide (CO₂) in air environment in the chambers of the burn unit found that the concentration ranges from 501 to 2200 cm³/m³ of air. There were statistically significant differences in the concentration of CO₂ in the individual months of the year: during the heating season, the CO₂ content higher than in the summer. In chambers, equipped with a system with forced ventilation with mechanical drive, have lower levels of CO₂, than in areas where ventilation is produced natural impulse.

Key words: carbon dioxide, burn unit, the air environment.

Одной из составляющих успешного лечения пострадавших от ожогов является создание в палатах специализированных отделений надлежащих условий микроклимата воздушной среды. Существенная роль в обеспечении комфортных условий пребывания пациентов отводится концентрации в воздухе диоксида углерода (углекислый газ, CO₂), уровень содержания которого является одним из важнейших гигиенических показателей качества воздушной среды для закрытых помещений с пребыванием в них людей. Основным источником CO₂ в помещении является накопление газа вследствие экспирации его организмом в процессе дыхания. Несмотря на то, что диоксид углерода относится к 4-му классу опасности, даже в невысоких концентрациях он негативно влияет на клеточные мембраны, увеличивает концентрацию в крови ионов бикарбоната, способствует снижению pH крови и приводит к развитию ацидоза. Считается, что по своему воздействию угле-

кислый газ также токсичен для человека, как двуокись азота.

В составе чистого атмосферного воздуха CO₂ содержится в количестве до 400 см³ в 1 м³ воздуха. Увеличение притока атмосферного воздуха в помещение приводит к снижению накопившейся концентрации CO₂, что одновременно ведет к снижению концентрации и других загрязняющих газообразных веществ (сероводород, аммиак и т. д.) [1]. Особенно актуальна проблема обеспечения комфортных условий по газовому составу воздушной среды в палатах ожоговых отделений, в которых пациенты находятся продолжительное время, а в условиях реанимационного отделения они ограничены к самостоятельному передвижению или полностью его лишены.

Цель исследования состояла в сравнительной оценке содержания CO₂ в воздухе функционирующих реанимационных и послеоперационных палат ожогового отделения.

Оригинальные научные публикации

Материал и методы

В период с июля 2013 г. по май 2014 г. проведено 1162 исследований воздушной среды на содержание CO₂ в палатах ожогового отделения Минской городской клинической больницы скорой медицинской помощи. В отделении интенсивной терапии и реанимации (ОИТР) проведено 330 исследований, в послеоперационных палатах – 832. Количество исследований в отдельные месяцы колебалось от 16 до 72 в палатах ОИТР и от 40 до 129 – в послеоперационных палатах. Определение концентрации CO₂ проводилось в присутствии пациентов с помощью комбинированного прибора Wall-Mount CO₂ monitor (международный сертификат тестирования от 15.05.2008 г. и сертификат калибровки Белорусского государственного института метрологии ВУ 01 № 300-50 от 30.10.2013 г.) в соответствии с прилагаемой инструкцией производителя. Уровень содержания CO₂ определяли в величинах ppm (parts per million), т. е. количества частиц CO₂ на один миллион частиц воздуха (1000 ppm = 0,1% CO₂) и выраженные в содержании CO₂ в см³ в 1 м³ воздуха.

Для статистической оценки полученных показателей рассчитывалась средняя арифметическая (\bar{x}) со статистической ошибкой (S_x) и доверительными интервалами (ДИ) 95% при уровне значимости $P < 0,05$. Значимость различий между средними величинами оценивали по значениям t -критерия Стьюдента в сравнении с критическими уровнями для конкретного объема выборочных совокупностей.

Результаты и обсуждение

Концентрация CO₂ в воздухе палат колебалась от 501–600 см³/м³ до 2200 см³/м³. При этом, содержание CO₂ в концентрации от 501 до максимально допустимого гигиенического уровня 1000 см³/м³ в палатах ОИТР отмечено в 97,2 ± 0,9% случаев (321 из 330), в то время как в послеоперационных палатах в 1,7 раза реже 55,3 ± 1,7% или в 460 случаев из 832; ($P < 0,001$). Особенно существенны различия при невысоких концентрациях (501–600 и 601–700 см³/м³), когда уровень CO₂ в палатах ОИТР был статистически значимо меньше в 6,8–15,4 раза по сравнению с послеоперационными палатами. Это свидетельствует о более комфортном газовом составе воздуха в палатах реанимации, тем более, что содержание в воздухе CO₂ в концентрации от 1300 до 2200 см³/м³ вообще не обнаруживалось (таблица 1).

Поддержание концентрации CO₂ на более низком уровне при постоянном нахождении в палатах ОИТР пациентов с ожогами объясняется круглосуточным функционированием в данных помещениях принудительной механической вентиляции с преобладанием вытяжки над притоком. Что касается послеоперационных палат, то в них воздухообмен осуществлялся приточно-вытяжной вентиляцией с естественным побуждением.

В целом, средняя концентрация CO₂ в воздухе послеоперационных палат составила 1069 ± 55 см³/м³ и была статистически значимо большей в 1,6 раза, чем в пала-

Таблица 1. Доля (абс. и %) отдельных концентраций CO₂ в ОИТР и послеоперационных палатах

Концентрация CO ₂ в см ³ /м ³ воздуха	Палаты ОИТР n = 330	Послеоперационные палаты n = 832	P
501–600	61 18,5±2,1	10 1,2±0,4	<0,001
601–700	169 51,2±2,8	62 7,5±0,9	<0,001
701–800	57 17,3±2,0	152 18,3±1,3	>0,05
801–900	24 7,3±1,4	102 12,3±1,1	<0,01
901–1000	10 3,0±0,9	134 16,1±1,3	<0,001
1001–1100	6 1,8±0,7	79 9,5±1,0	<0,001
1101–1200	2 0,6±0,4	88 10,5±1,1	Не подлежит сравнению
1201–1300	1 0,3±0,3	81 9,7±1,0	Не подлежит сравнению
1301–1400	–	40 4,8±0,7	–
1401–1500	–	28 3,4±0,6	–
1501–1600	–	15 1,8±0,5	–
1601–1700	–	21 2,5±0,5	–
1701–1800	–	7 0,8±0,3	–
1801–1900	–	6 0,7±0,3	–
1901–2200	–	7 0,8±0,3	–

Таблица 2. Содержание CO₂ в воздухе палат ожогового отделения в отдельные месяцы года

Месяц	Количество исследований		Содержание CO ₂ в см ³ /м ³ воздуха (x±S _x)		P
	Палаты ОИТР	Послеоперационные палаты	Палаты ОИТР	Послеоперационные палаты	
Июль	44	129	640 ± 17 (606–674)	804 ± 18 (768–840)	<0,001
Август	72	168	664 ± 11 (642–686)	813 ± 12 (789–837)	<0,001
Сентябрь	31	84	790 ± 20 (750–830)	944 ± 19 (902–982)	<0,001
Октябрь	27	84	657 ± 14 (629–685)	1177 ± 19 (1139–1215)	<0,001
Ноябрь	20	55	659 ± 8 (643–675)	1392 ± 44 (1304–1480)	<0,001
Декабрь	21	77	835 ± 42 (751–919)	1198 ± 30 (1138–1258)	<0,001
Февраль	28	66	688 ± 6 (676–700)	1130 ± 32 (1066–1194)	<0,001
Март	27	88	684 ± 20 (644–724)	1118 ± 24 (1070–1166)	<0,001
Апрель	32	70	637 ± 27 (583–691)	944 ± 23 (898–990)	<0,001
Май	16	40	594 ± 10 (574–614)	1169 ± 10 (1063–1259)	<0,001

Примечание: в скобках приведены доверительные интервала при уровне значимости P < 0,05.

тах ОИТР ($685 \pm 22 \text{ см}^3/\text{м}^3$) $P \leq 0,001$. При этом различия в концентрации данного газа отмечались во всех проанализированных месяцах года (таблица 2).

При сравнительной оценке показателей содержания углекислого газа в палатах ОИТР и в палатах послеоперационного отделения установлено, что на протяжении всего периода наблюдения газовый состав воздуха в отделении реанимации соответствовал гигиеническим требованиям, поскольку концентрация диоксида углерода лишь в единичных случаях (9 из 330 или $2,8 \pm 0,9\%$) превышала допустимый уровень ($1000 \text{ см}^3/\text{м}^3$) для закрытых помещений в присутствии людей. В сентябре средняя концентрация содержания диоксида углерода увеличилась до $790 \pm 20 \text{ см}^3$ в 1 м^3 воздуха (ДИ 750–830 см^3 в 1 м^3), а в декабре – до $835 \pm 42 \text{ см}^3$ в 1 м^3 воздуха (ДИ 751–919 см^3 в 1 м^3), что было статистически значимо больше ($P < 0,001$), чем в остальные месяцы, хотя и не превышало гигиенически допустимого уровня ($1000 \text{ см}^3/\text{м}^3$). В то же время, в послеоперационных палатах с марта по май концентрация углекислого газа колебалась от $1118 \pm 24 \text{ см}^3/\text{м}^3$ до $1392 \pm 44 \text{ см}^3/\text{м}^3$. Более высокое содержание CO₂ в палатах послеоперационного отделения в течение всего времени наблюдения объясняется тем, что в указанных палатах функционирует приточно-вытяжная вентиляция не с механическим, а с естественным побуждением. В результате, из проведенных 318 исследований воздушной среды в ОИТР превышение содержания диоксида углерода выше гигиенически допустимого уровня (более $1000 \text{ см}^3/\text{м}^3$ воздуха) отмечено в 8 случаях ($2,5 \pm 0,9\%$), в то время как в пос-

леоперационных палатах в 529 исследованиях из 861 ($61,4 \pm 1,7\%$), т. е. статистически значимо чаще в 24,5 раза.

Следует отметить, что в послеоперационных палатах даже в теплое время года (сентябрь, апрель, июль, август), когда дополнительный приток воздуха обеспечивался через открытые окна, а также через фрамуги, средний уровень содержания CO₂ оказался статистически значимо более высоким ($876 \pm 34 \text{ см}^3/\text{м}^3$), чем в это же время в палатах ОИТР ($683 \pm 32 \text{ см}^3/\text{м}^3$), $P \leq 0,001$.

Выводы

1. Концентрация CO₂ в воздухе палат ожогового отделения колеблется от $501 \text{ см}^3/\text{м}^3$ до $2200 \text{ см}^3/\text{м}^3$, при этом в палатах ОИТР оборудованных системой круглосуточно действующей приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением с преобладанием оттока воздуха над притоком, созданы и поддерживаются более комфортные для пациентов условия по содержанию CO₂.
2. Среднее содержание CO₂ в воздухе палат существенно изменяется в отдельные месяцы года.
3. Концентрация CO₂ увеличивается в период отопительного сезона, особенно в палатах с естественным воздухообменом.

Литература

1. Борисоглебская, А. П. Вентиляция и кондиционирование воздуха лечебно-профилактических учреждений // Вентиляция, отопление, кондиционирование (АВОК). – 2008. – № 10.

Поступила 27.10.2014 г.