

Е. Е. Левша, М. И. Римжа

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПАЛАТАХ ОЖОГОВОГО ОТДЕЛЕНИЯ С РАЗНЫМ ОБЪЕМОМ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

По результатам 1957 исследований минимальная концентрация углекислого газа в воздухе палат ожогового отделения составила $541 \text{ см}^3/\text{м}^3$, максимальная – $2351 \text{ см}^3/\text{м}^3$ при среднемесечном годовом показателе $950 \pm 7 \text{ см}^3/\text{м}^3$. В отдельные месяцы года отмечена неодинаковая насыщенность воздуха диоксидом углерода: в июле и августе она оставалась наименьшей ($752 \pm 13 \text{ см}^3/\text{м}^3$ и $758 \pm 9 \text{ см}^3/\text{м}^3$ соответственно), а с ноября по февраль – наибольшей (от $1059 \pm 24 \text{ см}^3/\text{м}^3$ до $1084 \pm 25 \text{ см}^3/\text{м}^3$). Среднее содержание углекислого газа было повышенным в период отопительного сезона (октябрь-апрель) в сравнении с теплым временем года (май-сентябрь), составив $879 \pm 9 \text{ см}^3/\text{м}^3$ и $786 \pm 8 \text{ см}^3/\text{м}^3$ соответственно. Концентрация газа отличалась в палатах с разным объемом воздуха на пациента: чем он был ниже, тем содержание CO_2 было выше, составив $1061 \pm 9 \text{ см}^3/\text{м}^3$ при объеме воздуха $13,4 \text{ м}^3$, $957 \pm 16 \text{ см}^3/\text{м}^3$ при объеме $17,4 \text{ м}^3$, $686 \pm 6 \text{ см}^3/\text{м}^3$ и $686 \pm 7 \text{ см}^3/\text{м}^3$ при объемах $31,4 \text{ м}^3$ и $51,8 \text{ м}^3$ соответственно.

Ключевые слова: ожоговое отделение, объем воздушной среды, углекислый газ.

E. E. Levsha, M. I. Rimzha

THE CONTENT OF CARBON DIOXIDE IN THE CHAMBERS OF THE BURNING DEPARTMENT DEPENDS ON THE VOLUME OF THE AIR ENVIRONMENT

According to the results of 1957 studies, the minimum concentration of carbon dioxide in the air of the burn chamber was $541 \text{ cm}^3/\text{m}^3$, the maximum – $2351 \text{ cm}^3/\text{m}^3$, with an average monthly indicator of $950 \pm 7 \text{ cm}^3/\text{m}^3$. In some months of the year the air saturation with carbon dioxide varied: in July and August it remained the smallest ($752 \pm 13 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ and $758 \pm 9 \text{ cm}^3/\text{m}^3$, respectively), and from November to February – the highest (from $1059 \pm 24 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ up to $1084 \pm 25 \text{ cm}^3/\text{m}^3$). The average content of carbon dioxide was increased during the heating season (October-April) in comparison with the warm season (May-September), amounting to $879 \pm 9 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ and $786 \pm 8 \text{ cm}^3/\text{m}^3$, respectively. The gas concentration was different in the chambers with different air volume per patient: the lower it was, the higher the CO_2 content was $1061 \pm 9 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ with an air volume of $13,4 \text{ m}^3$, $957 \pm 16 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ with a volume of $17,4 \text{ m}^3$, $686 \pm 6 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ and $686 \pm 7 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ for volumes of $31,4 \text{ m}^3$ and $51,8 \text{ m}^3$, respectively.

Key words: burn department, air environment, carbon dioxide.

Одним из санитарно-гигиенических требований к воздушной среде помещений с пребыванием людей является содержание в воздухе углекислого газа (диоксид углерода, CO_2) в уровнях максимально приближенных к его концентрации в атмосферном воздухе ($400 \text{ см}^3/\text{м}^3$). Повышенное содержание диоксида углерода ведет к негативным изменениям в организме, проявляющимся усталостью, сонливостью, снижением внимания [2, 5]. Елисеева О. В. [1] установила, что при концентрации CO_2 от $1000 \text{ см}^3/\text{м}^3$ до $5000 \text{ см}^3/\text{м}^3$ происходят выраженные изменения в функции внешнего дыхания, системы кровообращения, электрофизиологической активности головного мозга. По данным D. S. Robertson [5] даже при более низком содержании CO_2 ($600 \text{ см}^3/\text{м}^3$) учащается дыхание, пульс, появляется головная боль, потливость, снижается слух, отмечаются другие расстройства. За рубежом такие состояния у людей получили образное выражение «синдром больного здания» [3, 4]. Учитывая, что в ожоговом

отделении пациенты круглосуточно находятся на лечении, выделяя углекислый газ в процессе дыхания, его концентрация в окружающем воздухе, в определенной степени, может зависеть от объема палат и от количества пациентов в них. Однако такие исследования в доступной научной литературе не представлены, что и послужило основанием для выполнения настоящей работы.

Цель исследований состояла в сравнительной оценке концентрации углекислого газа в палатах ожогового отделения с разными объемами воздушной среды на пациента.

Материал и методы. Содержание углекислого газа определяли в палатах отделения интенсивной терапии и реанимации (ОИТР) с объемом воздуха на одного пациента $51,8 \text{ м}^3$ (261 исследование) и $31,4 \text{ м}^3$ (259 исследований), в послеоперационных палатах ожогового отделения (ПОО) с объемом воздуха $17,4 \text{ м}^3$ и $13,4 \text{ м}^3$ (213 и 1225 исследований соответственно). Итоговые результаты (объемная кон-

центрация газа, см³/м³) представлены в виде средних арифметических (\bar{x}) со статистическими ошибками (Sx). Достоверность различий между двумя сравниваемыми показателями оценивали по величине t-критерия Стьюдента, при уровне значимости $P < 0,05$ для соответствующего объема выборочной совокупности (n).

Результаты и обсуждение. По данным ежемесячных на протяжении календарного года исследований установлено, что минимальная концентрация углекислого газа составила 541 см³/м³, максимальная – 2351 см³/м³.

При сравнении полученных среднесуточных месячных значений выявлено, что в палатах ОИТР с объемами воздушной среды 51,8 м³ и 31,4 м³ на одного пациента концентрация газа в течение года оставалась статистически значимо меньшей, чем в палатах ПОО с объемами 17,4 м³ и 13,4 м³. Как следствие, среднесуточный годовой показатель в палатах ОИТР (685±5 см³/м³) в 1,52 раза был ниже, чем в палатах ПОО (1047±8 см³/м³; $P < 0,001$), таблица 1.

Учитывая разный объем палат, а также неодинаковое количество находящихся в них пациентов, проведен сравнительный анализ полученных помесечных данных с учетом объема воздушной среды на одного человека. В палатах с объемом 51,8 м³ и 31,4 м³ отмечены незначительные различия: в январе, объемная концентрация газа была более высокой в помещениях с меньшим объемом, в марте и сентябре – с большим. Несмотря на эти единичные расхождения среднесуточные годовые показатели нивелировались и существенно не различились, составив 686±6 см³/м³ и 686±7 см³/м³ ($P > 0,05$), таблица 2.

В палатах с меньшими объемами воздуха на пациента (17,4 м³ и 13,4 м³) различия в концентрации газа выявлены в течение 7 месяцев. Среднесуточная концентрация CO₂ за год в палатах с объемами 13,4 м³ оказалась в 1,1 раза выше (1061±9 см³/м³), чем в палатах с объемом 17,4 м³ (957±16 см³/м³; $P < 0,05$), таблица 3.

Таким образом, данные проведенных исследований свидетельствуют о том, что по мере уменьшения

Таблица 1. Средняя объемная концентрация углекислого газа в палатах ожогового отделения

Месяц	Число исследований в палатах		Концентрация CO ₂ ($\bar{x} \pm Sx$, см ³ /м ³) в палатах		P
	ОИТР	ПОО	ОИТР	ПОО	
январь	47	110	733±19	1214±21	<0,001
февраль	57	130	709±12	1214±24	<0,001
март	39	116	653±11	1099±25	<0,001
апрель	47	109	706±13	1004±27	<0,001
май	22	50	600±13	1070±48	<0,001
июнь	13	93	642±23	872±27	<0,001
июль	53	160	636±21	790±16	<0,001
август	80	189	662±16	799±11	<0,001
сентябрь	38	113	776±23	970±24	<0,001
октябрь	47	154	674±17	1118±19	<0,001
ноябрь	43	111	667±9	1237±32	<0,001
декабрь	34	102	786±42	1183±25	<0,001
Всего	520	1437	685±5	1047±8	<0,001

Таблица 2. Средняя объемная концентрация углекислого газа по месяцам в палатах ОИТР с разными объемами воздушной среды на одного пациента

Месяц	Число исследований в палатах с объемом воздушной среды		Средняя концентрация CO ₂ ($\bar{x} \pm Sx$, см ³ /м ³) в палатах с объемом воздуха		P
	51,8 м ³	31,4 м ³	51,8 м ³	31,4 м ³	
январь	22	25	682±14	783±23	<0,01
февраль	32	25	697±8	720±15	>0,05
март	26	13	669±12	636±10	<0,05
апрель	24	23	726±2	686±21	>0,05
май	11	11	601±14	598±11	>0,05
июнь	10	3	616±10	667±36	>0,05
июль	26	27	644±18	627±23	>0,05
август	32	48	664±17	659±14	>0,05
сентябрь	16	22	812±27	739±18	<0,05
октябрь	25	22	655±19	683±14	>0,05
ноябрь	21	22	661±9	673±9	>0,05
декабрь	16	18	810±51	761±33	>0,05
Всего	261	259	686±7	686±6	>0,05

Таблица 3. Средняя объемная концентрация углекислого газа по месяцам в ПОО с разными объемами воздушной среды на одного пациента

Месяц	Число исследований в палатах с объемом воздушной среды		Средняя концентрация CO ₂ (x±Sx, см ³ /м ³) в палатах с объемом воздуха		P
	17,4 м ³	13,4 м ³	17,4 м ³	13,4 м ³	
январь	11	99	1088±65	1229±22	<0,05
февраль	14	116	998±26	1240±25	<0,05
март	18	98	1058±78	1106±25	>0,05
апрель	10	99	982±41	1006±29	>0,05
май	5	45	894±56	1090±53	<0,05
июнь	5	88	816±66	875±28	>0,05
июль	30	130	687±22	814±18	<0,05
август	38	151	816±35	795±11	>0,05
сентябрь	24	89	976±47	968±28	>0,05
октябрь	28	126	1046±30	1134±22	<0,05
ноябрь	14	97	1114±37	1255±36	<0,05
декабрь	16	87	1007±33	1215±27	<0,05
Всего	213	1225	957±16	1061±9	<0,05

объема воздушной среды насыщенность ее диоксидом углерода закономерно увеличивалась.

При сравнении показателей по месяцам отмечено снижение содержания CO₂ с мая по август, что, в определенной степени, может быть обусловлено дополнительным притоком атмосферного воздуха в теплое время года вследствие естественного проветривания через открытые фрамуги и окна по сравнению с холодным периодом, когда воздухообмен обеспечивался только системой принудительной вентиляции, а температура поддерживалась централизованной системой отопления. С целью подтверждения данного предположения проведен сравнительный анализ показателей в теплый (май-сентябрь) и холодный (октябрь-апрель) периоды года. Установлено, что в холодное время средние показатели угле-

кислого газа были в 1,2 раза выше, чем в теплое (839±9 см³/м³ и 1029±8 см³/м³; P < 0,001). Отмеченная закономерность была характерна для палат с объемом 31,4 м³ (706±11 см³/м³ и 658±9 см³/м³; P < 0,05), 17,4 м³ (1042±10 см³/м³ и 838±19 см³/м³; P < 0,001), 13,4 м³ (1169±19 см³/м³ и 908±21 см³/м³; P < 0,001). В палатах с наибольшим объемом воздушной среды (51,8 м³) содержание диоксида углерода в холодный и теплый период года существенно не разнилось (700±11 см³/м³ и 667±15 см³/м³ соответственно; P > 0,05), рисунок 1.

Таким образом, по мере уменьшения объема воздушной среды в палатах, увеличивалось содержание диоксида углерода на протяжении всего года, особенно выраженное в период отопительного сезона.

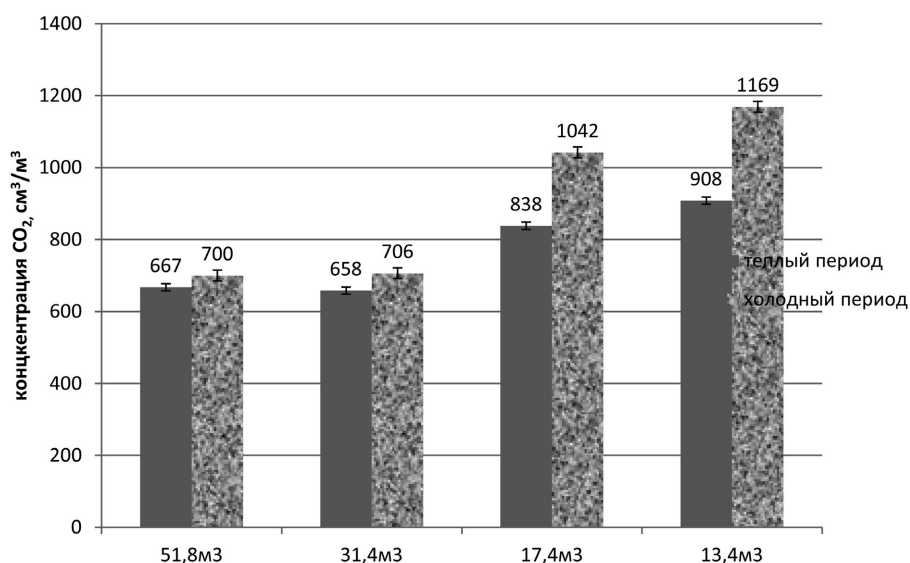


Рис. 1. Концентрация углекислого газа в палатах с разным объемом воздушной среды на пациента в теплый и холодный период года

Выводы

1. Содержание углекислого газа в палатах увеличивается по мере уменьшения объема воздушной среды на одного пациента.

2. Концентрация диоксида углерода в воздухе палат в теплый период года (май-сентябрь) ниже, чем в холодный (октябрь-апрель), что, в определенной мере, обусловлено притоком свежего воздуха в результате дополнительного проветривания.

Литература

1. Елисеева, Л. В. К обоснованию предельно-допустимой концентрации двуокиси углерода в воздухе // Гигиена и санитария. – 1964. – № 8. – С. 10–15.

2. Обоснование допустимого уровня содержания диоксида углерода в воздухе помещений жилых и общественных зданий / Ю. Д. Губернский [др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 6. – С. 37–41.

3. Yu, C. W. F., Kim, J. T. Building pathology, investigation of sick buildings - VOC emissions / Yu C. W. F., Kim J. T. // Indoor Built Environ. – 2010. – № 19 (1). – P. 30–39.

4. Yik, F. W. H., Lun, Y. F. Energy saving by utilising natural ventilation in public housing in Hong Kong / Yik F. W. H., Lun Y. F. // Indoor Built Environ. – 2010. – № 19 (1). – P. 73–87.

5. Robertson, D. S. Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere // Current science. – 2006. – Vol. 90, № 12.

Поступила 27.04.2018 г.