А.Э. Самусенко, А.М. Гунько

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. И.П. Семёнов
Кафедра гигиены труда
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.E. Samusenko, A.M. Gunko

THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL RESPIRATORY PROTECTIVE EQUIPMENT ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE ORGANISM

Tutor: PhD, associate professor I.P. Siamionau
Department of occupational hygiene
Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Резюме. В работе приведены результаты анализа изменений показателей оксигенации крови студентов в ходе образовательного процесса при использовании полумасок фильтрующих 2-го и 3-го классов защиты.

Ключевые слова: пульсоксиметрия, сатурация, оксигенация, СИЗОД, респиратор, профилактическая медицина.

Resume. This work presents the results of an analysis of changes in blood oxygenation indicators of students during the educational process when using 2nd and 3rd classes RPE.

Keywords: pulse oximetry, saturation, oxygenation, PRE, respirator, preventive medicine.

Актуальность. Для предупреждения или снижения степени негативного воздействия вредных и опасных факторов производственной среды на органы дыхания работников используются средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Одними из наиболее удобных и часто используемых СИЗОД являются фильтрующие полумаски (респираторы), которые позволяют снизить количество частиц пыли, газов и биологических агентов в непосредственно вдыхаемом человеком воздухе. Респираторы подразделяются на три класса защиты в зависимости от фильтрующей эффективности и степени защиты от вредных факторов в концентрации, превышающей ПДК: в 4 раза – FFP1; в 12 раз – FFP2; и в 50 раз – FFP3.

Однако длительное использование СИЗОД может оказывать негативное влияние на функциональное состояние работника, снижая его работоспособность в случае длительного использования. Это происходит из-за дополнительного сопротивления дыханию, наличия «мертвого пространства» под маской, повышения концентрации углекислого газа во вдыхаемом воздухе и др. Функциональное состояние работника и его изменения можно оценить разными способами, например, путем измерения частоты дыхания, частоты сердечных сокращений, артериального давления, уровня лактата в крови, содержания кислорода в крови (сатурации) и др. [1-3].

Цель: оценить влияние использования фильтрующих полумасок 2-го и 3-го классов защиты на функциональное состояние организма человека на основании анализа динамики оксигенации крови при их использовании в условиях, исключающих поступление и присутствие в воздухе рабочей зоны вредных веществ.

УДК 61:001(06)(476) ББК 51.1 Ф 94

Задачи:

1. Изучить изменения показателей сатурации во время использования фильтрующих полумасок двух классов защиты и без них.

2. Проанализировать в динамике уровни содержания кислорода в крови в процессе использования СИЗОД и без них.

Материалы и методы. Исследования проведены с декабря 2023 г. по январь 2024 г. среди студентов учреждения высшего образования (n=9) в возрасте 22-24 года, без острых и обострений хронических заболеваний в анамнезе в течение шести месяцев до начала наблюдений. От всех участников было получено информированное согласие для участия в наблюдении, они были ознакомлены с целью и задачами проводимых наблюдений, проинструктированы и обучены правилам надлежащего использования СИЗОД (их надевания, ношения). Изучение оксигенации осуществлялось во время аудиторных занятий при регулярном проветривании помещения. При этом трудовой процесс характеризовался низкой физической нагрузкой (работа выполнялась сидя, без перемещения тяжестей). В воздух рабочей зоны учебных помещений не поступали вредные вещества и аэрозоли (исследования проводились на практических занятиях, во время которых в образовательном процессе не применялись какие-либо химические реактивы с учебными целями). Использовались фильтрующие полумаски, относящиеся к 3-му классу защиты (респираторы АЛИНА-310 FFP3 NR D, АЛИНА-307 FFP3 NR D, RK 6031 FFP3 NR D, RK 9031 FFP3 NR D) и ко 2-му классу защиты (респираторы АЛИНА-210 FFP2 NR D, АЛИНА-200 FFP2 NR D, RK 6020 FFP2 NR D, RK 6021 FFP2 NR D, RK 9021 FFP2 NR D), имеющие сертификаты соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» ТР ТС 019/2011.

Измерение содержания кислорода в крови осуществлялось в три этапа: начиная с использования СИЗОД 3-го класса защиты, затем с использованием СИЗОД 2-го класса защиты, завершая измерениями без использования СИЗОД (контроль). Продолжительность измерения для каждого этапа составляла 90 минут. Измерения сатурации проводились с помощью оксиметра пульсового переносного ПУЛЬСАР М1 (ООО «Белинтелмед», Республика Беларусь) в комплексе с специализированным программным обеспечением, дающим возможность фиксировать изменения в динамике, с частотой обновления данных 1 раз/сек и записью результатов на цифровой носитель.

Общее количество измерений составило 144029 записей (измерений), в том числе 48582 измерения при использовании СИЗОД 3-го класса, 47672 измерения при использовании СИЗОД 2-го класса и 47775 измерений без ношения СИЗОД. В последующем электронные базы данных создавались и обрабатывались в стандартном пакете программ «Microsoft Office» («Microsoft Excel 2020»). Проведена статистическая обработка результатов измерений с определением средней величины значения сатурации и ее ошибки (за 90 минут на каждом этапе, а также за каждый десятиминутный промежуток осреднения измерений – всего 9 интервалов по 10 минут), определение статистической значимости различий средних величин оценивали по t-критерию Стьюдента. Для оценки выраженности и направленности линейной тенденции динамические ряды выравнивали с определением уравнений

УДК 61:001(06)(476) ББК 51.1 Ф 94

линейной регрессии, определением коэффициента аппроксимации R^2 и расчетом среднего темпа прироста. При этом направленность линейной тенденции оценивали по знаку среднего темпа прироста, а ее выраженность – по значению модуля показателя среднего темпа прироста (от 0 до 1 % – отсутствие динамики, от 1 до 5 % – умеренная динамика, >5 % – выраженная динамика) [4]. Полученные результаты измерения оксигенации сопоставляли с физиологической нормой, которая составляет 95 – 100 % [5].

Результаты и их обсуждение. Среднее значение сатурации за 90 минут без использования СИЗОД составило 97,89±0,000589 % и было выше, чем при использовании СИЗОД 3-го (97,51±0,000277 %) и 2-го класса защиты (97,25±0,000753 %). При сравнении выборок с помощью параметрического критерия Стьюдента установлена существенная разница между показателями сатурации при использовании СИЗОД двух классов ($t=4,32$, $p<0,001$), а также между показателями сатурации при использовании СИЗОД 2-го класса и контролем ($t=7,53$, $p<0,001$). Между уровнем оксигенации крови при использовании СИЗОД 3-го класса и контролем статистически значимых различий не обнаружено ($t=0,0615$, $p>0,05$).

При оценке изменения показателя сатурации в динамике с интервалом осреднения показателя в 10 минут, установлено, что при использовании СИЗОД 3-го класса защиты средние значения колебались от 97,42 % (на 2-ом временном интервале использовании респиратора) до 97,58 % (на 7-ом интервале) и имели самый узкий размах колебаний (0,16 %) за период использования СИЗОД. Средний темп прироста за 90 минут составил -0,00159 %, что означает стабильную тенденцию к снижению показателя, при этом уравнение линейной регрессии имело вид $y=0,0085x+97,469$ и коэффициент достоверности аппроксимации составил $R^2=0,1475$ (тенденция не является линейной) (рисунок 1).

При использовании СИЗОД 2-го класса защиты средние интервальные значения колебались от 96,62 % (4-й временной интервал ношения фильтрующей полумаски, самый низкий средний интервальный показатель) до 97,62 % (2-й интервал) и имели самый большой размах (1 %). Средний темп прироста за весь период наблюдения с данным классом защиты составил +0,0251 %: имела место стабильная тенденция к росту показателя, уравнение линейной регрессии $y=0,0056x+97,314$, показатель достоверности аппроксимации $R^2= 0,0031$ (тенденция не носит линейный характер).

Без использования СИЗОД средние интервальные значения сатурации имели несколько меньший размах (0,82 %) по сравнению с таковым при использовании полумасок 3-го класса защиты: изменялись от 97,28 % (на 6-ом временном интервале наблюдений) до 98,1 % (9-й интервал, на котором указанный показатель имеет самое высокое значение из всех наблюдений). Средний темп прироста при этом составил -0,05326 %, наблюдалась стабильная тенденция к снижению показателя, с уравнением линейной регрессии $y=0,0019x+97,817$ и показателем достоверности аппроксимации $R^2= 0,0005$ (тенденция также не носит линейный характер).

УДК 61:001(06)(476) ББК 51.1 Ф 94

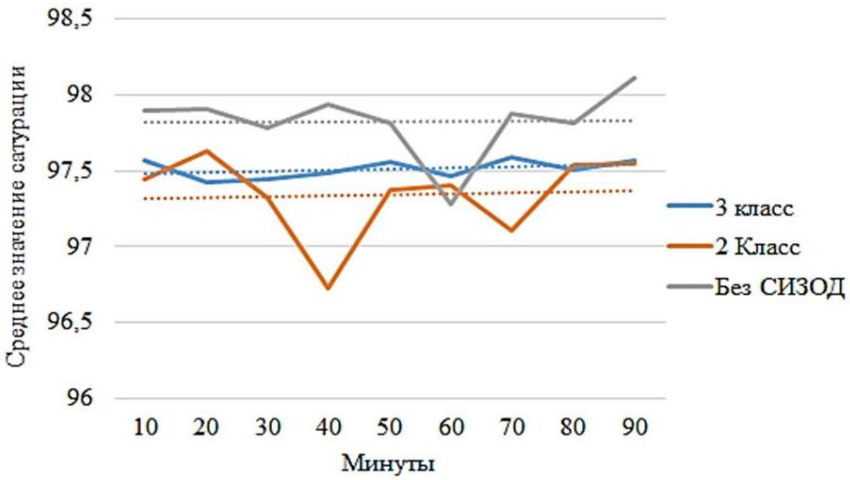

Рис. 1 – Динамика средних значений показателей сатурации

Выводы: в ходе исследования установлено, что все зарегистрированные показатели сатурации и их изменения у студентов находились в пределах физиологической нормы 95 – 100 % [5]. Однако были выявлены некоторые особенности изменений показателей, так же не выходящие за пределы физиологического диапазона:

– установлено наличие статистически значимых различий ($t=7,53$, $p<0,001$) между средним значением показателя за 90-минутный период использования СИЗОД 2-го класса защиты (97,25±0,000753 %) и без использования СИЗОД (97,89±0,000589 %);

– изменение показателей сатурации имело стабильную динамику, которая характеризовалась направленностью к росту концентрации кислорода в крови при использовании СИЗОД 2-го класса (средний темп прироста +0,0251 %), а при ношении СИЗОД 3-го класса и без их использования – к снижению (средние темпы прироста -0,00159 и -0,05326 %, соответственно).

Таким образом, надлежащее использование качественных СИЗОД в условиях выполнения работы с низкими энерготратами и отсутствием поступления в воздух рабочей зоны вредных веществ не приводит к изменению функционального состояния организма человека по показателю оксигенации крови, который при применении фильтрующих полумасок 2-го и 3-го классов защиты в указанных условиях находился в рамках физиологической нормы.

Литература

1. Луценко, А. Н. Влияние средств индивидуальной защиты на сатурацию людей, занятых тяжелыми формами физического труда / А. Н. Луценко, Р. Ю. Джаббаров // Трибуна ученого. – 2021. – № 6. – С. 499-502.

2. Reuss, J. Arterial Pulsality and the Modeling of Reflectance Pulse Oximetry J. Reuss // Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS. – 2018. – P. 2791–2794.

3. Kurth, C. D., J. M. Steven and D. Swedlow, New frontiers in oximetry / C. D. Kurth, , J. M. Steven, D. Swedlow // Am J Anesthesiol, - 2020. – Vol. 23. – P. 169-175.

4. Наглядная медицинская статистика: учеб. пособие / А.Петри, К.Сэбин; пер. с англ. под ред. В.П.Леонова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 216 с.

5. Руководство ВОЗ по пульсоксиметрии. Всемирная Организация Здравоохранения 2009 [Электронный ресурс] // СтудМед : сайт. – Электрон. дан. – [б. м.], 2008-2022. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/rukovodstvo-voz-po-pulsoksimetrii_03cf45a60ef.html. – Загл. с экрана.

УДК 61:001(06)(476) ББК 51.1 Ф 94