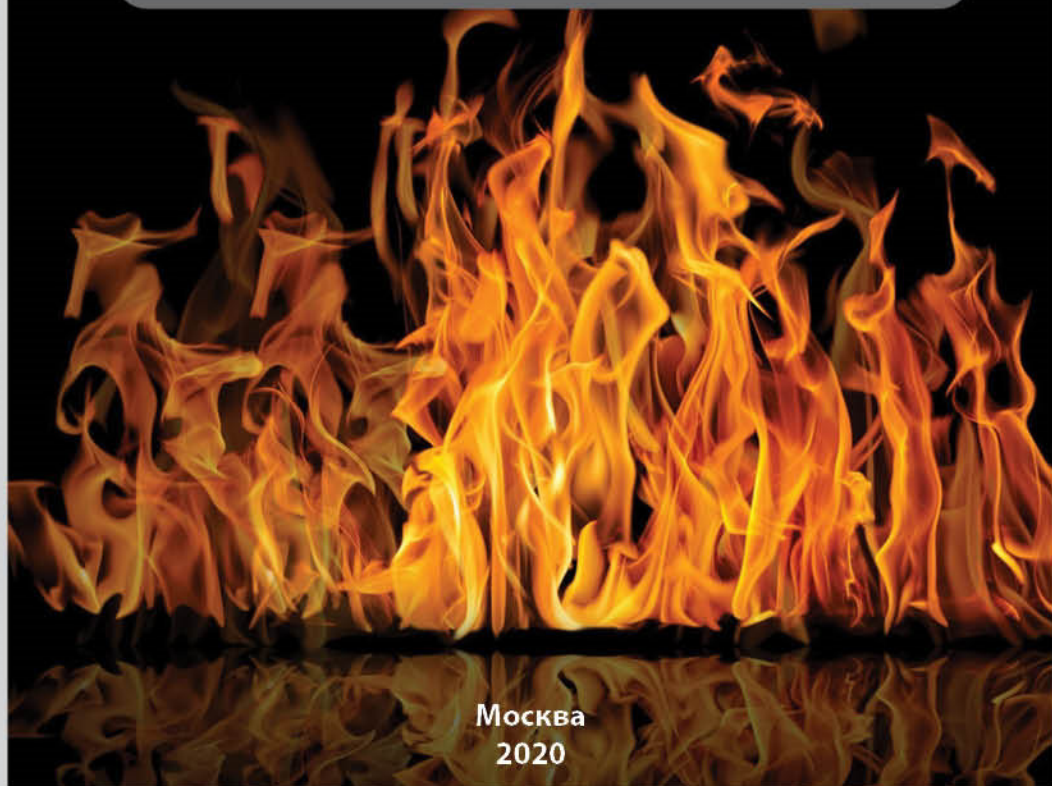


Федеральное медико-биологическое агентство
ФГУП НПЦ «Фармзащита» ФМБА России

ТОКСИКОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ
АСПЕКТЫ



Москва
2020

Федеральное медико-биологическое агентство
ФГУП НПЦ «Фармзащита» ФМБА России

ТОКСИКОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

Клинико-экспериментальные аспекты

Москва, 2020

Т2 **Токсикология продуктов горения. Клинико-экспериментальные аспекты** / под ред. проф. В. Д. Гладких, проф. М. Б. Иванова. М.: Комментарий, 2020. — 224 с.

ISBN 978-5-94822-135-9

В монографии рассмотрены состав и токсикологическая характеристика основных продуктов горения при техногенных и природных пожарах, а также факторы, определяющие вредное воздействие токсичных продуктов горения на здоровье человека. Дана общая характеристика вреда здоровью населения от действия дыма и других продуктов горения. На основании анализа экспериментально-теоретического и клинического материала обобщены современные представления о патогенезе, клинике и лечении отравлений токсичными продуктами горения. Рассмотрены вопросы дифференциальной диагностики и оказания медицинской помощи при отравлениях токсичными продуктами горения. Обозначены приоритетные направления развития средств антитоксической терапии.

Книга адресована как научным работникам и специалистам токсикологического профиля, так и врачам общей практики.

УДК
ББК

Авторский коллектив:

Гладких Вадим Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор;
Иванов Максим Борисович, доктор медицинских наук, профессор;
Алехнович Александр Владимирович, доктор медицинских наук, профессор;
Баринов Владимир Владимирович, доктор медицинских наук, профессор;
Баландин Никита Викторович, кандидат биологических наук;
Вершинина Галина Васильевна;
Лапина Наталия Вадимовна, кандидат медицинских наук;
Мелихова Марина Валентиновна, кандидат медицинских наук

Рецензенты:

М.В. Александров, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУН ИТ ФМБА России), доктор медицинских наук, профессор

А.Н. Лодягин, руководитель отдела клинической токсикологии Государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», доктор медицинских наук, доцент

ISBN 978-5-94822-132-8

© ФМБА России, 2020

© НПЦ «Фармзащита», 2020

Содержание

| | |
|--|-----------|
| Введение | 5 |
| ГЛАВА 1. Факторы, определяющие вредное воздействие токсичных продуктов горения на здоровье человека при техногенных и природных пожарах | 8 |
| 1.1. Поражающие факторы пожаров | 8 |
| 1.2. Факторы, определяющие вредное воздействие токсичных продуктов горения на здоровье человека при техногенных и природных пожарах..... | 15 |
| 1.2.1. Состав токсичных продуктов горения, загрязняющих атмосферный воздух при техногенных и природных пожарах..... | 17 |
| 1.2.2. Общая характеристика вреда здоровью населения от действия токсичных продуктов горения | 23 |
| 1.2.3. Особенности воздействия токсичных продуктов горения и дыма на здоровье населения при продолжительных техногенных и природных пожарах | 36 |
| ГЛАВА 2. Клинические проявления и диагностика острых отравлений токсичными продуктами термодеструкции различных материалов..... | 44 |
| 2.1. Острые отравления продуктами горения общеядовитого действия..... | 44 |
| 2.1.1. Острые отравления монооксидом углерода (окись углерода, CO) | 44 |
| 2.1.2. Острые отравления цианидами (HCN, галоидцианиды, цианогенные нитрилы) | 63 |
| 2.2. Острые отравления продуктами горения раздражающего и пульмонотоксического действия | 82 |
| 2.2.1. Острые отравления хлором..... | 88 |
| 2.2.2. Острые отравления фосгеном | 92 |
| 2.2.3. Острые отравления фтором и его соединениями | 99 |
| 2.2.4. Острые отравления серосодержащими продуктами горения..... | 103 |

| | |
|---|------------|
| ГЛАВА 3. Лечение и профилактика острых отравлений токсичными продуктами горения..... | 107 |
| 3.1. Принципы оказания экстренной медицинской помощи при отравлениях токсичными продуктами горения | 107 |
| 3.2. Потенциальные направления совершенствования средств профилактики и антидотной терапии отравлений цианидами и монооксидом азота | 122 |
| 3.3. Порядок оказания медицинской помощи населению при поражениях продуктами горения..... | 133 |
| 3.4. Особенности фармакотерапии для снижения вреда здоровью населения от действия продуктов горения при длительно протекающих пожарах | 140 |
| Глава 4. Клинические проявления и оказание медицинской помощи при отравлениях компонентами ракетных топлив в условиях пожара..... | 154 |
| Список условных обозначений и сокращений..... | 209 |
| Библиография..... | 212 |

Введение

В современном мире пожары являются стихийным бедствием как природного, так и техногенного характера. По данным МЧС России в 2018 году на территории Российской Федерации произошло 131690 пожаров, погибло 7891 человек, 9563 человека получили травмы. Ретроспективный анализ официальных статистических материалов о пожарах и расчет рискометрических показателей (R_1 — риск для человека оказаться в опасной ситуации пожара; R_2 — риск погибнуть при пожаре; R_3 — индивидуальный риск для человека погибнуть в результате пожара) свидетельствует, что на 1 тыс. населения ежегодно (R_1) приходилось по $(1,36 \pm 0,06)$ пожаров. На каждые 100 пожаров в год (R_2) — $(14,2 \pm 0,1)$ пострадавших, в том числе $(7,5 \pm 0,2)$ — погибших и $(6,7 \pm 0,1)$ лиц, получивших травмы. Российский R_2 смерти при пожаре выше мирового в 5,8 раза. Средний индивидуальный риск смерти за год на 100 тыс. населения Российской Федерации (R_3) при пожаре — $(10,24 \pm 0,63)$ в 6,1 раза превышает общемировую.

На пожаре можно выделить 3 основные группы поражающих факторов: термический, химический и низкое парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе. Основной вклад в структуру пострадавших на пожаре вносят лица, подвергшиеся воздействию химического поражающего фактора. Наряду с травмами, термическими ожогами кожных покровов (или без них) наблюдаются ожоги дыхательных путей, воздействие продуктов термодеструкции в условиях низких концентраций кислорода во вдыхаемом воздухе. До 70–90 % отравлений тяжелой степени тяжести комбинируется с термохимическими поражениями дыхательных путей.

Наибольшее количество погибших на пожаре связано с вдыханием дыма и токсичных продуктов горения. В клинических ретроспективных иссле-

дованиях было установлено, что на пожаре 25 % пострадавших погибает от термической травмы, 25 % — от сочетанного термо-химического фактора и 50 % — от ингаляции токсичных продуктов горения.

Спектр токсичных соединений, образующихся в результате горения, зависит от таких факторов, как химический состав материала, подвергнутого термодеструкции, температура горения, содержание кислорода в очаге пожара и пр.

При горении материалов, содержащих углерод, образуются продукты его окисления: монооксид углерода (СО) и диоксид углерода (СО₂), их соотношение зависит от содержания кислорода в очаге горения: с уменьшением уровня кислорода растет образование СО.

Горение азотсодержащих материалов (нейлон, искусственный шелк, шерсть и др.) сопровождается образованием цианидов. При горении азотсодержащих материалов возможно образование и других токсичных соединений: оксидов азота, изоцианатов, нитрилов, аммиака и пр.

При горении материалов, содержащих в своей структуре галогены (поливинилхлорид, полихлорпирен, тефлон и др.), могут дополнительно образовываться вещества пульмонотоксического действия.

Другой группой токсикантов, образующихся в результате горения полимерных материалов, являются вещества, обладающие раздражающим действием на слизистые оболочки дыхательных путей (акролеин, ацетальдегид, стирол, муравьиная кислота и пр.).

Значимый вклад в поражающее действие на организм, помимо действия ядовитых газов, вносят компоненты дымов, состоящие из смеси газов, паров и аэрозолей. В зависимости от размера частиц аэрозолей при одной и той же общей концентрации дым обладает различным поражающим действием на человека при ингаляционном воздействии. Крупные частицы аэрозолей оседают в верхних дыхательных путях, вызывая механическое и химическое раздражение слизистой оболочки, мелкие частицы проникают глубже и способны оказывать не только местное, но и резорбтивное действие.

Нижние дыхательные пути поражаются компонентами дымов, образующимися при сгорании различных материалов. Это сопровождается увеличением

проницаемости альвеолярно-капиллярной мембраны и накоплением внесосудистой жидкости в легких, что может приводить к развитию токсического отека легких.

В результате действия дыма и пульмоноксикантов развивается дыхательная гипоксия. Помимо этого, химический компонент, образующийся в результате горения, включает в себя соединения, которые, легко проникая через альвеолярно-капиллярную мембрану, приводят к гемической (оксид углерода) и тканевой (цианиды) гипоксии.

Знание механизмов токсического действия токсичных компонентов горения и закономерностей формирования инициируемого ими токсического процесса необходимо не только для своевременной диагностики и качественного оказания медицинской помощи пострадавшим, но и для предупреждения возможных отдаленных последствий.

В настоящей монографии на основании анализа экспериментально-теоретического и клинического материала предпринята попытка обобщения современных представлений о реальной и потенциальной опасности токсичных продуктов горения различных материалов, о характеристике проявлений токсического процесса, вызываемого ими на уровне целостного организма, а также анализ подходов к диагностике, оказанию неотложной помощи и последующему лечению пострадавших на пожарах.