

Лекция № 1. Химико-токсикологический анализ угарного газа

Оксид углерода(CO), монооксид углерода, угарный газ.

Физико-химические свойства:

газ без цвета и запаха, горит синим пламенем с образованием CO₂.
В смеси с воздухом взрывается при зажигании.

- *образуется при неполном сгорании топлива,*
- *в процессе выплавки и переработки черных и цветных металлов,*
- *содержится в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, образуется при взрывных работах,*
- *при пожарах.*

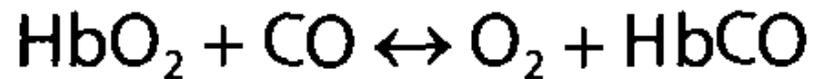
Отравления оксидом углерода составляют более 17% среди общего числа отравлений.

Основные виды:

- ▣ Отравления оксидом углерода, содержащимся в выхлопных газах автомобилей и других транспортных средств (в закрытых гаражах и автомобилях с работающим двигателем (чаще в зимнее время))
- ▣ Отравления от угорания в быту в помещениях с неисправным отоплением, в котельных бытовых и производственных зданий
- ▣ Отравления при пожарах лиц, находящихся в задымленных зданиях и помещениях (закрытые комнаты, квартиры), в вагонах транспорта и в лифтах.

Действие CO на организм - угнетение кислородопереносящей функции крови.

Механизм: взаимодействие CO с железом(II) гемоглобина с образованием карбоксигемоглобина



Сродство гемоглобина к CO в 250-300 раз выше, чем к кислороду.

Небольшое CO во вдыхаемом воздухе приводит к образованию больших количеств HbCO (наличие в воздухе 0,1% угарного газа ведет к превращению в HbCO 50% Hb крови)

Обратная реакция диссоциации HbCO происходит в **3600** раз медленнее, что приводит к выраженной гипоксии тканей.

СО угнетает тканевое дыхание, соединяясь с железосодержащим комплексом цитохромоксидазы, что снижает способность тканей утилизировать кислород.

СО фиксируется и задерживается тканями длительное время (более 16 сут.), что объясняется прочной связью с миоглобином (основной белком мышечной ткани)



Содержание карбоксигемоглобина в гемоглобине и основные симптомы отравления

Концентрация НbCO, %	Симптомы отравления
0–10	Симптомов не выявлено
10–20	Ощущаются сжатие лба, небольшая головная боль, покраснение кожных покровов
20–30	Легкая степень отравления: ощущение тяжести и давления в голове, пульсация в висках, туман в глазах, головокружение, сильная слабость, головная боль, тошнота, часто рвота, сонливость, сердцебиение, учащенное дыхание
30–40	Отравление средней тяжести: нарастающая слабость, одышка, кратковременная потеря сознания и памяти, заторможенность, судороги
40–50	К описанным симптомам добавляются учащение дыхания и пульса, часто наблюдается коллапс
50–60	Тяжелая форма отравления: длительная потеря сознания (часы, сутки), нарушение нервной и психической деятельности (галлюцинации, бред, клонические и тонические судороги, парезы, параличи). Резкое расстройство дыхания (частое, неправильного типа), кровообращения. Слизистые оболочки и цвет лица алые
60–70	К вышеописанным симптомам добавляются ослабление дыхательной и сердечной деятельности. Возможен смертельный исход
70–80	Замедление дыхания, ослабление пульса, остановка дыхания и смертельный исход

Факторы, влияющие на течение отравления СО:

- Этиловый спирт сдерживает насыщение крови СО, чем больше спирта в крови, тем меньше процент образования НЬСО
- Синильная кислота усиливает токсическое действие СО
HCN выделяется при сгорании шерсти, полимеров, синтетических материалов (на пожарах)
- Оксиды азота (II и IV) усиливают токсическое действие СО
- Возраст (новорожденные более выносливы и переносят такие концентрации СО в воздухе, которые являются смертельными для взрослых)

При отравлении наибольшие количества СО обнаруживаются в синусах мозговых оболочек, сосудах бедра и плеча.

СО выводится из организма через дыхательные пути за 1 ч на 60-70%, за 4 ч - на 90-96%.

Объекты исследования: кровь, мышцы (редко).

Обнаружение и определение СО проводят методами:

- газохроматографическими,
- химическими,
- спектроскопическими
- спектрофотометрическими

Газохроматографический метод основан на определении CO с помощью парофазного анализа. Обнаружение проводят непосредственно в газовой фазе или после восстановления до метана или окисления до оксида углерода (IV).

Методика: К крови добавляют карбонат или гидрокарбонат натрия. CO переходит в газовую фазу. Ее отбирают шприцом и вводят в хроматограф. Используют детектор по теплопроводности (катарометр). Обнаружение проводят по времени удерживания. Концентрацию CO рассчитывают по калибровочному графику, выражающему зависимость площади пика от концентрации CO. (Определяют 30-100%. Ошибка метода -10%)

Метод микродиффузии.

Во внешнюю камеру прибора вносят 1 мл крови и 1 мл 10% раствора серной кислоты.

Во внутреннюю камеру помещают 2 мл 0,1% раствора хлорида палладия в 0,1 М растворе хлороводородной кислоты.

Прибор закрывают крышкой и оставляют на 1 ч при комнатной температуре.

При наличии в крови СО во внутренней камере появляется серебристая пленка металлического палладия.

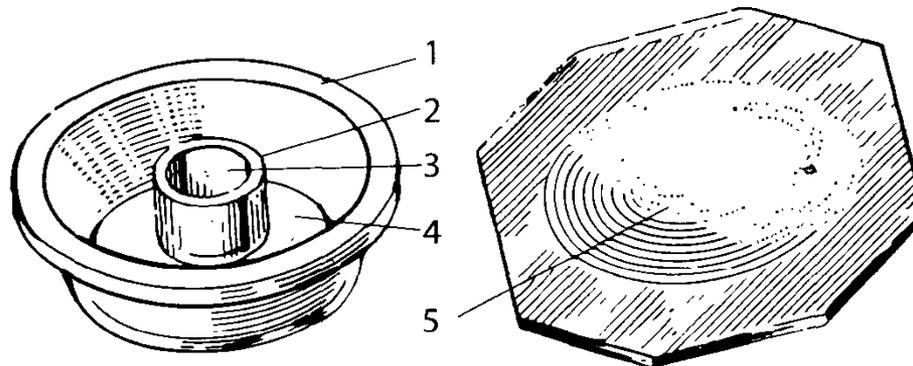
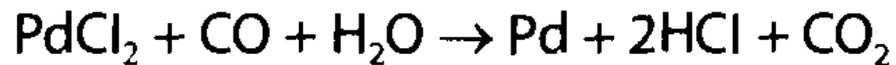


Рис. 7. Прибор для проведения микродиффузии: 1 – наружный сосуд; 2 – внутренний сосуд; 3 – внутренняя круговая камера; 4 – наружная кольцевая камера; 5 – крышка к прибору с пришлифованной поверхностью.

Химический метод основан на том, что СО образует с гемоглобином прочное химическое соединение, которое плохо реагирует с другими реактивами.

- Обнаружение проводят в крови с использованием различных реактивов.
- Для сравнения используют кровь животных или доноров (контрольная проба), с которой проводят те же испытания
- Изменение окраски наблюдают путем сравнения контрольного и испытуемого образца после добавления различных реактивов.
- Кровь, содержащая карбоксигемоглобин, от прибавления химических реагентов не изменяет или незначительно изменяет окраску.
- Заключение об обнаружении карбоксигемоглобина в крови дается, если с большинством реактивов будут положительные результаты.

Химические реакции для обнаружения в крови карбоксигемоглобина

Название пробы	Реактив	Окраска крови, содержащей НbCO	Окраска контрольного опыта крови
Гоппе-Зейлера	30% раствор NaOH	Ярко-красная	Бурая
Сальковского-Катаяма	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ + 30% раствор CH_3COOH	Малиново-красная	Серо-зеленая
Хорошкевича-Маркса	8% раствор хинина г/х \rightarrow $t^\circ + (\text{NH}_4)_2\text{S}$	Светло-красная	Красно-бурая
Бюркера	1% раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Красная	Желтоватая
Сидорова	20% р-р $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и 0,01% раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Карминово-красная	Коричнево-зеленая
Ветцеля	20% р-р $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ + ледяная CH_3COOH	Вишнево-красный осадок	Серовато-коричневый осадок
Либбермана	Формалин	Красная	Коричнево-черная
Рубнера	5% раствор основного ацетата свинца	Красная	Коричневая
Залесского	10% раствор CuSO_4	Пурпурно-красная	Зеленая

Спектрофотометрическое определение

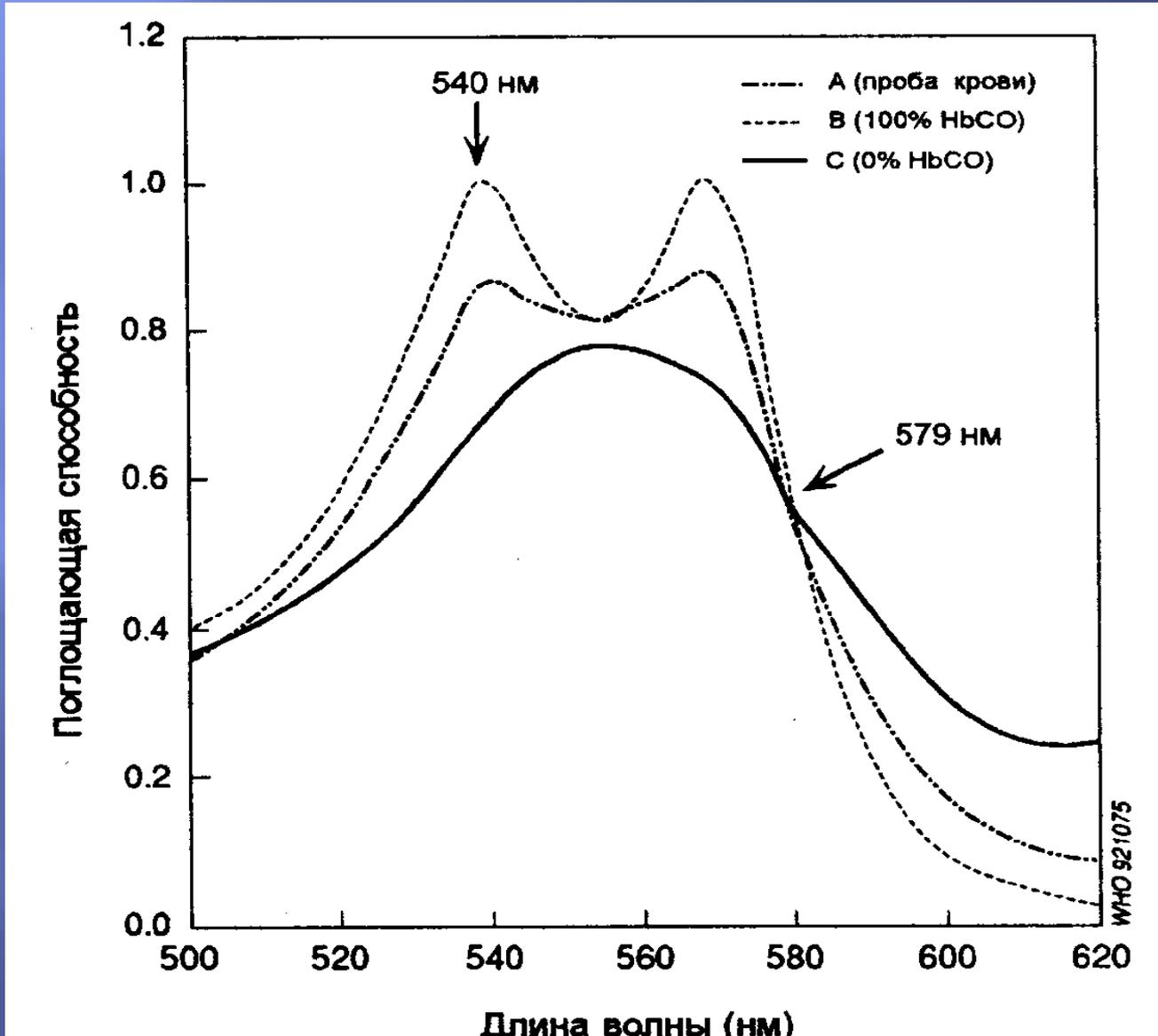
карбоксигемоглобина. В крови людей и животных гемоглобин содержится в виде дезоксигемоглобина (НЬ) и оксигемоглобина (НЬО₂), и незначительно метгемоглобина. При взаимодействии с СО, образуется НЬСО за счет НЬО₂ и НЬ. Все соединения имеют характерные спектры поглощения в области 450-620 нм.

При взаимодействии с восстановителями (дитионатом натрия, сульфидом аммония) все соединения гемоглобина (MtНЬ, НЬО₂) кроме СОНЬ восстанавливаются до дезоксигемоглобина.

Методика определения карбоксигемоглобина (ВОЗ, Женева)

исследуемую кровь делят на 3 части. Одну часть (А) оставляют без изменения, вторую часть (В) насыщают СО до 100% содержания СОНЬ и используют в качестве стандарта, третью часть (С) насыщают кислородом до полного вытеснения СО, т.е. получают 100% оксигемоглобина. К каждой из трех проб добавляют восстановитель дитионат натрия. Регистрируют спектры поглощения всех трех растворов в области 500-620 нм и измеряют значение оптической плотности А при 540 и 579 нм (изобестическая точка).

*СПЕКТРЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ АНАЛИЗЕ ПРОБЫ КРОВИ ПАЦИЕНТА,
ОТРАВИВШЕГОСЯ СО (А), 100% НЬСО (В) И 0% НЬСО (С).
А(проба крови) В(100% НЬСО) С(0% НЬСО)*



Расчет содержания НЬСО ведут по величине отношения оптической плотности A_{540}/A_{579} .

Находят отношение A_{540}/A_{579} для растворов А, В и С. Подставляют в формулу:

$$\text{НЬСО (\%)} = \frac{A_{540}/A_{579} (\text{раствор А}) - A_{540}/A_{579} (\text{раствор С})}{A_{540}/A_{579} (\text{раствор В}) - A_{540}/A_{579} (\text{раствор С})} \cdot 100.$$

метод эффективен при исследовании крови, содержащей более 10% НЬСО.

Физиологическая норма НЬСО в крови

- от 1,5 до 3,1%,
- для курильщиков - <10%.
- Смертельная концентрация НЬСО -60%

Определение CO в воздухе

1-й способ.

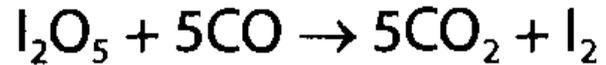
- *Используют способность CO поглощаться кровью животного.*
- *20 л воздуха прокачивают при помощи аспиратора через ряд склянок Тищенко с суспензией гидроксида железа (II) с целью связывания кислорода, а затем через 5 мл разведенной крови животного.*
- *Полученную кровь анализируют спектрофотометрическим методом.*

Определение CO в воздухе

2-й способ.

CO окисляют оксидом йода(V) до CO₂.

Воздух (20 л), прокачивают через раствор оксида йода(V)



Образовавшийся CO₂ пропускают через раствор гидроксида бария.



Избыток гидроксида бария оттитровывают HCl.



- Симптомы отравления CO наблюдаются при его содержании в воздухе 0,20 мг/л.
- Смертельное отравление может наступить при 1,8-5,7 мг/л. При концентрации 5,7-14,8 г/л смерть наступает в течение нескольких минут, что соответствует 90% содержанию HbCO.

Спасибо за внимание!