***Состав табачного дыма***

**1. Общие черты химического состава табачного дыма**

В настоящее время известно около 2500 химических веществ входящих в состав табачного листа, и более 4700 веществ, входящих в *состав табачного дыма*. Состав дыма более сложный и изменчивый, чем состав листьев, потому что много компонентов дыма образуется из окружающего воздуха, протягиваемого при курении через горящую сигарету. Это объясняется тем, что в процессе роста табак поглощает и «включает» в состав листьев вещества, находящиеся в почве, воде, воздухе, в том числе, содержащиеся в удобрениях, гербицидах, химикатах, которыми обрабатывают растения. *Компоненты табачного дыма* возникают путем возгонки летучих и полулетучих веществ из табачных листьев и расщепления их составных частей под действием высокой температуры. Кроме того, имеются нелетучие вещества, которые превращаются в дым без распада.

Курильщики вдыхают смертельный коктейль ядовитых химических веществ, включая мышьяк и полоний-210. Но, несмотря на это, 68% британских граждан не смогли назвать хотя бы одно химическое вещество табачного дыма, кроме никотина и смолы, упомянутых на пачках сигарет. Даже когда им давали список ядов, чтобы выбрать из них, более двух пятых опрошенных людей не смогли указать ни одного. 69 из этих веществ являются канцерогенными.

Многие курильщики до сих пор сомневаются в опасности потребления табака. Однако, статистика - вещь упрямая. Каждые 10 секунд еще один человек в мире умирает в результате потребления табака. В наше время табак ежегодно убивает около трех миллионов человек во всем мире, но эта цифра вырастет до 10 миллионов через тридцать-сорок лет, если нынешние тенденции курения сохранятся. Вы можете сказать - в мире более 6 миллиардов человек и 10 миллионов не такая уж и большая цифра и что это не столь важно - но это важно для этих 10 миллионов, в которые имеет все шансы попасть любой курильщик. При сохранении нынешних тенденций, около 500 миллионов из ныне живущих людей (приблизительно 9% населения мира) будут в конце концов убиты табаком. Начиная с 1950 года, табак убил 62 миллиона человек, то есть больше, чем погибло во второй мировой войне.

**. Физико-химическая природа табачного дыма**

химический дым табачный

При горении табачных продуктов образуются основной и побочный потоки дыма. Основной поток дыма образуется в горящем конусе и в горячих зонах сигарет и сигар во время глубокого вдоха (затяжки); он проходит через весь табачный стержень и выходит из мундштучного конца сигареты или сигары. Побочный поток дыма образуется в моменты между затяжками и выделяется из противоположного обугленного торца сигареты в окружающий воздух.

Около 30% от общего количества высвобождающихся из сигареты вместе с основным потоком дыма веществ образуются из табака, а остальные - из окружающего воздуха, протягиваемого при курении через сигарету. Выходящий из мундштучного торца сигареты без фильтра неразбавленный дым содержит примерно (5 х 10 в 9 степени) частиц в 1 мл, при этом среднее значение размера частицы составляет около 0,4 мкм. Величина *рН табачного дыма* имеет большое значение, поскольку она влияет на степень протонирования, а поэтому и на процентное содержание никотина и других основных компонентов в газообразной фазе. Величина рН определяет ингалируемость основного потока дыма. При рН равной 5,4 весь содержащийся в *табачном дыме никотин* монопротонирован и пребывает в виде частиц. Величина рН в основном потоке дыма от высушенных на воздухе табаков и сигар возрастает с увеличением числа затяжек, следовательно, дым этих табачных продуктов содержит соответственно большое количество никотина в парообразной фазе. С другой стороны, величина рН дыма от сигарет, изготовленных из табака горячей сушки или из табачных смесей, немного уменьшается или остается почти постоянной.  
Общая масса дыма основного потока от одной сигареты составляет приблизительно 400-500 мг. Более 92% ее состоит из 400-500 отдельных газообразных компонентов, основными из которых являются азот (58%), кислород (12%), двуокись углерода (13%) и окись углерода (3,5%); остальная часть - из других парообразных компонентов и соединении в форме частиц.  
С физико-химической точки зрения *табачный дым* представлен твердой (частицы) и газообразной (парообразной) фазами.

**. Химический состав и значение газообразной фазы табачного дыма**

Газообразной (парообразной) фазой считается та *составляющая табачного дыма*, которая остается от «цельного» дыма после его фильтрации кембриджским методом. В данном методе применяются фильтры с набивкой из стеклянных волокон, задерживающие 99,7% всех частиц с диаметром больше 0,1 мкм.

Кроме азота, кислорода, двуокиси углерода и окиси углерода (угарный газ), в парообразной фазе содержатся водород, метан и другие углеводороды, летучие альдегиды и кетоны, окиси азота, цианистый водород, летучие нитраты и еще, по меньшей мере, 400-450 различных веществ в небольших концентрациях.

В таблице приведены основные токсические и опухолеродные вещества, содержащиеся в газообразной (парообразной) фазе*свежесгенерированного табачного дыма от сигареты без фильтра*.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Концентрация в одной сигарете | Биологические эффекты |  |
| Окись углерода | 10-23 мг | Т |  |
| Никотин | 1,0-2,5 мг | Т |  |
| Ацетальдегид | 0,5-1,2 мг | ЦТ |  |
| Окиси азота | 50-600 мкг | т |  |
| Цианистый водород | 150-300 мкг | ЦТ, т |  |
| Ацетон | 100-250 мкг | ЦТ |  |
| Аммиак | 50-170 мкг | т |  |
| Акролеин | 50-100 мкг | ЦТ |  |
| Бензол | 20-50 мкг | ЧК |  |
| Формальдегид | 5-100 мкг | К |  |
| 2-Нитропропан | 0,2-2,2 мкг | к |  |
| Гидразин | 24-43 нг | к |  |
| Уретан | 20-38 нг | к |  |
| Хлористый винил | 1,3-1,6 нг | ЧК |  |
| N - нитрозонорникотин | 120-3700 нг | к |  |
| 4 - [метилнитрозамино] - 1 - [3-пиридил] - 1-бутанон | 120-950 нг | к |  |
| N-нитрозоанабазин | 120 нг | к |  |
| N-нитрозоэтилметиламин | 1-40 нг | к |  |
| N-нитрозодиэтаноламин | 0-40 нг | к |  |
| N-нитрозопирролидин | 2-110 нг | к |  |
| N-нитрозодиметиламин | 2-180 нг | к |  |
| N-нитрозометиламин | 0,1-40 нг | к |  |
| N-нитрозометиламин | 0,1-40 нг | К |  |
| N-нитрозодиэтиламин | 0,1-28 нг | К |  |
| N-нитрозо-п-пропиламин | 0-1 нг | К |  |
| N-нитрозоди-п-бутиламин | 0-3 нг | К |  |
| N-нитрозопиперидин | 0-9 нг | К |  |
| N-нитрозопирролидин | 2-42 нг | К |  |

Примечания:

Т - токсическое вещество;

ЦТ - цилиатоксическое вещество;

ЧК - человеческий канцероген;

К - канцероген животных.

**Биологические исследования табачного дыма** в целом показали, что большинство генотоксических и канцерогенных веществ находятся в твердой фазе, т.е. в виде частиц. Вещества же, содержащиеся в газообразной фазе, ответственны за раздражение дыхательных путей, приводящее к хроническим неспецифическим воспалительным заболеваниям верхних дыхательных путей и легких. Кроме того, целый ряд компонентов газообразной фазы обладает общетоксическим действием. Один из наиболее токсичных агентов газообразной фазы *табачного дыма* - окись углерода (угарный газ). Окись углерода интенсивно связывается с гемоглобином, снижая кислородную емкость крови и приводя, таким образом, к гипоксии тканей организма.

**. Химический состав и значение твердой фазы табачного дыма**

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в твердой фазе содержится большинство из известных опухолегенных и канцерогенных *веществ табачного дыма*. Содержащиеся в нем частицы «смолы» вызывают реакцию, выражающуюся в возникновении доброкачественных и злокачественных опухолей.

Полученные при биологических исследованиях табачных «смол» результаты побудили к проведению более детального и систематического тестирования разных фракций и субфракций *твердой фазы табачного дыма*. Эти изыскания привели к выделению высоко канцерогенного концентрата В1h (0,09% от всей массы «смолы»). Химический анализ показал, что концентрат В1h состоит, главным образом, из полициклических ароматических углеводородов, многие из которых являются известными канцерогенами. Среди них: хлорированные углеводороды (инсектициды), фторантены, бензофторантены, бензофторены, дибензопирены, бензопиреиы, бензоперилены, бензантрацены, бензофенантрены и хризены.

Аппликация на кожу мышей этих высокоактивных конечных фракций «смолы» в дозах, пропорциональных их концентрации в *твердой фазе табачного дыма*, не приводила, к возникновению опухолей. Вместе с тем, одновременное нанесение на кожу мышей активных нейтральных субфракций и неактивной фенольной фракции твердой фазы табачного дыма вызывало активное развитие опухолей в 65-75% случаев. Таким образом, было показано, что фенольная фракция обладает коканцерогенным действием, а в дальнейших исследованиях было обнаружено, что основными коканцерогенами в этой части фракции являются катехины. Сам по себе катехин содержится в табачном дыме в наибольших из всех фенолов количествах: 26-360 мкг на одну сигарету. В таблице приведены основные токсические и опухолеродные вещества, содержащиеся в твердой фазе свежесгенерированного *табачного дыма* от сигареты без фильтра.

В состав смолы входят полициклические ароматические углеводороды, вызывающие рак, в том числе нитрозоамины, ароматические амины, изопреноид, пирен, бенз(а) пирен, хризен, антрацен, флюорантен и др. Кроме того, смола содержит простые и сложные фенолы, крезолы, нафтолы, нафталены и др.

|  |  |
| --- | --- |
| Специфические компоненты | Содержание, мкг на 1 сигарету |
| Никотин | 1,800 |
| Индол | 14,0 |
| Фенол | 86,4 |
| Н-Метилиндол | 0,42 |
| О-крезол | 20,4 |
| Бенз(а) антрацен | 0,044 |
| М- и р-крезол | 49,5 |
| Бенз(а) пирен | 0,025 |
| 2,4 - диметилфенол | 9,0 |
| Флюорен | 0,42 |
| N-Этилфенол | 18,2 |
| Флюорантен | 0,26 |
| b-Нафтиламин | 0,023 |
| Хризен | 0.04 |
| Н-нитрозонорникотин | 0,14 |
| ДДД инсектицид | 1,75 |
| Карбазол | 1,0 |
| ДДТ инсектицид | 0,77 |
| Н-Метилкарбазол | 0,23 |
| 4,4 - Дихлоростильбен | 1,33 |

Никотин является главным компонентом, который оказывает фармакологическое действие, свойственное табачному дыму. Он был открыт в 1827 году. Представляет собой маслянистую прозрачную жидкость неприятного запаха и горького вкуса, хорошо растворяется в воде и алкоголе. Никотин - алкалоид и является основной составляющей изделий и главной причиной пристрастия людей к курению, а пристрастие к курению вызывает табачную токсикоманию. При курении происходит абсорбция никотина вначале в полости рта. Более 90% вдыхаемого никотина абсорбируется легкими. Он быстро всасывается слизистыми оболочками и за 21 - 23 секунды разносится током крови по всему организму. Действие никотина на ЦНС проявляется очень быстро. Большая часть абсорбированного никотина распадается в организме. Полностью никотин из организма и его продукты выводятся с мочой в течение 10-15 часов после курения. Печень - основной орган, где происходит дезинтоксикация. Здесь происходит превращение никотина в менее активный котинин (главный метаболит никотина).

Смола - это все то, что содержится в табачном дыме, за исключением газов, никотина и воды. Каждая частичка состоит из многих органических и неорганических веществ, среди которых присутствует множество летучих и полулетучих соединений. Дым попадает в рот в виде концентрированного аэрозоля. При охлаждении он конденсируется и образует смолу, которая оседает в дыхательных путях. Содержащиеся в смоле вещества вызывают рак и другие заболевания легких, такие как паралич очистительного процесса в легких и повреждения альвеолярных мешочков. Они также снижают эффективность иммунной системы.

Канцерогены табачного дыма имеют разную химическую природу. Они состоят из 44 отдельных вещества, 12 групп или смесей химических веществ и 13 условий, способствующих воздействию. Девять из этих 44 веществ присутствуют в основном потоке табачного дыма. Это бензол, кадмий, мышьяк, никель, хром, 2-нафтил-амин, винил хлорид, 4-3 аминобифенил, бериллий. Кроме собственно канцерогенов, табачный дым также содержит так называемые ко-канцерогены, то есть вещества, которые способствуют реализации действия канцерогенов. К ним относится, например, катехол.

Нитрозамины - это группа канцерогенов, образующихся из алкалоидов табака. Они являются этиологическим фактором злокачественных опухолей легких, пищевода, поджелудочной железы, ротовой полости у людей, потребляющих табак. При взаимодействии с нитрозаминами молекулы ДНК изменяют свою структуру, что служит началом для злокачественного роста.

Угарный газ (монооксид углерода) - это газ без цвета и запаха, присутствующий в высокой концентрации в сигаретном дыме. Его способность соединяться с гемоглобином в 200 раз выше, чем у кислорода. В связи с этим повышенный уровень оксида углерода в легких и крови у курильщика уменьшает способность крови переносить кислород, что сказывается на функционировании всех тканей организма. Мозг и мышцы (включая сердечную) не могут действовать в полную силу без достаточного поступления кислорода. Сердце и легкие должны работать с большей нагрузкой для того, чтобы компенсировать снижение поступления кислорода в организм. Угарный газ также повреждает стенки артерий и увеличивает риск сужения коронарных сосудов, что может привести к сердечным приступам.

Полоний-210 - первый по порядку атомных номеров элемент, не имеющий стабильных изотопов. Он встречается в природе, но в урановых рудах его концентрация в 100 триллионов раз меньше концентрации урана. Легко догадаться, что добывать полоний трудно, поэтому в атомный век этот элемент получают в ядерных реакторах путём облучения изотопов висмута. Полоний - мягкий металл серебристо-белого цвета чуть легче свинца. В организм человека поступает с табачным дымом. Достаточно токсичен из-за своего альфа-излучения. Человек, выкурив всего одну сигарету, «забрасывает» в себя столько тяжелых металлов и бензопирена, сколько бы он поглотил их, вдыхая выхлопные газы 16 часов.

Цианистый водород или синильная кислота оказывает прямое пагубное воздействие на природный очистительный механизм легких через влияние на реснички бронхиального дерева. Повреждение этой очищающей системы может привести к накоплению токсичных веществ в легких, увеличивая вероятность развития болезни. Воздействие синильной кислоты не ограничивается ресничками дыхательных путей. Синильная кислота относится к веществам так называемого общетоксического действия. Механизм ее воздействия на организм человека состоит в нарушении внутриклеточного и тканевого дыхания вследствие подавления активности железосодержащих ферментов в тканях, участвующих в передаче кислорода от гемоглобина крови к клеткам тканей.

Акролеин (в переводе с греческого «острое масло»), как и угарный газ, является продуктом неполного сгорания. Акролеин обладает резким запахом, раздражает слизистые и является сильным лакриматором, то есть вызывает слезотечение. Кроме того, как и синильная кислота, акролеин относится к веществам общетоксического действия, а также повышает риск развития онкологических заболеваний. Выведение из организма метаболитов акролеина может приводить к воспалению мочевого пузыря - циститу. Акролеин, как и другие альдегиды, вызывает поражение нервной системы. Акролеин и формальдегид относятся к группе веществ, провоцирующих развитие астмы.

Оксиды азота (оксид азота и более опасный диоксид азота) содержатся в табачном дыме в довольно высоких концентрациях. Они могут вызывать повреждения в легких, ведущие к эмфиземе. Диоксид азота (NO2) понижает сопротивляемость организма к респираторным заболеваниям, что может привести к развитию, например, бронхита. При отравлении оксидами азота в крови образуются нитраты и нитриты. Нитраты и нитриты, действуя непосредственно на артерии, вызывают расширение сосудов и снижение кровяного давления. Попадая в кровь, нитриты образуют с гемоглобином стойкое соединение - метгемоглобин, препятствуют переносу гемоглобином кислорода и поступлению кислорода в органы тела, что приводит к кислородной недостаточности. Таким образом, диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, а также вызывает изменения состава крови, в частности, уменьшает содержание в крови гемоглобина.

76 металлов имеются в табачном дыме, включая никель, кадмий, мышьяк, хром и свинец. Известно, что мышьяк, хром и их соединения достоверно вызывают развитие рака у людей. Есть данные, позволяющие предположить, что соединения никеля и кадмия также являются канцерогенами. Содержание металлов в табачном листе определяется условиями возделывания табака, составом удобрений, а также погодными условиями. Например, замечено, что дожди увеличивают содержание металлов в листьях табака.

Шестивалентный хром давно известен в качестве канцерогена, а трехвалентный хром является эссенциальным нутриентом, то есть незаменимым компонентом пищи. При этом в организме существуют пути дезинтоксикации, которые позволяют восстановить шестивалентный хром до трехвалентного. С ингаляционным воздействием хрома связывают развитие астмы.

Никель относится к группе веществ, провоцирующих развитие астмы, а также способствует развитию рака. Вдыхание частиц никеля приводит к развитию бронхиолита, то есть воспаления самых мелких бронхов.

Кадмий является тяжелым металлом. Наиболее частым источником кадмия является курение. Последствия воздействия кадмия оказываются наиболее выраженными у тех людей, у которых имеется дефицит цинка и кальция в пище. Кадмий накапливается в почках. Он обладает токсическим действием на почки и способствует снижению минеральной плотности костной ткани. В результате этого кадмий вмешивается в течение беременности, повышая риск недостаточной массы тела плода и преждевременных родов.

Железо также может быть одним из компонентов фазы частиц табачного дыма Ингаляция железа может приводить к развитию рака дыхательных органов.

Радиоактивные компоненты содержаться в очень высокой концентрации в табачном дыме. К ним относятся: полоний-210, свинец-210 и калий-40. Помимо этого, присутствуют также радий-226, радий-228 и торий-228. Проведенные в Греции исследования показали, что табачный лист содержит изотопы цезий-134 и цезий-137 чернобыльского происхождения. Четко установлено, что радиоактивные компоненты являются канцерогенами. В легких у курильщиков зафиксированы отложения полония-210 и свинца-210, благодаря чему курильщики подвергаются намного большим дозам радиации, чем те дозы, которые люди обычно получают из естественных источников.

|  |  |
| --- | --- |
| Металлы | Содержание, мкг на 1 сигарету |
| Калий | 70 |
| Натрий | 1,3 |
| Цинк | 0,36 |
| Свинец | 0,24 |
| Алюминий | 0,22 |
| Медь | 0,19 |
| Кадмий | 0,121 |
| Никель | 0,08 |
| Марганец | 0,07 |
| Сурьма | 0,052 |
| Железо | 0,042 |
| Мышьяк | 0,012 |
| Теллур | 0,006 |
| Висмут | 0,004 |
| Ртуть | 0,004 |
| Марганец | 0,003 |
| Лантан | 0,0018 |
| Скандий | 0,0014 |
| Хром | 0,0014 |
| Серебро | 0,0012 |
| Селений | 0,001 |
| Кобальт | 0,0002 |
| Цезий | 0,0002 |
| Золото | 0,00002 |

Кроме того, в этой же фазе содержатся элементы, трудно поддающиеся количественному определению: кремний, кальций, титан, стронций, таллий, полоний. Таким образом, в дополнение к веществам газовой фазы и специфическим компонентам в состав табачного дыма входят ионы многих металлов и радиоактивные соединения калия, свинца, полония, стронция и др.

**5. Потоки табачного дыма**

При горении табачных продуктов образуются два потока дыма:

Основной поток (вдыхается курильщиком) Побочный (поступает в окружающую среду, его вдыхают пассивные курильщики)

**Основной поток** образуется в горящем конусе и в самой сигарете во время глубокого вдоха (затяжки). Он происходит через весь стержень сигареты и составляет при курении сигарет без фильтра около 32%, с фильтром - 23% от общего количества дыма. Общая масса основного потока от одной сигареты составляет приблизительно 400 - 500 мг: более 92% ее состоит из 400-500 отдельны газообразных компонентов, основными из которых являются азот (58%), кислород (12%), двуокись углерода (13%), окись углерода (3,5%). От 55 до 70% табака сгорает между затяжками и случит источником образования **побочного потока** дыма и пепла. Он выделяется из тлеющего конца сигареты в окружающую среду. Его вдыхают люди, находящиеся рядом с курящим, так называемые «пассивные» курильщики.

**Вывод**

Табакокурение - одна из самых пагубных привычек человека. «Чума ХХ века». И так она названа не без оснований. Ведь курение - или хронический никотинизм - рассматривается как одна из разновидностей наркомании, более того легальной. Число курящих людей во всем мире огромно. В наше время чаще всего курильщиками становятся в детском и подростковом возрасте, пик которого приходится на школьные годы, это указывает на то, что курение является не только медико-социальной проблемой, но и педагогической. «Наше здоровье - в наших руках!»

**Используемая литература и интернет ресурсы**

1. «Введение в наркологию» пособие для учителя под авторством: M.М. Буркина, С.В. Горанской, Э.П. Алатало, И.И. Рожковой

2. www.tabex.ru «Полный состав табачного дыма. Табачный дым.

3. www.kurish-net.narod.ru «Из чего состоит табачный дым?»

4. www.medbiol.ru «Табачный дым»

5. www.ne-kurim.ru «Состав табачного дыма»