

ПЫЛЬ: СЕРДЕЧНЫЙ ОТКЛИК

В окружающем нас воздухе всегда содержится пыль, и это весьма опасно для здоровья. Частицы пыли — крупные и мелкие — по-разному распределяются в атмосфере и по-разному переносятся (см. *Наука и жизнь* № 7, 2014 год). Но какого бы происхождения пыль ни была, она проникает в лёгкие человека и пагубно воздействует на дыхательные пути. Более того, нередко витающая в воздухе пыль вызывает серьёзные заболевания сердца и сосудов. Эту проблему среди прочих обсуждали на конгрессе Европейского общества кардиологов, состоявшемся в сентябре 2014 года в Барселоне.

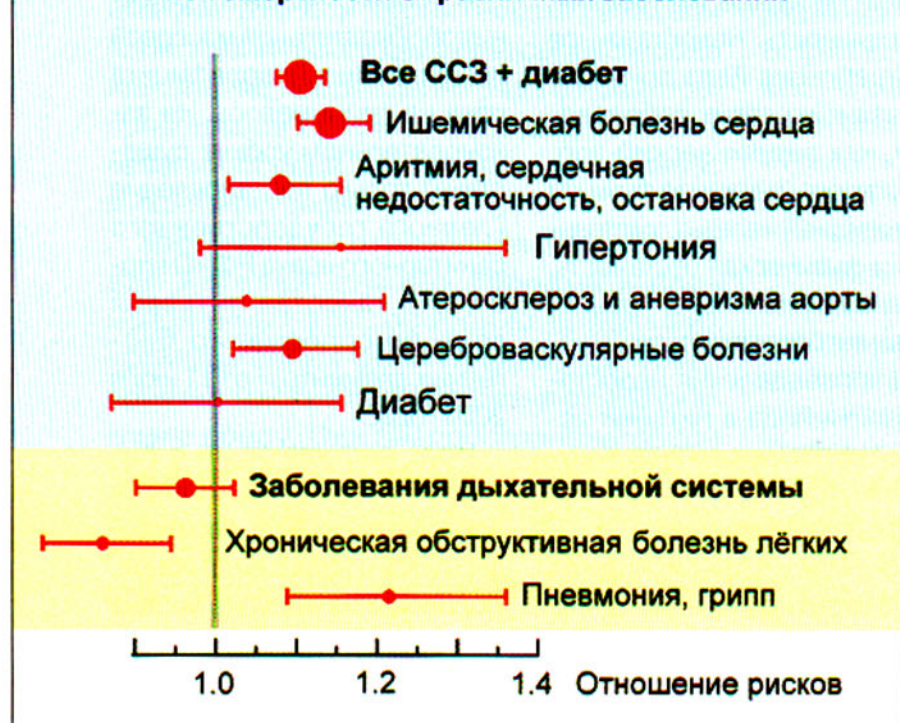
Многочисленные исследования показывают, что рост смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, вызванных пылью в атмосфере, чуть ли не больше, чем от заболеваний дыхательной системы. Но если заболевания лёгких, связанные с запылённостью воздуха, вполне понятное

явление, то влияние пыли на работу сердца не столь очевидно. Тем не менее биологические механизмы этого влияния (как кратковременного, так и долговременного) достаточно хорошо изучены.

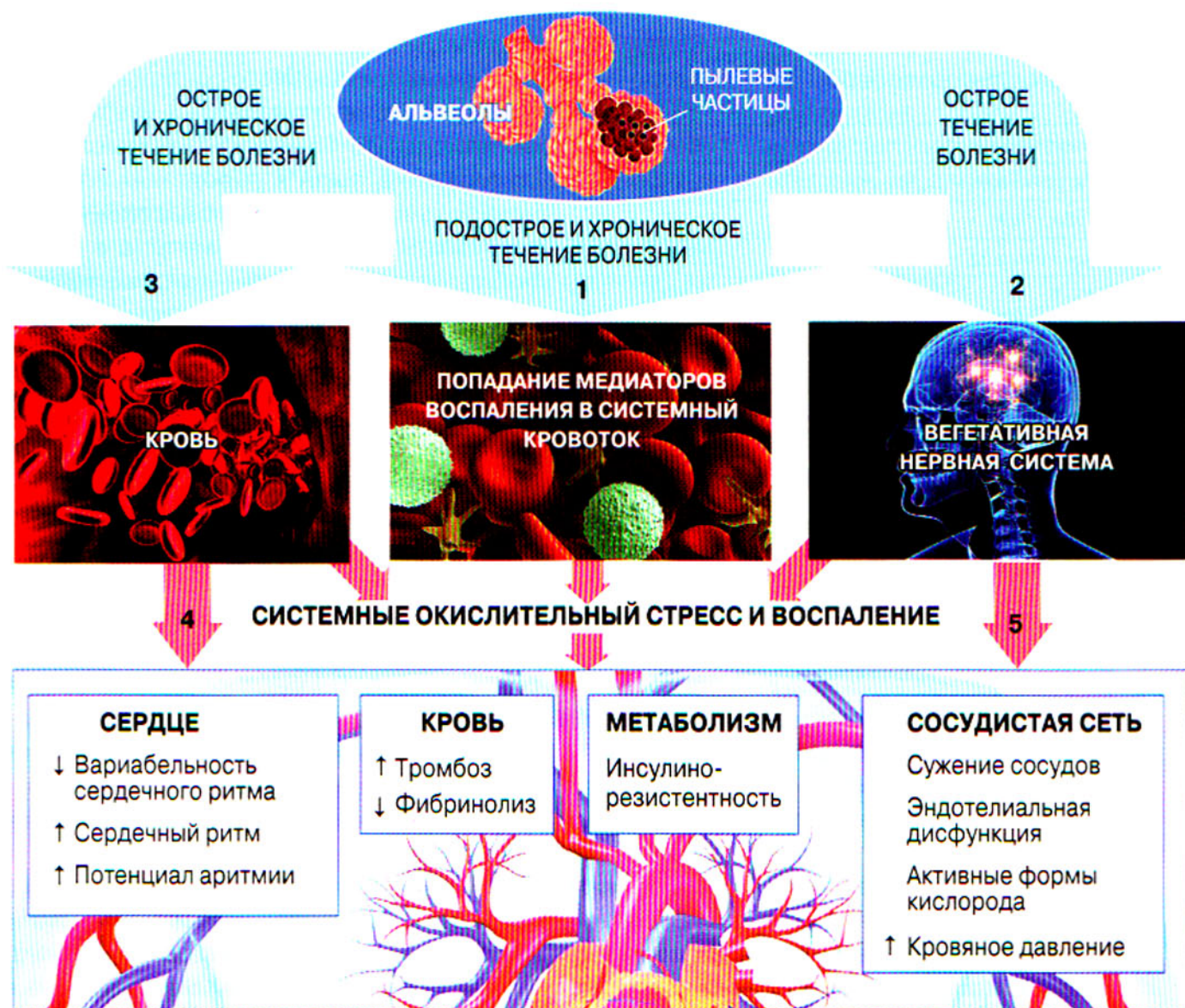
Прежде всего, пыль, попадая в альвеолы (окончания дыхательных путей в лёгких, где происходит газообмен), может вызывать воспалительный процесс, который, однако, не локализуется исключительно в лёгких. Воспаление — комплексная реакция организма, включающая многие молекулярные и клеточные события: активацию иммунных клеток, выделение молекул-медиаторов воспалительного иммунного ответа организма и др. Попадая из ткани лёгкого в кровотоки, эти «участники» воспалительного ответа распространяются по сердечно-сосудистой системе. Часть медиаторов, выделяемых тканью лёгких в ответ на попадание пыли в альвеолы, непосредственно воздействует

на гладкомышечную ткань сосудов. Так, например, медиатор аллергических реакций гистамин оказывает сосудорасширяющее действие (то есть понижает кровяное давление), а эндотелин приводит к сужению просвета сосудов (и соответственно к росту кровяного давления). Кроме того, существует взаимное влияние («cross talk») процессов воспаления и тромбоза: циркуляция в крови того же гистамина и других выделяемых лёгкими сигнальных молекул — цитокинов — активизирует тромбоциты, что может привести к тромбозу.

Риск смертности от различных заболеваний



На схеме показано, как меняется относительный риск смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, связанный с долгосрочным повышением содержания в воздухе мелкодисперсной фракции пыли (диаметром < 2,5 мкм) на 10 мкг/м³. За единицу принят риск смертности в отсутствие изучаемого фактора. Размер точки соответствует доле смертности от данного заболевания среди всех причин смертности. (Адаптировано из работы: Pope C. A. et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease // *Circulation*. — 2004. — Т. 109. — № 1. — С. 71—77).



Как взвешенные частицы в воздухе могут провоцировать сердечно-сосудистые заболевания? Возможны несколько физиологических путей развития этих заболеваний: 1 — окислительный стресс и воспаление в лёгких; 2 — активация лёгочных рефлекторных дуг вегетативной нервной системы; 3 — пылевые частицы и/или компоненты, попавшие в кровь; 4 — ультрадисперсные пылевые частицы, растворимые металлы, органические компоненты, попавшие в кровоток; 5 — дисбаланс вегетативной нервной системы (рост активности симпатической и подавление активности парасимпатической нервной системы). Рисунок адаптирован из работы: Brook R. D. et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease an update to the scientific statement from the American Heart Association // *Circulation*. — 2010. — Т. 121. — № 21. — С. 2331—2378.

Второй существенный канал воздействия пыли на работу сердечно-сосудистой системы через патологические процессы в лёгких связан с вегетативной нервной системой, которая управляет произвольными реакциями организма, в том числе регулирует работу сердца и

кровеносных сосудов. Многие чувствительные окончания нервных клеток (рецепторы) вегетативной нервной системы находятся в лёгких. Таким образом, лёгочные рефлексы* — ещё один путь воздействия пыли на сердце.

Наконец, часть пылевых частиц (в первую очередь наиболее мелкодисперсная фракция) может проникать через стенки лёгочных альвеол непосредственно в кровоток, вызывая в нём те же иммунные, воспалительные и коагуляционные (то

* Лёгочными рефлексами называют рефлекторные реакции организма в ответ на те или иные изменения в лёгких.

Сравнение смертности от загрязнения воздуха с другими категориями смертности в России за 2002 год

ИСТОЧНИК ОПАСНОСТИ	ЧИСЛО СЛУЧАЕВ НА 144,5 МЛН НАСЕЛЕНИЯ
Все причины	2 332 272
Загрязнение воздуха	88 800
Туберкулёз	31 197
Все внешние причины	339 296
ДТП	41 751
Отравления	64 359
Самоубийства	55 330
Убийства	44 252

Источник: Струкова Е. Б., Балбус Дж., Голуб А. А. Риск для здоровья и экономическая оценка ущерба от загрязнения воздуха в России // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей: Сб. статей / Под ред. проф. Б. А. Ревича. — М.: АдамантЪ, 2006. — 246 с.

есть связанные со свёртыванием крови и, как следствие, с образованием тромбов) процессы.

Очевидно, что при изучении действия атмосферной пыли на сердечно-сосудистую систему эксперименты на человеке не проводят. Как и во многих других медицинских задачах, исследования ведут на лабораторных животных. Основные же доказательства воздействия пыли на здоровье человека получены статистическими методами. Так, используя регрессионный анализ, можно сопоставить данные об изменении содержания пыли в атмосфере с данными о смертности за тот же период времени.

Исследования, выполненные в Европе, США (такие как APHENA*, NMMAPS**, APHEA***) и ряде стран Азии и охватившие несколько десятков миллионов жителей, опирались на статистические данные, собранные в сотнях городов. Эти многолетние работы показали, что краткосрочное

* Air Pollution and Health: A Combined European and North American Approach.

** National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study.

*** Air Pollution and Health: A European Approach.

**** При исследовании длительных воздействий пыли сравнивают смертность в разных регионах с различным средним уровнем запылённости воздуха, учитывая также различие в действии других экологических факторов.

увеличение содержания пыли в воздухе (в течение нескольких дней) на каждые 10 мкг/м³ приводит к росту смертности на 0,5–1%. Длительное же пребывание (годы) в условиях повышенного содержания пыли в воздухе может приводить к увеличению смертности до 10–15%****. Учитывая, что содержание пыли в городском воздухе нередко составляет многие десятки микрограммов на кубический метр, а в особо неблагоприятные дни — тысячи микрограммов на кубический метр (см. «Наука и жизнь» № 7, 2014 г.), общее число жизней, которые уносит загрязнение воздуха пылевыми частицами, достигает, по данным разных исследователей, от 4 до 17% городского населения.

Разумеется, смертность, спровоцированная повышенным содержанием пыли в атмосфере, отражает не только собственно воздействие пыли, но и уровень медицинской помощи. Чем он выше, тем ниже заболеваемость и смертность. Анализируя причины смертности и статистику обращений населения в медицинские учреждения, можно также выделить заболевания, которые провоцируются повышенной запылённостью.

Атмосферная пыль — результат не только природных процессов, но и деятельности человека. Международные соглашения по ограничению загрязнений атмосферы и эффективно действующие национальные экологические законодательства позволяют существенно снизить содержание пыли в воздухе и её пагубное воздействие на здоровье людей.

Но пока этот источник опасности нельзя исключить, о нём необходимо знать, в частности о текущей и прогнозируемой запылённости воздуха и связанных с ней вероятных обострениях заболеваний. В США существуют специальные службы, информирующие население о неблагоприятных «пылевых условиях» (например, сетевые ресурсы airnow.gov или www.weather.com). Подобные службы в последнее время начали появляться и в нашей стране (например, mosecom.ru, ecomos.ru).

Кандидат физико-математических наук Василий ПТУШЕНКО, доктор медицинских наук Сергей МАРЦЕВИЧ.