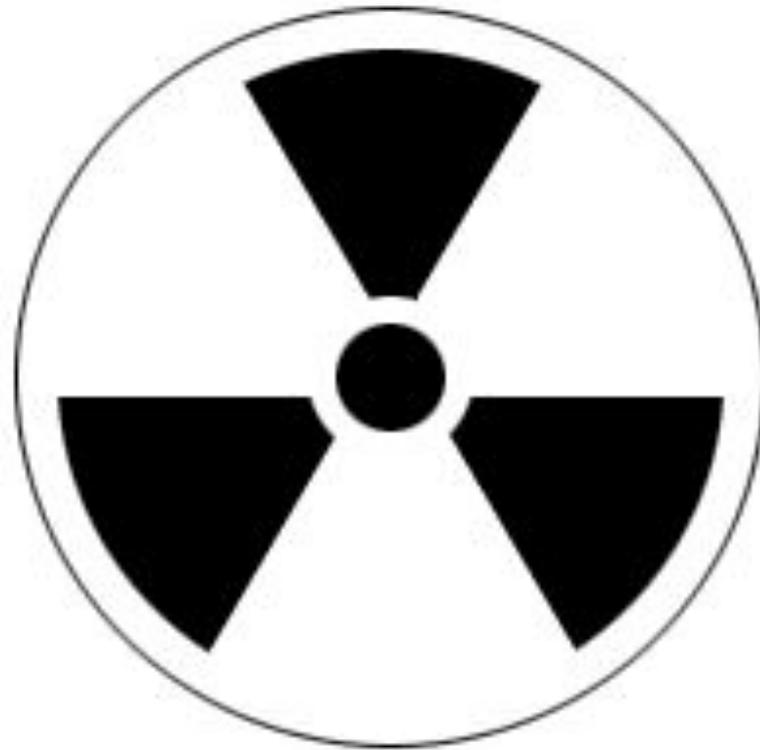


# Болезни вызванные физическими факторами внешней среды



# **Воздействие радиации (ионизирующего излучения) Физические основы**



# Виды ионизирующего излучения

- **Корпускулярные частицы**  
Альфа излучение (альфа частицы)  
Бэ́та излучение (бэ́та частицы)  
Нейтроны и протоны
- **Электромагнитное излучение**  
Рентгеновское излучение  
Гамма излучение

*Различаются линейной передачей энергии!*



# Единицы измерения

- *Радиоактивность* измеряется в **беккерелях (Бк)** – 1 распад/сек и **кюри (Ки)** – 37 млрд Бк.
- *Экспозиционная доза* рентгеновского и  $\gamma$ -излучения, определяется по эффекту ионизации воздуха, измеряется в **куллонах на кг (Кл/кг)** – возникающие в 1 кг сухого воздуха ионы несут суммарный заряд в 1 Кл. Внесистемной единицей является **рентген (Р)**:  $1 \text{ Р} = 0,285 \text{ Кл/кг}$ .

# Единицы изменения

- **Поглощённая доза - грэй** (Дж/кг) – доза излучения, измеряемая энергией в 1 Дж, переданной массе облучённого вещества в 1 кг. Внесистемная единица **рад**.  $100 \text{ рад} = 1 \text{ Грэй}$  (Гр).
- **Эквивалентные дозы** ионизирующих излучений - **бэр** (биологический эквивалент рентгена) и **зиверт** (Зв).  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ .  
Бэр – поглощённая доза любого вида ионизирующего излучения, аналогичная по биологической активности 1 рад рентгеновского излучения со средней удельной ионизацией 100 пар ионов на 1 мкм пути в воде.

# Доза излучения

- **Кюри (Беккерель)** – мера излучения вещества
- **Грей (рад)** – доза переданная веществу
- **Зиверт (бэр)** – количество энергии поглощенное биологической тканью (в год человек поглощает 1 миллизиверт)

# Пороговые дозы

- 100-300 мЗв – гибель 2% клеток организма
- 20-40 Зв – гибель 50% клеток организма
- 50 мЗв в щитовидной железе ведет к ее раку
- 1-3 Зв максимальная доза для человека

*Поглощенную дозу определяют  
цитогенетическим методом по частоте  
нестабильных участков хромосом - FISH  
методом*

# Механизмы облучения

- Внешний
- Внутренний
- Смешанный

*Особенности внутреннего излучения  
зависят от радионуклеотида!*

# Типы распределения радионуклеотидов в организме

- Остеотропный (кальций, стронций, барий, радий)
- Гепатотропный (редкоземельные металлы: церий, лантан и другие)
- Нефротропный (уран)
- Диффузный (калий, натрий, цезий)

*Радиоактивный йод накапливается в щитовидной железе*

# Биологические эффекты ионизирующих излучений



# Классификация биологических эффектов ионизирующего излучения

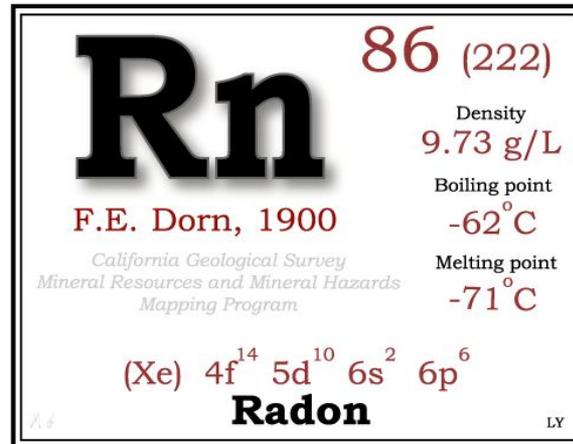
- I. *Эффект естественного радиационного фона*
- II. *Эффект малых доз*
- III. *Эффект больших доз:*
  1. *Лучевая болезнь при тотальном или субтотальном облучении*
  2. *Эффект больших доз при локальном облучении, в частности, при радиотерапии различных заболеваний.*

# Линейная беспороговая концепция

- Любая сколь угодно малая доза ионизирующего излучения опасна для здоровья.
- Эффекты естественного фона и малых доз не укладываются в рамки положений линейной беспороговой концепции.

# Естественный радиационный фон

- Основной источник – радон (Rn-222)
- К другим источникам фона относятся различные природные радионуклиды (уран, радий, калий-40), а также гамма-излучение Земли и космическое излучение.



# Синдром дефицита облучения

- Анемия
- Иммунодефицит
- Инфекционные процессы
- Опухоли
- Атрофические изменения  
(преждевременное старение)



# Радиационный фон

- Является стимулятором деления клеток, и, следовательно, процессов роста, обновления и восстановления тканей
- Механизм поддержания структурного гомеостаза



# Эффект малых доз

- Понятие малой дозы принципиально для различных организмов (растения, обитатели пустынь и человек)
- Малая доза ионизирующего излучения способствует репарации повреждений ДНК, и обеспечивает выбраковку мутантных, в том числе предзлокачественных, клеток.
- Обнаружены гены, ответственные за этот процесс.

# Эффект малых доз

- ***Радиационный гормезис*** – повышение жизнеспособности организма под влиянием малых доз ионизирующей радиации.
- Был установлен в ряде мест на Земле, где  $\gamma$ -фон превышает в 2–10 раз средний по планете (Бразилия).
- Смертность от злокачественных новообразований соответствует среднему уровню в популяции, продолжительность жизни выше
- Положительный эффект радоновых ванн

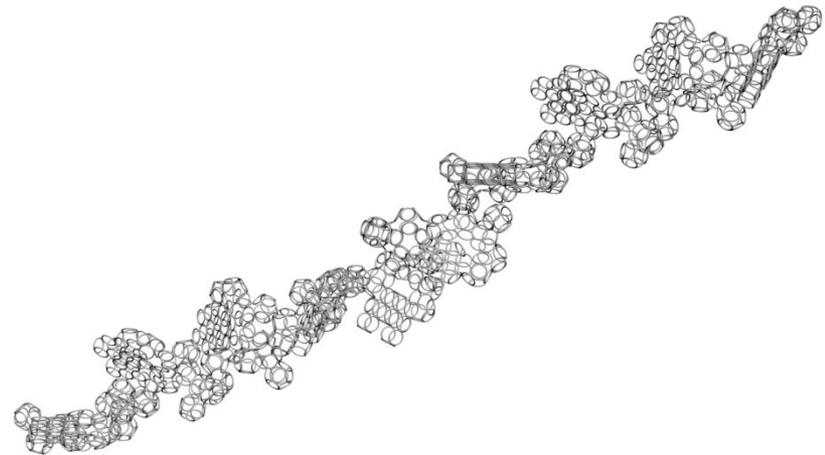
# Виды облучения человека

- Плановое облучение
- Существующее облучение
- Аварийное облучение



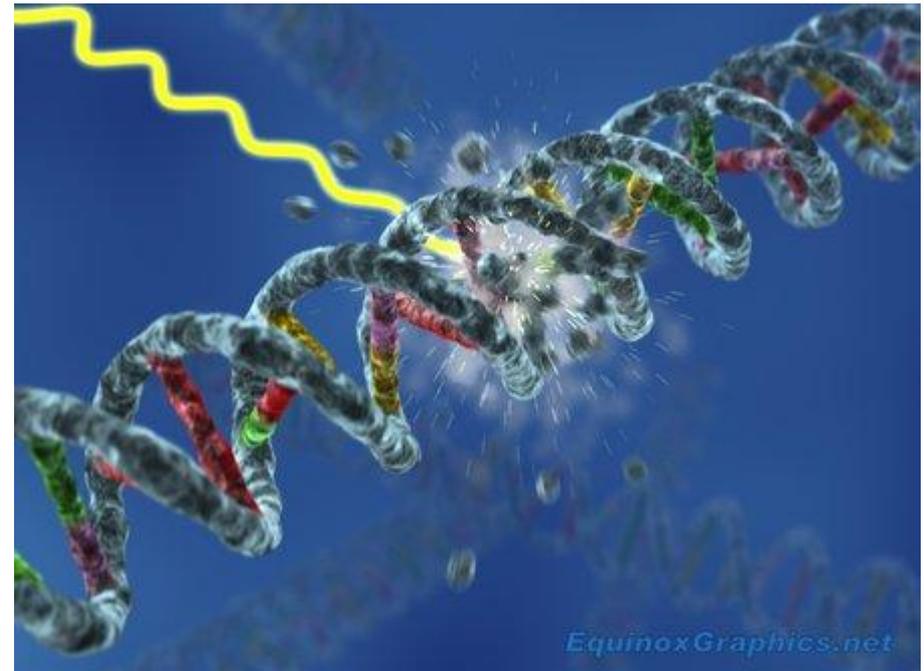
# Молекулярные изменения в тканях при ионизации

- Прямое действие
- Непрямое действие



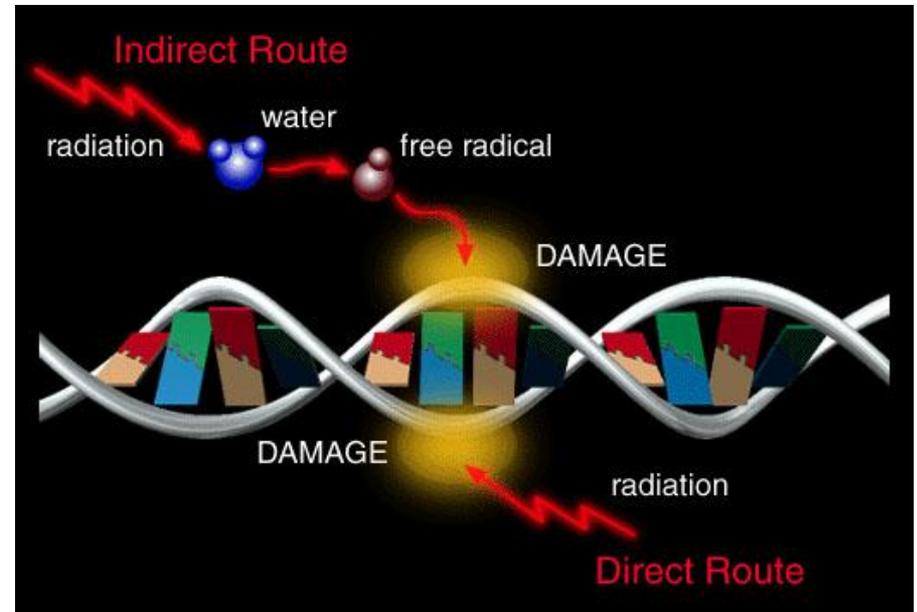
# Прямое действие при ионизации

- Ударное воздействие на атомы белков, ферментов, ДНК и РНК
- Одиночные и двойные разрывы в нити ДНК
- Репарация ДНК, часто не успевает произойти до очередного митоза



# Непрямое действие при ионизации

- Радиолиз воды
- Формирование свободных радикалов
- Повреждение свободными радикалами других молекул
- Повреждение ДНК



# Радиочувствительность тканей

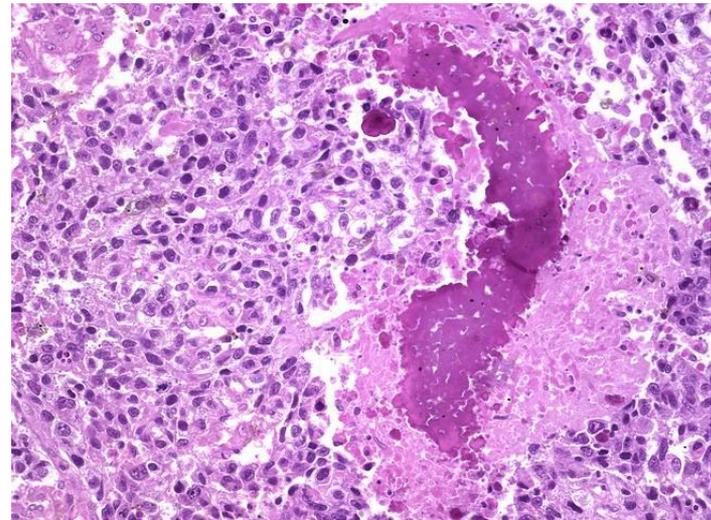
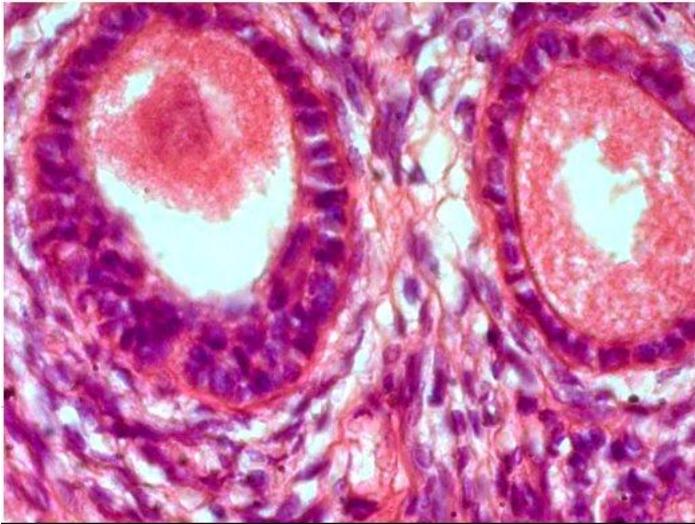
- Очень высокая (1 Зв)
- Высокая (1-2 Зв)
- Умеренная (3-4 Зв)
- Низкая (10 и выше Зв)

# Закон Бергонье-Трибондо

- Радиочувствительность тканей прямо пропорциональная пролиферативной активности клеток и обратно пропорциональна степени их дифференцировки.

# Очень высокая радиочувствительность

- Лимфойдная ткань
- Кроветворная ткань
- Фолликулы яичников
- Сперматогонии
- Лимфомы
- Лейкозы
- Семиномы
- Дисгерминомы



# Высокая радиочувствительность

- Эпителий некоторых слизистых ЖКТ
- Волосяные фолликулы
- Эндотелий (острые реакции)
- Ткани легких и почек (поздние реакции)
- Плоскоклеточный рак кожи
- Слизистые оболочки области головы и шеи
- Влагалищная порция шейки матки
- Рак молочной железы
- Нейробластома

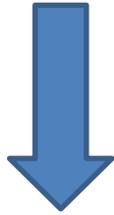
# Умеренная радиочувствительность

- Слизистые ЖКТ
- Железистый эпителий поджелудочной железы
- Выстилка мочевого пузыря
- Зона роста хрящевой и костной ткани
- Нейроны и нейроглия
- Рак легкого
- Рак пищевода
- Рак поджелудочной железы
- Рак мочевого пузыря
- Медуллобластома

# Низкая радиочувствительность

- Костная и зрелая хрящевая ткань
- Мышечная ткань
- Периферические нервы
- Глиомы
- Саркомы
- Меланомы
- Почечно-клеточный рак
- Остеосаркома

# Острое лучевое повреждение



Общие изменения

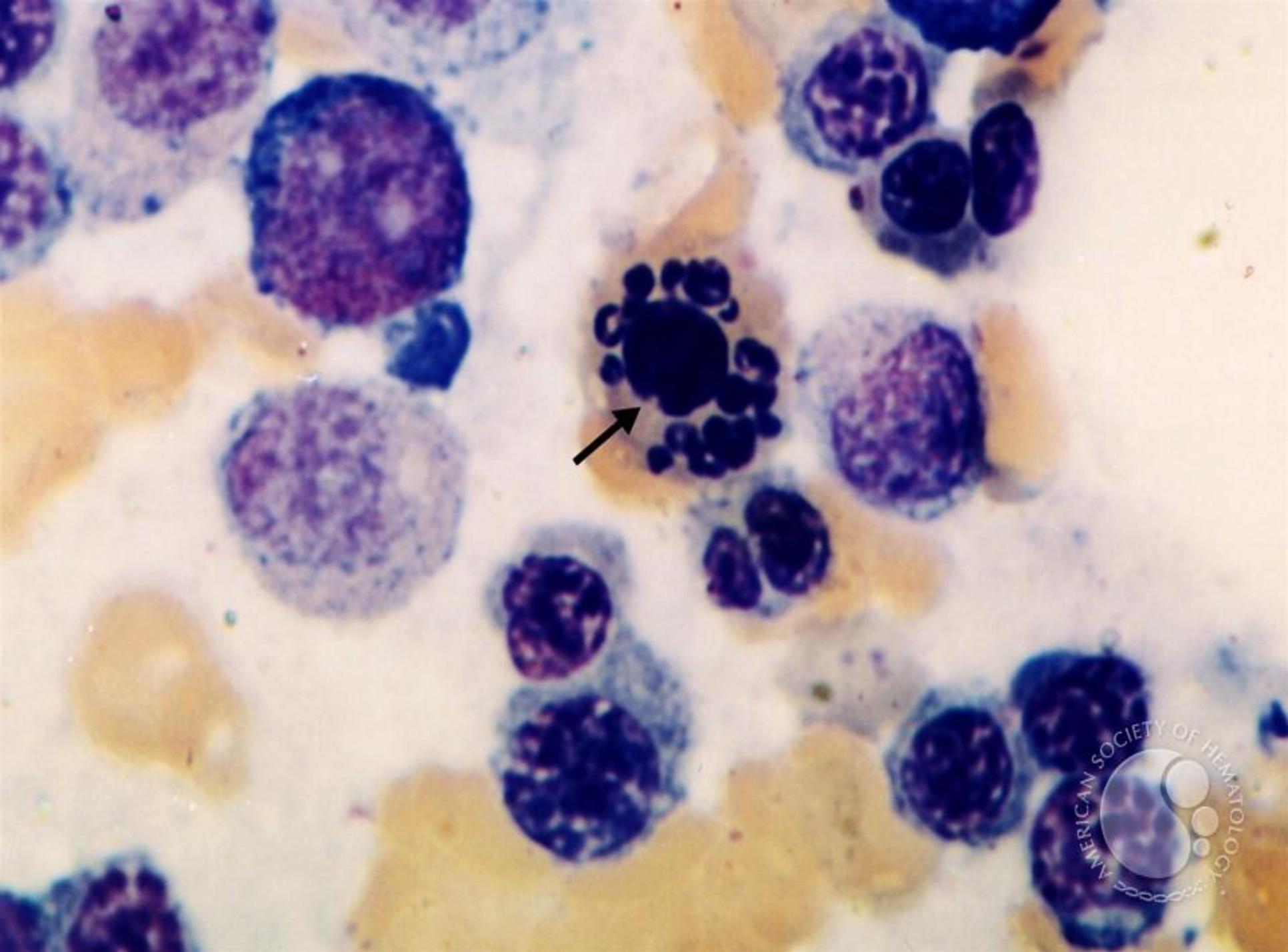


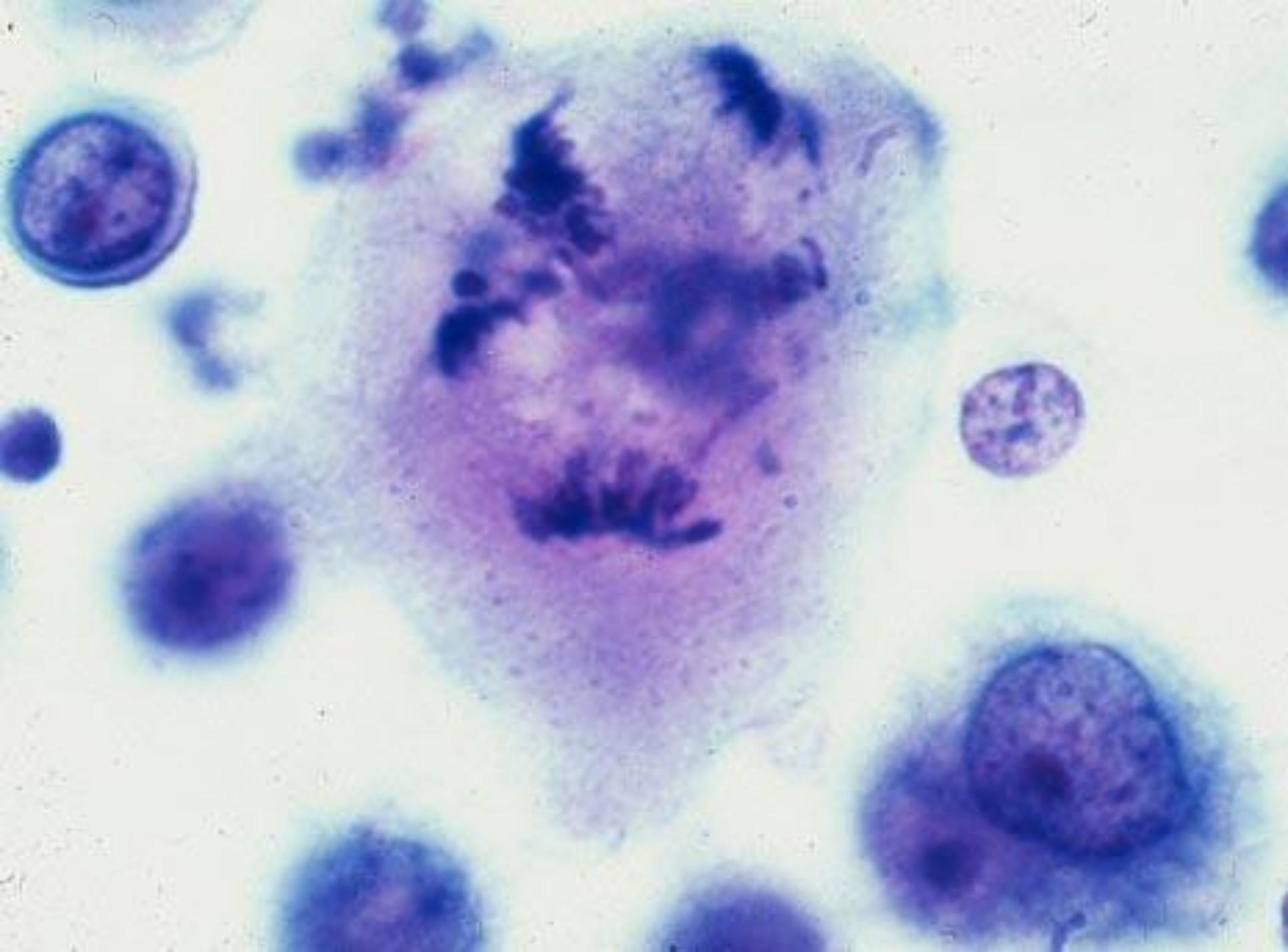
Местные изменения



# Общие изменения при остром лучевом повреждении

- Набухание ядра и цитоплазмы
- Агрегация хроматина
- Кариопикноз
- Кариорексис
- Атипичные фигуры митоза

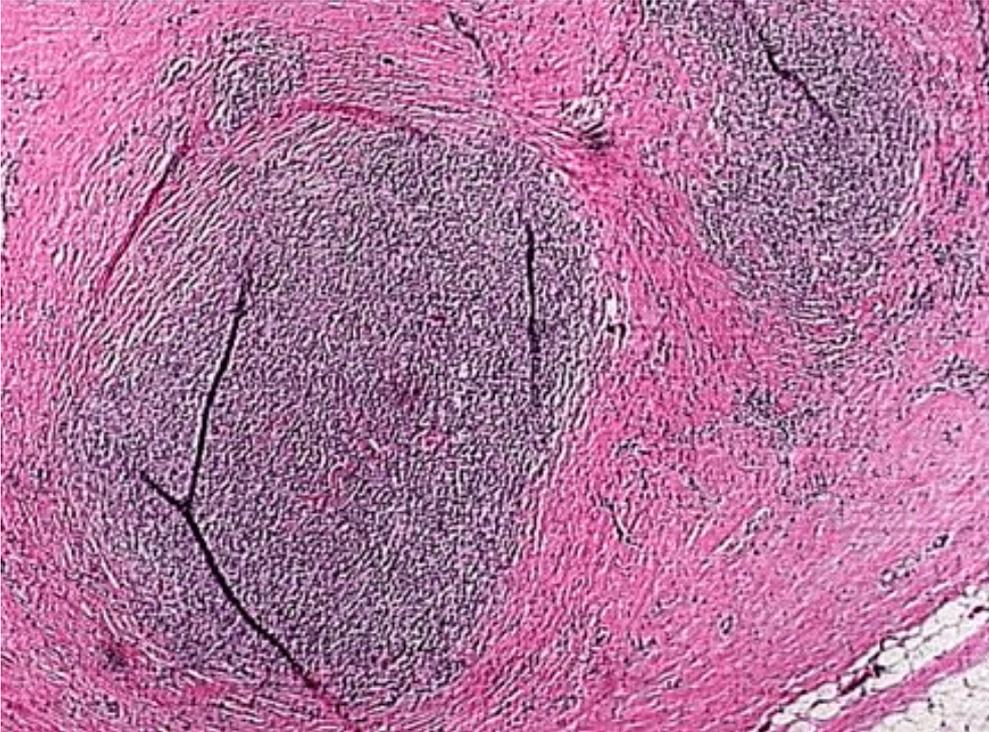
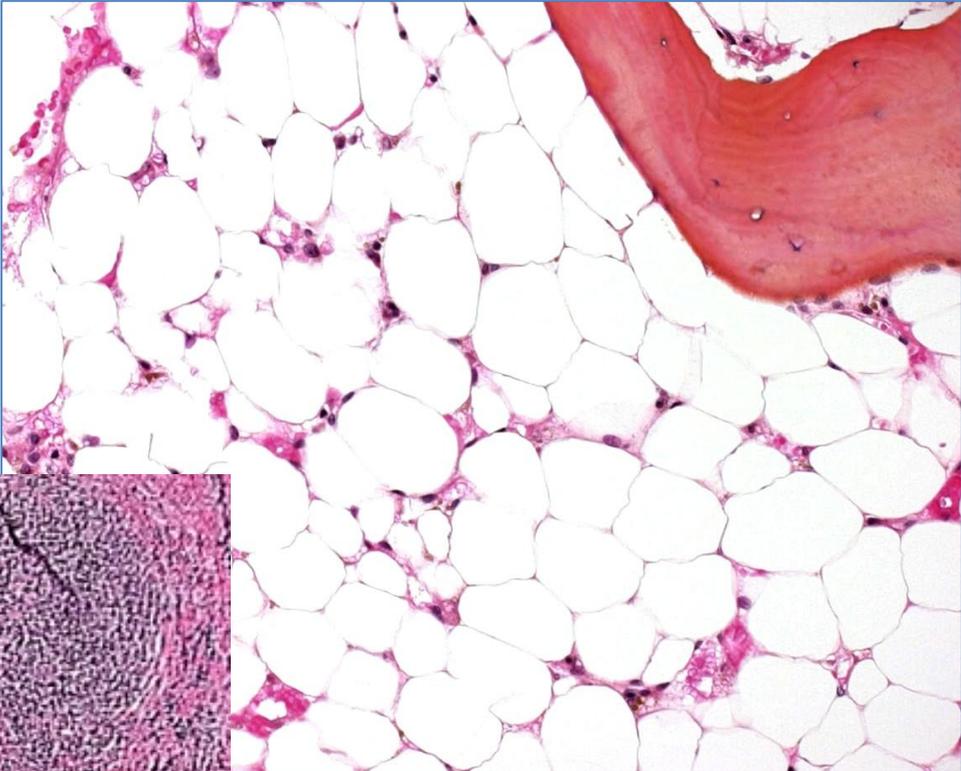


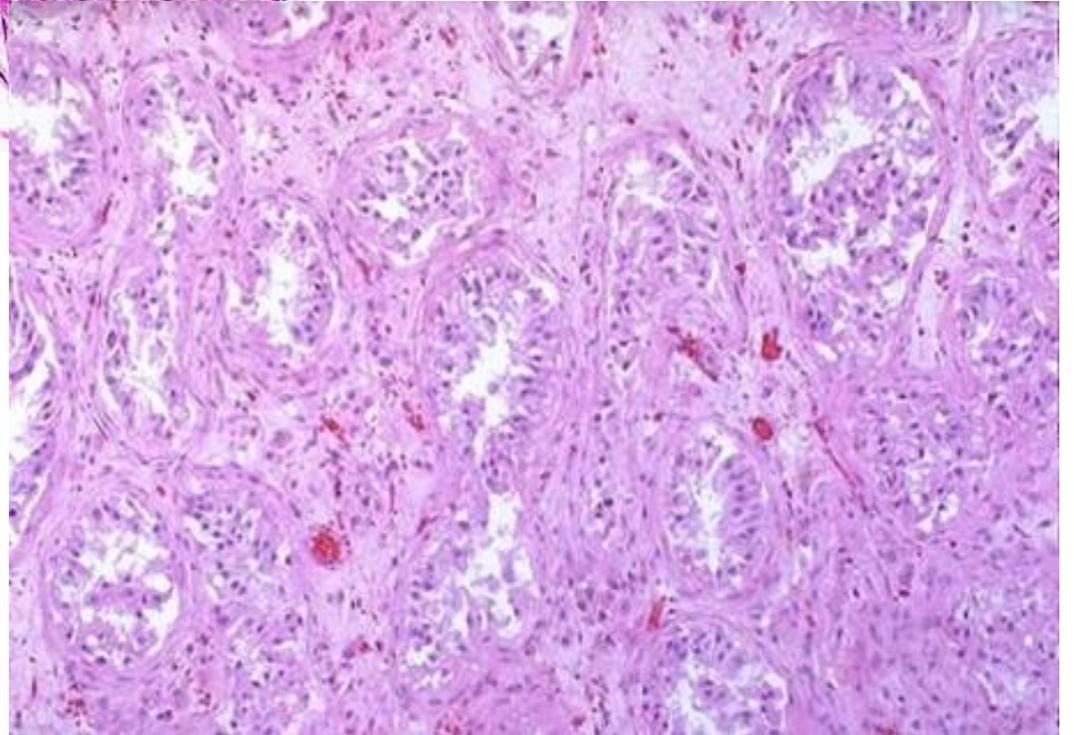
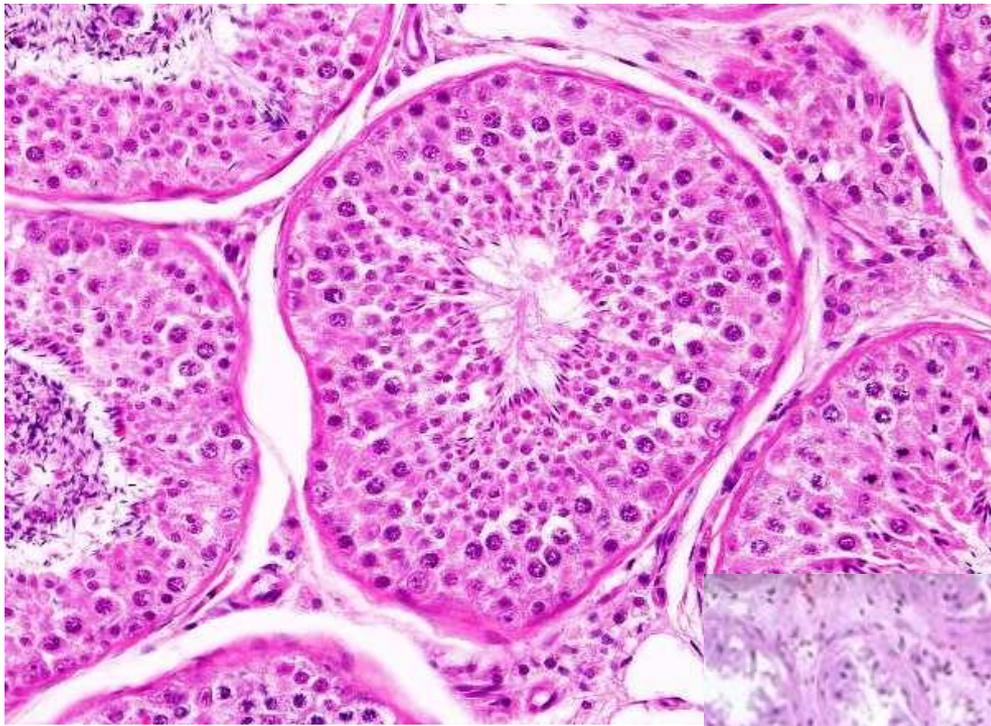


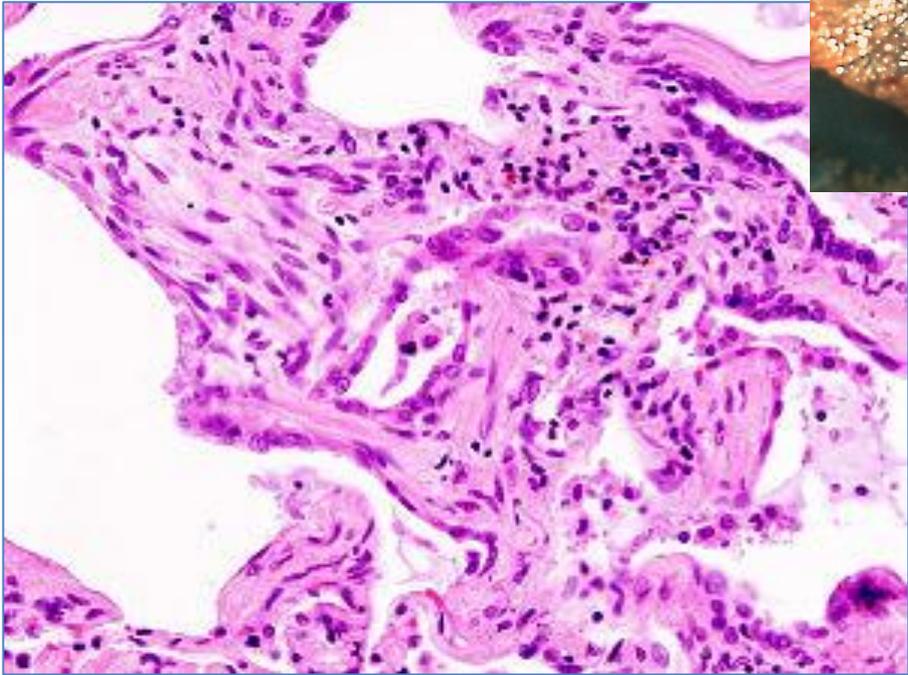
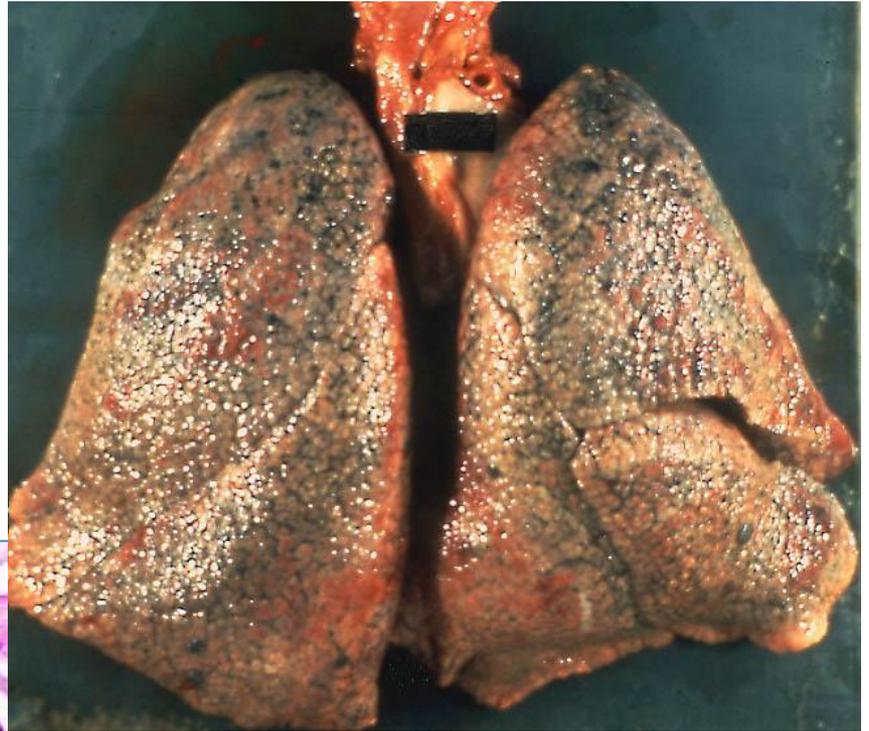
# Местные изменения

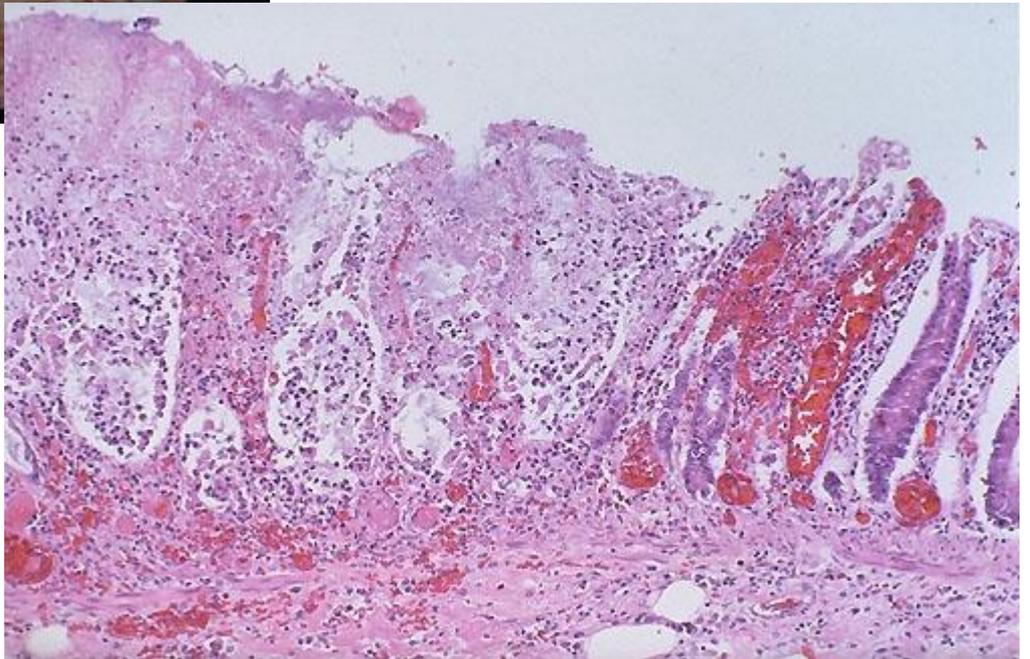
- Кожа
- Лимфойдная ткань
- Половые железы
- Легкие
- ЖКТ











# Радиационные изменения внутренних органов

Орган, ткани	Изменения	Последствия
Сердце	Фибринозный перикардит, миокардит	Фиброз перикарда, кардиосклероз
Почки	Поражение эпителия канальцев	Хронический радиационный нефрит
Мочевой пузырь	Язвенный цистит	Атрофия и фиброз стенки пузыря
ЦНС	Нет изменений	Вторичные повреждения

# Лучевая болезнь

1. *Острая лучевая болезнь* – заболевание, развивающееся при тотальном или субтотальном облучении организма в больших дозах ( $>1$  Гр)
2. *Хроническая лучевая болезнь* развивается в результате длительного, часто многократного облучения в относительно низких дозах, однако заметно превышающих предельно допустимые.

# Клинико-морфологическая классификация

- Костномозговая (1-10 Гр)
  - Кишечная (10-50 Гр)
  - Токсемическая (50-80 Гр)
  - Церебральная (свыше 80 Гр)
- Острейшая  
лучевая  
болезнь

*Острейшая лучевая болезнь всегда  
заканчивается смертью через  
несколько часов или суток от начала  
облучения!*

# Костномозговая форма

1. *Лёгкая форма* (I степень) – 1-2 Гр, прогноз абсолютно благоприятный
2. *Форма средней тяжести* (II степень) – 2-4 Гр, прогноз относительно благоприятный
3. *Тяжёлая форма* (III степень) – 4-6 Гр, прогноз сомнительный
4. *Крайне тяжёлая (смертельная) форма* (IV степень) – 6-10 Гр, прогноз неблагоприятный

# Стадии острой лучевой болезни

- Начальный период - первичная общая реакция (1-2 суток)
- Латентный период мнимого благополучия (от 15 дней до 1 месяца)
- Период разгара (2 – 4 недели)
- Период восстановления (3 месяца – 3 года)

# Первичная общая реакция

- Слабость
- Сонливость или перевозбуждение
- Головная боль, головокружение
- Тошнота, рвота
- Боли в сердце, сердцебиение
- Менингеальный синдром и очаговая неврологическая симптоматика (>6 Гр)
- Гиперемия кожи и конъюнктивы
- Лимфопения

# Латентный период

- Улучшение состояния больных
- Прогрессирование лимфопении
- Гипопластические изменения в костном мозге

# Период разгара

- Гипопластическая анемия
- Инфекционные поражения (стоматит, ангина, пневмония, пиелонефрит и т.д.)
- Геморрагический синдром
- Выпадение волос
- Менингеальный синдром
- Лучевой гастроэнтерит

# Период восстановления

- Восстанавливаются показатели кроветворения
- Сохраняющиеся нарушения функции различных органов обозначаются как *ближайшие последствия* острой лучевой болезни
- Лучевой энцефаломиелоз

# Отдаленные последствия

- Злокачественные опухоли
- Катаракта
- Наследственные дефекты у потомства

*Чем выше доза облучения, тем тяжелее ближайшие и отдалённые последствия у выживших больных.*

# Варианты лучевой болезни

- Острая лучевая болезнь при внешнем  
общем  
неравномерном  
облучении
- Сочетанные лучевые  
поражения
- Комбинированные  
лучевые поражения
- Нейтронные  
поражения



# Причины смерти

- Лучевой шок
- Кровотечение
- Сепсис
- Развитие злокачественных опухолей



# Хроническая лучевая болезнь

- Развивается в результате длительного внешнего облучения организма, в дозах превышающих предельно допустимые, а также вследствие попадания радионуклеотида внутрь организма при суммарной дозе не менее 2 Гр.
- Клинически манифестирует через 2-5 лет от начала облучения

# Стадии хронической лучевой болезни

1. Астено-вегетативный синдром
2. Стойкое нарушение функций органов и систем (дистрофические изменения кожи, выпадение волос, гипофункция половых желез, анемия).
3. Декомпенсация функций органов и систем (в первую очередь кроветворной)

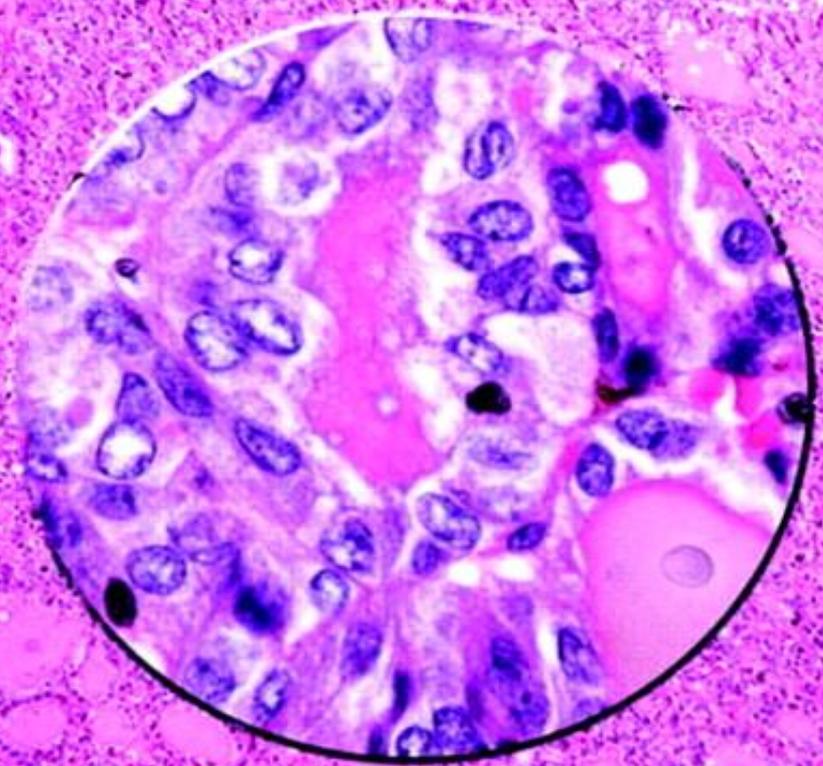
*Сроки развития от 1 года до 10 лет*

# Степени тяжести

- **Лёгкая форма** - незначительные изменения костного мозга и других органов, выздоровление через 7-8 недель после прекращения облучения.
- **Форма средней тяжести** - геморрагический синдром, атрофические изменения кожи и слизистых. Протекает годами, обострения провоцируют неспецифические факторы (инфекция, переутомление). Полное выздоровление после прекращения облучения обычно не наступает.
- **Тяжёлая форма** - костномозговой синдром (апластическая анемия) с неуклонно прогрессирующим течением

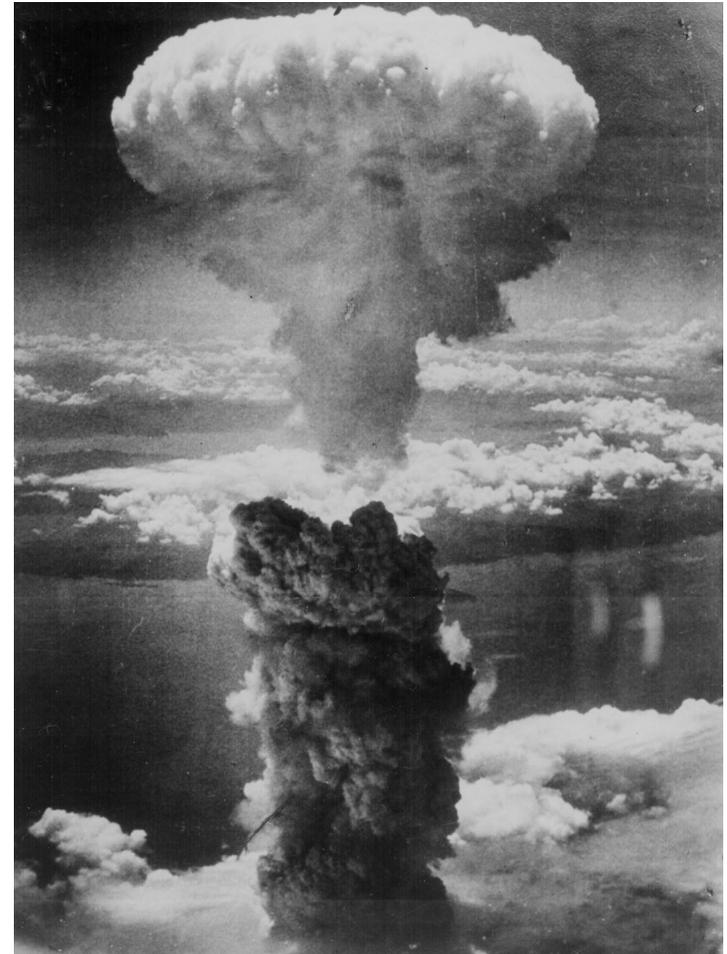
# Проблема отдаленных последствий облучения и эффекта малых доз

- Увеличение количества случаев лейкозий и сарком у жителей прибрежных районов реки Теча
- Увеличение количества случаев рака щитовидной железы у жителей загрязненных территорий после аварии на Чернобыльской АЭС
- Частое отсутствие достоверных различий по заболеваемости и смертности у групп облученных и не облученных людей



# Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки

- Сбрасывание бомб США на города Японии 6 и 9 августа 1945 года
- 64 кг урана и плутония
- Более 200 тысяч погибших



# Кыштымская авария

- 29 сентября 1957 года взрыв хранилища радиоактивных отходов ПО Маяк
- В воздух выброшено 20 млн. кюри радиоактивных веществ
- Фон у воронки 1000 рентген/час
- Сформирован ВУРС – 20 тысяч квадратных километров



# Чернобыльская катастрофа

- 26 апреля 1985 года взрыв на четвертом энергоблоке
- В воздух выброшено 240 млн. кюри радиоактивных веществ
- Сформирована 30 км зона отчуждения
- 134 случая острой лучевой болезни



# Вибрационная болезнь

- Профессиональное заболевание, обусловленное длительным (не менее 3—5 лет) воздействием вибрации в условиях производства



# Вибрация

- Частота (Гц)
- Виброскорость (м/с)
- Виброускорение
- Порогом восприятия вибрации считается виброскорость 0,0001 м/с, порогом болевого ощущения – 1 м/с.

# Классификация по частоте колебаний

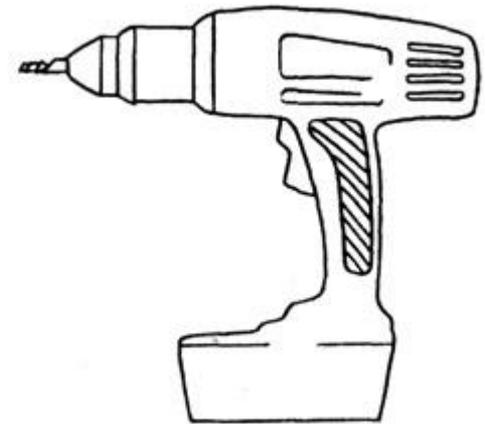
- *Низкочастотная вибрация* – локальная вибрация с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах 8 и 16 Гц; общая вибрация с частотой 1 и 4 Гц.
- *Среднечастотная вибрация* – локальная вибрация с частотой 32 и 64 Гц; общая вибрация с частотой 8 и 16 Гц.
- *Высокочастотная вибрация* – локальная вибрация с частотой 128, 256, 512 и 1024 Гц; общая вибрация с частотой 32 и 64 Гц.

# Патогенез

- Ручной инструмент - низкочастотная вибрация (формовщики, бурильщики). Поражение нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата через 8-10 лет работы.
- Ударный инструмент (клёпка, обрубка) - средне- и высокочастотная вибрация (32-128 Гц). Поражение периферических сосудов, нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата, через 3-8 лет работы
- Шлифовальный инструмент - высокочастотная вибрация – поражение сосудов (вибрационный ангиотрофоневроз) , через 3-5 лет работы
- **Усугубляют вибрацию мышечное напряжение, шум и неблагоприятные метеорологические условия!**

# Клиническая классификация

- Воздействие локальной вибрации
- Воздействие общей вибрации и толчков
- Воздействие общей и локальной вибрации



# Воздействие локальной вибрации

- Болевые ощущения в пальцах рук
- Астения
- Сосудодвигательные нарушения
- Изменения в костях и суставах (особенно кистей)

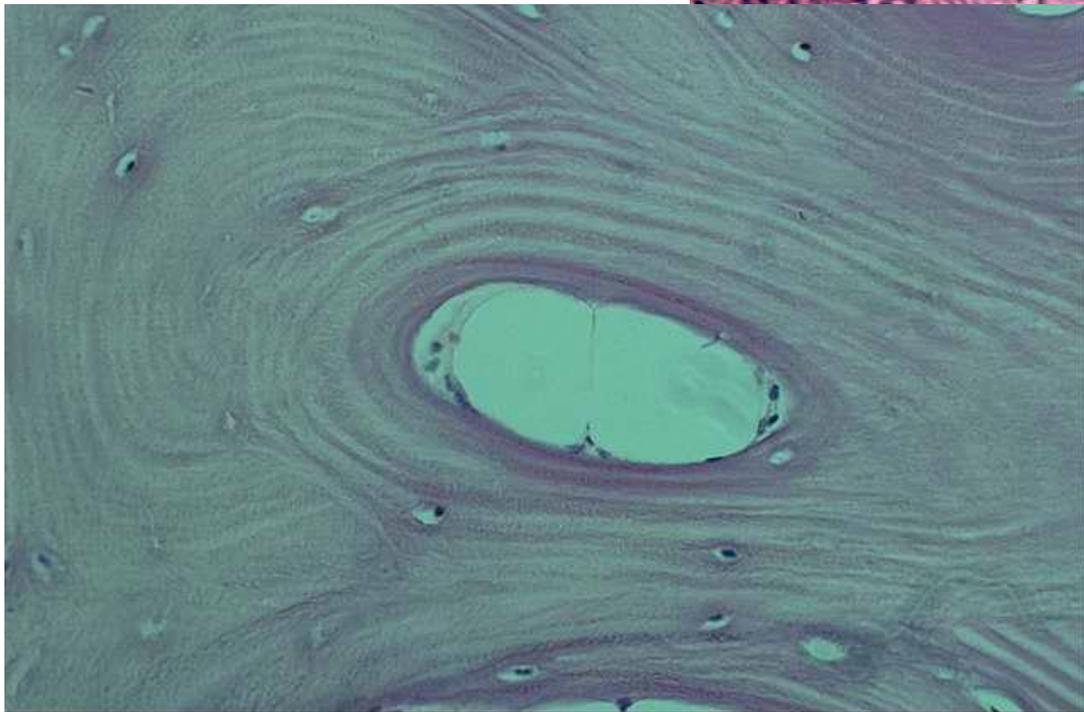
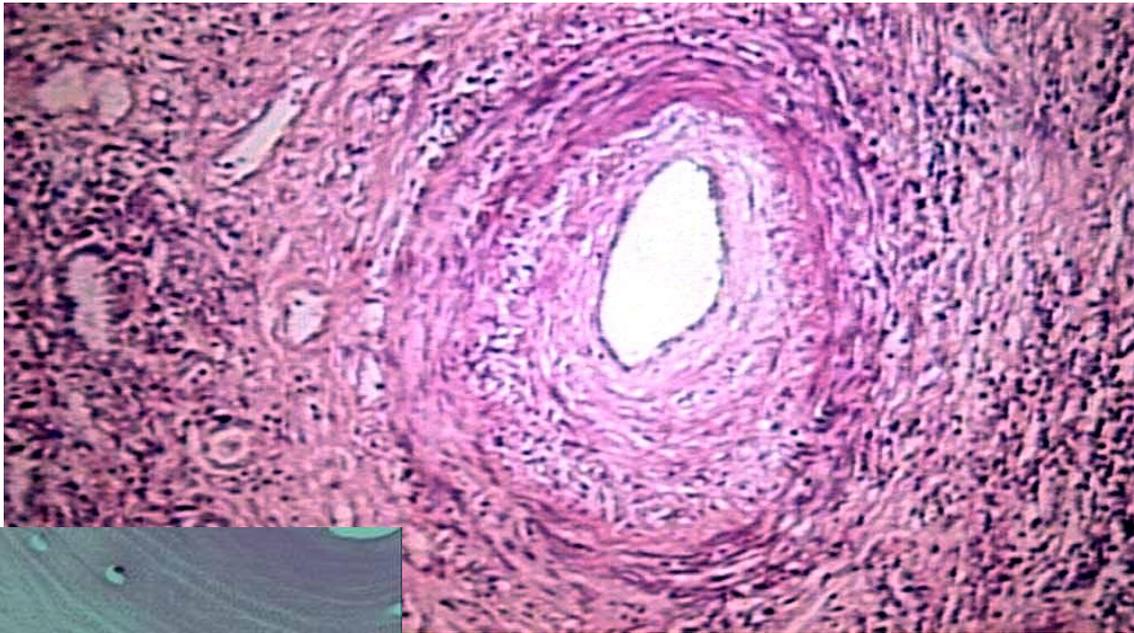


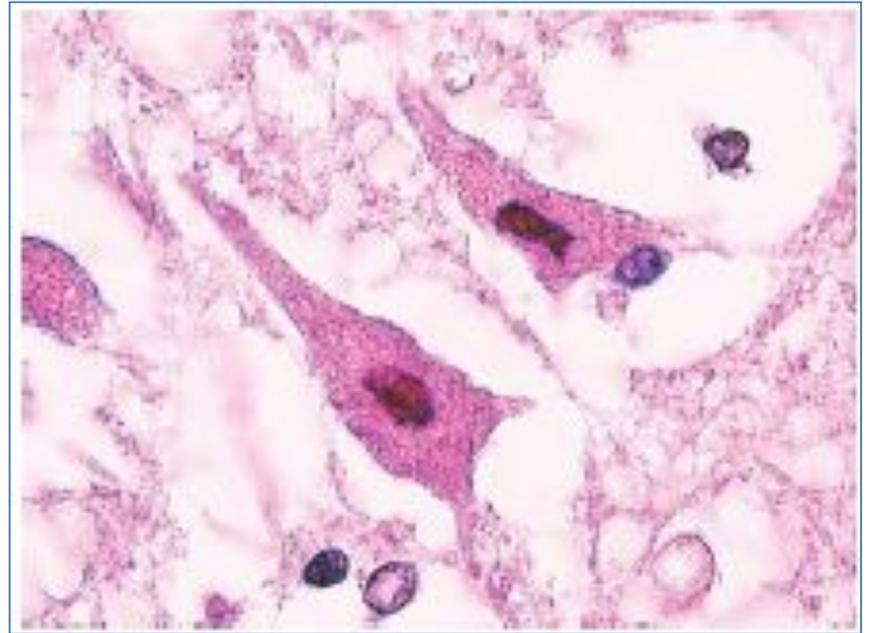
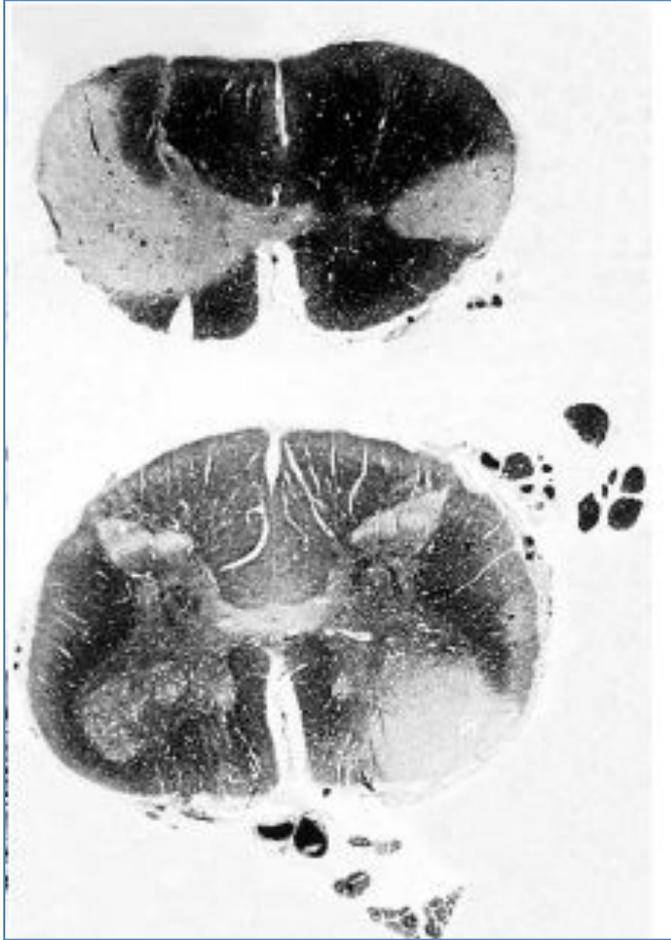
# Воздействие общей вибрации и ТОЛЧКОВ

- Водители транспорта и операторы транспортно-технологических агрегатов
- Головные боли
- Головокружения
- Боли в спине (спондилопатии)
- Боли в области солнечного сплетения (висцероптозы)
- Нарушение работы и обострение заболеваний женской половой сферы

# Патологическая анатомия

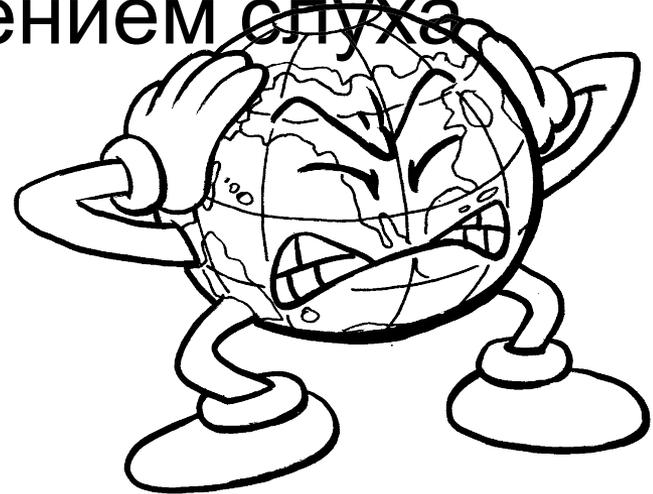
- Облитерирующий эндоартериит (без признаков воспаления!)
- Деструктивные явления в тельцах Фатера-Пачини
- Очаги демиелинизации
- Дистрофические изменения в клетках боковых рогов спинного мозга и в ретикулярной формации ствола мозга
- Очаги склероза и кисты в костной ткани





# Болезнь вызываемая шумом

- Шумовая болезнь - симптомокомплекс патологических нарушений, обусловленный влиянием мощного шума на организм характеризующийся в первую очередь снижением слуха



# Шум

- Представляет собой беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков
- Один из наиболее распространённых физических факторов окружающей среды, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм, мешающий работе и отдыху

# Звуковое «загрязнение» среды

- Производственный шум
- Бытовой шум
- Арт-шум
- Уличный шум
- Техногенный шум (транспорт)



# Виды шумов по частоте

- До 400 Гц – низкочастотные
- 400-1000 Гц – среднечастотные
- Свыше 1000 Гц – высокочастотные
- Речь человека 1000-3000 Гц

# Виды шумов по интенсивности

- До 80 дБ – безвредные
- 85-135 дБ – вредные при длительном воздействии
- Свыше 135 дБ - крайне вредные

# Биологические эффекты шума

## Неспецифические

- Утомление
- Неврозы
- Гипертония
- Повышение рН желудочного сока

## Специфические

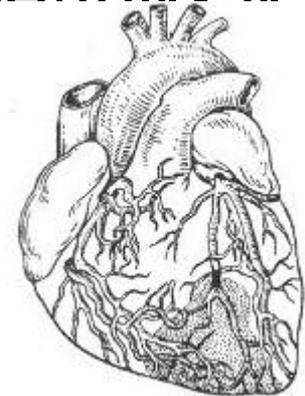
- Дистрофические изменения в кохлеарных нервах и рецепторных клетках кортиева органа
- Развитие тугоухости или глухоты

# Индивидуальная чувствительность к шуму

- Анатомо-физиологические особенности органа слуха
- Состояние нервной системы
- Концентрацией в организме витаминов группы В, прежде всего В<sub>1</sub>.

# Клиническая картина

- Профессиональная тугоухость двухсторонняя
- Развивается через 5 лет при работе в условиях шума с обратимыми изменениями в начальных стадиях
- Вначале повышается порог восприятия высоких звуковых частот, затем средних и низких
- Астено-вегетативный синдром
- Нарушение сердечного ритма



# Изменения в кортиевом органе

## Первичные

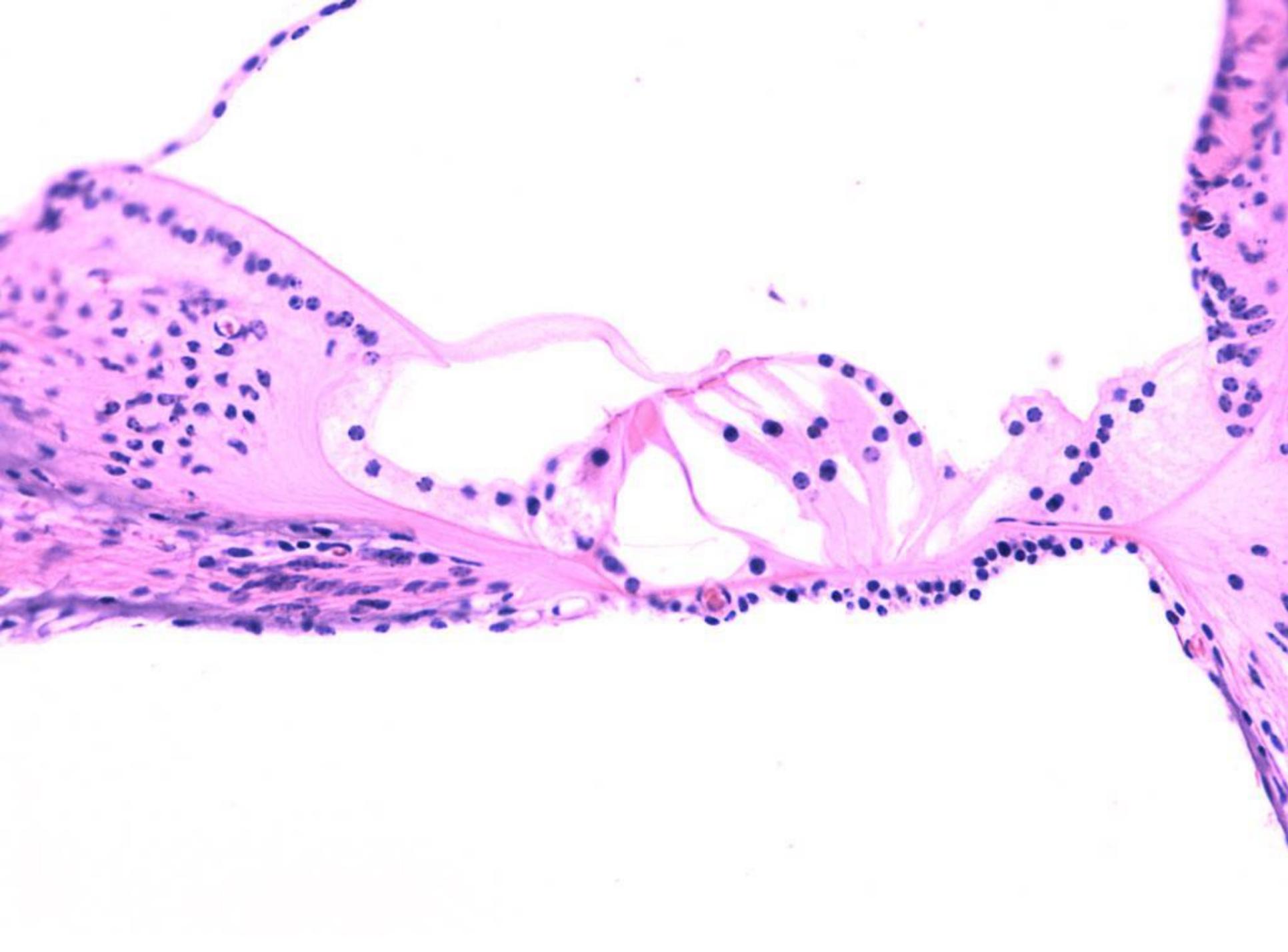
- Интенсивный шум
- перевозбуждение клеток и их гибель
- Васкуляризация сохранена

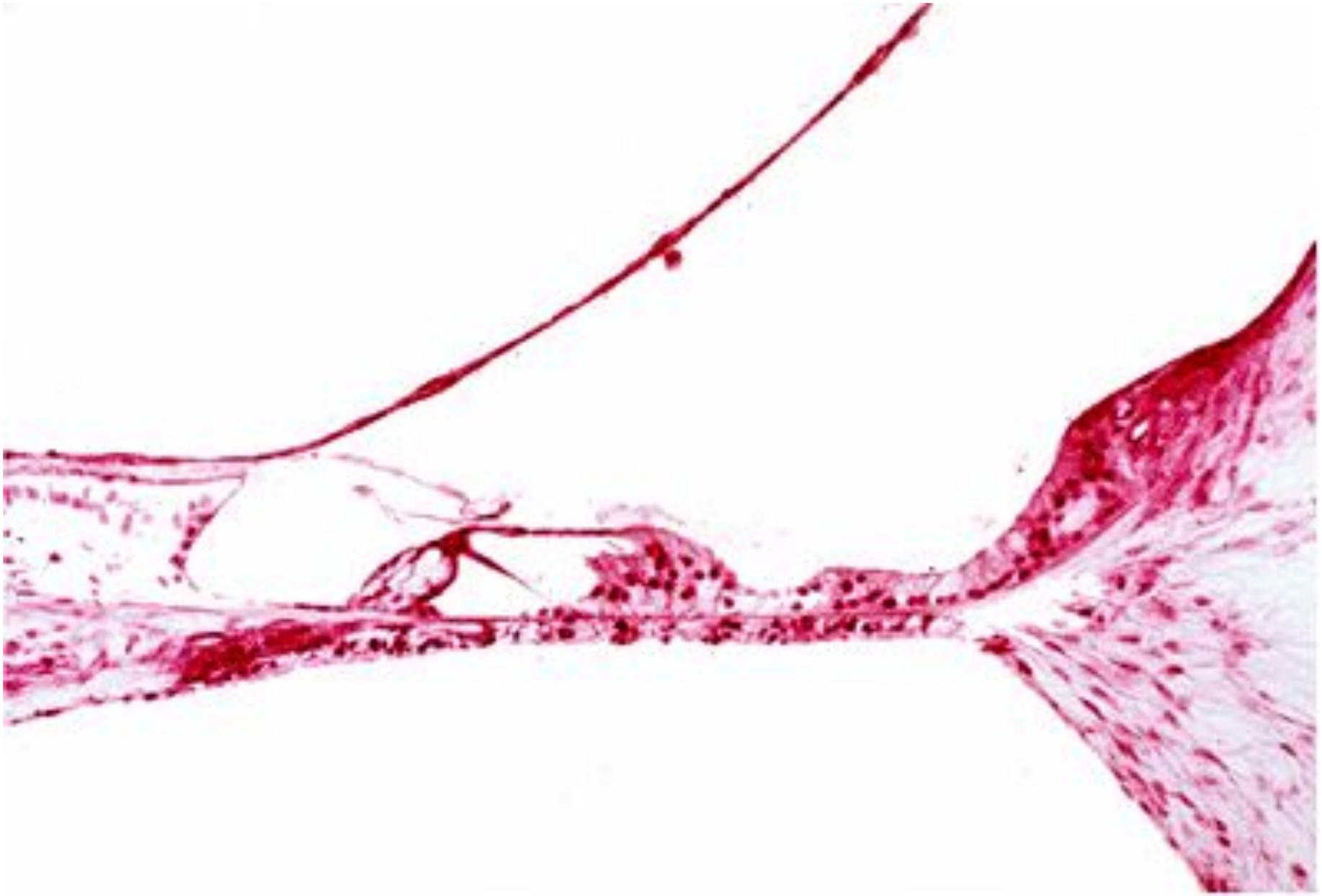
## Вторичные

- Длительное воздействие менее интенсивного шума
- Нарушение васкуляризации из-за ангиоспазма
- Снижение продукции эндолимфы из-за атрофии
- Запустевание перепончатого канала улитки (базиллярная и вестибулярная мембраны сливаются)
- Рефлекторные изменения в ЦНС

# Патологическая анатомия

- Дистрофические изменения в спиральном узле и кохлеарном нерве
- Атрофия кортиева органа
- Тугоподвижность слуховых косточек





Спасибо за внимание!

