ФОРМИРОВАНИЕ АДЕКВАТНОГО ВОСПРИЯТИЯ РАДИАЦИОННОГО РИСКА

Доцент кафедры экологической медицины МГЭИ им. Сахарова БГУ к.б.н. Николаевич Л.Н.

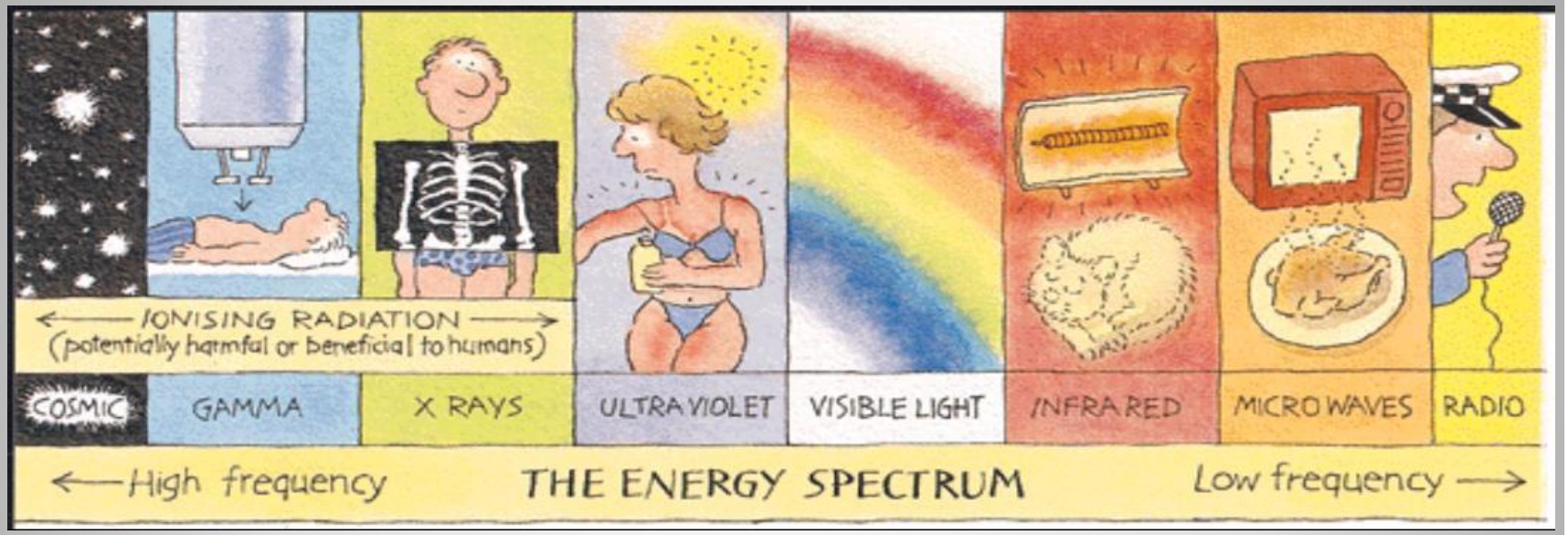
Радиационный риск

- Риск радиационный – вероятность того, что данный индивид подвергнется определенному неблагоприятному эффекту радиационного воздействия (МКРЗ, 1986)
- Риск радиационный – вероятность того, что у потенциально облученного индивида или его потомков появится серьезное нарушение здоровья (МКРЗ, 1988)
- Риск радиационный – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения (НРБ-99/2009)

Радиационные аварии – основная причина появления проблемы радиационного риска

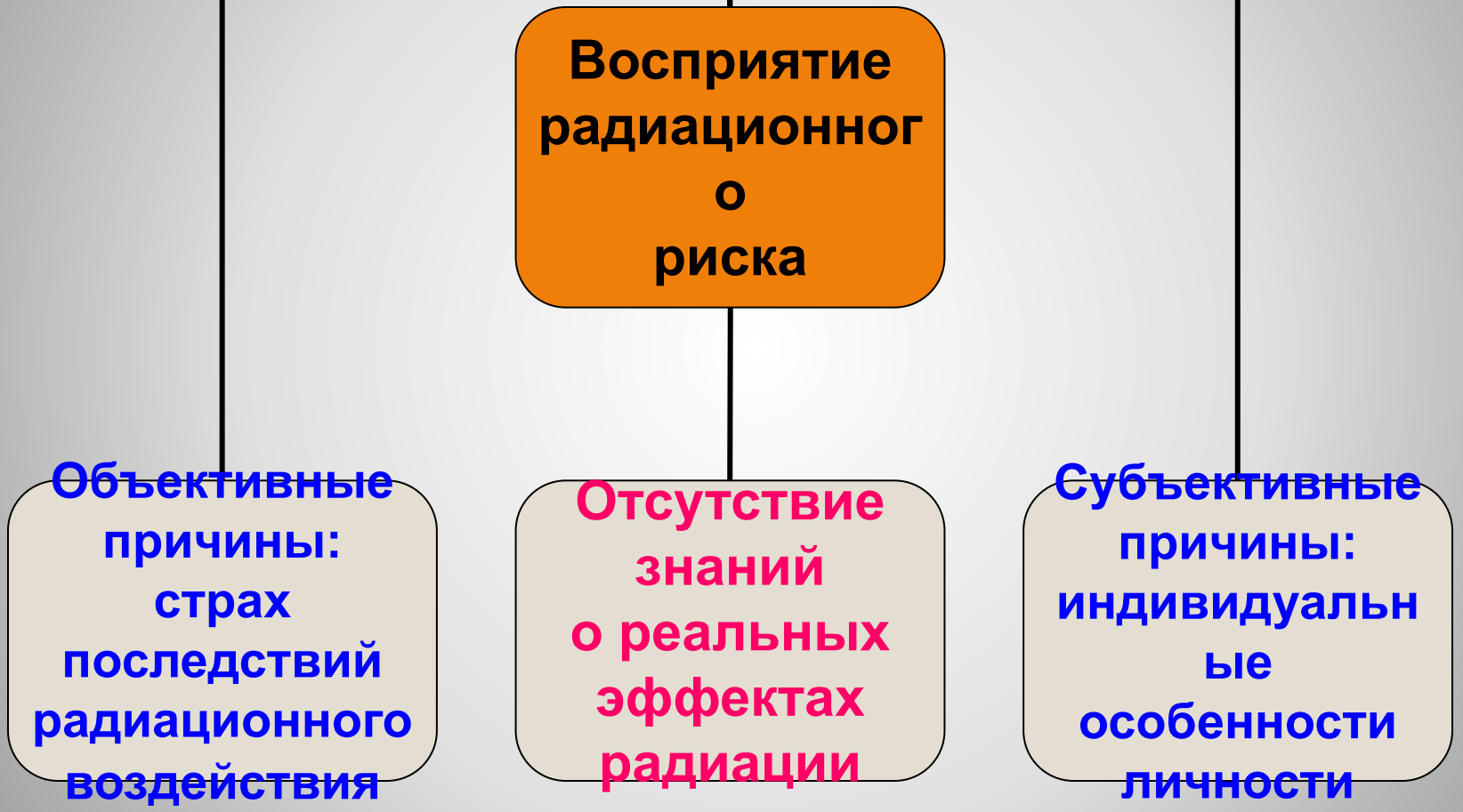
ПО Маяк (1957),
Уиндскейл (1957),
Три-Майл-Айленд (1979),
Чернобыль (1986),
Гайания (1987),
Фукусима (2011)

Радиация как безусловная угроза



- **Отсутствие органолептического восприятия радиации** усиливает ощущение опасной неопределенности, формирует зависимость силы воздействия от информации, приводит к убежденности людей в безусловной патогенности радиационного воздействия, что в итоге создает максимально преувеличенный **«образ радиационной угрозы»**

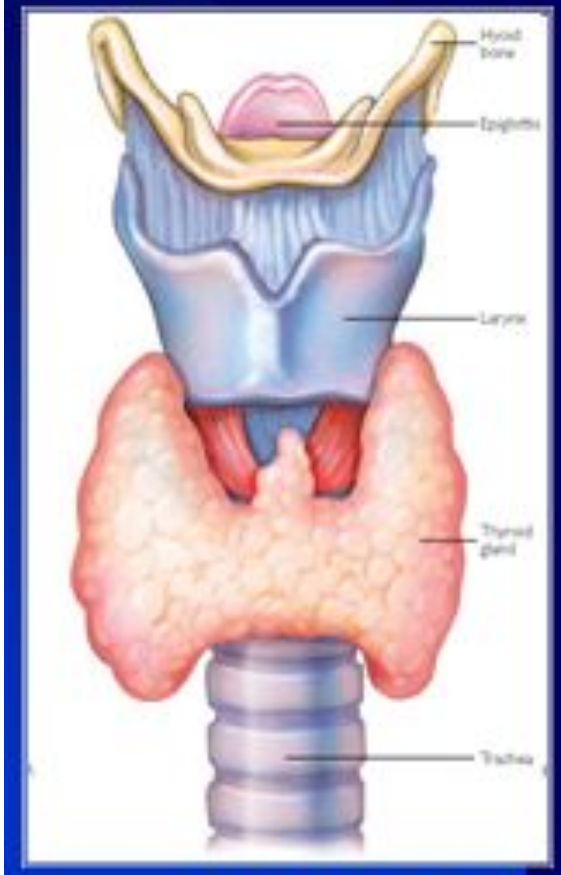
Восприятие радиационного риска



Восприятие радиационного риска не зависит от реальной степени радиационной опасности. Причины драматизации восприятия радиационного риска связаны с двумя рядами причин, объективного и субъективного характера. Объективно люди напуганы реальными событиями чернобыльской аварии, других инцидентов, ставшими известными годы спустя после того, как они произошли. Субъективный ряд причин обусловлен индивидуальными особенностями и определяется личностным опытом каждого человека.

Эффекты аварии для здоровья – щитовидная железа

Анатомия и физиология щитовидной железы



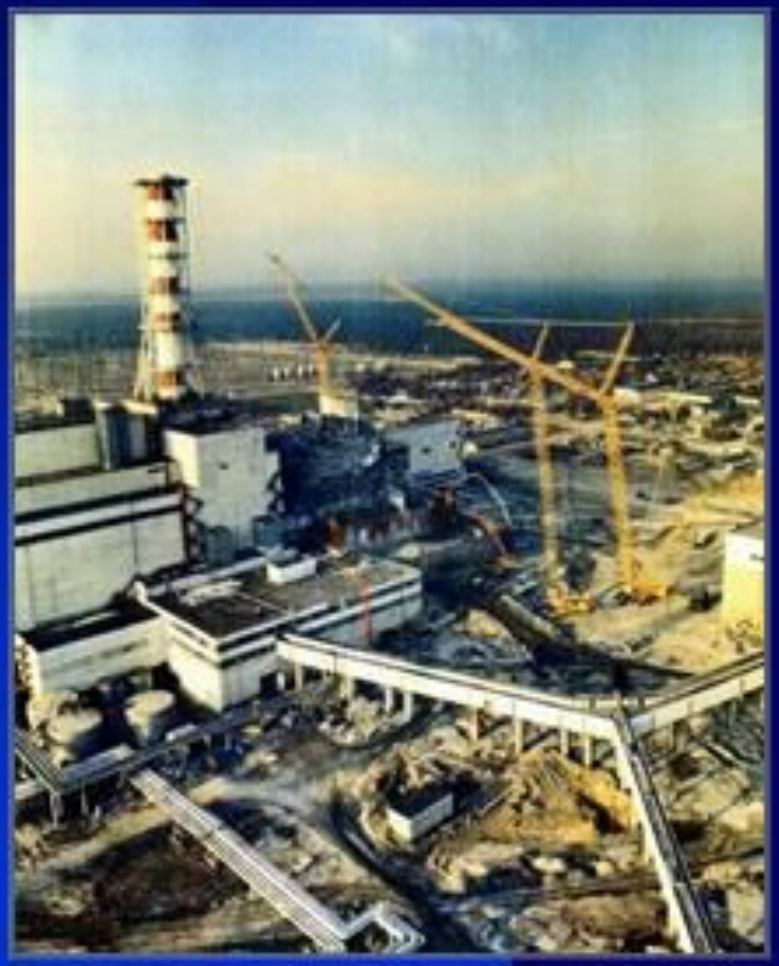
Щитовидная железа – непарный эндокринный орган, функция которого регулируется центральной нервной системой и тиреотропным гормоном передней доли гипофиза.

Вес щитовидной железы в возрасте 20–60 лет колеблется от 17 до 40 г.

Вертикальный размер долей 50–80 мм, перешейка – 5–15 мм.

Функция железы **заключается в синтезе и секреции тиреоидных гормонов, содержащих 3 или 4 молекулы йода.**

Чернобыльская авария, 1986г. Выброс.



- Основные выбросы продолжались 10 дней
- **Общий выброс**
  ~ 10^{19} Бк
- **Выброс йода-131**
  ~ $1{,}8 \cdot 10^{18}$ Бк

Пути облучения щитовидной железы

Компоненты дозы облучения щитовидной железы

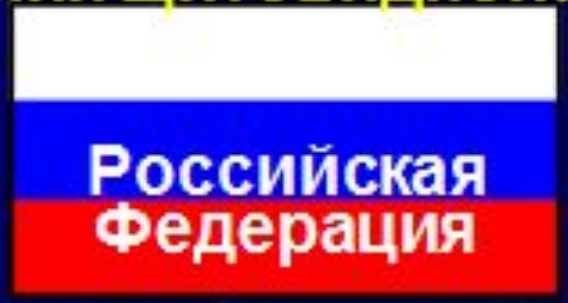
Активность йода-131 в выбросах при ядерных авариях

Авария, год	Активность йода-131 в выбросе, ПБк
Уиндскейл, Англия, 1957	0,74
SL-1, Idaho Falls, США, 1961	0,00037 в первые 16 ч всего 0,003 за 30 дней
Хэнфорд, США, 1963	0,0022
Саванна Ривер, США, 1964	0,0035 в первые несколько дней, всего 0,0057 за 26 дней
Три Майл Айленд, США, 1979	0,0006 – 0,0007
Чернобыль, СССР, 1986	**1760**

Распределение пострадавших групп населения по возрасту и интервалу дозы облучения щитовидной железы.

Дозовый интервал (Гр)	Дети дошкольного возраста		Дети школьного возраста		Подростки		Взрослые		Общая численность населения	
	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля
<0,05	574 300	54,3	836 300	74,9	433 900	81,2	5 680 100	81,2	7 524 600	77,7
0,05-0,1	223 300	21,1	99 800	8,9	41 300	7,7	463 100	6,6	827 500	8,5
0,1-0,2	88 000	8,3	82 700	7,4	43 100	8,1	617 800	8,9	831 700	8,6
0,2-0,5	113 800	10,8	78 800	7,1	14 400	2,7	182 800	2,6	389 900	4,0
0,5-1,0	40 300	3,8	16 400	1,5	1 900	0,4	31 800	0,5	90 400	0,9
1,0-2,0	17 800	1,7	2 500	0,2	20	0,004	300	0,004	20 600	0,2
2,0-5,0	1 000	0,09	100	0,009	-	-	-	-	1 100	0,01
>5,0	50	0,005	5	$4 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	-	55	$7 \cdot 10^{-4}$

Распределение пострадавших групп населения по возрасту и интервалу дозы облучения щитовидной железы.



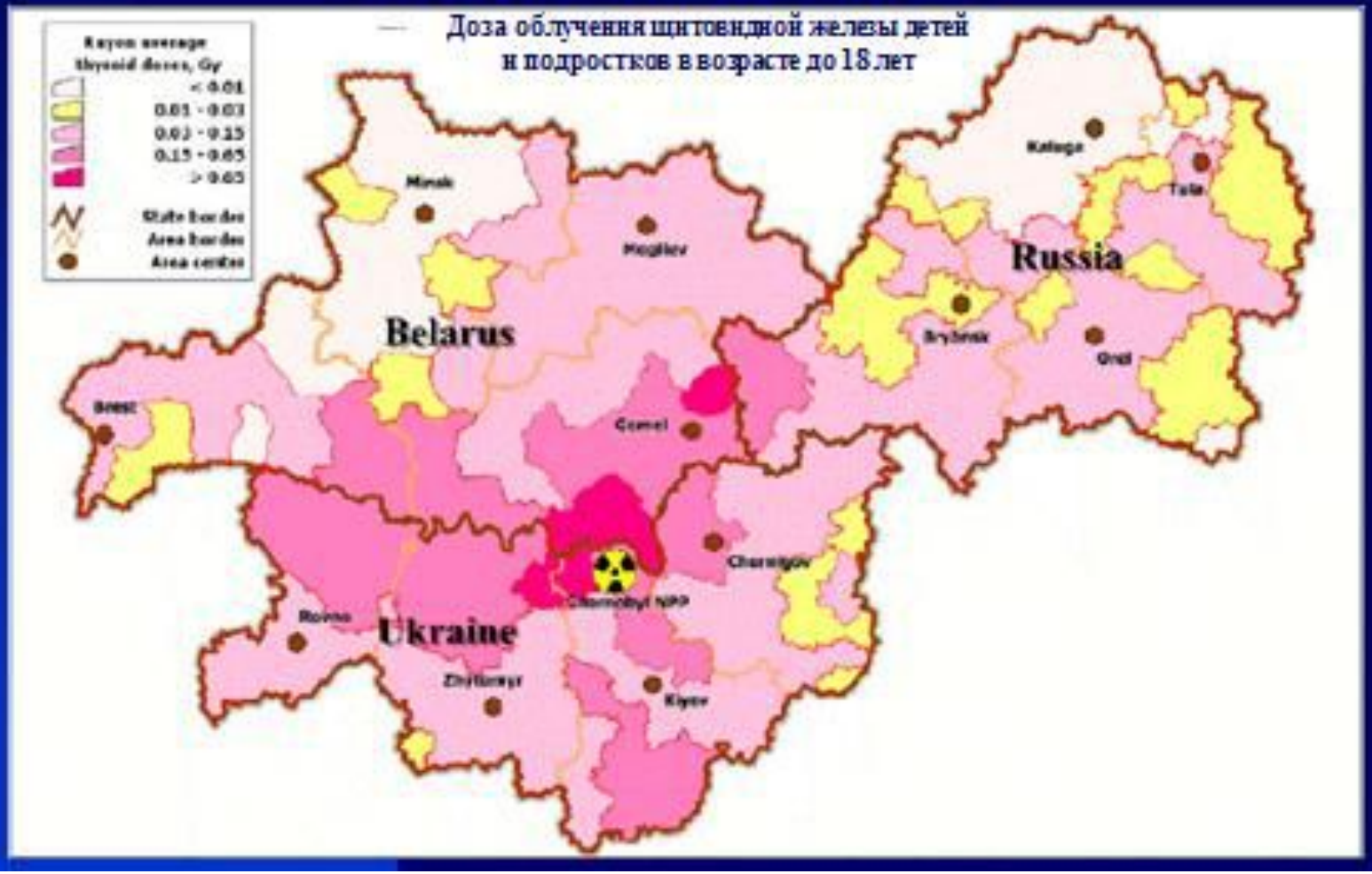
Дозовый интервал (Гр)	Дети дошкольного возраста		Дети школьного возраста		Подростки		Взрослые		Общая численность населения	
	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля
<0,05	3 483 000	92,0	3 921 000	98,7	1 860 000	99,5	27 515 000	99,7	36 779 000	98,8
0,05-0,1	206 000	5,4	36 000	0,9	5 800	0,3	50 000	0,2	298 000	0,8
0,1-0,2	68 000	1,8	10 000	0,3	2 300	0,1	28 000	0,1	108 000	0,3
0,2-0,5	23 000	0,6	4 000	0,1	500	0,03	5 500	0,02	33 000	0,1
0,5-1,0	4 000	0,1	400	0,01	100	0,004	1 100	0,004	5 600	0,01
1,0-2,0	1 200	0,03	20	0,001	-	-	-	-	1 200	0,003
2,0-5,0	100	0,003	-	-	-	-	-	-	100	$3 \cdot 10^{-4}$
>5,0	20	$5 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	-	-	-	20	$5 \cdot 10^{-5}$

Распределение пострадавших групп населения по возрасту и интервалу дозы облучения щитовидной железы.

Украина

Дозовый интервал (Гр)	Дети дошкольного возраста		Дети школьного возраста		Подростки		Взрослые		Общая численность населения	
	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процентная доля	Число (чел.)	Процент-ная доля	Число (чел.)	Процентная доля
<0,05	3 768 000	72	5 495 000	93	2 660 000	95	35 124 000	95	47 048 000	92
0,05-0,1	794 000	15	263 000	4,4	98 000	3,5	1 372 000	3,7	2 527 000	5,0
0,1-0,2	429 000	8,2	129 000	2,2	37 000	1,3	407 000	1,1	1 001 000	2,0
0,2-0,5	196 000	3,7	45 000	0,76	11 000	0,40	78 000	0,21	331 000	0,65
0,5-1,0	40 000	0,77	4 600	0,08	1 300	0,05	15 000	0,04	61 000	0,12
1,0-2,0	8 000	0,15	1 600	0,03	510	0,02	3 500	0,01	13 600	0,03
2,0-5,0	2 100	0,04	420	0,007	150	0,005	1 300	0,004	4 050	0,008
>5,0	470	0,01	30	$5 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	-	500	0,001

Пространственное распределение доз облучения щитовидной железы для детей и подростков, проживавших на момент аварии в наиболее пострадавших регионах Беларуси, России и Украины



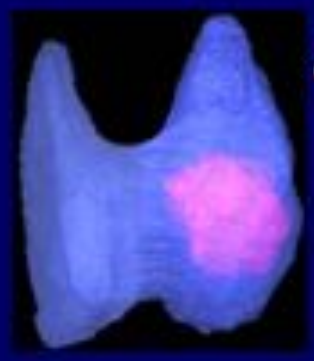
Зависимость средних доз облучения ЩЖ от места проживания и возраста

Рак щитовидной железы

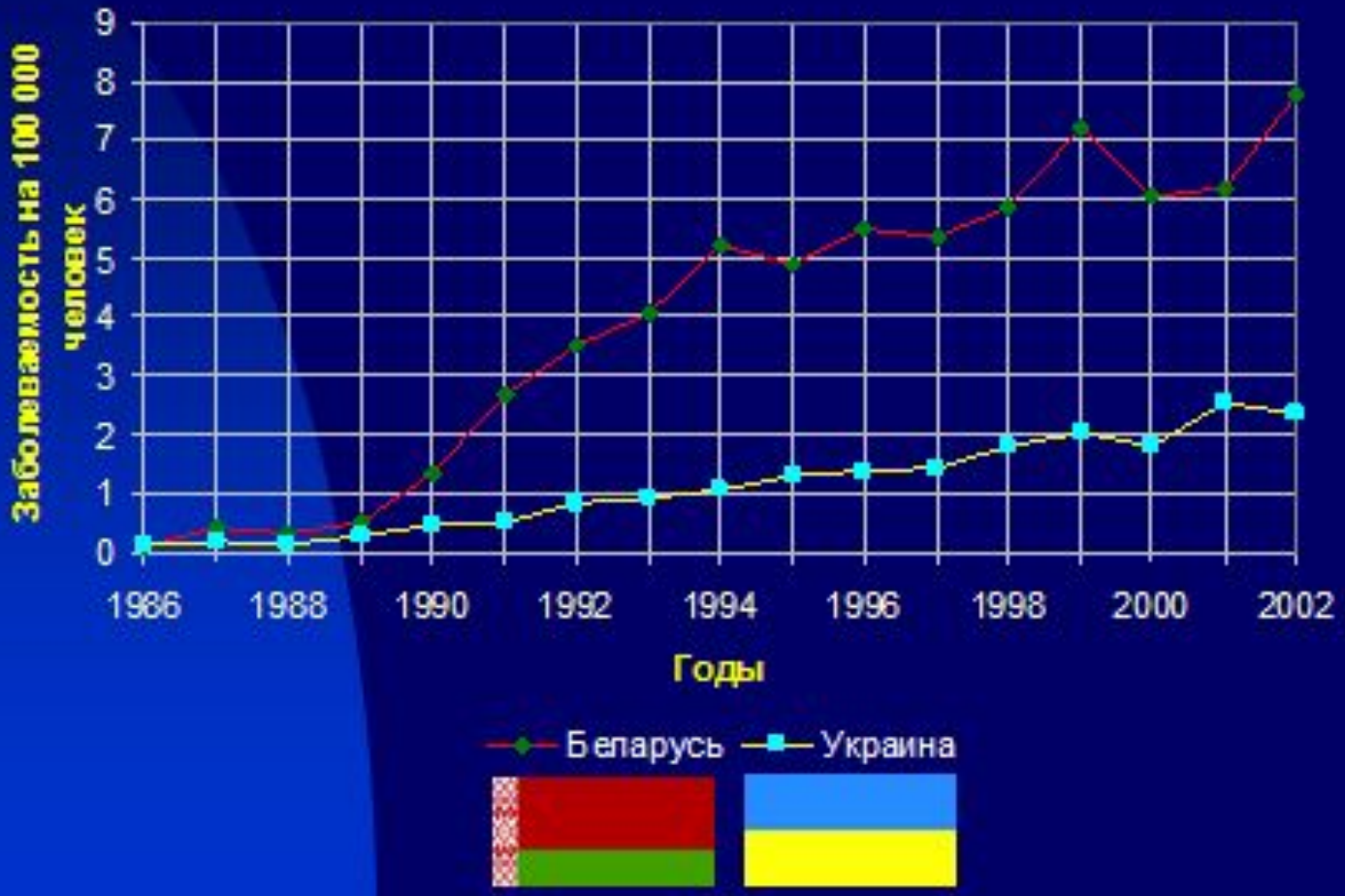
- Спонтанный рак щитовидной железы до аварии :
  - 0,5 : 1 000 000 у детей
  - 1,8-2,0 : 100 000 у взрослых

ПОСЛЕ АВАРИИ

- Достоверная избыточная заболеваемость раком щитовидной железы у детей через 4-5 лет после облучения
- Вызван потреблением загрязненного йодом-131 молока и листовых овощей



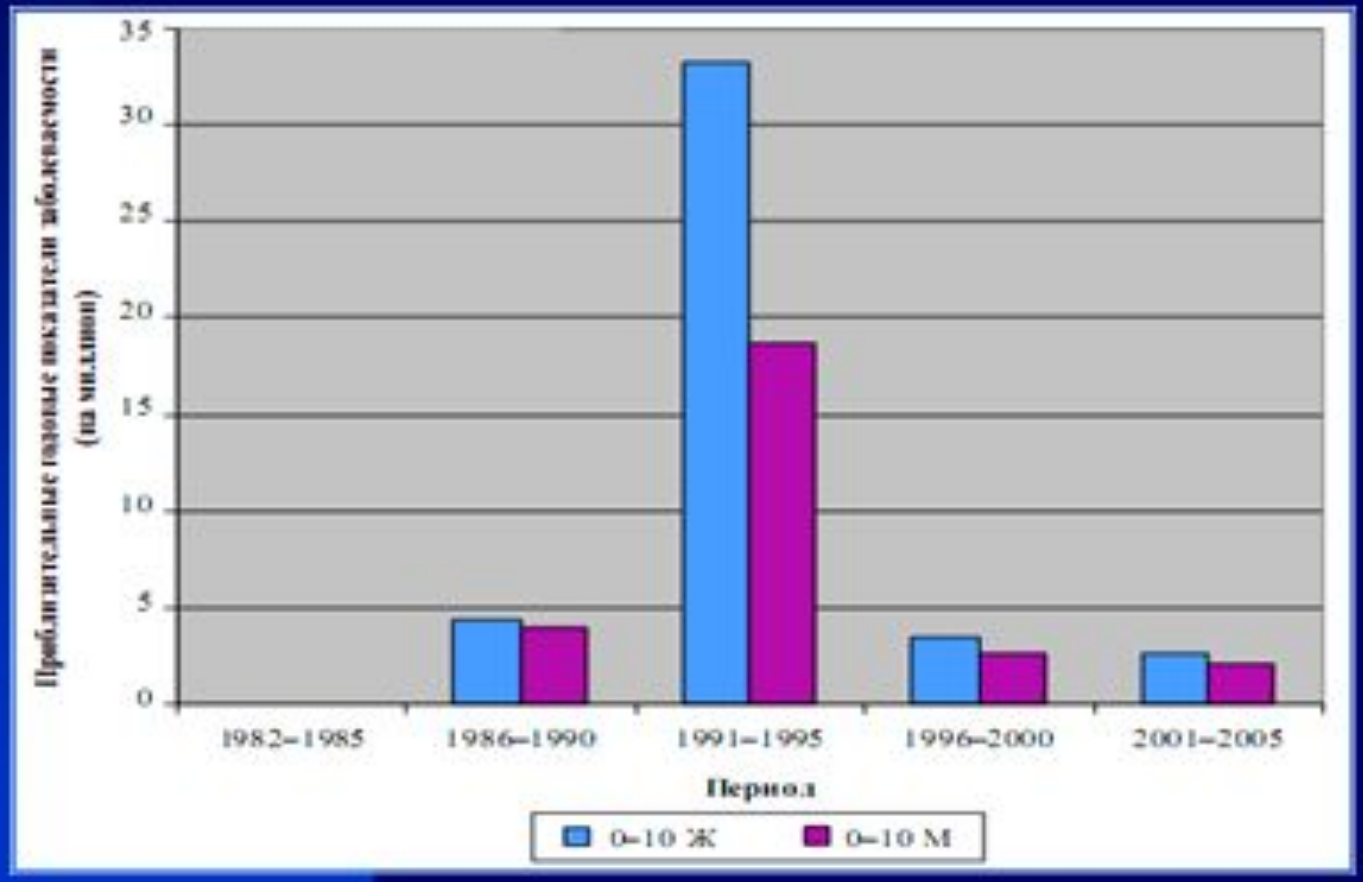
Рак щитовидной железы



Заболеваемость раком щитовидной железы в зависимости от возраста и дозы (случаи на 100 000 человек)

Возраст, годы	Доза облучения щитовидной железы, Гр			
	< 0,05	*0,05-0,25*	*0,25-1,00*	*>1,00*
<7	24,9	104,5	301,6	648,04
7-14	30,73	79,28	162,64	422,43
15-18	54,85	63,8	69,62	-
0-18	34,59	90,41	244,38	619,87

Заболеваемость раком ЩЖ в Беларуси среди детей до 10 лет на момент диагноза



Больная распространенным папиллярным раком щитовидной железы с метастазами в лимфоузлы шеи

Больной распространенным папиллярным раком щитовидной железы с метастазами в лимфоузлы шеи

Рак щитовидной железы Выживаемость после лечения

Через 5 лет	Через 10 лет
99,3%	98,5%

Радиационно-индуцированный рак щитовидной железы

- Может быть предотвращен при своевременном проведении защитных мероприятий:
  - Оповещение населения
  - Укрытие
  - Блокирование щитовидной железы
  - Эвакуация
  - Предотвращение потребления загрязненных продуктов питания

Мероприятия по защите щитовидной железы

Блокирование щитовидной железы

- Начато поздно (даже для жителей г. Припять)
- Отсутствие эффективной системы принятия решений:
  - Кто принимает решения
  - На основании каких критериев
- Отсутствие системы распределения йодистого калия
  - Кто отвечает за распределение
  - Кто регистрирует и сохраняет записи о приеме йодистого калия и побочных эффектах

ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ФОРУМ ООН

The Chernobyl Forum is comprised of:

IAEA WHO FAO UNDP UNEP

UN-OCHA UNSCEAR THE WORLD BANK

and the Governments of

Belarus

the Russian Federation

the Ukraine

Towards a United Nations Consensus on the Effects of the Accident and the Future

International Conference

CHERNOBYL: Looking Back to Go Forwards

6 – 7 September 2005
Vienna, Austria

ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ФОРУМ ООН

- Выводы Форума показали, что для подавляющего большинства людей, проживающих в пострадавших регионах, Чернобыльская авария стала «событием, в котором были задействованы малые дозы радиации»;
- Большинство местных жителей не подвергаются риску негативных последствий для своего здоровья.

Рекомендации Чернобыльского Форума (1)

- Следует рассмотреть возможность скрининга особо уязвимых подгрупп населения (например, детей, подвергшихся воздействию высоких доз радиойода), которые подвергаются значительно большему риску, чем население в целом.

Рекомендации Чернобыльского Форума (2)

- Следует продолжать скрининг рака щитовидной железы у детей и подростков, проживавших в 1986 году в районах, пострадавших от выпадения радиоактивных осадков

- Необходимо проводить оценку соотношения затрат и результатов. Это важно, поскольку по мере старения населения будут обнаруживаться многочисленные новые доброкачественные повреждения, и существует риск, связанный с ненужными инвазивными процедурами.

Рекомендации Чернобыльского Форума (3)

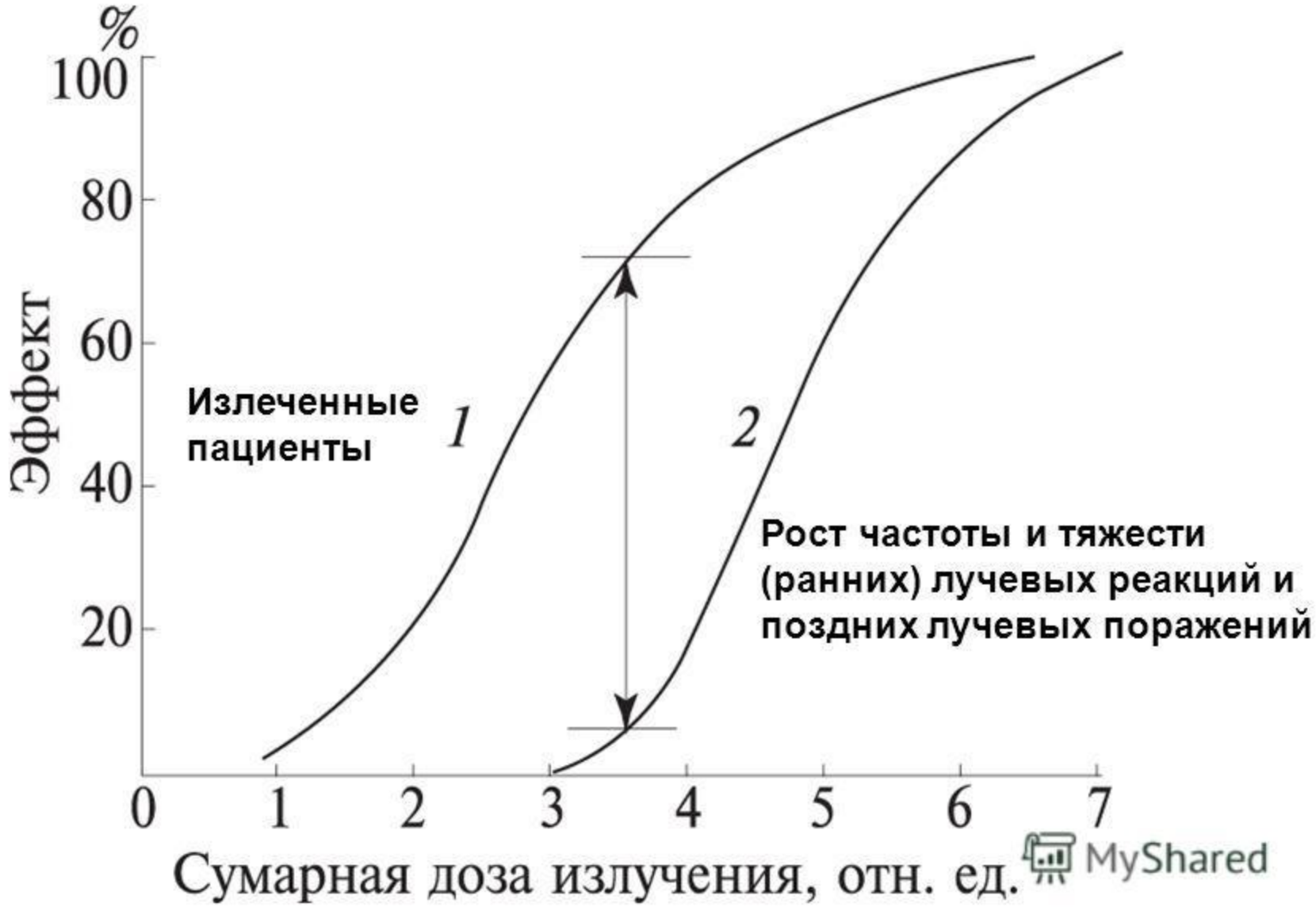
- В настоящее время нельзя исключать повышенный риск заболеваемости раком щитовидной железы среди лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС во взрослом возрасте. Для получения дополнительной информации о риске, связанном с воздействием ^{131}I на взрослых, необходимо вести тщательно продуманные исследования и глубоко анализировать их результаты.

Радиобиология в радиационной онкологии

Области применения методов клинической радиобиологии:

1. Понимание процессов, происходящих в опухоли и нормальных тканях при лучевой терапии.
2. Поиск путей ослабления лучевой терапии.
3. Попытки предсказать усовершенствование лучевой терапии.

Схематическое изображение зависимости излечения опухоли (*1*) и возникновения лучевых повреждений (*2*) от суммарной очаговой дозы (стрелкой обозначен терапевтический интервал)

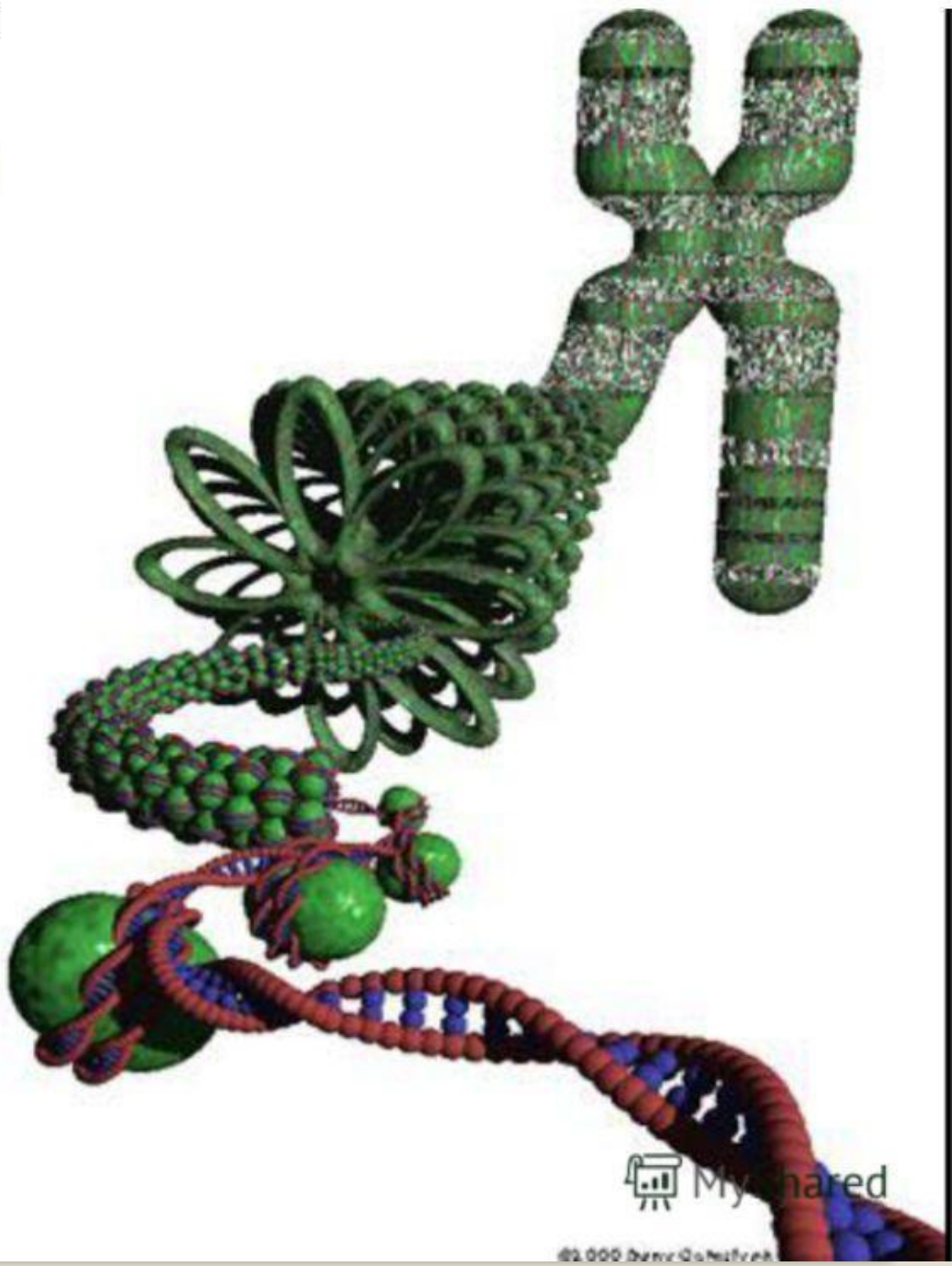


MyShared

У человека **200 сантиметров ДНК каждой клетки**
упакованы в 46 хромосомах,
находящихся в её ядре -
«шарике» диаметром
в **1/10 000** одного см

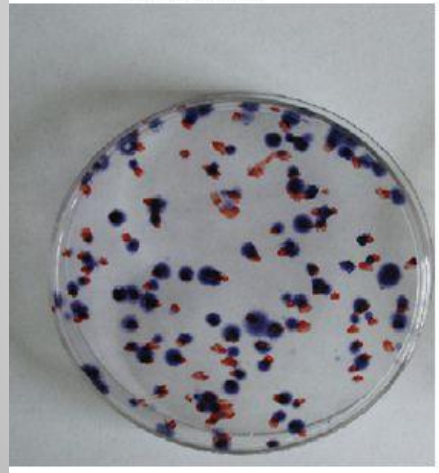
При примерно одинаковом числе поражений в ДНК клеток разных опухолей их радиочувствительность существенно различается.

Один из подтвержденных механизмов различий – разная интенсивность процессов апоптотической гибели клеток, но ясности в других причинах различий в радиочувствительности пока нет.

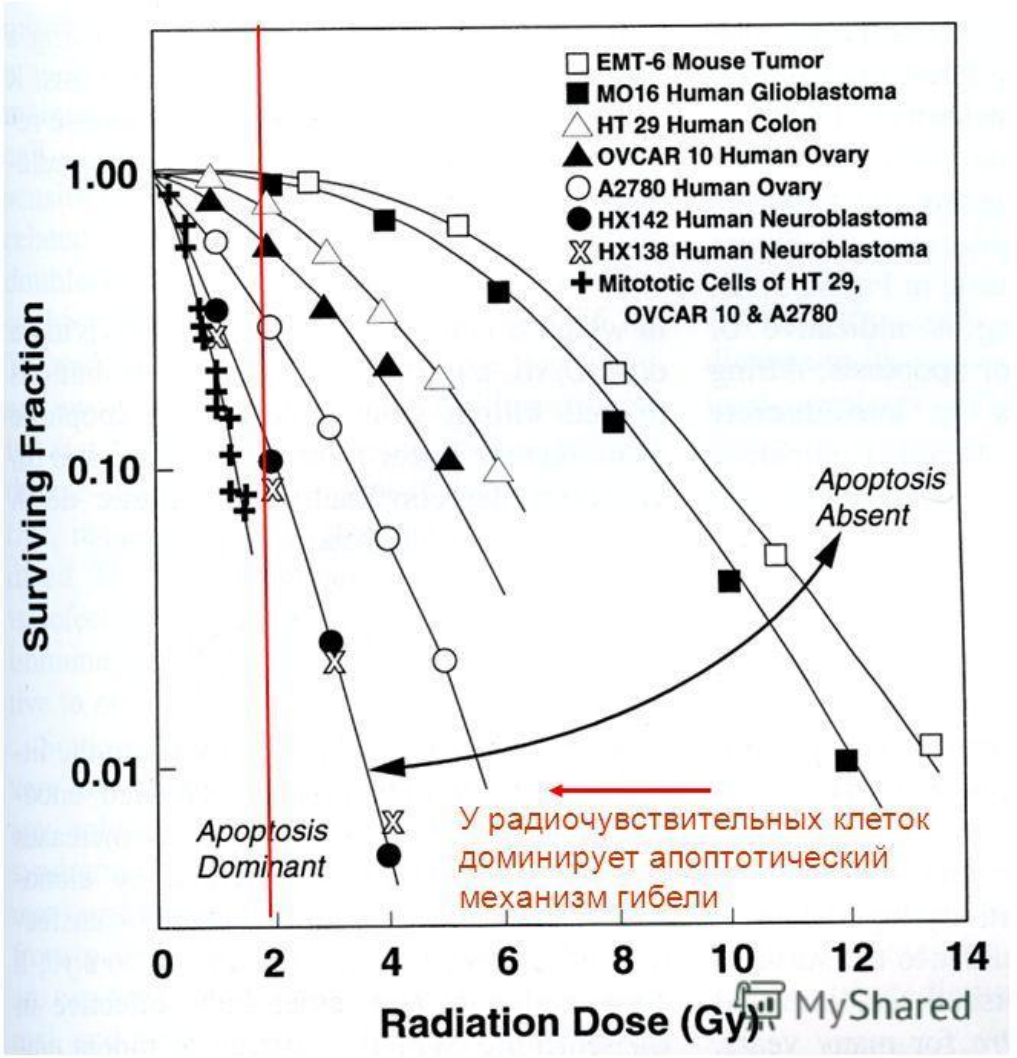


Экспериментальные модели

Фракция клеток, способных in vitro делиться больше 6 раз, т.е. образовывать видимую на глаз колонию

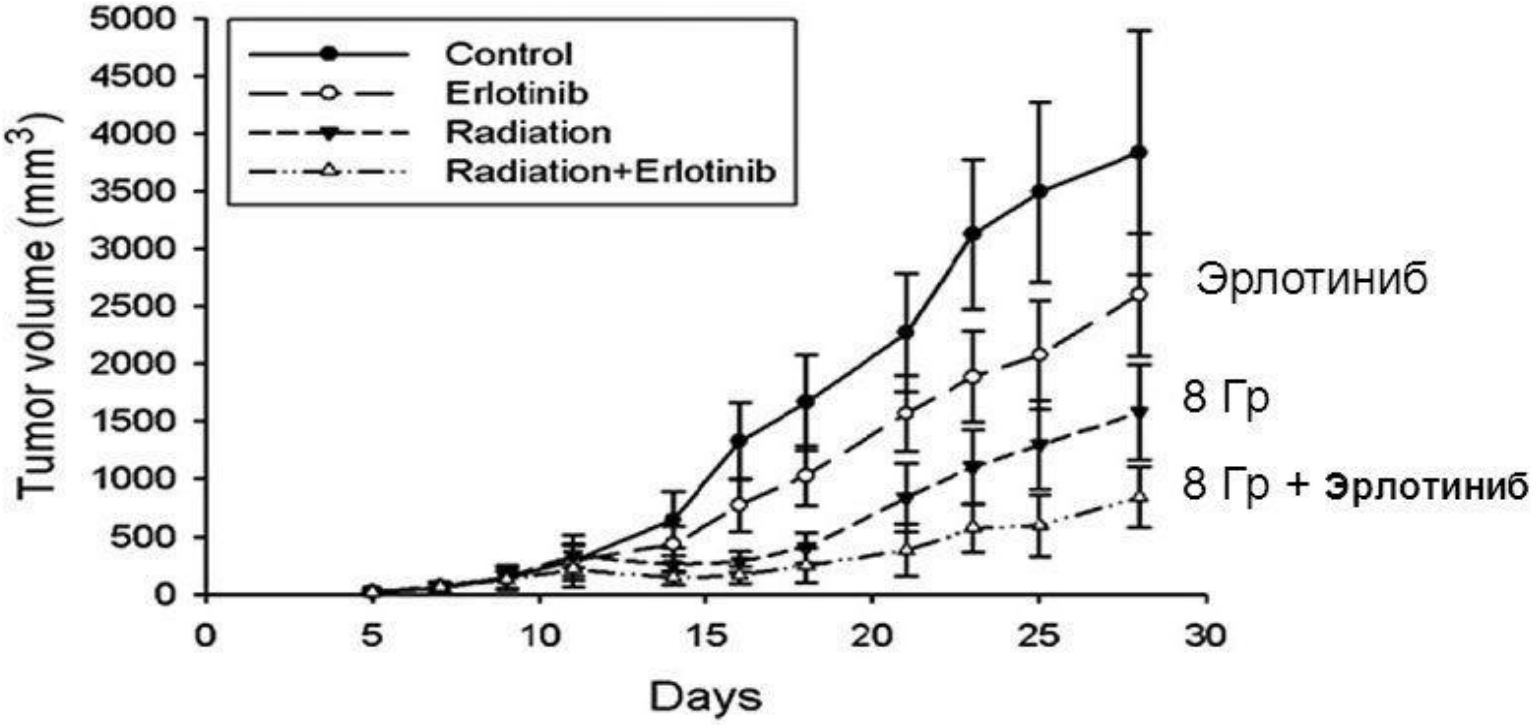


Клетки HeLa, получены из опухоли шейки матки в 1953 г.; каждая колония выросла из одной клетки за 14 дней



MyShared

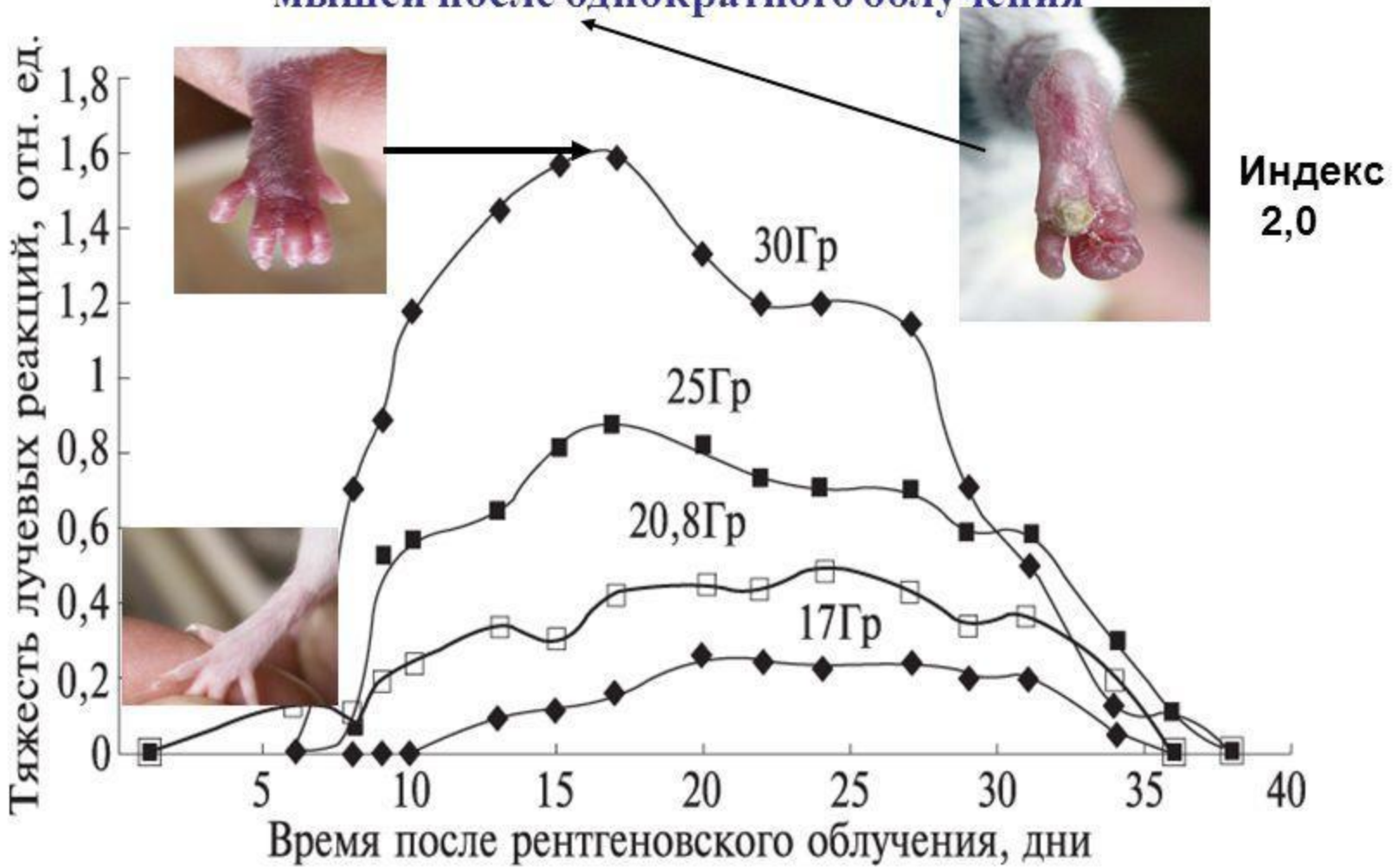
Сенсибилизация опухолевых клеток
Пример : Эрлотиниб, ингибитор тирозинкиназы
Exp Ther Med. Oct 2013; 6(4): 1062–1066.



Рост насофарингеальной карциномы у безтимусных мышей после облучения в дозе 8 Гр и облучения на фоне введения эрлотиниба (1.6 мг/день

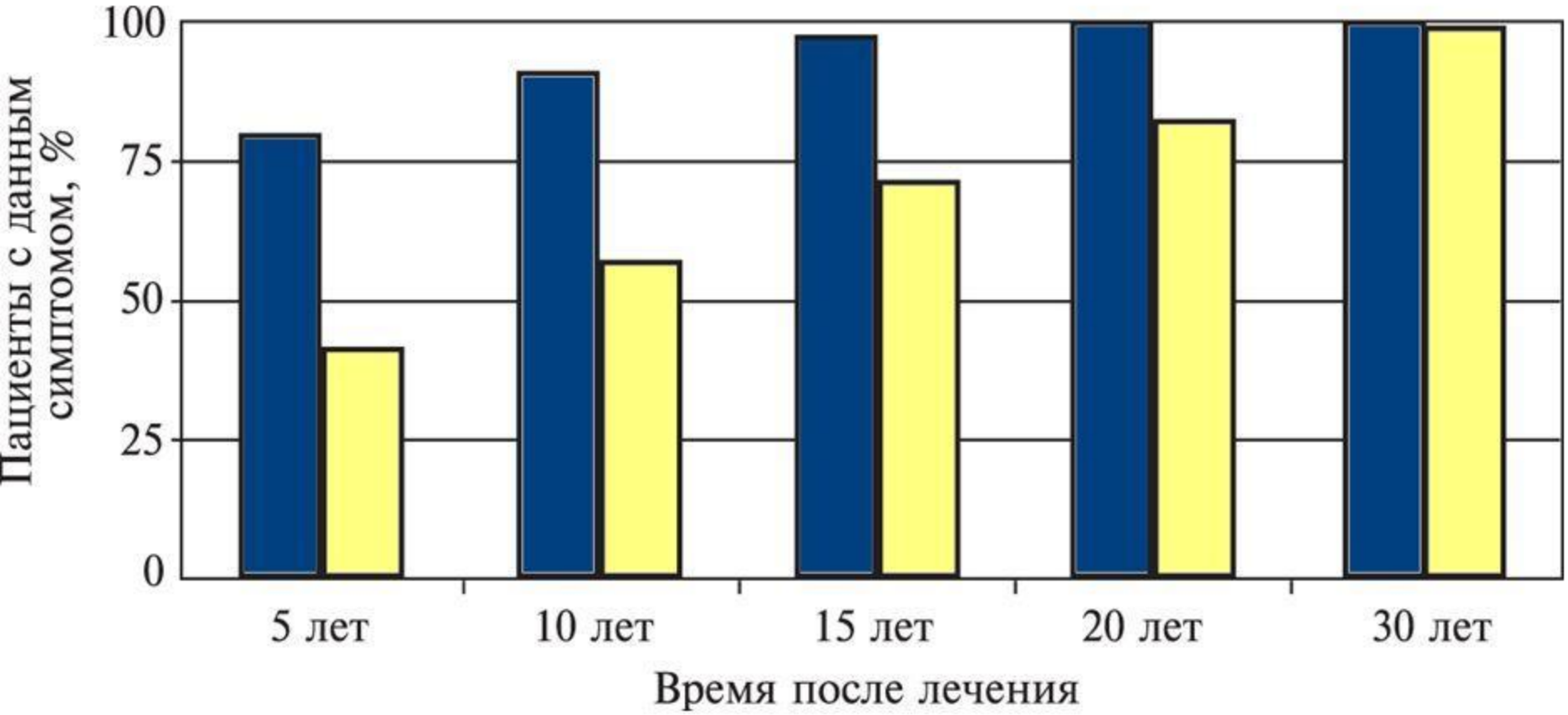
MyShared

Динамика нарастания и спада лучевых реакций кожи стопы мышей после однократного облучения



1,6 отн. ед. – нарушение целостности кожи, значительный сухой эпидермит во время нарастания реакции и полное отсутствие шерстного покрова, влажный эпидермит и слипание нескольких пальцев на пике и в начале спада реакции

MyShared



Частота развития нейропатии и параличей в результате лучевого поражения нервного плечевого сплетения у пациентов, подвергшихся лучевой терапии по поводу рака молочной железы [по С. Йохансон, 2000]:желтые столбики – нейропатия, темные – нейропатия с параличом

MyShared

Поздние лучевые осложнения

Обычно возникают через 3-6 месяцев

- Неприятности с эпителием
- Сужение артериол
- Развитие фиброза и урежение сосудистой сети
- Уменьшение кровотока и оксигенации ткани
- Некротизация, изъязвление, формирование фистул

MyShared

Поздние лучевые поражения
…частота

- Упоминаний в статьях: 4% - 22%
- Возрастание до 36% при комбинации с химиотерапией
- В 2% - 8% являются смертельно опасными

Hong JJ, *et al*. 2001

MyShared

Поздние лучевые поражения

...Зависимость частоты от дозы

~ наблюдали после лечения 104 больных опухолями головы и шеи

Суммарная доза	Число случаев
< 50 Gy	5
50 – 60 Gy	24
60 -70 Gy	33
> 70 Gy	42

~ 89 % возникли после травмы,~

11 возникли спонтанно

MyShared

J. Oral Maxillo Surg

Лекция 3. Формирование адекватного восприятия радиационного риска. Эффекты аварии на ЧАЭС для здоровья – щитовидная железа

Назначение: лектор должен

Дать понятие адекватного восприятия радиационного риска и представить краткий обзор основных эффектов для здоровья в результате Чернобыльской аварии.

Цели: по завершении лекции слушатели будут:

иметь представление об анатомии и физиологии щитовидной железы;
знать пути облучения щитовидной железы;
знать распределение пострадавших групп населения Беларуси, Украины, России по возрасту и интервалу дозы облучения щитовидной железы;
знать наблюдаемую и ожидаемую заболеваемость раком щитовидной железы;
знать мероприятия по защите щитовидной железы

Продолжительность: 90 минут.

Рекомендуемая литература:

1. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. и др. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры/М., ИздАТ, 2001. – 752 с.
2. Интернет-сайт Российско-белорусского информационного центра по проблемам преодоления последствий Чернобыльской Аварии. Режим доступа: http://rbic.ibrae.ru/RBIC/
3. Интернет-сайт Филиала «Белорусского отделения Российско-белорусского информационного центра по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС» РНИУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь. Режим доступа: http://www.rbic.by/
4. Медицинские последствия Чернобыльской аварии и специальные программы здравоохранения/Доклад экспертной группы «Здоровье» Чернобыльского форума ООН/Редакторы англ. изд.: Беннетт Б., Репачоли М., Карр Ж.Редакторы англ. изд.: Балонов М./ВОЗ,2006.
5. Наследие Чернобыля: медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины/Чернобыльский форум: 2003-2005. Второе, исправленное издание. Режим доступа: