

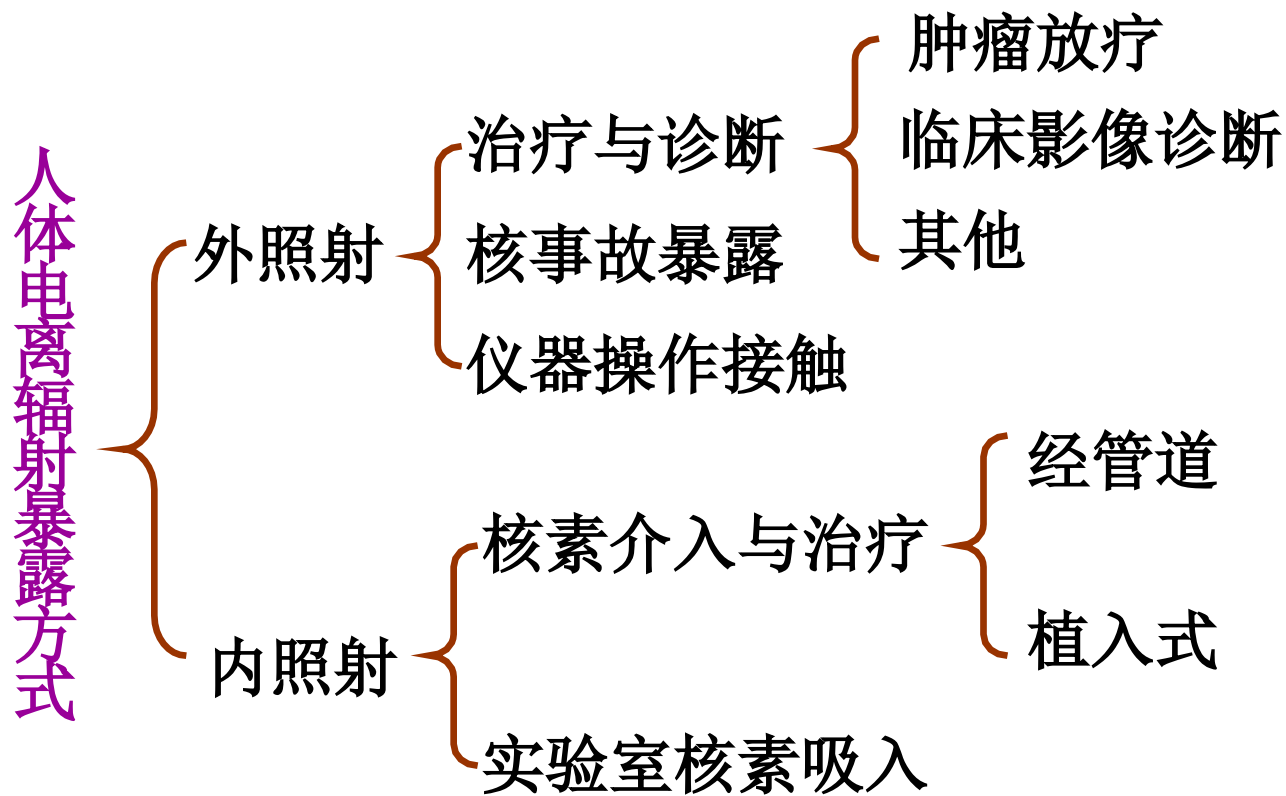


目 次

- 电离辐射生物学效应的基本概念
- 远后效应流行病学评估及其结论
- 电离辐射危害研究成果应用

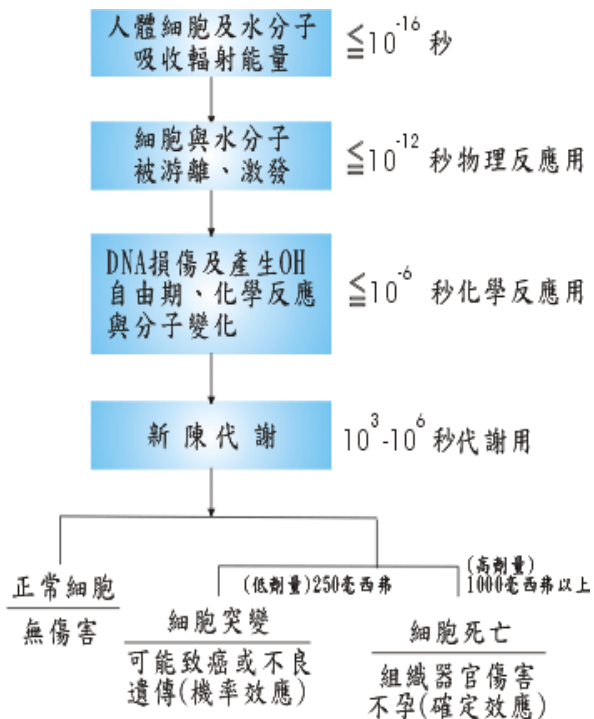


电离辐射生物学效应的基本概念

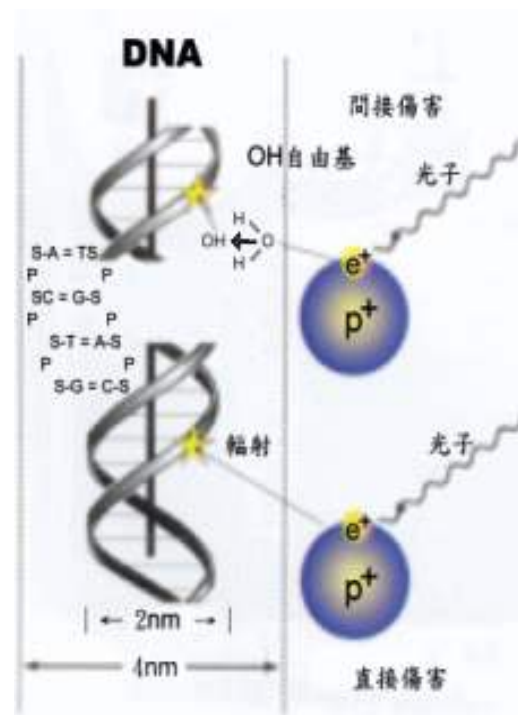




电离辐射产生人体健康影响的简单机理



輻射對人體健康損傷的發展過程



輻射自由基對細胞DNA的直接與間接損害



电离辐射对人体健康的生物学影响

电离辐射确定性效应 (deterministic effects) 又称必然性效应，是指效应的严重程度与辐射剂量大小相关的一类生物学效应，如急性放射病、慢性放射病、放射性白内障、皮肤损伤、出生缺陷与儿童照射等。

电离辐射随机性效应 (stochastic effects) 是指效应的发生几率（而非严重程度）与剂量大小相关的效应，如致癌效应、遗传效应。

电离辐射确定性效应

- 剂量的高低
- 身体受暴露的位置
- 急性或慢性暴露等三个条件

不同組織器官輻射敏感性（非機率效應）

敏感度	細胞名稱
高	胎兒、淋巴組織、生殖腺、骨髓、脾臟 (正在分裂中的細胞)
稍高	皮膚、水晶體、消化道
普通	肝臟、血管
低	肌肉、骨骼、神經 (已經分化成熟的細胞)

資料來源：ICRP26(1977)、
ICRP60(1991)

不同组织器官对辐射的敏感度不同，右表显示有些器官較易受到傷害，有些則否。根據**廣島、長崎**調查，若是全身均勻受到急性曝露超過 250 毫西弗以上，就會開始显现受傷害的症狀，劑量愈高，傷害嚴重程度愈大，甚至死亡。



急性全身均勻曝露的確定效應症狀

一次劑量(希)	症狀說明
小於0.10	無可察覺症狀，但遲延輻射病的產生仍可能發生。
0.10-0.25	能引起血液中淋巴球的染色體變異。
0.25-1.00	可能發生短期血球變化(淋巴球、白血球減少)，有時有眼結膜炎發生，但不致產生機能之影響。
1.00-2.00	疲倦、噁心、嘔吐，血液中淋巴及白血球減少後恢復緩慢。
2.00-4.00	24小時內會噁心、嘔吐，數週內有脫髮、食慾不振、虛弱、腹瀉及全身不適等症狀，可能死亡。
4.00-6.00	與前者相似，僅症狀顯示的較快，在2-6週內死亡率為50%。
6.00以上	若無適當醫護，死亡率為100%。



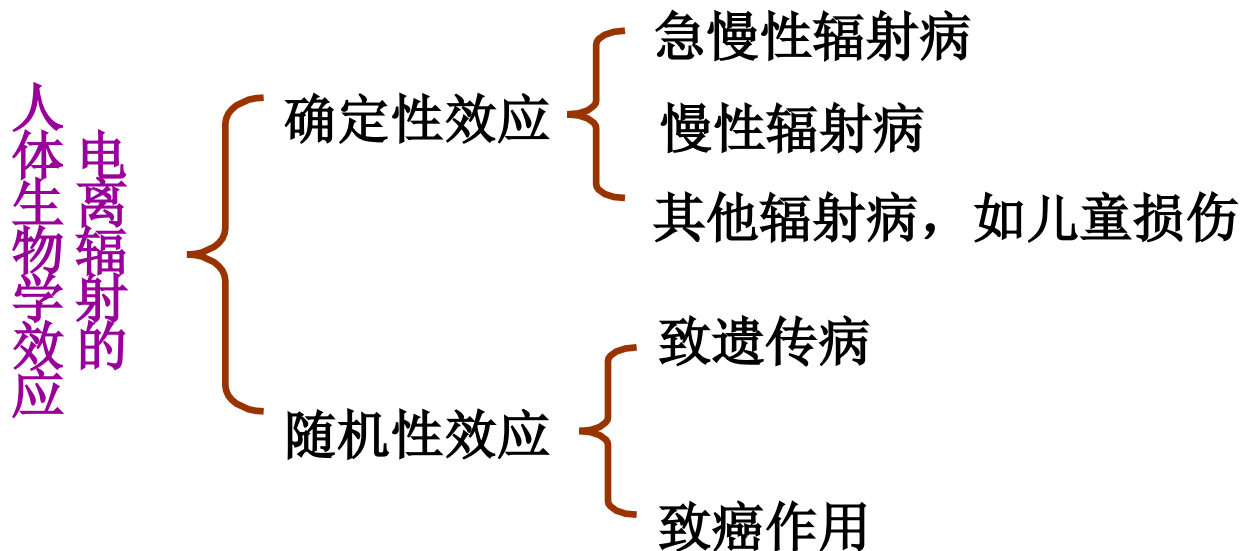
不同曝露部位引发确定性效应之低限剂量值

組織與效應	低 限 劑 量	
	急性(一次)曝露(毫西弗)	慢性(每年)曝露(毫西弗/年)
睪丸		
暫時不孕	150	400
永久不孕	3,500—6,500	2,000
卵巢		
不孕	2,500—6,000	200以上
水晶體	500—2,000	
混濁	5,000	100 以上
白內障		150 以上
骨髓	500	
造血障礙	1,500	400 以上
發育不全		1,000 以上
胚胎與胎兒	100	
畸形		
皮膚	3,000—5,000	
紅斑症	3,000—5,000	
乾性脫板	20,000	
濕性脫板	50,000	
皮膚壞死		
甲狀腺	2,500—30,000	
功能降低	小孩1,000—10,000	
急性發炎	大於200,000以上	

資料來源：ICRP41(1984)·ICRP(60)1991)



电离辐射随机性效应

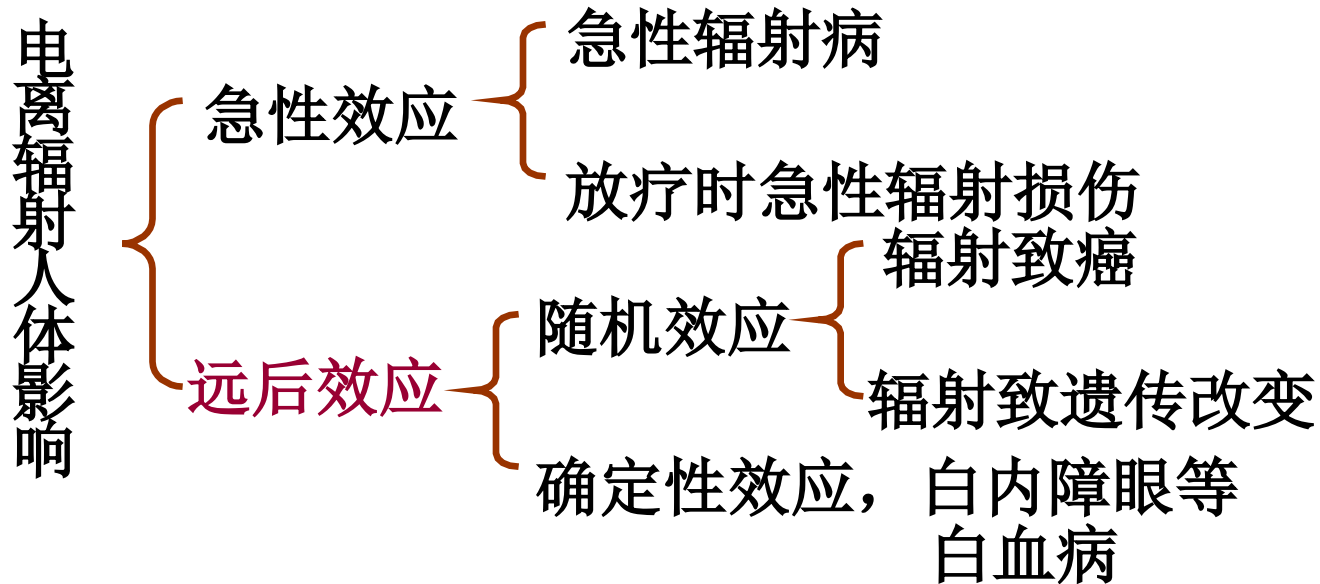


随机效应的特点：

1. 发生概率与剂量大小有关；
2. 严重程度与剂量大小无关；



电离辐射人体健康的急性与远后效应





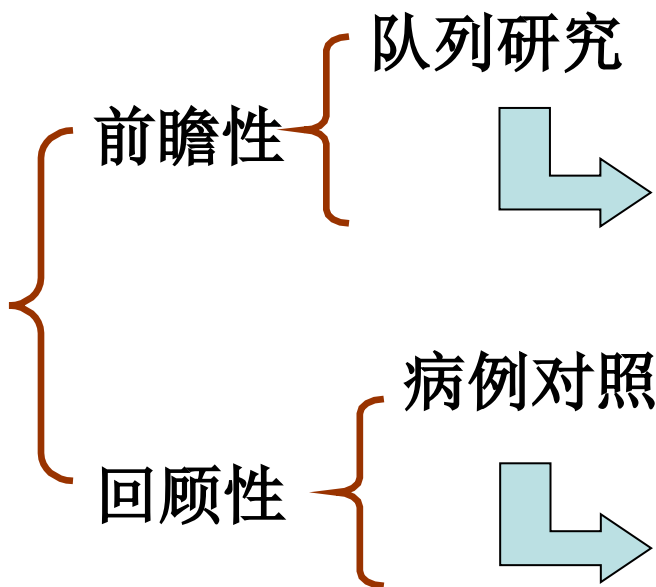
电离辐射远后效应

电离辐射**远后效应**是指表现在受照本人（躯体效应）的，也可是后代身上（遗传效应）显现的一种较远期才发生的与电离辐射相关的身体疾患，它是确定性效应的，但不包括其中的急、慢性辐射病等，因此，远后效应主要是随机效应一类反应。

远后效应人群流行病学研究方法



分析型流行病学调查



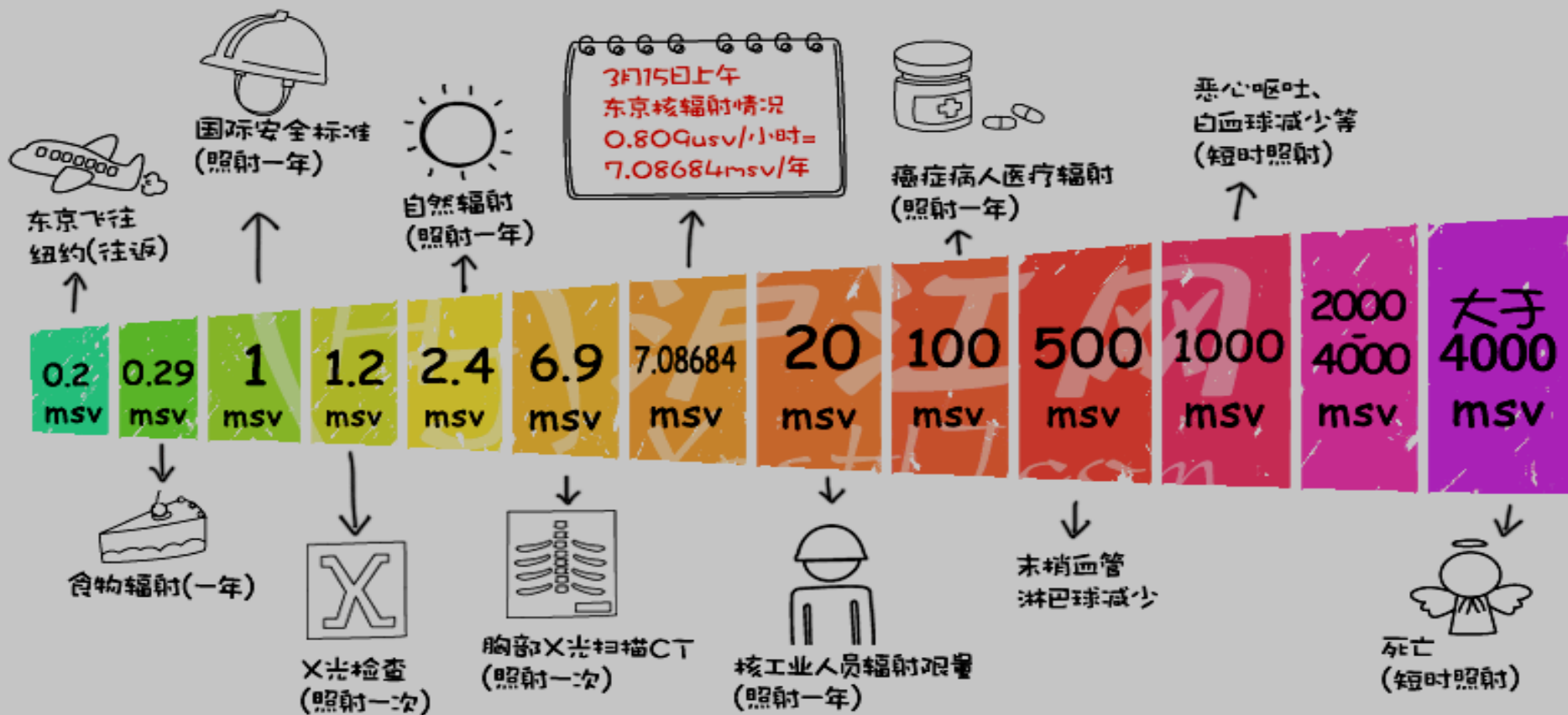
队列研究 (cohort study) 是将一个范围明确的人群按是否暴露于某可疑因素或暴露程度不同分为不同的亚组，追踪**未来**各组人群的结局并比较其差异，从而判定暴露因素与结局之间有无关联及关联程度大小的一种观察性研究方法。

病例对照研究是选择患有和未患有某特定疾病的人群分别作为病例组和对照组，调查各组人群**过去**暴露于某种或某些可疑危险因素的比例或水平，通过比较各组之间暴露比例或水平的差异，判断暴露因素是否与研究的疾病有关联及其关联程度大小的一种观察性研究方法。

原子弹爆炸幸存者健康效应的研究主要采用病例对照的方法，因此在因果关联上存在一些不足。



★核辐射对人体健康的影响



★3月16日13时,福岛第一核电站正门核辐射实时测量为,γ射线2672微西弗/小时,等于2.672毫西弗/小时,近似于进行了2次X光检查。
 3月15日,东京的核辐射测量值为0.809微西弗/小时,换算为7.08684毫西弗/年,近似于在东京目前的环境下待1年,所接受的辐射量略大于一次胸部X光扫描,不会对人体造成伤害★。1mSv(毫西弗)=1000usv(微西弗)



流行病学研究中危险性指标

- 绝对危险 (absolute risk) 是照射组癌症发生率与对照组发生率之差，因此绝对危险又称超额绝对危险 (excess absolute risk, EAR)，写成EAR是为了与归因危险AR相区别。相对危险 (relative risk, RR) 是照射组与对照组两组发生率之比。由于对照组发生率 $RR=1$ ，所以相对危险额 $RR>1$ 时，称为相对危险增加或超额相对危险 (Excess RR, 写成ExRR或ERR)。
- 归因危险 (attributable risk, AR) 是绝对危险EAR与癌症总数之比，AR说明全部癌症中有多少 (%) 癌症发生是起因于照射的。
- 受照且已患癌症个体的辐射病因概率 (PC) 可用该受照群体的超额危险RR来估算， $PC=RR/(1+RR)$ ，式中RR即相对危险增加值 (ERR)。



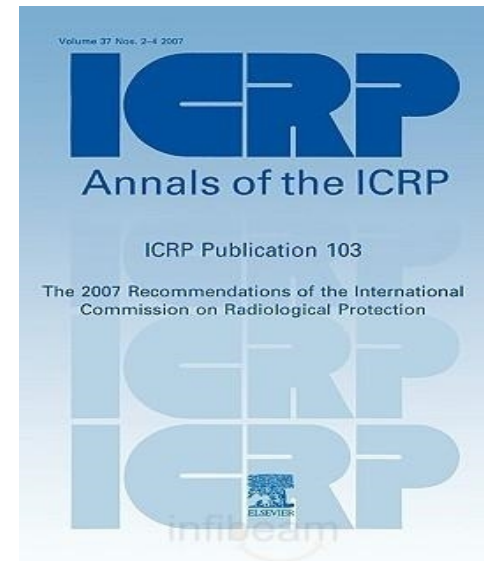
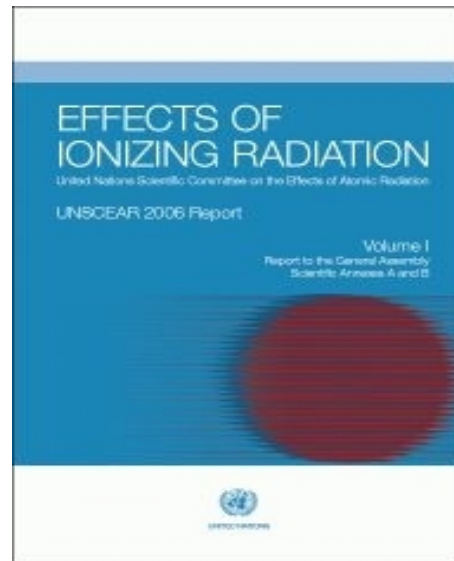
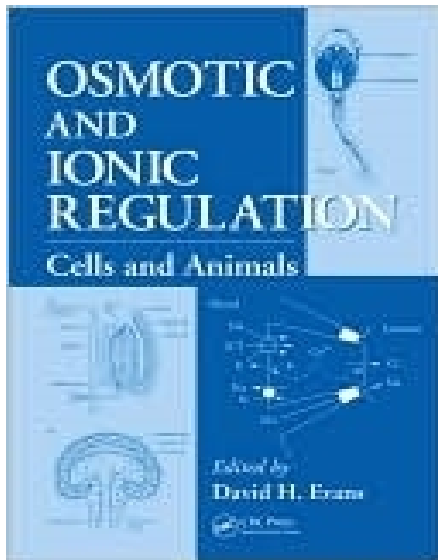
- **UNSCEAR, 联合国原子辐射效应科学委员会, United Nations Science Committee on the Effect of Atom Radiation, United Nations**
- **BEIR, 美国国家科学院电离辐射生物效应委员会, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation, National Academy of Sciences, United States**
- **ICRP, 国际放射学会国际辐射防护委员会, International Commission on Radiological protection, the International Society of Radiology**



- RERF, 日本放射线影响研究所
- NCRP, 美国辐射防护与测量国家委员会
- NIH, 美国国立卫生研究院
- IEAE, 联合国国际原子能机构
- NAS, 美国国家科学院

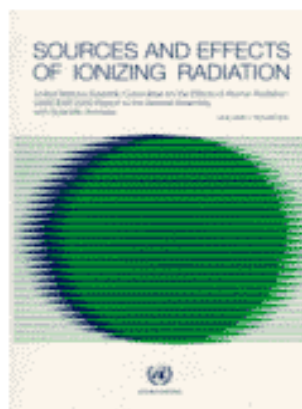


- 比较重要的工作报告
- 联合国**UNSCEAR**、美国**BEIR**系列报告
- 国际放射学会**ICRP-60** 报告
- 日本**RERF**报告

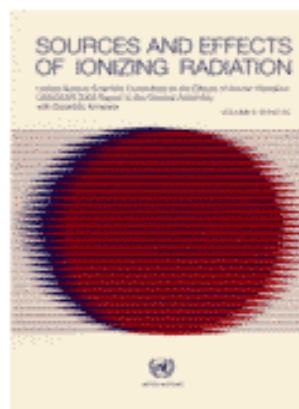




The penultimate publications were the [UNSCEAR 2000 Report](#): "Sources and effects of ionizing radiation" in 2 volumes and the [UNSCEAR 2001 Report](#): "Hereditary effects of ionizing radiation".



[2000 Report](#)
Vol.I: Sources



[2000 Report](#)
Vol.II: Effects



[2001 Report](#)

As part of the activities to mark the 50th anniversary of UNSCEAR, Japan sponsored efforts to make available electronically all other UNSCEAR publications from this web site:

[1996 Report](#)

[1994 Report](#)

[1993 Report](#)

[1988 Report](#)

[1986 Report](#)

[1982 Report](#)

[1977 Report](#)

[1972 Report](#)

[1969 Report](#)

ICRP辐射防护建议

New ICRP recommendations

A D Wrixon 2008 *J. Radiol. Prot.* **28** 161-168 doi: [10.1088/0952-4746/28/2/R02](https://doi.org/10.1088/0952-4746/28/2/R02) [Help](#)



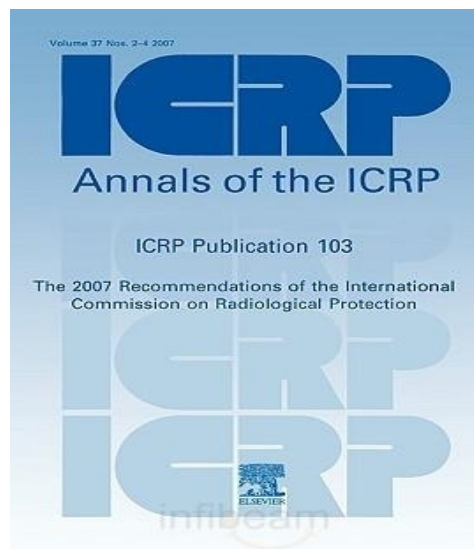
Full text

[PDF \(130 KB\)](#) | [References](#) | [Articles citing this article](#)

[A D Wrixon](#)

Castellezgasse 25/2/6, 1020 Vienna, Austria

E-mail: anthony.wrixon@chello.at



Abstract. This paper provides a review of the 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). These new recommendations take account of the latest biological and physical information and consolidate the additional guidance provided by ICRP since 1990. The changes to the scientific data are not substantial. ICRP has retained its fundamental hypothesis for the induction of stochastic effects of linearity of dose and effect without threshold and a dose and dose-rate effectiveness factor (DDREF) of 2 to derive nominal risk coefficients for low doses and low dose rates. While the overall detriment from low radiation doses has remained unchanged, ICRP has made adjustments to the values of the radiation and tissue weighting factors. In particular, the tissue weighting factor for breast has increased while that for gonads has decreased. There are some presentational changes to the system of protection. While ICRP has maintained the three fundamental principles—justification, optimisation of protection, and dose limitation—it has attempted to develop a more holistic approach to radiological protection covering all exposure situations—planned, existing and emergency—and all radiation sources, whether of natural or artificial origin. This approach should ensure that attention is focused on those exposures that can reasonably be controlled. It has also strengthened the principle of optimisation of protection with a particular emphasis on the use of constraints for planned exposure situations and reference levels for existing and emergency exposure situations. Dose constraints and reference levels are categorised into three bands which should assist in rationalising the many values of dose restrictions given in earlier ICRP publications. There are no changes to the dose limits. ICRP also indicates its intentions with respect to the development of further guidance on the protection of the environment. The fact that these new recommendations are more a matter of consolidation of previous ICRP recommendations and guidance should provide confidence that the system of protection established by and large in its present form several decades ago has reached a certain level of maturity. As such, no major changes to radiological protection regulations based on the 1990 recommendations should be necessary.

Print publication: Issue 2 (June 2008)

Received and accepted for publication 11 April 2008

Published 22 May 2008

The fact that these new recommendations are more a matter of consolidation of previous ICRP recommendations and guidance should provide

confidence that the system of protection established by and large in its present form several decades ago has reached a certain level of maturity. As such, no major changes to radiological protection regulations based on the 1990 recommendations should be necessary.



远后效应流行病学评估案例

1. 日本原爆人群调查各种癌症相对、绝对和归因危险
2. 核工厂工作人员（男性）核照射人群队列调查
3. 核电站历届严重核事故事件调查
4. 大气层核试验灰受照人群的癌症危险
5. 居室中氡及其子体危险度病例对照研究
6. 医疗照射再次致癌危险调查
7. 几种确定性迟后效应评价
8. 辐射致遗传改变作用研究



1. 日本原爆人群各种癌症相对、绝对和归因危险

癌症部位	平均器官剂量 (Gy)	相对危险 (RR) (Gy ⁻¹)	绝对危险 (EAR) (10 ⁻⁴ 年 ⁻¹ Gy ⁻¹)	归因危险 (AR) (%)
白血病	0.242		6.21 (4.83-8.12)	58.6 (48.4-69.5)
实体癌	0.223	1.41 (1.32-1.51)	10.13 (7.96-12.44)	8.1 (6.4-10.0)
食管	0.228	1.58 (1.13-2.24)	0.45 (0.10-0.88)	13.0 (3.0-25.5)
胃	0.228	1.27 (1.14-1.43)	2.42 (1.26-3.72)	5.7 (3.0-8.7)
结肠	0.223	1.85 (1.39-2.45)	0.81 (0.40-1.30)	16.3 (8.0-26.2)
肺	0.240	1.63 (1.35-1.97)	1.68 (0.97-2.49)	12.3 (7.2-18.3)
女性乳癌	0.240	2.19 (1.56-3.09)	1.20 (0.61-1.91)	22.1 (11.3-35.0)
卵巢	0.211	2.33 (1.37-3.86)	0.71 (0.22-1.32)	22.3 (6.9-41.4)
泌尿道	0.231	2.27 (1.53-3.37)	0.68 (0.31-1.12)	21.5 (9.8-35.7)
多发性骨髓瘤	0.242	3.29 (1.67-6.31)	0.26 (0.09-0.47)	31.8 (11.0-57.6)

表中所列分析是不久前UNSCEAR (1988), BEIR V (1990) 和ICRP (1991) 提出的辐射致癌危险系数的主要基础。

2. 核工厂工作人员（男性）核照射人群队列调查资料

	中国		美国	美国	美国	英国
	元件 扩散厂	反应堆 后处理厂	Hahfrod	Rocky flats	UNC	AEA
			核设施	核武器厂	核元件厂	核工业
开始受照年	1965	1966	1944	1952	1956	1949
随访截止年	1985	1985	1974	1979	1978	1979
受照人员数	3155	7167	13075	5413	2613	20382
预期死亡 (%)	3.4	3.2	16.0	12.1	7.7	8.5
人均累积剂量 (mSv)	5.0	64.4	47.5	41.3	5.0	22.46
SMR全部死因	0.86	0.72	0.80	0.63	0.83	0.76
全部癌症	0.93	0.82	0.91	0.71	0.97	0.78

注:SMR (standardized mortality) 标化死亡比, 是随防期间实际观察到的死亡数O与合计预期死亡数E之比 (O/E)。



3. 核电站历届严重核事故事件

- 案例1, 1957年英国温茨开尔 (Windscale)
- 案例2, 1957年俄罗斯乌拉尔山附近 (Kyshtym)
- 案例3, 1979年美国三里岛 (Three mile island)
- 案例4, 1986年前苏联切尔诺贝 (Chernobyl)
- 案例5, 2011年日本福岛核电站 (Fukushima-ken)



1957年10月英国温茨开尔气冷石墨堆核事故，起因于操作错误，堆心熔化，石墨起火，造成 ^{131}I 40TBq (7.4×10^{14} Bq) 和 ^{137}Cs 44TBq的厂外释放。厂区附近最大个人剂量成人甲状腺暴露为 10^{-2}Gy 量级，儿童 10^{-1}Gy 量级。甲状腺集体当量剂量负担为 1.8×10^4 人·Gy，其中吸入占25%，食入占75%，没有发现甲状腺癌有增加的报道。



苏联南乌拉尔地区核工厂1949—1956年间大约有 10^{17} Bq (2.75MCi) 废物流入Techa河，其中 ^{90}Sr 占20.4%， ^{137}Cs 占12.2%，排放地点照射量率高达 $4.64 \times 10^{-2} \text{C.kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (180 R.h^{-1})。7500人因受到35~1700mSv照射从20个村庄撤离，部分居民骨髓剂量达2~4Sv。对25152人进行随访，癌症死亡率明显高于对照组；尽管受到较高剂量 ^{239}Pu 内照射，但骨癌没有增加。骨髓剂量主要来自 ^{90}Sr ，受照者白血病死亡率(10^{-5})为5.82；白血病危险系数为 $(0.48 \sim 1.1) \times 10^{-4} \text{人年}^{-1} \text{Gy}^{-1}$ ，是原爆受照人群值 $1/5 \sim 1/3$ ，但高于对照组2.97倍，高峰出现时间于1967-1972年。



苏联南乌拉尔Helyabinsk附近kyshtym核工厂贮存高放射性废物的混凝土槽，于1957年9月因冷却系统故障发生爆炸，导致大量放射性裂变产物排入大气，主要是 ^{144}Ce 和 ^{95}Zr ，总量为740 PBq，波及附近3.4万居民。当地撤离的1万居民中发现接受外照射剂量为0.0068~0.17Sv。当时体检未发现白细胞减少和其它异常，随访迄今也没有看到癌症和白血病死亡增加。



1979年3月美国三里岛压水堆事故，起因于阀门故障和操作错误，结果引起包壳破裂，放射性物质进入一冷却水回路中，进而向厂外环境释放，主要是 ^{131}I 共0.74TBq和 ^{133}Xe 0.37 TBq，厂区周围8km区域内人均暴露剂量仅 $15\ \mu\text{Gy}$ ，未发现癌症的增加。



1986年4月苏联切尔诺贝利石墨慢化沸水堆核事故，起因于错误关闭安全保护系统导致堆心失火熔化，结果厂房爆炸起火。**10**天之内共排出放射性核素**1.85E Bq** ($1.85 \times 10^{18} \text{Bq}$)，占事故当时反应堆内核素总量**35%**。污染区居民受到照射，早期来自 ^{131}I ，被污染的牛奶是主要来源；事故**3**个月后碘已衰变殆尽，照射主要来自摄入 ^{137}Cs 的内照射和环境 ^{137}Cs 的外照射。

1996年IAEA（国际原子能机构）、**WHO**（世界卫生组织）和欧盟主办的国际会议论文中报道了预计的长期辐射诱发癌症死亡和非致命性**甲状腺癌**，**报告预测约有3500例**辐射诱发癌症死亡，主要发生在他们的晚年。



切尔诺贝利事故后核设施周围公众受照人群长期健康影响

	人数	其它原因导致 癌症死亡	辐射导致癌症 死亡 (%增加)
应急工作人员	1 000	180	20 (2.0)
清理工作人员 (全国范围)	650 000	90 000	2 000 (0.3)
1986年撤离居民	115 000	17 000	400 (0.3)
严格控制区居民	300 000	40 000	1 000 (0.3)
1986年婴幼儿 (0-4岁)	1 000 000	a	b

a 50例甲状腺癌 (可医治); b 几千例甲状腺癌 (可医治) 来源: One Decade after Chernobyl: Summarizing the Consequences of the Accident (Proc.Conf.Viena, 1996), IAEA, Viena, (1996)。



4. 大气层核试验灰受照人群的癌症危险

- 案例1，马绍尔群岛核试验
- 案例2，美国在内华达州的核试验
- 案例3，英国儿童核实验落下灰暴露
- 案例4，中国在新疆罗布泊的核试验场



案例1，马绍尔（Marshall）群岛

1954年3月美国在太平洋马绍尔（Marshall）群岛中比基尼（Bikini）岛进行氢弹爆炸试验，放射性落下灰使位于150、160和480km之外的Rongelap、Ailinginae和Utirik三个珊瑚岛的居民受到照射。其中Rongelap岛居民接受剂量最高，全身照射剂量为1.75Gy，放射性碘所致甲状腺剂量（连同外照射的贡献）对儿童为8~20Gy，成人3.35Gy，其中短寿命碘同位素 ^{132}I ， ^{133}I 和 ^{135}I 的剂量贡献分别为 ^{131}I 的2~3倍。



马绍尔群岛居民甲状腺损害发病率 (%)

地点 (距比基尼岛km)	受照年龄 (岁)	受照人数	剂量	发病率 (%)		
			(Gy)	甲低	结节	甲癌
Rongelap (153)	1	6	>15	83.3	66.7	0
	2-9	16	8-15	25.0	81.2	6.2
	>10	45	3.4—8	8.9	13.3	6.7
Alingnae (161)	<10	7	2.8-4.5	0	28.6	0
	>10	12	1.4-1.9	8.3	33.3	0
Utirik (483)	<10	64	0.6-1.0	0	7.8	1.6
	>10	100	0.3-0.6	1.0	12.0	2.0
对照区	<10	229	-	0.4	2.6	0.9
	>10	371	-	0.3	7.8	0.8

案例2 美国内华达州核试验

Zeighami及Morris (1986) 曾对经历过50年代内华达州核试验落下灰影响的22928名居民甲状腺癌终生危险进行预测，其中剂量大于0.25mGy者占10%。假定低剂量 ^{131}I 致癌危险上限取 γ 射线外照射值，即 5×10^{-4} 人年 $^{-1}\text{Gy}^{-1}$ （女）和 1×10^{-4} 人年 Gy^{-1} （男），然后将终生（40年）增加甲癌13例，即人群预期值1/5，分配各年之后很难出现可供检出的增加。实际 ^{131}I 的致癌效应是 γ 外照射的1/5，这时终生增加不到3例。 ^{131}I 诊断用剂量通常为0.5-20Gy，高于试验污染区居民，但是也没有看到有甲癌的增加。



案例3 英国儿童落下灰骨髓暴露

Darby等（1992）利用1951-1979年间核试验落下灰造成英国儿童骨髓暴露，按照剂量把它分为高中低3个年代。与1948-1987年间北欧5个国家儿童白血病的RR相比，结果看到在落下灰高剂量年代儿童骨髓受到的剂量可达1.5mSv，高剂量年代诊断的儿童白血病的RR仅稍高于相邻的中剂量年代，相差7% - 11%。近年落下灰剂量转低后，被诊断的儿童白血病RR与高剂量年代相同，而且高剂量年代出生儿童白血病的RR值并不增加。



案例4 中国新疆罗布泊核试验

多数大气层核试验是在70年代进行的，1982-1987年对核试验场周围居民进行调查，结果室内外 γ 辐射水平、土壤中 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{239}Pu 水平与对照区均无显著差别。估算1983年以前周围居民因全球放射性沉降物产生的有效剂量负担为1.55mSv，来自我国核试验的贡献只有0.06 mSv，占来自全球的4%。对1974-1984年间当地恶性肿瘤进行回顾性调查，累积54万人年，结果与对照区居民相比没显著差别。



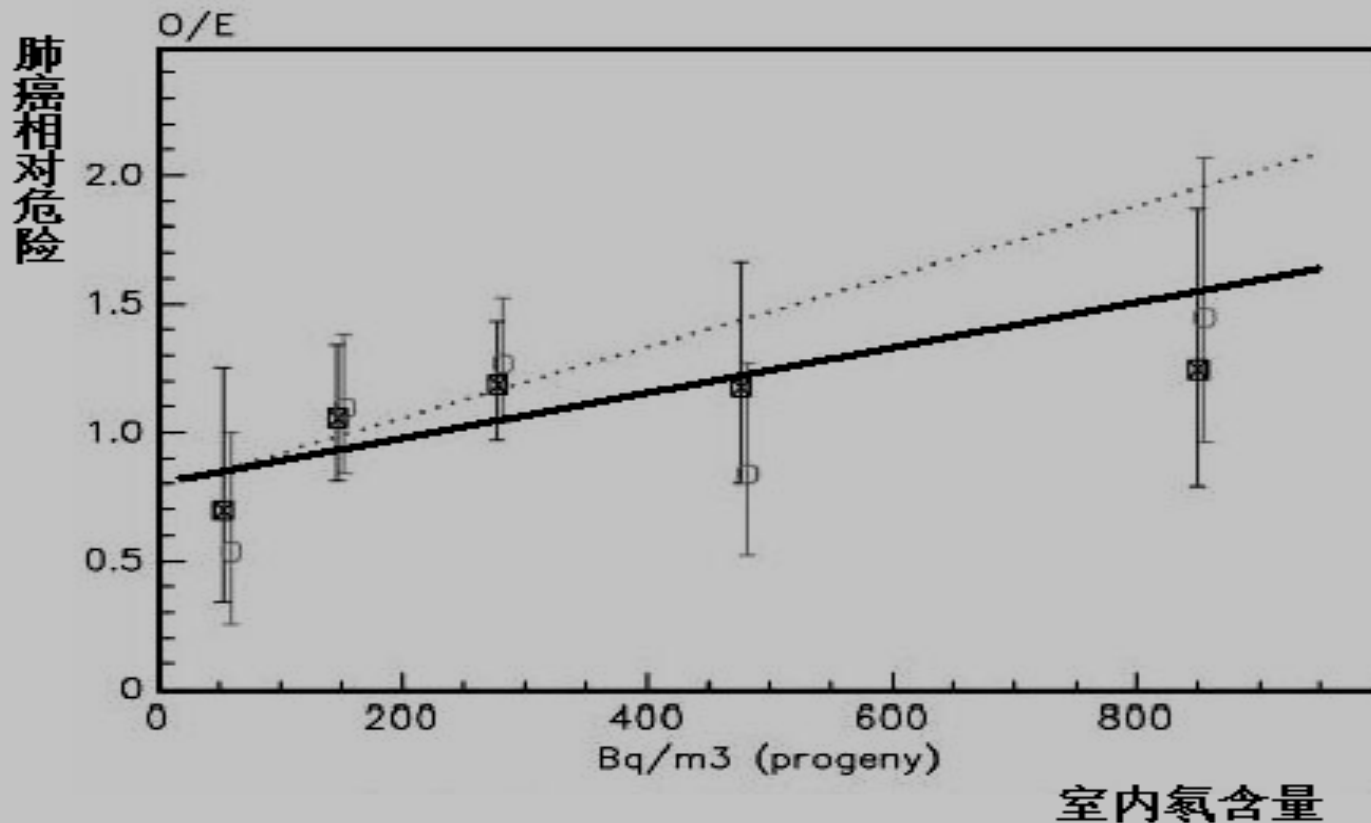
5. 居室中氡及其子体危险度病例对照研究

		年份	病例	RR ^a (100Bq/m ³) ^b	95%CI
1	中国沈阳	1990	308	0.98	0.58-0.94
2	芬兰	1991	238	1.19	1.06-1.34
3	美国新泽西州	1992	433	1.50	1.10-2.03
4	斯德哥尔摩	1992	210	1.50	1.10-1.84
5	美国密西西比	1994	538	1.08	0.95-1.23
6	加拿大温尼泊	1994	733	0.97	0.90-1.05
7	瑞典	1994	1281	1.11	1.01-1.28
8	芬兰	1996、8	517	1.11	0.94-1.31
1-8	总的分析 ^c	1997	4263	1.09	1.01-1.09
9	英国 ^d	1998	982	1.08	0.97-1.20
10	捷克地区	2001	2001	1.06	1.01-1.10

a, RR=相对危险; b, 氡浓度; c, Lubin and Boyce, 1997; d, Darbby et al. 1998; e, 捷克中部波希米亚地区观察



室内氡浓度增加与肺癌危险增加的相对危险



O/E=肺癌相对危险，□=观察5-34年，○=观察5-24年，垂直线=95%置信区间，实线=符合 $RR=1+0.00103(c-50)$ 直线模型，虚线=符合8个室内研究综合分析所得结果的模型。



6. 医疗照射导致的再次致癌

- 案例1， 强直性脊椎炎放疗
- 案例2， 子宫颈癌放疗
- 案例3， 头癣放疗
- 案例4， ^{131}I 治疗和诊断
- 案例5， 核素内照射



案例1，强直性脊椎炎 x 线放疗 经不同年后癌症发生的相对危险性

癌症类别 (总例数)	RR, 放疗后经过时间 (年)							全部
	<2.5	2.5~	5~	10~	15~	20~	25~	
全部肿瘤 (727)	1.77	1.53	1.48	1.61	1.51	1.15	1.08	1.33
白血病 (39)	5.45	12.51	4.67	2.41	2.19	1.46	1.94	3.17
结肠癌 (47)	2.40	0.54	2.41	1.38	1.87	0.46	1.02	1.30
全部其它癌 (639)	1.57	1.28	1.30	1.60	1.47	1.19	1.07	1.28

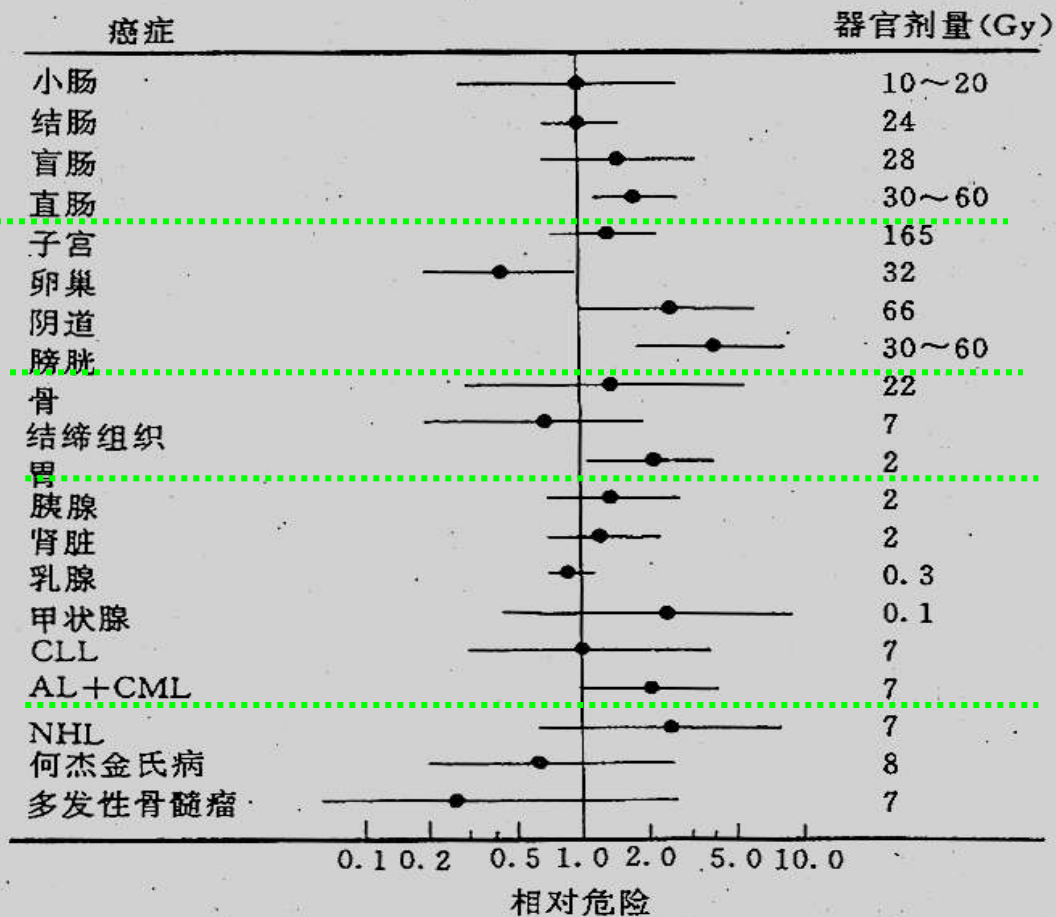


案例2，子宫颈癌放疗

子宫颈癌放疗使受照患者成为研究医疗照射后二次原发癌的最大一组人群，因此它与早已被放弃的脊椎 x 线治疗不同，但是它更具有重要的现实意义。在WHO资助下建立了由8个国家15个单位参加的宫颈癌患者国际辐射研究组（IRSCCP），Boice等多次报道过IRSCCP的研究结果，于1988年再次统计了全部癌症发生的结果（病例数4188，配对对照6880）。子宫、阴道妇女最常见的二次原发癌共953例，其次是胃、结肠、直肠、卵巢和子宫颈癌等。可见，**宫颈癌和阴道癌放疗是因为使用了较大剂量照射，而直肠、膀胱、胃和白血病（急淋、慢淋）RR增加才具显著意义。**



子宫颈癌放疗后二次原发癌的相对危险



案例3，头癣放疗后癌症增加

儿童头癣经X线治疗甲状腺肿瘤的发病例数、RR及RR和EAR系数（95%CI）

肿瘤种类	人数和肿瘤例数		RR	RR (cGy)	EAR (10^{-4} 人 年 $^{-1}$ Gy $^{-1}$)
	照射组	对照组			
总人数	10834	16226			
甲状腺癌	43	16	4.0 (1.3-3.0)	1.27 (1.15-1.42)	12.5
良性肿瘤	55	41	2.0 (1.3-3.0)	1.08 (1.07-1.09)	14.8
腺瘤	26	17	2.3 (1.2-4.3)	1.08 (1.07-1.10)	6.5
结节	29	24	2.8 (1.1-3.1)	1.08 (1.07-1.09)	8.3

该人群平均甲状腺剂量只有9cGy，可使甲状腺恶性肿瘤和良性肿瘤增加，RR分别为4和2；说明甲状腺肿瘤的剂量效应相关符合通向零点的线性模型，拟合的相对危险在剂量为4~7cGy（平均6.2）达到3.0。



案例4， ^{131}I 在治疗和诊断过程中致癌

- ^{131}I 治疗甲亢从40年代开始持续至今， ^{131}I 在甲状腺疾病诊断中应用比甲亢治疗更广泛。UNSCEAR-1994认为 ^{131}I 治疗和诊断引起甲状腺和其它部位肿瘤所有证据都是不充分的。
- Shore（1992）对 ^{131}I 诱发甲癌的危险进行综述，认为幼年接受 ^{131}I 诊断者可使甲癌增加，但90%CI下限 ≤ 0 。经计算，诱发幼年甲癌的危险是外照射的20%–25%，与NCRP（1985）提出的比例1/3大体相似。
- 英国牛津大学和癌症研究中心（2004）对15个国家统计发现，每年诊断的癌症病例中有0.6%是由X射线检查所致。在X射线和CT检查更为普遍的日本，每年新增癌症病例中有3.2%是由这两种检查造成的。



案例5，核素内照射辐射致癌危险

放射性核素内照射在人类辐射致癌中占重要地位， ^{224}Ra 治疗脊椎炎可再次诱发骨肉瘤，镭表盘工人因摄入 ^{226}Ra 与 ^{228}Ra 可引起骨癌， ^{239}Pu 作业工人已有骨肉瘤发生等的报道。



7. 几种确定性迟后效应

- 案例1， 宫内辐射损伤出生缺陷的危险
- 案例2， 儿童照射迟发确定性效应
- 案例3， 人体不同组织器官远后效应的敏感性



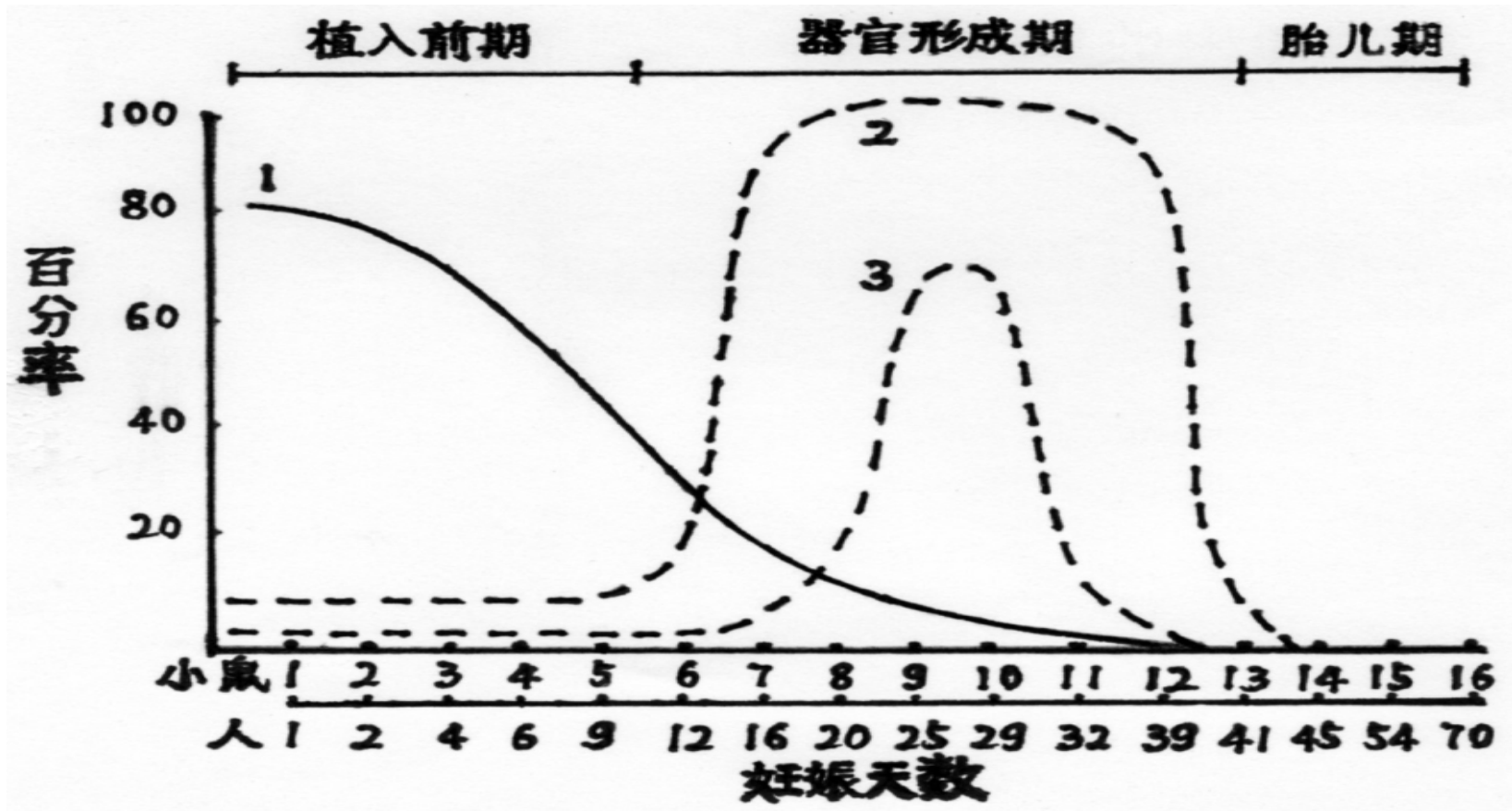
案例1 宫内辐射引起出生癌症增加

出生前子宫内受照射是否引起癌症增加一直受到重视。1964年起，历次UNSCEAR都对收集的大量资料进行讨论，不久前原爆人群的调查终于得到明确的阳性结果，才使出生前受照的癌症危险增加得到更多人的承认。

*直接按每月拍片接受0.34cGy，妊娠头3个月拍片4.78张，后6个月拍片2.16张计算，调查结果发现有宫内出生儿影响。



怀孕期妇女受照时期对胎儿畸形类型的影响



1: 出生前死亡; 2: 胎儿畸形; 3: 新生儿死亡

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/305110341231011204>