

上是隐性的(未触及)。

目前,除普通X线照相术外,最常用的是电子X线照相术(干板X线照相术)。有关干板乳房X线照相剂量负荷的资料,目前还互相矛盾。按照Ingram的观点,在低管电压时,干板乳房X线照相造成的剂量负荷非常小。作者特别指出,在干板乳房X线照片上可以获得全部乳腺组织结构清晰的图象。按照作者报道的资料,用干板乳房X线拍片对已知患者作检查,其符合率可达84.3%,比X线照相术高8.1%。Buchanam和Jager支持这一观点,认为干板乳房X线照相在乳腺癌诊断中的效能与乳房X线照相术相同或者更好一些,并且用它可以发现80~90%的早期乳腺癌。根据这些作者的资料,干板乳房X线照相每拍一次片的剂量是2~4.5拉德。作者们还提出了减

少干板乳房X线照相剂量负荷的方法,只用在侧位获取照相底片的检查方法。对160例乳腺癌患者所作的检查表明,有158例在侧位照片上显示出肿瘤的清晰图象,而正位片只有146例显示出肿瘤图象。采用非正位的干板乳房X线照相时,受照剂量由1.85拉德降至0.77拉德。Hupper和Scheider认为,干板乳房X线照相在大面积乳腺图象方面比乳房X线照相优越。文献中还没有乳房荧光照相术致癌危险的报道。

鉴于乳房X线照相术作为致乳腺癌因素所起的作用至今还不清楚,因此,对此问题仍需作进一步研究。

(Мед Радиол 24(5): 74~78, 1979 (俄文)
卢王棋节译 查永如校)

低剂量照射的生物学效应研究现状

菅原努

一、前言

低剂量效应研究的目的是阐明它对人类究竟有何种程度的影响。但由于不能对人进行实验研究,故以统计方法为中心的流行病学研究则非常重要。由于这种方法需要进行大规模的长期调查,在日本,除对原爆受害者外,没有作过更多的调查。另一方面,虽用动物进行实验研究,但很难直接得到量的评价,不如今后进行辐射效应机制的探索,着重地去研究在低剂量情况下产生的问题。现在提到的低剂量研究,常常是用100R、200R较大的剂量。最近,用人的细胞培养做为人和实验动物间的关连物来进行研究则日益增多。

二、遗传效应

众所周知,在广岛和长崎,对原爆受害者进行了大规模人的遗传效应的研究。

最近,堀川,冈田等用培养细胞研究突变率。堀川用XP20S细胞和HeLa细胞经不同剂量X线照射得出二种培养细胞的剂量存活曲线和剂量突变率曲线,从曲线中可看出辐射敏感性高的突变率也高。将文献资料合在一起,则可知在一定剂量下,存活率与突变率之间存在着线性关系。培养细胞的存活率因射线的

分次照射进一步发生变化,如图1所示,存活率与突变率呈镜像关系。由于细胞的恢复,存活率上升而突变率下降。冈田研究了这种现象与剂量率变化的关系,若有恢复,则效应与剂量率有依存关系,剂量率

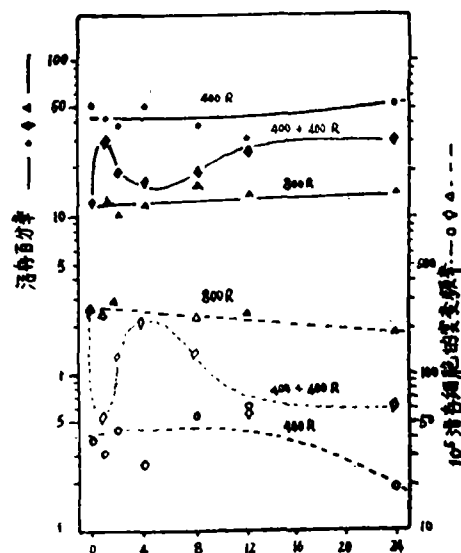


图1 分次照射时CH-hai C123 细胞的生存率和突变率

下降,则突变率也应下降。如急性照射(50rad/分)的突变率明显地高于慢性照射(0.8rad/分)。冈田用自己的培养细胞材料和文献中小鼠的材料进行比较,发现两者相当一致。小鼠在剂量率很低部分的数据稍有离散,问题是突变率不变或者反而上升,而培养细胞到这么低的剂量率似乎怎么也不会产生突变。

总之,已明显地观察到射线诱发突变的恢复现象。虽然尚不清楚在非常低的剂量下是否100%恢复,但人的培养细胞的剂量存活率曲线的肩并不那么大,所以不能断定100%恢复。

三、染色体畸变

染色体畸变无疑是遗传的一个问题,目前它是对人体进行直接研究的唯一方法。

中井等进行了人与食蟹猴的比较实验研究,观察了剂量和双着丝点的异常染色体出现频率间的关系。人和猴的细胞在急性照射时(49.6rad/分)几乎没有差别,而在慢性照射时(17.1rad/分)则有差别。人的异常染色体出现频率高,由此可见,不能把人和猴简单地视为相同。这种差别的原因何在,是今后研究的一个课题。

外村为了取得非受照人员的基础材料,自数年前对关东地区居住的没有受过人工射线照射的人,进行了染色体畸变率与年龄变化的调查。由于医疗的普及,要找出没有受人工射线照射的人是很困难的,所以选择了除胸部普查外未受其它照射的人员。结果特别清楚地看到,即使不受人工射线的照射,染色体畸变率也随年龄而增加。这个问题是因生物学衰老而发生的变化,还是由环境中的天然辐射或其它突变原引起的。前者观察到随年龄的增加,非整倍数细胞亦增加,这种情况也和文献资料一致,对研究衰老提供了一个线索。至于后者,目前正在对较关东地区天然放射性高二倍的两西地区居住者进行比较研究。在中间阶段的报告中,认为50、60岁的累积剂量在统计学上有很大差别的人,似乎看不到相应的差别,认为这种程度的影响是被多年的生理现象的变化所掩盖。今后,以此为基础,对有剂量管理的射线工作者进行低剂量效应的调查,或根据进一步研究历年的变化,作为对未知突变原的监视方法,或从更多个人间的比较,求出辐射敏感性的分布等等,期望在这方面有更大的发展。

染色体畸变中,对受照者子代产生的问题是染色体不分离。若由射线引起的,则子代染色体数异常的

病例有Down氏综合症和Turner氏综合症。自Uchida等报告Down氏综合症多数是母亲有射线受照史以来,这个问题受到了人们的关注,但还未得出结论。美甘建立了中国田鼠受精卵染色体检查技术,并用这个方法着重研究了X线照射对卵巢的影响。在50至100R照射时,观察到异常卵有某些增加的倾向,但与剂量关系并不明显。用同样方法也对高龄个体进行了实验。总之,不管剂量影响如何,很明显,异常卵随年龄增加而增加,和人的情况很一致。

四、胎儿受照

已知胎儿对射线的敏感性高,会发生畸形和白血病等问题。在医疗和其它情况下,有可能受到数R的照射,而关键的问题是何种程度的剂量会产生畸形。文献曾报导,在对骨发生畸形的实验研究中,5~10R的照射也会引起。龟山以中枢神经系统障碍为指标,努力研究能检出的阈剂量。胚胎13、15天照射25R时,出生后6、12周大脑皮质的厚度和皮质细胞密度无显著差异,照射100R时,都显著减少。同样,观察体重和脑重量,当胚胎13、15天照射100R时,见到脑重量减少。还观察了照射后细胞移动对皮质结构的影响,虽然射线阻止了细胞向第4层的移动,但在25R时,其差异并不明显。用大脑皮层锥体细胞的分枝指数(branching index = $\frac{\text{分枝末梢数}}{\text{树突数}}$)来研究射线与机能的关系,如表所示。在25R时也观察到有意义

表 胚胎受X线照射后小鼠生后6周及12周从大脑皮质第5层锥体细胞直接产生的树突数和分枝指数

受照胎龄	剂量	观察周龄	观察仔数	观察锥体细胞数	从胞体直接产生的树突数 (平均±S.D.)	分枝指数 (平均±S.D.)
13	25R	6	5	50	3.2±0.2	4.8±0.8*
		12	8	80	3.0±0.2	5.8±0.6*
	100R	6	10	100	3.1±0.1	4.1±0.4*
		12	12	20	2.9±0.1	5.0±0.5*
15	25R	6	5	50	3.0±0.2	4.4±0.8*
		12	5	50	3.0±0.1	5.7±0.2*
	100R	6	10	100	3.1±0.1	4.1±0.4*
		12	10	100	3.0±0.1	5.1±0.5*
对照		6	10	100	3.2±0.3	5.8±0.7
		12	10	100	3.1±0.1	7.2±0.6

*P<0.05

的变化。用和人相同的水平研究实验动物脑的构造和机能，并非容易的事，但这一系列的研究至少可以表示脑有相当好的恢复机能，但非常精密的机能则很难恢复，这表明在生后残留射线影响的可能性较高。从这些研究的经过似乎可以说明，只用目前的方法检出数R以下剂量的影响将是很困难的。

五、致 癌

致癌是低剂量躯体效应中最重要的问题。

堀川等用金黄田鼠胚细胞进行培养细胞转化系的研究。用研究所得材料描出的剂量存活率和剂量转化曲线与前述的突变情况不同，在存活曲线的肩部转化急剧增加，此后，剂量即使增加，转化也几乎不增加。这个现象表明了虽然恢复使突变率下降，但此时却反而上升。若分次照射，存活率不仅增加，转化也上升。但并不是完全没有恢复，由实验结果可看出剂量率由600下降到5rad/分时，存活率上升，转化下降。若只从转化这个角度来考虑致癌，这实在是很难用普通方法来解决的一个棘手的问题。

丹羽在所进行的小鼠细胞病毒诱发系的实验中也观察到同样的现象，但丹羽所看到的病毒好象不是直接致癌的原因。分次照射时，突变和转化有一时增加，后又回到原来的位置。

横路在实验致癌系的实验中，用大鼠和小鼠作了有趣的分析。首先，对大鼠的乳腺癌，在照射后给予催乳激素，仅4.8rad的剂量即可致癌，即使照后12个月给予也有效。其次，研究了干扰素对小鼠白血病的诱发。研究结果表明Gross病毒诱发白血病可完全抑制，而射线诱发白血病却不能完全抑制。前一个结果，射线作诱发，其次要有促进物才能致癌，而其作用似可延长到12个月；后一结果对病毒诱发白血病的可行性提供一个否定的证据。总之，对致癌这一问题，除了考虑射线这一因素外，还要充分考虑其它因素。

六、辐射敏感性的个体差异

在考虑低剂量效应时，如果有对辐射敏感性高的人，又表现怎样呢？对于这个问题制订了一项调查染色体畸变的计划。最近，在遗传病例中发现有辐射敏感性高的病例。二阶堂采用从患者皮肤取细胞进行培养研究存活率的方法，并将日本病例研究的结果与文献资料进行了比较。用取自AT(Ataxia teleangiectasia 毛细血管扩张共济失调)患者的细胞进行研究，

日本与外国的病例对辐射敏感性无显著差异。这种病人被认为是隐性纯合子的，所以在杂合子中具有这种基因的人外表是正常的，辐射敏感性可能介于正常和隐性纯合子之间。因为杂合子的人很多，所以在统计学上被认为是今后必须进一步研究的一个重要课题。

七、射线引起的衰老

由动物实验观察到的射线引起寿命缩短是非特异性的。射线是否促进衰老，是有争议的。根据流行病学研究，有的认为如此，有的则否定。

作者等多年来培养人的细胞，用它的繁殖寿命研究了这个问题。从各种不同年龄的人取的细胞，研究培养细胞的寿命，观察到随年龄增加细胞寿命有缩短的倾向。而且也不像前述的AT和色素性干皮病那样，对修复能力已经损伤的细胞，呈现很大的差别。目前唯一例外的是Werner氏综合症，与同年龄的细胞比较，细胞寿命明显缩短，而且这种现象与人的年龄呈负相关。这种培养细胞（取自胎儿）用X线照射50或100R左右，则看到寿命缩短，而且在培养早期和晚期其效果有显著的差异。比较早期细胞（细胞年青时期）的存活率和寿命缩短率，如图2所示。寿命缩短呈现和存活率不同的图形，并与剂量呈线性（指数的）关系。

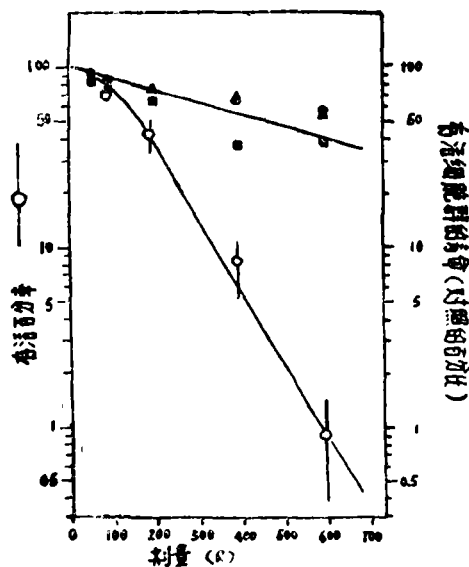


图2 人胎儿培养细胞的存活率，寿命缩短与射线的关系

(广岛医学; 33(9): 233~243, 1980(日文))

张景源节译 陈文霞校