

研究。在处理潜伏期、危险持续时间以及与年龄的关系时,可采用文献报导的模式或分部计算,两法都不可能得到高准确度。由表1可见,大剂量照射的人体资料间也经常是不一致的,但BEIR、ICRP和UNSCEAR都已估算了各年龄平均危险度的值,列于表3。三者有一定的一致性。ICRP分组较粗,“其它”类包括了较多类型癌。表3中“总值”表示辐射对全身的效应,不等于各器官危险度的总和,它也是男女平均值,乳腺癌只适用于妇女。虽然误差较大,表3还是提供了估算小剂量照射效应最适用的资料。

辐射诱发的癌症平均使患者缩短寿命约20年,如采用BEIR估算值,1雷姆会缩短寿命 $180 \times 10^{-6} \times 20$ 年,即1.3天,每毫雷姆缩短寿命2分钟。如按全美国均采用核发电估算,按当前技术水平释出低水平放射性估计使每个居民平均受照约0.2毫雷姆/年或全美国每年受照40,000人-雷姆,予期每年在公众中多发生7个癌症病人。这相当于每个美国人平均缩短寿命约

表3 三个评价机构所作的癌症危险度估算(1/10⁶雷姆)

癌种类	BEIR	ICRP	UNSCEAR
白血病	25	20	15~25
肺	39	20	25~50
乳腺(女)	90	25	60
骨	6	5	2~5
胃肠道	30	—	25
甲状腺	—	5	5~15
其他	30	50	~25
总值	180	100	120

30分钟,相当于每20年吸一支烟所造成的危险。从日本原子弹幸存者资料表明,除与白血病有密切关系的少数血液和造血器官疾患外,未见癌症以外的任何躯体效应与照射有关。

(诸洪达节译 高凤鸣、王继先审校)

通过受X线和γ线照射的人体淋巴细胞中双着丝点体的产额 对剂量率效应的预计

Edwards AA & Lloyd DC, Int J Radiat Biol 37(1), 89~92, 1980(英文)

Bauchinger等(1979)报道,受⁶⁰Coγ线慢性照射的人体淋巴细胞中双着丝点体的产额可以由急性照射的双着丝点体的产额与剂量之间的关系加以预计。为了进行这一换算,这些作者应用了Lea和Catchside的G-函数,以及从分次照射所得出的平均修复时间。他们证明,当剂量率为1.7拉德/分时,其观察值与预计值颇为接近。

本文发表剂量率0.3拉德/分、250KVpX线照射的结果,并与另外作者曾用不同剂量率的⁶⁰Co和¹³⁷Csγ线以及X线照射所观察到的双着丝点体的产额进行比较,目的在于检验Bauchinger等人的结论是否适用。

通常用公式(1)表示染色体畸变与照射剂量之间的关系,

$$Y = \alpha D + \beta D^2 \quad (1)$$

Y表示畸变数, D表示剂量, α和β为配合系数

对急性照射,式(1)配合良好,而对慢性照射则配合不良。常常把αD项看作为同一粒子径迹的效应而引起的畸变数,认为它是与剂量率无关的。βD²项一般是由两个独立的粒子径迹所产生的效应相互作用的结果,其值取决于两粒子径迹作用间的相隔时间,因此,βD²这一项取决于剂量率。

Schmid等(1976)认为,当考虑分割效应时,对急性照射相互作用的系数是按 $\exp(-t_1/t_0)$ 而递减的。其中t₁为分次剂量之间的时间, t₀为活性形式(active Species)*的平均寿命。他们报告为110分钟,与文献报道的2小时或3小时接近或大体一致。Bauchinger等进而推断,假定t为连续慢性照射时间,则 $\frac{t}{t_0} = x$, β可用G(x)加以修正,即,

$$G(x) = \frac{2}{x^2} [x - 1 + \exp(-x)] \quad (2)$$

因而对于慢性照射引起的双着丝点体的产额可用公式(3)由急性照射的剂量效应关系推导而得,即,

* 指断裂点开放的时间——校者注

$$Y = \alpha D + \beta G(x) D^2 \quad (3)$$

表1表2分别列出了Lloyd等人用 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线和本文

作者用X线慢性照射时双着丝点体的预计值和观察值, t_0 值取110分钟。

表1 剂量率为0.3拉德/分 ^{60}Co 照射时不同剂量双着丝点体的预计值和观察值**

剂量(拉德)	αD	βD^2	$x = \frac{t}{t_0}$	$G(x)$	预计值	观察值
25	0.0039	0.0031	0.758	0.789	0.0063	0.007 ± 0.001
50	0.0079	0.0125	1.52	0.640	0.0159	0.0124 ± 0.0017
100	0.0157	0.05	3.03	0.453	0.0384	0.056 ± 0.006
200	0.031	0.2	6.06	0.271	0.0856	0.176 ± 0.014
400	0.063	0.8	12.1	0.151	0.184	0.654 ± 0.040
800	0.13	3.2	24.2	0.079	0.378	1.57 ± 0.13

**引自Lloyd等, 1975

表2 剂量率为0.3拉德/分250KVpX线照射时不同剂量双着丝点体的预计值和观察值

剂量(拉德)	αD	βD^2	$x = \frac{t}{t_0}$	$G(x)$	预计值	观察值
5.3	0.0025	0.00017	0.1611	0.949	0.0027	0.0035 ± 0.0009
10.6	0.0050	0.00070	0.321	0.901	0.0056	0.0059 ± 0.0011
15.9	0.0076	0.00156	0.482	0.857	0.0089	0.0095 ± 0.0013
25	0.0119	0.00387	0.758	0.789	0.0150	0.0096 ± 0.0015
50	0.0238	0.0155	1.52	0.640	0.0337	0.025 ± 0.0034
100	0.0476	0.0619	3.03	0.453	0.0756	0.083 ± 0.0080
150	0.071	0.139	4.55	0.344	0.119	0.110 ± 0.0100
200	0.095	0.248	6.06	0.271	0.162	0.206 ± 0.024
250	0.119	0.387	7.58	0.229	0.208	0.237 ± 0.035
300	0.143	0.557	9.09	0.196	0.252	0.380 ± 0.059
400	0.190	0.990	12.1	0.151	0.340	0.596 ± 0.072

从表1可见, 对 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线照射来说, 剂量为25和50拉德时, 其预计值和观察值相当一致, 而当剂量为100及100拉德以上时, 则预计值大大低于观察值。对X线, 250拉德以下剂量的照射, 其相应的预计值和观察值比较接近, 而剂量为300和400拉德时, 则预计值比观察值低。修正因子 $G(x)$ 仅是照射时间的函数, 所以它与照射时间的关系比与剂量的关系更大些。就 ^{60}Co 而言, 慢性照射时间大约在3小时以内与预计值是吻合的, 而超过大约6小时, 相差就明显了。但对X线, 慢性照射时间超过14小时以后, 其预计值才显著低于观察值。在这两种时间之间出现差异的原因尚不清楚。超过一定时间的双着丝点体的观察值高于预计值这一点表明, $G(x)$ 函数并不精确, 因而所谓原发染色体断裂随着时间的推移呈指数下降的假说(Lea, 1946)也是不正确的。对原发染色体断裂的寿命而言, 只有存在着某些长寿命的成分, 才有可

能观察到较高的畸变产额。Lea(1946)首先提出了这样一个论点, 即在大多数原发损伤部位已经愈合后相当长的时间内仍然留存着可用于染色体重组的断裂, 晚近Purrott和Reeder(1976a)就此已取得了某些有关的数据。Bauchinger等用于慢性照射的最长时间为235分钟, 而这远非能够观察到此种效应的最长的时间限度。

Linecki等(1977)采用同样方法来处理Purrott和Reeder的250拉德 ^{137}Cs 照射的数据, 结果表明长达250分钟的慢性照射时间与2小时左右的重染色体重接时间是相符的, 和3~5小时范围内的重接时间相比, 其照射时间延长, 则断裂的修复更慢。本文作者按同样方法分析了Purrott和Reeder的100和500拉德的资料, 认为与这一结论也相符合。因此上述资料支持由 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线和250KVpX线所得出的这一结论, 即随着照射时间延长, 则预计值和观察值的符合

程度越低。

结论: Bauehinger 等人根据急性照射的产额公式, 利用 $G(x)$ 函数加以修正, 得出可以予计慢性照射时间大约为4小时的低剂量率-效应关系, 本文进一步证实了他们的观察结果, 这一实验所用的慢性照

射时间延长至6小时左右; 若超过6小时, 则预期的效果就不好, 认为这是由于小部份损伤那怕在2小时之后仍保持重组能力的缘故。

(罗厚良译 周焕庚 邓志诚审校)

从放射性介质中分离细胞的一种快速而可重复的方法

Kassis AI等; J Nucl Med 21, 88, 1980 (英文)

本文记述了从含放射性物质的混悬介质中快速分离细胞的一种简单方法。这种方法是把水介质中的细胞铺贴到微型离心管中的胎牛血清上面, 然后将微型离心管立即离心1分钟、冰冻在乙醇干冰中、切开盘底部并进行放射性测量。此法比通用的技术既快速又方便。

用细胞悬液或单层细胞培养法研究放射性标记指示剂的浓集、转换及毒性问题, 作为细胞水平的一种检测方法, 是很受欢迎的。细胞膜对这些物质的通透性涉及几方面的机理。由于这个过程某些步骤是可逆的, 而且短时间内即可出现, 为了减少或消除放射性物质回流到外部介质中, 故在测量时必须快速进行。有些学者曾报告从周围介质中分离细胞的技术。但这些方法通常操作慢而复杂、体积不适宜、使用的材料也非一般实验室所常用。本文介绍了一种简单而可重复的方法分离混悬在水介质中的细胞, 此法只通过一步非连续性的血清梯度沉淀后即可进行快速的分离。

材料与方 法

已如前述, 用Eagle氏最低基本培养基(MEM)将中国地鼠V79肺成纤维细胞进行单层细胞培养。实验将肺成纤维细胞用胰蛋白酶处理并分装到无钙MEM的消毒塑料试管里, 随后加上L-谷酰胺(2mM)、青霉素(10单位/ml)、链霉素(10μg/ml)、1%非必需氨基酸和15%胎牛血清(FBS)。此试管以2000转/分离心5分钟, 并把里面的细胞再混悬在含各种浓度的 ^{125}I 、 ^{201}Tl 或 ^{86}Rb 的无钙的MEM中。

这些试管在37℃一个大气压的 CO_2 中培育后, 每只试管里的细胞以2000转/分离心5分钟沉淀, 把上清液100μl慢慢重叠在盛于400μl的微型离心管中的300

μl FBS表面。从上清液里取10μl滴到玻璃纤维滤器上以计数该介质的放射性浓度。然后再把试管里的细胞混悬, 取100μl转移到含FBS的微型离心管里。用Eppendorf微型离心机以12800g离心1分钟, 并立即冰冻在乙醇干冰混合物里(约20秒钟)。用锐利刀片切开微型离心管的底部(用大号微型离心管切开的底部作模板可保证底长均为2mm)并滴到测定管或小瓶里。以自动闪烁计数器计数 ^{201}Tl 和 ^{125}I 。而测量 ^{86}Rb 是向此样品中加10ml的水以后再用Cerenkov辐射仪间接测量。所测定的滴于滤盘上已知标准溶液的计数率分别是70、50和43%。

结 果

本实验数据表明, 当FBS含不同浓度的放射性介质经过离心后, 从微型离心管切开的底部上面测到的每分钟计数与从放射性介质中测到的每分钟计数是呈比例的。因而, 管底部放射性的百分率也是恒定的, 其平均值为 $0.18\% \pm 0.006$ 标准误。此百分率与切开盘底部的长度和离心的时间有关。然而, 为了使FBS中的细胞经离心后能完全沉淀并使水介质中的细胞离开上层则最少需要1分钟。如FBS沉淀后再混悬的细胞能排斥锥兰, 则说明这些细胞还没有损伤。

在含有可透过细胞的 ^{86}Rb 阳离子的固定浓度的介质中进行细胞的预培育、然后把FBS离心, 测定增加细胞数与所测到的每分钟计数之间的关系。发现在微型离心管底部测到的数字(此数能反映细胞掺入的放射性)与铺贴到胎牛血清上面的细胞呈正比。这种方法从100,000到至少400,000个细胞/ml是呈线性关系; 在其他的实验中, 我们还发现1,000,000个细胞/ml时也呈线性关系。这种方法的准确性很高, 其变异系数为0.035。相反, 当用 Na^{125}I 进行细胞预培育时, 由于这种细胞膜不能透过 Na^{125}I , 所以从管底部测到