

射线诱发染色体断裂修复的抑制因素 苯对培养中淋巴细胞的效应

过去曾报导过苯和射线对人淋巴细胞染色体的复合效应。发现互换型染色体畸变、双着丝点和环显著增多。这引起人们推想：苯可能抑制了射线诱发的DNA原纤维素，即染色体断裂的修复。作者利用剂量分划法探索了这一推想。

取约0.3毫升左右鲜血混悬于5毫升培养基中，用4000居里 ^{137}Cs 源的 γ 射线在37℃下对混有血标本的培养基进行照射。照射时间分别在培养16小时(剂量1)和21小时(剂量2)之后。苯是在两个剂量照射之间的5小时时间间隔内加到培养基的，其终末浓度为 $4.0 \times 10^{-5}\text{M}$ 、 $2.0 \times 10^{-4}\text{M}$ 和 $1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 。

各标本中加入PHA，在37℃下培养53小时，终末浓度为0.5微克/毫升的秋水仙素是在收获前6小时加入的。按照稍加改良的标准气干法制备染色体标本，然后用姬姆萨染色。直接在显微镜下计数双着丝点体、环和缺失(只计算染色体断裂)。

第一步实验是测定细胞经16小时和21小时培养后接受照射，其放射敏感性有无差异。当剂量1和剂量2为100拉德时，不管在照射后或照射前是否进行5小时的最高浓度为 $1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 的苯处理，平均单个细胞的双着丝点和环以及单个细胞染色体缺失均无差异。假如在剂量1和剂量2之间的5小时时间间隔内染色体断裂能够完全修复，其双着丝点体和环的预计产额应为0.247，若在此期间修复被全部抑制，则应为0.467。

本实验结果：当细胞接受100拉德的剂量1和剂量2照射，同时不经过苯处理时，其平均单个细胞的双着丝点体和环的数目为 0.227 ± 0.039 。这表明辐射诱发的DNA原纤维素，亦即染色体断裂在此间隔期内能

够完全修复。然而，在接受分次照射并经过浓度为 $4.0 \times 10^{-5}\text{M}$ 、 $2.0 \times 10^{-4}\text{M}$ 和 $1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 的苯处理的细胞中，上述各类型畸变数分别为 0.280 ± 0.043 、 0.340 ± 0.048 和 0.447 ± 0.055 。这表明：如同统计学所测验的那样，用较高浓度的苯进行处理能够显著地抑制染色体断裂的修复。

作者在讨论中，叙述了剂量分划法的应用。照射剂量为D时射线诱发的染色体畸变数 $N(D)$ 可用下列方程式表示：

$$N(D) = N_1(D) + N_2(D) = \alpha D + \beta D^2$$

式中 $N_1(D)$ ：一次击中型的畸变数，也就是本实验中的平均单个细胞缺失数。

$N_2(D)$ ：二次击中型的畸变数，也就是本实验中的平均单个细胞的双着丝点体和环数。

α 和 β ：常数。

若将总剂量D分为相等的两个部分 $D/2$ ，在预定时间给予第一个 $D/2$ 照射，只引起一部分断裂 $N(D/2)$ ，则

$$N(D/2) = \frac{\alpha D}{2} + \frac{\beta D^2}{2}$$

当给予第二个 $D/2$ 照射前有一个足够长的时间间隔时则在第二组断裂产生之前第一组断裂业已得到修复。于是两组断裂将不能相互结合而产生二次击中型畸变，即双着丝点体和环。这种情况下的染色体畸变总数以

$$N(D/2) + N(D/2) = \alpha D + \frac{\beta D^2}{2} \text{ 来表示。}$$

相反，若在第2组断裂产生之前第一组断裂的修复完全受到了抑制，则两组断裂能够相互结合产生较多的双着丝点体和环，即 $N(D/2 + D/2)$

$$\text{则 } (D/2 + D/2) = N(D) = \alpha D + \beta D^2$$

抑制染色体断裂修复的结果,使得双着丝点体和环相差 β_{D2} 而缺失没有差别。在本实验中,总剂量D是200拉德,结果显示 α 和

β 值分别约为0.0010和0.000012。

[森本集要:产业医学17(2):166~167, 1973
(英文) 唐江海摘 郝玉书校]

射线诱发染色体断裂修复的抑制因素 ——酚对培养中人白细胞的影晌

前此曾报导过苯在试管内能够抑制射线诱发之染色体断裂的重接。已经知道,苯在组织中迅速地代谢为某些酚类。而酚是其中最重要的代谢产物。本文用剂量分划法观察了酚对辐射诱发之培养中人白细胞染色体断裂重接的抑制效应。

用稍加改良的标准方法,从一个正常成年男子采取肝素抗凝新鲜全血作微量血培养,以制备供观察的中期分裂细胞标本。所有标本都是用植物血凝素-P引起细胞分裂。并在37℃下培养53小时,以将细胞阻滞于第一次分裂之中。

照射的条件是:血标本在培养基中于37℃下接受4000居里 ^{137}Cs 源的 γ 线照射,

照射的时间分别在孵育16小时后(剂量1)和/或21小时后(剂量2)。剂量率为50伦/分,校正距离和时间,使其照射量为150拉德和300拉德,酚只是在照射量为150拉德的剂量1和剂量2之间的5小时间隔期内加到培养基中,其最终浓度为 $1.6 \times 10^{-6}\text{M}$; $8.0 \times 10^{-6}\text{M}$; $4.0 \times 10^{-5}\text{M}$; $2.0 \times 10^{-4}\text{M}$ 和 $1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 。

预先进行了下述实验:在照射量为150拉德的剂量1之后或剂量2之前以最高浓度($1.0 \times 10^{-3}\text{M}$)的酚处理5小时,以检查酚对辐射的增敏效应。

预试验的结果见表1上部,照射量为150拉德的剂量1和剂量2所诱发的平均单个

表1: 酚对剂量分划法射线诱致之染色体断裂重接的抑制效应(均数±标准差)

量剂1 ξ (拉德)	5 小时间隔 期内的处理	剂量2 (拉德)	检 查 细胞数	平均单个细胞的 双着丝点体和环数	平均单个细胞的 缺 失 数
150	.....	...	150	0.240 ± 0.040	0.160 ± 0.033
150	$1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 酚	...	150	0.210 ± 0.037	0.140 ± 0.031
...	.....	150	150	0.240 ± 0.040	0.153 ± 0.032
...	$1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 酚	150	150	0.220 ± 0.038	0.147 ± 0.031
300	.....	...	150	0.738 ± 0.061	0.290 ± 0.038
150	.....	150	150	0.480 ± 0.057	0.230 ± 0.039
150	$1.6 \times 10^{-6}\text{M}$ 酚	150	150	0.513 ± 0.058	0.257 ± 0.041
150	$8.0 \times 10^{-6}\text{M}$ 酚	150	150	$0.560 \pm 0.061^*$	0.247 ± 0.041
150	$4.0 \times 10^{-5}\text{M}$ 酚	150	150	$0.673 \pm 0.067^{**}$	0.233 ± 0.039
150	$2.0 \times 10^{-4}\text{M}$ 酚	150	150	$0.757 \pm 0.071^{**}$	0.230 ± 0.039
150	$1.0 \times 10^{-3}\text{M}$ 酚	150	150	$0.740 \pm 0.070^{**}$	0.280 ± 0.043

ξ 细胞在培养基中培养16小时(剂量1)和/或21小时后(剂量2)接受照射。

X^2 测验结果表示如下: *显著性为 $P < 0.05$; **显著性为 $P < 0.01$