

# 油田中子测井人员染色体畸变的初步观察

黄权光 史纪兰

(山东省医学科学研究所工业卫生研究室, 济南)

在慢性辐射损伤的诊断和防治中, 早期诊断及生物剂量的估算是一个重要环节。人体细胞染色体对辐射的高度敏感性在剂量和畸变量之间存在一定的线性关系, 这不仅可用于察觉早期的放射损伤, 而且可望作为一个灵敏的“生物剂量仪”。目前多数看法认为, 染色体畸变是估测生物诱变指标中比较好的一种方法。至今, X射线和 $\gamma$ 射线对人体的生物效应, 国内已做了不少工作, 而慢性中子损伤对人体的生物效应, 特别是中子测井人员的体细胞染色体畸变尚未见到报道。为探讨中子对人体的慢性损伤程度, 中子测井人员染色体畸变与工龄、工种的关系, 受中子小剂量慢性照射下染色体畸变的规律及累积剂量等关系, 我们于1975年底对65名油田中子测井人员进行了体细胞染色体畸变的初步观察。现将结果报告如下。

## 材料和方法

受检的65名中子测井人员(包括地面工、司机、操作员)和50名正常对照者(8名为油田工人, 42名为血站正常献血者)。中子测井人员除接触中子外, 与其它射线无接触史。中子测井人员全是男性, 年龄范围18—42岁, 平均年龄30岁。从事接触中子的工作时间从3个月到13年, 平均工龄为4.4年。在受检人员中除个别人员白细胞较低、肝大或有高血压外, 健康状况均良好, 绝大部分人的白细胞计数、血小板计数均属正常范围(白细胞计数平均值为6351个/毫米<sup>3</sup>, 血小板平均值为16.69万个/毫米<sup>3</sup>)。

采用微量血液培养制作染色体标本。鉴于培养条件的不同对畸变率有一定的影响<sup>[1]</sup>, 我

们尽量使方法标准化。培养方法按改良的Moorhead<sup>[3]</sup>法进行, 并适当参照世界卫生组织(WHO)于1973年提出的标准<sup>[4]</sup>。

选择形态良好、分散度适中的中期细胞进行分析。把在细胞学水平上可识别的染色体畸变分成七类: 多着丝点体、着丝点环、无着丝点环、微小体(中间缺失或等径缺失)、相互易位、臂间倒位和末端缺失。只计数数目为45和46的细胞。染色体畸变七种类型中除了末端缺失(包括染色体断裂、断片、缺失)为一次击中产物外, 其余均为二次击中产物。内复制、单体型畸变、多倍体、间隙等不列入畸变率的计算。双着丝点应伴有一个断片。染色体畸变率的计算按一次击中畸变算一个畸变数, 二次击中畸变算二个畸变数, 即畸变率 =  $\frac{\text{总畸变数}}{\text{观察细胞数}} \times 100$ 。

## 观察结果

对50名正常健康人和65名中子测井人员的染色体畸变观察结果见表1。由表1可知, 在50名正常健康人的3448个中期细胞中, 发现了3个染色体断片, 由此计算出正常人的染色体自发畸变率为0.087/100细胞。对65名中子测井人员观察的7051个中期细胞中, 出现的畸变类型的机率顺序分别为: 末端缺失占0.76%、双着丝点体占0.31%、微小体占0.11%、内复制占0.1%、相互易位占0.056%、间隙占0.001%和单体断裂占0.28%、单体缺失占0.06%和单

Huang Quanguang et al.: Preliminary Observation on Chromosomal Aberrations in Personals Exposed to Neutrons in Oil-field

表 1 正常人与中子测井人员染色体畸变率比较

| 类<br>型<br>别                | 检<br>查<br>人<br>数 | 观<br>察<br>细<br>胞<br>数 | 染 色 体 畸 变             |                  |             |                  |             | 染色单体畸变     |             |             | 内<br>复<br>制 | 多<br>倍<br>体  | 单**<br>体畸<br>变率<br>/100<br>细胞 | 染*<br>色体<br>畸变率<br>/100<br>细胞 |
|----------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                            |                  |                       | 双<br>着<br>丝<br>点<br>体 | 相<br>互<br>易<br>位 | 微<br>小<br>体 | 末<br>端<br>缺<br>失 | 间<br>隙      | 缺<br>失     | 断<br>裂      | 互<br>换      |             |              |                               |                               |
| 正<br>常<br>健<br>康<br>人      | 50               | 3448                  | —                     | —                | —           | 3<br>0.087%      | 2<br>0.058% | —          | 5<br>0.14%  | —           | 3<br>0.087% | 159<br>4.6%  | 0.11                          | 0.087                         |
| 中<br>子<br>测<br>井<br>人<br>员 | 65               | 7051                  | 22<br>0.31%           | 4<br>0.056%      | 8<br>0.11%  | 54<br>0.76%      | 1<br>0.001% | 4<br>0.06% | 20<br>0.28% | 1<br>0.001% | 7<br>0.1%   | 123<br>1.74% | 0.35                          | 1.70                          |

两个百分率的显著性测验结果: \* 正常健康人与中子测井人员染色体畸变率有非常显著性差别 ( $P < 0.01$ ), \*\* 正常健康人与中子测井人员染色单体畸变率有显著性差别 ( $P < 0.05$ )。

体互换占 0.001%。65 名中子测井人员的染色体畸变率范围为 0—13/100 细胞, 65 名中 39 名有染色体畸变, 占 60%。中子测井人员的染色体平均畸变率为 1.70%, 比正常人染色体畸变率高 20 倍, 有非常显著的差别。

表 2 工龄与染色体畸变率之间关系

| 工<br>龄<br>(年) | 人<br>数 | 观<br>察<br>细<br>胞<br>数 | 畸<br>变<br>数 | 畸<br>变<br>率<br>/100<br>细胞 | 染<br>色<br>体<br>畸<br>变<br>者 |      |
|---------------|--------|-----------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|------|
|               |        |                       |             |                           | 数                          | %    |
| 2 年以下         | 11     | 972                   | 25          | 2.57                      | 7                          | 63.6 |
| 2.5—4.0       | 35     | 3548                  | 70          | 1.97                      | 18                         | 51.4 |
| 4.5—6.0       | 9      | 1119                  | 13          | 1.16                      | 5                          | 55.6 |
| 7—14          | 10     | 1412                  | 15          | 1.06                      | 9                          | 90   |

两个百分率显著性测验结果: 4 年以下与 4 年以上工龄者的染色体畸变有显著性差异 ( $P < 0.05$ )

65 名中子测井人员的染色体畸变与工龄工种之间的关系列于表 2 及表 3。从表 2 中未看出染色体畸变率有随工龄的增高而增加的趋势。但带有染色体畸变者(除 2 年以下工龄者)似有随工龄增加而增加的趋势, 尤以 7—14 年工龄者 90% 的人有染色体畸变。从表 3 可看出中子测井人员的染色体畸变与工种之间有一定的关系。操作员和地面工之间有显著性差异。地面工的染色体畸变率高于操作员和司机。

表 3 工种与染色体畸变率的关系

| 工 种   | 人 数 | 观 察 细 胞 数 | 畸 变 数 | 畸 变 率<br>/100 细胞    |
|-------|-----|-----------|-------|---------------------|
| 操 作 员 | 5   | 387       | 3     | 0.78 <sup>(1)</sup> |
| 司 机   | 6   | 975       | 16    | 1.64 <sup>(2)</sup> |
| 地 面 工 | 54  | 5689      | 104   | 1.83 <sup>(3)</sup> |

两个百分率的显著性测验结果:

- (1) 与 (2):  $P_t = 1.2 < 2$  ( $P > 0.05$ );
- (1) 与 (3):  $P_t = 2.1 > 2$  ( $P < 0.05$ );
- (2) 与 (3):  $P_t = 0.36 < 2$  ( $P > 0.05$ );

## 讨 论

1. 接触中子工作人员染色体畸变率和最大容许剂量的关系。国际辐射防护委员会(ICRP)在 1960 年确定: 对于全身或重要器官的最大允许剂量为 5 雷姆/年。Горизонтова 等(1973)仔细分析了畸变率和最大容许剂量的关系, 发现每年接受的剂量在容许标准以下的 25 例职业性放射工作人员中, 染色体畸变率没有明显的变化。接受的剂量大于 5 雷姆/年的 7 例职业性放射工作人员, 畸变细胞率和染色体畸变率则为对照的 2—3 倍。Brown 等<sup>[6]</sup>也发现, 在低于最大容许剂量的  $\gamma$  线或中子 +  $\gamma$  线照射的职业性放射工作人员中, 染色体畸变不显著。但较多的工作却表明, 即使接受的剂量在最大容许标准以下, 职业性放射工作人员的染色体畸变率已有所增高。

我们观察了 65 名油田中子测井人员染色体畸变,结果表明(表 1),中子测井人员的畸变率比正常人畸变率高 20 倍,有非常显著的差异。这些中子测井人员所接受的中子剂量如何?我们于 1972 年对 ×× 油田进行了中子测井卫生防护调查,结果表明中子测井人员所接受的剂量均在最大容许剂量范围内,平均 3 年工龄者,所接受的总剂量为 1.44 雷姆。

2. 染色体畸变与工龄的关系。我们的研究结果(表 2),看不出染色体畸变率有随工龄的增高而增加的趋势,但有染色体畸变者(除 2 年以下工龄者)则似有随工龄的增高而增加的趋势,尤以 7—14 年工龄者,90% 的人有染色体畸变。65 名受检中子测井人员平均工龄为 4.4 年,工龄在 2—4 年者占大多数。其中工龄 4 年以下者染色体畸变率比工龄 4 年以上者为高,尤以工龄 2 年以下者染色体畸变率更高(2.57/100 细胞),有显著差别。产生上述的原因可能是:(1)缺乏精确的剂量数据,因目前还未找到一个较理想的个人中子剂量片(仪),故难以真实地反映每个人实际接受的全身剂量;(2)观察到的畸变率一般都比较低,分析的细胞数特别是分析的个体细胞数有的尚少(对照组平均观察细胞数为 69 个,受检组 43—430 个,平均 108 个),加上辐射反应又有明显的个体差异;(3)受照者中的剂量累积率很慢,而且是变动的,工龄与损伤程度可以不成正相关。染色体损伤后可以自我修复及细胞的辐射死亡,加上淋巴细胞动力学不清楚而构成了畸变的产生和消除之间的复杂因素;(4)由于各人对防护工作重视程度不一和实际工作量的差异,故接受的剂量不一。一般刚参加工作的地面工,接触中子源机会多,接受剂量亦大。

3. 染色体畸变与工种的关系。我们的结果表明(表 3),地面工的染色体畸变率(1.8/100 细胞)高于操作员的畸变率(0.78/100 细胞),两者之间有显著性差异。由于地面工以井口装卸中子源为主,手提防护桶机会多,故接触中子剂量较大,而操作员主要负责仪器的操纵、记录分析,偶尔参与手提防护桶和井口工作。司机的

染色体畸变率(1.64/100 细胞)介于操作员(0.78/100 细胞)和地面工(1.8/100 细胞)之间。但司机与操作员和司机与地面工之间没有显著性差异。司机除运载中子源外亦参加手提防护桶和井口的工作,但机会少于地面工,司机运载中子源所接受的剂量甚小,故司机的畸变率介于操作员与地面工之间。由于各工种之间的工龄、防护情况和所观察的人数、细胞数不一致,要做到较精确的分析尚有一定困难。

4. 染色体畸变的类型。对 65 名中子测井人员 7,051 个中期细胞的观察结果,出现的畸变类型有染色体缺失、双着丝点体、微小体、相互易位、染色体间隙、内复制和单体互换、单体断裂、单体缺失等。各种类型几乎均有出现。出现的机率以染色体缺失、双着丝点体、微小体较多。在观察 50 名正常人的 3,448 个中期细胞中,除了看到 3 个末端缺失和 3 个内复制外,还有染色体间隙、单体断裂和多倍体。关于染色单体型畸变的出现有何意义,许多研究者对此认识不一。根据 Bender 和 Prescott (1962) 报道,白细胞在培养之前,照射时均处于  $G_0$  期,染色体尚未复制,因此照射不应该引起染色单体畸变。我们观察结果,中子测井人员染色单体畸变率为 0.35/100 细胞,正常人为 0.14/100 细胞。两者之间有显著性差异。在有正常对照情况下,染色单体畸变的出现是否与慢性中子照射有一定的关系。我们观察 7051 个中子测井人员中期细胞中出现 7 个内复制染色体,占 0.11%,但在正常人的 3,448 个细胞中亦出现 3 个内复制,占 0.087%,两者之间无显著性差异。

## 参 考 文 献

- [1] 周焕庚、郑斯英: 1974. 中华医学杂志, 6:368.
- [2] 施立明: 1976. 生物化学与生物物理进展, 4:53.
- [3] Moorhead, P. S. et al.: 1960. *Exp. Cell Res.*, 20: 613.
- [4] Buckton, K. E. and, H. J. Evans: 1974. 国外军事医学资料(第二分册), 4:30.
- [5] Bender, M. A. and, P. C. Gooch: 1962. *Proc. Nat. Acad. Sci. (U. S.)*, 48:522.
- [6] Brown, J. K and J. R. Meneill: 1969. *Radiat. Res.*, 40: 534.