

## 七、精度实验

此干涉仪曾在上海光学仪器厂新产品车间,在一米测长机(7JA)上和量块做过比对(只做到300毫米)。精度试验条件如下:

一般恒温条件,室温测定用水银温度计(格值 $0.1^{\circ}\text{C}$ );室温达到 $20^{\circ}\text{C}$ 后,等温2小时;7JA温度用体附式表面温度计测量(格值 $0.2^{\circ}\text{C}$ );量块用体附式表面温度计测量(格值 $0.2^{\circ}\text{C}$ );气压用膜盒式气压计测量(格值0.01毫巴)。结果如下:

### (1) 重复性

用乌氏干涉仪瞄准,行程 $0\sim 300\sim 0$ 的回零重复性,测十次不超过 $\pm 0.1$ 微米;

### (2) 和量块比对精度

结果见表1。由表可见,测量数值的分散是小的,测量中有明显的正值系统误差(实验表明,主要是环境条件控制不严引起的),大量块的测量精度已和量块的鉴定误差处于同一数量级,难以分辨。

综上所述,可以认为这种激光测长干涉仪是一种结构紧凑,线路简单,性能稳定,满足精密测量需要的一种干涉仪。这种干涉仪独立用于测长仪器和精密机床是可行的,只是测量速度尚待提高。

## 参 考 资 料

- [1] 精密长度测量和微定位中的一种激光干涉仪,《激光》,No. 2, 1975.
- [2] JG-1型激光干涉仪光学系统的选择,《仪器制造》,No. 6, 1975.
- [3] 241-1米激光测长机的数字显示电路,《光学与计量》,No. 3, 1973.
- [4] JG-1型激光干涉仪,《仪器制造》,No. 5, 1975.
- [5] JQG-1000型激光球面干涉仪介绍,《光学仪器情报》,No. 4, 1975.
- [6] 激光干涉测长系统设计浅说,《科技资料》,上海科学技术大学,No. 2, 1975.
- [7] 激光测长干涉系统,上海光学仪器研究室,1975, 6.
- [8] 用干涉法测量高精度锥体棱镜的角度误差,《北光通讯》,No. 1, 1973.
- [9] 光学,兰斯别尔格著。
- [10] Non-Polarizino beam splitters, *Optica Acta*, No. 7, 1974.

# 红宝石激光微光束照射体外培养 癌细胞分裂期结构研究

鄂征 王淑兰 聂玉秀

(吉林医科大学基础医学部 组织胚胎教研室)

细胞有丝分裂(以下简称MD)是正常细胞也是癌细胞繁殖的主要方式。人们有了能够控制细胞分裂的自由,就可能有效地抵抗癌症。因此,了解MD的机制或其内部联系,是癌症研究中一个重要的组成部分。

细胞分裂期是细胞生活周期中的主要阶段。在分裂阶段的前、中、后和末四期中,细胞内发生着急剧的形态和生理变化;出现变

化的主要结构有染色体、中心体、纺锤体三者,有人把它们称做MD分裂器<sup>[4]</sup>。很多研究资料证明,MD器是与MD活动直接有关的成分。对于它们的形态结构虽已了解很多,但到目前为止,关于它们的作用细节尚远未揭示清楚。

近几年来,激光技术飞速进展,我国已能制造多种类型的激光器。激光,作为一种新

的光源,已获得广泛的应用。由于它具有很多优越的光学特性,并可对生物体产生独特的生物效应,在细胞学领域里也已开始应用<sup>[3,7,8,9]</sup>。照射细胞必须应用比细胞直径小的激光束,由于技术上的一些限制,尚未能广泛开展起来。我单位自制成细胞激光显微镜,能发射出直径3微米的微光束,因此可照射单个细胞的局部<sup>[1]</sup>。本文所报导的,是应用红宝石激光微光束,照射MD期MD器的初步实验研究,为阐明MD机制提供依据。

## 方 法

实验用体外培养条件下活的癌细胞(HeLa),链霉素瓶加盖片法培养,培养方法同前<sup>[1]</sup>。在细胞繁殖旺盛阶段(接种后3~4日)取出附有细胞的盖片,制成生活观察标本,方法如下:用优质滤纸剪成35×25毫米纸框,置于清洁大型载物片上,滴加营养液半毫升,把附有细胞的盖片置放在纸框上,再复以大盖片;所用上述材料都须经无菌处理。在实验过程中,使用保温箱,保持细胞处于36°C左右条件下。在镜下选择分裂阶段的细胞,先用氩-氟激光微光束对准目的物,然后用红宝石激光照射。红宝石激光波长为6943Å,在显微镜目镜上面测定能量密度约为20毫焦耳/平方毫米。处于同样分裂阶段的细胞,只用氩-氟激光束对靶,不用红宝石激光照射者作为对照。

## 结 果

在照射活细胞之前,为测定激光效应,先做了对固定死细胞的照射。目的物是动物卵细胞分裂,铁苏木精染色。当对准目的物(分裂中期)照射后,被照射后部立即脱色,甚至引起封固剂汽化,效果明显(图片1)。

实验所用活细胞是无色透明的,照射时效果不同;照射以后,一般没有出现象固定

细胞那样明显的形态变化。但在照射MD期时,由于它是一个动态变化过程,因此除注意形态改变外,也可借观测细胞动态的变化来测定激光的作用。

### 一、照射中心体

中心体存在于分裂全程,在活细胞中却不易看清。生长在玻璃片上的培养细胞,在进入分裂阶段以后,从中期开始,呈现特定的方位:染色体集聚在赤道平面形成中期板,后者总是与玻璃片平面相垂直,因此两个中心体必然分别位于两极(图片2),以后细胞按这种方位一直分裂到終了。这样,除了前期以外,用激光照射其它各期的中心体、纺锤体或染色体等的任何部分,都可以比较准确地进行定位。

照射中心体实验分两种组合:一是只照射一侧中心体,二是先照射一侧后再照对侧。共照射了中期、后期和末期三个阶段。照射以后,细胞形态结构未立即显现可见改变,但持续追视MD进程,却见有如下表的变化:

红宝石激光微光束照射MD中期、后期和末期单侧和双侧中心体后,对分裂进程的影响。

中心体	期 别			
	中 期	后 期		末 期
		早	晚	
	效 应			
单 侧	分裂进程发生抑制,停止于中期,不向后期过渡	停止或进程缓慢	无抑制效应	无抑制效应
双 侧	同 上	同 上	同 上	同 上

根据我们以前用缩时逐格显微摄影方法证实,离体培养的癌细胞分裂全程,在不加任何因素作用下,共需50~60分钟;其中后期最快,只5~7分钟,而前期、中期和末期各阶段一般不超过20分钟<sup>[2]</sup>。在用激光照射中心体以后,所引起的中期抑制现象可持续

60 分钟以上(图片 3)。照射单侧或双侧中心体所引起的效果基本上一样。在照射分裂后期中心体时,情况有所不同;在后期早阶段,即两组染色体刚刚分离时照射,效果和中期照射相似,可使分裂进程缓慢或停止不动,但若在后期稍晚,即两组子星已接近两极时照射,则全然无效,分裂仍然继续进行,直到终



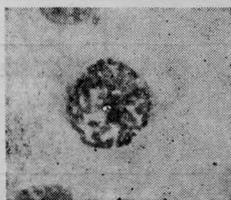
(a)



(b)

图片 1 马蛔虫卵细胞分裂中期(固定染色标本)

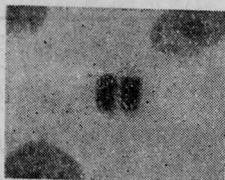
(a)一激光照射前; (b)一激光照射后



(a)



(b)



(c)



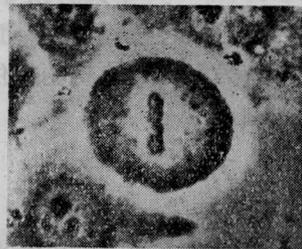
(d)

图片 2 离体培养癌细胞(HeLa)分裂期

(a)一前期; (b)一中期; (c)一后期; (d)一末期



(a)



(b)

图片 3 照射 MD 中期单侧中心体后,对分裂进程的影响(相差镜, 40×10)

(a)一照射; (b)一照射后过 60 分钟,分裂象仍处于中期,未向后期过渡

了。未用红宝石激光照射,仅用氩-氦激光对靶,对照 MD 进程,未见异常变化。

## 二、照射纺锤体

中心体和纺锤丝相联,纺锤丝参与染色体向两极的运动过程。在分裂后期由纺锤丝所构成的纺锤体最为发达,为使所有纺锤丝都能受到激光的照射作用,沿中央平面连续照射多达 5 点(图片 4)。照射后,不论对细胞形态结构或分裂进程,都未见有破坏或干扰现象,细胞继续分裂到结束。

## 三、照射染色体

染色体数目非常多,先选分裂中期板中央点单发照射,照后染色体形态未呈明显变化,分裂进程亦未受阻。连续 5 次密集照射后,MD 仍能进入后期,并继续分裂到终了,但在分裂进入后期和末期时,出现了染色体紊乱现象(图片 5)。

## 讨 论

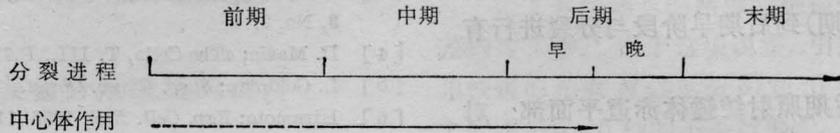
本实验使用 6943 Å 红宝石激光照射固



照片4 照射后期纺锤体示意图



图片5 照射中期的中期板染色体后, 在末期阶段出现染色体紊乱现象



定染色细胞之后, 所产生的效果是十分明显的, 但照射活的细胞内各种结构, 除了染色体见有一定的形态改变外, 没有引起明显的可见破坏现象。这就说明, 激光的效应与被照物颜色有直接关系。据 Goldman 报导<sup>[5]</sup>, 用染料引入肿瘤内能吸收激光能量。照射肿瘤动物模型也证明, 破坏黑色素瘤所需能量比照射纤维肉瘤少 4 倍。即有色目的物吸收能量多, 因此染了色的细胞比无色的活细胞破坏显著。染色体在活细胞内稍暗, 且密度较大, 因之比其它结构受损较为突出。文献报导和本实验结果都说明  $6943\text{\AA}$  红宝石激光对细胞的作用主要是热效应。Andrienko 用玻璃激光照射细胞的损伤作用亦为热效应<sup>[8]</sup>。

中心体恒定地存在于 MD 期所有阶段, 和染色体的运动以及分裂进程都有直接关系。关于它们在分裂进程中, 究竟在什么阶段行使其机能, 以及它与细胞内那些生理过程关系密切, 有关报导尚少。据本实验结果, 只在分裂中期和早后期阶段照射中心体时, 可引起抑制分裂进行的效应。说明在这些阶段中, 即从中期开始到后期早阶段中, 中心体与分裂进程有直接关系, 晚后期开始, 它的这种作用可能由其它结构所接替, 也就是说, 中心体的作用是阶段性的。至于在分裂前期, 中心体是否已开始发生作用, 由于定位困难未能进行照射, 本实验结果尚难证实这一点。

Hiramoto<sup>[6]</sup>曾用微管吸出正在分裂阶段细胞的中心体实验证实, 在分裂后期吸出中心体时, 对分裂无影响, 如在中期吸出时则可抑制分裂, 也证实中心体在中期起着重要的作用, 和本实验结果一致。关于中心体受激光照射以后, 是通过什么具体环节引起分裂进程发生抑制的尚且不明, 有待进一步研究。

纺锤丝是与染色体运动直接有关的结构; 秋水仙素有抑制纺锤丝合成纺锤蛋白的作用, 从而阻止了染色体的运动。用激光在赤道部密集照射纺锤体后, 未引起影响分裂活动的效应, 这有可能是纺锤丝走行较长, 激光照射仅有破坏局部作用(不如秋水仙素作用广泛), 对它牵引(或推动)染色体运动的功能未发生影响, 因此必须再做较大面积的照射, 可能揭示出激光对纺锤丝的效应。

激光能诱发染色体畸变效应<sup>[3]</sup>。本实验照射活细胞证实有类似作用, 但染色体在中期受照射后仍能在后期趋向两极, 对自身运动似无大影响。

## 总 结

一、应用我单位自制的激光细胞显微镜, 红宝石激光波长  $6943\text{\AA}$ , 能量密度约 20 毫焦耳/平方毫米, 激光微光束直径 3 微米,

照射了体外培养癌细胞分裂期的有关结构。

二、照射了分裂中期、后期和末期阶段的中心体;在中期到后期早阶段照射时,有抑制分裂进行的作用,在后期晚阶段和末期照射时,无抑制分裂效应,细胞可继续分裂至終了。

用激光照射法揭示出,中心体在细胞有丝分裂期过程中的作用是阶段性的;从中期(也可能从前期)到后期早阶段与分裂进行有直接关系。

在分裂后期照射纺锤体赤道平面部,对分裂进行和染色体活动无阻碍作用。

照射中期赤道部染色体,可引起部分染色体畸变;对染色体运动和分裂进行未见干扰效应。

三、本实验所用 6943Å 红宝石激光对

离体培养癌细胞分裂期的各种作用,可能主要是热化效应。

### 参 考 资 料

- [1] 吉林医科大学数理教研室和组织胚胎教研室, 吉林医科大学学报, 1976, No. 1.
- [2] 吉林医科大学组织胚胎教研室, 吉林医科大学学报 1975, No. 1, 11.
- [3] 中山大学生物系植生遗传学教研室, 《激光》, 1976, 3, No. 2.
- [4] D. Mazia; 《The Cell》, T. III., P.77(1951).
- [5] L. Goldman; *Surg. Gynec. Obstet.*, 1967, 124, 49.
- [6] Hiramoto; *Exp. Cell. Res.*, 1956, 11, No. 3, 630.
- [7] Y. Ohnuk *et al.*; *Exp. Cell. Res.*, 1975, 71, 132 ~144.
- [8] V. L. Anarienko *et al.*; *Tsitol Genet.*, 1975, 9, No.5, 387~390.
- [9] C. Cremer *et al.*; *Radiat. Res.*, 1976, 66, No. 1, 106~121.

## 激光扫描印字机

上海市汉字信息处理系统输出组

随着我国电子计算机的广泛应用和主机向高速、大容量方向发展,相应要求研制新型

的相适应的输出设备。利用激光扫描记录技术作为计算机的输出装置是一种很有潜力的

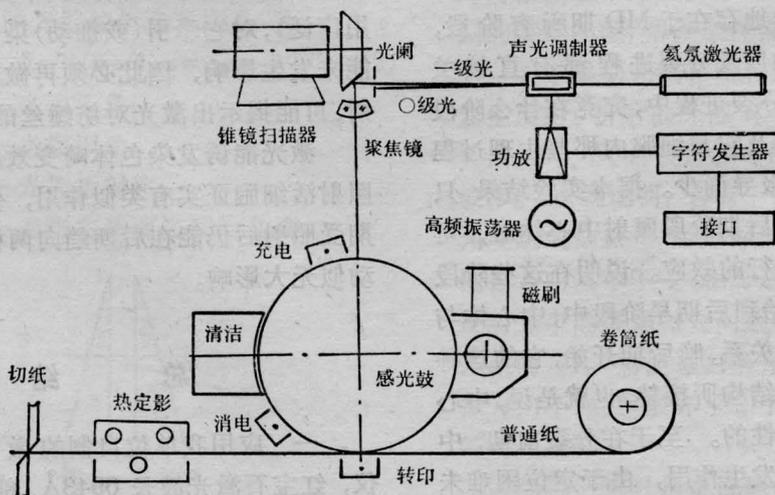


图1 激光扫描印字机原理图