

单体在正二十面体衣壳中的聚集形式及其参数间的关系

王继科 褚桂芳 吴东来 尹训南 刘 洪 蔡 虹

(中国农业科学院哈尔滨兽医研究所, 哈尔滨 150001)

关键词 单体, 寡聚体, 正二十面体, 参数

单体(或称蛋白亚单位)在正二十面体病毒衣壳中按一定数量“等价”和“准等价”的原则聚集成各种形式的寡聚体和壳粒。本文通过三角形坐标和病毒的构型分析了单体在衣壳上的各种排列、组合, 并阐述了单体数与其它衣壳参数之间的关系。同时, 对各种正二十面体病毒衣壳中的单体总数进行了计算。

1. 单体在正二十面体衣壳中的聚集形式

单体是构成病毒衣壳较为简单的结构单位, 它以

一定的数目(单体数通常用 M 表示)和排列方式聚集成各种寡聚体, 诸如: 二聚体、三聚体、五聚体(或五邻体)、六聚体(或六邻体), 并且, 每一种寡聚体都具有相应条坐标轴。五邻体和六邻体皆属于构成衣壳的形态亚单位——壳粒, 它们是在电镜下唯一能分辨出来的小区。因此我们可以说衣壳构成至少有两级: 一、衣壳是由形态亚单位——壳粒构成的。二、壳粒又是由结构单位——单体构成的(图 1)。

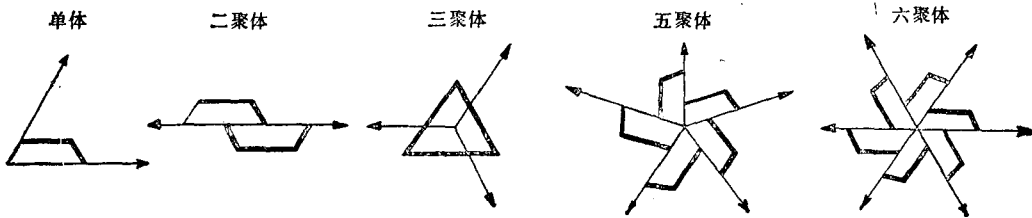


图 1 构成衣壳的各种寡聚体示意图

包括有: 单体、二聚体、三聚体、五聚体和六聚体; $\rightarrow$ 表示坐标

下面我们将进一步分析单体是怎样以“等价”和“准等价”的原则构筑成二十面体衣壳的^[1,2]。首先,

我们以级数(通常用 P 表示), $P = 1$, 三角形剖分数(用 T 表示), $T = 1$ 的病毒粒子为例, 从坐标中可以看

天和低剂量组比较变化不大, 但都比正常组明显降低, 且随染尘时间的延长呈正相关。分析讨论如下:

1. 正常组随着鼠龄增大, 高龄(一年)鼠正常组肺线粒体膜微粘度明显小于正常低龄(15 天)组, 说明衰老肺细胞线粒体膜脂有序性降低, 膜流动性增高。

2. 低剂量组仅在染尘 15 天肺线粒体膜微粘度明显降低, 膜流动性增高, 说明通过用荧光偏振度测定肺线粒体微粘度, 可以看出膜的流动性是判断矽尘对肺细胞影响的敏感指标。

3. 染尘不同时间, 不同剂量使肺细胞线粒体膜脂区微粘度均较正常组明显降低 ($P < 0.001$), 而线粒体膜流动性明显增高。由于膜的流动性改变既包括膜脂有序性, 也包括膜蛋白的运动状态的变化, 线粒体膜的各种重要功能如能量转换, 物质运送, 信息传递

等都与膜的流动性密切相关, 此外, 线粒体膜的流动性改变对线粒体能量偶联功能及对肺细胞氧化磷酸化代谢的改变起重要作用。由此可见, 用荧光偏振法测定肺细胞线粒体膜的流动性可作为判断矽尘对肺细胞作用的指标。也为矽肺发病机理提供了依据。

参 考 文 献

- 1 殷玲豫. 中华结核和呼吸系疾病杂志, 1984; 7(3): 149
- 2 Azumi T, McIllynn S P. J Chem Phys, 1962; 37: 2413
- 3 聂松青等. 北京医学院学报, 1983; 15: 249
- 4 Shinitzky M et al. Biochim Biophys Acta, 1978; 515: 367
- 5 林克椿等. 生物化学与生物物理进展, 1981; (42): 32

[本文于 1989 年 11 月 14 日收到,]

1990 年 3 月 5 日修回]

出基本三角形同单位三角形是重合的, 每一个三角形分布有 3 个蛋白, 病毒衣壳总的 $M = 60$, 这 60 个单体皆具有相同的对称环境, 无论它是以 $(A)_1$ 、 $(A)_2$ 和 $(A)_3$ 各种寡聚体的形式分别出现在 5-、3-和 2-重对称轴上, 其键的排列都是等价的, 所以是等价结合, 由此我们可以推测该种病毒衣壳是由同一种蛋白亚单位组装的(图 2)。

对于 $P = 1, T = 4$ 的病毒而言, 其情况就有所不同, 从坐标上看基本三角形正好可剖分成 4 个单位三角形, $M = 240$, 有 4 个不同的“准等价”亚单位环境, 即 A、B、C 和 D, 这 4 种单体无论是以壳粒的形式 $(A)_1$ 和 $(BCD)_1$, 分别出现在 5-和 6-重轴上, 还是以三聚体 $(D)_3$ 和 $(ABC)_3$ 以及二聚体 $(AC)_2$ 和 $(BD)_2$ 的形式出现, 都不可能是“等价”的, 因此是“准等价”结合, 可以推测该种病毒衣壳是由四种蛋白亚单位包装成的(图 3)。

对于 $P = 3, T = 3$ 的病毒来说, 其情况就更为

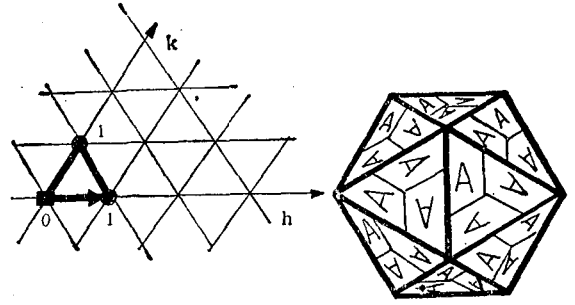


图 2 $P = 1, T = 1$ 病毒粒子表面坐标及其构型

可分为 60 个单体, 12 个五聚体, 20 个三聚体, 30 个二聚体; h, k 为坐标;

●——五邻体, ⊗——六邻体

复杂, 从坐标上看是基本三角形面积正好等于 3 个单位三角形面积, $M = 180$, 有 3 种不同的“准等价”亚单位, A、B 和 C。它们若以壳粒的形式 $(A)_1$ 和 $(BC)_2$,

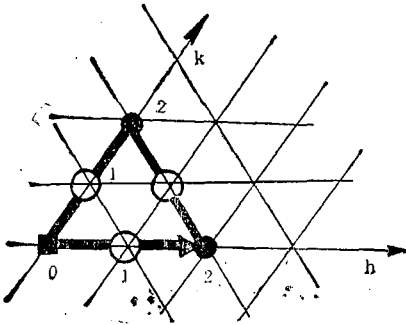


图 3 $P = 1, T = 4$ 病毒粒子表面坐标及其构型

可分为: 240 个单体, 12 个五聚体, 30 个六聚体, 80 个三聚体, 120 个二聚体

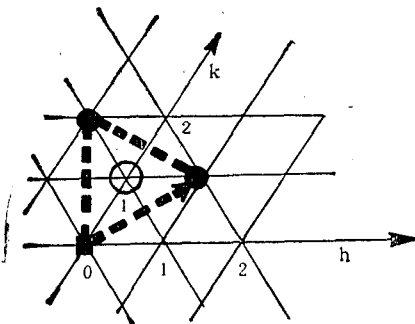
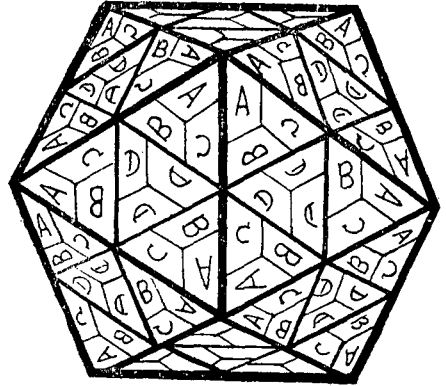


图 4 $P = 3, T = 3$ 病毒粒子表面坐标及其构型

可分为: 180 个单体, 12 个五聚体, 20 个六聚体, 60 个三聚体, 90 个二聚体

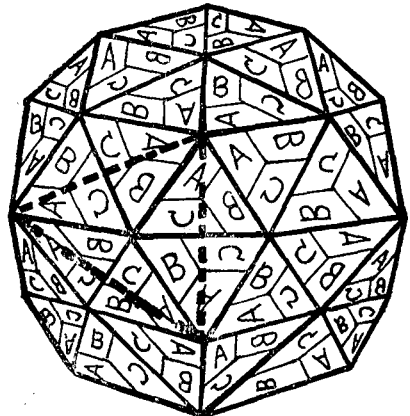


表 1 正二十面体病毒衣壳中各参数间的关系及其参数值

级数 (P)	三角形 分数(T)	壳粒数 (N)	单体数 (M)	寡聚体				病毒名称
				五聚体	六聚体	三聚体	二聚体	
1	1	12	60	12		20	30	噬菌体 ϕ 174
	4	42	240	12	30	80	120	披盖病毒
	9	92	540	12	80	180	270	双片段双股 RNA 病毒
	16	162	960	12	150	320	480	疱疹病毒
	25	252	1500	12	240	500	750	腺病毒
	...	...	...	...	...	...	...	
3	3	32	180	12	20	60	90	小 RNA 病毒
	12	122	720	12	110	240	360	呼肠孤病毒
	...	...	...	...	...	...	...	
7	7	72	420	12	60	140	210	乳多空病毒
	...	...	...	...	...	...	...	

出现则是“准等价”的,若以三聚体(或称原体)(ABC)的形式出现则是“等价”的,而以二聚体(AB)(BC)和单体的形式(A)(B)(C)的形式出现则又是“准等价”的,而实验证明该种病毒衣壳是由三种蛋白构成的^[3](图 4)。

从以上分析表明:在病毒衣壳包装中,即包含有“等价”结合,也包含有“准等价”结合。即可以是一种结合,也可以是双重结合。

2. 单体数与其它衣壳参数的关系及其单体数的计算

我们已经介绍过计算壳粒数(N)公式^[4]即 $N = 10T + 2$ 或 $N = 10P(n-1)^2 + 2$, 这里, $T = pf^2$, $p = h^2 + hk + k^2$, 并且 Rossmann 等人^[2]还介绍了由各种寡聚体如何计算T值公式,即 $T = 1 + 2h_A + 3h_B + 6h_C$, $T = t_A + 3t_B$ 和 $T = d_A + 2d_B$, 因此,根据 $M = 60T$ 公式^[1], 我们又可以得出几种计算M的公式,其中包括有: $M = 6N - 12$ 或 $M = 60P(n-$

$1)^2$, $M = 60 + 20h_A + 30h_B + 60h_C$, $M = 20t_A + 60t_B$ 和 $M = 30d_A + 60d_B$ 等。这些公式及其参数值均列于表 1。

可以看出通过上述几个公式,把单体数与其它一些衣壳参数的关系联系起来了,并且可以从不同途径求出M值。这为我们进一步研究病毒的组装、解离和构型提供了理论依据。

参 考 文 献

- 1 Martin S J. *The biochemistry of viruses*. London: Cambridge University Press. 1978:40
- 2 Casjens S. *Virus structure and assembly*. Boston/Portola Valley: Jones and Bartlett Publishers Inc, 1985:1
- 3 Luo M *et al. Science*, 1987; 235(4785):182
- 4 王继科. 病毒学杂志, 1988; (2): 206

[本文于 1989 年 12 月 6 日收到,
1990 年 5 月 28 日修回]

北京市星火技术研究所实用技术培训班、函授班常年招生

H9 «养蝎及蝎毒的提取技术»函授费 35 元。H13 «绿毛龟的培育饲养技术»函授费 30 元。H21 «白玉蜗牛的饲养技术»函授费 40 元。H26 «百日出栏养猪新技术»函授费 35 元。H34 «黄蟮饲养技术»函授费 20 元。H39 «牛蛙饲养技术»函授费 28 元。H45 «胆红素瞬取法提取技术»函授费 150 元,面授费 400 元。H107 «无桑养蚕新技术»函授费 11 元。

面授随到随学,包教包会,安排食宿,费用自理,如函授不会,可来京面授,面授时减去已附函授费。

[北京 867 信箱 20816 组李群 邮政编码: 100024 电话: 5762127 5762194]