

文章编号: 1007-1482 (2001) 03-0190-03

星体积及其在肺泡空间局部大小估计中的应用

2010年12月6日笔者杨正伟注:
本文内的几处更正,是基于
笔者提供给编辑部的原稿。

杨正伟

(川北医学院形态定量研究室, 四川南充, 637007)

摘要: 星体积是反映任意结构(尤其是不规则结构)的(平均)局部大小的体视学新参数, 可根据点取截距测量进行无偏估计。星体积已用于定量研究骨小梁、骨髓腔以及胎盘绒毛间隙的大小; 星体积在评价肺泡空间的(局部)大小中也非常有用。

关键词: 星体积; 局部大小; 肺泡空间; 体视学

中图分类号: R322.3⁺3 文献标识码: B

本文显示,

STAR VOLUME AND ITS USE IN THE ESTIMATION OF THE LOCAL ALVEOLAR SPACE SIZE

YANG Zheng-wei

(Morphometric Research Laboratory, North Sichuan Medical College, Nanchong 637007, China)

ABSTRACT: Star volume is a contemporary stereological parameter reflecting the (mean) local size of an arbitrary structure (especially an irregular structure), and can be unbiasedly estimated by measuring the point-sampled intercepts. Star volume has been utilized in the quantitative study of the size of trabeculae, marrow cavity and placental intervillous space. ~~Current studies showed that~~ it is also useful in the evaluation of the (local) size of alveolar space.

Key words: Star volume; Local size; Alveolar space; Stereology

As shown in the current study,

形态结构的定量指标有两类, 一是结构的总量(包括绝对量和相对量, 例如器官内所测结构的总体积及其在器官内所占的体积比例), 二是结构的局部(平均)大小或尺寸(例如生精小管的平均直径)。估计结构的局部大小不必知道包含该结构的参照空间(例如器官)的体积, 但仍要求在整个参照空间内均匀随机抽取结构进行测量。

对于散在分布的粒子(例如细胞核), 可通过定义其平均体积、平均高度(直径)等来反映这类粒子的平均(局部)大小; 而对于连续不规则的结构(例如肝血窦), 反映其局部大小的最好指标可能就是体视学新参数星体积(star volume)了。星体积的概念由数学家 Serra (1982)^[1]提出, 并由体视学家 Gundersen 等 (1988)^[2]引入生物医学领域, 现已广泛应用于定量研究松质骨的骨小梁或骨髓腔的大小^[2-3]和胎盘绒毛间隙大小的估计^[4], 它

在反映这些结构的局部大小方面具有重要价值。现就星体积的概念、估计方法及其在肺泡空间局部大小估计中的应用做一简介。

1 星体积的概念

假设所测结构的内部是空的, 在其内任选 1 点并置入 1 个点状光源(假设其能源足够的强), 该点状光源所能直接照亮的结构内部的那部分空间(假设光线向周围直线传播且不反射或折射)的体积, 即为该结构在那一点上的星体积(图 1)。该结构所有点上的星体积的平均值即为该结构的星体积。一个凸型物体的星体积等于该物体本身的体积, 不规则凹型物体的星体积小于该物体的体积。

2 星体积的估计方法

在所测结构内均匀随机抽选若干点, 然后通过这些点沿三维空间内的随机(各向同性)方向测量不间断截距(结构内的 1 个直线段)的长度, 此长

收稿日期: 2001-05-20

作者简介: 杨正伟 (1963), 男, 汉族, 重庆市璧山县人, 教授; 研究方向: 体视学及精子发生

度即点取截距 (point-sampled intercept) (图 1)。所测点取截距 (l) 立方后平均, 再乘以 1 个常数 ($\pi/3$) 即为星体积 (v^*) 的无偏估计^[1-2]:

$$v^* = \frac{\pi}{3} \times l^3$$

如所测的结构是一组凸型粒子, 则如上估计的星体积实际上就是这组粒子的体积加权平均体积^[5]; 如这组粒子不完全是凸型的 (即部分或全部粒子凹凸不规则), 则如上估计的星体积实际上是这组粒子的体积加权平均星体积。

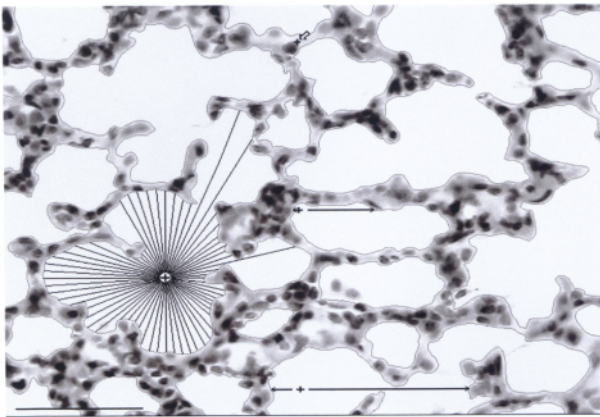


图 1 星体积及点取截距测量示意图

图中的组织图像是从肺切片 (石蜡包埋) 上抽选的 1 个测试视野。只在视野的中央叠加以 1 列 (纵行) 测点 (“+”), 共 3 个, 其中 1 个位于肺泡隔内 (⊗), 另两个位于肺泡空间内, 因而 (沿水平方向) 测量了两个点取截距 (←→)。图中一星形放射状图案表示在其中央 1 点 (+) 上的肺泡空间的星体积范围。左下的标尺=50 μ m。

该体视学估计的具体实施分两个步骤: 一是要在所测结构内均匀随机选择用以测量点取截距的 (测) 点, 即要从整个器官均匀随机切取组织块、切片 (像所有其他体视学估计一样); 然后在切片平面上均匀随机叠加测点, 位于所测结构内的测点即为所测结构内的均匀随机点。二是测量点取截距, 即从每个位于所测结构内的测点测量 1 个点取截距。测量点取截距的关键是要在空间内的各向同性方向上进行, 具体有以下 3 种情况。

一种情况是假设所测结构总的来讲是各向同性的, 那么就可在任意事先确定的方向上测量点取截距。例如, 始终在测试视野上的水平方向 (左右方向) 上测量。

另一种情况是不论所测结构是否是各向同性的, 都制作体视学各向同性切片, 这样就可任意事先确定的方向上测量点取截距。严格制作各向同

性切片的方法目前有定向法 (orientator)^[6]和球切法 (isector)^[7]两种。不论所测结构是否各向同性

第三种情况是对所测结构的各向同性, 都制作体视学垂直切片 (vertical sectioning), 然后在垂直切片上按一定方法确定空间内的各向同性测试方向^[8]。

3 星体积在肺泡空间局部大小估计中的应用

实验室

笔者最近进行了一项哮喘豚鼠肺泡空间 (肺内呼吸部的气道) 星体积的定量研究。结果发现, 正常对照豚鼠 (n=5) 与哮喘豚鼠 (n=6) 相比, 肺体积, 肺泡空间的总体积和体积分数, 肺泡空间的总表面积和表面积密度, 肺泡隔厚度等参数无显著性差异; 而肺泡空间的星体积有显著性差异 (哮喘动物是对照动物的 2.9 倍)。

成功建立短期动物哮喘模型的一个重要指标, 是气道或支气管肺泡灌洗液内的嗜酸性粒细胞数量增加, 但是否伴有明显的肺组织形态改变目前尚不清楚。炎性细胞的浸润可能诱致外周气道收缩从而增加外周气道阻力, 这是哮喘的特征。外周气道阻力增加可能引起肺泡局部大小的变化。由于肺脏位于坚实的胸廓内, 短期内不可能导致肺体积增加, 因而肺泡空间的体积分数或总体积的变化可能不明显或不容易被检测出。提示肺泡空间的星体积在肺组织形态描述中可能有较为广泛的重要用途。

该研究

测量肺泡空间星体积应注意以下三点。

3.1 肺泡空间的定义

肺内肺泡所占的体积比例最大。肺泡通肺泡囊, 后者又依次汇合为肺泡管、呼吸性细支气管, 随机切片上难以确定各部分空间的界限, 尤其是难以确定肺泡和肺泡囊之间的界限。因此, 我们不能定义肺泡的星体积, 但可把整个呼吸部 (包括肺泡、肺泡囊、肺泡管以及呼吸性细支气管) 内的气道 (空间) 定义为肺泡空间。由于呼吸部与导气部 (的终末细支气管) 相通, 切片上也不能百分之百地正确划定肺泡空间和导气部空间的界限。一个较实际的解决办法是在测量点取截距时, 只测那些点取截距的两端均在呼吸部气道壁上的点取截距, 而不测那些其一端或两端在导气部的管壁上的点取截距。由于呼吸部空间在整个肺内所占的体积比例 (约 54%) 远远大于导气部空间 (小于 1%), 呼吸部与导气部空间之间的界限问题对实际估计结果的影响并不大。

3.2 测量点取截距时应留足够的警戒区

一旦以随机抽选点取截距的测点“击中”了肺泡空间，就必须测量一个完整的点取截距；不能因在测试视野内看不到待测点取截距的某端或两端而放弃该点取截距的测量，否则结果将被低估。这就要求放大倍数不能太大，测点不宜过多，测点的周围必须留有足够的测试空间——警戒区。图1所示的测点密度和测试视野的大小比较合适。

3.3 样本含量

样本含量，是指需要测量的点取截距数量。由于肺泡空间很不规则，点取截距的变异较大，点取截距的立方的变异更大。这就要求每个器官内测量的点取截距的数量要大。根据我们的试点研究，肺内肺泡空间的平均点取截距及其立方的变异系数分别为62%和201%。为了让从各个器官估计的肺泡空间的星体积比较满意，每个器官内可能起码要测200~300个点取截距。

参考文献

- [1] Serra J. Image Analysis and Mathematical Morphology[M]. London: Academic Press, 1982, 330-333.
- [2] Gundersen HJG, Bendtsen TF, Korbo L, et al. Some new, simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis[J]. APMIS, 1998;96(5):379-394.
- [3] Vesterby A. Star volume in bone research. A histomorphometric analysis of trabecular bone structure using vertical sections[J]. Anat Rec, 1993;235(2):325-334.
- [4] Mayhew TM. Recent applications of the new stereology have thrown fresh light on how the human placenta grows and develops its form[J]. J Microsc, 1997;186(part 2):153-163.
- [5] Gundersen HJG, Bagger P, Bendtsen TF, et al. The new stereological tools: disector, fractionator, nucleator and point sampled intercepts and their use in pathological research and diagnosis[J]. APMIS, 1988;96(11):857-881.
- [6] Mattfeldt T, Mall G, Gharehbaghi H. Estimation of surface area and length with the orientator[J]. J Microsc, 1990;159(part 3):301-317.
- [7] Nyengaard JR, Gundersen HJG. The isector: A simple and direct method for generating isotropic, uniform random sections from small specimens[J]. J Microsc, 1992;165(part 4):427-431.
- [8] Baddeley AJ, Gundersen HJG, Cruz-Orive LM. Estimation of surface area from vertical sections[J]. J Microsc, 1986;142(part 3):259-276.

欢迎订阅 2001 年度和 2002 年度 《中国体视学与图像分析》

《中国体视学与图像分析》是经国家新闻出版署批准，中国科学技术协会主管、国家一级学会——中国体视学学会主办、全面反映中国体视学理论和应用技术研究的学术性和技术性综合刊物，报道国内外有关三维结构与图像的定量分析和表征的最新理论与方法，内容涉及体视学，图像分析，三维视觉，三维成像与可视化，相关图像的获取(如各种显微镜、CT、特种摄影技术)和处理技术，相关数学原理的研究(如几何概率、分形理论、数学形态学)，计算机仿真与信号处理，三维图像技术及其在各专业领域(如生物学、医学、材料科学、地学、矿物学、农学、遥感、计算机、航空等)中的应用。面向广大从事体视学研究及图像分析的高中级科技工作者和教学人员。本刊为季刊，每季末出版，国内统一刊号：CN11-3739/R；国际标准刊号：ISSN1007-1482。每期64页，国际标准16开，欢迎单位和个人直接向本刊编辑部订阅，每期订价：15(含邮费)元，全年订价：60(含邮费)元；院校师生半价。

邮局汇款：《中国体视学与图像分析》杂志社

地址：北京市朝阳区北四环中路6号华亭嘉园A座20F室

邮编：100029

电话：010-82840974

传真：010-82840974