时的思想，把多次波动生长的过程表示为一次波动生长的迭加过程。因此，我们可以反复运用系统（1）以完成多次波动的模拟。下面我们仅以二次波动生长过程为例进行说明。

由图2可知，随着时间的增加，在杆菌的第二增殖区又逐步形成营养物质和代谢产物的浓度梯度，改变了杆菌原有的生长条件，渐渐使杆菌生长局部环境恶化，达到一非平衡状态，杆菌便不能继续照常生长（如第二段虚线所示）。此时，杆菌将发生形态改变以迅速从不利环境扩散出去开始下一波动生长。假设开始下一波动生长的时间为 t_1，由（2）知，此时杆菌总数为 $N(t_1)$，记为 $N^{(1)}$。因此，第二次波动生长的杆菌数量初值为 $N^{(1)}$，所以第二次波动生长的杆菌数量关系式为

$$N^{(2)}=\frac{M}{1+\frac{M-N^{(1)}}{N^{(1)}}e^{-(t+\sin t)}}$$

以此类推，即可得多次波动生长的杆菌数量关系式。

4 结束语

本研究只针对单种群奇异变形杆菌的波动生长进行了讨论，这只属于简单条件下的生物波现象。文献[5]进一步由实验提出了群体细胞生命活动不仅被动地接受环境的作用发生变化，还能主动通过产生调节因子，自我调节主动地适应环境和进行生命活动。如何在数学模型中考虑这些因素的影响作用，我们将另文进行深入研究。

参考文献

[1] 马知恩．种群生态学的数学建模与研究[M]．安徽：安徽教育出版社，1996. 11—25.
[2] 王开发．微生物培养模型的一致持续生存与周期解[J]．西南师范大学学报（自然科学版），1997, 22(6): 591—598.
[3] 徐启旺，刘俊康，郭 刚，等．微生物生长的群体周期和波[J]．自然杂志，1992, 15(3): 195.
[4] 徐启旺，易卫东，刘俊康，等．生物波的非平衡机制研究[J]．西北大学学报（自然科学版），1997, 27(增刊): 320—325.
[5] 黄 辉，袁泽涛，刘俊康，等．细菌生物波调控因子实验分析[J]．第三军医大学学报，1999, 21(3): 178—180.
[6] Lucas W F. 生命科学模型[M]．长沙：国防科技大学出版社，1996. 199—215.
[7] Shapiro J A. Bacteria as multicellular organism[J]. Scientific American, 1988, 258(6): 62—69.
[8] Smith H, Skehel J J, Turner M J. The molecular basis of microbial pathogenicity[M]. Weinheim Deerfield Beech Florida: Verlay Chemic, 1980. 159-172.

（编辑 冯崇英）

经验与短篇

文章编号：1000-5404(2000)02-0184-02

无症状哮喘患者支气管扩张试验多项指标测定

Multiple index of bronchial dilatete test for asymptomatic patients with asthma

王金平，王长征，赵志强，贾巨才 （第三军医大学附属新桥医院全军呼吸内科研究所，重庆 400037）

支气管扩张试验系使用一定剂量的支气管扩张药物使痉挛的支气管舒张，来判断气道阻塞的可逆程度，作为支气管哮喘的诊断辅助方法。本文探讨无症状哮喘患者气道阻塞的可逆性及支气管试验指标的阳性率及临床应用价值，现报告如下。

1 材料与方法

1.1 对象

支气管哮喘患者49例，男性19例，女性30例，平均年龄（34.82±13.38）岁，平均病程（11.27±9.26）年（1～30年）。所测对象为本院门诊及住院患者，经临床确诊，符合中华结核和呼吸杂志1997年哮喘临床诊断标准[1]。

作者简介：王金平（1957.8），男，山东省高青县人，主管技师，主要从事肺功能专业方面的研究，发表论文21篇。电话：（023）68755320

收稿日期：1999-10-22；修回日期：1999-12-30

1.2 仪器与方法

所有患者均在无哮喘症状时进行肺功能测定，受测前12 h停服一切平喘药物，应用美国6200 Autobot DL型全自动体积描记仪，测定FEV、FEV1%、PEF、FEF25%～75%、Vmax75、Vmax50、Vmax25。休息5 min后采用浅快呼吸法[2]测定Raw、Gaw、sRaw、sGaw。每项操作重复2～3次，取其最佳参数作为基础值。然后应用沙丁胺醇（重庆葛兰素制药有限公司生产）雾化吸入200 μg，15 min后依次复查上述各项肺功能指标。

1.3 判断指标

应用支气管扩张剂后FEV、FEV1%改善率＞15%；FEF25%～75%；PEF、Vmax75、Vmax50、Vmax25提高＞30%；Raw、sRaw下降＞40%；Gaw、sGaw提高40%判断为阳性。

1.4 统计学方法

将用药前后各项肺功能参数值占百分比差值，采用 t 检验的方法进行统计学处理。

（下转188页）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

最初认为 HDV 感染患者发生肝细胞癌很罕见，但 Tappero 等[5]研究发现 HDV 感染患者肝脏有 c-myc 表达，其表达与 HDAg 表达密切相关，与 HBV 感染无关，因而认为持续感染 HDV 的患者肝细胞癌的危险性高，HDV 具有促致癌作用。在本组 507 例 HDV 感染患者中有 11 例(2.16%)发展为肝细胞癌，其肝炎血清标志物分析发现有 10 例 HDAg(+)，提示对于长期 HDAg 阳性的 HDV 慢性感染者，应警惕肝细胞癌的发生。

参考文献

[1] Rizzetto M. The delta agent[J]. Hepatology, 1983, 3(5): 729-737.

[2] We J C, Chen T Z, Huang Y S, *et al*. Natural history of hepatitis delta virus superinfection: significance of viremia detected by polymerase chain reaction[J]. Gastroenterology, 1995, 108(3): 796-806.

[3] Jardi R, Buti M, Cotrina M, *et al*. Determination of hepatitis delta virus RNA by polymerase chain reaction in acute and chronic delta infection[J]. Hepatology, 1995, 21(1): 25-29.

[4] Tang J R, Cova L, Lamelin J P, *et al*. Clinical relevance of the detection of hepatitis delta virus RNA in serum by RNA hybridization and polymerase chain reaction[J]. J Hepatol, 1994, 21(6): 953-960.

[5] Tappero G, Natoli G, Anfossi G, *et al*. Expression of the c-myc protoncogene production in cells infected with the hepatitis delta virus[J]. Hepatology, 1994, 19(5): 1 101-1 114.

(编辑 陈聪连)

(上接 184 页)

2 结果

吸入沙丁胺醇前后 FVC、FEV1、FEV1%、PEF、FEF25%~75%、Vmax75、Vmax50、Vmax25 差异均非常显著($P<0.01$)。按照支气管舒张试验阳性标准，FEV1、FEV1%和 FEF25%~75%的阳性率分别为 36.73%、20.41%和 44.8%；而 Vmax75、Vmax50、Vmax25 分别为 36.7%、42.9%、42.9%，PEF 仅为 24.5%。吸入沙丁胺醇前后 Raw 和 sGaw 均数及差值显著性和阳性率。用药前后 Raw，Gaw，sRaw，sGaw 差异非常显著($P<0.01$)。按照支气管试验阳性标准，Raw，Gaw 阳性率分别为 41%和 44.9%；sRaw 和 sGaw 的阳性率最高分别为 61.22%和 69.4%。

3 讨论

哮喘患者支气管平滑肌痉挛是气流受限的重要因素。支气管扩张试验是诊断哮喘的重要客观依据。尤其是一些哮喘病史不典型的病人，支气管扩张试验是诊断哮喘的关键依据。以往将 FEV1 和 PEF 作为评价支气管阻塞程度可逆指标[3]。本研究对缓解期哮喘患者吸入 0.2 μg β-激动剂后，观察了多项肺功能指标。结果：吸入β-激动剂前后的参数差异非常显著($P<0.01$)，虽然用药前后 FEV1 的改善率平均达 15.76%，PEF 达 8.56%。但按阳性标准，其 FEV1 阳性率仅为 36.73%，PEF 为 24.5%，而 PEF25%~75%为 44.6%，Vmax50 为 42.9%，Vmax25 为 42.9%阳性率高于 FEV1 和 PEF。因此，哮喘患者在作支气管舒张试验时除观察 FEV1、PEF 外，更应考虑 FEF25%~75%，Vmax50，Vmax25 等指标阳性率的变化。

气道阻力是肺泡内的压力和气道开口处的压力之间的压力差，Raw 能较准确和敏感地反映气道口径大小。气道传导率是 Raw 的倒数，即每单位驱动压所引起的流量，由于 Raw 与测定时的肺容积有关，即同一受试者在不同的肺容积下所得的 Raw 与肺容积之间呈双曲线关系，而 Gaw 与肺容积之间呈直线关系，意味着每单位肺容积的气道传导率即比气道传导率，不受测定当时肺容积的影响。本研究结果显示，吸入β-激动剂之后，Raw 阳性率为 41%，Gaw 为 44.9%，sRaw 和 sGaw 分别为 61.22%和 69.4%，其阳性率明显高于 FVC、FEV1、FEV1%、PEF、FEF25%~75%、Vmax75、Vmax50、Vmax25，其中 sGaw 和 sRaw 的阳性率最高，故 sGaw 和 sRaw 是支气管扩张试验的敏感指标，更适合进行个体间用药前后的比较。

上述情况表明，哮喘患者作支气管扩张试验时仅以 FEV1 改善大于基础值 15%为阳性标准，将有较多经临床诊断为哮喘患者达不到此标准。我们认为，哮喘患者在作支气管舒张试验时除观察 FEV1 外，更应考虑 FEF25%~75%、Vmax50、Vmax25 等指标的变化，有条件单位应测定 Raw、Gaw、sRaw、sGaw，提高支气管扩张试验阳性率，以对评价本试验更加客观。

关键词 哮喘；支气管扩张试验；肺功能
中图法分类号 R562.2+5 文献标识码 B

参考文献

[1] 中华医学会呼吸系病学会. 支气管哮喘的定义，诊断，严重度分级及疗效判断标准[J]. 中华结核和呼吸杂志，1997，20(5)：261

[2] 王金平，贾巨才，钱桂生. 气道阻力，气道传导率测定在慢性阻塞性肺疾病的应用[J]. 第三军医大学学报，1995，17(4)：312-314.

[3] Manthous C A, Hall J B, Caputo M A, *et al*. Heliox improves pulsus paradoxus and peak expiratory flow in nonintubated paients with severe asthma[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1995, 151(2): 310-314.

(编辑 郭建秀)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net