论著

文章编号:1000-5404(2008)01-0064-03

低频微电场对细菌繁殖和生长的影响

马显光[1],李晓寒[1],宁 旭[1],蒋 洪[1],刘俊康[2],邓 玲[1],廖新华[1],陈仕国[1] (第三军医大学:[1]基础医学部物理学教研室,[2]医学检验系暨药学院生物波研究室,重庆 400038)

摘 要:**目的** 研究奇异变形杆菌和绿脓杆菌在低频微电场作用下的复苏、繁殖和生长情况。**方法** 将相同细菌和相同培养基的平板放置在同一个培养箱,一个平板用电场仪进行刺激,另一个平板紧靠刺激源放置,最后一个离刺激源较远。在固体培养基中观察细菌的复苏快慢和繁殖速度,在液体培养基中观察生长快慢情况,**结果** 发现在微弱低频电场(重复频率0.2~9.8 Hz 占空比为0%~100%,电流强度为0~100 μA)的刺激作用下,直接受到刺激和近靠刺激源平板内的细菌繁殖速度以及长势超过无刺激对照组,远离刺激源的细菌生长繁殖速度不受电场的影响。**结论** 低频脉冲微电场对细菌的生长有一定的促进作用。

关键词:低频微弱电场 细菌 生长繁殖

中图法分类号:Q935;Q939.1 **文献标识码**:A

Effect of low frequency weak electric field on bacterial propagation and growth

MA Xian-guang[1], LI Xiao-han[1], NING Xu[1], JIANG Hong[1], LIU Jun-kang[2], DENG Ling[1], LIAO Xin-hau[1], CHEN Shi-guo[1] ([1]Department of Physics, College of Medicine, Third Military Medical University; [2]Biowave Research Center, College of Laboratory Medicine and Phumacy, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To observe the recovery, proliferation and growth of *Proteus Mirabilis* (PM) and *Pseudomonas Aeruginosa* (PA) in a low frequency weak electric field (LFWEF). Methods Three plates with same germ in same culture medium were put in an incubator. One plate was stimulated by LFWEF directly, the second was closed to the field source, and the last one was comparatively far away from stimulating source. Bacterium 's recovery and proliferation, and the growing speed were observed in solid and liquid culture medium respectively. Results In a field (repeat frequency 0.2 – 9.8 Hz, empty space 0% – 100 %, intensity 0 – 100 μA), the proliferation and growing speed was better and faster in the directly stimulated group and close to stimulated source group than in the group without LFWEF stimulation, but there was no obvious difference between the later and the far away group. Conclusion LFWEF exerts promoting effects to bacterium growth.

Key words: low frequency weak electric field; bacterium; growth and proliferation

微生物在高频电场的作用下,以热效应作用于微生物,其效果在一定功率范围内是线性变化的,当功率高到一定程度时,微生物就可能因热效应而致死;而低频电场作用于微生物是以刺激为主的非热效应作用,它的变化主要发生在分子水平上,可以引起一系列的生理生化变化,更重要的是,低频微电场能够抑制细菌的生长[1,2],也可以引起细菌的快速繁殖和生长,本研究对后者作初步研究。

1 材料与方法

1.1 电场刺激仪

低频电场刺激仪[3]由本室研制,重复频率在0.2~10 Hz,占空比在0%~100%,电流强度在0~100 μA,均可调。

1.2 细菌培养环境

细菌培养箱是波动孵箱,温度波动范围在28~42℃,平均温度在34 ℃,温差8 ℃,温差极限时间1 h,箱内气体连续流动。

1.3 培养基

采用3种固体培养基——LB培养基、绿脓杆菌选择培养基(第三军医大学生物波研究室研制)、普通营养琼脂培养基,和一种液体培养基。

1.4 实验细菌

采用本校生物波研究室保存的奇异变形杆菌和绿脓杆菌。

1.5 奇异变形杆菌在LB培养基中的波动生长实验

在3个装好LB培养基加了2,3,5-三苯基四唑氯化物试剂的平板中心点种奇异变形杆菌,用a、b、c 3个平板进行培养。同时置于培养箱中,对奇异变形杆菌进行孵化,用以观察细菌在此培养基内的波动生长情况。其中a板加了强度为1.33 V/cm,重复频率为1.50 Hz,占空比为65.9%的低频电场进行刺激,b板与a板之间相距80 mm,c板与a板之间相距160 mm,b板与c板之间相距140 mm,经过24 h的培养,观察菌群的波动生长速度。

作者简介:马显光,男,四川省宝兴县人,高级实验师,主要从事医学物理应用方面的研究,发表论文30余篇。电话:(023)68752213,E-mail:maxianguang@mail.tmmu.com.cn

通信作者:刘俊康,电话:(023)68752191

收稿日期:2007-03-21;修回日期:2007-05-20

1.6　绿脓杆菌在不同培养基中的复苏、生长实验

1.6.1　绿脓杆菌在绿脓杆菌选择培养基中的复苏、生长实验

各平板的相对位置和条件同前所述，将绿脓杆菌采取 3 线法接种在 3 个装好绿脓杆菌选择培养基的平板上，按上述方法的相对位置放置在波动培养箱内培养 17.5 h，用以观察绿脓杆菌在选择性培养基中的复苏和生长情况。

1.6.2　绿脓杆菌在普通营养琼脂培养基中的复苏、生长实验

按以上同样的方法，将绿脓杆菌用划线法接种于 3 个装好普通营养琼脂培养基的平板内，置于波动孵箱中培养 17 h，观察相同细菌在不同培养基中的复苏和生长情况。

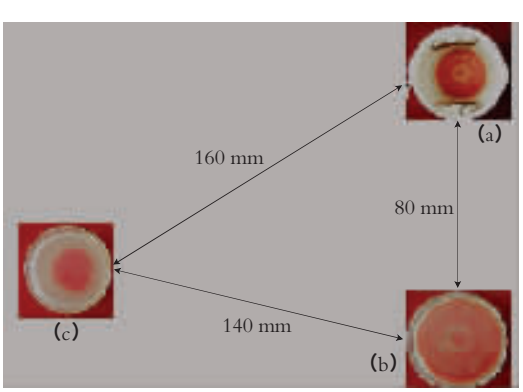
1.7　奇异变形杆菌在液体培养基中的生长速度实验

条件同前，将奇异变形杆菌接种于试管装的液体培养基中，分成 9 个小试管进行培养，以称干重的形式判断细菌的生长快慢。a 组 3 个试管放在低频电场内，b 组 3 个试管放在靠近电场，c 组 3 个试管远离电场，3 组放置距离同前，培养 49 h 后取出，3 000 × g 离心 15 min，抽弃上清液，用 0.9% 的生理盐水洗涤，再离心，再抽弃上清液，烤箱内 80 ℃ 干燥过夜，然后，将干细菌体连同试管一起称质量，然后去除细菌，洗净试管，烤箱内将试管烤干，称取试管质量，最后将试管和细菌的总质量与试管质量相减得出培养细菌的净质量。

2　结果

2.1　奇异变形杆菌在 LB 培养基中受到 LFWEF 的刺激波动生长速度加快

奇异变形杆菌在低频脉冲微弱电场连续的直接或间接作用下，培养 5 h 后如图 1 所示，看到平板中央长出了 1 ~ 2 mm 的菌落，经过 24 h 的培养后发现 a 板和 b 板已长出了由内向外的环状细菌菌落，且占据了整个平板，与对照组 c 板相比波动生长速度快了近 1/3。

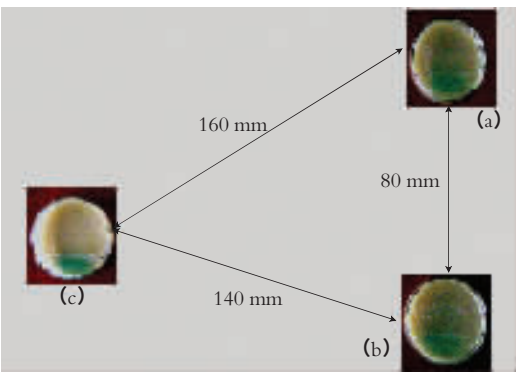


a：a 板直接使用低频电场刺激；b：b 板靠近低频电场 80 mm；c：c 板远离低频电场

图 1　变形杆菌在 LB 培养基中用 LFWEF 刺激的波动生长的情况

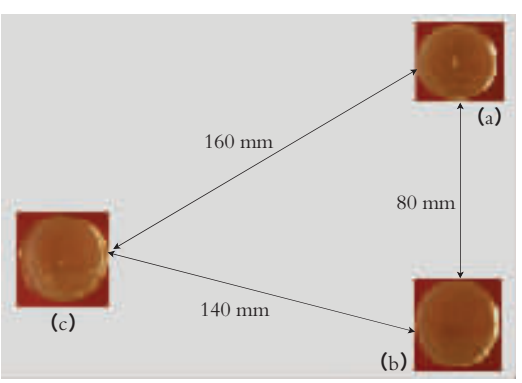
2.2　绿脓杆菌在不同培养基中受到 LFWEF 的刺激复苏和生长较快

由图 2、图 3 显示的结果：无论是将细菌接种在特殊选择的适合特定生长繁殖内培养，还是接种在其他培养基中培养，在受到低频电场刺激的作用下，其复苏时间要短于正常培养的试验。在绿脓杆菌选择培养基内接种的绿脓杆菌受到低频电场连续刺激培养 17.5 h 的 a 板和离 a 板 80 mm 的平板 b 内第二线长出了细菌，而远离 a 板 160 mm、离 b 板 140 mm 的平板 c 内未发现细菌长出 在普通营养培养基中接种的绿脓杆菌，用低频微电场连续刺激培养 17 h，发现受到低频电场刺激的 a 板和距离 a 板 80 mm 的平板 b 内第 2、第 3 线长出了细菌，而远离电场 160 mm 的平板 c 只有第 1 线长出了近 1/3 的细菌。结果说明同种细菌在不同培养基中受到低频电场的刺激复苏要比对照组早一些。



a：a 板直接使用低频电场刺激；b：b 板靠近低频电场 80 mm；c：c 板远离低频电场

图 2　绿脓杆菌在绿脓杆菌选择性培养基中用 LFWEF 刺激复苏和生长的情况



a：a 板直接使用低频电场刺激；b：b 板靠近低频电场 80 mm；c：c 板远离低频电场

图 3　绿脓杆菌在普通营养琼脂培养基中受 LFWEF 刺激复苏和生长的情况

2.3　奇异变形杆菌在液体培养基中受到 LFWEF 刺激质量增加较多

在液体培养基中培养 49 h，发现受到低频电场直接刺激的 a 组和靠近刺激源的 b 组细菌质量增加远大于离刺激源较远的对照组的增量。

2.4　细菌的快速生长绝非其他的因素所致

由于细菌培养是在一个恒定温度的培养箱内进行的，没有其他任何影响细菌生长的干扰因素，据此，可以判定菌群在培养基中快速波动生长的诱发因素一定是低频电场。

3　讨论

3.1　细菌在低频电场中的生长速度受到窗口效应的影响

为什么细菌在低频电场的作用下复苏得更早，生长速度更快呢？研究表明低频电场作用于细菌有一个窗口效应[4]。细菌作为电介质，在电场中要被极化，如果

外电场的频率与细菌极化,除极化的频率一致时,可能产生共振,此时细菌胞膜的通透性可能最高,细菌的代谢最快,生长也就可能达到最佳的速度。说明只要电场强度达到一定值,频率和占空比合适,就会促进菌群的波动生长,其速度远远高于正常培养的菌群生长速度。

3.2 靠近电场的细菌快速生长是由于自身高速运转感应电场的作用结果

为什么靠近刺激源的平板内长出的细菌重量与刺激板几乎一样呢?因为细菌跨膜存在 H^+ 或 Na^+ 引起的电化学势能,它们的跨膜流动会引起鞭毛的旋转,转速可以达到 1×10^5 r/min,使细菌顺时针方向或逆时针方向前进的速度达到每秒数百微米[5]。按照电磁感应原理,带电粒子在磁场中运动会感应电动势,而细菌作为一种生物,它的内部含有各种有机离子和无机离子,金属离子和非金属离子,在一定的 pH 环境下是带电的,因此处在电场很近的平板内的高速运转的细菌受到感应电动势的作用,如果这种电动势的周期和占空比参数与该细菌的生命活动周期一致,强度达到一定值,足以打开细胞膜离子通道时,就会引起细菌体内一些酶的活性增高,从而启动细菌的生长因子,细菌便可以不同寻常的速度繁殖和生长。

以上研究只是对细菌在低频微电场的作用下复苏、生长情况的宏观实验,更深层的原理和微观变化还在进一步的实验。

(致谢:本实验得到本校生物波研究室全体老师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。)

参考文献:

[1] 唐世钧,工保华,钟季康. 生物医学电磁学——非热效应现象与机理[J]. 国外医学·生物医学工程分册,1998,21(1):12-19.
[2] Fojt L, Strasak L, Vetterl V, *et al*. Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, Leclercia adecarboxylata and Staphylococcus aureus[J]. Bioelectrochemistry,2004, 63(1-2):337-341.
[3] 马显光,姚 青,宁 旭,等. 干预细胞增殖分化的脉冲交流电刺激器的研究[J]. 中国医学物理学杂志,2007, 24(2):147-149.
[4] Dimitrov V, Stoimenova M, Tsoneva I. Electrically induced concentration fluctuations in *Escherichia coli* suspensions[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects,2002, 209(2):201-205.
[5] 郑 燕,展 永,韩英荣,等. 神奇的生物酶——旋转分子马达[J]. 现代物理知识,2006,18(6):28-31.

(编辑 邓强庭)

个案与短篇

文章编号:1000-5404(2008)01-0066-01

52例结肠黑变病临床分析

庞红全,邓立功,白雪松 (达州市中心医院消化内科,四川 达州 635000)

结肠黑变病(melanosis coli,MC)是指结肠固有膜内巨噬细胞含有脂褐素样物质的一种黏膜色素沉着性病变,是一种少见的非炎症性的、良性可逆性疾病。近年来,随着便秘发病率的增加和结肠镜的应用,在中国人群中的检出率逐年上升。现总结我院自1997年1月至2006年12月10年间结肠镜检查者4 560例,MC检出52例,检出率1.14%。报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

52例均为我院门诊或住院患者,年龄18~72岁,平均46.5岁,男性24例,女性28例,男:女=0.85:1,60岁以上25例。52例诊断为MC的患者中,46例表现为便秘,在这46例便秘患者中,时间最长者有便秘症状已40余年,排便周期1次/3~10 d,平均4.5 d;3例表现为腹泻,均为稀便,无黏液;2例表现为腹泻与便秘交替;另有1例为健康查体时发现MC。46例便秘患者中有40例有口服泻药历史,最长者用药达30余年,使用药物种类繁多,多以蒽醌类导泻剂为主,包括:大黄、番泻叶、芦荟、麻仁润肠九、果导、新清宁片等。

作者简介:庞红全,男,四川省达州市人,主治医师,主要从事消化系统疾病内镜诊断治疗方面的研究。电话:(0818)2389186

收稿日期:2007-11-12;修回日期:2007-12-20

1.2 仪器及方法

使用奥林巴斯或富士能电子结肠镜进行检查,活检钳钳取病变处结肠黏膜组织2~4块进行病理检查。

1.3 统计学方法

进行 χ^2 检验。

2 结果

2.1 内镜下表现

结肠镜下见结肠黏膜光滑,呈弥漫性或局灶性棕褐色和/或黑褐色色素沉着,色素呈颗粒状,弥漫分布呈现虎斑状或网状,肠腔视野反光减弱,普遍较灰暗。病变累及全结肠者22例,占全部患者的42.3%,局限于左半结肠者18例,占全部的34.6%,右半结肠及横结肠共8例,占15.3%,仅累及直肠者最少,只有4例。

2.2 一般情况

无论是在男性还是女性患者,均呈现出随着年龄增长发病率增高的特点,>60岁以上的老年人分别占各自性别组的大约50%。在男性患者中,<20岁者未见发病,20~40岁患病者5例,40~60岁患病者7例,二者基本相等,>60岁者明显多于其他年龄段($P<0.05$)。在女性患者组中,也基本上呈现出与

(下转74页)