

# 中国食管癌高、低发区土壤与植被类型比较研究

吴库生 霍霞

**【摘要】** 目的 了解中国食管癌高、低发区土壤类型、植被类型及土壤有机碳密度(SOCD)的差异。方法 建立全国 1990 年代抽样研究地区食管癌死亡率数据库,在 ArcGIS 9.1 软件中制作相应研究地区的市、县界多边形电子地图并与疾病数据库链接,结合中国土壤及植被图运用多边形叠加分析的方法提取抽样地区土壤与植被类型,并计算土壤平均 SOCD。比较食管癌高、低发区的土壤及植被类型及其分布比例,并对食管癌死亡率与相应地区平均 SOCD 进行等级相关分析。结果 中国食管癌高、低发区的土壤与植被类型均存在着明显的差异。男、女食管癌死亡率与 100 cm 及 20 cm 的平均 SOCD 均存在着负相关,相关系数分别是 0.504 与 0.575 (男性,  $P$  值分别是 0.004 与 0.001) 及 -0.487 与 -0.526 (女性,  $P$  值分别为 0.003 与 0.001)。结论 食管癌死亡率的高低与所处地区的土壤、植被类型及 SOCD 均具有一定的相关性。

**【关键词】** 食管肿瘤; 地理信息系统; 土壤类型; 植被类型; 土壤有机碳密度

**Comparative study on soil and vegetation characteristics from high- and low risk areas of esophageal cancer in China** WU Ku-sheng, HUO Xia. Department of Preventive Medicine, Shantou University Medical College, Shantou 515031, China

Corresponding author: HUO Xia, Email: xhuo@stu.edu.cn

**【Abstract】** **Objective** To study the types of soil and vegetation as well as soil organic carbon densities (SOCD) from high and low risk areas of esophageal cancer (EC) in China. **Methods** Database from EC mortality survey in 1990-1992 in China was established in Excel. Digital polygon maps of study areas were created in ArcGIS 9.1 and linked with the database. The types of soil and vegetation from sampling areas were extracted from digital maps of soil type, vegetation type while the map of distribution on EC mortality was using the polygon overlay analysis. SOCD at depths of 100 cm and 20 cm of these areas were calculated, and spearman correlation analysis was used to evaluate the relationship between EC mortality and SOCD. **Results** The types of soil and vegetation and related distributions from high and low risk areas of EC in China showed obvious differences. There were both negative correlations between EC mortality and SOCD at depths of 100 cm and 20 cm. The correlation coefficients for man were -0.504 and -0.575 ( $P=0.004, 0.001$  respectively), and that for woman were -0.487 and -0.526 ( $P=0.003, 0.001$  respectively). **Conclusion** Mortality rate of esophageal cancer might correlate to SOCD, the types of soil and vegetation which called for further studies.

**【Key words】** Esophageal neoplasms; Geographic information system; Soil type; Vegetation type; Soil organic carbon density

食管癌的全球地理分布以亚洲和拉丁美洲的年发病率为较高,其次是太平洋岛屿、欧洲和北美洲,而大洋洲的年发病率则较低。在我国,食管癌的分布也有明显的地区性,高发区主要分布于河南、河北、山西交界地区,四川北部地区,鄂皖交界的大别山区,闽南和广东东北部地区,苏北地区,新疆哈萨

克族聚居地区。食管癌的地理分布提示其与环境因素有关,有人提出环境因素占到癌症病因的 80%~90%。土壤与植被系统是重要的地理环境因素,土壤中的无机元素特别是微量元素与食管癌的关系已有报道,但有关土壤有机质含量、土壤类型和植被类型与食管癌的关系则少有研究和报道。为了解它们之间的关系,我们在地理信息系统(GIS)支持下对其进行了初步研究。

作者单位:515031 汕头大学医学院预防医学教研室(吴库生),  
中心实验室(霍霞)

通讯作者:霍霞, Email: xhuo@stu.edu.cn

## 资料与方法

1. 疾病数据:食管癌死亡率数据来自于全国肿瘤防治办公室 1990-1992 年全国 1/10 人口抽样地区死因回顾调查,并根据 1982 年人口构成进行标化,在 Excel 软件中建立男、女性别食管癌死亡率数据库备用。

2. 电子地图制作:全国电子地图(1:4 000 000)由国家测绘局提供,包含国界与省界、地级行政界限、县级行政界限、地级以上居民点、县级居民点、1~5 级河流、主要公路和铁路等,为 ESRI 格式的 shapefile 文件。抽样研究地区的县界多边形电子地图可在 ArcGIS 9.1 (ESRI, Inc., Redlands, CA) 软件中通过属性表选择所需研究抽样地区,保存为单独的地图图层形式。通过地名或行政代码等关键字段链接食管癌死亡率数据库,通过不同符号大小以电子地图方式显示我国食管癌死亡率高低的地理空间分布<sup>[1]</sup>。

(1) 土壤与植被数据集:中国土壤与植被数据集(1:4 000 000)均由中国科学院地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室 1996 年制作出版,分别根据中国科学院南京土壤研究所(1978 年)出版的中国土壤图和植物研究所(1979 年)出版的中国植被图数字化而来,采用 ALBERS 投影,以有标识符的多边形表示土壤类型(亚类)的分布及特征,以具有标识符的向量多边形表示以群系组为单元的植被类型。

(2) 空间分析:在 ArcGIS 9.1 软件中同时加载抽样研究地区的县界多边形地图(含食管癌死亡率等属性数据)及我国土壤类型数据集,进行多边形叠加分析。多边形叠加是 GIS 空间分析最常用的功能之一,它是将两个或多个多边形图层进行叠加产生一个新多边形图层的操作,其结果将原来多边形要素分割成新要素,其综合了原来两层或多层的属性。叠加过程分为几何求交过程与属性分配过程两步,属性分配过程最典型的方法是将输入图层对象的属性拷贝到新对象的属性表中。叠加完成后,根据新图层的属性表可以查询原图层的属性信息<sup>[2]</sup>。因此通过多边形叠加后,可得到每个抽样研究地区土壤分布类型代码及各土壤所占面积,根据食管癌死亡率进行排序后,我们选择食管癌死亡率最高与最低的 15 个地区,计算每种土壤类型在这些地区的分布构成比例。同样的方法可得到每种植被类型在

食管癌高、低发区的分布构成比例进行比较。

(3) 土壤有机碳密度(SOCD)计算<sup>[3]</sup>:分析获得抽样研究地区的土壤及植被类型后,根据每种土壤类型在 100 cm 及 20 cm 厚度的 SOCD 及该地区每种土壤类型所占的面积,即可求得该地区的土壤有机碳储量,再除以该地区的总面积,即为该地区的平均 SOCD。此过程可在 Excel 软件中通过函数编程进行。计算公式如下: $\bar{d} = \frac{d_i \times a_i}{a}$  ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ),

其中, $\bar{d}$  为某一地区的平均 SOCD 值, $d_i$  为该地区某一种土壤类型的 SOCD 值, $a_i$  为该地区该种土壤类型所占的面积, $a$  为该地区的总面积。

3. 统计学分析:对抽样调查地区食管癌死亡率与计算得到的该地区 100 cm 及 20 cm 土壤厚度平均 SOCD 值进行 Spearman 等级相关分析,以观察食管癌死亡率与该地区平均 SOCD 的联系及高、低发区 SOCD 值的差异。以上统计学分析过程在 SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 软件中完成。

## 结 果

1. 食管癌高、低发区土壤类型和植被类型的比较:经过食管癌死亡率分布电子地图与土壤类型、植被类型分布电子地图的多边形叠加分析后,选择死亡率最高与最低的 15 个地区,并计算每种土壤类型和每种植被类型在这些地区的面积及分布比例,得出食管癌高、低发区的土壤分布类型和植被分布类型。由表 1 可见,高发区的特有土壤为褐土、黄垆土、潮土、绵土及鲜血水稻土;而低发区所特有的土壤类型为熟黑土、黄垆土、暗色草甸土、石灰(岩)土、黑钙土、山地草甸土。对于高、低发区所共有的土壤类型中,红壤、黄壤及南方水稻土在低发区占绝对优势;而棕壤、黄棕壤及紫色土在高发区占优势。根据以往文献报道及查阅《中国土种志》(1~6 卷),高发区的这些土壤一般偏碱性,少数为中性;而低发区的土壤大多呈中性和酸性。

由表 2 可见,高发区的特有植被类型为温带、亚热带落叶阔叶林,灌丛和萌生矮林,一年两熟或两年三熟旱作物和暖温带落叶果树,经济林;而低发区的特有植被类型为亚热带石灰岩落叶—常绿阔叶树混交林,亚热带山地酸性黄壤常绿—落叶阔叶树混交林,亚热带常绿阔叶林,亚热带竹林,温带禾草、杂类草草原,温带草甸。对于高、低发区所共有的植被类

型中,温带、亚热带落叶灌丛、矮林,一年一熟粮作物和耐寒经济作物也在高发区占优势。因此,高死亡率区耕地以种植旱作物为主,山林植被多为落叶阔叶林和灌丛、萌生矮林;低死亡率区以水稻为主,山林植被多为混交林、常绿阔叶林、竹林或草原、草甸。

表1 我国男性食管癌死亡率最高与最低 15 个地区土壤类型分布

土壤类型	高发区		低发区	
	面积(km <sup>2</sup> )	构成比(%)	面积(km <sup>2</sup> )	构成比(%)
赤红壤	6 183.50	5.00	10 228.26	4.80
红壤	885.04	0.71	62 360.77	29.23
褐土	27 630.10	22.32	0.00	0.00
潮土	10 367.88	8.38	0.00	0.00
黄垆土	13 826.23	11.17	0.00	0.00
南方水稻土	3 409.07	2.75	18 856.64	8.84
鲜血水稻土	4 572.49	3.69	0.00	0.00
棕壤	17 447.31	14.09	4 484.21	2.10
黄棕壤	20 126.53	16.26	4 446.13	2.08
紫色土	6 624.12	5.35	3 193.24	1.50
黄壤	7 396.18	5.97	6 9897.11	32.77
绵土	5 321.42	4.30	0.00	0.00
石灰(岩)土	0.00	0.00	7 290.33	3.42
山地草甸土	0.00	0.00	1 735.06	0.81
黄壤土	0.00	0.00	7 970.85	3.74
黑钙土	0.00	0.00	3 807.70	1.79
熟黑土	0.00	0.00	11 423.11	5.36
暗色草甸土	0.00	0.00	7 615.41	3.57

2. 食管癌死亡率与 SOCD 的 Spearman 等级相关分析:经计算得到的抽样研究地区的 100 cm 及

20 cm 平均 SOCD 值与相应地区食管癌死亡率进行了 Spearman 等级相关分析。结果显示,1990-1992 年抽样地区男、女食管癌死亡率与 100 cm 及 20 cm 的平均 SOCD 均存在着负相关,相关系数分别是 -0.504 与 -0.575 (男性, P 值分别是 0.004 与 0.001) 及 -0.487 与 -0.526 (女性, P 值分别为 0.003 与 0.001)。

讨 论

食管癌分布具有十分明显的地区性,高发区的死亡率是低发区的数十倍甚至上百倍,提示食管癌发生与地理环境密切相关。生态环境(大气、水、生物与植被)和地质环境(土壤、矿物质等)是人类赖以生存的物质基础,因此研究土壤、植被与食管癌的关系具有重要的意义。

通过食管癌高、低发区的土壤对比研究发现,除高、低发区普遍存在的一些土壤微弱酸性和中性外,高发区所特有的土壤如褐土、潮土、黄垆土、紫色土等皆为偏碱性土壤;而低发区的土壤如黑钙土、熟黑土、暗色草甸土、石灰(岩)土、红壤性土、山地草甸土等为中性或偏酸性,说明食管癌高、低发区土壤类型有着明显区别。以往调查也发现盐碱地区的硝酸盐含量甚高,植物也相应含有硝酸盐和亚硝酸盐,可提供合成致癌性亚硝胺的来源。碱性土壤还可影响植物对微量元素的吸收,特别是农作物对锌的吸收,从而导致人体摄入减少<sup>[4]</sup>。国内如阳城(土壤 pH 值

表2 我国男性食管癌死亡率最高与最低 15 个地区植被类型分布

植 被 类 型	高 发 区		低 发 区	
	面积(km <sup>2</sup> )	构成比(%)	面积(km <sup>2</sup> )	构成比(%)
亚热带、热带常绿针叶林	23 985.76	15.08	124 390.84	31.52
温带、亚热带落叶阔叶林	20 647.07	12.98	0.00	0.00
亚热带石灰岩落叶-常绿阔叶树混交林	0.00	0.00	22 908.51	5.81
亚热带山地酸性黄壤常绿-落叶阔叶树混交林	0.00	0.00	11 504.71	2.92
亚热带常绿阔叶林	0.00	0.00	13 506.52	3.42
亚热带竹林	0.00	0.00	9 437.87	2.39
温带、亚热带落叶灌丛、矮林	44 844.05	28.19	3 807.70	0.96
亚热带、热带酸性土常绿、落叶阔叶灌丛、矮林和草甸结合	15 513.51	9.75	82 801.74	20.98
亚热带、热带石灰岩具有多种藤本的常绿、落叶灌丛、矮林灌丛和萌生矮林	1 562.22	0.98	50 779.48	12.87
温带不草、杂类草原	101.95	0.06	0.00	0.00
温带草甸	0.00	0.00	22 846.22	5.79
一年一熟粮作物和耐寒经济作物	0.00	0.00	7 615.41	1.93
一年两熟或两年三熟旱作物和暖温带落叶果树,经济林	10 266.68	6.45	11 423.11	2.89
一年两熟或两年三熟旱作物和暖温带落叶果树,经济林	21 727.38	13.66	0.00	0.00
一年水旱两熟粮作物和亚热带常绿、落叶经济林、果树	9 893.49	6.22	11 037.94	2.80
单(双)季稻或一年三熟旱作物和亚热带常绿经济林、果树	8 149.21	5.12	18 205.94	4.61
双季稻或连作物喜温旱作物和热作物常绿经济林、果树	2 483.46	1.56	4 343.52	1.10

8.0~8.5)、川西北(土壤 pH 值 7.8~8.2)等土壤碱性高的地区,食管癌的发病率也相对较高。但也有相反的情况,如广东省南澳县土壤(主要为赤红壤)偏酸性,食管癌发病率却较高,这说明食管癌是多种因素综合作用的结果。南澳为与大陆相对分离的海岛县,人口较少,有着独特的地理位置和饮食习惯<sup>[5]</sup>,可能存在其他稳定的致癌因素。

植被类型与土壤类型及气候因素等密切相关,陈育峰<sup>[6]</sup>在 GIS 支持下经空间统计方法研究了我国主要土壤类型(土类)与主要植被类型间的对应关系,与本研究基本吻合。食管癌高发区的植被主要为落叶阔叶林、灌丛和萌生矮林,以旱作物为主;而低发区以种植水稻为主,山林植被多为混交林、常绿阔叶林、竹林或草原、草甸等。因此低发区土壤处于还原环境,微量元素特别是铁、锰的活性高,有效含量也增高。体内 DNA 损伤是食管癌发生的重要机制之一<sup>[7]</sup>,而还原性物质有助于消除体内的自由基,因此能不同程度地防止 DNA 损伤<sup>[8]</sup>。

研究同时发现,高发区的 SOCD 要低于低发区,这说明食管癌高发区的土壤有机质含量偏低。土壤有机质是土壤的重要组成部分,它既是作物所需的各种营养物质的源泉,又具有改善土壤物理化学性质的功能,所以有机质是反映土壤养分贮量的标志。土壤中的有机碳是进入土壤的有机物质与土壤微生物分解作用之间的平衡,其中有机物质的输入量在很大程度上取决于气候条件、土壤水分状态、养分的有效性、植被生长以及人类的耕种等因素。因此,土壤有机碳与气候、植被、地形等环境变量及人类活动密切相关。土壤有机碳含量偏低将不利于水分的保持,同时造成植被覆盖低,降水量偏小,作物只能以旱作为主,使得土壤的还原性能降低,形成生态的恶性循环<sup>[9]</sup>。而低发区土壤有机质含量高,植被覆盖率高,且覆盖时间长,因而水土保持度高,降水充分而均匀,作物以水稻为主,土壤的还原性能好,一些

生命微量元素的有效含量也高,且易于作物吸收。

土壤和植被系统是自然界和人为因素长期作用的产物,也是人类赖以生存的基本生态环境。此次有关土壤、植被与食管癌的研究提示,食管癌高、低发区的土壤和植被类型有着明显的差异,食管癌高发区的土壤有机质含量要低于低发区。因此,保护生态环境,改良我们生存的土壤和植被环境,将在癌症的预防和控制中起到十分重要的作用。

#### 参 考 文 献

- [1] Wu K, Li K. Association between esophageal cancer and drought in China by using geographic information system. *Environ Int*, 2007, 33:603-608.
- [2] 邬伦,刘瑜,张品,等. 地理信息系统——原理、方法及应用. 北京:科学出版社,2001:163-194.
- [3] 于东升,史学正,孙维伙,等. 基于 1:100 万土壤数据库的中国土壤有机碳密度及储量研究. *应用生态学报*, 2005, 16: 2279-2283.
- [4] Demeyer A, Voundi Nkana JC, Verloo MG. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bior Technol*, 2001, 77:287-295.
- [5] Su M, Liu M, Tian DP, et al. Temporal trends of esophageal cancer during 1995-2004 in Nanao Island, an extremely high-risk area in China. *Eur J Epidemiol*, 2007, 22:43-48.
- [6] 陈育峰. 基于土壤分类的中国气候-植被模型. *自然科学进展*, 1999, 9:607-611.
- [7] Bondi P, Gao D, Chen L, et al. Selective decrease in the DNA base excision repair pathway in squamous cell cancer of the esophagus. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 133:74-81.
- [8] Masztalerz M, Włodarczyk Z, Czuczajko J, et al. Superoxide anion as a marker of ischemia-reperfusion injury of the transplanted kidney. *Transplant Proc*, 2006, 38:46-48.
- [9] Reichstein M, Subke JA, Angeli AC, et al. Does the temperature sensitivity of decomposition of soil organic matter depend upon water content, soil horizon, or incubation time? *Global Change Biology*, 2005, 11:1754-1767.

(收稿日期:2007-07-05)

(本文编辑:张林东)