

# 医学人口学

毛慧娜编译

顾宝昌审阅

北京中医学院

一九八七年八月

## 内容简介

本书深入浅出地从医学、人口学、数学和电子计算机等不同角度，介绍了当前计划生育和医学人口学的研究方法和基本理论；论述了遗传、优生、生长、发育、衰老、死亡、婚姻、迁移等与人口数量、人口素质的关系；引进了新的方法和数学模型；概括介绍了数学和电子计算机在医学人口学中的应用。

本书可作高等医学院校和计划生育管理院校的教材；可作医院和计划生育管理干部、科研人员的参考书；也可作从事人口学多学科研究工作者的科研工具书。

## 编写说明

近五十年来，世界人口翻了一翻，根据联合国人口活动基金的统计，今年年中世界人口已达到 50 亿之多，并将 7 月 11 日定为世界“50 亿人口日”，面对这一惊人的人口增长速度，使得人口问题成为当今世界尽人瞩目的问题。人口问题既有社会属性，又有生物学自然属性，而且更主要的是社会属性。但作为医学人口来说，是在肯定人的社会属性前提下，更多的介绍有关医学人口的自然属性。

医学人口学是以数学和电子计算机为工具，运用人口学方法、医学方法及概率统计方法，来研究人口与医学之间相互关系及其数量规律的一门新兴边缘学科，它跨越了人口学、医学、数学和电子计算机等多种学科。本书是以上相关学科相互结合的产物。

书中介绍了遗传、优生、生长、发育、衰老、死亡、婚姻、迁移等与人口数量、人口素质的关系；概要叙述了问卷设计、KAP 调查、RRT 敏感问题调查技术等资料收集方法；引入了生育过程模型、生育率中间变量模型、夫妻保护年和寿命表等统计分析方法；介绍了数学、电子计算机在医学人口学中的应用等等。以上内容，深入浅出地贯穿於全书之中，既注意了它们间的内在联系，在编写上又作了相对独立的安排，以便读者进行选读，不同读者可根据各自需要跳过某些章节不读，也不会给阅读后续章节带来任何困难。

本书内容，一部分借鉴於国内外的有关名著，如宋健等

著《人口控制论》；刘铮等著《人口统计学》；钱信忠等编《优生》；Bongaarts, J. and potter, R.G. 《Fertility, Biology and Behavior》等等，请详见参考文献。一部分取材於美国约翰斯·霍普金斯大学和美国联邦政府疾病控制中心八位学者教授的授课提纲（他们中间有周联彬教授；人口动态系系主任 W.Herry Mosley；终身教授 Rowland V.Rider 以及 young J.Kin 教授；Sol I.Su 教授；Charles H.C.Chen 教授；Ronald H.Grey 教授等）。还有一部分是根据作者 1987 年在北京市城乡进行的育龄妇女抽样调查体会；参加 1964 年我国第二次人口普查工作收获；以及早年从事医学专业、现从事数学计算机和医学人口专业的科研、教学、医疗实践等，从中筛选提炼出对医学人口有价值的部分，进行了本书的编译工作。

感谢国家计生委，国家医药管理局、北京大学、北京医科大学有关领导和导师们的帮助。感谢北京中医学院，尤其是中药系和培训部的大力支持。感谢中国医药科技出版社对这一新兴学科的精心扶植，感谢中国中医研究院印刷厂克服了工作量大、难度大的困难，使得本书能及时与本校学生和广大读者见面。

北京大学社会学系副系主任、人口学博士顾宝昌教授审阅了本书，提出了宝贵意见，在此一并致谢。

由于这是我国第一本有关医学人口学方面的书籍，编写经验不足，加上开课时间紧迫，仓促编写，不当之处，恳请批评指导。

毛慧娜 1987年於北京

# 目 录

## 编写说明

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| <b>第一章 医学人口学基本概念</b> .....    | ( 1 )  |
| 第一节 人口的数量和质量.....             | ( 1 )  |
| 第二节 医学人口的基本概念.....            | ( 3 )  |
| <b>第二章 医学基本知识</b> .....       | ( 4 )  |
| 第一节 遗传与优生.....                | ( 4 )  |
| 第二节 生长与发育.....                | ( 16 ) |
| 第三节 衰老与死亡.....                | ( 21 ) |
| <b>第三章 医学人口资料的收集和整理</b> ..... | ( 28 ) |
| 第一节 常规登记和普查.....              | ( 28 ) |
| 第二节 抽样调查.....                 | ( 33 ) |
| 第三节 问卷设计.....                 | ( 36 ) |
| 第四节 现场调查.....                 | ( 43 ) |
| 第五节 资料编码与整理.....              | ( 47 ) |
| 第六节 资料误差.....                 | ( 52 ) |
| 第七节 KAP 调查 .....              | ( 54 ) |
| 第八节 敏感问题调查——RRT 技术 .....      | ( 57 ) |
| <b>第四章 医学人口基本指标</b> .....     | ( 66 ) |
| 第一节 平均人口数与人口密度.....           | ( 66 ) |
| 第二节 人口性别比例.....               | ( 69 ) |
| 第三节 年龄结构与人口金字塔.....           | ( 71 ) |
| 第四节 人口的社会、地区、职业和教育结构.....     | ( 76 ) |

|      |                     |        |
|------|---------------------|--------|
| 第五节  | 结婚率                 | ( 81 ) |
| 第六节  | 出生率与节育率             | ( 82 ) |
| 第七节  | 生育率                 | ( 83 ) |
| 第八节  | 死亡率                 | ( 86 ) |
| 第九节  | 迁移率                 | ( 88 ) |
| 第十节  | 增长率                 | ( 93 ) |
| 第十一节 | 更替指数                | ( 95 ) |
| 第五章  | 避孕效果的测量(邦加茨一波特模型)   | ( 98 ) |
| 第一节  | 生育力的阻断途径            | ( 98 ) |
| 第二节  | 避孕效果的测量             | (101)  |
| 第六章  | 生育过程模型(凯菲斯模型)       | (105)  |
| 第一节  | 生育过程                | (105)  |
| 第二节  | 怀孕概率与等待时间           | (107)  |
| 第三节  | 凯菲斯模型及其应用           | (108)  |
| 第七章  | 生育率中间变量             | (115)  |
| 第一节  | 中间变量概念              | (115)  |
| 第二节  | 邦加茨模型(Bongaarts 模型) | (116)  |
| 第三节  | 计算方法                | (117)  |
| 第八章  | 夫妻保护年(CYP)          | (121)  |
| 第一节  | CYP 基本概念            | (121)  |
| 第二节  | 几种避孕措施的 CYP 指标      | (122)  |
| 第三节  | 标准夫妻保护年(SCYP)       | (126)  |
| 第四节  | 期望生育率( $E$ )        | (127)  |
| 第九章  | 寿命表(生命表)            | (128)  |
| 第一节  | 基本概念                | (128)  |
| 第二节  | 寿命表的指标              | (130)  |
| 第三节  | 寿命表实例               | (135)  |

|               |                             |              |
|---------------|-----------------------------|--------------|
| <b>第十章</b>    | <b>数学在医学人口学中的应用</b>         | <b>(142)</b> |
| 第一节           | 微积分学基本知识                    | (142)        |
| 第二节           | 微积分学在医学人口学中的应用              | (153)        |
| 第三节           | 微分方程基础知识                    | (159)        |
| 第四节           | 微分方程在医学人口学中的应用              | (165)        |
| 第五节           | 医学人口学中的积分方程                 | (169)        |
| 第六节           | 矩阵在医学人口学中的应用                | (170)        |
| 第七节           | 线性多重回归分析                    | (181)        |
| 第八节           | 用社会变量和计划生育工作变量作<br>生育率下降的预报 | (189)        |
| <b>第十一章</b>   | <b>电子计算机在医学人口学中的应用</b>      | <b>(191)</b> |
| 第一节           | 基楚知识                        | (191)        |
| 第二节           | 计算机高级语言                     | (193)        |
| 第三节           | 数据库                         | (204)        |
| 第四节           | 统计软件包                       | (213)        |
| <b>主要参考文献</b> |                             | <b>(217)</b> |

# 第一章 医学人口学基本概念

## 第一节 人口的数量和质量

控制人口数量、提高人口质量，是我国的人口政策。

制约人口数量的三个因素是：出生、死亡和迁移。衡量人口质量的三个标准是：思想道德、科学文化和身体素质。反映人体素质的三个水平是：形体、智力和代谢水平。

### 一、人口概念

理论人口学家揭示了人口的本质，指出：人口是生活在一定社会生产方式下，在一定时间、一定地域内，由一定社会关系联系起来的，有一定数量和质量的生命个体所组成的不断运动的社会群体。

人口具有双重性，既有生物医学属性又有社会属性。人口具有遗传、出生、生长、发育、衰老和死亡等一系列生命现象，许多人口现象如性别、年龄、生育、死亡等都是以人口的生物属性为自然基础的，特别是性别、年龄等生物属性是不依社会生产方式为转移，是任何社会生产方式下的人口生存和发展的自然基础。但是人口又具有社会属性，人口是社会的基本生产力，是生产关系及一切社会关系的承担者，由于人的本质是社会关系的总和，所以人口的本质属性是社会属性。



人口的出生、成长、衰老、死亡除了服从生物医学的自然规律外，还受人类社会的婚姻制度、生育观念和物质条件所制约，因此，人类的增殖活动是人口生物属性和社会属性发挥作用的统一过程。人口的生物属性是人类增殖活动的必要条件和前提，而其实现的社会形式（婚姻家庭形式和制度）和社会物质生活条件，则是增殖活动能否实现和怎样进行的决定性因素。由此也可以看出，人口的生物属性是人口社会属性的自然基础，生物属性要通过社会属性来实现，人口的本质属性是社会属性。

## 二、人口的数量和质量

在一定社会生产方式下生活的人口既有数量规律又有质的规定。人口数量和质量是人口发展不可分割的两个方面，任何一个时代的人口都是一定数量的人口和当时历史条件所决定的一定质量的人口的统一体。

在一定条件下，如具有广阔的可耕土地和丰富的自然资源、又有较充足的生产手段条件下，人口数量的简单增长，就意味着人类征服自然、改造社会能力的提高。同样，在另一条件下，限制人口数量，可以加快资金积累、扩大再生产，提高劳动生产率，从而提高科学文化水平和健康水平提供强大的物质基础。

人口数量的变化，一方面受政治、文化、道德、风俗等社会因素的影响。同时也受生殖、遗传变异等生物医学因素的影响，医学科学技术的发现和发明，如生殖生理、生育机理、试管婴儿、避孕药具等为人类控制调节自身的生产提供了物质和技术基础。

人口质量更是一个综合的有机整体，它是由生产方式决

定的。它包括人的精神思想道德素质、文化科学素质和身体素质，其中身体素质是人口质量的自然基础，思想素质和文化科学素质是人口质量的重要标志。良好的身体素质为提高精神素质和科技文化素质提供了优越的人身实体，而精神素质和科技文化素质的增强又反作用于身体素质的提高，为优生和健康长寿提供了社会保障。

影响人口质量的因素很多，既有自然因素，又有社会因素；既有先天因素，又有后天因素；既有环境因素，也有个人努力因素等等。

如上所述，人口的数量和质量是一个对立的统一体。在社会发展的不同阶段上，人口数量的过少或过多会阻碍社会经济的发展 and 人口质量的提高；而人口质量的高低对人口数量的增减也具有反馈作用，人口质量的提高对人口数量具有更高的控制能力。我们的目标是实现适当的人口数量和更高的人口质量的合理结合。

## 第二节 医学人口的基本概念

医学与人口学的关系十分密切。医学人口学是在肯定人的社会性是人的本质属性的前题下，从医学的角度来研究人口的发展规律以及医学与人口数量、质量的关系。医学人口学以数学和电子计算机为工具，运用人口学方法，医学方法及概率论数理统计方法，研究人口与医学之间的相互关系及其数量规律。

医学人口学是一门跨越医学、人口学、数学、电子计算机等多学科的新兴边缘学科，是人口学的一个重要分支。

## 第二章 医学基本知识

医学科学的使命是为人类健康作出贡献。医学科学的发展，关系着人类健康和人口素质，影响着人类社会、家庭和人口结构。

### 第一节 遗传与优生

#### 一、遗传

人类具有遗传、繁殖、生长、发育、衰老和死亡等一系列生命现象。遗传性是人类的一种普遍特征。基因携带着遗传信息，它按一定方式从上代往下代传递，经过表达，形成一定的遗传性状或遗传病。

1. 遗传的物质基础 人体内的细胞是生命活动的基本场所，一个细胞是由细胞核、细胞质和细胞膜组成的统一体。在细胞核中有一种易被碱性染料染上颜色的物质，称染色质，它由脱氧核糖核酸（DNA）和蛋白质等组成，是调节生物体新陈代谢、遗传和变异的物质基础。细胞分裂时染色质形成一定的形态叫染色体，染色质和染色体是同一物质在细胞周期不同阶段所表现的不同形态。染色体主要是由盘得很紧的双螺旋形的DNA分子构成的，DNA分子中携带着遗传信息，这种存在于DNA分子内，决定着每一种遗传性状的独立的遗传功能单位叫基因。目前认为基因是DNA分子中

的一些功能区段，它呈直线排列在染色体上，因此，染色体是基因——遗传物质的载体。

2. 遗传病的特征和类型：生殖细胞或受精卵里的遗传物质在结构或功能上发生了改变，将形成遗传疾病。按照遗传方式和遗传物质的关系，遗传病可以分为单基因遗传病、多基因遗传病和染色体异常遗传病三大类。如表 1 所示：

近年来，新发现的遗传病种类与日俱增，据统计已达到 3,000 种以上。在全部先天异常者中约有 10% 以上是遗传性的；10~20% 是由环境因素（病毒、细菌感染、诱变剂等）引起的遗传物质的改变所致（如染色体畸变、妊娠早期由于药物或病毒感染而引起的畸胎）；70~80% 是由遗传和环境相互作用引起（如高血压、心血管某些疾患、关节炎、恶性肿瘤等）。联合国 1977 年报道人群中约 10% 左右患有与遗传因素有关的疾病。

3. 遗传病的群体普查法 开展遗传病的群体普查，是做好预防遗传病发生的重要工作。通过普查，及时发现患者，以便及早进行治疗，防止发病，提高健康素质。例如应用血液滤纸法等对新生儿进行苯丙酮尿症、枫糖尿症、半乳糖血症等遗传病进行早期筛检，对检出的病例加以及时治疗，就能提高对这些遗传病的治疗效果。普查中检出的病例，要做进一步的观察和研究。对检出的患者本人或其亲属进行婚姻和生育指导，减少患儿的出生，以阻断该遗传病向子代传递。

群体普查时选择一定地区，调查某一种疾病在人群中的发病率，同时，调查患者不同亲属的发病率。

如果各级亲属的发病率明显增高，则表明此病与遗传有关。例如精神分裂症在我国各地的发病率（指每年新发病的

表 1 遗传病的类型及其特点

| 类型     | 参与的因素                | 特 点                                               | 代 表 病 例                                              |
|--------|----------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 常 显    |                      | 显性遗传：从家代到子代传递，子代有病时，双亲中至少有一人发病，男女得病机会相等           | 家族性多发性结肠息肉症、先天性成骨不全、先天性眼睑下垂、急性间歇性卟啉病、多发性神经纤维瘤、肾性糖尿病等 |
| 常 隐    |                      | 隐性遗传：携带者传递，往往隔代遗传或散发，近亲婚配时发病率高，男女发病机会均等           | 苯丙酮尿症、半乳糖血症、全色盲、着色性干皮病、先天性聋哑、先天性免疫球蛋白异常症等            |
| X 显    | 早 因                  | X 连锁显性遗传：男性发病率高，呈交叉遗传                             | 血友病 A、血友病 B、进行性肌营养不良（假肥大型）、G <sub>6</sub> PD 缺乏症等    |
| X 隐    | 晚 因                  | X 连锁隐性遗传：从家代到子代交叉传递，患者的双亲中必有一人发病，女性发病率不高，但男性的症状重  | 遗传性慢性肾炎、维生素 D 依赖性佝偻病                                 |
| 多基因遗传病 | 数对基因，环境因素也有作用        | 第一级亲属中反复发病，是群体发病中的最常见                             | 唇裂、腭裂、精神分裂症、原发性高血压病（缓进型）、家族性角膜炎性等                    |
| 染色体病   | 染色体数目的增多或减少，染色体结构改变等 | 大部分是亲代生殖细胞不分离所致，也可能是受精卵分裂中的遗失而产生，双亲是平衡易位携带者时，危险率高 | 常染色体异常：如先天愚型等<br>性染色体异常：如性腺发育不全、先天性睾丸发育不全等症          |

（引据李凌等：医学遗传学纲要）

人数比例)约为0.2%；患病率(指调查时患病的人数比例)为1~4‰。上海市精神病院1964年调查1,196名精神分裂症患者的亲属54,576人,其中,有562人是精神病患者,患病率为10‰,远高于一般群体的患病率,说明该病与遗传有关。

此外,亲属间的血缘亲密程度,也将影响患病率。如果将上述精神病患者的亲属按亲缘关系远近进行分类,列成表2,可以看出患病率随着亲缘关系的亲近程度的增加而升高,更加表明精神分裂症有明显的遗传基础。

表2 精神分裂症患者各级亲属的精神分裂症患病率

| 亲 属 级 别 |                           | 患 病 率 (%)      |
|---------|---------------------------|----------------|
| 一级亲属    | 父、母<br>同 胞                | 33.21<br>30.1  |
| 二级亲属    | 叔、伯、姑、舅、姨<br>祖父、母、外祖父、母   | 13.54<br>12.66 |
| 三级亲属    | 第一代堂、表兄弟姐妹<br>叔、伯祖父与舅公、姨婆 | 6.24<br>6.24   |
| 四、五级亲属  | 第二代堂、表兄弟姐妹<br>堂叔、伯父与表舅、姨  | 4.20<br>3.68   |
| 一般群体    |                           | 0.98           |

4. 遗传病的咨询: 遗传咨询是降低遗传病发病率, 提高人口质量的重要措施。

遗传咨询又叫遗传商谈, 是指对遗传病患者及其家属提出有关疾病的问题, 由医师进行解答的过程。包括发病原因、疾病的诊断、遗传规律、预后以及对子女的影响, 最后提出建议和指导。遗传咨询的对象如下:

(1) 曾经生过有遗传疾病或先天畸形孩子的人。比较常

见的疾病如先天愚型、大脑发育不全、先天性心脏病、无脑儿、脊柱裂等。

(2)、家族中有遗传病史或直系、旁系亲属中出生过先天畸形的孩子。

(3) 早孕期间，也即是怀孕1-8周时，接触过物理、化学、辐射等物质或受过病毒感染者（例如患过风疹）。

(4) 高龄孕妇，即指年龄在35岁以上的怀孕妇女。

(5) 近亲婚配。

(6) 孕妇本人有内科合并症，如甲状腺机能亢进、糖尿病、哮喘、癫痫等。

(7) 怀孕后患羊水过多症。

(8) 闭经以及习惯性流产等。

凡有以上情况的，都可以进行遗传咨询。从国外看，遗传咨询的对象最多的是已经生过患儿的家庭，大约占咨询者的87.5%。

为了对遗传咨询者作出可靠的指导，一般要经过下列三个步骤：

(1) 确定是否为遗传病：要确定一种疾病是否为遗传病，必须从家谱调查为主，并结合患者的临床表现，染色体分析和生化分析等检查结果，方能最后作出诊断。

(2) 确定疾病的遗传方式，推算出“危险率”：人类遗传病都具有各自不同的遗传特点和规律，掌握了这些特点和规律，就可以比较正确地推算出“发病率”。

(3) 提出对策和方法：医生在作出遗传病正确的诊断，并从遗传方式推算出大致的危险率以后，并不意味着咨询工作的结束。因为此时患者或其亲属从医生那里得到的仅仅是推算的数据。而医生在遗传咨询中的主要任务则是向患者或

其家属就有关该病遗传学方面的知识进行耐心、细致地解说，并就如何治疗或预防提出建议，以指导患者正确处理其婚姻和生育等问题。如患者已经怀孕，那就要根据情况及时治疗或中止妊娠。

5. 遗传家谱：由于目前还不能直接用仪器来检查染色体上的基因，因此对这类疾病进行家谱调查已成为正确诊断和推测发病率的有效易行的方法。

家谱是当遇到初诊患者后，通过问诊或随访问查，弄清夫妇双方直系或旁系亲属中发病情况。调查家谱时要广泛全面，不仅是患病个体，正常个体也应填写清楚，对于已死亡的个体，应着重弄清是否患有此病。进行家谱调查主要应正确掌握家谱的绘制方法和正确的分析方法，并按特定的方式绘成一个图谱。在临床上，判断遗传病的遗传方式，常用系谱分析法。所谓系谱 (pedigree)，是当一个医生确诊了第一个遗传病患者，即先证者 (proband) 或索引病例 (index case) 以后，从先证者入手，详细调查其家族成员中的发病情况，并按一定方式将调查结果绘制成图。系谱中不仅包括患病个体，也包括全部健康的家族成员。系谱中常采用的符号如图 1。

图 2 是一个先天性肌强直症的系谱。这个系谱中包括了 87 名家族成员，所以是一个较大的系谱。对遗传方式的判断来说，一种遗传病的系谱愈大，它所能说明的问题愈确切。所以，在绘制系谱时，应力求调查更多的成员。同时，对每名成员的发病情况应有确切的了解，不应停留在询问上，而应尽可能随访并作必要的检查，力求作出准确的诊断。

上述系谱基本上反映了完全显性遗传系谱的特点。这表现在：①患者的双亲往往有一方是患者，②患者的同胞中，



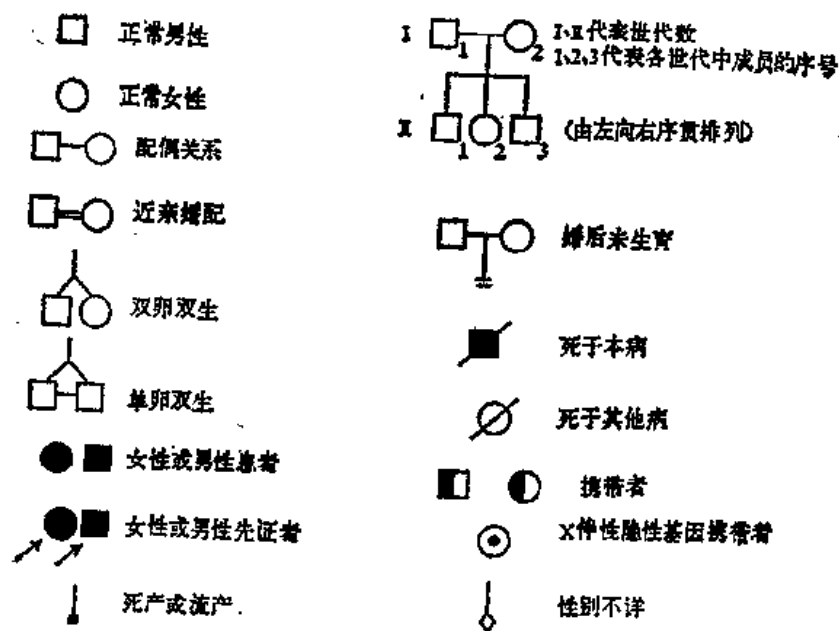


图 1 系谱中常用的符号

约有  $1/2$  的个体发病，而且男女发病的机会均等；③连续各代中都有发病的患者；④双亲无病时，子女中一般无发病的患者，除非是经突变新产生了显性致病基因，但是，这种情况很少见，频率仅为  $10^{-6} \sim 10^{-5}$ /代。

从图 2 中可以看出：① 6 代中，后代中有患者的小家系共有 16 个，这些患者的双亲中，都有一方发病。② 每个小家系中，患者同胞发病比例变化很大。发病比例低的如  $IV_{16}$ 、 $IV_{17}$  均未发病，他们的父亲  $III_5$  是患者；又如  $V_{13} \sim V_{18}$  同胞 6 人中，只有  $V_{13}$  一人发病，她们的母亲  $IV_{11}$  是患者。因此，在上述二家系中，发病比例分别为  $\frac{0}{2}$  和  $\frac{1}{6}$ 。发病比例高的如  $III_{12}$  和  $III_{13}$  弟兄二人都是患者，他们的父亲  $II_3$  也是患者；