

• 系列讲座 •

# 现代实用流行病学方法

## 第五讲 DALY 及其应用

章扬熙

流行病学是从宏观的高度、群体的角度来认识疾病和健康状态的分布及其机理,进而研究制订防病保健的对策和措施,并评价其效果的。为了宏观地认识人类疾病,提出目标规划和科学的策略,并组织实施与评价,长期以来不少学者致力于人类疾病负担的研究。有些人用死亡专率来分析疾病死亡模式,认为非传染性疾病已是当今世界的主要卫生问题;也有人用发病专率或现患率来分析疾病模式,认为传染病仍是当今世界的主要卫生问题;还有人采用 Q 指数、Kendall 协和系数等综合指标,把两者结合起来进行分析;据统计,已有百余种不同的方法,方法相异,结果不一。由于这些方法有其片面性、主观性或局限性,未尽人意,所以在方法学上有待深入与提高。在这个背景下,世界银行与世界卫生组织请 Murray 与 Lopez 二氏进行了由伤残调整的生命年 (Disability adjusted life year, DALY) 的研究,并成功地应用于全球疾病负担分析。

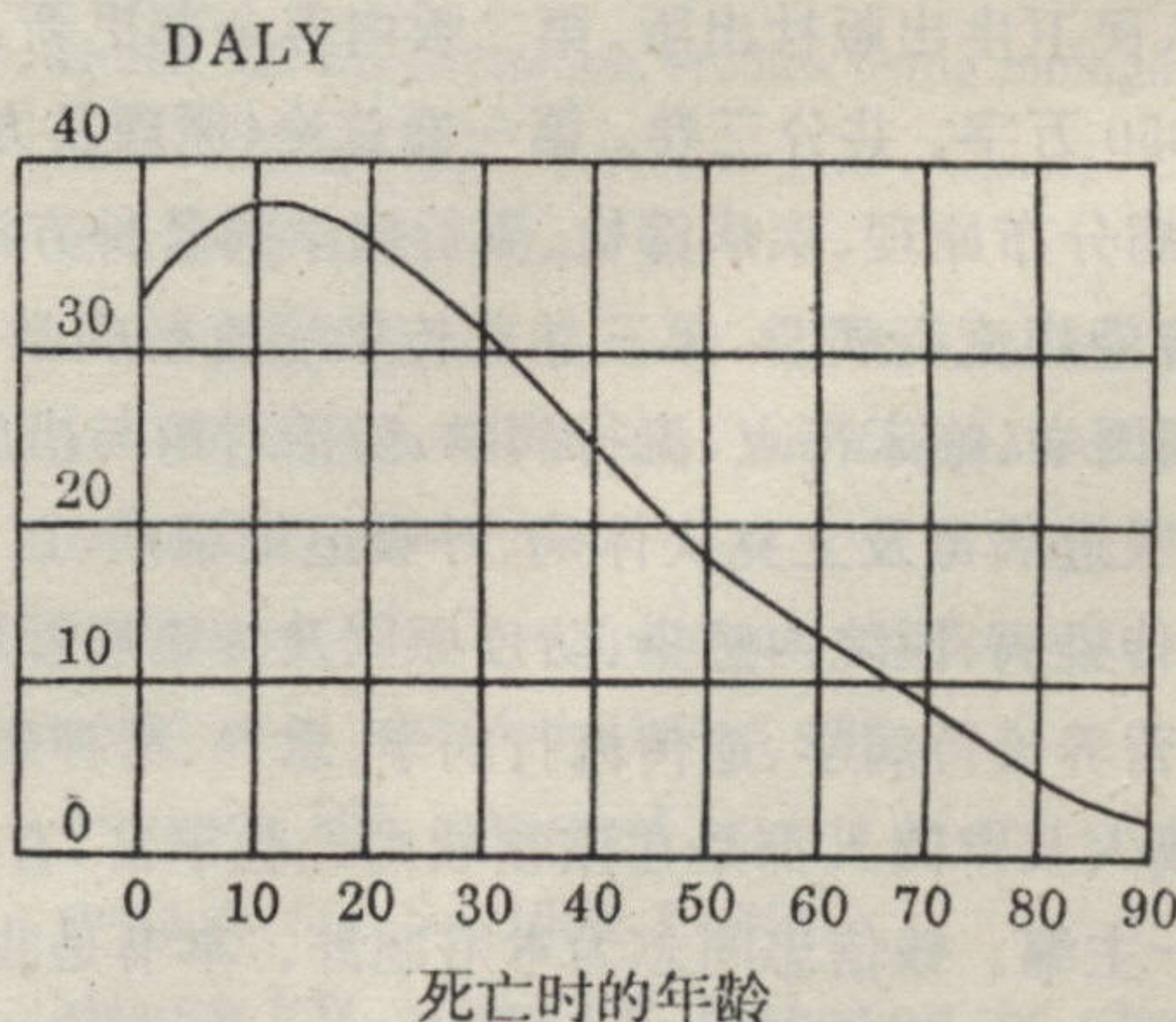
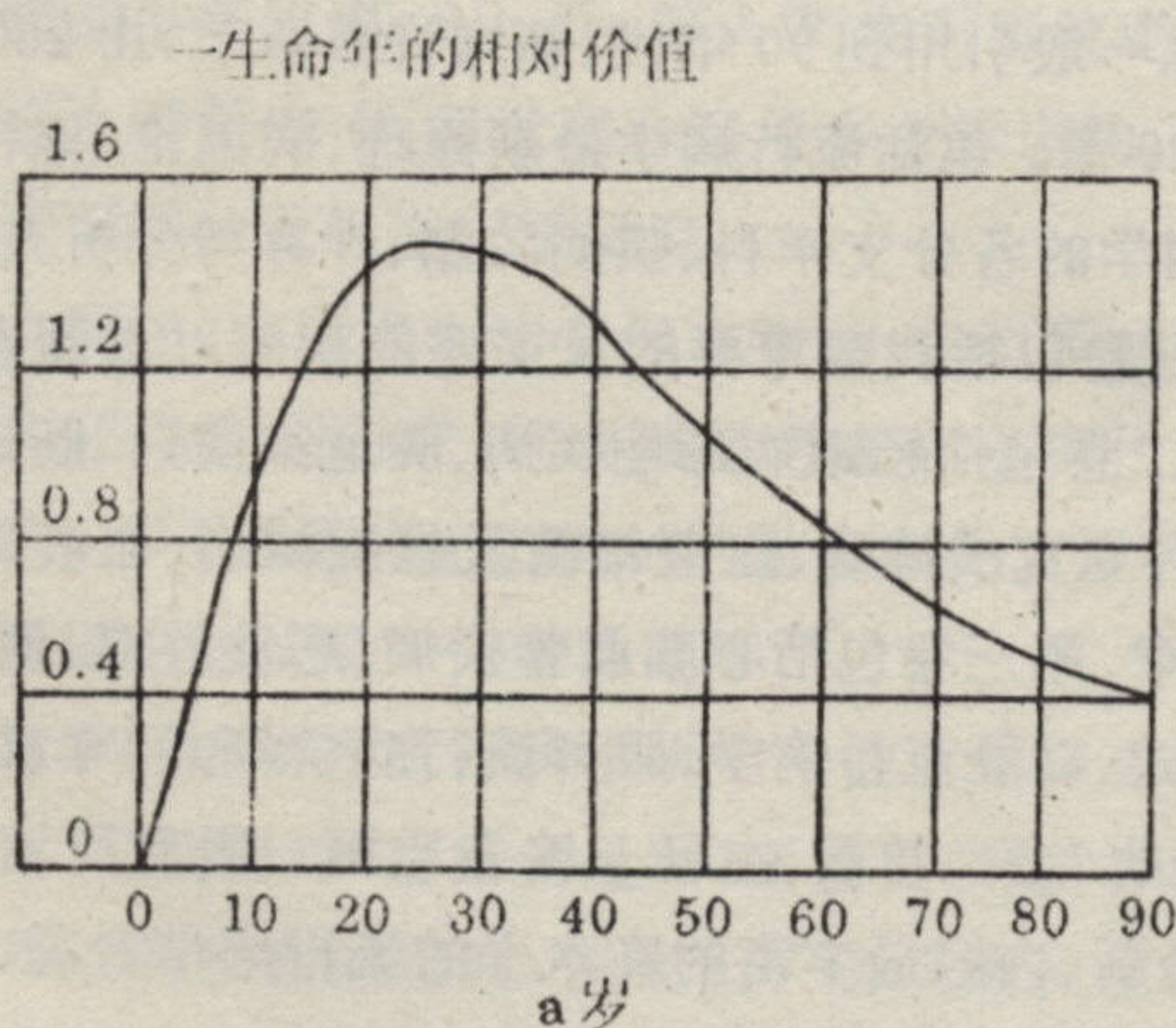
一、DALY 的概述: DALY 是计量地计算各种疾病造成的早逝与残疾对健康生命年损失的综合指标。DALY 设计的构思十分新颖。众所周知,疾病给

人类健康带来的危害包括早逝与残疾(暂时失能与永久残疾)两个方面,早逝与残疾的共同点是减少了人的健康寿命,计量地计算一个地区每个病对健康寿命所造成的损失,就可以科学地说明当地哪种病危害健康大,哪种病危害健康小,找出当地的主要卫生问题。这样,就从医学机理上科学地对发病、失能、残疾、死亡进行了巧妙的综合。应当认为,不同年龄的生命价值不是等价的,健康生命的现在损失与将来损失也不等价。一般来说,培养多年的青年生命价值大于老年和儿童。各年龄每一生命年的相对价值,用指数函数模型来表示。

$$RV = Ka \exp(-Ba)$$

式中 RV 为生命年的相对价值, a 为年龄, B=0.04, K 为选用的常数。该函数由出生时的零急速上升至 25 岁时的最大值,然后又逐渐降至零。

由于现有伤病对健康的危害过程可长达数年,甚至数十年之久,因而需要决定如何为相对于现在的未来定值。本报告采取轻度的厚今薄来的考虑,使用了每年 3% 的贴现率。这样,女性 0 岁死亡相当于 32.5 个 DALY, 参见附图。



附图 一生命年相对价值与女性死亡而损失 DALY 在年龄上的分布

资料来源:世界银行数据



以国际疾病分类 ICD-9 为基础,找出 109 种主要疾病作为 DALY 的研究病种,这些疾病几乎可以包括全部死亡和 95% 的伤残。依据一个低死亡率人群的死亡情况,制成一个标准寿命表,其 0 岁组的女性期望寿命为 82.5 岁,男性者为 80 岁。因早逝而损失的生命年数则用此表经计算求得。残疾对健康的损失小于死亡,故按严重程度分为六个等级给以不同的残疾权数;残疾权数 0 表示健康,1 表示死亡。比如,第四等残疾程度包括 30% 的痴呆病例和 50% 的失明病例,其残疾权数为 0.6。

二、DALY 指标体系的算法:由 DALY 及其派生指标形成一个指标体系,其中各指标的算法如下。

1. 一种疾病的 DALY:它反映一种疾病负担,即该病所造成的健康生命年的损失。

(1) 首先计算一种疾病的一个病人因患病而造成健康生命年日损失的平均数  $L$ 。

$$L = X + Y + Z + W \quad (1)$$

$$X = C/100 \times [E(A_0) - (Ad - A_0)] \times 365.25 \quad (2)$$

$$Y = C/100 \times (Ad - A_0) \times Dod/100 \times 365.25 \quad (3)$$

$$Z = Q/100 \times E(A_0) \times D/100 \times 365.25 \quad (4)$$

$$W = [100 - c - Q]/100 \times t \quad (5)$$

上诸式中  $X$ 、 $Y$  分别为以死亡为转归者因早逝而损失的生命日数与死前因伤残而损失的健康生命日数,  $Z$  为以慢性伤残为转归者损失的健康生命日数,  $W$  为以痊愈为转归者损失的健康生命日数,  $C/100$  为病死率,  $Ad$  为平均病死年龄,  $A_0$  为平均发病年龄,  $E(A_0)$  为在  $A_0$  岁时的期望寿命,  $Dod$  为从发病到死亡之间的伤残率,  $Q/100$  为非死亡结局者中的伤残率,  $D/100$  为残疾权数,  $t$  为平均伤残期。

(2) 再引入折现率  $K_1$  与年龄权数  $K_2$ , 计算经加权后的  $L$ , 即  $L'$ 。

$$L' = f(K_1, K_2, L) \quad (6)$$

(3) 然后,用下式求一种疾病的 DALY 值

$$DALY = L' \times B/365.25 \quad (7)$$

式中  $B$  为该病的年发病数。

2. 一种疾病在每千人口中的 DALY, 即  $DR$ : 这个指标相当于千分率,用于对比分析(不同地区、不同时间、不同对象)。

$$DR = DALY \times 1000/P \quad (8)$$

上式中  $P$  为该地年平均人口数。

3. 总 DALY 值, 即  $TD$ : 计算 109 种疾病总的疾病负担, 用下式:

$$TD = \sum_{i=1}^{109} DALY_i \quad (9)$$

4. 每千人口的总 DALY 值, 即  $TDR$ : 这个指标用于不同地区、时间、对象总疾病负担的对比分析。

$$TDR = TD \times 1000/P \quad (10)$$

5. DALY 的构成比, 即  $DP$ : 这个指标反映某疾病的 DALY 值占总 DALY 值的比重大小。

$$DP = DALY/TD \quad (11)$$

6. 挽回一个 DALY 所需的成本: 进行成本效果研究, 计算不同疾病、不同对策措施挽回一个 DALY 所需的成本, 单位为美元/DALY。据此来确定优先控制的疾病与择优选择最佳的对策与措施。

$$CD = CO/DA \quad (12)$$

式中  $CO$  为采取某干预措施控制某病所需的成本(美元),  $DA$  为该干预措施所挽回的 DALY 值。

三、DALY 的应用: DALY 指标体系对宏观地认识疾病和控制疾病十分重要。世界银行与世界卫生组织已成功地应用它计量地测定全球疾病负担和医疗卫生干预措施的有效性。以下列举几个实例来说明。

例 1: 表 1 为 1990 年世界各地 DALY 损失分布, 试进行分析。

表 1 1990 年世界各地 DALY 损失的分布

	全世界	撒哈拉以南非洲	印度	中东伊斯兰教地区	亚洲其他地区及岛屿	拉美和加勒比地区	中国	欧洲前社会主义国家	已建立市场经济国家
人口(百万)	5267	510	850	503	683	444	1134	346	798
传染病、妇科及围产期疾病	45.8	71.3	50.5	51.0	48.5	42.2	25.3	8.6	9.7
肺结核	3.4	4.7	3.7	2.8	5.1	2.5	2.9	0.6	0.2
STD 和 HIV	3.8	8.8	2.7	0.7	1.5	6.6	1.7	1.2	3.4
腹 泻	7.3	10.4	9.6	10.7	8.3	5.7	2.1	0.4	0.3
可用接种预防的疾病	5.0	9.6	6.7	6.0	4.5	1.6	0.9	0.1	0.1
疟 疾	2.6	10.8	0.3	0.2	1.4	0.4	*	*	*
寄生虫病	1.8	1.8	0.9	0.4	3.4	2.5	3.4	*	*
呼吸道传染病	9.0	10.8	10.9	11.5	11.1	6.2	6.4	2.6	2.6



续表 1

	全世界	撒哈拉以南非洲	印度	中东伊斯兰教地区	亚洲其他地区及岛屿	拉美和加勒比地区	中国	欧洲前社会主义国家	已建立市场经济国家
母亲感染	2.2	2.7	2.7	2.9	2.5	1.7	1.2	0.8	0.6
分娩前后感染	7.3	7.1	9.1	10.9	7.4	9.1	5.2	2.4	2.2
其他	3.5	4.6	4.0	4.9	3.3	5.8	1.4	0.6	0.5
非传染性疾病	42.2	19.4	40.4	36.0	40.1	42.8	58.0	74.8	78.4
癌症	5.8	1.5	4.1	3.4	4.4	5.2	9.2	14.8	19.1
营养缺乏症	3.9	2.8	6.2	3.7	4.6	4.6	3.3	1.4	1.7
神经性精神病	6.8	3.3	6.1	5.6	7.0	8.0	8.0	11.1	15.0
脑血管病	3.2	1.5	2.1	2.4	2.1	2.6	6.3	8.9	5.3
局部缺血性心脏病	3.1	0.4	2.8	1.8	3.5	2.7	2.1	13.7	10.0
肺梗阻	1.3	0.2	0.6	0.5	0.5	0.7	5.5	1.6	1.7
其他	18.0	9.7	18.5	18.7	17.9	19.1	23.6	23.4	25.6
外伤	11.9	9.3	9.1	13.0	11.3	15.0	16.7	16.6	11.9
车祸	2.3	1.3	1.1	3.3	2.3	5.7	2.3	3.7	3.5
有意伤害	3.7	4.2	1.2	5.2	3.2	4.3	5.1	4.8	4.0
其他	5.9	3.9	6.8	4.6	5.8	5.0	9.3	8.1	4.3
总计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
百万 DALY	1362	293	292	144	177	103	201	58	94
相当于婴儿死亡数(百万)	42.0	9.0	9.0	4.4	5.5	3.2	6.2	1.8	2.9
每千人的 DALY	259	575	344	286	260	233	178	168	117

\* 不足 0.05%, STD 性传播疾病, HIV 人类免疫缺陷病毒

资料来源:世界银行数据

首先看表 1 的末行每千人的总 DALY 值, 全世界为 259, 但不同国家与地区间差异较大, 撒哈拉以南非洲每千人 DALY 损失为 575, 是全球平均值 259 的 2.2 倍, 印度、中东伊斯兰教地区以及亚洲其他地区和岛屿的损失值均在 250 至 350 之间。中国、欧洲前社会主义国家、拉丁美洲和加勒比地区 DALY 损失值在 150 至 250 之间, 已建立市场经济的国家疾病负担最低, DALY 损失值为 117。再联系感染性疾病(传染病、妇科及围产期疾病)、非传染性疾病、外伤三大类疾病 DALY 值所占总 DALY 的构成比来看, 疾病负担水平愈高, 由传染因素引起的疾病负担比重愈大。在撒哈拉以南非洲, 每千人的疾病负担最大, 其中 71% 是由感染性疾病所致, 而在疾病负担中等的中国, 该比重为 25%, 在已建立市场经济的英、美等国, 该比重仅为 10%。非传染性疾病则显示出相反的格局, 其占总疾病负担的比重, 撒哈拉以南非洲为 19%, 中国为 58%, 已建立市场经济的国家为 78%。尽管在相对负担比重方面存在明显差异, 但在损失的各类疾病每千人 DALY 值方面, 撒哈拉以南非洲的两类疾病皆最大, 而已建立市场经济国家的两类疾病皆最小。很显然, 总的规律是随着卫生条件的改善与疾病防治工作的开展, 所有种类的疾病带来的总负担都会下降, 但疾病负担的分布会明显地

由感染性疾病为主向非传染性疾病为主转移。就全世界而言, 在感染性疾病中, 人类主要是呼吸道感染、消化道感染(腹泻)以及分娩前后的母婴感染; 在非感染性疾病中, 主要是神经性精神病、癌症以及心、脑血管疾病。

例 2: 经对已采取一种或多种干预措施的若干种疾病进行成本效果研究, 结果如表 2, 试说明其对宏观决策的作用。

表 2 若干种已采取干预措施疾病的成本效果分析

成本效果情况(挽回 1 个 DALY 损失所需美元)	疾病名称
低成本(低于 100 美元)	传染病, 围产期疾病, 营养不良, 缺碘, 贫血, 维生素 A 缺乏症, 白内障, 肺癌, 肝癌
中成本(250 至 999 美元)	神经性精神病, 忧郁症, 糖尿病, 局部缺血性心脏病, 慢性肺梗阻, 肝硬化, 成年人车祸
高成本(1000 美元以上)	脑血管疾病, 胃癌

资料来源:世界银行数据, 经作者整理。

确定一个国家或地区应防治的重点疾病, 一方面要优先选择造成疾病负担大的, 另一方面也要考虑防制该病具有行之有效的干预措施, 且低成本高效率最好, 这样就可使有限的卫生资源发挥更大地控制疾病的作用。这也是世界银行确定卫生贷款项



目的重要依据。

例 3:1990 年中国疾病负担(DALY 损失)的分布特征及其有关对策的探讨。从表 1 可以看出,我国每千人的 DALY 值为 178,在发展中国家里是最低的,这说明我国卫生工作已取得了巨大的成就。在总 DALY 的构成比中,传染病与妇科、围产期疾病只占 25.3%,非传染性疾病已占 58%,这在发展中国家里进行由传染病为主向非传染性疾病为主的转变过程是最快速的。但也要清醒地看到,由于我国处于社会主义初级阶段,工农业生产水平低,经济文化不发达,生活水平不高,造成某些传染病发生和流行的环境和条件还广泛存在,水改粪管等卫生治本措施还需一个较长的时间才能解决。性传播疾病又死灰复燃,且有上升趋势。艾滋病这个 20 世纪的瘟疫也正在威胁着我国。由于这些情况,我国传染病在总 DALY 的构成比仍比发达国家高,而且这种情况势必会持续一个较长的时期。由于卫生工作与计划生育工作的开展,我国出生率与死亡率均明显下降,结果导致人口结构向老龄化演变。随着工农业的发展,带来了环境污染问题;人民生活的改善,带来了一些人的行为和生活方式的改变。这一切又引起非传染性疾病负担的增加,若不采取有效的干预措施,势必会有增无减。再分析各种疾病负担在年龄上的分布特征,在 14 岁以下儿童中,传染病、营养素缺乏症(蛋白质、热量、碘、维生素 A、铁等)的负担占这个年龄组 DALY 损失的 60%,这些可用小于 100 美元挽回一个 DALY 的干预措施予以解决。在成年人中,挽回 1 个 DALY 用小于 100 美元的疾病,诸如传染病、肺结核、贫血症、白内障、肺癌等只占成年人疾病负担的 17%。在成年人中居疾病负担前五位的是恶性肿瘤、神经性精神病、脑血管病、肺梗阻及局部缺血性心脏病。而忧郁症、肺梗阻及局部缺血性心脏病挽回一个 DALY 需 200~999 美元,多数恶性肿瘤及脑血管病则需 1 000 美元以上。综合考虑以上诸情况并以低成本高效果为所追求的目标,特提出我国疾病

防治的主要决策方向如下。

1. 传染病、妇科及围产期疾病、营养素缺乏症、肺癌应作为防治的重点,因为这些病的疾病负担大,且有低成本高效果的干预措施。

2. 随着人口老化,非传染性疾病的增加,卫生行政部门面临的主要问题是获得一个健康生命年(挽回一个 DALY)的边际成本急剧上升,这意味着必须采用多渠道方式来解决需要更多资金投入的问题。

3. 为了改善未来几代中、老年人的健康状况,必须进一步贯彻预防为主方针,很多消除与改变人的不良行为和生活方式的宣传教育工作要从年轻时开始,采取措施大力加强卫生宣传教育的广度、深度和力度,以减少慢性病发生的频率。

4. 为了使有限资源发挥更大的效益,要注意防制工作与研究工作的策略研究。要注意抓一因多果的问题,采取结合研究与结合防制的策略,抓因治本的策略。比如,吸烟是导致心血管病、慢性支气管炎、肺气肿、肺癌、喉癌、咽癌、口腔癌等癌症及呼吸道感染和胃溃疡等多种疾病的主要危险因素。抓好控制吸烟可起到“一箭多雕”之效。又比如,把艾滋病的防制与其他性传播疾病的防制结合起来,可起到事半功倍之效。

概括来说,DALY 指标体系的用途为:

1. 对全球、一个国家或地区进行动态地健康监测与评价。

2. 对不同地区、不同对象(性别、年龄)、不同病种进行 DALY 分布的分析,可以确定主要病种、重点人群和高发地区。为确定防制与研究的集中点提供了重要信息。

3. 进行成本效果分析,研究不同病种、不同干预措施挽回一个 DALY 所需的成本,以求采用最佳干预措施来防制重点疾病,使有限的资源发挥更大的挽回健康生命年的效果。

(本文承蒙杨功焕副研究员提供部分资料,特此致谢)