

# 肺炎球菌疫苗防治儿童肺炎思路分析

王佳媛, 沈玲\*

上海市金山区山阳镇社区卫生服务中心, 上海

收稿日期: 2025年6月9日; 录用日期: 2025年7月2日; 发布日期: 2025年7月11日

## 摘要

肺炎球菌疫苗(Pneumococcal vaccine, PV)是当前世界范围内普遍采用的预防儿童肺炎球菌感染以及针对该细菌引发的相关疾病的疫苗。肺炎球菌性疾病是全球严重的公共卫生问题之一,也是导致我国儿童发病和死亡的重要原因。临床治疗用药以抗生素为主,但由于抗生素的广泛应用,肺炎链球菌的耐药性问题日益严重。因此,采用肺炎球菌疫苗预防肺炎球菌性疾病并减少细菌的耐药性,尤为重要和突出。

## 关键词

肺炎球菌疫苗, 儿童肺炎, 预防

# Analysis of Pneumococcal Vaccine for Prevention and Treatment of Pneumonia in Children

Jiayuan Wang, Ling Shen\*

Community Health Service Center, Shanyang Town, Jinshan District, Shanghai

Received: Jun. 9<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jul. 2<sup>nd</sup>, 2025; published: Jul. 11<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Pneumococcal vaccine (PV) is widely used in the world to prevent children from pneumococcal infection and related diseases caused by the bacteria. Pneumococcal disease is one of the serious public health problems in the world, and it is also an important cause of morbidity and mortality of children in our country. Antibiotics are the mainstay of clinical treatment. However, due to the widespread use of antibiotics, the problem of drug resistance in *Streptococcus pneumoniae* is becoming more and more serious. Therefore, the use of pneumococcal vaccine to prevent pneumococcal disease and reduce bacterial resistance, particularly important and prominent.

\*通讯作者。

## Keywords

### Pneumococcal Vaccine, Childhood Pneumonia, Prevention

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

肺炎球菌(*Streptococcus pneumoniae*, SPN)是导致儿童感染严重的肺炎、脑膜炎、菌血症等疾病,以及常见的急性中耳炎、鼻窦炎、支气管炎等疾病的主要病原体也是导致我国儿童及成人高发病率和死亡率的重要原因[1]。而人类研发肺炎疫苗已经历了上百年的历史,研发之路也面临着无数的困难和挑战。据记载,从1881年人类发现肺炎球菌这种细菌开始,从未停止探索抵抗肺炎球菌的疫苗,但由于肺炎球菌具有多种血清类型,人类致力于找到可以同时预防由同一个细菌的多种不同免疫学类型引起的疾病,也称作多价疫苗。本文致力于就肺炎球菌疫苗防治儿童肺炎原理及应用进行思路分析[2]。

## 2. 肺炎球菌被发现以及研究的过程

### 2.1. 人类发现并认识肺炎球菌

最早是在1880年,由一位名叫巴斯德的法国生物学家在一位狂犬病人唾液里发现的,然而那时候的他只知道是一种微生物,还不知道这种病菌会导致什么样的疾病[3]。同年,美国的一位军医乔治·米勒·斯坦伯格因为自己患有大叶性肺炎,在自己的唾液里见到了同种病菌。最终在1886年,德国医生艾伯特结合前辈的论文和发现,正式将这种病菌称为肺炎球菌。肺炎球菌在显微镜下约 $1\mu\text{m}$ ,在革兰氏颜色下呈现阳性反应,中间曾多次改名为肺炎双球菌、肺炎链球菌,但最终还是统一简称为肺炎球菌[4]。

### 2.2. 肺炎球菌的致病物质和结构

肺炎球菌表面有一层坚硬的外壳,在高倍显微镜下厚实而闪亮,这层外壳被称为“荚膜”,而这个也是肺炎球菌最主要的致病物质。而荚膜是由多糖组成的,它不仅仅是致病的主要物质,也是病毒的毒力因子,并且也是肺炎球菌的保护性抗原。荚膜具有抗吞噬作用,它在侵袭人体肺部器官时,可以避开人体的各种免疫细胞,利用自身毒力在宿主体内侵袭并且定居和繁殖;肺炎链球菌产生的溶血素可造成细胞溶解,破坏上皮屏障,突破屏障后,肺炎链球菌进入血液,从而导致肺部炎症等一系列相关疾病[5]。但是肺炎球菌类型多样,每种类型的荚膜多糖也不同,相对应的引起的免疫应答也不一样,因此可将肺炎球菌分成不同的血清型,而目前肺炎球菌血清已经有90多种,并且不是所有的血清都能引起感染,据统计,只有30多种肺炎球菌可导致侵袭性肺炎[6]。

### 2.3. 肺炎球菌如何侵袭儿童肺脏

肺炎球菌广泛存在于自然界中,而人类却是其唯一宿主,并且只在人群中传播,它可以在健康人的鼻咽、咽喉以及口腔中存在,甚至长期携带。而儿童的鼻咽携带率更是远高于成年人,尤其是婴幼儿更是被视为该病菌的主要宿主。据相关研究表明,我国5岁以下健康或下呼吸道的儿童,有五分之一到五分之二会携带该病菌[7]。因此,它潜伏在儿童呼吸道内,平日可相安无事,在一定条件下导致发病。当机体营养不良、抵抗力下降、感冒或者其他原因引起呼吸道感染,它就伺机而发,肺炎球菌初期症状隐

匿,与普通感冒相似,因此往往被忽略。肺炎球菌主要由呼吸道飞沫传播,平时咳嗽、打喷嚏、甚至说话都有可能传播,并且肺炎球菌不仅仅是引起肺炎,还可能引起非侵袭肺炎球菌性疾病和侵袭性肺炎球菌性疾病[8]。

## 2.4. 肺炎球菌疾病治疗

首先,肺炎球菌是细菌,在临床中,还是以抗生素治疗为主,大多数情况下也可以控制住病情,但是长期运用下来,尤其是青霉素、头孢类常用抗生素,使其产生了耐药性,这逐渐成为一个严重的问题,且据相关统计,肺炎球菌耐药性也在逐年上升,甚至部分地区的肺炎球菌耐药性比例高达 83.3%,这个统计表明,利用抗生素对付肺炎球菌的方法受到了很大的限制[9]。所以,在药物治疗作用受到限制的情况下,最好的方法还是预防。除了保持良好的卫生习惯和生活习惯,比如饮食营养均衡、适当运动、保证充足的睡眠、及时保持室内空气流通等,最重要的还是接种疫苗预防[10]。

## 3. 肺炎疫苗的研发和使用之路

### 3.1. 肺炎疫苗的起源与发展

肺炎疫苗的研发至今已经有了百余年的历史,它的研发之路更是跌宕起伏,从 1881 年发现肺炎球菌开始,第二年就有人知道提出接种疫苗来抵抗肺炎球菌的感染,但是由于肺炎球菌有多种血清型,必须寻找到这种方法,可以预防由同一个细菌的不同免疫学类型引起的疾病,也就是可以同时针对多种血清型疫苗,这就是多价疫苗[11]。从 1911 年 Wright 首次研发的肺炎疫苗,运用在预防南非矿工中的大叶性肺炎,但是因为其仅仅覆盖 4 种血清型的肺炎球菌,且不良反应大,免疫性较短暂,因此很快就被淘汰了。但是随着纯化的荚膜多糖制备的肺炎球菌多糖疫苗(Pneumococcal polysaccharide vaccine, PPV)的问世,这一局面很快被扭转过来。所谓荚膜,是指肺炎球菌表面的抗原物质,这是人类接种从不同的肺炎球菌菌株中剥离出来的,这些是不同的荚膜多糖,体内自然也会相应地产生不同类型的抗体,而这些不同抗体的有效性也不会被互相影响到。到 20 世纪 30 年代,已经研究出 30 种不同类型的肺炎球菌,这种情况持续到第二次世界大战结束时,数量增至 40 种。到 1945 年,四价 PPV 的有效性已经被重视和证实[12]。

### 3.2. 肺炎疫苗被认可和运用

随着抗生素的滥用,导致细菌耐药性提高,人们逐渐意识到对抗生素耐药性的肺炎球菌菌株不断增多,研究人员也发现,即使抗生素可以挽救生命,但是肺炎的感染率依旧在逐年上升,人们重新将注意力投向肺炎的防治,而肺炎疫苗也重新受到广泛的关注和重视。在 20 世纪 70 年代初,奥斯特里恩教授决定重新退出肺炎疫苗,在美国国立卫生院的支持下,与美国生物学家莫里斯·希勒曼联合开发出第一个十四价 PPV,可以预防 14 种不同血清型肺炎球菌引起的感染,到 1983 年,研发出二十三价 PPV,可以覆盖 23 种不同血清型肺炎球菌。而在我国上市的通用名为二十三价肺炎球菌多糖疫苗(PPV23),主要用于成年人和 2 岁以上高危人群的肺炎球菌性疾病的预防[13]。

### 3.3. 肺炎疫苗在预防儿童肺炎中的运用

我国儿童感染肺炎球菌比例较高,尤其是 2 岁以下儿童,然而普通 PPV 对于 2 岁以下儿童并不能形成好的保护,由于 2 岁以下儿童免疫系统发育不成熟,PPV 不能在他们中诱导出足够的免疫,因此很难在 2 岁以下儿童中产生有效的保护性抗体。于是学者们又研究出了肺炎球菌结合疫苗(Pneumococcal conjugate vaccine, PCV)。PCV 是通过将肺炎球菌荚膜多糖抗原与载体蛋白结合构成,属于 T 细胞依赖性抗原,经过 T 细胞的辅助,达到了更好的免疫效果,很好应对了儿童免疫功能不成熟、不能对单纯多糖抗

原产生免疫应答等相关问题, 从而刺激儿童的免疫系统, 产生足量的保护性抗体, 从而保护儿童, 起到免疫预防的作用, 常用的肺炎结合疫苗有 PCV7、PCV10、PCV13 等[14]。肺炎疫苗虽然不能预防所有类型的肺炎, 但是能显著降低肺炎链球菌相关疾病的发病率和严重程度, 还能产生群体免疫效应。

#### 4. 肺炎疫苗预防儿童肺炎的不足和展望

肺炎疫苗旨在通过科学预防手段, 显著降低了肺炎链球菌感染导致的疾病负担、死亡风险及社会医疗成本, 不仅保护了个体, 还维护了公共卫生安全。肺炎疫苗的问世, 为儿童预防肺炎带来了福音, 然而发展到今日, 仍面临着许多不足之处, 首先就是它的不良反应和安全性问题, 虽然疫苗研究技术越来越安全和成熟, 但是仍有少数儿童出现接种部位红肿、疼痛以及硬结等不良反应, 甚至有乏力、头痛、恶心呕吐、过敏等全身反应; 其次, 疫苗的保护效果存在局限性, 血清型覆盖不全, 而且保护效力差异大, 保护期有限, 需要重复接种或加强; 另外, 肺炎疫苗至今未纳入国家免疫规划, 而且地区供应不均, 出现农村尤其是偏远地区疫苗短缺[15]。然而肺炎疫苗虽然有其不足, 但是它对于预防儿童肺炎, 乃至肺炎链球菌引起的其它疾病, 如重症肺炎、脑膜炎、败血症等一系列疾病都有着重要的价值和意义, 未来通过医学的不断发展, 人们对肺炎疫苗的不断研究, 上述不足也将一一解决和改进, 使肺炎疫苗更加广泛地造福人类。

#### 参考文献

- [1] 黄婷婷, 高锦平, 何洪涛. 肺炎球菌疫苗及其应用[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2010, 33(1): 52-55.
- [2] 周志男, 孙美平. 儿童链球菌性肺炎流行病学研究[J]. 世界临床药物, 2011, 32(12): 713-716.
- [3] 杨小青, 黄英. 儿童重症肺炎的高危因素认识及其对策[J]. 儿科药学杂志, 2010, 16(2): 55-57.
- [4] 童岚. 肺炎球菌疫苗的广泛应用与护理[J]. 中国保健营养, 2012, 22(20): 4831.
- [5] 黄小翠, 崔亚利. 儿童使用的肺炎链球菌疫苗研究进展[C]//中国中西医结合学会. 第一次全国中西医结合检验医学学术会议暨中国中西医结合学会检验医学专业委员会成立大会论文汇编. 成都: 四川大学华西第二医院, 2014: 462-463.
- [6] 王颖童, 王茜, 张文超, 等. 肺炎链球菌疫苗在不同年龄组儿童中应用价值分析[J]. 实用预防医学, 2016, 23(5): 545-547.
- [7] 张学奎, 李红梅, 刘发元. 23 价肺炎球菌疫苗预防儿童肺炎的效果分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2017, 39(1): 103-105.
- [8] 王静静. 600 例学龄前儿童计划外疫苗接种现状分析[J]. 河南医学研究, 2020, 29(6): 1044-1046.
- [9] 罗玉萍, 黄攀樾. 抗生素联合肺炎链球菌疫苗对小儿肺炎链球菌相关疾病的疗效及安全性[J]. 吉林医学, 2020, 41(4): 913-914.
- [10] 高洁, 周中干. 肺炎儿童的肺炎球菌携带和血清型分布[J]. 中国社区医师, 2021, 37(17): 112-113.
- [11] 叶青. 守护儿童免受肺炎球菌侵袭[N]. 科技日报, 2021-12-09(008).
- [12] 宁婧, 张勇勤, 蒋冠华, 等. 家长对未成年子女接种新冠肺炎疫苗犹豫影响因素研究进展[J]. 中国学校卫生, 2022, 43(4): 627-631.
- [13] 佟月娟, 姚开虎, 俞桑洁, 等. 上呼吸道感染患儿肺炎链球菌血清群/型及耐药分析[J]. 中国计划免疫, 2007(1): 75-78.
- [14] 乔虹. 幼儿及儿童使用的肺炎链球菌疫苗研究进展[J]. 国外医学. 药学分册, 2005(4): 254-257.
- [15] 元晓, 赵根明, 姜庆玉. 肺炎链球菌疫苗的研究进展[J]. 国外医学(微生物学分册), 2004, 27(1): 25-28.