

卫生防疫检验

(细菌检验)

上册

江西省卫生防疫站

卫生防疫检验

(细菌检验)

何晓青 主编

宋元锟 李显英 罗衡生 沈慧灵编

上册

江西省卫生防疫站

内 容 提 要

本书第二版内容有常见细菌的分类、病原细菌学检验、卫生细菌学检验、以及细菌学技术基础等四篇，分上、下两册出版。主要介绍卫生防疫细菌检验的常规试验方法、各项试验的基本原理和经验介绍。重要的内容都根据从一九七二年第一版出书以来到一九七九年为止的进展情况作了修订和充实，特别是新增了第一篇常见细菌的分类，引用了现代科学成果，阐述了细菌分类学新的理论和方法。适合各级卫生防疫站、医院、外贸商检、卫生检疫、兽医等部门细菌检验人员参考之用。

卫生防疫检验(细菌检验)

第二版 上下两册

何晓青 主编

*

江西省卫生防疫站

邮 政 编 码：330046

江西新华印刷厂印刷

*

1980年9月出版

第 二 版 序

一九七二年我省各级卫生防疫站恢复重建时，我们曾编印出版了《卫生防疫检验（细菌检验）》一书，作为各级卫生防疫站细菌检验工作的常规方法和业务辅导材料，发至我省各级卫生防疫站，并分送各兄弟省、市卫生防疫站进行交流。此书当时曾对全省卫生防疫站细菌检验工作的开展和建立科学的工作程序起到了一定的作用。

自本书第一版出版至今，已有八年。由于近年来科学技术的突飞猛进，这一操作常规已不能满足当前日益提高的需要。同时我们在这一段实际工作中也积累了一些经验。这就是修订编写本书第二版的主要依据。

卫生防疫站细菌检验工作中一个十分重要的问题是对有关的病原菌和非病原菌作出正确的分类鉴定，因此在我们的工作中，细菌分类学的原理和方法就显得特别重要。正确的分类鉴定取决于正确的分类方法，而正确的分类方法只有在科学的分类学理论的指导下才得以建立和渐趋于完善。

晚近十几年来，细菌分类学的理论发展极为迅速。诸如细菌细胞的细微结构、细菌的比较生化学等为细菌高级分类单位的建立提供了科学依据。又如细胞遗传学的实验研究，为细菌种间和种内关系提供了大量令人信服的资料。特别引人注目的是 DNA 和 RNA 的同源性试验，现在已成为属间的和种间的分类学关系的主要根据。上述这些内容，我们都结合与医学和卫生防疫有关的细菌作了择要的介绍和论述，其目的主要是作为本书推荐的细菌分类方法的理论基础。在各类细菌的分类学原理中，本书对肠杆菌科的分类论述较详。

由于印刷和装订上的原因，本书分为上、下两册出版。上册为理论部分，下册为方法学部分。在下册中关于各类细菌的分类鉴定都结合上册细菌分类学原理和方法作了修订，特别对各种生化试验的原理和方法、抗原分析方法以及噬菌体和细菌素试验方法作了重要的增补。

本书第二版未涉及医学真菌和食品霉菌检验的内容，读者如有需要，请参阅有关专著。

如上所述，本书第二版的编写是我们的一个初步的尝试，由于经验和水平所限，对于本书存在的缺点、错误，以及内容和编排中的不当之处，希望同志们批评指正。

编 者

一九八〇年七月

上册 目 录

第一篇 细菌分类学原理与方法

第一章 细菌分类学原理(一)

一般的论述·····	(1)
第一节 细菌的细微结构与分类学·····	(2)
一、细菌细胞的细微结构·····	(2)
二、细菌与蓝绿藻的比较·····	(3)
三、细菌的细胞壁与细菌的分类·····	(4)
四、细菌鞭毛的演化·····	(5)
第二节 细菌的抗原与细菌的分类·····	(5)
一、细菌的抗原·····	(5)
1. 革兰氏阴性细菌的抗原·····	(5)
2. 革兰氏阳性细菌的抗原·····	(13)
3. 胞浆体抗原·····	(14)
4. 芽胞抗原·····	(14)
二、细胞壁抗原的免疫化学分析·····	(15)
第三节 细菌分类中的比较生化学·····	(23)
一、细菌的呼吸酶·····	(24)
二、糖的中间代谢途径·····	(27)
三、糖代谢的终末产物·····	(35)
1. 肠杆菌科·····	(35)
2. 需氧芽胞杆菌·····	(38)
3. 厌氧芽胞杆菌·····	(38)
4. 乳酸细菌·····	(41)
5. 丙酸细菌·····	(43)

第二章 细菌分类学原理(二)

细胞遗传学与分子生物学	(45)
第一节 细胞遗传学与细菌的分类	(45)
一、基因突变	(46)
二、重组	(47)
三、噬菌体和溶原性转换	(52)
四、细胞质遗传因子——质粒	(56)
第二节 分子生物学与细菌的分类	(61)
一、DNA的分子量	(61)
二、DNA的同源性	(63)
1. DNA的硷基组成	(63)
2. DNA相关度	(65)
三、rRNA的同源性	(81)
1. rRNA相关度	(82)
2. rRNA中硷基顺序	(82)
3. 核糖体蛋白质组成分析	(84)
四、酶的化学与酶的免疫学	(88)

第三章 细菌分类学原理(三)

肠杆菌科细胞壁多糖的免疫化学分析	(93)
第一节 沙门氏菌属的细胞壁多糖	(94)
一、沙门氏菌的化学型	(94)
二、O抗原特异性侧链的构成	(94)
三、O抗原的特异性定位	(96)
1. 沉淀抑制试验	(96)
2. 人工抗原	(99)
3. O抗原因子的特异性定位	(100)
四、沙门氏菌的溶原性转换与特异性侧链的改变	(102)
1. E群的溶原性转换	(102)
2. A、B、D ₁ 群的溶原性转换	(105)
3. 沙门氏菌的溶原性转换在沙门氏菌分类学中的意义	(106)
五、沙门氏菌的主干糖与S-T-R变异	(107)

六、O抗原多糖的生物合成与沙门氏菌的系统发生·····	(111)
第二节 艾希氏菌属的细胞壁多糖·····	(114)
一、O抗原和K抗原·····	(114)
1. 免疫化学分析·····	(114)
2. 免疫电泳分析·····	(115)
二、R抗原·····	(118)
第三节 志贺氏菌属的细胞壁多糖·····	(120)
第四节 肠杆菌科属的鉴定展望·····	(123)
一、菌属间的抗原关系·····	(123)
二、沙门氏菌属O-I噬菌体·····	(127)
三、主干糖与属的鉴定·····	(127)

第四章 细菌的分类法

第一节 细菌分类与命名的原则·····	(131)
第二节 细菌分类法的现状·····	(133)

第五章 在医学与卫生学中常见细菌的分类(一)

薄壁细菌门-疵壁细菌门·····	(138)
第一节 需氧的革兰氏阴性细菌·····	(138)
一、假单胞菌科·····	(138)
二、布鲁氏菌科·····	(148)
三、奈瑟氏菌科·····	(154)
第二节 兼性厌氧的革兰氏阴性杆菌·····	(161)
一、肠杆菌科·····	(161)
二、弧菌科·····	(185)
三、嗜血杆菌-巴斯德氏菌类·····	(190)
第三节 螺旋体目·····	(195)
一、螺旋体科·····	(196)
二、脊螺旋体科·····	(197)
三、钩端螺旋体科·····	(197)
第四节 疵壁细菌门·····	(205)
一、盐杆菌科·····	(205)

第六章 在医学与卫生学中常见细菌的分类(二)

厚壁细菌门.....	(206)
第一节 革兰氏阳性球菌.....	(206)
一、小球菌科.....	(206)
二、链球菌科.....	(212)
第二节 产芽胞的革兰氏阳性杆菌.....	(218)
一、芽胞杆菌科.....	(218)
第三节 不产芽胞的革兰氏阳性杆菌.....	(224)
一、乳酸杆菌科.....	(224)
第四节 分枝杆菌目.....	(229)
一、分枝杆菌科.....	(229)
二、棒状杆菌科.....	(230)
附录一 常见细菌分科分属检索表(1979).....	(236)
附录二 细菌名称对照表.....	(243)
附录三 考夫曼-怀特沙门氏菌属抗原表解(1979)	(249)

第一章 细菌分类学原理（一）

一般的论述

何晓青

细菌分类学是为社会生产实践和科学实践服务的。例如在工农业生产中，需要分离和鉴定与生产有关的细菌；在医学和卫生学的领域里，也需要分离和鉴定病原菌以及与卫生学有关的细菌。细菌分类学就是细菌分类与鉴定的科学。

毛主席说：“马克思主义者认为人类社会的生产活动，是一步又一步地由低级向高级发展，因此，人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面”。

细菌分类学的发展过程也是这样。

这门科学是在十九世纪末叶，随着显微镜的发明而开始兴起的，至今已有一百多年的历史。细菌分类学的工作是从形态学开始的，例如观察细胞的形状、大小、染色性，细胞的附属物：芽胞、鞭毛等。由于细菌是单细胞的，很小，形态学的指标很快就不够用了，于是采用一些生化学的指标来进行细菌的分类，如糖发酵的能力、氨基酸的代谢产物等等。细菌的生化反应能力是属于细菌生理学范畴的。当时采用这些指标作细菌的分类时只不过是一些外部的现象，并没有搞清楚各类细菌之间的内部联系。

直到1950年以后，由于生物科学技术的迅速发展，大大地推动了细菌分类学的发展。电子显微镜的发明，使得我们可以观察到细菌细胞内的细微结构，使得形态学的研究深入了一步。利用免疫学的反应来测定细菌细胞的成分，如表层抗原、细胞壁抗原、胞浆抗原、鞭毛抗原、纤毛抗原、芽胞抗原等，也是细菌分类学中的一项重要方法，后来又发展到测定这些抗原的化学组成，形成了免疫学中的一个新的分支，即免疫化学，使得我们可以在各类抗原群之间找出它们的亲缘关系。从细菌对于糖的中间代谢途径的研究，使我们对假单胞菌科、弧菌科、肠杆菌科这三个科之间的关系有了新的认识，这在细菌分类学的历史上是一件很重要的事情。这样，就从细菌生理学进到了生化遗传学，从遗传学的角度来考查细菌的系统发生。细菌的遗传学沿用了细胞遗传学的一些特殊的研究方法，如基因

突变、基因重组（包括杂交、转导、转型等），这是称为染色体遗传学的，又如溶原性、细菌素原性、R因子等，这是称为细胞质遗传学的，以上统称为形式遗传学，对于搞清楚一些亲缘关系较近的种类有重要性。特别要指出的是分子生物学的几种技术方法，如DNA、rRNA同源性测定，对于阐明细菌的亲缘关系——无论是近缘的或是远缘的，都非常重要。还有，电子计算机的应用在细菌分类学中形成了一项新的研究方法——数值分类法，为分类学指标的选择和应用提供了一个非常良好的工具。

本书第一章至第三章介绍细菌分类学原理的进展概况。

第一节 细菌的细微结构与分类学

一、细菌细胞的细微结构

动植物的细胞在显微镜下具有可见的细胞核，具有核膜，与细胞浆隔离开。细菌的细胞没有可见的细胞核，在它们的细胞浆里含有核质，但没有核膜，这是与动植物的细胞不同的。细菌核质的成分为脱氧核糖核酸，与高级生物细胞中核的基本成分相似，故称为“原核”。高级生物细胞的细胞核，则称为“真核”。

连接细菌细胞浆的是一层胞浆膜，再外面是细胞壁。胞浆膜上有不同形状的螺旋状管状物向胞浆内突起，从动植物细胞分离的胞浆膜则没有这样的构造。并非所有细菌细胞均能见到这一结构，但这一结构是细菌细胞所特有的。它们可能与形成分隔、染色质体的分裂和形成芽胞有关。

光合细菌的细胞内具有特殊的小泡，称为载色体（chromatophores），其中充满光合色素。与植物细胞内的叶绿体是紧连在细胞膜上的不同。细菌的载色体仅在光下生长时形成。

细菌能量储存的形式为磷酸或类脂复合物、多偏磷酸盐和多聚- β -羟基丁酸盐。多偏磷酸盐不仅见于细菌，而是所有原生生物（Protista）所共有的，包括霉菌、藻类和原虫。多聚- β -羟基丁酸盐大量地分布于细菌细胞内，其他生物细胞内一般不含有。

细菌细胞中的核质具有以下特征：

（1）在生长期的细菌，细胞浆为嗜硷性的。核质的染色必须用盐酸预处理，用Feulgen法染色，并用相差显微镜观察，否则不能看到。

（2）这种核质，称为染色质体（chromatin body）。在细菌生长周期中，并非任何时间均可看到染色质体。必须于形成网状组织时于细胞浆的中心才可看到。在静息细胞中则可见到单个的染色质体。细菌的染色质体在繁殖期以单

倍体的形式存在，一般只在重组合时出现暂时性的二倍体细胞。而高级生物的细胞则一般处于二倍体状态，只在配子细胞中暂时性的出现单倍体。

(3) 大多数生活的细菌，其DNA与硷性蛋白相连结。

(4) 电子显微镜观察表明核浆不具有核膜。

胞浆体外有一个特殊的细胞壁，使细菌具有一定的形状和强度，其组成为蛋白一类脂一多糖。与细菌的细胞壁不同，植物细胞的细胞壁成分为纤维素，霉菌细胞的细胞壁成分为几丁质。现已知木胶醋酸杆菌 (*Acetobacter xylinum*) 和胃八叠球菌 (*Sarcina ventriculi*) 可分泌纤维素到外环境中。

细胞壁上有一层粘肽复合物，它们由丙氨酸、谷氨酸、赖氨酸或二氨基庚二酸 (两者常同时存在)、和少量甘氨酸、天冬氨酸、丝氨酸、苏氨酸组成。连接碳水化合物的一半为N-乙酰氨基已糖和壁酸 (3-O-碳乙基-D-氨基葡萄糖) 构成主干。特殊的氨基糖成分——壁酸和氨基葡萄糖是形成粘多糖的基础。在许多革兰氏阳性菌中，这种粘肽和粘多糖 (这种复合物称为肽聚糖) 几乎组成了全部的细胞壁，它们对溶菌酶和青霉素敏感。当青霉素存在时，大肠杆菌的细胞壁失去其原有的强度，除去青霉素时又可恢复原状。它们并不是全部细胞壁的消失。然而有一些培养物可以形成稳定的L形，从生化学和形态学的指标可看出纵然不是失去全部也是失去大部的细胞壁成分。以溶菌酶处理形成的胞浆体和球状体看来不能恢复为正常形体，真正的胞浆体看来是不能繁殖的。它们的稳定性不是直接形成的，而需要进行若干次传代，必须经过多次丧失变异。稳定的L形已知来源于细菌，不明来源的胸膜肺炎类微生物看来至少在形态学上是与其相同的，其繁殖过程也属于同一类型。有理由将胸膜肺炎类微生物归属于细菌内。

细菌的运动依靠鞭毛，它们不同于动植物细胞的鞭毛和纤毛。细菌鞭毛的特征是特别纤细 (100—200 Å)，和具有不同的排列。它们由简单的蛋白质组成，属于角蛋白-肌蛋白群。鞭毛起源于菌细胞，因为胞浆体上仍保留有鞭毛。

滑行运动是贝氏硫细菌纲和粘细菌纲的特征，这也是蓝绿藻的较重要特征之一。滑行的细菌不形成菌鞘。

芽胞是芽胞杆菌属和梭菌属的胞浆产生的一种特殊结构。其他菌属如八叠球菌属、螺菌属、颤螺核菌属 (*Oscillospira*) 和异杆菌属 (*Metabacterium*) 的某些种也具有芽胞。如果颤螺核菌属确属于细菌，那么无疑地芽胞是细菌所特有的。

二、细菌与蓝绿藻的比较

蓝绿藻的运动为滑行运动 (如颤藻属 *Oscillatoria*)，细菌的运动一般为鞭

毛运动。细菌中也有滑行运动的种类,如贝氏硫细菌属和硫丝菌属(*Thiothrix*)。细菌中的无色丝菌属(*Leucothrix*)和藻类中的胶须藻科(*Rivulariaceae*)不但在滑行方面是相同的,且具有相同的菌落特征,只是它不能行光合作用,以与后者区别。

蓝绿藻的中心胞浆含有染色质体,形态学和染色性与细菌的染色质体相同。它们与可见的染色体(chromosomes)不同。切片经电镜观察,其核浆也和细菌的相同。只有柱状项圈藻(*Anabaena cylindrica*)的电子密度异常加强,有所不同。值得注意的是它们具有一种特有的细微颗粒,直径约 $0.25-0.5\mu$,似乎与染色质体有关。但这种颗粒对硷性绿无反应,故又不象是染色质。它们可被汞-溴酚蓝所染色,表明具有蛋白质。

蓝绿藻的细胞壁较细菌复杂。内层与分隔的形成有关,外层与细胞壁的复制有关。与细菌的细胞壁有类似的化学成分,含有二氨基庚二酸,即是说它们也具有细菌细胞壁中的粘肽。

蓝绿藻与其他藻类的关系疏远。其他藻类均有可见的细胞核(具有核膜),它们的细胞壁成分为纤维素。

蓝绿藻与细菌的主要区别如下:

(1) 蓝绿藻行完全的光合作用,它们的光合色素是蓝藻素和叶绿素a,行光合作用时放出氧气,但有一些不行光合作用的变种。细菌一般不行光合作用,但有的细菌也行光合作用。细菌的光合作用与蓝绿藻不同,它们不放出氧气,它们的光合色素也和蓝绿藻不同,没有蓝藻素和叶绿素a。

(2) 蓝绿藻的运动为滑行运动。细菌的运动则为鞭毛运动。

具有滑行运动的贝氏硫细菌纲和粘细菌纲,看来与蓝绿藻类相近。

三、细菌的细胞壁与细菌的分类

革兰氏阳性细菌的细胞壁含有少量氨基酸,不含有芳香氨基酸和含硫氨基酸,类脂含量低,由大量肽聚糖和垣酸构成。革兰氏阴性细菌的细胞壁含有大量氨基酸,并含有芳香氨基酸和含硫氨基酸,大量类脂,少量的肽聚糖(10—20%),革兰氏阳性细菌的细胞壁厚,革兰氏阴性细菌的细胞壁薄。

按照细胞壁的组成,将细菌分为以下三类:

- (1) 革兰氏阳性细菌,
- (2) 革兰氏阴性细菌,
- (3) 无细胞壁的种类——胸膜肺炎类微生物。

四、细菌鞭毛的演化

多数的细菌具有鞭毛，以鞭毛运动。细菌的鞭毛由简单的端生鞭毛过渡到较为复杂的周生鞭毛。鞭毛的演化是一个适应的过程，端生鞭毛是属于水生型的，如假单胞菌科；周生鞭毛则属于陆生型的，如肠杆菌科。从端生鞭毛到周生鞭毛的过渡中，还可以见到侧生鞭毛的类型。有的细菌具有过渡型的鞭毛，例如副溶血性弧菌培养在蛋白胨水中时为端生鞭毛菌，而培养在固体培养基上时则为周生鞭毛菌。气单胞菌和粪产硷杆菌也有类似的情况。

第二节 细菌的抗原及其免疫化学与细菌的分类

一、细菌的抗原

细菌的抗原可分为两大类。一类是可溶性抗原，如毒素、溶血素和酶类，它们不属于细菌的正常结构物质，而是由细胞所释放出来的。另一类是结构抗原，或称菌体抗原（广义的）。细菌的结构抗原主要有鞭毛抗原、纤毛抗原、细胞壁抗原、胞浆膜抗原、胞浆抗原和染色质体抗原，在芽胞杆菌属和梭菌属则还有芽胞抗原。此外，某些细菌表面的荚膜抗原或粘液抗原等也颇为重要。

这里主要讨论细菌的结构抗原。

1. 革兰氏阴性细菌的抗原

血清学鉴定在肠杆菌科的菌型鉴定中甚为重要。菌型之间的抗原关系错综复杂，为了做好菌型鉴定工作，必须对它们的抗原成分有一个清楚的认识。

（1）O和H抗原

于1903年，Smith和Reagh报告了沙门氏菌鞭毛和菌体抗原的不同特性，但此项发现的价值尚未了解。Weil和Felix在此基础上作了变形杆菌抗原构造的研究，首次对菌体抗原和鞭毛抗原的不同引起注意。根据Weil和Felix的工作，变形杆菌培养物表现为两种形体，蔓延形称为H形（mit Hauch）和不蔓延形称为O形（ohne Hauch），H形（更确切地应称为OH形）具有O和H两种抗原，前者是鞭毛抗原，后者是菌体抗原。无鞭毛的形体不含有H抗原。H抗原不耐热，O和OH形的O抗原是耐热的，煮沸2½小时不破坏。要使H抗原完全破坏，必须将培养物煮沸2½小时，短时间的加热仅能被破坏其可凝集性和凝集素结合力，但不破坏其凝集素产生能力。

沙门氏菌属的O和H抗原免疫动物产生不同的抗体。H抗原发生絮状松散的凝集，出现快，容易摇散。与其相比，O的凝集则为颗粒膜状，形成慢，不易摇散。

制备悬滴标本用显微镜直接检查，可以证明H与O凝集的不同。在H凝集，细菌由于鞭毛的粘着而完全固定，形成松散的团块。O凝集系由于细菌两端相粘着而引起，称为极性凝集。这一现象是由Mandelbaum首先发现，他并将显微镜观察凝集反应用于诊断中。极性凝集形成星状、链状和网状等特征，仍保持其动力，在视野内运动，其鞭毛不受影响。

O抗原是多糖复合物，H抗原由蛋白质组成。O抗原和H抗原的种类很多。

抗原的变异现象是经常发生的，血清学诊断中应予以考虑。

S-R变异或S-T-R变异 S形即光滑形，含有O抗原，R形即粗糙形，不含正常的O抗原。R形的菌落形态容易识别，其菌落发暗而粗糙，S形的菌落则闪光而光滑。但是，偶见有血清学为粗糙形而菌落为光滑形，或菌落为粗糙形而含有光滑形的抗原。在实际工作中，菌落形态显然为粗糙形的菌株，在血清学上不含有完全的O抗原。反之，菌落为光滑形的培养物，则不能认为正常的O抗原都是完全发育的。沙门氏菌属常有S-T-R变异发生。T形菌不含有正常的O抗原，而含有另一种耐热性抗原，称为T抗原。T形菌的菌落形态为光滑的，肉眼观察与S形不能区别。乙型副伤寒沙门氏菌和鼠伤寒沙门氏菌的T抗原是相同的，为 T_1 ，而巴累利沙门氏菌的T抗原则与之不同，为 T_2 。T形菌是介于S形和R形之间的过渡的血清学形体。

形体变异 是O抗原的量的改变，通常见于沙门氏菌O抗原1、6和12。

1变异发生于含有O抗原1的某些沙门氏菌型。此抗原于某些菌落内大量存在(++)，而于其他菌落内中等度发育(+)或发育不良(±)。于传代培养时这些形体又发生解离。但是，亦可以保持数代不变。为了识别这些形体，可采用O1因子血清，例如1,2,12的血清经2,12菌株吸收。但在实际工作中，如该菌株经检查不含有山夫顿堡沙门氏菌1抗原以外的其他抗原，就可采用未经吸收的山夫顿堡沙门氏菌血清作O1抗原的假定试验。

6变异。6抗原由 6_1 和 6_2 两个部分抗原组成，其中 6_1 抗原能发生形体变异。这些 6_1 抗原强度发育的菌落，经传代后又能发生进一步的解离。

12变异。12抗原由 12_1 、 12_2 和 12_3 三个部分抗原组成，其中仅有 12_2 抗原发生形体变异。形体变异仅发生于具有 $12_1, 12_2$ 或 $12_1, 12_2, 12_3$ 抗原的型别，仅具有 $12_1, 12_3$ 抗原的沙门氏菌未发现有形体变异发生。具有1和12抗原的培养物，两种抗原的形体变异可同时发生。伤寒沙门氏菌迄今未观察到 12_2 变异，但考夫曼证明

Almon及Stovall的T₂菌株完全不含12₂抗原。这一菌株与伤寒沙门氏菌Ty₂菌株不同，后者具有12抗原的三个部分抗原：12₁，12₂，12₃。同样地，Almon及Stovall的T₄菌株和Weil-Felix的901菌株，均含有12抗原的三个部分抗原。Edwards及Bruner研究了雏沙门氏菌的12₂形体变异，发现其“标准”菌株仅含有少量的12₂抗原，而其“变异”菌株则含有大量此抗原。当菌株的12₂抗原良好发育时，其12₃抗原则为微弱发育，反之亦然。

考夫曼及Rohde又证实了下述O抗原的形体变异：

布雷登尼沙门氏菌：1⁺，17⁻±或1⁻±，17⁺

吉大港沙门氏菌：1⁺，19⁺或1⁻±，19⁻±

渥兴顿沙门氏菌：1⁺，37⁺或1⁻±，37⁻±

密西西比沙门氏菌：1⁺，36⁺，37⁺或1⁺，36⁻±，37⁺或1⁻±，36⁺，37⁻±或1⁻±，36⁻±，37⁻±

卡劳沙门氏菌：6⁺，14⁺，24⁺或6⁻±，14⁻±，24⁻±

鲍克沙门氏菌：6⁺，14⁺或6⁻±，14⁻±

翁德斯太浦沙门氏菌：1⁺，25⁺或1⁻±，25⁻±

Rohde证实了下述O抗原的形体变异：

C₂群：6⁺，8[±]或6⁺，8⁺或6[±]，8⁺

C₃群：8和20抗原

50群：50₃抗原

H-O变异 这种变异是H抗原的消失，变为无鞭毛的无动力的菌株，在自然状态下比较少见。鸡-雏沙门氏菌仅有O形菌，伤寒、乙型副伤寒和鼠伤寒沙门氏菌均已发现了O形菌株，这些变异都是不能复原的。在实验室内利用0.1%酚的琼脂培养基，可使H形的菌株变为O形，但这仅是表型的改变，当移种于不含酚的培养基上时，仍可复原为H形。

位相变异 是H抗原的质的变异。有的沙门氏菌没有位相变异发生，其H抗原只有一个相，称为单相菌。有的沙门氏菌有位相变异发生，其H抗原有两个相，称为双相菌。双相菌的H抗原称为第1相和第2相。在试管内和动物体内，两个相可以交相分生，第1相可以从第2相发生，第2相亦可以从第1相发生。通常在一个培养物内两相并存，但分离单个菌落则常为一个相。一个相转变为另一个相的相对频率因菌株而异。为了获得另一个相，可以采用分离菌落的方法，但常因工作量过大而难以获得理想的结果。在实际工作中常在半固体琼脂内加入已知位相的抗血清，倾注平板或装入U形玻管内，接种该菌株后，已知位相的H抗原受抗血清的影响而使其鞭毛不能运动。但解离出来未知位相的H抗原则可

因鞭毛的运动而使其达到远端。用此法分离未知位相的菌株，称为位相变异试验。

目前我们知道位相变异有三个类型，三类位相变异的不同主要是按照第2相H抗原的种类而定。

Andrews氏的特异—非特异位相变异，第2相H抗原为1抗原复合体，即1,2; 1,5; 1,6; 1,7和 z_6 等。

考夫曼和Mitsui二氏的 α — β 位相变异，第2相H抗原为e,n抗原复合体，即e,n,x; e,n, z_{15} ; e,n,x, z_{15} 。

Edwards和Bruner二氏的位相变异，第2相H抗原为L复合体，即1,w; 1, z_{13} , z_{28} 。这类抗原亦可在第1相H抗原中出现，但L复合体中的另一种抗原1,v则未曾在第2相中出现过。

R相 S-R变异是O抗原的消失，而R相则是正常H抗原的消失。R相亦可自发地产生，或在培养基内经血清的诱导而产生。之所以称为“R相”，并不是由于所用的方法，而是由于用这种方法所得到的最终产物。

考夫曼首先报告了伤寒沙门氏菌的R相。在含有d血清的肉汤中培养伤寒沙门氏菌，获得一个含有j抗原的培养物，这个j抗原不是正常的H抗原，而是属于R相。

胥莱士亥姆沙门氏菌的 z_5 抗原，也是R相。

在正常情况下，马流产沙门氏菌为第2相e,n,x，用血清诱导法可以分离出它们第1相的培养物为a，从这两个相又可以分离出R相的H抗原，与胥莱士亥姆沙门氏菌的 z_5 抗原相似。

过去所称的犬流产沙门氏菌，具有 z_5 抗原，现在认为它是乙型副伤寒沙门氏菌的R相。

纽波特沙门氏菌也可以分离出具有 z_5 抗原的R相菌株。

z_{11} 是甲型副伤寒沙门氏菌的R相抗原。 z_{33} 是明尼苏达沙门氏菌的R相抗原，并与 z_5 抗原相关。 z_{37} 是威契塔沙门氏菌的R相抗原。 z_{40} 是吉韦沙门氏菌的R相抗原，过去称为露特格尔斯沙门氏菌(*S. rutgers*)。 z_{44} 是琴虹沙门氏菌(*S. quihom*)的H抗原，可能是R相。 z_{47} 和 z_{50} 是三河岛沙门氏菌的R相抗原。 z_{48} 是香斑沙门氏菌的R相抗原，过去称为库克沙门氏菌(*S. cook*)。 z_{49} 是婴儿沙门氏菌的R相抗原。

山夫顿堡沙门氏菌在正常情况下是单相菌，但曾反复地遇到该菌具有另五种H抗原 z_{27} 、 z_{37} 、 z_{43} 、 z_{45} 和 z_{48} 中的一种，因而与g,s,t血清不能发生凝集反应。现在认为这五种H抗原都是R相，这些抗原可自发地消失，而变异为典型的山夫顿

堡沙门氏菌，但这种变异是不能逆转的。用血清诱导试验容易使 z_{37} 或 z_{43} 等抗原变为 g, s, t ，但使 z_{27} 变为 g, s, t 则较为困难，常需在含有 z_{27} 血清的培养基内多次反复移种。用 g, s, t 血清诱导，可使其H抗原变为 z_{34} ，这也是R相的抗原，再用 z_{34} 血清诱导，则变为 z_{27} 。现在认为含有 z_{27} 抗原的西姆斯伯利沙门氏菌是山夫顿堡沙门氏菌的R相。

z_{27} 和 z_{43} 抗原亦可在其他菌型中出现。例如哈密尔顿沙门氏菌含有 z_{27} 抗原，以 z_{27} 血清诱导则可以使其H抗原变为 $e, h:1, 2$ 的双相菌。这种变异亦可以自发地发生，现在认为该菌是戈里兹沙门氏菌的R相。

H:10抗原是巴拿马沙门氏菌的R相，过去称为意大利沙门氏菌。H:11抗原是汤卜逊沙门氏菌的R相，过去称为卡尔迪夫沙门氏菌。

上述这些属于R相的H抗原，因为它们不是正常的H抗原，所以都从诊断抗原表中除去。 z_{42} 可能也是一个R相抗原，现在把凡是有 z_{42} 抗原的型别，都合并到相应的菌型中去。

按增补抗原表所载， z_{59} 抗原是波摩那沙门氏菌的第3相， z_{60} 抗原已在亚属Ⅱ的菌型47:r:z₅₃:z₆₀中发现，亦为第3相抗原。这两个抗原均符合考夫曼R相的定义，应从抗原表中删除。

(2) K抗原

根据考夫曼和Vahlne，K抗原包括各种荚膜抗原和表面抗原，它们具有不同的特性。荚膜抗原和表层抗原之间没有显著的界限，而是逐渐过渡的，因此将荚膜抗原和表面抗原一同归属于K抗原。K抗原的命名来源于德文荚膜(Kapsel)，荚膜抗原是K抗原中首先描述的抗原。

在沙门氏菌属中，下述三种K抗原已被证明，即Vi抗原、M抗原和5抗原。

Vi抗原 Felix和Pitt对Vi抗原的发现，为伤寒沙门氏菌的血清学和O不凝集性问题提供了很好的说明。该抗原可通过免疫、凝集和吸收试验得到证明。Vi凝集素可用O不凝集性的伤寒沙门氏菌活菌免疫家兔而获得。加热处理的O不凝集性细菌和活的O凝集性细菌不能引起Vi抗体的产生。Spaun证实了考夫曼关于酒精和当量盐酸对Vi抗原的影响，并证明伤寒沙门氏菌某些特殊菌株的Vi抗原较另一些一般的菌株更为耐热。他进一步发现以伤寒沙门氏菌的加热菌液注射家兔不能获得Vi抗体的产生。热力对菌液的影响很象是由于Vi抗原的溶解所引起，而不是由于此抗原确被破坏。Peluffo报告了Vi抗原的稳定性。他指出伤寒沙门氏菌的Vi抗原不受无水酒精的影响。

V-W变异是伤寒沙门氏菌Vi抗原的变异，O抗原及H抗原不受影响。有Vi抗