

## 智慧之血：抗体，战胜疾病的原则（第二部分）

**关键词：**抗体、克服原则、免疫系统、堕落前、堕落后、身体防御、病菌的起源、免疫学、智能设计、血液中的力量、净化、错综复杂的结构、奇妙的创造、人体设计、冠状病毒

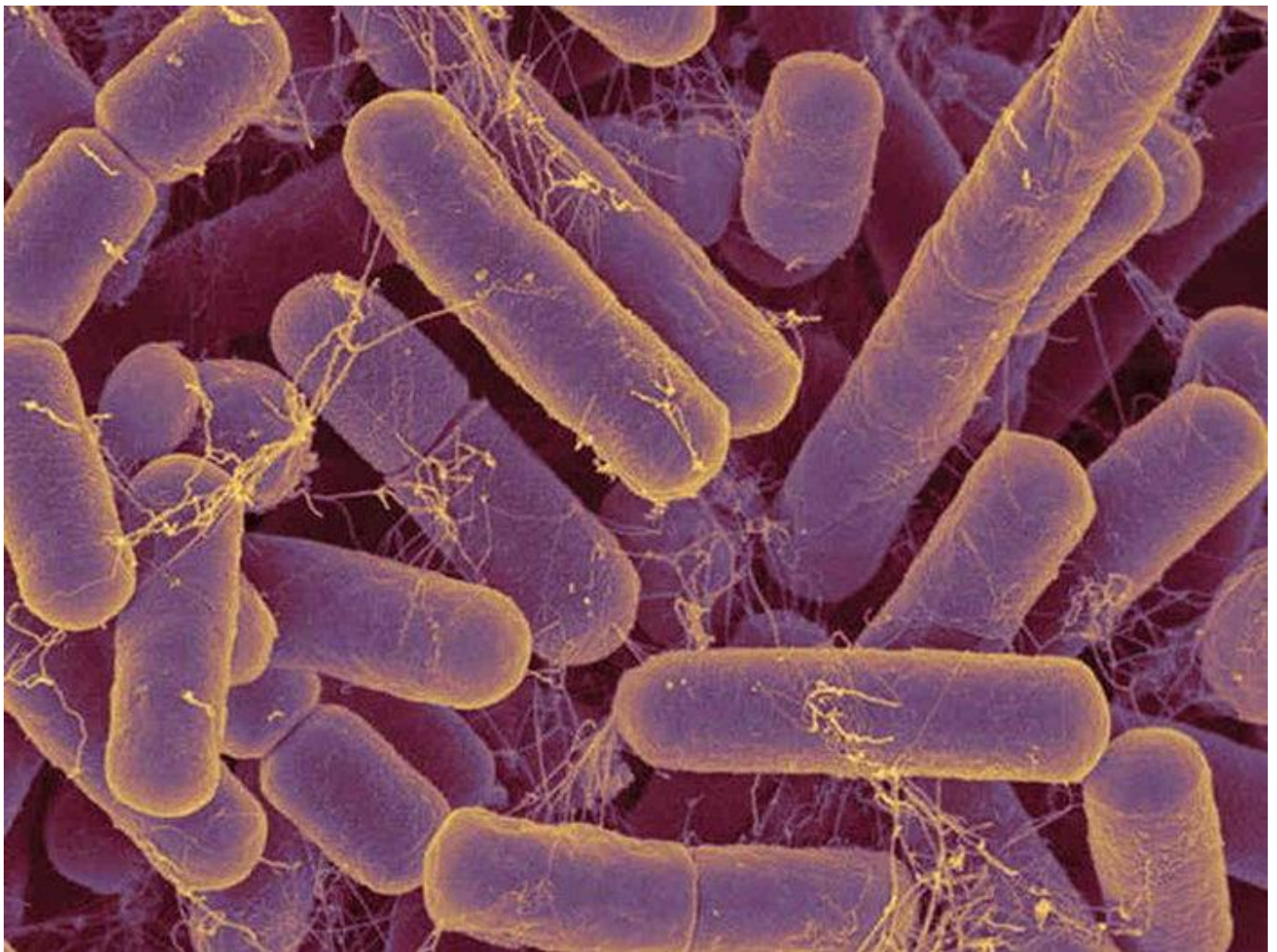
### 介绍

免疫系统的功能远不止“防御”疾病。即使在人类堕落之前，免疫系统的设计初衷就是与微生物相互作用，清除体内衰老、死亡的红细胞和细菌。在堕落之前，免疫系统有助于身体的积极发育；而在堕落之后，它则继续抵御病原体。大多数**创造论**生物学家正是这样看待免疫系统的。

*抗体最可能的衰亡前功能是调节微生物的数量和塑造微生物群的组成。*

抗体在秋季到来之前最可能的功能是**调节微生物的数量并塑造微生物群的组成**。即使是好东西，过犹不及。即使在理想情况下，草木也需要修剪——而放牧的动物会承担大部分这项工作。在人体内，抗体可以用来维持肠道内有益的大肠杆菌的数量在适当范围内。秋季到来之前没有有害细菌，因此需要对细菌数量进行调节。

近期研究表明，宿主抗体通过改变细菌基因表达来塑造肠道微生物群。<sup>1</sup>研究人员发现，肠道分泌的抗体能够促进有益菌的生长。他们发表在《实验医学杂志》(JEM)上的研究表明，免疫球蛋白 A (IgA) 抗体可以改变细菌基因的表达，使不同种类的细菌能够相互协作，形成一个增强机体功能的菌群。



+

图 1. *拟杆菌属*。图片来源：CNX OpenStax（标记为 OSC Microbio 04 03 bacteroide.jpg），来自 [Wikimedia Commons](#)。

据估计，成人肠道每天会产生 2 至 5 克 IgA。IgA 是抵御胃肠道有害致病菌的第一道防线，同时还能促进健康微生物群（即肠道内“有益”细菌群落）的生长。成年人肠道内平均有超过两千种细菌，它们能够改善肠道功能和免疫系统，对人类健康和疾病产生显著影响。即使在人类文明崩塌之前，人类和动物也会利用抗体来调节肠道微生物群。人类肠道中一种重要的细菌——*拟杆菌属的 thetaiotaomicron (B. theta*，图 1) 尤其容易被肠道抗体 IgA 包裹。JEM 团队发现，暴露于 IgA 会导致 *B. theta* 上调两种与其他许多细菌菌株结构相同的蛋白质，即粘液相关功能因子(MAFFs)。

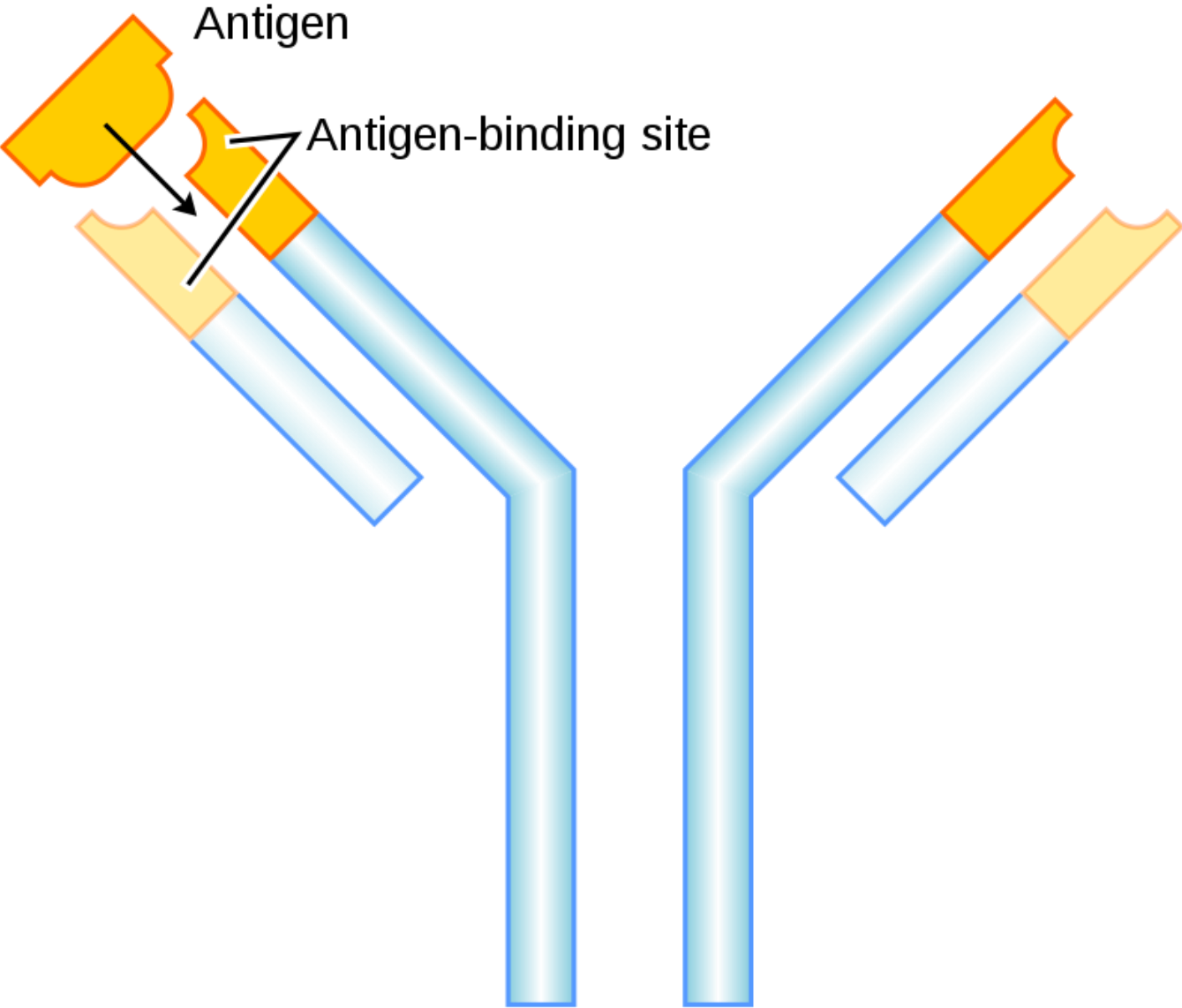
3 这些蛋白质似乎有助于  $\beta$  -芽孢杆菌在肠道黏膜中生长，并产生代谢物，使其他有益细菌，例如梭菌目（肠道细菌分类群）中的细菌，也能茁壮生长。接种了无法上调 MAFFs 的  $\beta$  -芽孢杆菌菌株的小鼠，其肠道菌群发生改变，更容易发生肠道炎症，即结肠炎。

表 1. 五种抗体的简要介绍

类型	财产
IgG	含量最丰富；在血液、淋巴和肠道中循环；在免疫接种中最为显著；胎儿产生的第一种也是主要的抗体；可穿过胎盘；中和病毒和毒素；疫苗二次免疫应答的主要成分；增强吞噬作用

<b>IgM</b>	最大的抗体；存在于血液和淋巴液中，位于 B 细胞表面；是疫苗初次免疫应答的主要成分；具有补体结合作用；能有效凝集（凝固）抗原。
<b>免疫球蛋白 A</b>	主要存在于黏液、泪液、唾液、乳汁等分泌物中；在呼吸道感染中含量丰富。
<b>免疫球蛋白 D</b>	存在于多种细胞表面；促进抗体反应的成熟；B 细胞上的抗原受体
<b>IgE</b>	参与超敏反应和过敏反应；也参与多细胞寄生虫感染。

# Antigens



# Antibody



图 2a. 图片来源: DigitalShuttermonkey (标记为 Antibody illustration.svg), 来自 [Wikimedia Commons](#)。

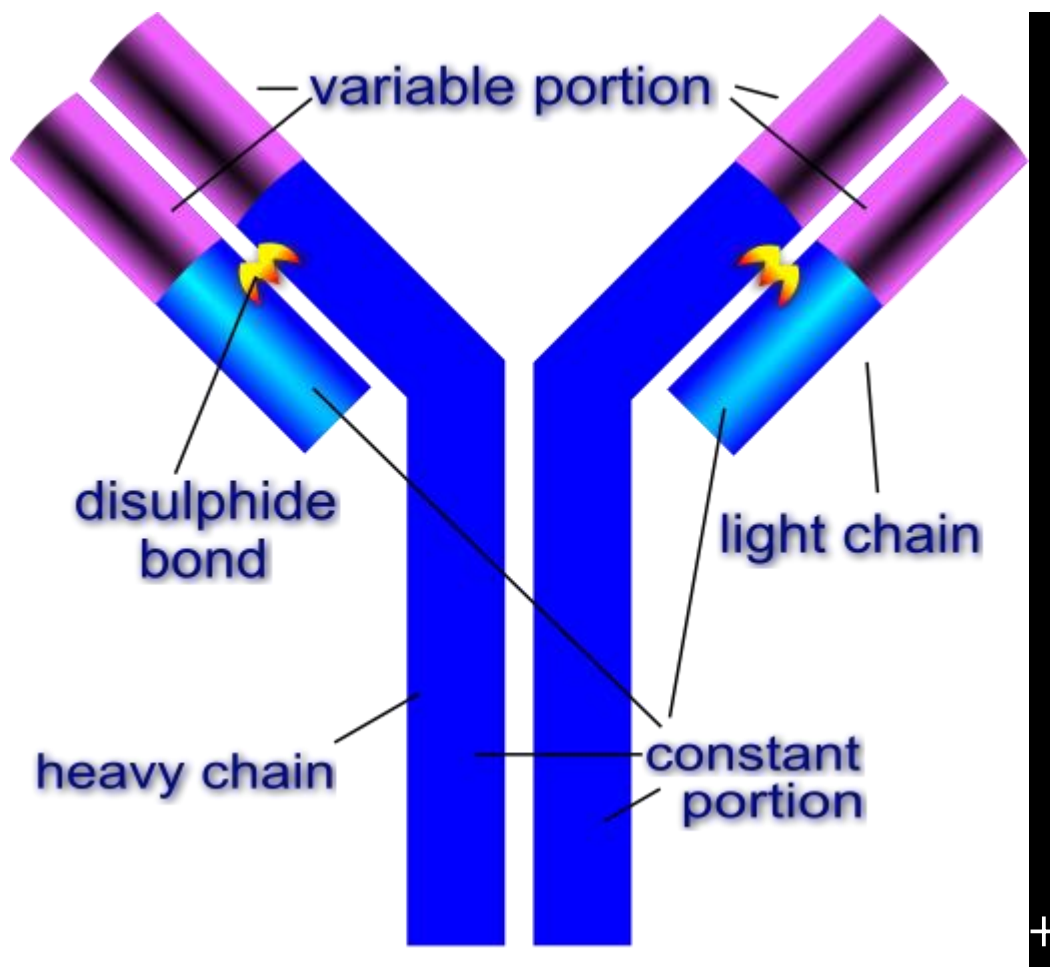


图 2b. 图片来源: Fvasconcellos (标记为 Antibody.svg), 来自 [Wikimedia Commons](#)。

## 抗体

血液、淋巴液和其他体液中存在一种抗体介导的防御机制。在适应性（获得性）免疫中，受体能够识别病

原体，就像一把特定的锁和一把钥匙。抗体就像锁住了战胜每种疾病的秘密；同种疾病的再次感染通常不会造成伤害或只会造成极小的伤害。这种免疫力归功于血液中特异性抗体的作用。B 细胞就像“生物军火库”，能够产生数百万种强效的特异性抗体。在免疫反应中，抗体和辅助性 T 细胞通常协同作用。当被抗原激活后，B 细胞会集体分化，每个细胞都会产生数百种特异性抗体——这些抗体是针对特定抗原产生的蛋白质，能够识别并紧密结合这些抗原（图 2a）。因此，抗体可以帮助中和或摧毁抗原。抗体属于可溶性蛋白质，称为免疫球蛋白（Ig）。免疫球蛋白分为五类，分别命名为 IgG、IgM、IgA、IgE 和 IgD。抗体至少有两个相同的位点，可以与抗原决定簇结合。这些位点被称为抗原结合位点或抗体结合位点。抗体上抗原结合位点的数量称为该抗体的价数。例如，大多数抗体有两个结合位点，因此它们被称为二价抗体。根据设计，每类抗体在免疫反应中发挥不同的作用，并且具有独特的大小和形状。

抗体由轻链（L）和重链（H）通过二硫键连接而成。最常见的抗体是 IgG，它由四条多肽链组成：两条相同的轻链和两条相同的重链。这些链呈 Y 形排列。Y 形两端的序列因抗体而异，这些末端序列使抗体能够特异性地攻击特定类型的抗原。这些末端序列被称为可变区或抗原结合位点，是抗体与抗原特异性结合的

部位，就像钥匙与锁匹配一样。抗体中每条链的其余部分称为恒定区（图 2b）。恒定区的特征决定了抗体的类别（Gillen 2019）。

每种抗体对抗抗原的方式略有不同。例如，IgG 有助于促进吞噬作用。它们通过可变区与抗原结合，并通过恒定区与巨噬细胞结合，然后巨噬细胞吞噬抗原。IgM 是较大的抗体，可形成五抗体复合物，并利用其恒定区激活补体蛋白。有趣的是，IgG 也可以通过这种方式对抗抗原。IgE 首先通过其恒定区与嗜碱性粒细胞结合，从而启动炎症反应。然后，当其通过可变区与抗原结合时，嗜碱性粒细胞受到刺激释放炎症因子。IgA 存在于母乳中，为婴儿提供免疫力。IgD 通常通过简单的结合使抗原失活。

因此，抗体有多种对抗抗原的方式：

1. 直接与抗原结合。
2. 将抗原成组地结合在一起。
3. 激活补体。
4. 刺激吞噬作用。
5. 刺激炎症反应。

**建立和维持应对措施**

当出现新的威胁时，B 淋巴细胞会记住病原体的形状，并迅速赶往最近的淋巴结或淋巴腺，在那里转化为浆细胞，浆细胞就像一座化学抗体工厂。一种特定的抗体亚型针对一种特定的病原体或寄生虫，并储存着对抗该病原体的配方。有时，会出现一种新的抗原，它会“欺骗”人体的免疫反应。这时，细胞必须适应并改变自身的配方，以产生新的组合来对抗威胁。

*抗体的可变区决定它所对抗的特定抗原。恒定区决定它对抗抗原的方式。*

抗体的可变区决定了它所对抗的特定抗原。恒定区决定了它对抗抗原的方式。抗体由 B 细胞（一种特殊的淋巴细胞）产生。抗原-抗体结合会促使这些 B 细胞快速分裂。这个过程被称为克隆选择，因为由此产生的细胞群是由在特定入侵抗原存在下增殖的复制体组成的。当首次接触到它们所特异性识别的抗原时，这些位点会与抗原结合，B 细胞开始增殖。增殖产生两种类型的 B 细胞：浆细胞和记忆 B 细胞。活化的**浆细胞**是直径可达 20 微米的大型椭圆形或球形细胞。它们的形态变化主要归因于粗面内质网（RER）的扩张，RER 必须扩张以提供更大的表面积用于活跃的蛋白质合成。抗体是膜结合的，克隆选择使那些含有识别抗原的抗体的细胞转化为浆细胞。部分细胞会转化为浆细胞，而另一些则会保留为记忆细胞。

抗体被释放到血浆中，以便攻击它们能够结合的抗原。记忆 B 细胞是寿命较长的细胞，它们不释放抗体。相反，它们在体内循环，等待下一次抗原的攻击，使身体能够对同一抗原的再次感染迅速做出反应。这些细胞赋予了免疫系统惊人的记忆能力。

随着每次再次接触相同抗原，不同反应性 B 细胞克隆的数量都会增加，从而产生多克隆反应，并且有效维持的记忆 B 细胞数量也会更多。因此，在二次免疫反应中通常会观察到更强的抗体反应（即更高的抗体滴度），以及对抗原更高的亲和力。同一克隆群体的所有细胞积累都表达多种相同类型的抗体，并且这些记忆 B 细胞能够在体内长期存活，这一事实凸显了它们在疫苗接种和加强免疫过程中的重要功能。以天花为例，已有文献记载 B 细胞的记忆可持续 50 年，而 T 细胞的记忆可持续长达 70 年。

**记忆性 B 淋巴细胞**在骨髓中的三个特定生发中心产生。

记忆 B 细胞在初次免疫应答中比普通 B 细胞产生更强更快的抗体反应，因为它们已经完成类别转换（成熟），并且比未成熟的 B 细胞具有更高的亲和力和更快的反应速度。它们还需要增殖分化为浆细胞，浆细胞由于富含粗面内质网（RER）而具有强大的抗体生成能力。IgG 抗体反应更快、作用更强，能够更好地抵御特定

的病原体和寄生虫。抗体的产生过程展现了精妙、复杂、天意安排的秩序，堪称一项令人敬畏的奇妙设计。

## 主题变奏：上帝：（抗体）多样性的创造者

*免疫学家，例如罗纳德·格拉瑟博士，经常拿抗体多样性的缩写词“GOD”（多样性生成器）开玩笑。这体现了人体惊人的能力，能够制造出抵御入侵病原体和寄生虫所需的防御机制。*

免疫学家，例如罗纳德·格拉瑟博士，经常拿抗体多样性的缩写词“GOD”（多样性生成器）开玩笑。这体现了人体惊人的能力，能够制造出抵御入侵病原体和寄生虫所需的防御机制。格拉瑟博士说，这种机制是“神秘与化学的结合……是分子层面物理学与精妙的结合”（Brand and Yancy 1984, p. 85）。这种多样性有助于应对种类繁多的入侵者（病毒、细菌、真菌、原生动物和多细胞寄生虫）。随着时间的推移，我们面临着无数的威胁。

抗体多样性是基因重排的结果。据估计，目前已知的抗体类型可能超过一百万种。几十年来，免疫学家一直困惑于如此有限的免疫系统基因如何产生如此多种类的抗体。因为与所有蛋白质一样，抗体是由基因决定的，所以人们理所当然地认为，一个人应该拥有一

百万个或更多的抗体基因。然而，基因组专家指出，人类细胞只有大约 35,000 个基因。抗体多样性之谜的答案既精妙又简单，它清晰地指向了智能设计和一位仁慈的造物主。

## 积木

胚胎细胞含有约 300 个遗传片段，这些片段会在每个 B 淋巴细胞成熟过程中进行重组和组合。这个过程被称为体细胞重组或重排，是指基因片段的随机混合和匹配，从而形成独特的抗体基因。这些基因编码的信息随后表达在 B 淋巴细胞的表面受体蛋白上，并在受刺激的浆细胞克隆之后表达的抗体中体现出来。这是一个体细胞重组过程，而 D、V、J 和 C 区免疫球蛋白基因的发现使得抗体具有极大的多样性。根据这一过程，编码抗体轻链和重链的基因片段位于不同的染色体上。轻链和重链分别合成，然后连接形成抗体。重链可以由八个恒定区基因 (C)、四个连接区基因 (J)、五十个多样性区基因 (D) 中的一个以及多达三百个可变区基因 (V) 中的一个组成。从 300 个可变基因中选择一个，并与五个连接基因中的一个和一个恒定基因组合，形成活性轻链基因。删除中间基因后，新基因即可参与蛋白质合成。当这些基因片段连接时，末端转移酶会添加原本未编码的新信息。此时，系统能够产生最大的多样性。所有这些基因重排都在 DNA 水平

上完成。类别转换是一种设计特性，能够将相同的抗原结合位点赋予具有不同功能的类别。在抗体类别转换中，存在一种设计，可以将 B 淋巴细胞产生的免疫球蛋白从一种类型转换为另一种类型，例如，从 IgM 转换为 IgG。在此过程中，抗体重链的恒定区部分发生改变，但重链的可变区保持不变（“可变”和“恒定”指的是靶向不同表位的抗体之间的差异或不变）。由于可变区没有改变，类别转换不会影响抗原特异性。相反，抗体仍然保持对相同病原体（抗原）的亲合力。例如，在新型冠状病毒感染中，第一天会产生 IgM 抗体，但之后由于类别转换，很容易产生针对同一病毒的 IgG 抗体。类别转换发生在 RNA 水平，从而提高特异性和适应性。

这项发现意义重大，因为它挑战了生物学的两大教条：一是蛋白质的 DNA 必须是一条连续的序列（而抗体合成时，基因片段彼此分离，然后再组装在一起）；二是每个体细胞的 DNA 都相同（而不同 B 淋巴细胞的抗体基因可能不同）。现有证据表明，每个细胞中存在超过 600 种不同的抗体基因片段。此外，不精确重组和体细胞突变也会产生额外的多样性。因此，B 细胞产生的抗体总多样性从 100 种到超过 1000 种免疫球蛋白不等。

这种产生大量抗体类型的系统显然是智能设计的产物。我们可以将其类比为古典音乐中的变奏原理。例如，巴赫创作了《耶稣》、《人类渴望的喜悦》和《教堂合唱主题变奏曲》等作品。你可能先听到一段悦耳动听的旋律，然后以不同的方式再次聆听，并得出结论：这是一首编排精妙、技艺精湛的乐曲。自然界也会从“成功”的结构中进行选择，并以各种奇妙的方式进行变异，以求生存，即使在这个堕落的世界中也是如此。正如巴赫创作了优美的音乐，造物主也创作了一种抗体主题的变奏，以保护人体。

### 抗体与冠状病毒疫情的相关性

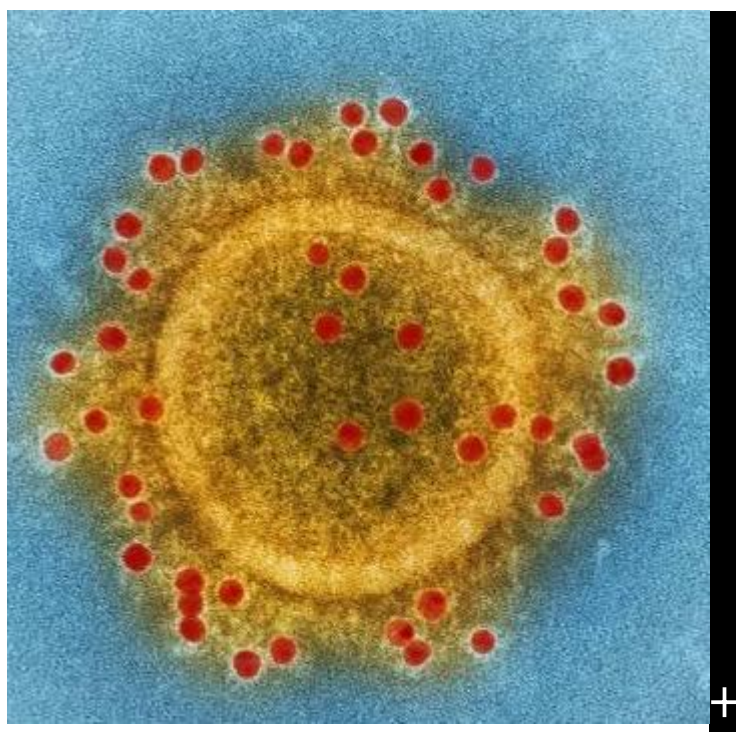


图 3. 冠状病毒（MERS-CoV）病毒颗粒，通过对包膜蛋白进行免疫标记而显示。这些是病毒刺突蛋白上的抗

体，在透射电子显微镜（TEM）图像上进行了数字化着色。图片来源：美国国家过敏症和传染病研究所（NIAID），经美国疾病控制与预防中心（CDC）授权使用。

2019 新型冠状病毒（2019-nCoV）（图 3）疫情最初在中国武汉爆发，目前全球病例正在迅速增加。疫情初期，武汉出现大量病例，有报道称疫情与动物市场存在关联，表明存在人畜传播。最有可能携带冠状病毒的动物是蝙蝠。目前，尚无针对 2019-nCoV 感染的特效抗病毒药物。针对严重急性呼吸综合征（SARS）研发的疫苗以及技术的进步有望加快 2019-nCoV 新疫苗的研发，该疫苗旨在促进人体产生抗体以对抗这种新型冠状病毒。值得庆幸的是，有些人由于自身强大的免疫防御机制而能够战胜这种感染。抗体检测（例如夹心 ELISA）可以帮助我们检测感染情况，从而了解病毒的传播范围，并最终确定真实的患病率和死亡率。速度。

“中国官员公布了这种新型冠状病毒的基因组序列，这有助于诊断，但是，拥有真正的病毒意味着我们现在能够真正验证所有检测方法，并比较它们的灵敏度和特异性——这将彻底改变诊断方式。”……该团队认为，这些努力将有助于开发抗体检测方法——该方法可

以显示人体免疫系统是否已针对该病毒产生反应……根据目前掌握的信息，世界卫生组织认为该病毒的潜伏期为 2 至 10 天。

“抗体检测将使我们能够对疑似患者进行回顾性检测，从而更准确地了解病毒的传播范围，并最终了解真实的死亡率等信息。” 5

## 概括

*随着人体不断战胜病原体和寄生虫，血液中的抗体数量也会不断增加，从而增强人体的免疫力。*

随着人体不断战胜病原体和寄生虫，血液中的免疫力也会逐渐增强，这得益于体内新产生的大量抗体。抗体就像一个秘密武器，能够抵御入侵的病原体。第二次感染通常危害甚微；因此，强大的血液已经战胜了敌人。当微生物病原体或寄生虫入侵血液时，免疫系统便会立即启动。免疫系统的作用如同《星球大战》中的反导弹系统（Behe 1996）。首要任务是识别入侵者。例如，必须区分细菌和血细胞、病毒和结缔组织、疟原虫和肝脾细胞等等。与微生物学家不同，免疫系统无法通过显微镜观察病原体；它们只能依靠“味觉/嗅觉/触觉”来感知病原体。它们拥有如同手指般的抗体臂。这正是人体精妙绝伦的设计的一部分。

人体必须解决与特定入侵者结合的问题，匹配的抗体概率估计只有十万分之一。一个人一生中可能需要数十亿甚至数万亿种抗体类型。

可能存在数十亿种不同的抗体。每种抗体都由一个独立的 B 淋巴细胞产生。抗体产生后，许多浆细胞会像工厂一样大量生产抗体，而记忆细胞则会记住这些信息，以便长期储存，记住曾经遇到的病原体。免疫接种源于爱德华·詹纳和路易·巴斯德的卓越开创性工作：他们解决了人体快速高效免疫反应的时间难题。将人体暴露于减毒或“灭活”的病原体中，可以缩短 IgG 二次免疫反应所需的时间，使人体能够迅速释放大量抗体，抵御入侵者。这种精心设计的免疫反应，考虑到这个充满罪恶的世界，体现了一种仁慈的关怀。它能够记住“病原体”，并迅速做出反应，启动防御机制，从而延长生命。

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，

今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前行。