

细胞模型新假说

A Novel Hypothesis on Cell Model

郑文岭

(广州军区广州总医院 广州 510010)

马文丽

(中国医学科学院、协和医科大学,基础医学研究所 北京 100005)

提要 经典的细胞模型是“积木式”的,难以解释日益深入的分子生物学研究结果。本文将电子学原理与分子、细胞生物学相结合,对细胞模型进行了新的设计。新的模型不仅可以解释现代生物学的各种现象,而且可为“细胞记忆”、分化、转化、“知识的人工输入”等令人关注的课题提供全新的探索性思路。

最早期的细胞概念是由虎克(Robert Hook, 1665)提出的。当时认为,细胞除了膜与核之外,其余部分充填着无定形物质。电子显微镜的问世,发现光学显微镜下观察到的无定形物质并非没有形态,而是包含有各种结构性的细胞器(封二左上图),如线粒体、内质网、高尔基氏器、微粒体等等。

彭曼(S. Penman)等采用不同的方式对细胞进行了电子显微镜的观察。他们将细胞培养于电镜载网上,先用去污剂(Triton X-100)对细胞进行处理,使其可溶性成分被抽提,仅留下结构性蛋白质。将这样的标本进行整装透射电子显微镜(Whole Mount TEM)观察时,可以清晰地显现出细胞中的微管、微丝及中间纤维。这三种成分在细胞中交织走行,构成错综复杂的精细网状结构,如同细胞的骨架,故被统称为细胞骨架(Cytoskeleton)。

微丝、微管是细胞骨架中呈动态变化的结构,进一步采用盐析的方法可以去除这些成分,只留下非常稳定的中间纤维(封二左下图)。经上述抽提过程后,细胞及核的形态均得到保持,但却观察不到经典的细胞器结构。

采用两种标本制作方法,得到两种截然不同的细胞结构。这两种细胞结构的关系如何?值得深入探究。

笔者在进行类似的研究中发现不同种类的细胞,胞质中间纤维网架的构型不同。功能单一的细胞,中间纤维网架相对简单;而功能复杂的细胞,其

中间纤维网架的构型亦相对复杂精密(封二右图),提示中间纤维网架可能与细胞的功能相耦联。

为解释上述现象,根据细胞、分子生物学的最新发展并经过归纳推理,本文提出一全新的细胞模型假说,以期对许多令人费解的生命现象(包括中医的经络理论)作出合理的阐述。为复杂生物学机制的研究提供新的思路。

一、细胞模型假说

笔者认为,细胞最基本的结构是由中间纤维及其相关成分构成的网架。中间纤维在细胞中相互交织走行,构成细胞内网络,具有传导细胞内、外电信息的功能。中间纤维网架构成细胞的基本结构(封三右上图),与核内DNA、核内外RNA通过一定的方式相互作用,协调着细胞的功能。在上述网架的网格中充填着脂质等成分,形成了细胞膜及细胞器等结构。脂质的充填使细胞的功能区域化,并使网架上传递的信息得以彼此绝缘。

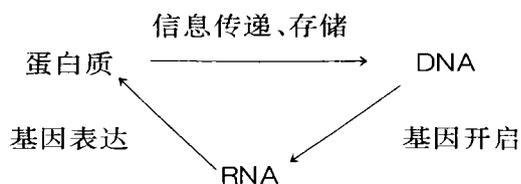
从上述假说可以得到以下的推论:

1. 中间纤维网架在细胞中的结构类似三维的集成电路,其功能方式类同于微型计算机。中间纤维网架的构型决定了细胞的功能,其构型越复杂,细胞的功能也就越复杂,反之则越简单。

2. 外界的信号通过中间纤维传导通路可以直接被细胞核所接收。核中DNA的一小部分起着编

码细胞结构蛋白或功能调控的作用,类似计算机软件。这部分 DNA 主要是单拷贝的结构基因及其顺、反式调控元件,其功能可以通过细胞的有丝分裂而得到稳定的遗传。核中另外一大部分 DNA 分子则以核小体的形式构成电磁存储单位(类似计算机中使用的存储元件——磁环),和细胞内网架一起,行使着细胞硬件的功能。这部分 DNA 主要是高度重复的 DNA 序列。

3. 细胞外的小分子可溶性蛋白质因子可以通过与细胞受体的相互作用,将本身氨基酸携带的信息,以电子信号的形式,通过中间纤维网架传递到细胞的特定部位。其中传递至细胞核的信息,可被 DNA 形成的特殊结构(核小体)接收,并以电磁的形式被记忆。后者还可通过一定的方式,与编码结构或调控基因的 DNA 相互作用,启动或关闭某些基因,使细胞中信息按以下三角法则的形式行使功能。



二、新的细胞模型假说的证据

1. 细胞存在导电通路的证据

细胞中可能存在固定导电通路的实验很早就曾有人报道。检测相邻的细胞,当其中之一受到外界电信号刺激时,该细胞及相邻细胞不同部位接收到传导电信号的强弱表现出很大的差异,提示细胞内及细胞间可能存在特殊的、非随机分布的、固定的电信号传导通路(封三右中图)。(这种结构可能也是经络现象的物质基础。)

由于这种导电通路是非随机性的,因此,最有可能的结构应为胞质中稳定的中间纤维网架。将纯化后的中间纤维蛋白进行导电实验,发现其电导率可比其它蛋白质至少高二至三个数量级(资料正在整理)。量子生物学计算亦表明,一般的蛋白质可具有半导体的性质,通过外来分子提供电子则可转变为导体。事实上,与氨基酸类似的有机高分子、如聚丙烯可以是优良的电导体。近来的研究表明,纳米材料可具有特殊的电物理化学特性。中间纤维直径为 10 纳米,主要化学构成为碳元素,与由碳原子构成的纳米材料富勒氏管具有类似的性质,因此极有可能是细胞中具有高导电性能的结构。

2. 以电子作为信号源的结构基础

曾有人推测过,细胞内信号的传递可能通过孤子波。但从细胞结构上从未找出孤子源以及孤子传递的载体。正常细胞膜存在一外正、内负的膜电位

差。分别与膜内、外相连的导电中间纤维的另端必然也存在有电位差。当特殊分子与中间纤维的游离端搭接后,便可以形成微电流环路(封三左上图 a)。该环路还可通过其它更加复杂的网络构成(如受体等),使细胞内外的信息得以交流(封三左上图 b),从而精细地调节着细胞的功能。所以,膜电位相似于为细胞工作的一个天然电源,为信号的传导提供电子,是细胞内信息能量活动的源泉。

3. DNA 作为电子信号存储介质的证据

计算 DNA 的介电常数,发现 DNA 是自然界存在的介电常数量高的物质,比铁磁高数十倍或更高。这种物理特性,揭示 DNA 除具有编码遗传信息功能外,与细胞的记忆功能密切相关。细胞核 DNA 是以核小体的形式存在的,核小体 DNA 盘绕组蛋白 $1\frac{3}{4}$ 圈形成一螺旋,与计算机内部的存储磁环十分相像,具有以磁的形式记忆外界电信号的结构基础(封三右下图)。细胞从幼稚变为成熟的过程,也是细胞逐渐产生记忆的过程。细胞与外界蛋白质或多肽因子相互作用,可以将蛋白质中包含的相关信息输入细胞,以电磁的形式记忆于核小体 DNA 上。后者通过影响 DNA 的复制或表达等使细胞在其后行使特化的功能时更加快捷、高效。

三、新的细胞模型假说的意义

1. 较原始的细胞模型完备。不仅可以从细胞结构水平解释常见的生命现象,而且可以解释许多令人迷惑的基本生物学难题,如记忆与细胞记忆、生物节律与细胞时钟、受体与受体后信号传递、细胞间通讯与经络机制、细胞分化与肿瘤发生、染色体结构方式与重复序列的功能,等等。新模型基本上可以解释细胞结构与功能的统一。

2. 细胞确实存在有自身的记忆。这里所指的记忆是独立于遗传编码之外的记忆功能。虽然细胞记忆的现象十分普遍,但一直未被明确提出作为细胞的一种功能来研究。神经细胞是特化的记忆功能细胞,它可以通过某种编码机制,使外界信息通过感受器官转换为电位的变化,最后以电磁的形式被存储于核小体上,而在需要时又可将存储的信息以电信号的方式通过轴、树突传递到效应器官,以形成感觉、语言、思维及运动。细胞记忆的存取是一极其快速的过程,难以用机械运动如“钥匙和锁”、结合与解离,或其它化学物理方式如 DNA、RNA、蛋白质的合成与分解等常规简单模式来解释。只有电磁过程才能达到思维的快捷度,因而用新的细胞模型解释上述现象最为恰当。细胞分裂时涉及了核小体的重排,使其上已记忆的信息被抹去,所以新分裂的两个子细胞都是比较幼稚的。神经细胞由于其特殊的功能,特别是位于中枢神经系统的神经细胞,为

保持其本身记忆的稳定性,在出生一段时间后,一般不再进行细胞分裂。所以,直到老年,人们仍能回忆起童年时记忆的事件。神经细胞的这种特化功能,使得人们可能将外界信息(人类已经获得的知识),通过特殊的编码及接口,由体外输入神经细胞中,然后将记忆了大量信息(知识)的神经细胞移植于大脑的特定部位并使之与已有的神经网络相联,使知识得以人工地输入大脑。这种直接获取知识的方式如最后获得证实,将大大缩短人类在学习方面所花费的时间与精力,使人类的寿命得到相对与绝对的延长。在完全探明其工作机制之后,生物细胞可能还可以直接参与生物计算机的构成,实现自然界信息的一体化。

3. 除了特化的神经细胞外,一般的细胞也具有记忆功能,并且记忆的信息不仅可与编码 DNA 相互作用,帮助细胞行使分化的功能,而且还由于核小体磁化后不容易规律排列,故对外界信息记忆越多、核小体的磁化程度越高,也就越不容易进行重新组合、排列,形成染色体,进行细胞分裂也就越困难。因此,幼稚的、没有太多记忆的细胞易于分裂,而成熟的、有较多记忆的细胞不易发生分裂。这种现象在体外组织培养时很常见。功能简单的细胞如成纤维细胞易于传代,生长分裂旺盛;而成熟的、有较多记忆的细胞如神经细胞、肝细胞却极不易发生分裂和体外生长。癌变或转化过程则是由于细胞受到内外强大的非生理刺激后,核小体记忆了大量类同的信息,磁化状态趋于一致,因而易于重新排列形成染色体,进入分裂期,最终不受控制地生长。生物病毒从核苷酸排列方式上与计算机病毒的程序是类似的。病毒感染细胞后,启动自身复制的程序,关闭细胞的工作程序,使核小体记忆大量简单一致的病毒编码序列,使其磁化状态趋于一致。这种情

况有利于染色体的形成,因而细胞易于发生分裂、生长,呈现肿瘤的恶性表征。采用反义 RNA 或 DNA 进行干扰,似乎并未能从根本上去除病毒自身复制的原因。在清楚细胞工作机制之后,通过自然或人工合成的特殊指令(含有指令细胞剪除病毒序列的小分子蛋白质、多肽或核苷酸),将有可能启动肿瘤细胞中剪除病毒 DNA 的机制;同时输入使细胞正常工作的信息,将有可能使细胞重新发生真正的良性分化。

四、结 语

组成生物体含量最大的元素是碳元素,与计算机中心元件中含量最高的硅元素在元素周期表中属同族,含有相同的外层电子数(封三左下图),因而,具有构成半导体元件的基本特征。这种巧合使人们有理由推理,虽然碳元素不易制成无机的半导体元件,但在生物界、有机界或微观纳米世界却是极有可能的。目前的资料也越来越多地证实了这一点。

事实上,计算技术的进化与生物界的进化也有着极其类似的轨迹。第一台计算机 ENIAC 建成时,虽然功能远远不及当今的手提式、笔记本式个人电脑,但却占地三十间、重达三十吨。而在生物进化的恐龙时代,为了生存,恐龙也不得不具有庞大的躯体,才能完成现代小得多的人体所具有的某些功能。从现代电子学基础出发,对细胞的结构与功能机制重新进行探讨,提出细胞结构与功能的新模式,极有可能将生物学研究推向一个新的境界和新的层次,使生命的奥秘得到最终的揭示。

(责任编辑 蔡德诚)

会议动态

着眼于青年,着眼于未来,着眼于创新

——全国首届新学说新观点学术会议叙评

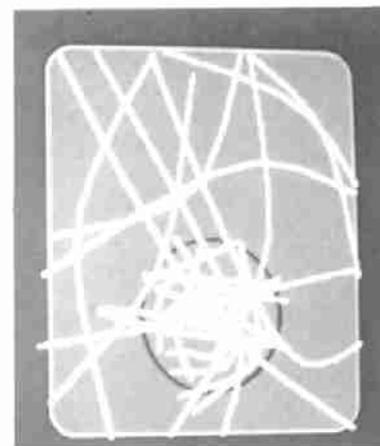
“科学的本质是批判的、创新的,高山为谷,深谷为陵,缺少革故鼎新的精神意味着学术乃至科学生命的终结”。这一铿锵有力、高屋建瓴的科学箴言,是中国科协书记处书记刘恕同志 1993 年 12 月在全国新学说、新观点学术讨论会开幕词中的精辟论述,也是贯穿这次会议始终的宗旨和精神。会议特别强调了要“激励青年科学工作者勇于开拓和创新”;“要为青年人新学说新观点的产生创造良好的学术环境,破除偏见,消除科技界目前普遍存在的‘马太效应’”;要“为青年科技工作者提供平等的学术交流机会,设立专门的较高层次的学术舞台,从而提高青年科技人才的学术地位和学术知名度”。

按照预定计划,这次第一届新学说新观点讨论会是围绕生命科学这一大学科展开的,全国有近百名青年学者、专家带着自己创新性、创见性的约 70 篇论文参加了会议。以庄逢甘、邹承鲁院士为首的一批著名科学家和各方面的领导,抱着对青年学子极大的爱护和期待参加了大会。邹先生在致词中强调“科学研究贵在创新”、“贵在首次”。他鼓励年轻人要发挥聪明才智,要努力做出能为国际同行承认的贡献,要敢于到世界科学舞台上竞争。

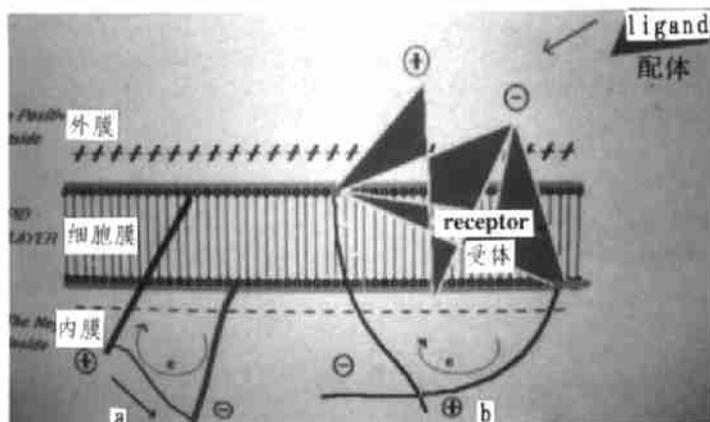
会议是在中国科协学会部与中国生物学会等 16 个全国性学会和省、市科协的协助下,由青年人组办的。与会的百名代表平均年龄为 32 岁。会议征

细胞模型新假说

(参见郑文岭 马文丽 文)

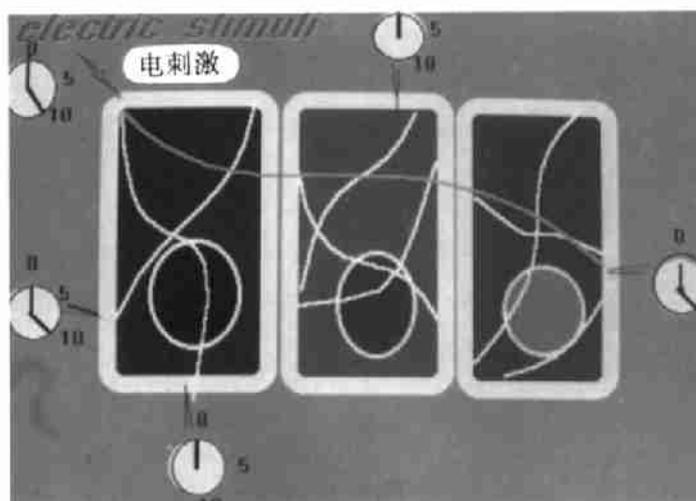


◆细胞的基本结构——中间纤维网架(模式图)

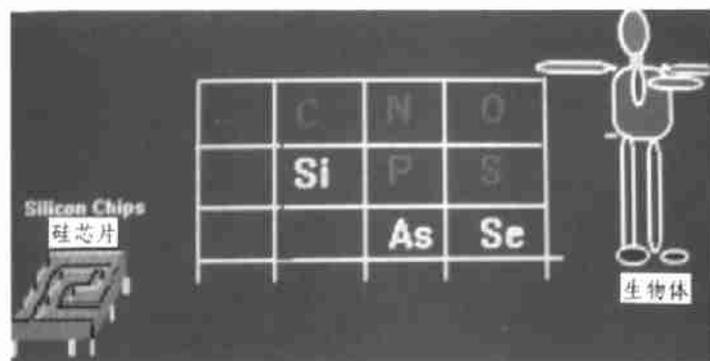


◆细胞膜电位构成天然的细胞电源,为细胞内信息能量活动提供所需的电子

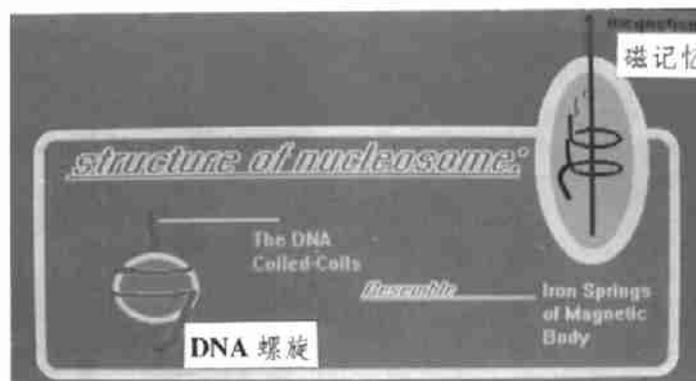
- a: 分别与膜内外相连的中间纤维的另端存在有电位差,当有导电分子搭接后,可以形成细胞内的微电流环路
- b: 膜受体(receptor)与配体(ligand)结合后,可形成更为复杂电流环路,使细胞外的信息直接传导到细胞内特定部位



◆细胞内及细胞间可能存在固定的电信号传导通路(模式图)



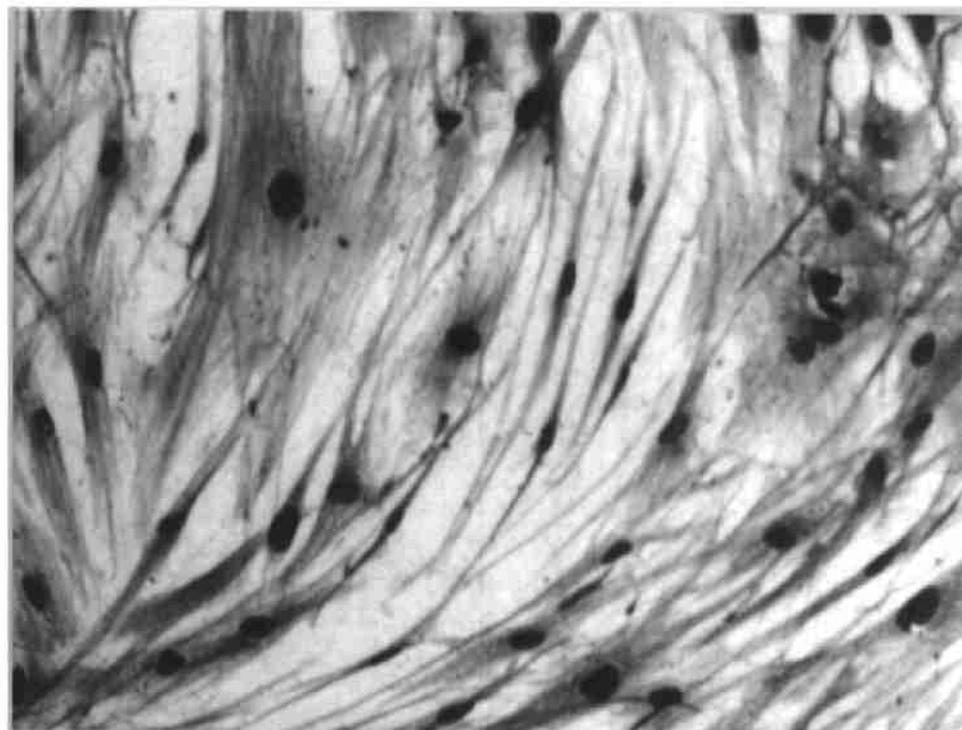
◆构成生物体的中心材料碳(C)与构成计算机的中心材料硅(Si)在元素周期表中位于同族,有可能具有相同的功能机制



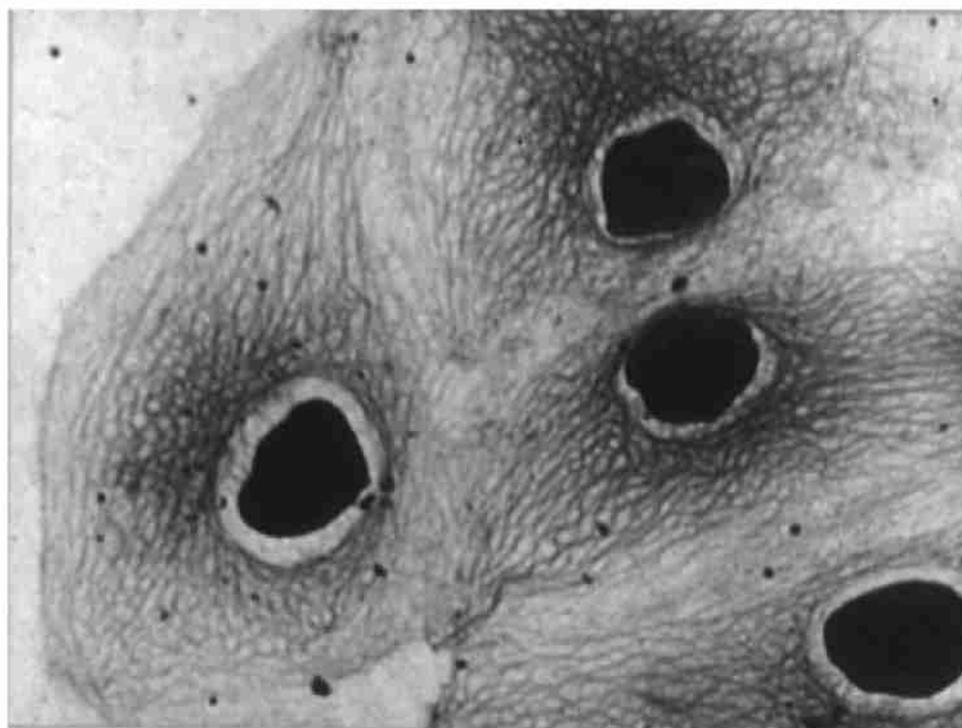
◆核DNA缠绕核小体 $1\frac{3}{4}$ 圈,类似于计算机存储信息的磁环,应具有存储磁记忆的功能

细胞模型新假说

(参见郑文岭 马文丽 文)



◆成纤维细胞的中间纤维网架——细胞功能单一，网架构型亦简单



◆肝细胞中间纤维网架——细胞功能复杂，网架构型亦精细