

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

现代科技与人文大观

走进医学的殿堂



前 言

19 世纪法国著名生理学家 Claude · Bernard 说：“医学是关于疾病的科学，生理学是关于生命的科学。”

当代生理学与医学发展很快，一些古老的学科发生了革命性的变化。新形成的和正在形成的边缘、交叉学科给医学科学的理论和实践提出了新的思路和要求。为了普及生理、医学知识和满足青少年对生理、医学知识的需求，提高广大青少年的身心健康，特编写了这本书。全书选题新，以求有助于开阔青少年的思路和视野；内容广泛，涉及生命的本质、人体生物电，体外循环、心脏移植、低温麻醉、全息医学及人类与环境等当代生理学和医学知识，以求青少年们从中得到一点启示。如果本书能受到广大青年朋友欢迎的话，我将感到由衷的欣慰。

《现代科技与人文大观》丛书总序

科学技术是第一生产力，发展生产力就必须重视科学技术的现况和发展方向的知识普及。但现代科学技术门类繁多，发展迅速。很多现代科学技术都是历经本专业的几代专家学者通过毕生劳动累积起来的知识形成的。据多年统计说明：在 20 世纪 30 年代中，现代科学技术成果和知识的累积量，每隔 10 年翻一番，但到 90 年代初期，不仅知识的广度和深度已有很大的变化，而且其累积发展速度业已增加到只要三年就能翻一番了。怎样全面普及这样庞大繁复的现代科学技术知识，就成了我们技术人员的新课题。我国科技人员编写的这套《现代科技与人文大观》科普丛书，就是一个很好的尝试。

这部丛书的读者对象是广大市民、干部和学生。市民和干部在现代化生活和生产建设中将遇到各种各样的现代科技问题，广大中学生在以后的高等教育中也将深入学习各种现代化科技专业知识，对于他们所需要的知识而言，也将是多方面的。首先要求对这些知识有直接的和用常识判断能理解其本质的说明，并不像长期从事某项专业的专家那样，常常要用一大堆专业语言和严格的逻辑推理才能说明的知识。我们深信，最先进的和最重要的科技成果常常可以用简明和直接的语言说明，它们在本质上常常并不复杂难懂，不一定要拐弯抹角才能说明，更不是像有些科普工作那样，由于上述要求，而只停留在那些老生常谈，浅显易明的内容之中。《现代科技与人文大观》坚持这一要求和特色。执笔者都是各领域的专家教授，我们感谢他们在这一方面的努力和赏试。

出版社在这一方面努力解决了组织人选的问题，能在这样广泛的问题选用这样大批的专家教授来从事这一繁复工作，并不是一件轻而易举的事情。另外，书中采用了分列小题目，独立进行说明的方法，避免了冗长繁琐，读起来比较简明扼要，轻松愉快。

最后，组织出版本书的原意是针对青少年学生的，但由于内容较为新颖充实，建议大学生和各项专家读一读也不无裨益。在各学科飞速发展，相互渗透的时代，能开阔视野，借机攻专，而得到突破性成果的，已屡见不鲜。

本丛书还有人文科学部份，在文理渗透如此广泛的时代，这些材料不论对人文科学或自然科学而言，都同样能给读者很多启发。总之，这是科普工作的一个很好尝试，现向社会推荐普及，从这一工作动机看，无疑一定是利国利民，也利于现代化的。

钱伟长 1995 年 3 月 22 日

走进医不的殿堂

1. 寻觅人体生命的本质 ——生物大分子的探索

生命现象最基本的表现方式是生物体与外界环境主动的进行物质交换，即摄取外环境中的物质变为自身结构，同时排除自身分解所产生的废物，这称为新陈代谢。它与兴奋性、自我繁殖统称为三大生命现象。

问题是生物体为什么会产生这些生命现象？本质是什么？这一直是人们遇到的最深奥、最神秘的问题。19 世纪以前，生命科学研究仅限于形态上的描述。20 世纪以后开始走向实验室，确立了科学的研究方向，生命本质的研究进入了实验阶段。近年来，由于研究手段的更新，比如，电子显微镜、X 衍射分析方法、超速冷冻离心、同位素放免、细胞工程、基因工程等新技术的广泛应用以及蛋白质分子立体构型、DNA 双股螺旋结构、细胞膜液态相嵌模型、遗传密码及遗传信息流动方向等新理论的提出，使生命科学步入了崭新的分子生物学阶段。探索人体生命现象的本质已成为可能。

现在已认识到，生命现象是一种最复杂的物质运动形式。也就是说，地球上存在着一种生命物质，它按自身的规律不停地运动着，其运动的表现形式就是生命现象。那么，什么是生命物质呢？近年来的论证认为，生命物质是蛋白质和核酸。

蛋白质是人体结构与功能最复杂的生物大分子。在实验室将蛋白质分子分解，可见是由氨基酸聚合而成。尽管合成人体蛋白质的氨基酸仅有 20 种，但它们以不同的组合方式形成了 10 万种以上的人体蛋白质（估计整个生物界可能存在着 100 亿种不同的蛋白质）。氨基酸组成的化合物称为“肽”，多个氨基酸组合成多肽。它们通过特定的化学键——肽键相互连接。肽的氨基酸分子排列顺序是由基因遗传密码所控制的。所有蛋白质的共同点是：氨基酸分子的组合必须由基因决定，同时必须具备空间立体结构（蛋白质的四级结构是最高级的立体构型。蛋白质分子结构中包含有若干个由三级结构组成的亚单位，这些亚单位彼此分离即丧失其生物学特性）。1965 年，我国在世界上首先成功的人工合成了蛋白质——胰岛素，使人体生命本质的研究前进了一大步，为揭示生命的奥秘做出了巨大的贡献（胰岛素是一种球蛋白，分子量 5700，由 A、B 两条肽链组成，共 51 个氨基酸）。实验证实，蛋白质的空间构型是可以改变的，它不影响基因控制的氨基酸排列顺序。当空间构型改变时，蛋白质的功能在一定条件下可以增强，也可以潜藏起来。这正是生命体系代谢过程自我调节的重要分子基础。

核酸是细胞内的遗传物质，与生物体的生长、发育及繁衍有着极密切的关系。

所有细胞内都含有两种核酸即脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）。1953 年 Watson 和 Crick 提出了 DNA 的双股螺旋结构，为核酸的深入研究奠定了理论基础。1981 年我国生命科学领域在世界上第一个人工合成了酵母丙氨酸转运核糖核酸，推动了世界核酸研究的进展。

核酸分子是怎样组成的？当核酸被水解后生成了若干核苷酸。将核苷酸再水解生成了核苷和磷酸。核苷再进一步水解生成了戊糖和含氮碱。实验证实，磷酸、戊糖、含氮碱组成了核酸。自然界中的核酸都是由核苷酸相互连接而成的长链大分子。以 X 光衍射法研究 DNA 的晶体结构，发现 DNA 分子中的核苷酸呈螺旋状排列，它们之间的螺距均等，为 3.4 毫微米。DNA 分子由

两条多核苷酸链组成，以一个共同轴心盘绕成双螺旋结构。这是 DNA 的高级结构。发现这一结构最重要的意义在于证实了遗传信息是以 DNA 分子中核苷酸的排列顺序为储存方式（一段核苷酸的排列顺序就是一个基因）。从而阐明了天然遗传基因复制过程中的组合程序。DNA 分子上的若干基因，代表着无数的遗传密码，这些密码指导、控制着蛋白质的合成。DNA 分子有自我复制能力，从而 DNA 的遗传信息能逐代相传。

RNA 总是以单股链的形式存在，它在生物体内有 3 种：（1）信使 RNA，它由 DNA 核苷酸顺序复制而成。它直接决定蛋白质中氨基酸的排列，所以信使 RNA 是蛋白质合成的模板；（2）转移 RNA，它能翻译密码，能与相应的氨基酸暂时结合；（3）核蛋白体 RNA，占细胞内 RNA 的 80%~90%，与蛋白质共同构成核蛋白体。当信使 RNA 依附在核蛋白体上、转移 RNA 携带氨基酸进入核蛋白体时，若干氨基酸可以形成多肽合成蛋白质，所以核蛋白体是产生蛋白质的重要场所。

蛋白质和核酸是生命物质。一切生命现象都离不开生命物质的活动。近年来对它们的研究更加深入，比如，重组 DNA 分子，基因的化学合成、基因置换、蛋白质合成阻断以及基因调节操纵子学说，这在探索生命现象的本质，揭示生命奥秘的领域开辟了全新的时代。随着生命本质的揭示，人类对生命的选择将对人类自身进化和健康起到调控作用，这可能成为 21 世纪生命科学领域一个新的里程碑。

2. 人体细胞的电活动 ——生物电的秘密

地球上生物的活动都显示着电的现象，称生物电。生物电反应的过程及表现称兴奋。生理学中将兴奋看作是一切生物体普遍具备的功能和生存的必需条件，是生命的基本特征。

在 20 世纪初关于细胞生物电现象还是一个谜。直到人们能直接测量到单个细胞的电位变化，这个谜才被解开。本世纪 40 年代 Hodgkin 在单个神经细胞的突起上进行了一系列有意义的实验，揭开了生物电发生的秘密即目前世界公认的生物电原理：细胞膜内、外两侧带电离子（正离子或负离子）不均分布以及细胞在不同情况下对不同离子的通透性的改变而引起的电现象。

细胞生物电有两种表现形式：（1）细胞安静状态下的电位即静息电位（resting potential）；（2）细胞活动状态下的电位即动作电位（action potential）。实验证实，静息电位时，细胞膜内侧负离子较多呈负电，而膜外侧正离子较多则显示正电。所以，静息电位的现象就是膜内为负，膜外为正。设膜外的电位为零，那么膜内电位约—10 ~ —100mv 之间。比如，蛙骨骼肌细胞的静息电位为—50 ~ —70mv，哺乳动物肌细胞为—70 ~ —90mv；人红细胞为—10mv。只要细胞一直未受外来刺激，这一电位就稳定在相对固定的水平。当细胞受到一定刺激时，膜内原来的负电迅速消失，同时电位反转，膜内出现了正电，膜外变为负电。这称之动作电位。此时可测出膜内—70 ~ —90mv 瞬间变成 + 20 ~ + 40mv。整个膜内、外电位差变化幅度是 90 ~ 130mv。然而，这个电位不会维持太久，很快又恢复到膜内负、膜外正的静息电位上来。

科学家研究证实，静息电位的形成与 K^+ 平衡电位有直接的关系。现已知道，所有生物细胞内的 K^+ 浓度大大高于细胞外；细胞外的 Na^+ 浓度远远超过细胞内。按照浓度梯度差的规律， K^+ 必然有向膜外被动扩散的趋势；而 Na^+ 也必然向膜内被动扩散。但事实是，此时的细胞膜仅允许 K^+ 向外扩散， Na^+ 不能由膜外进入膜内。于是 K^+ 的外移（正电荷随 K^+ 外移）使膜内变负，增加了膜外的正电，使膜外为正。 K^+ 离子移出的越多，膜两侧阻止 K^+ 外移的电场力越大，最后达到一个平衡点。这时，膜两侧浓度势差和电势差方向相反而大小相等。二者的代数和即膜两侧的电化学势为零。于是 K^+ 不会再移动。膜内、外的电位差，亦是 K^+ 的平衡电位（Equilibrium potential）。此时，便是静息电位。

动作电位的形成与 Na^+ 的迅速进入细胞内有关。当细胞得到一定的刺激时（由于膜有一定的电阻），细胞膜两侧便产生一个内正外负的电压降，电压降与静息电位的方向相反，结果使细胞的静息电位绝对值减少。比如，神经细胞的静息电位为 -70mv，当减少至 -50mv 时，这个电位称“阈电位”（threshold potential）。达到这个电位时，细胞膜对 Na^+ 通透性突然增强， Na^+ 迅速进入细胞内，瞬间电位反转，形成了膜内为正膜外负的锋电位（spike potential）。这是动作电位的重要组成部分。由此，细胞出现了兴奋。

近 10 多年来，关于细胞兴奋研究的主要进展之一，就是发现了 K^+ 、 Na^+ 等带电离子的膜内外转移是通过镶嵌于膜上的蛋白质通道来实现的。这些蛋白质通道决定着某种离子是否能通过。比如，一个 Na^+ —蛋白质通道在细胞兴奋时可通过 Na^+ 数量达每秒钟 10^6 个，而在静息电位状态下，膜上的 Na^+ —

蛋白质通道处于关闭状态，不允许 Na^+ 通过。有人认为，通道开放时其中心孔洞最细处约为 $0.3 \times 0.5 \text{ m}\mu$ （毫微米），呈矩型切面。细胞膜上同时还存在着 K^+ 、 Ca^+ 的蛋白质通道。它们在不同的生理状态下开放或关闭，决定着人体细胞的功能。

人体诸多的生命活动如，心跳、呼吸、消化、吸收；腺体分泌、大脑思维、肢体运动都与生物电密切相关。揭开生物电的秘密，对探索生命又向前迈出了艰难的一步。

3. 人体的结构框架 ——骨的研究进展

关于骨的研究史，就是一部人体解剖学发展的微缩记录。从古人到现代人骨骼形态学的探索至近年来关于骨的细胞间质及化学成分和骨的再生及移植的研究，已形成了一个全新的领域。

骨的细胞间质亦称为骨质。含 65% 无机物（其中主要是结合钙）；35% 的有机物（主要成分是胶原蛋白纤维）。骨不仅坚硬可以支撑人体重量，更重要的是可以随着机体所承受的压力变化进行形态和理化性质的调整以保证骨骼对人体、负荷及保护内脏的功能。

骨的细胞能产生胶原蛋白纤维，称骨纤维，这种纤维较粗直径 $1 \sim 12 \mu$ （微米）。具有韧性且抗牵引力强。要达到人胶原蛋白纤维的断裂点，每平方厘米需有上百公斤的拉力，此时，其长度则只伸长百分之一。无机物主要是磷酸钙 83.5%，碳酸钙 9.5%，柠檬酸钙 3%。无机物在骨质中存在的形式 X 羟基磷灰石结晶体，分子式 $(Ca_{10}(PO_4)_6COH_2)$ 。在电子显微镜荧光屏上呈细针状，长约 $10 \sim 20 m \mu$ （毫微米），直径 $3 \sim 6 m \mu$ （毫微米）。结晶体表面附有多种离子包括 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{++} 、 F^- 、 Cl^- 等。这些离子的危害性在于它们能置换结晶体中的主要离子，如人体摄入过多的氟化物时，结晶体中的 OH^- 可被 F^- 置换，使骨发生病理性损坏。最危险的是，外来的放射性原素如 ^{90}Sr ，当它结合于骨内时，它的放射能将会严重的损伤骨的细胞和骨髓内造血细胞导致癌变对生命构成威胁。正常情况下，胶原蛋白纤维与羟基磷灰石结晶体紧密而规则的排列在一起，形成了很大的结构强度从而使骨组织获得了坚强的机械性能。

骨在胚胎期间开始生成。但成骨中心出现的时间有一定的顺序。头颅骨的顺序是：面骨和顶骨、颅底、舌骨；胸部的顺序是：肋骨、胸椎、胸骨。椎骨中央块的成骨中心先出现于下胸部及上腰部，由此迅速向头、尾方向骨化，但头侧比尾侧进行的更快；上肢的顺序是：肱骨、桡骨、尺骨、远侧指骨、掌骨、近侧指骨；下肢为：股骨、胫骨、腓骨、跖骨、远侧趾骨、近侧趾骨；躯干为：锁骨、肩胛骨、髌骨、坐骨、耻骨。成骨中心的出现在人体双侧是对称的，在时间上几乎是同步的。

研究发现新形成的骨质中，纤维排列极不规则，力的支持性能很差。骨质内有一种很特殊的 osteoclast 细胞译成“破骨细胞”，它在甲状旁腺激素的作用下能分泌中性蛋白水解酶、酸性磷酸酶、乳酸、柠檬酸等，这些化学物质能使纤维紊乱的骨质溶解、吸收，然后，新的骨组织重新生成，再生成的纤维呈现规律的平行排列与基质及无机物共同构成骨板。这种骨的溶解、吸收、再生过程在人一生之中始终进行。这一过程逐渐修整、重建按应力线排列，使骨板的组合以适应机体运动和负荷。

骨的基本物理性质有两个：一个是弹性，一个是对力的抵抗（stress resistance）。当物体受到外力时，物体内即发生分子间的抵抗，以防止该物体的变形，此抵抗力的大小称为“应力”（stress）。在日常活动中骨承受了多种外力而不改变形状，这就是由于骨本身不断修整、重建达到了最佳应力的能力。骨的这种自我改造能力也被称为“wolff 氏定律”。

骨的生长、发育受到诸多的因素影响，比如：遗传、内分泌、营养、维生素、运动量等有直接关系。当机体内分泌发生功能紊乱如垂体分泌生长激

素过多时，可使骨生长过速，骨干加长，造成巨人症；反之，身体短小成为侏儒症。营养不足时，骨的细胞不能产生骨纤维造成骨的发育障碍；缺乏维生素 D 时，钙离子 (Ca^{++}) 不能吸收，骨质钙化不好，在儿童期造成佝偻病，成年人出现骨软化症（成年人骨的含钙量为 1150 克，占人体总钙的 99%）；维生素 C 缺乏时，骨纤维蛋白合成减少，严重时可致骨的畸形。

现代骨学的研究使人们对骨有了更深层的认识，比如，美国外科医生 1979 年成功的提取出骨形态发生蛋白，提出了骨发生诱导学说，为临床骨科移植再生奠定了坚实的理论基础；同时，对骨的病理也可以做出新的解释，指导临床诊断给予新的治疗。

4. 人体运动的结构基础 ——骨骼肌细胞的微观世界

现代分子生物学领域争执较大的一个问题就是为什么蕴藏在生物体内的化学能可以转变成协调的机械运动？肌肉就属于生物体中的这一类特殊装置。

显微镜下解剖肌细胞。发现细胞细长呈纤维状，细胞内几乎被肌原纤维所占据。每条肌原纤维直径约 $1 \sim 2\text{m}\mu$ ，长轴与细胞长轴一致。肌原纤维上有若干明暗相间的横纹。明区长约 $0.8\text{m}\mu$ ，暗区长约 $1.5\text{m}\mu$ 。明区中心出现一条 Z 线，相邻两 Z 线之间的一段肌原纤维是骨骼肌细胞收缩的基本单位称“肌节”（sarcomere）。每个肌节长度约 $2.1 \sim 2.5\mu$ 。当成千上万个肌节同时缩短时，这亦称为肌细胞收缩。

问题是，肌节为什么会收缩？在电子显微镜下观察发现，肌节由许多互相平衡排列的蛋白丝或称肌丝组成，肌丝分为粗、细两类。它们的间距为 $10 \sim 20\text{m}\mu$ ，每条粗肌丝周围排列 6 条细肌丝。粗肌丝长约 1.5μ ，由 300 个肌球蛋白分子构成，每个肌球蛋白分子类似豆芽状，分子量 48 万。分子的头部状似豆芽瓣含 ATP 酶，分别朝向粗肌丝的两端。每对肌球蛋白分子头与相邻一对肌球蛋白分子头相交成 60° ，这种方式的分子排列使得分子头暴露在粗肌丝的表面，称为横桥（crossbridge）。横桥与周围的六根细肌丝正相对。细肌丝长约 1.0μ ，由三种蛋白分子组成。它们按照一定的排列方式，相互螺旋、绞合在一起。其中一种蛋白质分子的亚单位能与钙离子结合，这是启动肌节缩短的开端。

肌肉收缩时，肌细胞缩短了原有长度的 $1/3$ 。人们一直在探索收缩原理。目前世界公认的是粗、细肌丝的滑行学说。电子显微镜和 X 光衍射方法都已观察到了肌丝的滑行过程。

实验证实，当肌细胞收缩时，肌节内的粗、细肌丝长度不变，然而肌节缩短。这是由于粗、细肌丝各沿相反的方向滑行，肌丝呈现重叠现象。重叠程度越大，肌节缩短越大，肌细胞收缩越明显。实验发现，当细肌丝的一种蛋白分子与钙离子结合后，粗肌丝的横桥就与细肌丝的另一种蛋白分子连接，一旦连接，即触发了横桥上的 ATP 酶，此酶分解 ATP 释放能量，促使横桥向肌节中心旋转。亦即 ATP 内的化学能释放出来，使横桥屈动转变成了机械能，将连接在横桥上的细丝拉向肌节中央，从而使肌节两 Z 线间的距离减少，整个肌节缩短，肌细胞产生了收缩。在整个收缩过程中必备一个条件，这就是钙离子的存在，没有钙离子肌丝滑行就不能产生。肌肉处于静息状态下测量肌细胞发现，胞质内钙离子浓度极低，粗、细肌丝互不接触。当肌细胞兴奋时，钙离子从肌质网中释出与细胞丝的蛋白分子发生结合，瞬间，细肌丝的其他蛋白分子出现构型变化，暴露出与横桥相连接的位点并与之连接，粗肌丝迅速拉动细肌丝向肌节中央靠近，最终实现了肌肉收缩。

近年来，骨骼肌细胞的微观研究出现了新的进展，如，肌细胞的生物学换能器的研究、肌细胞再生机制以及临床肌电图的应用，逐步开阔了人们的视野，对肌肉细胞的结构和功能的关系有了深刻的了解并对肌肉病理病变的机制有了新的解释，为临床治疗某些疾病提供了重要的实验依据。

5. 体内信息传递的微波站 ——突触的发现

突触(synapse)是神经细胞之间或神经细胞与非神经细胞之间一种特化的细胞连接,是体内神经信息传递的重要基础。当英国学者谢灵顿(sherrington)提出突触概念时,却没有被人们所接受。

本世纪50年代中期,佩莱德(Palade)等人在电子显微镜下终于发现了突触的结构。在清晰的电镜荧光屏上人们不得不信服,突触的存在是一个事实。人们看到,突触是由对峙着的两侧细胞膜组成,分别称“突触前膜”和“突触后膜”。两膜之间有一个间隙约 $2\sim 3\mu$,称“突触间隙”,前膜内侧的胞质中含有“突触小泡”(synapse vesicle)。小泡直径 $40\sim 60\mu$ 含化学物质是传递兴奋的化学信使称“神经递质”。突触前膜含有电位门控通道,后膜含有受体和化学门控通道,当冲动沿神经细胞的突起传到突触前膜时,膜上的电位门控通道开放,细胞外的钙离子进入突触前膜,在ATP与微丝的参与下,突触小泡移动附着在突触前膜,通过出泡作用释放神经递质进入突触间隙,当神经递质与突触后膜上的受体结合后,引发了与受体偶联的化学门控通道开放,增加了离子的通透性从而改变了后膜内外离子的分布,并沿突触后膜依次传导下去。人体内亿万个神经细胞突触的形式构筑成复杂的神经网络,以保证神经细胞的兴奋传递伸向全身各个角落,以调节机体内环境的平衡。突触是神经传递信息的重要结构。生理学家卡兹(katz)反复研究了突触的结构,经过一系列的实验和论证,他把突触小泡与量子概念联系起来,提出小泡内的物质进入突触间隙就等于释放出一个递质量子,引发一个小终板电位(MEPP),导致了突触后膜的兴奋,这才使兴奋得以连续传导。由于卡兹在突触研究做出的杰出成就而获得了1970年的诺贝尔医学奖。

电子显微镜显示,一个神经细胞上的突触数目多少视不同的神经细胞而出现很大的差异,例如,小脑的颗粒细胞只有几个突触,而小脑的蒲肯野氏细胞上则有10万个以上;一个运动神经细胞可见一万个左右。突触越多,信息联系越广泛。

电镜技术和微电极技术的应用,使突触的超微观结构和神经兴奋传递的研究出现了新的进展,从而在神经学中又开辟了“突触学”这一新的领域。从此,关于突触的研究日新月异,“突触学”成为神经学中最活跃的分支科学,使临床上过去不能解释的复杂病因,现在已不再是难题,指导着临床诊断与治疗。

6. 星罗棋布的灌溉渠道 ——人体微循环

如果把人体的动脉当作黄河、长江，那么，毛细血管则是涓涓细流如同田间小溪滋润着绿色的田园一样滋润着组织细胞，这就是人体的微循环。

微循环是人体心血管系统的终末端，主要由毛细血管构成分布在人体各个器官。本世纪 80 年代初，我国科学家在世界上第一个论证了微循环的自律性，被称之为“人体第二心脏”。人体毛细血管直径约 6~8 微米，总长度达 9600 万米，占全身血管总长度的 90%，表面积约达 600 平方米。实验发现，在毛细血管的前端分布着平滑肌细胞，它像“闸门”一样控制着毛细血管的血流量。已证实，人体在静息时毛细血管大部分主动关闭，约有 20% 处于开放状态。比如，进餐后胃肠道开始工作，此时的消化管道毛细血管“闸门”开放，血液进入消化管。而此时的骨骼肌微循环则处于关闭状态。当人们深思熟虑时，大脑微循环开放，毛细血管内出现丰富的血液灌注脑细胞，以适应脑记忆与思维的功能。其他静息的器官，血流从微动脉直通入微静脉迅速返回心脏，以保证体内有限的血液灌注兴奋了的器官，维持正常的生理功能。这是人体生命现象的一种重要的自我调节。

现代医学认为，微循环一旦出现障碍，机体就出现严重的病理改变，这就是休克。休克是生命活动逐渐衰竭的一种综合状态，包括面色苍白、反应迟钝、脉搏细速、血压下降、尿量减少以至昏迷。这些症状的实质就是微循环内血流量不足，即微循环失控，毛细血管无规律的开放，血液大量流失，生命器官的有效血容量降低，组织、细胞缺血缺氧，代谢废物不能排出，机体表现出一系列的中毒症状。

当微循环障碍持续发展下去时，全身毛细血管床容量成倍增加，大面积血流减慢，水分子及小分子蛋白质渗出到毛细血管外，以致毛细血管内血浆浓缩，血液粘稠度加大，使血液淤滞在微循环内，红细胞聚集在一起，使血液淤滞更加严重，甚至会发生红细胞的聚集堵塞毛细血管，使微循环的灌流停止，导致严重的弥漫性血管内凝血（简称 DIC），这是临床上常见的一种危急状态。当毛细血管内凝血引发微血栓形成时，可堵塞肺、肝、肾、肠、心、脑等许多器官的血流，造成细胞机能和代谢严重紊乱，甚至发生变性坏死，如不及时抢救，生命十分危险。

长期以来，旧的休克概念影响着医生的思路，造成许多弥漫性血管内凝血的病例治疗无效。近年来，随着微循环概念的揭示和进展，崭新的理论指导着临床医生的诊断和治疗挽救了许多病人的生命。目前微循环的基础研究在医学领域的作用越来越重要，它不仅揭示了人体血液循环的奥秘、改写了休克的本质，而且在维护人类健康、治疗疾病中有着十分卓著的贡献。

7. 人体形态与黄金分割律 ——医学人体美学研究进展

医学人体美学是近 10 年来医学领域新兴起的一个专门学科。它对提高人类的生存素质和维护人类躯体与心理健康的统一，有着十分积极的意义。

医学人体美学不仅注重外表形象（如女性苗条及曲线分明的身材、婀娜优雅的舞姿；男性魁梧粗壮的棱角、挺拔豪放的体魄），更注重形象美与生命有关的形态结构、生理功能的关系以及在心理境域与人格行为的和谐统一。人体外表形象美是由身体内部结构所决定的。这是由于人体内部各层次间的结构存在着严密的比例关系，这种比例关系勾画出了人体外部器官的空间位置。只要符合比例，人体的自然美就显现出来了。这个比例就是黄金分割律。黄金分割律是人体各层次形态结构的标准比例尺度。什么是黄金分割律？

公元前 6 世纪古希腊数学家、哲学家毕达哥拉斯（Pi - thagoras）发现了一个非常奇妙的比例即 1.618 或 $1 \div 0.618$ ，亦可用代数公式 $a \div b = (a + b)$ 表达。为了表示这个比例的重要性，大哲学家柏拉图把这一比例誉称为“黄金分割律”，或称“黄金律”，说明这一比例可与黄金的价值相提并论。假设任意两数之比等于或近似于 0.618 或 1.618 ，即称为黄金点。当时人们将黄金分割律与勾股定律并列为“几何学中的神律”。

人体的结构形态及它们的位置比例关系中自然存在着黄金律。医学家们经过实验发现，人体的细胞、组织、器官、系统、四肢、躯干各层次都存在着若干黄金点。甚至人体的遗传物质 DNA 双股螺旋结构的螺距与直径的比值也近似于 1.618 。人体均衡、对称、和谐与蓬勃的生命力统一，形成了自然界最美的生灵。有关专家曾测量维纳斯的雕像，发现她的五官、躯干四肢的比例符合 $1 \div 1.618$ ，所以成为世人公认的美神。近年来，研究中发现，当视觉上能够感觉出人的容貌端正、体态匀称被誉为“健美人”时，经测量他（她）们的形体中含有若干黄金点。国际人体审美组织把女性形体美的标准即胸围 90 厘米、腰围 60 厘米、髋围 90 厘米作为基本条件。这三者间的比例值正是 0.618 的近似值。值得注意的是一般人的形体很少达到这样十分标准的比例，多数人的比例只是位于黄金点的外围，与匀称、协调、和谐出现偏差。在必要时需医学美容方法来调整，这就是医学人体美学在临床的应用。即以医学审美与外科技术相结合的方法调整人体解剖和生理范围内的正常不足（如过大偏离黄金点），加以修复和再造，美化人体，以高雅的气质和健美的体魄提高人的生存质量。近年来，我国医学美容事业得到了前所未有的迅速发展，一些方面已接近或达到世界先进水平。在我国，美容外科由整形科、皮肤科、口腔科、眼科、耳鼻喉科等学科逐步分离出来，形成了一个独立的医学学科。美容医生的责任是维护、修复和塑造人体自身美、激发人们对生命美感的追求。所以美容医生不但要治疗人体某部缺陷，而要解决由于缺陷造成的心理障碍。所以医生必须具备高超的外科技术同时要有良好的心理素质。

尽管医学人体美学在我国出现了一定的进展，但毕竟起步较晚，从整体水平评价，还是比较落后。况且美容外科是从西方国家开展起来的，不能盲目效仿白种人的审美观。应研究东方人种的审美理论和审美标准，形成具有东方特色的医学人体美学并以此与世界水平接轨。

8. 大脑海马环路的特殊功能 ——学习与记忆

在人的大脑半球皮质内侧环绕脑干上缘卧着一组神秘的神经元，它们环路联系，构成一个严密的神经通路，这就是与学习和记忆有关的重要结构——大脑海马环路。

实验证实，以微电极刺激海马环路，病人可回忆起种种往日的体验如入梦境历历在目。如果在外科手术中损伤了海马及有关结构，则引起记忆及智能的丧失，其程度大小取决于损伤部位的大小。

海马是侧脑室下角底壁一个弓状隆起，长约5厘米，前端较宽并有2~3个隆起呈爪状，称海马脚。海马的后端移行于束状回，海马表面覆盖着脑室膜。膜的深面是一层白质，其纤维向海马内侧缘聚集，形成纵行的神经纤维束，并移行于穹隆，逐渐形成众多环路联系，最终止于海马。海马环路的结构包括：颞叶→海马回→海马→穹隆→下丘脑乳头体→丘脑前核→扣带回→海马。目前认为，海马环路在第一级记忆转向第二级记忆中有着重要功能。

现代生理学认为，人类记忆可分成四个连续过程，即感觉记忆（初级记忆）、第一级记忆、第二级记忆和第三级记忆。感觉记忆在脑的感觉区储存时间很短，一般不超过1秒钟，如果没有经过注意或处理，信息很快逝去。如果感觉在这段时间里经过了加工，即把那些先后不连续的信息整合、处理成新的连续的印象，就可以从短暂的感觉性记忆转入第一级记忆。这种转移一般可通过两种途径来实现：一、把感觉记忆的资料变成语言符号，这种转移是最常见的。二、婴幼儿学习与记忆的途径。目前对这种转移途径了解甚少。但是，信息在第一级记忆中停留的时间仍然很短，约几秒钟。如果这种记忆经较长时间反复，信息就会在第一级记忆中循环，从而延长了信息在这一级记忆中停留的时间，这样信息很容易进入第二级记忆。第二级记忆是人类记忆中大而持久的储存系统，这类持久的记忆与脑神经元建立新的突触和脑的蛋白质代谢有关。人们在第二级记忆中也发生遗忘，这与以前或后来输入的信息干扰有关。有的信息可终生不忘，如自己的姓名、家中的电话号码、每天都操作的某些程序等，长时间运用，这类记忆已成为第三级记忆；它不受其他信息的干扰而长久储存。

外界进入大脑的信息估计有99%被遗忘，能被长期储存的都是对自身具有重要意义、反复运用的信息。这种记忆与外界进入大脑的信息相比仅有1%。只要信息反复刺激大脑（如学习过程），大脑对信息就会出现较深的印象而增加记忆级。究竟第三级记忆在大脑的何部定位，现在尚不太清楚。

近年来，脑的研究进展很快，关于在治疗记忆障碍上有很大的突破，我国已经能够人工合成关于记忆的化学物质——记忆增强肽取得重大成功。记忆肽是人体大脑中的一种物质，与人的学习、记忆有密切的关系。可以说，现在已经揭开了探索记忆秘密的序幕，在不久的将来将会告知人们关于学习与记忆的全部秘密。

9. 人体内的“泵”

——心脏

心脏是生命的象征。它昼夜不停有节奏的跳动像泵一样推动血液单向流动，实现了血液在血管内周而复始的循环。

心脏位于胸腔，外形略扁呈圆锥形，约 $2/3$ 位于身体正中平面的左侧， $1/3$ 位于右侧。尖朝向左前下方，底朝向右后上方。心脏长轴与身体正中中线约成 45° 角。剖开心脏，可见四个腔即左右心房和左右心室，心房与心室由房室口相通，房室口中有瓣膜，是控制血流方向的重要装置，有口有三片瓣膜称“三尖瓣”，左口有二片瓣膜称“二尖瓣”。心脏虽然仅有拳头般大小，重量约 300 克，不足人体重量的百分之一，但它每天都不停息的收缩和舒张，保证人体生命活动的正常进行。

健康人在静息状态心率（每分钟的心跳次数）为 75 次，（正常范围为每分钟 60 ~ 100 次）。每跳动一次，心脏泵出血液为 60 ~ 80 毫升，每分钟 4500 ~ 6000 毫升。如此心脏每天要跳动 10 万次以上，泵出的血液约 1 万 5 千斤，这 1 万 5 千斤血每天都在心脏的推动下经过全身的血管流向器官。有人这样计算过：一个人的寿命假如是 70 岁，那么他一生心脏跳动就在 22 亿次以上，泵出的血液约七亿斤，这些血液凝聚在一起相当于一个杭州西湖或几个颐和园昆明湖的总容量。可见心脏在人的一生之中付出了何等艰辛繁重的劳动啊！

心脏每分钟排血量的多少反映心脏功能的健康程度。一般说来，心脏病人与健康人在静息状态下每分钟的排血量无明显差异，尚能够满足机体基本的代谢需要。但在强体力活动时病人的排血量却不能相应增加，远远不能满足机体的需要。而健康人此时每分钟的排血量成倍增加，可达 35000 毫升，是静息时的 7 倍。实验证实，坚持体育锻炼的人心肌细胞直径大，收缩力增强，所以当机体代谢需要时，每分钟排血量大幅度增加。所以体育锻炼可以增强体质维护人的健康（见彩图 3）。

心脏活动有严密的周期性。每一次收缩和舒张称一个心动周期。正常心脏活动由连续的心动周期组成。每一个心动周期（即一缩一张）的时间为 0.8 秒。首先由心房的收缩启动了心动周期，大约持续 0.1 秒，然后舒张持续 0.7 秒。心房舒张后心室立即收缩并持续 0.3 秒钟，然后进入舒张期持续 0.5 秒。如此周而复始，推动血液进入血管。心脏有规律的跳动，是人体健康的标志。那么，是什么因素控制心脏如此规律？

很早以前，人们就曾观察到动物离体心脏在无神经调节的情况下，仍然持续、自主、有节奏的跳动。在相当长一段时间不清楚内在的原因。近年来发现，心脏内存在着一种十分特殊的心肌细胞，它们具有自动节律性，主动的引发和传导兴奋使心肌收缩。实验证实，这一自然现象是由于这些特殊细胞的跨膜电位变化而引发的，即能从静息电位（在无刺激的条件下）主动出现动作电位并将这一电位扩布传导至心肌最终出现收缩。这些特殊的细胞称“心脏传导系统”，由窦房结、房室束，蒲肯野氏纤维束组成。窦房结统帅着整个心脏的功能活动，所以窦房结细胞的生物电要比一般细胞复杂得多。这种自律细胞的细胞膜带电离子通道至少有 8 种。这些离子在离子通道的跨膜活动形成了跨膜离子电流，如

INa^+ 、 ICa^{++} 、 ICl^- 、 IK^{+1} 、 IK^{+2} 、IX 等，构成了这种特殊细胞的生物

电特征：一旦窦房结的驱动失控，心脏活动便失去了完整与统一，其他自律细胞（如房室束、蒲肯野氏纤维）就会“各自为政”，产生出多个起搏点，使每分钟的心跳次数不规律，出现较大的差异。这一病理改变在临床上称为“心律不齐”。严重的心律不齐如心房或心室纤颤或颤动将造成机体严重的供血不足而危及生命。

现代心脏科学的研究视野已扩展到了心脏泵血以外的领域。1979 年加拿大学者迪·博德（De·Bold）提出心脏不仅是血液循环中心，而且是一个重要的内分泌器官。1983 年迪·博德从动物心房组织中分离纯化出了一种激素（由心房细胞产生），他将这种激素命名为“心钠素”（atrial natriuretic polypeptide），具有利尿、排钠、扩张血管、降低血压的功效。这一发现轰动了科学界，并誉为 20 世纪 80 年代十大发现之一。从此，改变了医生们对心脏的传统思路，使心、血管病人的临床治疗提高到新的水平。

10 · 大千世界的摄像机 ——眼睛对光信息的处理

在大自然中生存，就必须适应周围环境并对自然环境做出准确的反馈，这是生存的必要条件。据研究，在人脑获得的全部信息中约 95% 来自眼睛。无疑，眼睛是人体最重要的感觉器官。当一束光线穿过瞳孔而且自主的感觉到了这一束光线时，这就是视觉。

眼睛为什么能产生视觉？这取决于眼球后部的视网膜即眼底对光信息的处理。视网膜接受光的适宜波长是 $370 \sim 740\text{nm}$ （毫微米）。视网膜将传入的光波进行处理并成像，通过视神经纤维以动作电位的形式传向大脑。

外界物体的光线在视网膜上成像是光化学反应亦是视觉形成的第一步。先观察一下视网膜的结构。视网膜厚度仅 $0.1 \sim 0.5$ 毫米，但结构十分复杂。从发生学角度它属于神经组织，从外向内排列四层细胞。真正能感受光线的细胞只有一种即视细胞，其他三种仅起保护和传导功能。视细胞包括二类：视杆细胞（突起呈杆状）和视锥细胞（突起呈锥状），细胞突起的外节是光——电转换的部位。分别以突触的形式与其他神经细胞相连并逐渐形成视神经将感光细胞感受到的光信号转换成的动作电位传入大脑皮层。动作电位的序列和组合包含了外界物体或影像信息，称之为信号转换亦称视网膜编码。事实上，编码作用发生在人体任何感受系统的起始端，因为任何传入神经纤维传向中枢的信号只能是动作电位。人的感觉产生于大脑，而大脑的感觉直接依据来自感受器编码的神经电信号。

科学实验的结果往往会给人们以深刻的启发。将蛙或兔放在暗室中使它们的眼睛固定朝明亮的窗户一定的时间，然后遮光并摘出眼球，用适当的方法保护和处理视网膜，这时会惊奇的发现，视网膜上留有窗子清晰的图像：窗子的透光处呈白色；窗框处呈暗红色。为什么会出现这种现象呢？原来视杆细胞内有一种感光物质称为“视紫红质”（rhodopsin），它在暗处呈紫红色，一旦遇光即褪色。视紫红质由一分子视蛋白和一分子视黄醛组成。其中视黄醛由维生素 A 氧化而成。实验发现，视紫红质在光照时迅速分解，由紫红色变为白色，并脱落下来视黄醛分子。此时可以监测到视杆细胞出现了感受器电位。一个光量子的能量足以引发一个分子视紫红质的分解。视黄醛不断的消耗，主要依靠血液循环中的维生素 A 来补充。当人体维生素 A 缺乏时，人的暗视力将受到严重影响而不能视物，临床上称之为“夜盲症”。

人视觉中的色觉由视锥细胞来感受与视杆细胞无关。大自然中五彩缤纷、万紫千红的颜色由 3 种视锥细胞进行光化学反应。3 种视锥细胞分别能感受红、绿、蓝。颜色的不同是由不同波长的光线作用于视网膜在人脑引起的主观印象。人眼一般可在光谱上区分出红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色光，都存在着一定波长的光线相对应。如果以红、绿、蓝三种色光适当调合，可在光谱上产生任何颜色的感觉。这个现象早在牛顿时期就已发现了。但在试图分离出人的 3 种视锥细胞或 3 种感光色素时却遇到了相当大的困难。科学家在光学显微镜和电子显微镜下观察区分 3 种视锥细胞之间有何不同，但始终没有结果。70 年代以后，由于实验技术的进步，终于发现了视网膜红、绿、蓝 3 种不同的感光细胞。3 种视锥细胞的光谱吸收曲线不同即 3 种单色光的吸收峰值正好相当于红、蓝、绿的三色光波长，3 种视锥细胞感受 3 种不同波长的光的刺激，转变成电信号输入大脑，结果人们就感觉到了周围环

境是一个美丽的世界。

但是，有的人视网膜中缺乏红色和绿色光波敏感的视锥细胞，他们不能分辨自然界中的五颜六色，临床上称这种疾病为“色盲”。这是一种先天性遗传疾病，是由X染色体遗传。医学遗传学上称“性连锁遗传”(Sex—linked inheritance)。我国男性色盲发病率近7%，致病基因频率近于0.07。依此计算女性发病率为 $(0.07)^2=0.0049$ ，即0.49%。由此看来，男性色盲发病人数远远高于女性。因为这种病是性连锁隐性遗传的缘故。这类疾病在世界上仍属于难治之病。目前随着医学科学的进步，出现了基因治疗技术，但正处于实验阶段，大面积的治疗是不可能的。在不远的将来，通过预防和新的医疗方法的开展，这种病一定会逐渐减少并得到根治。

11. 人体化学反应基地 ——肝脏的物质合成与分解

肝脏重约 1.0~1.5 千克是人体最大的腺。它每天都在进行三大物质(包括糖、脂肪、蛋白质)的代谢即合成与分解。同时还在不停的分泌胆汁,每 24 小时产生 600~1100 毫升。肝脏的功能很复杂,这是由于肝细胞内含有数百种酶(完备的酶系在其他器官是没有或十分罕见的),像化工厂一样合成着机体需要的物质维持人体的生命。

肝脏在糖代谢过程中重要的作用是影响血糖水平的恒定。当人在进餐后,血液中的葡萄糖浓度迅速增高,血液流经门静脉进入肝脏后,肝细胞表面的微绒毛直接浸浴于血液之中摄取葡萄糖,在肝细胞内若干单个的葡萄糖分子缩合成糖原大分子,储存在肝内。空腹时,血糖下降,这一信息立即传入肝脏,肝脏迅速将储备的糖原分解成为 6-磷酸葡萄糖,并在葡萄糖-6-磷酸酶催化下水解生成葡萄糖。这称为肝糖原的糖化作用。葡萄糖由肝脏进入血液维持血糖的恒定水平。肝脏功能下降的人,血糖的调节能力减弱,血糖的水平不会保持稳定。

肝脏在脂类合成以及维持血脂浓度中起着决定性的作用。例如,肝脏合成的磷脂和胆固醇是构成人体生物膜的重要原料,在细胞膜、神经髓鞘膜、细胞核膜、线粒体膜的比重更大。这是维持生命活动的重要物质基础。肝脏能合成高密度脂蛋白(HDL)。HDL 能把血液中的自由胆固醇转化成胆固醇脂,这样就可以阻止自由胆固醇积累在动脉管壁上。研究证实血浆 HDL 含量高的人患动脉粥样硬化的机率明显减少。同时肝脏能对肠道吸收来的脂肪酸进行饱和度的改造,并能利用糖或氨基酸合成脂肪酸或胆固醇来满足机体的需要。

在蛋白质代谢中,肝脏有着独特的功能。这是因为肝细胞内存在着许多独特的酶系。肝脏能合成多种血浆蛋白质,生产速率十分可观,离体肝脏灌注研究表明,一只成年大鼠肝脏每天合成的蛋白质超过 13 毫克。其中重要的是清蛋白,占血浆蛋白质总量的一半以上。实验证实,成人每天每公斤体重合成清蛋白 120~200 毫克。清蛋白的分子量小,约 6.85 万,分子外型为椭圆形,粘滞度较低。清蛋白在人体的重要功能是维持血浆的胶体渗透压。1%克的清蛋白溶液可产生 5.54mmHg 的胶体渗透压。每克清蛋白可使 18 毫升水保持于血液循环之中。如果肝脏生成清蛋白的功能下降,血液的水分就保持不住而漏出到组织细胞之间导致一种疾病的发生即水肿。水肿是肝脏病人的常见症状。肝脏还能产生其他血浆蛋白如纤维蛋白原、凝血因子等,当肝功能障碍时,常出现不能自动凝血、止血而造成失血的临床表现。

肝脏的特异性化学反应是利用氨产生尿素。人体内只有肝脏含有合成尿素的酶系,即鸟氨酸氨基甲酰转移酶。氨对人体是剧毒物质。实验发现,家兔血液每百毫升中含氨量达 5 毫克,即中毒死亡。正常人血液含氨量是 56~120 微克/100 毫升。当血氨超过这个正常值时,人体会产生中毒,脑细胞受损,意识丧失,严重者死亡。临床称肝昏迷死亡。那么人体内的氨从哪里来的?第一来源是机体自身蛋白质代谢分解生成的;第二来源是每天肠道吸收食物进入机体的。健康人血中的氨浓度始终保持在正常水平。这是因为氨进入肝脏后,氨迅速在肝内生成了尿素,尿素对人体无毒。尽管氨不断的生成,但氨随血液不停的流入肝脏,肝脏利用特殊的酶系不断的将氨转化成尿素,

所以血氨处于平衡状态。正常人的血氨不会升高。

曾经在很长一段时间，人们不知道尿素是在什么器官生成的。但医生们相信这样的事实：急性黄色肝萎缩的病人其血液中几乎没有尿素，而氨的浓度上升；把动物的肝脏切掉，动物血中的尿素含量几乎是零，再用氨基酸饲料哺喂动物，导致血液氨含量过高而中毒死亡。近年来，由于同位素技术的应用，证实了肝脏内的鸟氨酸循环通路，并在肝脏内分离提纯了尿素合成酶，足以令人信服，肝脏是合成尿素的唯一器官。

肝脏在人的生命过程中不停的产生着各种化学反应，维持着人体的生命。目前关于肝脏的研究成果十分令人鼓舞，特别是关于动物肝移植的成功应用于临床，使人肝的置换外科手术成为现实，以此挽救病人的生命。使以往曾是不治之症的概念出现了令人折服的更新。

12. 生命活动的条件 ——体温的恒定

人和高等动物都有恒定的体温。这是生命活动的必要条件。当体温过高或过低时，都将影响生命的质量，甚至有生命危险。

人的体温由深部温度和表层温度组成。深部温度稳定而均匀。比如，肝脏的温度为 38°C 左右，是全身器官的高温之冠。脑的温度次之，肾、胰及小肠温度略低，直肠、食管更低。在运动时，肌肉的温度最高，成了产热的主要器官。这些器官所产生的热能由血液传递，所以血液也有温度。循环着的血液温度可以作为体内器官温度的平均值。但是，血液的温度不容易测试，临床上通常用腋窝温度、口腔温度或直肠温度来表示体温。医生在测试直肠温度时，温度计一般插入 6 厘米以上。直肠温度正常值为 $36.9\sim 37.8^{\circ}\text{C}$ ；口腔温度（舌下部）平均比直肠温度低 0.3°C ；腋下温度平均比口腔低 0.4°C 。正常人腋窝温度是 $36\sim 37^{\circ}\text{C}$ 。注意，测试时腋下不能有汗，上臂要紧贴胸廓，使深部温度传导到腋窝。因此，测试时至少要持续 10 分钟，温度才能达到稳定的数值。

在一昼夜之中，人体体温出现周期性波动，范围在 1°C 之内。清晨体温达最低点，午后达最高点。这种波动与肌肉活动和耗氧量无关，是由体内生物钟控制的。这种体温周期波动称为日节律。人体的下丘脑很可能具备生物钟的机能。生物钟的实际结构目前并不十分清楚。女子的体温与男子相比具有更大的特点，随生殖周期的变化而出现变化。月经来潮时，体温比正常下降 $0.2\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ，至排卵再降 0.2°C 达最低点。随后体温突然升高。临床上以此现象作为是否排卵的证据之一。

皮肤位于人体的最外层，其温差较大。当环境温度为 23°C 时，足温 27°C ，手 30°C ，躯干 32°C ，额部 $33\sim 34^{\circ}\text{C}$ 。环境温度达 32°C 时，皮肤各区的温差变小。而当寒冷环境下，皮肤温度随之下降，以手、足为最低，头部温度变动最小。为什么会产生这种现象呢？原来，皮肤温度由局部血流量所决定，凡能引起皮肤血管收缩或舒张的因素都能对皮温产生影响。环境温度上升，皮肤血管舒张，血流量增加，皮肤温度上升；而寒冷条件下，皮肤血管收缩，血液通过量减少，皮肤温度下降。在冬天手与足血管明显的血流量不足，温度下降明显，所以应注意保温，以免冻伤，而头部则影响不大。

人体的热能来自机体物质代谢释放出的化学能。约 50% 以上用于维持体温（其余化学能则载于 ATP 参与细胞的新陈代谢）。血液将热能不断地从深层传导至体表，由皮肤散发出去。这种产热与散热的平衡在中枢的调节下进行，人体的体温稳定于 37°C 左右。在安静状态下，人体的主要产热器官是肝、脑、肾等器官；而在运动时，肌肉则是热能的源泉。一般说来，环境温度为 29°C 时，人体的代谢率达最低值，产热率达最低点；当环境温度继续下降时，代谢率反转开始逐渐回升，产热增加。例如，环境温度为 8°C ，代谢率（以 29°C 时为基数）提高两倍，产热增加，维持体温 37°C 的水平。如果在寒冷的条件下，代谢率可提高 4~5 倍。此时，骨骼肌发生不随意地节律性收缩。这种收缩不做外功，而产热量很大。以此种形式在寒冷中维持体温。近年来，实验确认引起这种肌肉收缩的指令信号是由下丘脑发出的。这种肌肉收缩医学上称“寒颤”。

在温和的气候中，一般人每日产热量约为 3000 千卡，机体与环境之间热

量交换即产热与散热是相等的。人体主要的散热部位是皮肤。在我国，大部分区域（除酷暑季节）通常外界气温低于体温。在这种条件下，体热可通过皮肤的辐射、传导、对流和蒸发释放于外界。人体在安静状态下，辐射散热是主要形式。体温以热射线的方式传给外界温度较低的物体，气温与皮肤的温差越大或机体有效辐射面积越大，散热量就越多。传导散热是体温的热量直接传给同它接触的低温物体。如临床上医生用冰水或冰帽接触皮肤迫使高热病人降温就是这个道理。在人体周围有一层空气同皮肤相邻，人体的多余热量就传给这一层空气。这层空气不断流动，带走了热量，将热散发到空间，这就是对流散热。这种方式的散热程度与风速成正比，风速越大散热越多。另外，体液的水分子可以直接透出皮肤和粘膜表面蒸发带走体热。蒸发散热最显著的形式是汗液的形成。在安静状态下，环境温度达到 30 ± 1 时，人体就自动分泌汗液。特别是当外界温度超过皮肤温度时，辐射、传导、对流等散热方式已停止作用，蒸发汗液就成了机体唯一有效的散热途径。

当人体处于温度高、湿度大、通风差的环境中，机体的散热效率会大为降低，出现体内淤热现象。体温由此而上升。高体温可加速体内各种代谢过程，引起循环、呼吸功能衰竭，意识丧失。同时高温会引起大量出汗，人体在短时间内丧失大量水和无机盐，极易引起体内环境水与电解质平衡的紊乱，严重时可引起热痉挛危及生命。在寒冷条件下，体温下降，直接损害中枢神经系统，造成精神活动迟钝，判断思考力不佳，痛觉感受力消失。呼吸、心跳缓慢，血压剧降、昏迷、反射性反应消失。此时如不采取急救，会迅速死亡。

人体的产热与散热是在生物钟控制下完成的，所以两者能保持在平衡状态。当生物控制系统受到干扰时，平衡随之打破。比如，当细菌感染，体温会升高。这是由于细菌产生的致热原影响了控制系统的正常活动，使体温调定点上移（即平衡点不是 37°C ）的结果。只要致热原不清除，产热和散热过程就新的体温水平上保持平衡。所以，人在发烧时，重要的是要消除病原微生物，这样才能解除它们对体温控制系统的控制，使体温调定点恢复到正常水平，保证人体生命活动的正常进行。

13 · 人体的泉 ——汗腺的分布与功能

汗，一提起它，人们就仿佛沉浸在酷夏之中。但是，你可知否，在北风呼啸，滴水成冰的严冬，人体也在出汗。这在医学上称“不显性汗”。不显性汗液每24小时约产生400~600毫升，它们是由干燥的皮肤组织间隙蒸发出来的，这种汗液人们自己不会感觉出来。当环境温度升至30℃时，汗液就会像泉涌一样，覆盖在人体表面，此时人们能明显的感觉到。这在医学上称“显性汗”。产生这种汗液的是人体皮肤中像泉一样的腺体称“汗腺”。

人体皮肤内约有200~500万个汗腺。平均每平方厘米约有140~400个左右。仅少数皮区如唇红部、阴茎龟头、包皮内面、阴蒂处没有汗腺。成人汗腺的分布极有规律，手掌、足底、腋窝最多，然后是额头、四肢、躯干以次递减。人出生后汗腺就不再生成了，所以新生儿的汗腺密度最大。但是新生儿汗腺分泌活动十分微弱并且不太规律，一般从三岁后才逐渐达到成人状态。

汗液从腺泡内生成进入导管。导管在皮肤内蜿蜒上行，开口在皮肤表面。汗液的主要成分是水（占99%），含极少量的钠、钾、尿素、氯、尿酸、乳酸。葡萄糖和蛋白质几乎是零。刚刚从细胞产生出来的汗液与血液的渗透压相等。在流经汗腺导管时，晶体物质（如钠、钾等）被重吸收，所以最终排出的汗液成为低渗液。所以当人体大量出汗而造成脱水时，丢失的主要是水，极易造成机体高渗性脱水。

汗腺的分泌是一种反射活动，当皮肤的温觉感受器接受热刺激后，迅速将热信号反射入发汗中枢。发汗中枢将指令下达交感神经，最后在交感神经的支配下，汗腺分泌汗液。实验发现，发汗中枢比较广泛，下自脊髓，上至大脑都存在有发汗的调控点。但在一般情况下，主控点在下丘脑。比如，环境温度超过了皮肤温度，机体产热与散热出现了偏差时，汗腺在下丘脑的调节下分泌汗液，使体温保持在恒定的数值。所以汗腺的功能主要是调节体温。

皮肤是人体最大的蒸发表面。1克水被蒸发，可带走0.58千卡热，这是人体最有效的散热途径。中医发汗治疗某些疾病就是利用了皮肤这个有效的蒸发表面，起到了独特的清热、解毒之功能。

在人体某些皮区，分布着一种特殊的汗腺，在医学上称“大汗腺”。它们的分布部位是腋窝、乳晕、外阴及肛门周围。这类汗腺不分泌水，与体温调节无关。它在青春期开始分泌活动，所以与性的功能活动有一定的关系。大汗腺分泌的物质呈乳汁样灰白色或淡红或浅黄色，粘稠无味。分泌物中含蛋白质。这种腺体在一般人分泌量很少，分泌速度缓慢且不连续分泌，在两个分泌活动周期之间有颇长的间歇期。即使在一次分泌中也分成两个阶段。细胞先把分泌物排入腺腔内暂时储存起来，达到一定的量时才进入导管经毛囊排出到皮肤表面，分泌物干燥后呈胶粒状。这些分泌物被皮肤表面的细菌分解、作用后，出现一种特殊的气味。这就是人们说的“狐臭”。有的人大汗腺在腋下分布量较大，气味十分明显，特别是夏天穿着比较单薄，气味极易散发。医学上称之为“腋臭”。无疑，这种气味给人们的生活增添了一些烦恼。但在今天，大可不必忧愁，到医院做一个腋下小手术，切除皮肤内的大汗腺，即可解除“气味”，使之与正常人一样生活毫无异样感觉。

14. 人体最坚硬的器官 ——牙齿的结构

牙齿是人体最坚硬的器官，牙齿的重要性在于参与消化食物。它直接的作用是对食物咬切、撕扯和研磨等机械性的加工。另外牙齿的排列与亮洁度与美容有关。在人类，一生中有两套牙齿，即乳牙和恒牙，出生后6个月左右开始逐渐萌生乳牙共20个。6岁左右逐渐脱落开始更换恒牙。14岁左右出齐共32个。第三磨牙往往18~30岁时才长出，因此也称智齿。但也有人终生不长这颗牙。

用钢板敲打牙齿会发出红色的火花，可见其坚硬的程度。分析牙齿的构造，原来牙齿外表面覆盖着一层白色的钙化质，医学上称“牙釉质”。当釉质发育成熟时，几乎全部成分由磷灰石晶体的钙盐构成。其中有机物即釉质蛋白质仅占0.5%，尽管比例少，但十分重要。釉质蛋白质由牙齿中的成釉质细胞产生。目前已被分离出来，X线衍射分析，蛋白质分子结构呈B交叉型，与钙盐有很强的亲和力。这是釉质钙化的重要物质基础。

牙齿的主体是牙本质，位于牙釉质的下层。牙本质约80%是无机成分。有机成分占20%。其硬度仅次于牙釉质，比骨骼的硬度大。无机成分主要是钙盐。有机成分是牙本质蛋白，由成牙本质细胞产生。这种细胞长着许多细小的突起，伸入牙本质中，故称为“牙本质纤维”。牙本质纤维放射状排列位于牙小管内。牙小管非常纤细，以牙髓腔为中心放射状穿过牙本质的各个部分，小管内径为3~4微米，越近末端，管腔越窄。牙小管从牙髓腔向外延伸的路途中，大部分小管都呈S型弯曲，并出现分枝，尤其在牙本质的边缘分枝更多，常呈袢形吻合。牙本质对触觉及冷、痛、酸性食物非常敏感。这种刺激是由牙本质纤维感受然后再传入牙髓腔的。

牙髓腔位于牙本质的中心，腔面镶嵌着一层成牙本质细胞，腔内充满了疏松结缔组织、神经血管和淋巴管。感觉神经末梢从牙尖孔穿入牙髓腔后再包绕腔面的细胞，部分神经末梢还伸入牙小管。神经与牙齿形成了十分密切的关系。所以牙齿对感觉很敏感，当出现牙病时，疼痛与不适就显得十分强烈。

正常牙齿埋在牙槽骨里。埋在牙槽骨里的一部分牙齿称牙根，牙根的表层覆盖着牙骨质。在牙槽骨与牙骨质之间有粗大的胶原纤维束，一端伸入牙骨质，一端深深地埋进牙槽骨，将两者牢牢连接固定在一起。老年人的这个固定装置萎缩、退化，常常导致牙齿松动和脱落。这个固定装置在医学上称牙周膜。牙周膜炎症或外力损伤，易造成牙齿脱落。外力致牙齿断裂或脱落可进行牙齿再植，一般状况下，青少年成功率比老年人高2~3倍。牙齿脱落后持续的时间越短，越利于再植的成功。

15 · 血液流动的驱动力 ——血压的形成

血液在血管中流动，周而复始，昼夜不息。

按照流体力学的一般规律，在一段管道中液体的流动量与该段管道两端的压力差密切相关。这就是说，体内不同部位的血管内压是不同的，即血压不同，必然形成了血压位差，这才保证了血液的流动。

首先要了解血压的形成要素。第一，血管内充盈的血液；第二，心脏泵血做功；第三，血流所遇到的阻力。人体的血管是一个封闭的管道系统，管腔内的血液是否充足直接影响血压，这是形成血压的前提。现在，假设一个条件，能使血液停止流动，此时全身心血管系统所测得的血压是均衡相等的，压力差等于零。动物实验可使这一假设成为现实。比如，人工使狗的心脏暂时停止搏动，心脏不能泵血做功，血液即刻断流，此时，血管内各处的压力很快取得平衡，全身出现相同一致的血压值。如果在这一瞬间血液很充盈，那么所测得的血压较高，反之则较低。当意外大出血时，血管内血容量显著不足，血压会骤然下降，如不及时抢救，将危及生命。

心脏做功产生的能量有两种释放途径：一是推动血液进入大动脉；二是迫使大动脉管壁扩张，将这一部分势能暂时储存起来，在心脏舒张期再释放这部分势能，即形成大动脉的反弹力再推动血液继续流动。当血液从大动脉逐渐流向小动脉、毛细血管、静脉重返心脏的路途中，不断克服阻力，消耗能量，所以血压依次降低。达到右心房时，血压降至最低点，几乎是零。这样，血管内的压力梯度依次形成。血流的阻力主要来自血液与血管壁之间摩擦力。摩擦阻力的大小，取决于小血管的内口径的大小。口径越小，阻力亦越大。因此，血液进入器官的流量取决于血管的口径。神经系统就是通过调节血管的口径（收缩血管或扩张血管）来控制各器官的血流量实现细胞与血液之间的物质交换。

健康查体记录的血压是指动脉压。医生常在上臂肱动脉处测得。我国青年人在安静状态下正常收缩压（指心脏收缩期主动脉压达到的最高值）为 13.3 ~ 16.0kpa；舒张压（心脏舒张期主动脉压达到的最低值）为 8.0 ~ 10.6kpa。如果动脉发生硬化，血流阻力加大，心脏推动血液前进的负荷增加，收缩压亦会升高，流经小动脉的血液明显减少，器官缺血缺氧，造成代谢紊乱。所以高血压的病人易导致脑供血不足，会出现头晕目眩、记忆下降甚至思维障碍等临床症状。医生将收缩压高于或等于 21.3kpa，或舒张压高于或等于 12.6kpa，符合一项者即诊断为高血压。在高血压患者的治疗中，应按时服降血压药物，舒张血管，缓解血流的阻力，使更多的血液进入器官，保证机体新陈代谢的正常进行。

16. 细胞间的天然屏障 ——体内的分子筛

人体数百万亿个细胞所生存的空间是一个相对稳定的内环境。近年来发现，机体细胞间这种稳定的关系与一种十分微妙的天然屏障有关，这就是分子筛（molecular sieve）。电子显微镜下观察分子筛，呈三维构型，并有网格式的微小孔结构。化学成分为蛋白多糖。这类化合物的多糖分子无论在数量和种类都大于蛋白质分子。多糖成分总称为糖氨多糖（glycosaminoglycan, GAG）也可译称为氨基多糖。构成多糖的成分很多，其中，透明质酸分子（hyaluronic acid）是多糖分子中唯一不含硫酸根的糖。分子大，在 GAG 中其分子量可达 10^6 。电子显微镜下，它是曲折盘绕的长链分子，构成分子筛的主体框架。以非共价键的形式结合着许多蛋白质分子；后者则以共价键的形式结合着多种 GAG，这些 GAG 分子小，分子中含有硫酸根。由于这些 GAG 含有较丰富的酸根和羧基而呈现密集的阴离子电荷，因此使长链分子结构延伸，并彼此之间以及与其他大分子比如胶原蛋白相互连接，形成三维结构的分子筛。

分子筛的化学成分能与无机盐中的阳离子和水分子结合，保持水作为溶剂的性质，因而对局部的水盐代谢与交换起到调节作用，影响组织液的渗透性和渗透压；在胶原纤维形成过程中的动力学方面和在细胞的增殖、分化、迁移中起重要的诱导作用。分子筛的网格式筛孔构型可使小于孔径的物质通过，实现组织细胞与血液之间的物质交换，而大分子物质如细菌等是不可能通过筛孔的，由此而防止了细菌在体内的扩散和蔓延，起到了重要的屏障作用。但是分子筛的主要组成成分透明质酸分子极易被透明质酸酶所分解。溶血性链球菌和癌细胞能产生透明质酸酶，使分子筛遭受破坏。临床上某些久治不愈的感染或癌细胞扩散浸润都与分子筛的破坏程度有关。

可见分子筛的完整性及它的化学成分是稳定机体内环境的重要因素，而成为维持人体正常生命活动的基础。

17. 于无声处听惊雷 ——内耳与听觉

人的听觉感受器埋藏在内耳。内耳如同隧道一样迂回在颞骨深层。从断层照片观察内耳的外形曲折螺旋极像蜗牛的外壳，医学上称内耳为迷路（labyrinth）。迷路由骨质和粘膜构成，即骨迷路和膜迷路。膜迷路悬在骨迷路的腔内。近顶端，膜迷路伴随骨迷路螺旋二周半，称耳蜗（cochlea）。在耳蜗的特定区域出现许多感觉细胞的组合体，这就是人类的听觉感受器，称螺旋器。螺旋器由二种细胞组成：一种是毛细胞，顶端有上百条听毛并伸入胶质状的盖膜中；底部与神经相连。另一种细胞是支持细胞，分为细长的指细胞和宽大的柱细胞，它们坐落在蜗管的一侧壁上，称基底膜。基底膜内含有基底纤维。称为听弦（auditory string），耳蜗内共有 24000 根。19 世纪就已有人提出听弦共鸣学说。认为耳蜗基底膜上的听弦是声波频率的共鸣元素。现已知道，在一定的张力下不同长度的听弦能与不同频率的声波产生共鸣，引起螺旋器上毛细胞的兴奋、冲动通过听神经传入大脑中枢，产生听觉。实验和临床发现，如果听弦受到损伤，高音感和低音感都将出现障碍。

人耳能感受的振动频率在 16 ~ 20000 赫兹，亦称听阈。当空气的振动波经外耳道至鼓膜、鼓膜的振动经听小骨传至内耳使内、外淋巴液振动，最终引发了基底膜共振。由于基底膜含有不同长度和直径的听弦，因此，不同频率的声波以行波（travelling wave）方式引起相应听弦发生大幅度的振动。这一机械振动经过复杂的过程转换成神经纤维上的电位变化。在这一能量转换过程中，耳蜗基底膜听弦的振动是一个关键程序，由于它不同频率的振动才使位它上面的毛细胞受到相应的刺激，并引发出耳蜗内各种过度性电变化，最后听神经纤维将声信息编码以动作电位的形式传入中枢。在实验中，以直接观察的方法，记录了基底膜振动的情况。观察表明，振动首先在耳蜗底处的基底膜引发，然后振动沿基底膜向耳蜗顶方向传播，就像人在抖动一条绸带有行波一样，沿绸带向远端传播。基底膜的振动使毛细胞感受到刺激。解剖显微镜下观察到，毛细胞顶端的听毛埋植于盖膜的胶状质中。当行波引起基底膜振动时，它的振动轴与盖膜的振动轴不一致，于是，在两膜之间出现了横向交错移动，使听毛受到一种切向力的作用而弯曲，这是机械能转换的第一程序。微电极测量毛细胞顶部膜的内外存在着 160 毫伏的电位差。当听毛朝一个方向弯曲时，膜的电阻增大；而朝相反方向弯曲时，电阻则减小。听毛的弯曲方向是随着基底膜与盖膜的振动轴不一致而出现的。听毛的这种切向弯曲产生出了本身电阻值的增加或减少，于是细胞膜顶端的内外两侧形成了一个波动式的电压降输出，构成了特殊的电位（——微音器电位）。这个电位的作用能把声波的振动转换成相应的音频电信号，然后，听神经对耳蜗内音频电信号进行一系列的反应、综合、编码，再转换成听神经的动作电位传入大脑。

耳蜗内的声感结构十分精细，无论哪一环节出现损伤或发育不好，就会出现听觉障碍。所以，要避免某些药物（如链霉素）长期大剂量的使用；在妊娠早期要防止某些病原微生物（如风疹病毒）进入体内，以免影响内耳螺旋器的发育出现不可逆的耳聋，酿成终生遗憾。

18. 灵敏的触觉感受器 ——毛发的分布与结构

毛发几乎披被于人体的全身，仅少数皮区如手、足掌、口唇、龟头、阴蒂等处无毛发。人体毛发与动物不同，动物的毛发极多，对保持体温和对抗机械性损害起重要作用。人类的毛发已相当退化，某些部位非常稀疏，已无上述功能。但毛发底部的毛囊有丰富的感觉神经末梢，所以成为灵敏的触觉感受器。

人体毛发的长度可达1米以上，最短的仅几个毫米。全身最细的毛发位于前额及面部称细毛；最粗的毛发是头发，其次是胡须、阴毛、腋毛和眉毛称终毛。

毛发可分为两部分：暴露在皮肤表面的毛干和深埋进皮肤的毛根。它们都是由细胞同心圆排列而成的扁圆柱体。细胞质内充满了角质蛋白。毛发细胞内含有特定的化学物质，测定毛发能较准确的测出个人的特征，这在法医学上有特殊的意义。

在毛根的末端与毛囊混为一体，形成了较膨大的毛球。毛球是毛发与毛囊生长发育的中心。破坏了毛球，毛发和毛囊即停止生长。毛球底部出现一个凹区，由富含毛细血管的结缔组织填充，称毛乳头。毛乳头对毛发的生长起营养和诱导作用。毛球区域的细胞很幼稚，分裂十分旺盛，能分裂分化成毛发与毛囊的细胞。一般毛发是有颜色的，毛发的颜色取决于毛球细胞之间的黑色素细胞。黑色素细胞具有长长的突起将它产生的黑素颗粒注入到毛发细胞之中。颜色的深浅由黑素颗粒的多少来调节，这与人种遗传有关。在人类，主要有黑发、棕发、黄发和浅蓝发，亚洲人种一般是黑发。当进入老年后，黑色素细胞合成黑色素颗粒的能力减弱或消失，自然颜色变浅，黑发变成白发。

毛发的生长有十分严密的周期性。从萌发到脱落称一个周期。周期包括三个阶段即：生长期、衰退期和终末期。在生长期，毛球和毛乳头较大，毛球的幼稚细胞分裂十分活跃，毛囊的长度加大，毛发生长。在衰退期，幼稚细胞的分裂速度减退，毛发生长缓慢，毛球和毛乳头渐小。在终末期即是换毛的开始。此时旧的毛球已经萎缩、细胞停止分裂，毛囊变短，毛发与毛球和毛囊的连接出现断离，这时的毛发极易脱落。一般在旧毛发脱落之前，毛囊底端逐渐生成新的毛球和毛乳头，然后新毛伸入原有的毛囊内，将旧毛推出，进入生长期，新的周期又重新开始。

人体的毛发不像其他动物，全身集中在一个时期更新，而是分散在不同时期各自更换。比如，头发的生长期较长，持续6年，衰退期和终末期约持续数月。正常人的头发约有80%处在生长期。身体的细毛寿命最短一般持续2~3个月即行交换更新。

部分皮区的毛发与性激素有关。青春期，男性口周围出现浓密、带色素的终毛即胡须，这与男性激素有关。尽管在女性长胡须的部位也有相同数目的毛囊，但不会生成胡须，这是因为女性体内没有足够的男性激素，只是不断的生长出纤细的毛。在另外一些皮区于青春期都会出现终毛如腋毛和阴毛。

尽管目前促毛发生长的药物有一定的疗效（比如促进头发生长的药物）。但最近新的观点认为，经常按摩头部皮肤促进毛乳头的血液循环，保证毛球

细胞的新陈代谢和活跃的分裂能力，是促进头发的生长而使黑发永驻的有效方法。

19. 流动着的生命 ——血液的构成

血液是体内流动着的生命,占人体体重的 8%左右,约 4000 ~ 5000 毫升。血液循环往复,日夜不息,运输着生命所需要的物质。

起初,原始的生命直接浸浴于海洋。随着亿万年的演化,生命的组合形式渐渐复杂,逐渐脱离了海水,在细胞之间出现了液体取代了海水的盐溶液。实验测定,细胞之间液体的化学成分比如各种无机离子竟与海水惊人的相似。血液就是这种盐溶液又溶入了蛋白质,并渐渐出现了血细胞的一种与生命息息相关的液体。

我们来做一项实验:

从血管内抽取 2 毫升血液,加抗凝剂并离心,静置沉降后,血液出现了三层,上层为淡黄色的血浆,约占总容积的 55%;下层为深红色的红细胞,约 45%;中层为白细胞和血小板,不足 1%。

血浆的成分约近 90%是水,其余是可溶性的化学成分。血浆化学成分含量相当恒定。但在病理情况下,尤其在肝、肾、心、胰等器官病变时,血浆化学成分的含量可出现大幅度的波动。分析血液的化学成分可以了解机体重要器官物质代谢的状况,并能协助诊断疾病。

血浆中最重要的化学物质是血浆蛋白质。正常人每 100 毫升血浆中含有总蛋白量约 6 ~ 7.5 克。分离纯化的各种蛋白质及酶,约有百余种。这些蛋白质绝大部分来自肝脏,所以临床化验测定蛋白质含量,一般代表肝脏功能。血浆蛋白各组分的基本功能目前已明了的有 5 个方面:(1)维持血液正常的渗透压及 PH 值;(2)止血凝血作用;(3)转运脂类、激素、药物、胆红素及某些金属离子如铁离子、铜离子而成为蛋白载体;(4)营养组织细胞;(5)体液免疫功能。

在血液中,血细胞数量最多的是红细胞(见彩图 4)。单个红细胞呈黄绿色,大量的红细胞呈腥红色。男性正常值为 $4.0 \sim 5.5 \times 10^{12}$ /升;女性为 $3.5 \sim 5 \times 10^{12}$ /升。红细胞直径 7 ~ 8 微米,是体内唯一无核、无细胞器的细胞,胞质内充满了血红蛋白。血红蛋白在男性为 120 ~ 150 克/升,女性为 105 ~ 135 克/升,血红蛋白与氧及二氧化碳有很强的结合力,所以人体细胞需要的氧和机体代谢形成的二氧化碳都由红细胞转运。红细胞的膜是以脂质双层分子为骨架的半透膜,所以氧和二氧化碳等脂溶性的气体可以自由穿入与血红蛋白结合。这是红细胞的主要功能。红细胞数量减少或血红蛋白量不足都将造成机体缺氧、二氧化碳排出困难。严重者会影响人体正常活动。临床上称此症为“贫血”。红细胞的寿命为 120 天。然后由红骨髓分裂分化补充血液中死亡的红细胞。

血液中另一类细胞无色、有核称白细胞(见彩图 5),一般能主动做变形运动穿跃血管壁,具有重要的防御和免疫功能。白细胞正常值为 $4 \sim 10 \times 10^9$ /升,男女无明显差异,婴幼儿稍高于成人。白细胞不是一种细胞,可以分成 5 个类群:中性粒白细胞,直径 12 微米,约占白细胞总数的 50 ~ 70%,它能在血管内外吞噬和溶解细菌。当机体出现细菌感染时,中性粒白细胞的百分数明显升高。一般中性粒细胞在血液中停留 6 ~ 7 小时,然后穿过血管寿命 1 ~ 3 天;淋巴细胞,直径 6 ~ 16 微米,占白细胞总数的 20 ~ 30%,是机体重要的免疫细胞。淋巴细胞不是单一的群体,至少可分成胸腺淋巴细胞

(T)；骨髓淋巴细胞(B)；杀伤淋巴细胞(K)；自然杀伤淋巴细胞(NK)四群。其中T淋巴细胞约占血流中淋巴细胞总数的70~80%；B淋巴细胞占15~20%。这两大群淋巴细胞有识别、辨认异物的能力，如病毒、细菌、癌细胞，然后迅速分化、增殖将异物杀死，保护机体免受伤害。艾滋病的实质就是使淋巴细胞的功能丧失，导致全身感染而造成死亡；单核细胞，直径15~20微米，占白细胞总数3~8%，在血液中吞噬力较弱，停留1~2天后，以其活跃的变形运动穿过血管进入组织和体腔，增殖分化成巨噬细胞，吞噬力增强，在全身构成重要的防御结构——单核吞噬细胞系统。血液中数量最少的白细胞是嗜碱性粒细胞(见彩图6)，仅0~1%，它能释放一种化学物质使毛细血管的扩张、渗透性增加，有利于血管内外的物质交换。但如果血管通透性过强，即造成局部水肿，临床上称过敏。嗜碱性粒白细胞的生存时间约12~15天；嗜酸性粒细胞，直径15微米，占白细胞总数0.5~3%。它能吞噬过敏原与抗体结合物，分解组织胺，抑制血管的扩张，避免水肿形成，从而减轻过敏反应。嗜酸性粒细胞在血液中仅停留30分钟，然后变形运动穿出血管进入结缔组织，寿命8~12天。人体患过敏性疾病时，嗜酸性粒细胞升高。

白血病是最严重的血液病。5种白细胞都可能出现幼稚细胞无限制的增殖，并丧失原有的功能。目前尚无疗效肯定的医治办法。

血小板不具备细胞结构。它是从巨核细胞脱落下来的梭形小体，直径2~4微米。当血管内皮细胞受到损伤时，由血小板来填补血管内皮细胞脱落留下来的空隙，暂时保持血管壁的完整性。如果血管受到创伤而破裂出血，血小板立即粘附于创伤处，聚集成团并释放化学物质，使血液凝固形成血栓子。血小板正常值为 $100 \sim 300 \times 10^9/\text{升}$ 。假若血小板减少，将造成严重的出血倾向。甚至血管壁微小的创伤(比如，血液的旋涡、激流造成的内皮细胞损伤)都可使皮肤、粘膜下出血，形成肉眼可见的紫色斑块或斑点。这种疾病称为“血小板减少性紫癜”。血小板的寿命7~14天。

一般说来，失血10%(约400毫升左右)，其中的水和无机盐可在1~2小时内补充起来，血浆蛋白可在一昼夜内得到恢复。丢失的红细胞恢复较慢，一般需要20~30天可再达到正常水平；丢失血液20%(约800毫升左右)，脑细胞已受到影响，意识障碍随即出现；若丢失血液达30%(约1200毫升左右)时，机体细胞已发生严重缺氧，各器官功能出现衰竭，如不及时抢救，生命将进入危险状态。

所以，血液是人体流动着的生命。

20. 化学分子气味的辨别 ——鼻子的嗅觉功能

鼻子并不仅仅是呼吸道的门户，也是重要的气味分析器。医学上称为嗅器。嗅器位于上鼻腔及鼻中隔后上方，双侧所占面积 5cm^2 （鼻腔总面积为 120cm^2 ）。由于它所处的位置较高，在平静呼吸时气流不易达到，一些不太明显的气味必须深吸气，造成一定的气压，使气流上冲，才能感觉到。那么嗅器究竟如何感受气味物质呢？

来看一下嗅器的结构。在显微镜下显示，嗅器由三种细胞组成：嗅细胞、支持细胞和基底细胞。嗅细胞属神经细胞，是感受气味的主要细胞，细长呈梭形，顶部有突起呈细棒状，伸向鼻粘膜表面，突起的末端膨大形成一圆球型称嗅泡。从嗅泡上又发出了 $10 \sim 30$ 根很细的纤毛，称嗅毛。

嗅毛不能摆动，却向一侧倾倒，平行铺卧在鼻粘膜表面，浸浴于一层特殊的液体之中，这层液体由嗅腺分泌。嗅腺位于粘膜深层，再由导管直接排放至鼻粘膜表面。

嗅腺分泌的液体具备气味物质的媒溶作用称为嗅液。一般气味分子极难溶于水。但嗅液不但能使气味分子溶解，而且能十分有效的刺激嗅毛，使嗅毛改变膜的电位，引起神经兴奋。嗅细胞底部与嗅神经连接形成突触，并以动作电位的形式将气味物质的信息传入大脑。当吸入的空气中含有气味化学物质时，气味分子就溶于嗅液之中，嗅毛浸浴于嗅液是嗅细胞直接接触化学物质的部位。据计算，人的鼻两侧粘膜内含约 10^7 个嗅器。实验发现，嗅毛上有不同的受体，分别接受不同化学物质的刺激，产生不同的嗅觉。假若鼻粘膜充血、水肿，就会改变嗅器的功能状态，嗅毛对化学物质的敏感程度会大大下降。这就不难理解在感冒或急性鼻炎时，嗅觉功能会降低或暂时丧失嗅觉能力。当鼻粘膜炎症消失时，嗅觉功能自然会恢复。如果嗅细胞受到不可逆转的严重损伤，将终生不再有嗅觉功能。

不同种属动物的嗅觉敏感程度不一样。就是同一种动物对不同气味分子的敏感性也有很大的差异。比如，麝香和乙醚的分子都能挥发。但乙醚分子的浓度在空气中要高出麝香十万倍以上人才能嗅出。换句话说，麝香分子的浓度仅有乙醚的十万分之一，人的嗅毛就能受到刺激而产生嗅觉。嗅细胞究竟能分辨出多少种气味，目前尚不是太清楚。一般认为多种不同的气味是由四种基本嗅觉组合而成的，即香、酸、甜、腐臭。关于气味的性质主要与其化学结构有关。比如，含 H^+ 的物质常出现酸的气味。

“久入兰室，不闻其香”。是说人的嗅觉有明显的适应现象，但这不属于嗅觉疲劳。当人对一种气味出现适应后，对另外一种物质的气味，仍表现出十分敏感的嗅觉。

21. 甜酸苦辣咸五味俱全 ——人的味觉

人能感受甜、酸、苦、辣、咸，这与人体的味觉感受器有关。人的味觉感受器称为“味蕾”。它位于舌体表层的上皮细胞中。关于“味”，我国医学早就深刻的阐述了关于味的药用价值。现代医学认为，人的味蕾能感受 100 种以上的味觉，但基本的味觉仅有四种，即酸、甜、苦、咸。其他任何一种味觉都是由这四种相互配合而产生。在人类，感受甜的味蕾分布于舌尖部；酸的味蕾分布舌两侧；苦的味蕾分布于近舌根 1/3 处，咸的味蕾位于舌两侧的前缘。

味蕾中的主要细胞是味细胞，它位于味蕾中央。细胞呈梭形，顶端有味毛，味毛从味孔中伸出，暴露在舌的表面，可与食物直接接触。味细胞的周围有感觉神经末梢包绕直接与味神经相连，味觉信号经味神经传入大脑。

目前认为，味细胞的表面有味受体（一种膜蛋白），味受体与有味物质在细胞表面结合并发出味觉信息。近年来，在味细胞膜上提纯出了甜味受体。在人类和哺乳动物的味细胞膜上都有两种以上的基本味受体。因此，味细胞能接受两种以上基本味的刺激。一支味神经经常以其分枝与两个以上的味细胞相接触，而这两个味细胞上有不同的味受体感受不同的食物刺激。当味觉细胞将味信息传入大脑时至少可以产生两种以上的基本味组合效应。人的基本味受体尽管只有 4 种，但经过这种排列组合，所以人可以出现 100 种以上的味觉。

味觉的敏感度往往与食物的种类有关。这是因为四种基本味受体与味物质的亲和力不同，所以味细胞对不同味的敏感程度不同。在人类，对四种基本味的敏感程度次序是：苦 > 酸 > 咸 > 甜。所以，一般来说，人对甜的耐受性最大；而对苦特别敏感，耐受性最小。另外，味物质的温度也影响味觉的敏感度；在 20 ~ 30℃ 时，味觉的敏感度最高。实验发现，味觉辨别力与血液的化学成分有关，比如，当血液低钠时，对咸味的敏感度会大大提高。因此，味觉的功能不仅在于辨别不同的味道，而且与营养摄取和机体内外环境恒定的调节也有关系。

22. 细胞呼吸

——机体能源的形成

一切生物的活动都需要能量。三磷酸腺苷(ATP)就是生物界能量的储备形式,它是人体唯一可直接利用的能源。

外界的食物如糖类、脂类和蛋白质进入人体后可在细胞内进行分解,彻底氧化后产生出 CO_2 和 H_2O ,并释放出能量。相当大部分能量是以ATP的形式保存下来,以备生命活动的需要。那么,ATP是怎么产生的?这就是本章的主题,细胞呼吸。

在人体细胞中存在着一个重要的细胞器,形似细线状,长约2~6微米,称线粒体。它是产生ATP的重要场所。ATP生成的过程实质上就是细胞呼吸的过程。

所谓细胞呼吸就是细胞内氧化过程。其主要反应就是代谢物在酶的作用下进行脱氢反应。简单概括为氢原子失去电子变成氢离子(H^+),然后 H^+ 与原代谢物分离,并同时消耗 O^2 ,释放 CO^2 ,这亦称为氧化。这一氧化过程相当复杂,从 H^+ 形成到氧离子(O^-)出现,一直到二者结合成 H_2O ,要经失去电子和得到电子的复杂传递,这一过程需要多个载体,这些载体相连构成了一条长链,称为“呼吸链”。

近20年来的研究已知细胞内有长短不同的几条呼吸链。一般说来,呼吸链都是以脱氢启动,中间经过几种传递载体,按照自身氧化还原电位的高低从负值到正值顺序排列,直至 H^+ 与 O^- 结合成 H_2O 为终端。

呼吸链的各种载体都位于线粒体的内膜上,几乎都以克分子比例浓度存在。比如呼吸链中的细胞色素体系就是一组重要的载体,它们是以1:1的克分子比例依次排列的线粒体的内膜上的,而且有固定不移的空间位置和方向。呼吸链好比是工厂里的生产流水线,载体如同流水线中排列有序的机器,去完成同一产品中各自的工序。这条生产流水线最终产品是水,在生产水的过程中,重要环节就是释放能量。每克分子葡萄糖经呼吸链的作用可生成38克分子ATP。据实验证实,在呼吸链中每消耗半克分子 O^2 ,就能产生3克分子ATP,在呼吸链中没有氧,ATP就不能生成。由此可见,人体必须吸入氧气,这是生命活动的重要基础。

通常,从食物中摄取的糖所生成的ATP是可以满足人体生命活动的需要(包括心脏跳动、肺的呼吸、肌肉运动、大脑的思维等)。在体外标准条件下观察,ATP分子释放一个高能磷酸根($\sim\text{P}$)(通常 $\sim\text{P}$ 连接在ATP分子的末端),就能释放7300卡/克分子的能量。在体内可达到12000卡/克分子。当人体大量运动时,ATP消耗增多,呼吸链氧化加快,需氧量加大,所以此时人的呼吸加快,急促,使大量氧进入机体。

任何阻断呼吸链的物质,都将使ATP生成停止。如:一氧化碳或氰化物都可抑制呼吸链中的某个部位,使呼吸链中的载体传递中断,氰化物和一氧化碳都能与细胞色素体系结合,使这个载体失去传递电子的功能,造成细胞呼吸停止,阻断ATP生成。就是氰化物、一氧化碳使人体中毒致亡的机理。所以ATP生成终止之时,亦是人体生命完结之日。

23. 血液离体后的通路 ——体外循环的应用

体外循环是美国外科医生约翰·吉本(John Gibbon)创立的。他设计了人工心脏和人工肺脏,二者结合成为人工心肺机,并于1953年利用人工心肺机成功地进行了历史上第一例体外循环手术。体外循环近30分钟,修补了病人巨大的房隔缺损。这次手术的成功成了胸心外科史上一个划时代的里程碑。

1958年,体外循环技术在我国开始应用,由此,我国的心脏外科飞跃发展进入了一个新的时期。外科医生可以在直视下剖开心脏,暴露心腔,修补或矫正心脏的畸形。

体外循环的通路是:从近心脏处的上、下腔静脉插入一管道,将机体的静脉血引流并注入到人工肺脏(亦称氧合器)。尔后,氧合了的血液再通入人工心脏(亦称血泵)加压,把血液重新输送回人体的主动脉。

由此可以看出,体外循环的过程主要由两个部分组成,即人工肺脏和人工心脏。人工肺脏的作用是将高浓度的氧与血液充分混合,在此完成气体交换。自本世纪50年代以来人工肺脏的基本类型可分为垂屏式、转碟式、鼓泡式和膜式四种。目前在世界上应用最广泛的是鼓泡式人工肺脏。当氧气通入装有静脉血的垂直圆筒时,气、血混合产生大量血泡,使血液迅速氧合,血性泡沫升到圆筒顶部进入一个“U”形折管,在与其中的硅化物接触后除泡,成为无泡的氧合血液,再经人工心脏送入病人体内。膜式人工肺脏用于体外循环是一个新的转折,它的设计是以气体通透性良好的高分子薄膜将血与气隔开,减少了气体交换过程中血细胞的破坏和血浆蛋白的变性,有利于较长时间的体外循环手术。

关于人工心脏,目前应用临床的是滚压式血泵,结构简单,操作简便,对血液破坏性小。近年来,在人工心脏设计上有两大改进,一是设计腔大,使泵出的血量接近于心脏输出量;二是在动脉灌注的管道上加用助搏装置,有节律的排空管道内的血液,利于多血器官如肾、肝的灌注。80年代后,由微电脑控制的转压泵开始应用于体外循环手术,它输出的血流接近生理性搏动血流,各项生理性指标能得到控制并能精确的调节。

体外循环主要用于先、后天性心脏病的直视手术、冠状动脉硬化性心脏病的升主动脉与冠状动脉搭桥手术、胸主动脉瘤切除术、气管移植、心脏或心肺移植术。体外循环主要出现的并发症有仪器污染造成术后感染、缺氧、凝血机制紊乱造成广泛渗血、气栓栓塞、急性肾功能衰竭等。

体外循环是目前心脏手术不能缺少的重要过程,没有体外循环,心脏的复杂手术就不能进行。但它毕竟不是正常生理性的血液循环,现在通用的人工心脏达不到正常心脏输出搏动血流的标准,这能导致血液中缩血管生物活性物质的增加,血管阻力加大,微血管中血细胞淤聚,从而对脑、肾功能不利;由于人工肺脏中血液与氧气直接接触(正常肺脏存在着生理性气—血屏障)气泡的生成与破裂,极易造成血细胞破裂、血浆蛋白变性。同时,全血与机械性物质广泛碰撞,必将引起血小板及补体(一种体内免疫物质)系统的活性物质增高,加重了脑、肾、肺的损伤。

现在已有人提出体外循环的研究方向:开发生物相容性更好的高分子材料,降低材料的异物性;按照流体力学性能设计使血液与氧气结合效率更高

的小型人工肺脏；同时，使目前的体外循环仅仅是心脏手术的工具变为一种治疗手段，维持病人的呼吸和血液循环的正常进行，挽救病人的生命。

24. 手术台上的人工降温 ——低温麻醉术

20 世纪 50 年代初，低温麻醉学说被世人所公认。实验表明，当正常体温降至 20℃ 左右时，机体代谢率和耗氧量随体温的降低而出现同步下降；当体温降至 28℃ 以下时，动物已不需麻醉药就可维持无意识和无肌肉紧张状态的“低温麻醉”期。

1952 年，美国医生将病人体表温度降至 28℃ 以下，气管内插管控制呼吸，成功的为一例先天性心脏病患者施行了低温、停循环心内直视房间隔缺损修补术。这一成功推动了心脏外科出现了历史性的变革。

低温麻醉刚刚创立的时候，是于手术前先将病人麻醉到一定的程度，然后将病人直接浸浴于 2~4℃ 的冰水中，同时将冰带置于体表大血管（颈动脉、腋动脉、股动脉）处；在小儿患者则施冰水、酒精拭皮肤，使体温逐渐下降。此时要密切关注病人各部位的温度，体温降至 34~32℃ 时为轻度低温；32~28℃ 为中度低温；体温低于 20℃ 以下称超低体温。于是机体基础代谢率下降，耗氧量减少，此时即使是血液断流或供应不足，脑、心、肾组织也不致出现缺氧、细胞结构改变。由于进行复杂的心内直视手术需要血液断流，所以低温麻醉是维持术中患者生命的重要措施。医生在常温（36~37℃）下施心脏手术，规定血液断流时间不得超过 3 分钟，否则难免保证脑缺氧，轻者出现较长时间的昏迷；重者发生脑死亡（脑死亡的概念是 1968 年美国医学会专家委员会提出来的，它规定，患者一旦出现不可恢复的全脑功能丧失，即为死亡）。

低温麻醉术中的监测十分严密，包括测温、中心静脉压、动脉压和监视心电示波等各项生理性指标。当体温处于 30℃ 时，耗氧量下降至正常的 70%；25℃ 时下降至 50%；下降至 20℃ 时，耗氧量只有正常的 25%。低温能使细胞氧化酶活性受到抑制；心脏窦房结的活动明显减弱，心室内传导时间延长，心率减慢，心排血量减少，血压逐渐降低。在低温条件下，经常发生心律失常，极易出现心室纤颤和急性心泵血功能障碍，死亡率明显增加。

目前，单纯利用体表降温施行低温麻醉术已渐退出历史舞台，而以体外循环加血流降温施以低温麻醉术已被医生们广泛采用。七十年代结合体外循环技术，又创立了以体外循环转流降温和复温，深低温停循环的心内直视手术方法。具体程序是，先将患者体表温度降至 32℃，然后改用体外循环血流降温至 20℃，即停循环行心内手术操作；手术结束时再施行体外循环转流复温。

低温麻醉在临床上有着广泛的用途。现不仅用于心脏手术，在重度创伤、休克、脑外科、器官移植等方面具有较多的应用。比如，在重度创伤及休克状态下，低温能使病人的耗氧量和 ATP 利用率降低并减少机体内有害物质的产生，减轻对脑细胞的损伤。特别是在断指再植手术过程中，从器官的提供、保存到移植，低温是绝对不能省略的一个重要环节。

25. 现代医学的里程碑 ——核医学的应用

核医学是一门新兴的学科。它的形成和发展体现了当今医学科学的发展水平，是现代医学新的里程碑。

核医学是原子核医学的简称。是研究核技术在医学中的应用及其理论的科学。19 世纪末期，天然放射性同位素的发现，为核医学的诞生奠定了基础。到了 20 世纪 50 年代，核素和核射线已被广泛地应用于临床医学。过去研究体内代谢的方法，一般采用大剂量的代谢物质或进行外科手术或借助于能停止机体某一正常功能的毒性药物，这些方法极少能在合乎生理的情况下反映整体生物体的物质代谢规律，只有核素示踪分析法才能在生理情况下从分子水平动态地认识各种物质在体内的代谢变化，细致的揭开体内及细胞内代谢的内幕。

核医学在医学的应用范围大致可归纳为：分析工具、示踪原子和辐射源三个方面。核素作为分析工具具有灵敏度高、探测特异性好的特点，在医学研究上是其他技术手段不可能代替的。比如，在测定体液和组织中的微量成分（微量激素、维生素、药物等）种类上已超过 300 多种，在活化分析技术上用极少量的血清、组织、甚至头发、指甲就能一次测定出多种元素的含量。示踪原子的作用可以显示某种物质在体内、细胞内、亚细胞内的分布和转移情况以及监测体内物质的转化和转移的速度（如体内的糖可以转化成脂肪等）、蛋白质合成、遗传密码、神经内分泌等机理的探测，几乎非核素示踪不行。在临床检查上不仅能显示体内组织器官的形态，而且能反映其功能。因此在检查甲状腺疾病、糖尿病、贫血、生长障碍、高血压、肾上腺功能异常等增加了特效的诊断方法。辐射源可分成核射线的生物效应以及核素作为能源或动力两个层面。核射线的生物学效应是指利用射线杀伤细胞的作用。比如，内服放射性碘来治疗甲状腺机能亢进；体外放射治疗恶性肿瘤，比如，钴（ ^{60}Co ，射线）对于治疗肺癌、食管癌、子宫癌等体内深部肿瘤疗效很好。大剂量的高能射线能杀死微生物，因此对于不能高热灭菌、消毒的药品、器械进行辐射消毒。核素的动力效能最初用于宇宙飞行的能源（放射性核素电池），现在已成功的用于临床治疗，如心脏起搏器，成为心脏跳动的动力。

在医学史上，核医学是临床医学与其他基础学科结合最成功的学科之一。它集中了物理学、电子学、化学、生物学、工程学和基础医学的最新成就，特别是电子计算机、高能粒子的应用，构成了核医学的基本框架。近年来，定量核医学和动态核医学已得到长足的发展。例如，从闪烁照像机得到病人的大量信息，可用磁带全部永久的记录下来，可以随时取出进行定量、合并、对比、筛选等，同时编制诊断程序，用计算机提供定量可靠的资料 and 结果，大大提高了临床的判断能力，单光子发射断层（SPECT）技术已从大学的实验室进入到临床，成为常规检查必备的工具，在心脏、骨骼、肝脏和脑疾病的诊断中得到越来越广泛的应用，这种仪器的三维显像避免了前后组织器官的重影，病变显示清楚，定位准确，分辨率高。因此，深部位小病灶的成像清晰可见。正电子发射断层（PET）技术在临床的应用是核医学发展的又一成果，它的优越性在于它所应用的显像剂是生理性物质，在示踪过程中能直接反映人体病变部位的异常生化变化。在肿瘤治疗方面，国际上正研究和探索的“硼中子俘获疗法”是核医学的最新研究领域。当硼化物注射进入肿

瘤细胞时，经过中子束外照肿瘤部位，硼化物便可俘获中子，然后在肿瘤细胞内发生裂变，并放出 α 射线， α 射线能破坏细胞内的 DNA、RNA 及蛋白质，有效的杀伤肿瘤细胞而不破坏正常细胞。这种选择性的抗癌作用，已在临床各科引起了医生们的广泛重视。

26. 现代医学影像学的标志 ——核磁共振成像技术

20 世纪 80 年代初，医学影像学领域出现了重大突破，这就是核磁共振成像技术即生物磁学核自旋成像技术。这是影像诊断领域的最新成果。它用于人体疾病的诊断最大的优势是不存在放射线引起的电离损伤，并能清晰的显示病变部位及生理、生化信息，提供给医生准确的判断。

核磁共振技术的创始人是美国物理学家拉比（Isidor Isaac Rabi）。他的研究有着重要的实用价值，因此获得了 1944 年诺贝尔奖金。在自然界中约有一半核素的原子核有自旋现象，因而出现了一定的角动量。角动量的大小以自旋量子数来计算（质子数和中子数同为偶数的核如 ^{12}C 、 ^{16}O 其自旋量子数为零）。自旋量子数大于零的原子核带电荷，自旋时形成了磁场，并出现相应的磁矩。如果某一物质正处于静磁场中，此时角动量与磁矩大小不同的各原子核则处于不同的能级，若有一电磁波作用于静磁场中的原子核，方向与静磁场方向垂直，而且它的能量正好等于原子核相邻能级的差额，此时，原子核就吸收这部分能量由低能级跃迁到高能级，这就是共振跃迁，它构成了核磁共振的本质。核磁共振成像的原理是由于核素在核磁共振中出现“弛豫”（Relaxation）（弛豫是原子核在恢复平衡状态时的一种放能过程，放出的能量以电磁波形式向周围发射）的时间常数不同而出现的一种特殊的加权图像。所以，即使物理密度相近，只要化学结构成分不同，也能获得最佳的分辨图像。

八十年代以前，核磁共振技术主要用于化学和物理学领域研究物质的分子结构即原子核在磁共振中出现的“化学位移”（原子核处于不同的物质中时共振频率的微小变化）。随着研究的深入，在生物化学实验中发现了癌组织内的氢原子具有与正常组织内的氢原子弛豫时间不同的现象，这引起了医学界对磁学核自旋成像的浓厚兴趣。八十年代初，英国科学家终于研究出了核磁共振扫描成像系统，并利用这一系统得到了第一幅人体头部图像，从此医学影像的临床应用又翻开了新的一页。

核磁共振成像明显的优于其他医学影像技术，比如，心脏和大血管成像特别清晰，这是因为共振的血流和心脏壁、血管壁之间磁共振信号强烈的对比，从而显现出清晰的心腔、血管腔的图像。目前临床用于人体显像系统是由病人可卧的一块磁铁、一组射频线圈（提供所需频率的电磁波）以及探测共振吸收部位和吸收强度的探测仪组成。探测仪输出的信息由计算机加工成三维图像。所以，病人可在无任何伤害下完成一系列的检查。医生得到的不仅是解剖形态的信息，而能得到内脏功能状态的化学成分的信息，这是因为它能逐点显示人体组织结构包括氢原子在内的任何原子的磁共振波谱，由此，医生能更准确的判断病人的疾病。同时，它对病变定位的准确率远远超过 CT 检查，CT 无法检查的疾病，核磁共振技术可以直接得到任意方向的截面图像而显示出病变的部位。

在另一方面，由于核磁共振技术的研究与探索原子核的自旋规律有关，所以对于测定人体原子组成与揭示人体生命现象密切相关，可望核磁共振技术能成为探索生命过程新的研究手段，对生命本质做出更新的解释。

27. 牙齿脱落的新生 ——再植与移植

牙齿是口腔内的重要器官。整齐、亮洁的牙齿象征着年轻，也是健康和美的标志。当牙齿遭到外力的冲击时，牙从牙槽窝里脱出来，这就造成了牙齿缺失。此时应立即找到脱落的牙齿，避免污染。如果已被污染要用清水或生理盐水彻底冲洗干净，再用生理盐水浸泡的棉纱布包裹起来，或在紧急情况下将脱落的牙齿放在患者的口腔里（唾液里有多种酶及免疫球蛋白，牙齿保持在此环境中不会损伤牙骨质细胞；唾液有抗感染作用，有利于牙再植成功），迅速到医院进行再植手术。外伤引起的牙齿脱位时间越短越易成功。临床发现，脱落后未能正确保存的牙齿超过 24 小时，其成功率很低。

医生在医院里要仔细检查这颗牙齿，再进一步清洗或其他处理，然后将牙齿浸入抗生素溶液中 15 ~ 30 分钟，取出牙齿，做根管处理或填充，将牙齿再植入牙槽窝里。并嘱病人做正中咬合状态。多根牙齿不需要固定，单根牙应固定在邻牙上，一般要维持 3 ~ 4 周。固定期注意口腔卫生及控制感染。牙齿生成期间，即手术后两个月内不要用植入的牙咀嚼食物。同时，要定期到医院做 X 线摄片，复查对比牙齿生长的情况。

错位牙、扭转牙造成牙齿不整齐的状态，可以到医院通过再植术给予矫正。方法是将排列不齐的牙齿拔出，再按照正常排列次序重新植入。

当牙齿脱落（无法找回）、或牙齿缺失的病人可以做异体牙移植术。这就需要建立牙库。一般是收集医院拔出的正常牙齿（供牙者必须查体无传染病）处理、印牙模、翻制、编码。

需要做牙齿再植或移植手术的患者在术前应全身体格检查，如患有血液病、糖尿病、肝脏病者均不能进行此手术；如果有慢性牙周炎或脱位牙无邻牙固定时也不能施行再植或移植。

28. 女性重要的性征 ——乳房的发育

乳房是人体最大的皮肤腺。它的发育受内分泌和神经系统的调控。丰满隆起的乳房是女性成熟的表现，由此构成了女性特有的体态曲线。

少女和青年女子的乳房紧张而有弹性，形态似内外不等的半球状或圆锥状。其底盘直径约 10~12 厘米，位于第 3~6 肋骨间；乳头略向外方伸突，两乳头的间距一般应大于 20 厘米，正好在第五肋骨与锁骨中线的交叉点上。乳头形状随年龄或妊娠而变化。表面有高低不平的裂状陷窝，窝内有乳腺导管的开口，未授乳女子的乳头被皱褶所掩盖，因而看不见管口。乳头上还分布着许多神经末梢，轻轻抚摸能产生一种欣快的感觉，并能挺起，亦称“乳头勃起”。乳头周围环绕有乳晕。乳晕直径约 3.5~4.8 厘米，人种不同乳晕的颜色各异（白种人为淡红色，中国人为深红色），一般在婚后可变成褐色。在乳晕上散在有针头大的小丘，这是一种小腺体，称乳晕腺。

乳房的丰满程度主要取决于乳房内脂肪的多少，这构成乳房的基本框架，内部的重要结构为乳腺，呈叶状，称乳腺小叶，大约共计 15~20 个小叶。它们呈放射状整齐的排列在乳房的脂肪内，由结缔组织纤维将其固定在皮肤与胸壁肌肉之间。每一个小叶都由腺细胞组合而成，它们能分泌乳汁。在小叶的顶端都有一条导管伸出，在乳头处汇集成总导管，并开口在乳头表面。乳汁沿这些导管排出体外。

乳房的形状与大小受遗传、营养及运动等因素的影响。一般说来 17~18 岁的女孩子乳房已发育成熟，高耸而丰硕，不下垂，呈圆尖塔形状状态，这属于青春后期的第三、四发育阶段；第一、二阶段是青春期以前的状况；第五阶段常是婚后或妊娠后的状态。在青春期的月经来潮时，乳腺会稍增大伴有胀感，触摸发现有小硬结，在月经过后上述症状均消失，这是正常的生理周期现象。如不消失，可能是乳房纤维腺瘤，能滑动，边缘清，此时要请医生检查，及时治疗。

平时在日常活动时，乳房易出现摆动，长期下去，乳房周围的韧带会受牵拉逐渐松弛而发生下垂；同时，乳房内血液循环易发生障碍，乳腺导管受牵力作用也会改变形状，所以女孩子在 15~16 岁时，应选择合适的乳罩配戴，以支托和保护乳房，缓冲外力。

青春后期或已婚女子乳房仍未发育至标准状态，如双乳平坦或一侧大一侧小不对称，或畸形出现乳房缺失、附乳等症状，应请医生诊治。如果双侧乳房较小，但大小一致，其他第二性征和生殖器官发育正常，这与遗传因素有关，属正常范围，不会影响哺乳功能。

29. 人类遗传的重要标志 ——血型的形成

血型由遗传所决定。不同人种和民族的血型有所不同。人类的血型包括红细胞血型、白细胞血型和血小板血型。红细胞血型包括 15 个血型系统，比如 ABO (即 ABH)、Rh、Lewis、MNSs 和 P 等。通常应用的是红细胞 ABO 血型。

1901 年 landsteiner 在世界上首先发现了 ABO 血型系统。他将人类的血液分成四型：即 A 型、B 型、AB 型和 O 型。实验证实，不同型的血液决定于红细胞膜上存在着不同的血型抗原（也称凝集原）。它能与血浆中相应的凝集素（一种天然抗体）结合发生凝集反应。如 A 型抗原与抗 A 凝集素能发生凝集而出现凝血。一个红细胞膜上有 A 抗原的人，血型就是 A 型，他的血浆中就没有抗 A 凝集素，所以人体不会发生自身凝血反应。

医学遗传学发现，人的血型抗原是由细胞核染色体上的基因控制的。在两条染色体同一位置上的基因称等位基因，人类的 ABO 血型系统就是由 A、B 和 O 三个基因所控制，它们在染色体中处于同一个基因位点，所以 ABO 基因是复等位基因。这就是说，染色体的这一位点上可能是 O 基因，也可能是 A 或 B 基因，三者必具其一。子女的血型基因来自父母双方生殖细胞的染色体。如果这两条染色体的等位基因相同（如 AA 或 BB），就称血型纯合子；等位基因不同，（如 AO 或 BO），就称血型杂合子。A 和 B 属显性基因，O 是隐性基因，所以，有 AA 或 AO 遗传基因的人，血型为“A”型，有 BB 或 BO 遗传基因的人，血型为“B”型，有 AB 遗传基因的人血型为“AB”，有 OO 基因的人血型是“O”型。（见下表）

表 ABO 血型的遗传关系

亲代父母的血型	子 代	
	可能有的血型	不可能有的血型
O × O	O	A , B , AB
O × A	O , A	B , AB
O × B	O , B	A , AB
O × AB	A , B	O , AB
A × A	A , O	B , AB
A × B	O , A , B , AB	—
A × AB	A , B , AB	O
B × B	B , O	A , AB
B × AB	A , B , AB	O
AB × AB	A , B , AB	O

目前已证实，血型抗原就是镶嵌于红细胞膜上的糖蛋白和糖脂。它们的分子结构中都有一个同一物质基础做基本框架，这就是 H 抗原。所以 ABO 血型系统也称为“ABH”血型系统。在 H 抗原分子结构连接一个岩藻糖基，这即成为 A 抗原；若在 H 抗原上连接一个半乳糖基，就成为 B 抗原。A 抗原和 B 抗原分别由 A 基因或 B 基因控制下产生的。O 基因不能改变 H 抗原，所以 O 型血的红细胞膜上有 H 抗原。H 抗原由其他染色体上的基因控制产生。

人类血清中存在着 ABO 系统的天然抗体，即抗 A 抗体和抗 B 抗体。在 A

型血液的人血清中只有抗 B 抗体；B 型血中有抗 A 抗体；AB 型血中既无抗 A 也无抗 B；O 型血中两种抗体都存在。所以当血型不相符时，不能相互输血。不然会迅速发生抗原抗体反应出现大面积的红细胞凝集而阻塞血管，此时将危及生命。所以输血前一定要检查血型。

在人类红细胞上除 ABH 血型抗原外，还有另外一类血型抗原系统，即 Rh 血型系统。实验中发现，以恒河猴（Rhesusmonke 歹）的红细胞产生出来的抗体与人红细胞混合，能使人红细胞发生凝集。后来证实人红细胞具有与恒河猴同样的抗原，故取恒河猴英文字母 Rh 命名这类血型为 Rh 血型。Rh 血型系统比较复杂，包括 6 种血型抗原 C、 c 、D、d、E、e 镶嵌在红细胞膜上，分别由染色体的三对等位基因控制产生。

其中，D 抗原性最强。通常所说的 Rh 阳性是指含有 D 血型抗原。D 抗原是由四个更小的因子组成的嵌合体，这些小因子分别称为 Rh⁺、Rh⁺、Rh⁺、Rh⁺。在我国大部分民族人群中，Rh 阳性率占 99% 以上，Rh 阴性者不足 1%，这主要分布在少数民族中，如塔塔尔族为 15.8%，苗族为 12.3%；布依族和乌孜别克族均为 8%。

Rh 血型系统的特点是血清中不存在与之相应抗原起反应的天然抗体。但是，Rh 阴性的人接受 Rh 阳性的血液就能

产生抗体，当再次输入 Rh 阳性血时，可迅速发生红细胞凝集。所以在我国 Rh 阴性的民族地区检查 Rh 血型有着十分重要的意义。

30. 不是天方夜谭的神话 ——换心术“心脏移植”

1967 年世界上第一例人体心脏移植手术成功。病人是南非开普敦的一位男性心脏病患者，八年来发生了三次心肌梗塞。最后一次梗塞出现了严重的心力衰竭，药物治疗无效，内科、外科无能力挽回他的生命。除换心术施心脏移植外，病人将命归黄泉，必死无疑。心脏外科专家巴纳德（Barnard）教授决定为这位病人做心脏移植手术，挽救处在九死一生边缘上的生命。提供心脏的供心者是一位姑娘，遇车祸头部严重受伤，意识和一切生命反射均已消失，只有心脏还在微弱的跳动，经神经科专家认定病人已处于“脑死亡”。此时，巴纳德和他的同事进行的首例人体心脏移植手术开始了。取出心脏和心脏移植两台手术同时在一个房间进行。手术非常顺利。术后第二天，病人醒来首先感觉到的是困扰他近十年的胸闷、气喘的折磨不存在了；术后一周水肿消退了；第十二天病人下床活动，姑娘的这颗心脏在这位病人的胸腔里欢快地跳动。曾一度濒危的生命又充满了活力。但是在第十三天，病人感染了肺炎，难以控制的感染威胁着病人的生命。十分不幸，第十八天病人死于肺炎。在濒死之际，那颗被植入的心脏仍然在顽强的跳动。心脏移植成功了！一时间这一创举轰动了全世界。之后，世界各国都相继开展了这一手术。

据统计，需心脏移植的病人中，严重冠心病约占 70%；心肌病约 25%；风湿性心脏病和先天性心脏病及心脏良性肿瘤仅占 5%。临床证实，心脏病患者伴有肺动脉高压不能施行心脏移植术，新植入的心脏不能耐受 8.00kpa 的压力；严重的糖尿病（依靠胰岛素型）、老年人（指 50 岁以上者）相对不考虑心脏移植。供心者必须相对年轻，一般为 30 岁左右的脑外伤病人，心脏跳动有力，并具备神经科专家诊断“脑死亡”的证明。

手术过程中，常规将供心者与接受心脏移植的病人在同一手术室的两张手术台上同时进行手术，取下心脏，立即移植。这样可以提高心脏的成活率。如果当时在同一城市难以寻找到合适的供心者，可以在其他城市选择供心人，并允许在当地医院剖胸取心脏，经严密的处理，在无菌低温条件下，迅速空运这颗心脏。一般在取出心脏 4~6 小时内进行心脏移植成功率较高。术后最大的并发症是对植入心脏的排斥反应和感染。一般在心脏移植后的三个月内，几乎每个病人都会发生多次排斥反应，出现心率失常及心功能不全等症。为了防止和减轻排斥反应，术后常规应用免疫抑制剂，并对病人的免疫状态进行监测。八十年代初开始应用新型免疫抑制剂环孢霉素，从而减少了术后激素和抗淋巴细胞球蛋白的用量，使致命的感染明显的减少。

80 年代以来，心脏移植手术的研究进展很快，一年存活率在 90% 以上；五年存活率 80%；十年存活率达 72% 以上；法国的一位心脏移植患者已存活达 21 年，且能正常生活和工作。多数病人术后的心功能可以恢复到Ⅱ级，90% 的能恢复工作，享受正常人的生活。我国的心脏移植也取得了较明显的进步，但仍存在着差距。这里主要的是指人们观念落后。在一些科技发达的国家约有 80% 的公民志愿在死后将全身或部分器官捐赠给需要器官移植的患者，这种人与人之间的奉献境界显示了一种社会时尚，这种时尚必然会推动医学科学的发展。在我国应推崇这种时尚，更快地更新医疗技术，提高抗病能力，维护人们的健康水平。

31. 起死回生，妙手回春 ——复苏术

心跳与呼吸骤停是临床医生所遇到的最紧急的情况。此时医生们千方百计的采取措施恢复病人的呼吸、心跳和神志，挽救病人的生命，亦称心肺脑复苏术。在新生儿窒息、手术麻醉意外、淹溺、电击、交通事故、自然灾害等造成的心跳呼吸骤停立即施复苏术，具有起死回生的重要意义。

一旦发现病人意识突然消失、大动脉（颈和股动脉）摸不到搏动，瞳孔散大、心音消失、呼吸停止，心跳呼吸骤停的诊断即可成立，此时，复苏术应迅速实施。

复苏术主要包括人工呼吸、心脏按压及保护脑功能。人工呼吸主要方法是口对口呼吸法，也可采用气管内插管麻醉呼吸机加压呼吸。1954年在世界首次报道了口对口助呼吸法。近半个世纪以来，这种人工呼吸法在复苏中保证了紧急情况下全身供氧和排除二氧化氮的需要，是复苏技术中最重要、最基本的一环。胸外按压心脏技术自1960年以来，在世界各地广泛应用。这项复苏术是由美国外科医生进行了大量的动物实验，然后才用于临床。在心脏骤停的病人应用中，取得了成功。他提出的标准胸外按压心脏技术于1961年8月被国际急救复苏协会正式承认并推荐。我国的心脏按压术比国际正式推广早5年。1955年我国的一位麻醉科医生为一名呼吸心跳骤停的病人施行心外按压术获得了成功。这一成果，曾在我国的外科杂志上报道。心脏按压术为心肺脑复苏奠定了基础。在临床上发现，有的病人心脏骤停并非完全静止，而是在纤颤。因此又发明了低压电流胸内、外除颤技术，又增加了新的复苏方法。在紧急情况、条件允许下，开胸按摩心脏已视为正规的复苏技术之一。

相当多的患者经过上述复苏方法的挽救能重新获得新生。但仍存在一个事实，这就是病人摆脱了死神的魔掌，神志却始终不能恢复，成了只有呼吸、心跳而没有思维的植物人。事实向医生提出了警告：在复苏过程中，一定要注重脑的保护和监测，心肺脑并重。60年代末实验证实，脑血管停流5分钟后，再重新开放，脑血管不能正常再通，出现了无血流现象。脑部缺血15分钟，约达95%的脑血管发生不可逆转的血管阻塞，脑细胞受到致命的损伤。于是，在血液断流状态下，发明了脑血管内人工灌注血清、盐水和葡萄糖溶液。这样，30分钟~60分钟的缺氧状态，脑电活动仍能正常恢复。所以在国际上公认，脑的复苏关键应是尽早恢复脑循环，以减少脑组织缺血缺氧对脑的损害。在我国，对脑复苏的研究早于国外5~10年，在50年代末就已认识到，呼吸与心跳骤停互为因果，并最终导致脑细胞缺氧损伤，甚至出现不可逆的脑死亡。所以，在我国率先选择头部低温，降低耗氧量，配合脱水疗法控制脑水肿缓解脑部缺氧，并在此基础上施以高压氧仓疗法。结果大脑功能障碍的发生明显减少。一般国内外教科书规定，复苏抢救的时间应在心跳呼吸停止4分钟之内，但现在抢救停止5分钟以上成功者已不计其数。这要归功于心肺脑复苏理论研究的进展和复苏技术的提高。

近10年来，在复苏术的研究基础上，世界各国医科大学都创建了重危医学专业，一些大医院建立了重危病人监护室，人工呼吸设备、心脏起搏、体外反搏等一批先进技术在抢救病人生命中，创造良好的环境和条件。

32 · 人体中心控制器

——神秘的大脑皮层

关于大脑皮层结构的研究自 19 世纪末至今已近百年历史。研究的深度从大脑的整体水平发展到单个神经细胞水平直至目前的大脑细胞的分子水平，已逐渐揭开大脑皮层神秘的幕幔。

大脑皮层表面凹凸不平，构成大脑两半球的沟和回的表层。总面积约有 2,000 平方厘米，其中约 1/3 位于表面，2/3 位于沟壁或沟底。皮层平均厚度为 2.5 毫米。大脑皮层的主要构成是神经元（亦称神经细胞）。有人估算，一个 18 岁的青年人脑皮层的神经元约有 2.6×10^9 个，把神经元的突起连接起来，估计总长度有 300,000 ~ 4,000,000km（公里），相当于从地球到月亮的距离。

现在已经知道，神经元是一个独立的形态单位，能接受刺激和传出兴奋。关于神经元学说的确立大约经历了一个世纪的争执才得以公认。19 世纪中期，神经元已被分离出来，却没有被世界所公认。争执的焦点是在神经元之间是否存在细胞膜的分隔。有人认为，神经元表面的膜只是一个膜相结构，而不是细胞与细胞的边界。争论持续到 20 世纪 50 年代末，电子显微镜证实了神经元确有细胞膜，并彼此以此来分隔。从此，神经元学说获得了世界的承认。神经元在大脑皮层种类繁多，排列规律十分严密，神经元的序列成六个层次，即从浅到深为分子层、外颗粒层、锥体细胞层、内颗粒层、节细胞层及梭形细胞层。各层细胞的形态、密度和相互关系都不同。神经元内含有尼氏体，一种蓝色的斑块状物质，这是一种特殊分化的细胞器，由粗面内质网及核糖体组成。尼氏体的形态比较固定，但神经元的代谢发生障碍时，尼氏体立即改变形态。尼氏体的功能是合成肽类物质和蛋白质（包括复制细胞器和与产生神经递质有关的酶）。神经递质是一类神经化学信息物质，与神经元之间的联系，使神经元兴奋或抑制具有重要的启动作用，与大脑的情绪、感受、记忆和思维等功能有着重要的关系。神经元与神经元或神经元与非神经元之间的联络是靠神经元的突起来实现的。神经元的突起分为两种，一是能将信息传向神经元的树突；一是能将信息传出神经元的轴突。树突短，分枝多，数量大。大脑皮层的锥体细胞从顶尖处发出顶树突，伸向皮质的表面，沿途发出分枝，在皮层的表面分枝密度加大；在细胞基部发出水平走向的基树突，其分枝向四周扩展，与其他神经元有着广泛的联系。细胞将传来的信息迅速处理，然后将信息输送给轴突。轴突很长，仅有一条，分枝少或无分枝。锥体细胞发一条轴突，携带信息与邻近的神经元以突触的形式发生联系，不仅在同侧大脑穿行，也能进入对侧半球的皮层。分子层神经元的轴突能携带信息穿过大脑皮层全层组成投射纤维进入大脑髓质深部，甚至可以下行至脑干或脊髓平面。最长的可达到脊髓的骶节段，长约 1 米左右。大脑皮层的各层神经元通过这种纵向连接，形成了皮层内的垂直关系。一部分神经元所构成的这种垂直关系有一定的范围，大约 0.2 平方毫米，深至皮层底部，这样的结构称为皮质垂直柱，每一个垂直柱是一个基本功能单位，即目前世界公认的柱形单位（columnar units）。柱内的传入纤维直接或间接与各层神经元在柱内构成复杂的神经环路，在此传递和处理信息，经过精密的整合后，由传出纤维（轴突）传出皮层。由于这种横向扩布，影响到更多的垂直关系，甚至再传到皮层表面组成了反馈环路，进行自身调节。柱形单位的功能活动

受到了各种环路的影响，因此各种信息的传出，是多个功能单位兴奋冲动的总和。

神经元相互联系的部位是突触（synapse）。使突触兴奋或抑制的信息物质称为神经递质。神经递质由细胞合成在轴突内缓慢的流动至轴突末端并释放入突触间隙，引起下一个神经元的兴奋。如果这种流动受阻，信息传导就会终止。如果大脑皮层的神经元缺氧或缺少 ATP 新陈代谢出现障碍，神经递质就发生停流，所支配的躯体就会丧失相应的功能。

近年来，对大脑皮层神经元的核糖核酸和肽类分子含量及酶的活性分析取得了令人信服的成就，这些研究与人的思维与记忆有密切的关系。我国科学家从大脑细胞分子结构和功能的关系上对肽类分子物质进行了系统的探索，发现了肽的新结构及其高活动；并对肽在动物大脑的部位、增加记忆和信息储存的途径进行了长期的研究，最终人工合成了记忆增强肽。这是我国神经生物学领域的重大成果，这标志着我国在这一领域的研究已达到世界先进水平。

33. 血细胞的源泉 ——红骨髓

成人的骨髓是人体最大的器官之一，总重量相当或超过肝重，约 1600 ~ 3700 克。占体重的 3.5 ~ 5.9%。成人的骨髓可分为红骨髓和黄骨髓，各占 1/2。红骨髓是人体造血器官，分布在扁骨（如胸骨、肋骨、颅骨、髌骨）、锁骨、肩胛骨、脊椎骨以及长骨骨髓的骨松质。脊椎骨、胸骨、髌骨造血功能很活跃，其中以脊椎骨为最甚。

红骨髓由血窦（一种毛细血管）和造血组织构成。血窦的管腔大，直径 25 ~ 30 微米，窦腔内的血液流速很慢，约为小动脉流速的 1/10 ~ 1/20。血窦的壁由内皮细胞构成。内皮细胞之间相互镶嵌连接，但也有的部位有间隙，在一般情况下多呈封闭状态；造血活跃的部位内皮细胞间隙较多，且较大。已经成熟了的血细胞由此进入窦腔，参加血液循环。

造血组织即网状组织构成网架，网孔中充满了不同发育阶段的血细胞。网状组织是血细胞生长发育的诱导微环境。一般造血规律是，造血干细胞在微环境的诱导下分化成定向造血干细胞，然后定向分化成为红细胞系、粒细胞系、淋巴细胞系、单核细胞系和巨核细胞系。各系的发育程序上都要经过原始阶段、幼稚阶段和成熟阶段。在红骨髓中血细胞的分布也颇有规律，巨核细胞紧靠血窦的外壁，位于内皮细胞的间隙处，这有利于释放血小板；幼稚红细胞成群的聚集于血窦的附近与网状细胞共同构成红细胞岛；粒细胞则远离血窦，当发育至成熟时，产生了主动运动的能力，再迁移入血窦。

如果红骨髓不能按正常规律和程序制造血细胞，就会出现大量异常的血细胞。比如，当出现大量异常的原始白细胞弥漫整个骨髓、并进入血液和其他器官时，这就是血液的恶性肿瘤——白血病。白血病的病变部位发生在骨髓，所以在临床上创立了骨髓移植治疗白血病的方法。美国的托马斯博士（E·D·Thomas）在骨髓移植领域做出了杰出的成就和贡献，获得了 1990 年的诺贝尔医学奖。1968 年，托马斯博士在美国西雅图华盛顿大学组建了世界著名的骨髓移植中心。近年来，骨髓移植进展很快，在危重疾病的治疗中取得了特殊的疗效。

34. 代谢废物排出的重要途径 ——尿液的生成

机体在生命活动中，产生出了许多有害物质，其中，能溶于水的固体物质在肾脏中与水组合生成尿液排出体外。这是人体排出代谢废物的重要途径。

我们先观察肾脏。肾脏的主要结构是肾单位，每个肾脏约 100 ~ 200 万个，每个肾单位都由肾小体和肾小管组成。尿液就是在肾单位里形成的。肾小体是一团毛细血管球，球外包绕一囊，囊与肾小管相连接。当血液流过毛细血管时，血液透过血管壁和小囊壁（这两者称滤过膜或称血尿屏障）的选择性的通透作用，形成了血浆的超滤液即原尿。人每 24 小时产生原尿约 18 万毫升。原尿中除无血细胞及大分子蛋白质外，其他化学成分如葡萄糖、氨基酸、无机盐类、尿素、尿酸等都与血液极相似。在人的双肾中肾小体毛细血管总面积大约是 1.5 平方米，这样大的滤过面积有利于血液的过滤。如果患了肾炎，肾小体毛细血管壁肿胀，腔变得狭窄，或完全阻塞，有效滤过面积减少，造成肾小体滤过率降低，结果出现少尿以至无尿。肾炎也能造成滤过膜损伤，对血液的选择严密性遭到破坏，大分子蛋白质和红细胞进入原尿，造成肾炎时特有的临床症状即蛋白尿和血尿。

正常人一昼夜排出的尿量大约在 1500 毫升，是原尿量的 1%，99% 的原尿被肾小管重吸收，尿量缩小 100 倍。肾小管平均长度约 50 ~ 55 毫米，双侧肾的肾小管总长度约 120 公里。当原尿流经肾小管时，缓慢的吸收水及水中的固体成分，使原尿的化学成分发生了质的变化，称为终尿

肾小管的重吸收作用在尿液形成过程中很重要。这一过程由两种方式完成。首先，肾小管内的尿液与管外的组织液之间存在着浓度差、电位差、渗透压差，这些梯度差构成了重吸收的动力。当管内某一物质浓度高于管外时，该物质就顺浓度差由管内向管外扩散，扩散量决定该物质的颗粒大小及肾小管对该物质的通透性。如尿素能从管内扩散至管外；水能向渗透压高的管外扩散；某些带电离子如 Cl^- 能顺电位差（受管外正离子的吸引）迁移至管外。这种方式称为被动吸收，不消耗能量。另一种方式是管内的物质能逆浓度差、电位差、渗透压差转运到小管外。实验证实，机体所需要的大部分物质如葡萄糖、氨基酸、 Na^+ 、 K^+ 等都是逆梯度差吸收的。这称为主动吸收，这种方式消耗能量。如葡萄糖的吸收。尽管小管外的浓度高于管内，但仍能全部吸收。实验观察到，葡萄糖的吸收与 Na^+ 吸收相伴联。发现在肾小管的细胞膜上有一种载体蛋白，它上面有与葡萄糖和 Na^+ 结合的位点，当它们组合成复合体时，载体蛋白迅速翻转，翻向细胞内，细胞内的葡萄糖浓度逐渐升高，然后顺浓度差梯度扩散入组织液，完成了糖吸收的过程。肾小管吸收葡萄糖有一个极限，如果血糖超过 160 ~ 180mg/100ml 以上，肾小管将不再吸收，因此尿液中出现了葡萄糖。胰岛功能障碍时，血糖过高，肾小管不能全部重吸收，化验尿液可发现有糖，临床上称“糖尿病”。 Na^+ 、 K^+ 由载体蛋白主动转运。水分子除依靠渗透压重吸收外，还受激素的调节，促进水的再吸收。

终尿中含水 95 ~ 97%，固体物质 3 ~ 5%。固体物质主要含尿素、肌酐、马尿酸、硫酸盐、磷酸盐及钾和铵等。人一昼夜为 1500 毫升尿量，少于 100 ~ 500 毫升临床上称少尿；尿量少于 100 毫升，临床诊断为无尿。此时，机体代谢废物不能在肾中过滤、排泄，将给健康带来严重的不良影响。应立即进

行人工肾治疗，如治疗不及时，会导致“尿毒症”形成，病人昏迷危及生命。

35. 智力低下的克星 ——碘与碘的治疗

碘是合成甲状腺激素的重要化学成分。甲状腺激素与大脑细胞的发育、智力的正常形成密切相关。我国公元前三世纪(距今 2300 多年前)庄子书中就已记载过关于甲状腺疾病,并以含碘的植物给予治疗。直至 1926 年 Harrington 确定了甲状腺激素的化学结构之后,才逐渐明了碘在甲状腺合成激素中的重要价值。

正常情况下,人从外界大约每天摄取 100~200 微克的碘,约 1/3 进入甲状腺,甲状腺的含碘量为 5000 微克,占全身碘的 90%。甲状腺激素的化学成分是碘与蛋白质的组合。三个或四个碘原子取代了蛋白质分子酪氨酸上的氢原子,形成了三碘甲状腺原氨酸(T^3)和四碘甲状腺原氨酸(T^4)。 T^3 和 T^4 统称为甲状腺激素。 T^3 和 T^4 进入血液,能促进大脑神经细胞的发育。研究证实, T^3 和 T^4 的生理作用主要是促进大脑细胞树突和轴突的生长及突触的形成。婴幼儿缺乏 T^3 和 T^4 ,能造成大脑发育障碍,智力迟钝,智商下降,甚至形成白痴。体内缺乏碘时,甲状腺激素将不能合成。

全世界大约有 10 亿人生活在缺碘地区,主要是离海较远的区域和海拔较高的区域。在我国约近 4 亿人口在缺碘地区生存,占全世界受碘缺乏病威胁人口的 40%。据统计,智力低下和痴呆儿约 90%是由于母亲孕期缺碘所致。临床观察,患先天性甲状腺发育不全的胎儿,出生时身长和发育基本正常,但在几周~3 个月以内,会出现智力迟钝。这种人身材短小,头脑呆傻,与正常人的智力差异很大,被称为“呆小症”。14 岁已处于青春期,但这种人的心理和生理却相当六、七岁的孩子,其智商仅相当三、四岁的稚童。长骨生长停滞,骨骼二次骨化中心出现的时间、完全骨化以及骨干连接时间大大推迟,上身与下身长度明显不成比例。治疗呆小症必须抓住时机,在生后 3 个月左右即开始补充 T^3 和 T^4 ,过迟将难以生效。

1993 年 10 月加拿大蒙特利尔《儿童生存、保护和发展世界宣言》上提出,要消除碘缺乏病维护和促进全世界儿童的健康,关键措施是在缺碘地区进行预防。预防的方法很多,主要是碘化食盐的方法。在食盐中加入碘化钠和碘化钾,其浓度一般采用 1:10000 (0.01%)。每人每天进食 100 微克碘已足够预防。对于碘缺乏的病人应采取积极的治疗。一般采用碘制剂口服。每日碘化钾 10 毫克,或复方碘溶液(含碘 5%,碘化钾 10%)2 滴,初治疗共两个疗程,每疗程 20 天。两疗程间相隔 30~40 天。之后,可加大剂量每日服碘化钾 20~50 毫克,总疗程约 3~6 个月。碘缺乏病的预防和治疗对于提高整体民族身体素质、优生优育具有重要意义。

36. 手术治疗近视眼 ——角膜切开术研究进展

本世纪八十年代，角膜切开术在我国开始应用治疗近视眼。这在眼科学领域是一个重大创举。这一创举的首创者是前苏联眼科医生费拉托夫。它使成千上万近视眼患者摘掉了眼镜，还“心灵的窗户”以亮丽的本色。

角膜是眼睛重要的，屈光结构。它位于眼球前方，形如表面上的玻璃，圆形，无色透明，有弹性。前方稍凸，镶嵌在表壳状的眼外壳上。角膜边缘厚约1毫米，中央厚约0.5毫米，造成了角膜前面曲率半径大，后面曲率半径小的形态。角膜的前面邻接空气，后面浸浴房水，二面各有不同的屈光指数，所以角膜是眼睛主要的屈光结构，大约构成眼睛总屈光力的70%。如果人为地改变角膜凹凸程度，使屈光力发生变化，这就是手术治疗近视眼的基本原理。费拉托夫创立的角膜切开术，是在角膜的周边部做放射状切割，使角膜张力减小，屈光力降低，使外界的光线穿过角膜时恰好聚焦于视网膜上，出现清晰的图像。由于近视眼的度数深浅不一样，所以手术中角膜切割的深度、数目和角膜光学中心保留的面积也不一样。尽管这种手术有一定的疗效，但是并发症较多，易造成角膜穿孔和炎症。同时，术后的矫正度数回退和散光是角膜切开术的致命弱点。

科学家们正视这一弱点，继续不停地探索寻找更理想的方法。经过一系列的实验，一种新型的手术方法诞生了——准分子激光角膜屈光切削术。这种手术方法已治疗了上万只眼，克服了角膜切开术的弱点，达到十分满意的临床效果。准分子激光手术通过一组由电子计算机控制的光圈，将高能光子准确的发射到角膜组织表面，其能量密度和每秒发射的脉冲数量是衡定的，使角膜的分子连接断离，组织分解，微小的片段从角膜表面切削下来，改变角膜的屈光力。角膜被切削的深度小于1/10角膜厚度。这种微小的组织损伤，使术后并发症大大减少。准分子激光光源采用的是惰性气体氟和卤素氟，无热效应，手术时不会发生对周围组织的热损伤。

准分子激光手术治疗近视眼，矫正准确、稳定。山东医科大学眼科设立了准分子激光实验大楼，新建了新型的门诊、病房和准分子激光手术室。经临床治疗观察，准分子激光手术后并发症已降至最低点，效果十分满意。已成为我国近视眼治疗领域里的一株奇葩。

37. 人体生命的昼夜轮回 ——睡眠与觉醒

人在一生之中，大约有 $\frac{1}{3}$ 的时间是在睡眠中度过的。这是维持生命活动的重要过程。不同的年龄，睡眠时间亦不相同。老年人一般每天睡眠时间约需 5~7 小时；成年人 7~9 小时；儿童 12~14 小时；新生儿 18~20 小时。年龄越小，所需睡眠时间越长。人在睡眠中，感觉减退，意识消失，机体与外界的主动联系及对环境精确的适应力都降至最低点。实验测知，睡眠时血压下降，心率减慢，瞳孔缩小，尿量减少，体温下降，新陈代谢率减低。在这一特殊时期，躯体和大脑获得了调整，机体重新获得了旺盛的生命力。

睡眠最简单的研究，是对睡眠者施加刺激，使他突然中断睡眠，恢复觉醒状态。此时，计算出所施用的最小刺激强度值，来判断睡眠的深度。随着现代医学的发展，脑电描记技术应用于睡眠研究，使睡眠的科学研究取得了长足的进展，研究发现，人一般从入睡到深睡要经过 5 个睡眠时期，分别称“A、B、C、D、E”期，A 期是瞌睡期，B 期是入睡期，C 期是浅睡期，D 期是中等深度睡眠期，E 期是深度睡眠期，各期都呈现不同形态的脑电波型。在正常睡眠中，上述各期非常规律地依次出现，即从 A 期→B 期→C 期→D 期→E 期，循环一个周期约持续 90 分钟。然后，脑电波逆转方向，从 E 期→D 期→C 期→B 期，反方向依次轮回，当 B 期重现时，脑电波再由 B 期→C 期→D 期→E 期，约需 20~30 分钟。如此周而复始的周期性变化，一夜的睡眠过程中约重复 3~5 次。每一周期的顶峰都是重现 B 期脑电波型。在早晨即将觉醒时，脑电波不再进入 E 期。

睡眠研究学者将睡眠过程中重现 B 期状态（不包括入睡时的 B 期）称为“快波睡眠”或“去同步睡眠”；C、D、E 期的睡眠称“慢波睡眠”或“同步睡眠”。快波睡眠时，肌肉几乎完全松弛，各种感觉进一步降低。这种睡眠状态对人体的智力发育有密切关系。研究发现，这是由于脑细胞在这一期内蛋白质加快合成，有利于幼儿期神经突触间的联系，促进记忆力活动。快波睡眠易使人进入梦境，所以做梦是快波睡眠的特征之一。在慢波睡眠中，生长激素明显升高，转入快波睡眠后，生长激素的分泌又呈下降趋势。由此看来，慢波睡眠对人体的生长是有利的。

生命在运动中为什么会发生睡眠？这仍然是个谜。目前认为，在动物脑中存在着睡眠中枢。实验观察到，在脑桥中部断离脑干，可使动物长期处于觉醒状态而不易进入睡眠。神经递质的研究有可能会揭开人体睡眠的本质，科学家把睡眠的发生机制与神经递质联系起来，他们认为，睡眠中枢的脑细胞分泌的 5—羟色胺和去甲肾上腺素等神经递质主动的释放，是启动慢波睡眠和触发快波睡眠周期性变化的重要因素。

38. 心脏兴奋的传导记录 ——心电图

心脏细胞生物电的变化，引起了心脏周期性的收缩和舒张，亦可称为心脏周期性兴奋。兴奋传导的方向、途径、次序和时间都具有一定的规律性。这一规律通过心脏周围的导电组织和体液反映到身体表面，使身体表面各部位都发生心脏周期性的规律变化。医生将电极放置在人体表面的一定部位，记录出心脏兴奋时发生的电位变化，并以曲线的形式描记下来，这就是心电图。

心电图的“来源”，来自心肌细胞产生的生物电。但是，心电图曲线与单个心肌细胞生物电曲线有明显的不同。心肌细胞生物电曲线所测得的是细胞膜内、外两侧的电位差，而心电图测得的是心脏组织已兴奋部位与未兴奋部位在膜外两点之间的电位差，所记录的是整体心脏心动周期的生物电变化。因此，心电图上每一个瞬间的电位数值，都是心肌细胞群体生物电活动综合效应在体表的反映。

医生现在使用的心电图记录纸上，有横线和纵线组合成若干边长为 1 毫米的小方格，纵线上的每一小格相当于 0.1 毫伏的电位差，横线上的格表示时间，每一小格相当于 0.04 秒。医生可以在记录纸上测量出心电图各波的电位数值和经历的时间。在心电图上出现一条曲线，基本上由一个 P 波、一个 QRS 波群和一个 T 波组成。

正常心电图的 P 波波幅不超过 0.25 毫伏，历时 0.08 ~ 0.11 秒，反映左右两心房开始兴奋。QRS 波群历时 0.06 ~ 0.10 秒，Q 波向下，R 波高尖，S 波由 R 波顶端陡峭滑下。这一波群代表心室兴奋扩布过程的电位变化和时间。T 波波幅一般为 0.1 ~ 0.8 毫伏，历时 0.05 ~ 0.25 秒，反映心室兴奋过后、恢复静息电位的过程。在心电图中除了上述各波的特定意义外，各波型之间的距离时程具有重要的意义。比如，P—R 间期即指 P 波起点到 QRS 波群之间的时程，一般为 0.12 ~ 0.20 秒。P—R 间期代表由心脏窦房结产生兴奋经心房→房室交界→心室、并引起心室兴奋所需要的时间，故 P—R 间期也称为房室传导时间。在心电图上一旦发现 P—R 间期延长时间，医生就诊断为“房室传导阻滞”，这是一种由心脏传导系统障碍引起的心脏病。

心电图应用于临床近百年来，已成为抢救病人生命和指导医生治疗心脏病的重要依据。心电图诊断对病人无创伤，结果准确可靠，所以，目前仍然是心脏常规检查中不可替代的诊断方法之一。

39. 种族的体表特征 ——皮肤的颜色

在世界人群中，可根据人的肤色分成不同的人种。皮肤颜色取决于皮肤内黑色素和胡萝卜素的含量及真皮内毛细血管床的分布。黑色素位于表皮细胞内，使皮肤呈现黑色或深棕色；胡萝卜素位于表皮角化层，使皮肤呈现黄色；真皮内毛细血管含较高的氧合血红蛋白赋予皮肤以红色。不同的人种由于显色因素有较大的差异，所以使皮肤出现不同的肤色。

决定皮肤颜色诸因素中，黑色素的含量是最主要的因素。在人体皮肤内有一种黑色素细胞，功能是制造黑色素。白色、黄色和黑色人种黑色素细胞的数目，几乎无明显差异。所以，决定肤色的关键因素不是黑色素细胞的数目，而是每个黑色素细胞能产生多少黑色素的能力。这与遗传有关。

让我们在实验室先观察黑色素细胞。显微镜下可见黑色素细胞呈圆型，顶部有几个突起，合成黑色素后，通过顶部突起将黑色素释放入皮肤上皮细胞之间或直接注入到上皮细胞内。一个黑色素细胞同一定数目的表皮细胞组成一个功能单位。由这一个黑色素细胞向这些表皮细胞提供黑色素，称表皮黑色素单位(epidermal melanin unit)。每一个单位由一个黑色素细胞和20~30个表皮细胞组成。在黑色素细胞内，有一个重要的结构——黑素体，这是合成黑色素的重要场所。黑素体的大小和形状在不同的人种有很大的差别。这是由遗传基因所控制的。黑种人皮肤中有巨大的黑素体；黄种人和白种人的黑素体都较小。在肤色白，蓝眼，红发的白种人的皮肤内，黑素体合成黑色素的能力极弱，而黑种人皮肤内的黑素体制造黑色素的能力极强，细胞内充满了黑色素，使全身表皮细胞着色深，出现黑色或深棕色皮肤。在白种人或黄种人，身体的部位不同，颜色深浅亦不同，比如，白种人或黄种人的乳头、乳晕及外生殖器等部位含有较多的黑色素，所以颜色较其他部位深。

不论任何人种，只要黑色素细胞不能制造黑色素，都会发生白化症，这是一种遗传病，全身白化症的遗传方式是常染色体隐性遗传。患者全身皮肤呈白色或淡红色，毛发很白或呈淡黄色，瞳孔呈浅红色，怕光。少数白化症患者智力低下，身体发育不良。

黑色素在皮肤内正常的功能，是有效的防止自然界中紫外线（如阳光紫外线）对皮肤表皮细胞的损伤。黑色素能散射和吸收紫外光线，并能吸收一定波长的电磁波辐射，对防止皮肤细胞基因突变，维护人体的健康，有重要的意义。

40. 人体植物性机能 ——神经对内脏的调节

随着人体结构的不断进化，神经系统的机能越来越复杂，神经细胞的分工更加精细和完善，从而人具备了思维、意识、语言、情感、记忆等高级神经活动，这是人最重要的功能标志。神经系统对躯体的调节，使人和动物的骨骼肌收缩产生行走等运动；神经系统对内脏的调节，如心跳、呼吸、消化、汗腺、瞳孔等功能，称为植物性功能，控制这些器官功能活动的神经称为植物性神经。当人失去了思维和运动功能，只具备心跳、呼吸和消化功能时，被称为“植物人”。（见下表）

植物性神经的主要功能

器官	交感神经	副交感神经
循环器息	心跳加快加 腹腔心脏血管、皮肤血管以及分布于唾液腺与外生殖器的血管均收缩，脾脏包囊收缩，肌肉血管可收缩（肾上腺素能）或舒张（胆硷能）	心跳减慢，心房收缩减弱，部分血管（如软脑膜动脉与分布于外生殖器的血管等）舒张
呼吸器官	支气管平滑肌舒张	支气管平滑肌收缩，促进粘膜腺分泌
消化器官	分泌粘稠唾液，抑制胃肠运动，促进括约肌收缩，抑制胆囊活动	分泌稀薄唾液，促进胃液胰液分泌，促进胃肠运动和使括约肌舒张，促进胆囊收缩
泌尿生殖器息	逼尿肌舒张，括约肌收缩，有孕子宫收缩，无孕子宫舒张	逼尿肌收缩，括约肌舒张
眼	瞳孔扩大，睫状肌松弛，上眼睑平滑肌收缩	瞳孔缩小，睫状肌收缩，促进泪腺分泌
皮肤	竖毛肌收缩，汗腺分泌	
代谢	促进糖原分解，促进肾上腺髓质分泌	促进胰岛素分泌

植物神经分为两大部分，即交感神经和副交感神经。交感神经起源于脊髓，副交感神经起源于脑干。由上表所知，同一个内脏器官能接受交感和副交感两套神经的调节。两类神经的作用是相互对立、相互协调的，使内脏的兴奋与抑制始终处于平衡状态。比如，交感神经能使心跳加强加快，而副交感神经的调节相反，使心跳变慢变弱，两者共同的生理效应是使心脏跳动的频率和强度与机体的功能状态相统一。

植物神经调节内脏的活动是通过释放神经递质来实现的。交感神经释放的神经递质属肾上腺素一类的物质；副交感神经释放的是乙酰胆碱一类物

质。这两类化学物质分别与效应细胞不同的受体相结合，出现不同的生理功能。受体是一种蛋白质分子，镶嵌在效应细胞的膜上。受体是由遗传基因控制产生。比如心脏上的 β 受体分子量为4万~16万，每毫克心肌细胞上可有 4×10^{10} 个受体蛋白分子，当受体被抑制或被阻断，植物神经所支配器官的功能随即丧失。在临床上，医生使用人工合成的药物，比如，受体兴奋剂和受体抑制剂，来治疗某些内脏器官的疾病，使这些器官的功能状态处于动态平衡。

植物神经的中枢是脊髓和脑干。当脊髓和脑干受到损伤，植物性功能即刻出现障碍。比如，脑干的延髓被破坏，心脏和呼吸立即停止，迅速发生死亡。所以延髓是人体心跳和呼吸中枢，也称为生命中枢。医生对心跳、呼吸骤然停止的病人，注射兴奋心跳和呼吸中枢的药物能起到起死回生的作用。

41. 血管的自我保护——止血

我们都有这样的体验：当小血管损伤后血液流出，数分钟后出血自动停止，这就是血管的自我保护——生理性止血。止血过程分三步完成，第一，血管损伤处收缩，尽最大能力封闭出血口；第二，血管的伤口暴露出胶原组织启动血小板和凝血系统的活动；第三，伤口处出现由血小板聚集成的血栓和血细胞形成的凝血块，有效的制止出血。

上述几步过程，可以在实验室得到证实。当针刺皮肤一定深度时，观察到血液流出，此时局部血管立即发生收缩，血管收缩的结果使血流减慢或暂停，这一结果有利于血小板聚集并与破损的血管内膜胶原组织发生反应，反应的结果，是大量的血小板粘附于血管内膜上，将伤口填充、堵塞。此时，血小板聚集成血栓。然后，血小板释放各种血小板因子，为血液凝固提供了条件。血浆中直接参与凝血反应的物质称为凝血因子。这些因子曾有过各种不同的名称，极不统一，后来按照国际命名法以罗马数字根据被发现的次序，分别命名凝血因子Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ，Ⅵ，Ⅶ，Ⅷ，Ⅸ，Ⅹ，Ⅺ，Ⅻ，直到Ⅻ。其中因子Ⅲ被取消，所以现在已确定的有12个因子。原来，每一个因子都以无活性状态存在于血浆中，它们一旦被激活，即刻转变成有活性的催化酶，催化下一个相应的因子，并出现加速凝血反应。这样，凝血过程如同连锁反应，一个连一个，越来越快，势不可挡，直至凝血过程完结。

如果在凝血过程中，发生了某个因子缺失或病变，即刻中断连锁反应，凝血不能形成。比如，患者血浆中缺少因子Ⅹ，凝血反应到此为止，造成了身体出血现象。医生检查时可以发现病人的皮下、肌肉内反复出血，形成了紫黑色瘀斑；下肢各关节的关节腔出血，可造成关节强直；颅内出血，可导致死亡。在临床上称这种病为“血友病”。这是一种性连锁遗传（sex—linked inheritance）病，是通过 X 性染色体遗传的，多见男性患者。100 多年前，盛极一时的维多利亚女王家族的男性成员患上了这种病，几乎使整个欧洲皇族陷入极度的恐慌之中。维多利亚女王是病因携带者，她使她的大王子患上了这种遗传病，稍有碰撞，就出血不止，每每都使皮下大片出血，长时间肤色青紫。一次不留意摔倒，因出血无法抢救而早早的不幸死亡。女王的公主和外孙女们分别嫁给雅典皇室、德国皇帝非特拉三世、俄国沙皇尼古拉二世和西班牙国王阿尔丰雷十三世。血友病的基因随女性家族远播欧洲皇族，使近 1/3 的王子王孙们患上了血友病，尚未成年，便命归黄泉。现在，血友病仍在人群中散在，既是个人的不幸，也是家庭的不幸。所以世界上有些国家包括我国都提倡婚前体检和遗传咨询，最大限度的降低人类劣质遗传因素对后代的影响，减少先天性缺陷儿的出生，使民族昌盛，国家富强。

42. 生命的监护神 ——免疫系统

十六世纪中期，我国首创人痘疫苗接种法预防天花成功，这在世界医学史上是一伟大创举，比英国创立牛痘预防天花提前了两个世纪。早期人们认识免疫功能是从抗感染预防传染病开始的。这在保护人类健康中所起的作用 是任何医学手段也无法取代的。

然而，人们确认人体内存在免疫系统却是在人们认识免疫现象 400 年以后的 20 世纪 60 年代。正是由于免疫系统的发现，才使免疫学出现了崭新的理论体系，成为医学免疫发展史上的新的里程碑。

免疫系统主要包括：淋巴器官、淋巴组织和淋巴细胞。淋巴器官由胸腺、骨髓、淋巴结、脾脏、扁桃体组成。其中，胸腺和骨髓是产生淋巴细胞的器官，淋巴组织分布在人体的各个器官或器官之间。淋巴细胞是免疫系统的主宰。现已确认，淋巴系统的核心功能是：识别自我，排斥异物。包括 免疫防御：对抗外来的病原微生物并能中和毒素； 免疫稳定：清除自身损伤的、衰老的、中毒的、死亡的细胞，维护体内生理平衡； 免疫监视：及时发现和排斥机体异常细胞如癌变的肿瘤细胞，保护机体正常器官不受癌细胞的侵蚀。

淋巴细胞不仅参与淋巴器官和淋巴组织的组成，而且可以单独存在于血液和淋巴液之中，周游全身，这被称为“淋巴细胞再循环”，像士兵巡逻一样，监视着机体的变化。淋巴细胞主要有两大类群，即 T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞。T 淋巴细胞在胸腺（Thymus）内发育成熟，所以取英文“T”来命名；B 淋巴细胞在骨髓（Bone·marrow）内发育成熟，所以取英文“B”命名。T、B 细胞表面标志不同，功能方式亦有本质的不同。T 淋巴细胞在杀伤异物时，直接接触异物，将异物排斥或杀死，这一方式称“细胞免疫”；B 淋巴细胞在杀伤异物时，首先产生抗体，抗体进入体液如血液，经血液传递与异物接触并发生结合，最终将异物杀死，这一方式称“体液免疫”。T、B 淋巴细胞除了有识别、杀伤异物的能力外，还有少部分 T、B 淋巴细胞具备一个重要的能力，这就是记忆功能。参加淋巴细胞再循环的都是 T、B 淋巴细胞的记忆细胞。比如，病毒是一种异物，也称为抗原，当记忆细胞接触一种病毒时，便把这种病毒的形态记忆下来。当再接触这种病毒时，机体在短时间大量增殖、分化出有识别和杀伤能力的淋巴细胞，将病毒消灭。

正是由于淋巴细胞有记忆功能，人们便利用这一特点，将病原微生物制成无毒的人工抗原，注射入体内，使淋巴细胞产生记忆，当机体再遇到自然抗原时，机体会产生出大量的效应细胞，围捕、攻击，直至消灭入侵机体的抗原。这种人工抗原叫做“疫苗”。按计划、定期给儿童注射疫苗叫做“计划免疫”。记忆细胞能长期的保持对一种抗原的记忆，使人体较长久的保持抵抗某种疾病的能力。淋巴细胞能识别抗原的物质，是细胞膜上的一种受体。受体是由基因重组控制产生的，尽管淋巴细胞的种类众多，但一种淋巴细胞只有一种受体。所以，能识别麻疹病毒的淋巴细胞不能识别天花病毒。一种淋巴细胞只能识别一种抗原。根据这一原理，医生给儿童接种疫苗时，都是有计划、按程序进行多种疫苗接种。不能漏种。比如接种了麻疹疫苗，机体对麻疹就有了免疫力，但对脊髓灰质炎病毒无任何反应，因为淋巴细胞对这种病毒无记忆。所以，必须再接种这种疫苗，产生记忆后，机体就对这种疾

病产生了抵抗力。

目前已发现,由于淋巴细胞的免疫监视作用,机体内出现的异常细胞(癌细胞)经常被清除,不会形成肿瘤。但是,当免疫功能紊乱,免疫监视能力随之下降,这种人易患恶性肿瘤。如果淋巴细胞遭受到不可逆转的损伤,免疫功能将随之崩溃,人体的生命将会受到死亡的威胁。比如,艾滋病就是如此。所以免疫是人体生命的监护神。

43. 独树一帜的镇痛创举 ——针刺麻醉

几千年来，中国医术——针灸能治疗疾病并能有效的止痛，这对世界医学是卓越的贡献。疼痛是什么？疼痛是与疾病相连的一种十分复杂的感觉，能使人产生不适，甚至会发生休克。医生特别关注这一表现，止痛是医生的职责之一。

既然针灸能止痛，那么能否用于手术麻醉止痛呢？1958年，上海第一人民医院做了大胆的尝试，首次扁桃体手术施用针刺麻醉并大获成功，从而在医学史上开辟了针刺麻醉领域。1972年，上海仁济医院为一名先天性心脏病患者做心脏手术，医院的上上下下和各科的医生、护士们都十分关注这次手术，因为这次心脏手术要用针刺麻醉。手术马上就要开始了，麻醉师沉着地为躺在手术台上的病人选了几个穴位扎下了几根针灸针。手术时程近4个小时，从切开皮肤到修补心脏缺损，镇痛效果十分满意，病人的神志始终清醒。这神奇的效应，令在场的医生、护士们惊叹不已。创造了针刺麻醉下行心脏手术的先例。

针刺为什么能镇痛？目前，在医学界还是一个谜。近年来，我国科学家在这方面做了大量的研究工作。认为：针刺麻醉镇痛的原理是，通过针刺穴位，信息传向中枢，在脑的特定部位产生出具有镇痛作用的化学物质。实验证实，这种化学物质是脑啡肽。这一研究成果极大地推动了针刺麻醉的研究进程，为世人瞩目。

问题是，针刺穴位的信息是沿神经上传还是沿“经络”上传至中枢？中医学中的经络是什么？它存在的意义和生理功能是什么？这对于揭示针刺麻醉原理有重要的价值。中医学认为，经络是“内属脏腑，外络于肢节”的联络系统。人体有十四条主要经络将脏腑体表各个部位联系起来，成为一个有机整体。医生们发现，在针刺麻醉时，“循经取穴”病人能出现经络感传现象，基本上符合医书所说的经络走行路线。目前已证实，经络感传现象明显的人，针刺麻醉效果好。若阻滞经络感传，可致针刺镇痛作用显著降低。这表明经络在针刺麻醉中所起的作用。但是，经络能否在解剖学上找到实体？经络实质是什么？仅在实验室发现许多穴位与传入神经节段有密切的解剖关系。但按照严格的经络学说论述的身体各部之间的联系规律，有一些很难以现代解剖学和生理学知识来解释。经络既非神经、血管、内分泌，它自身可能存在着目前科学水平尚不能认识和人们尚不能理解的一些未知功能与人体各部位联系的特殊规律。这正是针刺麻醉之谜至今尚未解开的难点所在。

44. 人体的节律周期 ——生物钟

自然界周而复始的节律运动，影响着人类的生命过程，人已形成了与大自然相适应的节律运动。这种节律在一定的范围内以固定的曲线反复出现。比如：健康人的体温为 37℃ 左右（腋窝温度），在 24 小时内这不是一个恒定不变的值，清晨时体温最低值一般为 36℃ ~ 36.5℃（午后升至最高值 37℃ ~ 37.4℃）。然后，体温曲线逐渐下移到清晨最低值。如此周而复始。人的呼吸、心跳、血压、思维、记忆都存在这种节律周期。周期的时间长短不一，有的周期不足一秒，如心动周期；有的周期是数小时如体温节律周期是 24 小时。有人把这种与生命活动相关的节律周期形象的称为“生物钟”，这一理论称为“时间生物学”，也称为“生物钟学说”。

人体的每一个生理程序，循环往复，其间距相同，比如，体温循环间距是 36℃ ~ 37.4℃，完成这一间距的时间也相同，都是一昼夜。这样的周期节律在人体有无数个，小至细胞分裂周期，大至人的寿命即从出生到死亡，都在生物钟的调节下完成。

不少人有这种体验，当一道难题不能一下子解开时，可暂时放一下，经过一段时间稍加思考，会迎刃而解。这是因为大脑神经细胞呈节律性的兴奋和抑制。有人发现，神经细胞每 90 分钟活跃一次。大脑存在近日节律，即在一天中出现低潮期和高潮期。每个人的记忆最佳时间不同。一般说来，一天中高效记忆时间有 4 个：清晨 6~7 点；上午 8~10 点；傍晚 6~8 点；

睡前 1~2 小时。实验证实，大脑皮层有两个基本活动过程，即兴奋和抑制。二者间在循环周期中必然经过轻度、中度、高度和过度等过程。现已证实，中度兴奋是大脑皮层建立条件反射的最佳时间，也就是最佳用脑时间。确定最佳用脑时间要根据自己的体会固定下来，这样可以花费较少的时间，掌握更多的东西，达到事半功倍的效果。

人体的节律周期是随着漫长的进化过程逐渐形成的。这些节律既受外界环境因素的影响，也受机体内部某些结构的控制。这些机体内部结构亦是生物钟。那么，生物钟能否定位？目前尚不十分明确。有人估计生物钟在丘脑下部和松果体，但这须通过实验最后加以证实。

45. 生命代谢的催化剂

——酶

近代关于酶的研究，始于十八世纪末巴士德的工作。从此，揭开了酶在化学反应中神秘的面纱。

我国 4000 多年前的夏禹时代就有酿酒的历史，周朝时代有酿造酱醋的记载。但那时，人们不知道其中的奥秘，生醇发酵是一种化学反应，离不开催化剂——酶这一关键程序。

人体内每时每刻都在进行着化学反应。这是现代医学所揭示的一个生命特征。酶参与人体化学反应的全过程。人体内的酶是由细胞产生的一种高效能促生物化学反应的催化剂，加快了糖、脂肪、蛋白质、核酸等合成与分解的速度，使数天、数月才能完成的化学反应能在几秒内瞬间完成。酶为什么会出现催化反应？近年来研究发现，酶之所以具有催化作用，是由于酶的分子结构中存在一些功能基因，例如： $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{OH}$ 和 $-\text{SH}$ ，当酶参与化学反应时，这些基因必须组成一定的空间构型，这一空间构型称为酶的“活性中心”。如果酶的活性中心被破坏，酶的催化功能即刻丧失。比如，人体有机磷中毒时，磷与胆碱脂酶的活性中心结合，使之不能再催化乙酰胆碱分解，使乙酰胆碱在神经——肌肉接头处聚增，出现骨骼肌痉挛性收缩、呼吸困难、流涎等中毒症状。此时，医生抢救病人的关键是使胆碱脂酶脱离有机磷，迅速恢复胆碱脂酶的活性中心，再现胆碱脂酶的催化作用，才能解除中毒症状。

人体内的酶有多种，根据酶所催化反应的性质，可分成六大类，即氧化还原酶类、转移酶类、水解酶类、裂解酶类、异构酶类和合成酶类。它们都是人体生命所必需的酶。随着酶学研究的进展，酶在医学中的作用越来越明显。特别是在阐明某些疾病的发病机理、诊断和治疗方面有较广泛的用途。比如，白化症的病因是由于人体缺乏酪氨酸羟化酶使黑色素不能合成；再比如，苯丙酮酸尿症是由于缺乏苯丙氨酸羟化酶所致。在某些疾病如肝炎时，血清中转氨酶升高；肿瘤广泛转移时，血清中的乳酸脱氢酶升高。近年来，酶的治疗作用在临床上受到了广泛的重视。比如，胃蛋白酶、胰酶口服助消化；胰蛋白酶、糜蛋白酶可用于外伤治疗；纤溶酶、尿激酶能溶解血块，可防止血栓形成；辅酶 A、辅酶 Q 可用于心、脑、肝、肾等重要脏器的辅助治疗，并与细胞色素 C、ATP 等组合成能量合剂，在临床各科广泛使用。

46. 显微外科手术 ——断肢（指）再植

本世纪六十年代初，我国外科医生陈中伟成功的创立了世界第一例断肢再植手术。这一重大创举成了推动显微外科发展的契机。医生们在思考：断肢可以再植，那么，断指能否再植？成功与否关键是血管能否接通。但是，肢与指的血管直径大小有较大的差异。手指的血管非常纤细，在直视下不可能缝合起来。科学家想到了显微镜。1965年7月，日本外科医生增厚建二借助显微镜，以精湛的外科缝合技术成功的进行了世界第一例手指完全断离后的再植手术，创造了近代外科史上又一个奇迹。从此，外科医生们借助显微镜能够缝合1.5毫米以下的小血管，开始了显微外科的新纪元。

人们都有这样的体验，拇指功能占全部手指功能的一半。因此，拇指缺失后再造修复成了外科医生们长期思索的问题。1966年，美国医生首先在动物身上进行趾一指移植成功，为拇趾替代拇指提供了实验依据。然而，动物实验与人体应用仍有很大的差距。因为，人的拇趾外形比正常拇指粗大；再者，拇趾对人的行走具有重要作用，切除后直接影响行走。我国外科医生注意到，人类第二脚趾切除后不影响行走，可以用来移植重建拇指。于是，世界首例人类自体第二趾移植重建拇指在我国外科医生手下连接成功，为拇指再造，恢复病人的手功能，在世界上又开先河。

目前，我国断肢（指）再植手术一直处于国际领先地位。比如，10指离断后再植全部成活；双腕离断再植成活；42天新生儿断腕再植和18个月幼儿断指再植成活；还有断手离体长达36小时也再植成功。这些都是近代外科史上罕见的成就。

外科医生在断肢（指）再植手术前要考虑外伤的类型。一般说来，外伤可分为三种类型即切割、碾压和撕裂型。切割型断离是由于锐利刀具切割离体，其断面齐整，修复再植成功率高；碾压断肢（指）是由于冲床冲压或火车轮压断，这种断离的部位损伤严重和广泛，但创面局限，医生把被碾部位切除，可变成切割伤口，所以再植成功率也较高。撕裂性断离是被滚动的轮带或离心机将肢（指）体撕断，这就造成了血管、神经、肌腱的断端不在一个平面，较难修复。再植的成功率较低。

目前，应用显微外科技术已能缝合0.1毫米的微血管。断肢低温缺血长达56小时仍能再植成活。随着科学技术的发展，电子计算机在显微外科的应用已开始起步。应用内容主要是图像识别、手术设计、手术预测、术中术后监测与监护，这预示着外科史上又一辉煌的篇章已经揭开。

47. 血液净化器 ——人工肾

本世纪 40 年代初，荷兰医生考尔夫（Kolf）设计了第一台转鼓氏人工肾，从此，诞生了世界上最早的人工器官，挽救了无数晚期肾脏病患者的生命。

肾脏的功能是过滤血液形成尿液，以水的形式，将机体代谢过程产生的废物排出体外，维持机体的水、电解质和酸碱平衡。但在肾病晚期，肾功能出现衰竭，肾脏不能再过滤血液，代谢废物蓄积在体内不能排出，影响神经系统、呼吸系统、循环系统、呼吸系统等诸系统的功能，临床上称“尿毒症”，这是肾功能衰竭的最后阶段。在人工肾发明之前，医生束手无策，眼看着尿毒症患者死去。考尔夫设计的人工肾是一台模拟肾功能的机器，他把病人的血液流过这台过滤器，使血液中的代谢废物滤出排出体外，再将滤过的血液输送回人体。

半个世纪以来，人工肾在临床上得到了广泛的使用。今天的人工肾已有了很大的改进。人工肾由三个部分组成：第一是主机，负责血液流量控制、透析液配制、加温、成分监测、报警；第二，透析器是人工肾的主要部分，由此完成血液过滤和净化。目前通用的是空心纤维型和多层平板型。做治疗时，将病人的血液和透析液分别引入到半透膜两侧，通过广阔的接触面（1 平方米），让血液和透析液紧贴半透膜，发生弥散和渗透，使血液中有毒的物质得以清除，而机体需要的物质可以从透析液中获得补充。在考尔夫时代就已认识到，透析血液的效果关键问题是半透膜的质量，这是因为半透膜上的孔径大小控制着膜两侧物质的扩散程度。现在人工肾的半透膜选择的是铜仿膜、聚丙烯晴膜，并且在透析过程中设计安装了自动监护装置，使血液透析更安全、有效，并发症明显减少。第三，供水系统，负责将水净化，然后将其送入主机，供应配制透析液。人工肾治疗，已成了晚期尿毒症患者维持生命的有效手段。

由于人工肾的应用，使大批濒临死亡的生命得以延续，获得了肾移植的时机，从而获得痊愈。近年来，人工肾技术不断发展，出现了血液滤过、单纯超滤、序贯超滤透析和血液灌流等技术，使以往不能挽救的生命因此而获得新生。人工肾的诞生与发展对医学界的重大贡献是，它向人们启示：体外的仪器可以模拟、替代人体某一个器官的功能，从而维持人体的生命。所以，20 世纪后半叶，除大脑外，人体的多数器官都能人造，比如，人工心脏、人工肺脏、人工心瓣膜、人工关节、人工晶状体、辅助肝脏、人造胰脏等都已进入实验研究和实用阶段。尽管在医学科学家前进的道路上还有很多新的挑战，但只要付出不懈的努力，病人的起死回生将不再是幻想。

48. 世纪性瘟疫 ——艾滋病的危害

80年代初,在美国发现了第一例艾滋病(AIDS)以来,这种死亡率极高的疾病几乎流传到世界所有的国家。患者机体免疫功能几乎全部崩溃,抵抗力迅速下降,临床特征为持续性全身淋巴结肿大,持续性发热,反复感染,腹泻,消瘦以及伴随痴呆、脊髓病、末梢神经损害。目前美国是AIDS发病率最高的国家,大约有一百多万人感染了艾滋病病毒(HIV),二十多万人已死于艾滋病。

我国在1984年发现一例典型的AIDS病人,病人是美籍阿根廷人。病历如下:男,34岁,同性恋患者。病人突然发热超过39℃,咳嗽有少量的痰,呼吸困难,诊断:非典型性肺炎。经治疗后,一度退热。两周后,患者情况恶化,出现持续性腹泻,呼吸困难,体重明显下降,肛门体温39℃,脉率大于100次/分钟,安静时,出现呼吸明显困难,肺部听诊闻及细小的水泡音。触诊腹部双侧、腹股沟、颌下有多个压痛性的如榛子大小的淋巴结。X胸片见致密影增加,伴肺部毛玻璃样混浊,并出现条纹状阴影。一周后再拍胸片可见肺泡有结节状浸润并融合成较大斑块阴影。住院10天后死亡。

目前,国际性病研究会认为,AIDS至今无根治办法。专家们承认,艾滋病病毒的遗传基因结构众多复杂,因此很难找到一种能普遍施用的预防疫苗。应该清楚的是,艾滋病病毒(HIV)感染和艾滋病(AIDS)是有区别的。HIV感染是指病毒已进入机体但不一定发病,他们无任何症状但能够不知不觉地传染给他人。这就具有相当大的危险性,AIDS必然是HIV感染者。AIDS是HIV感染者出现的最后阶段危急状态。HIV感染的潜伏期一般8~10年。病毒主要存在于血液、精液、唾液、汗液、尿液、母乳和眼泪之中。所以它的传播途径通过性交、接吻、输血、哺乳及母亲→胎盘→胎儿而感染。

目前,我国大陆共报告了千余名HIV感染者,遍布18个省、市、自治区,从总体上看我国检出的HIV感染者在逐年递增。从我国所报告的HIV感染者中统计,年龄在20~39岁之间的占全部报告人数的82.2%,这个年龄段正是社会的主要劳动群体,所以将给社会造成极大的危害;从感染的方式来看,静脉吸毒感染占70.6%,但近年来,我国由性传播而感染的HIV人数逐渐上升。这是由于人们对性观念、性行为的改变所造成的。医学界告诫人们:性传播HIV在我国已处于重要地位,必须动员社会各界采取有效措施,防止AIDS在我国大面积的流行。我国是发展中国家,在社会、经济、卫生、文化等方面都存在着AIDS流行的危险因素。又由于当前和以后较长时间内不会有治疗AIDS的特效药和预防AIDS的疫苗,所以,必须重视AIDS在我国的发展趋势,西方艾滋病大流行的教训不可不鉴。

49. 功过自有评说 ——维生素 A 的危害

维生素 A 医治夜盲症问世近百年来至今未衰。它为人类健康履尽匹夫之责而成为维持人体生命活动的必须物质之

公元七世纪，当西方医学面对夜盲症茫然不知所措的时候，中国医学就已将含维生素 A 的中药应用于夜盲症的临床治疗了。1300 多年前，中国医书《巢氏病源》对夜盲症就已有描述，称之为“雀目”，即黄昏后病人像鸟雀一样不能视物而得名。我国名医孙思邈首先应用猪肝治疗雀目，收到明显的疗效。我国第一部眼科专著《龙木论》记载了苍术、地肤子、细辛、决明子治疗雀目的病例。现代药物化学分析，上述药物均含丰富的维生素 A 或维生素 A 元。西方医学在公元 20 世纪初（1913 年）才恍然大悟认识到维生素 A 的独到之处，正式命名 Vitamin A，即现在的维生素 A，分子式 $C_{20}H_{30}O$ ，并大量人工合成。维生素 A 存在于动物肝脏、蛋黄、鱼肝油、奶汁、胡萝卜、小米和油菜中。它对人类的作用除了治疗夜盲维持人的正常视觉以外，还维持人体皮肤等上皮组织的正常结构和功能。维生素 A 缺乏能引起皮肤干燥、增生、角化不良。所以，维生素 A 是美容佳品。

人们对维生素 A 的认识并没有到此为止。当人们认识到维生素 A 是人类生命活动必须物质的时候，又发现了它损害人类生命的另一面，即它是一种强烈的人类胚胎致畸源。当维生素 A 大剂量应用时，通过胎盘被动扩散可引起胎儿的泌尿生殖器、心脏及中枢神经系统多发畸形。维生素 A 成年人每日正常需求量为 750 微克，大约折合 2500 国际单位。在美国，合成了一种维生素 A 同分异构体（13—顺式视黄酸）于 1982 年 9 月开始应用，到 1984 年 7 月不到两年时间，就导演了一场人间悲剧：69 名孕妇服用该药，24 例流产；21 例先天性畸形；24 例表现正常，但其中一部分婴儿在出生后 7 周便不明原因的死亡。这种不良结局的妊娠率高达近 40%，科学家们为此而感到惊讶。紧接着，1985 年，一名 18 岁的初孕妇在怀孕 1 个月时因治疗痤疮服用该药，分娩后发现婴儿两耳发育不全、动脉导管未闭、全身肌紧张力低下，生后三周有轻度脑积水，二个月后出现听力及中枢视力损害，四个月后不明原因的死亡。为此，科学家提醒孕妇们：在妊娠早期要禁止大剂量服用维生素 A！到目前为止，被证实维生素 A 造成先天性畸形的人数仍在增加，这是人类社会和家庭的不幸。它对人类的致畸损害已引起了医学领域的极大关注，科学家们正试图驾驭它只允许它为人类健康服务，避免再酿人间悲剧。

50. 生命的选择 ——精子分离与优生

当人们认识到新生命的性别取决于精细胞而不是卵细胞时，就试图控制人类的性别。但直到本世纪六十年代末也未获成功。其关键的一个环节是如何鉴别和分离含 X 染色体的精子和含 Y 染色体的精子。终于在七十年代初，生殖学家在实验室发现了一部分精子的头部有强烈的荧光闪烁。这一闪光物体被命名为“F 小体”。从此便揭开了分离 X、Y 精子控制男女性别的序幕。紧接着以福尔根微密度技术测定了精子的 DNA 含量，从而确定了含 F 小体的精子就是 Y 精子。10 年后，有人证实了 X、Y 精子表面电荷的差异，并指出 Y 精子表面携带的电荷为负电。这一现象是不会改变的。因此，可以设置正负电极通过电泳的方法分离 X、Y 精子。1982 年，对流电泳仪分离精子的方法开始用于临床。1984 年，实验人员使用血清蛋白进行 X、Y 精子的梯度离心。将离心分离后的精子置于电子显微镜下观察，发现其超微结构完好无损。

实验证实，X 精子的 DNA 含量多于 Y 精子。实验人员用凝胶过滤法成功地从精液中分离出了 X 精子，其纯度达 95.3%，1984 年又有人改良了此法，获得了富含 X 精子的精液标本，并给 19 位妇女行人工授精，使 12 位妇女受孕。其中 7 例生下了女孩。根据两类精子头部大小的差异，研究人员设计了一种毫孔过滤法。用一种孔径在 $0.45 \sim 0.80 \mu$ 的硅酮制成滤器过滤，结果获得了 89 ~ 97% 的 Y 精子。

在我国进行 X、Y 精子的分离控制性别，是为了减少遗传病，直接用于优生。近年来，国家生育监测办公室统计，全国畸形缺陷婴儿出生率最高点为 2.005%；全国平均值为 1.307%，其中 80% 为遗传病。而这些遗传病中近 200 种是伴随性别传递给子代的。因此，X、Y 精子的分离可有效地控制子代性别，选择性的使孕妇孕育分娩男孩或女孩（某些遗传病只与男性有关，某些只与女性有关），避免伴性别遗传病的出现，达到优生的目的，提高中华民族的人口素质。

51. 并非上帝的旨意 ——拉开多胎的帷幔

19 世纪以前，人们一直赋予多胎以神秘的色彩，认为是上帝的旨意。随着现代生命科学的研究进展，人体胚胎学成为研究人体发生的专门学科，拉开了这幅神秘的幕幔。

在近百年来，5~10 胎都曾出现过，但均尚未问世便中途夭折。1974 年 2 月 5 日南非开普敦一位 25 岁妇女苏姗·罗森科维奇，一胎生下三男三女且全部成活，首创世界纪录。济南一女工苏立新于 1993 年 2 月足月分娩一胎四婴，且胎儿在母体内生长期比国外报告多 4~6 周，在这一领域又开先河。

那么，人类多胎是怎么形成的？按 Hellin 氏公式计算多胎妊娠的发生率为 $1 - 89^{n-1}$ （ n 代表一次妊娠中的胎儿数），即每 80~90 次妊娠中就出现一对双胞胎，其中 $2/3$ 是双卵性双胞胎。有趣的是，双卵性双胞胎的发生率有明显的家族差异并且随母亲的年龄增长而增高。大约 39 岁达高峰。在某些家族中有反复出现双卵性双胞胎的倾向，这足以证明它是受遗传基因控制的。遗传学家证实，母亲的基因型会影响其后代双卵性双胞胎的发生率，而父亲的基因型则与其无关。研究发现，如果第一胎是双胞胎，那么下一次妊娠时，很可能重复出现多胎，这种机率比一般人多 5 倍。由于双卵双胞胎是由两个卵细胞与两个不同的精子结合所生成的胚胎，所以婴儿的性别可能不同，面貌与其他同胞兄妹一样可出现较大的差异。而单卵性双胞胎发生率无明显家族性差异，且与母亲的年龄几乎无关。由于单卵性双胞胎是一个受精卵分裂成两个胚胎原基，各自发育成一个胎儿，因此，单卵性双胞胎的特点是：性别相同，外貌极相似，有相同的遗传特征。

据统计表明，约 7600 个妊娠中就出现一个三胎。三胎起源于（1）一个受精卵分裂成 3 个胚胎原基；（2）两个受精卵，其中一个分裂成两个胚胎原基；（3）三个受精卵同时发育成三个胎儿。四胎、五胎、六胎乃至十胎的组合方式，也可按照上述三胎的形成方式推算出来。一般说来，三胎以上的多胎是很少见的。但近几年来，对有排卵功能障碍的妇女施以促性腺激素的治疗，使她们一次排卵的数量增加，多胎就极为常见了。但是，人工诱发排卵是一个复杂的过程，需要各种仪器监测，控制不好，可能发生一次排出过多的卵细胞，出现一胎多婴而胎儿发育、生长受阻或死亡，酿成灾难而功败垂成。

52. 人体健康的最佳空间 ——空气离子化

大气中空气分子形成带电荷的阴、阳离子的过程，称空气离子化。它与人体健康密切相关，不仅能调节人体的功能活动，而且能治愈某些疾病。

在地球表面的最高一层大气中，由于强烈的太阳紫外线和宇宙线的作用，空气分子或原子轨道上的电子脱离原子核的束缚而逸出，使空气分子或原子形成了带正电的阳离子；一部分逸出的电子与中性分子结合成阴离子，使这层空气具有特殊带电状态，即形成了电离层。在最接近地球表面的一层大气（对流层）内，太阳紫外线的能量已大大减弱，而一定强度的宇宙射线和地壳表面的放射性物质可使这层空气产生较弱的离子化。这个过程即是空气离子化。

大气中带正电或负电的空气离子直径小于 800 毫微米的称为轻离子，若轻离子沉降在气溶胶上形成直径为 2600 ~ 5500 毫微米的，称重离子，两者之间称中离子。这三种离子在对流层空气中的浓度，可因电离、扩散、稀释、中和、吸收或气候条件等影响发生改变，并达到一定的动态平衡。一年中可随季节不同有一定的变化规律，在一日之内也有早晚变化。大气中的轻、中、重离子数可以用离子浓度测定仪来检验。测得的轻离子浓度越高，大气越洁净。一般城市空气中轻离子浓度仅在 $1000/\text{cm}^3$ ；而农村、高山空气洁净处，轻离子浓度可达 $2500 \sim 4000/\text{cm}^3$ 或更高。

临床观察表明，空气离子中的阴离子对人体健康起促进作用。主要表现在能调节中枢神经系统的兴奋和抑制，改善大脑皮层的功能活动；有利于机体造血机能，能使血液异常成分逐渐趋于正常。同时，能降低血压，使心跳减慢。并能增加肺活量，促进组织细胞氧化还原过程，改善呼吸链中酶的生化反应。空气中的阳离子在低浓度时，能与阴离子共同维持人体植物神经系统的平衡。但是，当阳离子浓度超过 $20000 \sim 30000/\text{cm}^3$ 时，则可对人体造成危害。而阴离子在这个浓度下，对人体能产生积极的作用。但阴离子数超出 $106/\text{cm}^3$ 时，将对人体产生不良的影响。目前，空气离子已发展用来治疗某些疾病，如高血压、支气管喘息症等。方法是采用人工单极阴离子发生器。阴离子浓度和时间根据病人种类而定。一般原则是，阴离子浓度为 $15000 \sim 20000/\text{cm}^3$ ，治疗时间为 30 分钟。

根据空气离子化的状况，可以评价空气洁净度。重离子数与轻离子数的比值小于 50 为洁净空气；大于 50 则为污染空气。也可依据阴离子浓度做指标。室内的空气洁净度往往被人们所忽视，所以也应经常以空气离子测定仪来测量，以此来调节人们的居住空间对身体的影响。

53. 扼制生命的恶魔 ——白血病

白血病是 35 岁以下人群发病率及死亡率最高的恶性肿瘤。主要表现是血液中白细胞数量和质量异常，同时伴随白血病细胞浸润正常骨髓及其他器官，临床表现为贫血、发热、感染、出血、肝脾及淋巴结肿大。

白血病的起因不清楚。可能有以下几种原因：（1）电离辐射：电离辐射能诱发白血病。日本的长崎和广岛曾经历过原子弹爆炸的沉重创伤，核爆炸形成的核辐射使幸存者白血病发病率很高，在爆炸后 2~3 年人群中开始流行白血病，5 年后，白血病的发病人数达最高点。以慢性粒细胞白血病病人最多。幸存者的年龄越小，发病时间越早。在广岛和长崎爆炸中心处分别测得中子射线和 γ 射线。从发病情况统计，中子射线有更强的致白血病作用。（2）化学因素：主要是苯及苯的衍生物能造急性白血病或红白血病。某些化学药物如氯霉素或抗肿瘤药物及无机砷、氯喹、农药与亚硝胺类，可能诱发白血病。（3）生物因素：目前有较多的证据可解释病毒是诱发人类白血病的病因之一。近年来的研究提示，白血病病毒能引起小鼠发生白血病。病毒可存在于正常的机体内而无影响，但存在着潜在的危险，一旦环境改变，即可发病。用电子显微镜观察白血病病人的组织，可发现病毒微粒，接种在动物体内可引起动物发生白血病。

关于白血病的分类一般以两种标准为依据：（1）根据自然的临床病程可分急性白血病和慢性白血病。急性白血病是指白血病细胞的增殖以原始白细胞为主；慢性白血病是指白血病细胞的增殖以比较成熟的白细胞为主。（2）根据白血病细胞的种类大致分成淋巴细胞性白血病和非淋巴细胞性白血病，后者包括粒细胞性白血病、单核细胞性白血病及红白血病。在欧美，慢性白血病中，以慢性淋巴性白血病较多见；而在中国则以急性白血病为主，慢性淋巴性白血病少见。急性与慢性之比为 3.8 : 1。急性淋巴细胞性白血病多见 10 岁以下儿童；急性粒细胞性白血病在各年龄组约占相当大的比例。尤其 < 20 岁或 20 岁至 40 岁两组居首位。急性单核性白血病在 < 10 岁及 > 40 岁两组略高。慢性粒细胞性白血病多见 20 岁以上成年人。慢性淋巴细胞性白血病主要在 40 岁以上组多见。

关于白血病的治疗，是通过应用抗白血病药物控制和杀伤白血病细胞，从而解除白血病浸润、扩散产生的症状。主要药物有氨甲喋呤、6—巯基嘌呤和阿糖胞嘧啶，它们能影响和干扰及抑制白血病细胞 DNA 的生成。环磷酰胺能使白血病细胞的 DNA 变性、结构断裂。长春新碱能抑制白血病细胞的有丝分裂。抗白血病药物的应用方法、剂量、时间要由主治医生根据病情确定。这些药物有一定的毒性，都能抑制骨髓正常血细胞的生成。因此，在治疗过程中，要定期骨髓涂片，严密注意血象。各类白血病细胞对药物的敏感度不同，所以，在治疗前必须确定白血病类型，然后对症用药。本世纪 80 年代初，临床上开始应用非杀伤白细胞的药物，以新药维甲酸诱导白血病细胞向正常成熟的白细胞方面转化。这在白血病治疗史上是一个伟大的变革。

急性白血病一旦确诊，应及时治疗，不然会出现迅速恶化的趋势，出血（特别是颅内出血）、反复感染、全身衰竭是引起死亡的原因。慢性白血病与急性白血病治疗有原则区分，慢性白血病病程缓慢，且无任何症状、白细胞计数在 2 万~3 万者，一般不必特殊治疗，应鼓励病人与正常人一样工作

和生活。如果白细胞计数在 5 万 ~ 6 万左右时，也仅给予小剂量的化学药物的治疗。

54. 心脏病诊断的重要方法 ——听诊

19 世纪 20 年代初，法国医生兰尼克（Laennec）设计了世界上第一个直管状本质听诊器，从此揭开了听诊器诊断心脏病的历史。

心脏听诊是医生识别正常心音及心脏杂音、判断心脏是否患病和患病程度的重要方法。正常人的心脏能发出四种心音。其中辨别第一心音和第二心音是判断心脏杂音及其杂音出现的时间、确定心脏病的重要基础。

让我们先观察心脏第一心音和第二心音的形成。第一心音发生在心室的收缩期。室内压上升，房室瓣（二尖瓣和三尖瓣）同时关闭以及瓣膜振动发出的声音。第二心音紧跟在第一心音后面，发生在心室舒张期。心室内压急剧下降，当压力低于主动脉和肺动脉内压时，两动脉的血液分别反冲回左心室和右心室，此时，半月瓣（主动脉瓣和肺动脉瓣）同时骤然关闭。回冲的血液发出较大的运动能，造成半月瓣的振动而形成第二心音。第一、二心音可以辨别：在心尖区听诊，第一心音的强度大于第二心音；第一心音持续的时间比第二心音稍长；第一心音终止到第二心音开始前的间距小于第二心音终止到第一心音开始前的间距；第一心音的音调低，而第二心音清脆。了解正常心音是为了分辨心脏杂音，这是心脏病诊断的一个极为重要的问题。

杂音的产生依赖漩涡场的形成，即必须先有血液漩涡，然后才会出现心脏杂音。比如，在血流的途径中出现了障碍物，沿障碍物的边缘即可形成漩涡场，于是发出声音即心脏杂音。漩涡场的速度愈快，杂音的频率愈增，杂音的音调亦愈高。一般血流的速度在每分钟 100 厘米以下不能听到杂音。每分钟 200 厘米以上，杂音即可出现。人在运动时，血流的体积平均速度增加可形成漩涡，所以运动后可使杂音出现。卧位时，从静脉回流入心脏的血液量比在立位时的增加 10~25%，因而血液流动的速度加快，这就造成了在立位或坐位时不能听到的杂音可以在卧位时听到。如果心脏的瓣膜病变造成瓣膜口径缩小，血流阻塞，在阻塞以外的部位易发生液流漩涡，亦可使杂音发生。杂音出现在什么时间极为重要。比如，杂音出现在舒张期，几乎全部都表示为心脏器质性病变，尤其心脏瓣膜病；而在收缩期出现杂音就不一定表示是器质性病变，而以杂音的强度来确定病变及病变的程度。

关于收缩期杂音的强度，临床上一般常用六级分法。一级收缩期杂音能在正常人听到，故无任何临床意义。三级或三级以上的收缩期杂音表示是病理改变。比如，心脏瓣膜病。二尖瓣关闭不全是心脏瓣膜病的一种。往往在心尖区出现 3~4 级收缩期杂音，关闭不全的程度愈重，杂音愈响，呈高音调，吹风样音响。如果出现较柔合的全收缩期杂音，一般意味着是轻度的二尖瓣关闭不全。心尖区听到舒张期杂音即表示存在二尖瓣狭窄，杂音较低沉，隆隆雷鸣样，并呈递减趋势。约 3/4 的病人在心尖区可扪得舒张期震颤；约 85% 的二尖瓣狭窄杂音持续时间较长；15% 较短。在不伴有心房颤动的条件下，根据杂音持续的时间可以判定狭窄程度。二尖瓣狭窄的程度轻，杂音持续的时间短；狭窄程度严重，杂音持续时间长，甚至可以延长至下一个第一心音开始。

通过心脏听诊可以诊断多种心脏病，如，急、慢性风湿性心脏病、高血压性心脏病、冠状动脉硬化性心脏病、先天性心脏病、梅毒性心脏病、心肌

病和心包炎等。所以，心脏听诊仍是医生目前判断心病病变不可缺少的重要方法。

55. 人体姿势与平衡的调节器官 ——小脑与小脑组织移植

小脑位于颅后窝，背面平坦，盖以小脑幕。腹面凹陷，称为小脑前后切迹。小脑下中部凹陷包绕脑干，称小脑谷。小脑中部称蚓部，呈环状，向两侧伸延与小脑半球连结。

小脑的内部结构由灰质和白质组成，其分布与脊髓相反，表面是灰质，中央是白质，并伸入各叶。小脑皮质的全部面积约有 1000 平方厘米，显露表面的只有 1/6。各部小脑皮质结构大致相同，在垂直长轴切面呈现明显的三层结构，即分子层、蒲金野细胞层和颗粒层。分子层位于小脑表层，较厚，主要由蒲金野细胞和粒细胞的突起构成，细胞很少。蒲金野细胞层，由蒲金野细胞组成，这是一类体积很大的多极神经细胞，并列成单独一层。在小脑皮质内约有 1500 多万个，它们的突起伸入分子层。这是一种十分重要的细胞，所有进入小脑的冲动，都必须首先集中于该细胞，而后才到达小脑的传出途径。颗粒层位于蒲金野细胞的深层，由一种较小的多极小神经元组成，数量较大，每立方毫米约 300 ~ 700 万个，其轴突末端伸入分子层深部，形成“T”形分枝，与蒲金野细胞的树突形成突触。

小脑的主要功能是调节肌肉的紧张度，以维持人体姿势和平衡，顺利完成随意运动。当小脑受到损害时，能造成肌张力改变出现病态运动，统称小脑运动失调 (cerebellar ataxia)。小脑运动失调的程度与病变的大小有关。病变时一般感觉正常，病人失去空间走向的能力，站立不稳，走路蹒跚，有跌倒的趋势。若语言肌受影响，则出现发音跳动而含糊；肢体精细运动丧失，出现判断不能，轮替运动不能及动作分裂。

20 世纪 80 年代末，动物实验发现新生小鼠的小脑组织植入损伤后的成年大鼠小脑内可促使蒲金野细胞有丝分裂。当移植同种胎鼠小脑时，可使运动失调症改善，新生的蒲金野细胞群迁移到损伤脑的分子层，生出新的轴突和树突。动物实验的成功，促进了人体小脑组织移植研究的进展，治疗病人小脑运动失调的手术进入实验阶段。山东医科大学脑神经外科吴承远教授和他的伙伴收治 6 例病人，男 4 女 2，年龄 12 ~ 60 岁之间。病史平均 6.5 年，主要症状：进行性步态不稳，其中一例站立困难；动作不灵活；指鼻试验不准确，快复动作不稳定；语言不清，有的呈小脑爆发性语言。

在手术台上，他们取胎儿小脑组织与接受移植的患者开颅术同时进行。手术后，在 6 例患者中，有 2 例明显好转，3 例有一定好转，1 例在 2 个月内症状明显好转，但疗效没有巩固下来。从此，小脑组织移植治疗疑难的神经系统疾病，在世界上迈出了第一步。

胚胎小脑组织移植治疗小脑病变尚处于萌芽状态。神经系统移植研究是一个崭新的领域，关于病例的选择、移植技术、供体来源、术后疗效以及免疫学指标等方面的观察会不断的完善。在治疗那些目前尚无治疗方法的中枢神经系统的疾病过程中，神经系统的移植研究可能会成为解除病人痛苦有效而理想的治疗方法之一。

56. 人之初，性分化 ——性别的形成

本世纪初提出了性染色体决定个体性别的看法。但是，由于当时人们对细胞核内 DNA 的功能缺乏足够的认识，对染色体的观察技术还不十分完善，这个具有划时代意义的观点并没有被人们接受下来，一直到本世纪 50 年代末这一事实才被确认。近年来，这一领域又出现了新的进展，即性染色体上的基因、基因控制生成的相关蛋白质，以及性激素在性分化分子水平上的研究。

胚胎的遗传性别，在精、卵细胞结合的瞬间就已确定下来了。但胚胎发育至第七周时，性腺在形态学上是无法辨认男女的。此时的男女生殖器官是相似的，它们都具备分化成两种性腺的潜能。那么，睾丸和卵巢是怎么分化的？

在性染色体“Y”短臂的近着丝点处有一段特殊基因，称“睾丸决定基因”，它能控制细胞产生一种糖蛋白，即组织相容性 Y 抗原（Histocompatibility—Y antigen），它是睾丸生成的重要条件。女性性染色体是 XX，在 X 染色体上无这段基因，自然不会出现这种糖蛋白，没有这种糖蛋白不能使原始性腺分化成睾丸，只能形成卵巢。

问题是，在实验中观察到有些雄性动物性染色体是 XX，在这种动物的细胞膜上有组织相容性 Y 抗原；在人类，少数男性的性染色体也是 XX，细胞膜上也有组织相容性 Y 抗原，这样就具备了生成睾丸的条件。所以，在哺乳类，只要存在组织相容 Y 抗原，就自然形成睾丸。因此，细胞膜上的组织相容 Y 抗原是雄性的标志。目前，已很清楚，组织相容 Y 抗原是睾丸决定基因的产物。当这段基因易位于 X 染色体时，必然会出现 XX 染色体的雄性个体；如果 Y 染色体丢失了这段基因，原始生殖腺只能形成卵巢成为雌性。所以，XX 染色体型的人是男性也就不足为奇了。

睾丸决定基因位于 Y 染色体上。所以，Y 染色体与男性性别有关。X 染色体上的基因与控制生成许多机体代谢所必需的酶类有关。因此，无 X 染色体，生命无法生存。从目前的研究来看，X 染色体在人类女性分化过程中起什么作用，还不甚明了。

睾丸决定基因确定性别的主要意义在于控制细胞产生组织相容 Y 抗原驱使胚胎的原始性腺分化成睾丸。至于胚胎在分化中能否生成阴茎、阴囊、生殖管道？那将在更复杂的因素控制下才能形成。这与睾丸决定基因无关。当胚胎的性染色体为 XY 型，Y 染色体上有睾丸决定基因，胚胎自然分化形成睾丸。如果，胚胎的体细胞上缺乏男性激素受体，尽管这种人体内有睾丸，但在青春期后他的表现型呈女性。决定这种受体形成的基因，位于 X 染色体的 Tfm 位点上。这段基因控制这种受体是否生成。这一基因突变，受体就不会形成。受体是一种蛋白质，位于细胞质内。临床上可见到一种病人，以无月经来潮或婚后不孕而求医。体检发现，皮下脂肪丰满，乳房增大，呈女性体态，外阴呈女性型，但阴道短呈盲端。手术探查，发现无子宫、无输卵管。但在腹腔内发现有睾丸。造成这种病态的直接原因是体细胞内缺乏男性激素受体，尽管这种人体内的睾丸能产生男性激素，但激素必须与受体结合才能发挥作用，没有受体如同没有激素一样。在这种条件下，男性生殖管道不能形成，而外生殖器官自然向女性型发育。又由于体内睾丸的支持细胞能分泌一种因子，这种因子能抑制女性生殖道的发育，所以这种人既无输卵管也无

子宫。

近年来还发现， 5_{α} —还原酶与性分化的密切关系。 5_{α} —还原酶在男性外生殖器官形成中起着重要作用。尽管有受体，假若缺乏此酶，男性激素不能转化成 5_{α} —二氢睾酮，男性的阴茎和阴囊不能生成。这种人在青春期后，喉结增大、声音低沉，体毛、肌肉皆呈男性，惟外生殖器呈女性型。 5_{α} —还原酶的控制基因位于常染色体，而不在性染色体上。这一基因突变， 5_{α} —还原酶不能形成。

由此看来，Y 染色体上的睾丸决定基因、组织相容 Y 抗原、男性激素、男性激素受体及 5_{α} —还原酶等，在性分化的过程中，共同调节胚胎的性器官按程序发生、发育、分化、成熟。胚胎的性分化异常，是由于基因密码的误译或缺失，以致相应的蛋白质不能产生。这正是现代分子胚胎学深入研究和探索的问题。

57. 人体内部的调节系统 ——APUD 细胞

六十年代末期，由于放射免疫分析、免疫细胞化学和酶标抗原抗体技术的发展，使体内的一些过去“不见天日”的微量激素得以测出，其中发现了一种既存在于胃肠道，也存在于脑组织的双向分布的肽类激素——脑肠肽。这一发现，使人体激素的研究进入了一个崭新的阶段。为一个新的调节系统的诞生奠定了物质基础。它提示人们：大脑和胃肠之间并非仅有神经上的联系，在神经和内分泌之间可能还存在着一个复杂的调节系统，这种认识上的飞跃，为理论上的突破创造了条件。1968 年，英国伦敦大学的彼尔斯（A.G.EPearse）教授首先提出了 APUD 系统的概念。他通过一系列的实验发现，产生肽类激素的神经细胞和一些产生肽类的内分泌细胞，虽然分布部位不同，但都具备共同的特征，即都能摄取胺的前体物质，并使其脱羧基，产生胺和肽类物质，他把具有这种特征的细胞称为“Amine Precursor Uptake andDecarboxylation”，他取其英文的第一个字母，命名为 APUD 细胞。在电子显微镜下，可见所有的 APUD 细胞都含有电子密度高的分泌颗粒，肽类或胺类产物就存在于这些颗粒中。颗粒的存在是鉴定 APUD 细胞的标志。彼尔斯创立的 APUD 细胞系统对于阐明神经内分泌和胃肠道内分泌之间的统一关系，以及肽类和胺类物质在调节机体活动的作用方面提供了有力的佐证。

APUD 细胞系统作为医学史上的一个创举，在于它使人体的调控系统在结构和功能上更加完整。它的发现，使相对独立的“神经论”和“激素论”的权威受到了挑战。实验证实，APUD 细胞既存在于消化道，又存在于内分泌器官和神经系统，这就使得在神经与内分泌调节之间形成了一个既相互促进、又相互抑制的结构基础，使人体的整个调节系统达到了完美的组合。

近年来，APUD 系统研究又有了新的进展，由最初的 6 种细胞发展到现在的 40 余种。同时发现了 APUD 系统与神经系统在生理生化、形态结构上有许多相似之处，如具有长长的突起，细胞间的接触以及细胞质内的分泌颗粒，更有力的证据是，一般认为只存在于神经细胞的特异性稀醇化酶，也在 APUD 细胞内发现，这足以证明，APUD 细胞系统与神经系统之间的密切关系。

APUD 系统的发现，成功地解释了某些疾病产生的原因。人们发现，APUD 系统异常可引起一些疾病和肿瘤，如生长抑素含量的降低可能会导致十二指肠溃疡；APUD 细胞可以发生肿瘤，称“APUD 瘤”。由于这些细胞在机体广泛的存在，所以能同时在不同的器官产生多发性肿瘤。

目前，APUD 系统的研究更加深入，源于实验方法和实验手段的更新，赋予 APUD 系统更新的概念，使人们在更深层意义上驾驭它和研究它，使它更好的为人类健康服务。

58. 并非天道对人道的惩罚 ——环境对人类胚胎的致畸作用

自从 1928 年 murphy 首次报道环境因素导致人类胚胎畸形引起世界各国极大关注以来，在 60 多年的时间里，胚胎畸形学领域出现了划时代的进展。80 年代末至 90 年代初，人类胚胎畸形学已进入了分子水平，使先天性畸性的预防和治疗出现了十分乐观的前景。

胎儿畸形是一种严重影响人类健康的疾病，特别是环境致畸的局面愈加严峻。随着化学工业的发展，已知化学物约 400 多万种，世界每年新合成 6000 多种，其中不少是致畸化合物。目前，环境化学物质致畸作用机制尚未十分明了，但在某些致畸环节上有新的突破：亲代生殖细胞和胚胎体细胞突变，如 DNA 大分子合成减慢或停止，影响了细胞的正常分裂和分化；胚胎细胞内染色体数目或分子结构出现变化，导致胚胎细胞的蛋白质合成障碍而出现异常形态；胚胎细胞酶或辅酶活性受阻，生物合成的前体和基质缺失，能量供应不足，造成胚胎细胞生成迟缓或细胞死亡，使胚胎组织不能接合，器官缺损；发育基因调节失控，造成胚胎各种细胞和组织之间在时间和空间关系上紊乱，导致器官发育异常。胚胎致畸的机制较复杂，这就给致畸研究的设计造成了困难。目前已清楚的是，致畸物质的作用与剂量成正比，剂量加大，可延长器官畸形敏感期。人类胚胎致畸敏感期始于胎龄第 18~20 天，第 30 天达敏感高峰，第 55 天左右，致畸敏感性迅速下降。比如：心脏在第 21 天时易受致畸物的影响，出现心脏畸形。致畸作用存在着种属差异和个人差异，例如，乙酰水杨酸可使小鼠引起唇裂，但对猴子却无此作用；反应停 (thalidomide) 是人类胚胎致畸物质，但对大鼠、小鼠及灵长类动物实验却出现阴性结果；农药敌枯双对大鼠、小鼠出现强致畸作用，而对长期接触此药的农妇却无明显影响。据 2000 种药物对致畸动物的实验结果证实，约 1/3 获阳性结果。但对人类的致畸效应尚无确实证据。大多数畸胎研究学者认为，动物实验的结果外推于人类，必须持谨慎态度。由于动物与人对外界环境因素的致畸反应差异较大，要确定某种化学物质是否对人有致畸作用，最终的结论应依据对人群的观察。

59. 与生命息息相关的科学 ——人类与环境

十八世纪末至今 200 年以来，大工业体系和科学技术迅速发展，但却带来了明显的环境污染。人们所赖以生存的环境受到了自有人类以来最严重的威胁。

人类生存环境包括大气圈、水圈、岩石土壤圈和生物圈等四大环境圈。在地球表面环绕覆盖着一层空气称为大气圈。其厚度在赤道处为 4200 公里，两极处 2800 公里。大气圈由四层组成即对流层、平流层、电离层和扩散层。最接近地表的一层是对流层，在赤道厚约 15~17 公里，两极厚 8~10 公里，这层空气对人的关系极为密切。能提供人类生活必须的氧气，能调节气候、使之能适宜于生命活动。但是，人类工业生产和日常生活的污染源直接排入了这一层大气，人为的使大气污染，危害了人们的健康。城市工业的生产规模、工艺过程、原料和产品种类不同，大气污染的性质、程度、排出有害物质的数量也不同。常见的有氨、氯、氟化氢、硫化氢、铅、汞、锰、砷、酚、有机氯、放射性物质、生物性物质等。它们形成颗粒物或形成有害气体及蒸汽，在大气中相互作用，或与大气进行化学反应、或与太阳紫外光进行光化学反应。这些有害气体通过呼吸道进入人体，小部分经消化道或皮肤进入人体。当有害物质在体内达到一定浓度时，可引起感官或内脏生理机能障碍，轻者引起不良反应；重者降低机体的抵抗力诱发感染甚至发生慢性或急性中毒而死亡。近年来已证实，大气中的有害气体有致癌、致畸、致突变作用，已引起越来越多人们的重视。

地表总面积约有 70% 分布着广阔的水域，即为水圈。据估计总水量为 14×10^8 公里³。其中，97.2% 以上的水位于海洋，2.15% 形成冰山，而地面淡水仅占 0.017%，地下水为 0.6%。水是维持人类生命和其他生物的必要条件。可见，人类可饮水资源十分贫乏。但有限的水源也被人类自己人为污染造成水质恶化。比如，工业废水和生活污水的污染，工业废水是主要的。现代化工业种类繁多，比如冶金、化纤、化肥、电镀、造纸、印刷、制革、核电站、制药、或医院，将酚类、苯类、硫化物、氰化物、氯丁二烯、甲醛、砷、吡啶、放射性物质及病原微生物等排放入地表水或地下水源，对人类造成极大的危害，可直接造成疾病，或加重慢性病的程度。某些放射性物质在水中尽管不多，但可通过食物链而富集。长期接触低剂量的放射性物质能引起癌症和遗传变异，这是不可轻视的潜在危害。

地壳表面的岩石和土壤构成了岩石土壤圈。厚度为 10~70 公里，岩石经风化形成土壤，供给人类生命所必须的物质。土壤是植物生长的基础，植物从土壤里吸取各种营养成分，在阳光下进行光合作用，为人类提供食物。人类在生产和生活中却将有害物质不经处理排入土壤，直接或间接危害人类的健康。土壤污染的主要来源是（1）工业污染（三废污染）；（2）农药、化肥污染；（3）放射性污染；（4）生物污染（病原微生物及寄生虫污染）。在广大农村和耕地主要是生物污染和农药化肥污染。一些病原体进入土壤后仍可以继续存活，并在适当的条件下传布许多疾病：如沙门氏菌病、细菌性痢疾、阿米巴痢疾、蛔虫、鞭虫、钩虫病。土壤中的芽孢菌、破伤风菌、肉毒杆菌能长久的生存于土壤，当人与被污染的土壤接触后即可感染得病。生长在土壤和蔬菜上的放线菌或真菌也能使人体感染而患病。农药化肥进入土

壤，污染农作物，通过食物链被人吸收，危害人体健康。

土壤一旦被污染，破坏作用将是长期的。所以，人们应建立保护土壤、防止土壤污染的意识，增强土壤的自净能力。土壤自净是通过土壤自身物理、化学及生物作用逐步恢复到污染前的状态，这一过程称土壤自净。土壤自净的能力是有限度的，若污染特别严重，土壤就不可能完全自净，从而引发环境污染或导致传染病发生。

所谓生物圈是指自地表以上 15 公里的大气圈及岩石土壤内深达 2~3 公里处以及江河湖海都有生物活动，由此构成生物圈。人类与一些生物种系保持一种动态平衡。如果大量猎杀动物和植物，人与其他生物之间的平衡遭到破坏，人类的健康必然受到影响。

目前世界各国关于环境与人体健康关系的研究正深入开展，如，针对疾病的前期效应寻找环境污染物损害健康的早期指标；确定污染物的安全剂量；探讨有害物质的联合作用和完善各类环境卫生标准，保护人类的健康，促进人类社会繁荣昌盛。

60. 人生璀璨多姿的年轮 ——青春期

青春期是人生的黄金时期，它是人的体格、体质、心理和智力发育的重要阶段。有一位作家曾这样描述：青少年都是刚刚升起的太阳。青春期开始的时间是，女孩子一般在10~12岁；男孩子13~14岁。女孩比男孩早两年进入青春期。青春期最显著的特点是体格生长进入突增期，同时生殖系统迅速发育、成熟并伴随第二性征的出现。

进入青春期后，脑垂体即进入旺盛活动期，如促性腺激素、促甲状腺激素、生长激素等多种激素分泌增多，身体迅速发育。身高、体重、肩宽、骨盆、肌肉、脂肪等发育十分明显，并在男女之间开始出现差别，而且愈来愈显著。女孩发育较早，当男孩进入发育突增期时，女孩子已进入稳定生长阶段了。一般在10~14岁以前，女孩体重身高均超过男孩；14~16岁男孩又超过女孩，以后距离逐渐加大，最后终于形成了成年男性身体高、肩部较宽，成年女性身体丰满，髋部较宽的男女体态。另外这些发育也受种族与营养等因素的影响。

在身高迅速生长阶段，最突出的是上下肢增长比脊柱快，青少年显得长臂长腿，青春后期，脊柱增长加速，逐渐达到成人的比例。体重增加不如身高增加显著。体重增加的因素是骨骼、肌肉和脂肪的发育。男性青少年肌肉发育较突出，而女性的脂肪发育更明显。因此，女青年显得丰满娇柔，男青年因肌肉发达而显得高大强壮。

青春期生殖系统和第二性征的发育是全身最后发育的一个系统。10岁前，几乎没有什么变化。在青春期，由于丘脑与垂体内分泌激素的影响，生殖器官的发育被启动。女性内生殖器官包括卵巢、子宫、输卵管和阴道，外生殖器官包括阴阜、大阴唇、小阴唇、阴道前庭和阴蒂。10岁左右，开始出现月经初潮，此时的卵巢刚发育不久，并没有成熟，不会有卵子排出。一般女孩子在初潮后有一段自我调整期，此期月经很不规律，约需1年或更长时间才能逐渐形成规律性月经周期。男性内生殖器官包括睾丸、附睾、输精管和附属腺体（精囊腺和前列腺），外生殖器官包括阴茎和阴囊。青春后期睾丸迅速发育，附属腺体分泌液体与精子共同形成精液，并发生遗精。生殖器官迅速发育的过程中，第二性征也开始形成。女性第二性征的发育包括：乳房增大，皮下脂肪丰富，骨盆宽大，声音高尖，皮肤细腻；男性第二性征包括：生长胡须，喉结突出，肌肉发达，骨骼粗壮，声音低沉。男女会阴部生长阴毛。

青春期的发育，造成男女之间的生理差别愈来愈显著，由此而引发的心理状态愈加复杂。他（她）们对第二性征往往感到害羞、紧张、焦虑或兴奋、神秘、好奇。两性间的关系处于朦胧状态，男女之间渐出现陌生感。对异性想了解，又羞于启齿，想接近但又不好意思，常表现为对异性故意疏远，有意识的避开等。随着年龄的增长和生理发育，女孩子变得爱打扮，男孩子变得注意整洁，他们都开始注重外表，爱在异性面前表现自己，以吸引对方。所有这些，都是性心理发展的正常现象。

在这个时期，一般正值初、高中时代，正是学习文化增长知识的重要阶段。如果这个时期经常和异性交往，有可能发展成早恋，而早恋的危害很大。青少年时期不具备恋爱的条件，如社会位置、经济条件及自控能力，同时会

直接影响学业。处于青春期的青少年感情十分柔弱，很容易在心理上受到伤害。所以，教师和家长不能粗暴训斥、指责，应以平等、诚恳、朋友式的交谈耐心疏导，这样会起到事半功倍的效果。青少年朋友也应珍视这一美好的时期，青春易逝，年华易归，走过的路无法重复。应在这最宝贵的人生十年的光景里，打下坚实的学业基础，以社会规范塑造自我，致使将来无愧于青春，终生没有遗憾。

61. 我国创立的新学科 ——全息生物学与全息治疗

全息生物学是我国青年学者张颖清教授于本世纪八十年代中期在世界首创的一门新的边缘学科。张氏在研究生物整体与其相对独立部分之间的关系时，发现生物的组成部分存在着生物整体的全部信息，是整体的相对缩影。他借用物理学激光全息照像的“全息”概念，解释生物整体与部分的相关性为“全息现象”，亦称“全息生物学”。

全息生物学的研究涉及诸多学科，比如，在医学方面它涉及人体解剖学、胚胎学、生理学、生化学、病理学、细胞学。与这些学科有密切的关系。

张颖清教授的这一重大创举起自一个偶然的的机会，他在为病人治病中，发现人体手掌第二掌骨侧有一个位点能引起腿部的反应，当他按摩这个位点时，居然止住了腿部的疼痛，他依据这一发现治疗了几千病人，都证实压痛点是客观存在的。紧接着，他又发现了人体头、躯干、四肢都有类似的位点，这些位点都能对应全身各部的脏器，恰似人体的缩影。这些位点的发现，增加了新的穴位群，被称为“全息穴位群”。这引起了张颖清教授极大的兴趣，他根据全息穴位群规律，导出“全息胚”的概念。

全息胚是指生物体上相对独立的部分，在结构上与周围组织有着明确的边界，而在内部结构中含有整个生物体全部的信息，是整体在这里的缩影。全息穴位群及全息胚的理论有重要的医学价值，它不仅使针灸穴位在数量增加，而且更重要的意义在于揭示了这些穴位位点的生物学意义，并逐步阐明了中国医学诊断中的脉象、舌诊等神秘的本质。

在全息生物学理论上发展形成的医疗方法称“全息诊疗”。全息诊疗仪已经问世，它能通过局部的位点判断全身的疾病，应用范围十分广泛。临床实践已证实，对内、外、妇、儿、五官等科的疾病有很好的疗效，已报道取得良好疗效的病征有 200 余种。全息诊疗不仅用于慢性病，而且可用于急症、重症，还可用于针刺麻醉和自我保健。目前，中国的许多医生以及日本、巴西、波兰、新加坡、香港等国家和地区的医生应用全息诊疗治疗病人，已成为医院常规的方法之一。

62. 实验室培育的生命 ——试管婴儿

本世纪七十年代末，人类试管婴儿在英国诞生。这一创举是人类生命科学的又一里程碑。这是由英国人体胚胎学家 Edwards 教授和妇产科学家 Steptoe 教授创立的。

自 1978 年 7 月 25 日世界上第一例试管婴儿诞生以来，

试管婴儿技术在世界范围迅速推广，我国于 1988 年分别在北京和湖南诞生了试管婴儿。我国在这一领域进入了世界先进水平。

试管婴儿的概念是，精子和卵子在试管内结合（即受

精）并分裂分化至胚泡早期，然后人工将胚胎移植到母体的子宫内发育至分娩。这种生殖方法叫做“体外受精——胚胎移植”（in vitro fertilization—embryo transfer）。由此种方法诞生的婴儿称“试管婴儿”（test tube baby）。

试管婴儿的培植主要包括以下四个程序：

（1）诱发排卵：在月经周期的第 6、8、10 天注射人类绝经期促性腺激素（HMG）；或在月经周期的第 5～9 天每天注射枸橼酸克罗衣芬 50 毫克。同时 B 型超声仪监测卵泡发育情况。当有两个卵泡直径超过 16 毫米时，注射人类绒毛膜促性腺激素（HCG）5000 国际单位，注射后 29～35 小时内人工取卵。

（2）人工取卵：60 年代一般采用开腹取卵的方法。目前常用的方法是：腹腔镜引导吸卵法；超声波引导吸卵法。

（3）体外精卵细胞结合（受精）：这一过程在试管内或培养皿内完成。将精子与卵子放入加培养液的试管或培养皿内，置于二氧化碳恒温培养箱内培养。3～8 小时后，若在观测中发现卵细胞内出现两个细胞核即雄原核和雌原核，即说明受精成功。立即转移到含受精卵培养液的试管内继续培养。

（4）胚胎移植：是指采用特制的导管经阴道、宫颈把胚胎放入子宫底部的过程。自 1985 年起开始应用超声引导胚胎植入。一次植入一个胚胎妊娠成功率为 13%；移植二个胚胎为 31%；移植三个胚胎成功率为 50%。

试管婴儿诞生的历史十分短暂，但已显示出了强大的生命力。自 1978 年以来，全世界问世的试管婴儿已超过 6000 人。试管婴儿的诞生被誉为医学史上继心脏移植成功后的又一个奇迹。其意义不仅在于解决了不孕症的生育问题，更重要的是它与细胞与基因工程相结合会大大促进遗传学和优生学的发展，对人类的进化产生更深远的影响。

63. 中国医学的渊薮 ——黄帝内经

《黄帝内经》是中国医学最早的一部经典著作，被视为中医学基本理论的渊薮。全书包括《素问》和《灵枢》两部分，约计 14 万余言。《内经》以医学为中心，几乎涉及了秦汉以前所有学科，如天文学、历算学、气象学、生物学、地理学、人类学、心理学、逻辑学及哲学等多学科的研究成果。这部宏伟的科学文献不愧为是中国和世界科学史上一颗罕见的明珠。

相传，黄帝与天师伯岐（注：伯岐为帝师，故史臣称为天师）对话、问答之言辞被宫人整理而后成此书，故名《黄帝内经》。据考证，黄帝时代约在公元前 2697 ~ 2597 年之间，那时的科学文化水平是不可能写出像《内经》这样的著作。考证认为，《内经》应成书于春秋战国时期（公元前 772 ~ 476）。春秋时代的诸子百家，竞相著书立说，医学也不例外，此时的医家把古代“口耳相传，识识相因”的各种与疾病相关的经验、片断收集起来，编辑成书。之所以冠以“黄帝”，是推崇古代之渊源，历史之悠久的大众神圣罢了。宋人百源学派宗师邵雍在《皇极经世》一书中说：“《内经》七国时书也”。以现存的《黄帝内经》的内容而言，一部分在很大程度上还保留着古代的本来面目；其中一部分可能是后人增补的。《内经》成书后曾经历过若干次大的战乱，如七雄吞并，楚汉相争，汉末的纷扰以及永嘉之乱，晋室东渡。战事频繁，社会动荡。《内经》散失残损是不可避免的，后人及时补充亦属意中之事。因此这部著作决不是出自一人之手笔，也不是出于一个时代之所作，而是历史的、全民族的总结性文献。

《黄帝内经》以天、地、人整体性观点，运用朴素的唯物论和辩证思维奠定了中国医学的理论基础。两千年来，始终有效地指导着临床医疗实践。因此，《黄帝内经》这部经典著作的价值不仅仅在于它的历史意义，更重要的是它科学地解释了人与自然界的关系和对疾病辩证论治独特的思维方法，这正是我们今天要探讨和研究的根本目的。

64. 人体五行说 ——机体相互制约的内在联系

“五行”即木、火、土、金、水。始见于周书洪范篇，并具体阐述了“五行”间的联系和性质。认为“五行”是构成宇宙万物的五类基础物质，这亦是流传至今的“五行”说之开端。

祖国医学将“五行”说归类推演到人体是为了论证人体各部之间相互依存、相互影响、相互制约的内在联系，达到辩证论治的目的。祖国医学认为，肝属木，心属火，脾属土，肺属金，肾属水。“五行”说的基本精神包含着一切事物相生相克的规律。任何一行都具有生我，我生，克我，我克的辩证关系，因此，人体脏器之间有了相生相克的制化规律，相互资生和相互制约的关系。“五行”相生的规律是：水生木，木生火，火生土，土生金，金生水，如此生生化化，无有终端。相克的规律是：木克土，土克水，水克火，火克金，金克木。如此循环不止互相制约，”无有终端。在人体正常生理下，“生”与“克”是一种维持平衡的力量。“生”或“克”过度，必然会出现病理改变。

人体疾病的发生与发展虽复杂，但疾病有其内在的规律性，这就是“五行”的生克制化，这在辩证论治上有独特的价值。比如，当肝脏患病时，不能盲目治肝，要考虑它周围的生克关系。“水（肾）生木（肝），肾亏肝虚，肝风上旋”。即称之“水不涵木”。所以治则便是，“滋肾水以涵肝木”，就可以治愈肝脏。这就是“虚则补其母”。肝木的疏达靠肺金的制约，“肺主一身气化，肺气不足，肝木火旺，胸隔痞滞，不欲饮食”。“肝木旺，必是金衰不能制木，而木复生火”。故临床治疗须“培土生金，运化水谷，肺气得宣，肝木乃平”。这种治法称“补肺治肝”。病人头眩呕吐，气短无力，是因脾虚导致水谷不化，脾（土）湿则肝（木）郁，肝失条达。所以临症治则不仅治脾，而且要治肝，这种治法称之“培土抑木”。可见临症之复杂，如不运用“五行”说，便很难明确其病理机转和制定出正确的治疗方法。

“五行”说在祖国医学中不但运用广泛，而且有着重要的学术地位。在现代中医学体系中，至今指导着临症医疗实践。所以，“五行”说的实用价值和科学价值是不能忽视的，这正是我们今天要学习和研究的根本原因。

