

文 • 中国科学院力学研究所 靳刚 应佩青

展望纳米医学

将来,科学家可以制造大量纳米装置,它们仅有头发丝的千分之一左右,可以在人体的各处畅游,甚至出入细胞,修复畸变的基因,扼杀刚刚萌芽的癌细胞,捕捉侵入人体的细菌和病毒……

大多数人都有生病,吃药、打针的经历,医学就是研究疾病、治病救人的科学。那么纳米医学又是什么呢?

我们知道人体是由多种器官组成的,器官又是由各种细胞组成的,而细胞的主要成份是各种各样的蛋白质、核酸和其它生物分子,其种类在数十万种。由于人体是由分子构成的,所有的疾病包括衰老本身也可归因于人体内分子的变化,当人体的分子制造机器,如合成蛋白质的核糖体、DNA复制所需的酶等,出现故障或工作失常时,就会导致细胞死亡

或异常。从分子的微观角度来看,目前的医疗技术尚无法达到分子修复的水平。而如果在分子水平上,利用分子工具进行诊断、医疗、预防疾病等等,就属于纳米医学的范畴。

运用纳米医学,首先需要认识生命的分子基础,然后从科学认识到工程技术,设计制造大量的具有令人难以置信的奇特功效的纳米装置,这些微小的纳米装置的几何尺度仅有头发丝的千分之一左右,是

由一个个分子装配起来的,能够发挥类似于组织和器官的功能,并且更准

确和更有效地发挥作用。它们可以在人体的各处畅游,甚至出入细胞,在人体的微观世界里完成特殊使命,例如修复畸变的基因,扼杀刚刚萌芽的癌细胞,捕捉侵入人体的细菌和病毒,并在它们致病前就消灭它们;探测机体内化学或生物化学成分的变化,适时地释放药物和人体所需的微量物质,及时改善人的健康状况。

可以预计,未来的纳米医学装置将是强大的,但又会是令人惊讶得小,因为在其中发挥作用的药物和医疗装置都是肉眼无法看到的,但它的功能又会令世人惊叹。

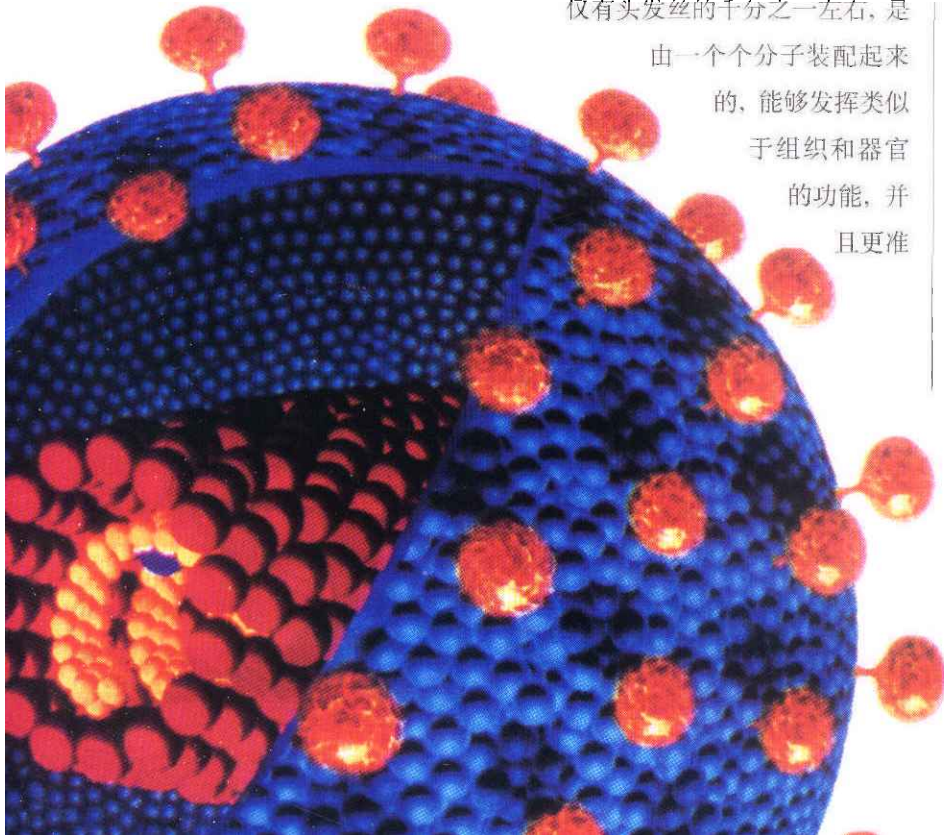
需要说明,不要马上跑到大夫那儿去要纳米处方。上面所谈的纳米医学景观尚处于设计和萌芽阶段,

还有很多的未知需要去探索,例如:这些纳米装置该由什么制成?它们是否可以被人体接受并发挥预期的作用?

既然如此,定会有人追问:纳米医学究竟离我们有多远?是不是科学幻想?还要等多久才能看到医学实现?事实上,在某些方面它已经开始步入现实,并获得蓬勃发展。而且总有一天,医药柜将越来越小,效力却越来越大。下面让我们看一看这一领域所取得的科学进展。

智能药物

这是纳米医学中一个非常活跃的领域,适时准确地释放药物是它的基本功能之一。科学家正在为糖尿病患者研制超小型的、模仿健康人体内的葡萄糖检测系统,它能够被植



人皮下,监测血糖水平,在必要时释放出胰岛素,使病人体内的血糖和胰岛素含量总是处于正常状态。

最近,美国麻省理工学院的研究者做出了微型药房的雏形。一种具有上千个小药库的微型芯片,每一个小药库里可以容纳25纳升的任何药物,例如止痛剂或抗生素等。它的研究者之一Robert Langer教授说,目前这个芯片的尺寸还相当于一个小硬币,可以把它做得更小,并计划给它装上一个智能化的传感器,使它可以适时、适量地释放药物。

智能药物的另一个研究领域是:能否在致命的肿瘤形成之前杀灭癌细胞?美国密西根大学的James R. Baker Jr.博士正在设计一种纳米“智能炸弹”,它仅有20纳米左右,可以识别癌细胞的化学特征,进入并摧毁单个的癌细胞。此装置的研制刚刚开始,而初步的人体实验至少要5年以后才能进行。

人工红血球

纳米医学不仅具有消除体内坏因素的功能,而且还有增强人体功能的能力。我们知道,脑细胞缺氧6至10分钟即出现坏死,内脏器官缺氧后也会呈现衰竭。设想一种装备超小型纳米泵的人造红血球,携氧量是天然红血球的200倍以上。当人的心脏因意外突然停止跳动的时候,医生可以马上将大量的人造红血球注入人体,随即提供生命赖以生存的氧,以维持整个机体的正常生理活动。

美国纳米技术专家Robert Freitas教授初步提出的人造红血球(respirocyte)的设计,已成为纳米技术的标志性结果。这个血球是个1微米大小的金刚石的氧气容器,内部有

1000个大气压,泵浦动力来自血清葡萄糖。它输送氧的能力是同等体积天然红细胞的236倍,并维持生物炭活性。它可以应用于贫血症的局部治疗、人工呼吸、肺功能丧失和体育运动需要的额外耗氧等。

该人造红血球的基本设计和结构为:腔体外壳是与生物体相容的金



刚石,腔内储氧,开口处是一个可以从腔内向外传递氧的转子,随其旋转,将氧分子输入血液。

纳米药物运输

纳米微粒药物输送技术也是纳米医学的重要发展方向之一。按目前的认识,有半数以上的新药存在溶解和吸收问题。由于药物颗粒缩小时,药物与胃肠道液体的有效接触面积将增加,所以药物的溶解速率随药物颗粒尺度的缩小而提高。而药物的吸收又受其溶解率的限制,因此,缩小药物的颗粒尺度成为提高药物利用率的可行方法。

科学家研究发现,利用纳米晶体技术可将药物颗粒转变成稳定的纳米粒子,同时提高溶解性,以提高难溶

性药物的药效率。但粉碎过程会使粒子间的相互作用力增加,为了避免纳米颗粒在粉碎过程中聚合,可将不溶的药物悬浮在含一般认为安全的稳定剂和赋形剂的悬浮液中,现在的制粉技术已能够将药物缩小到400纳米以下。同时,这些赋形剂在胃肠道中起表面活性剂的作用,从而提高了纳米药物颗粒的溶解率。而一旦不溶性药物转变成稳定的纳米颗粒,就适合于口服或者注射了。

纳米医学将给医学界,诸如癌症、糖尿病和老年性痴呆等疾病的治疗带来变革,并已经获得越来越多的认同。利用纳米技

术能够把新型基因材料输送到已经存在的DNA里,而不会引起任何免疫反应。树形聚合物(dendrimers)就是提供此类输送的良好候选材料。因为,它是非生物材料,不会诱发病人的免疫反应,没有形成排异反应的危险。因而,树形聚合物可以作为药物的纳米载体,携带药物分子进入人体的血液循环,使药物在无免疫排斥的条件下,发挥治病效果。这种技术用于糖尿病和癌症治疗是很有希望的。

捕获病毒的纳米陷阱

密西根大学的Donald Tomalia教授等已经用树形聚合物发展了能够捕获病毒的纳米陷阱。体外实验表明纳米陷阱能够在流感病毒感染细胞之前就捕获它们,同样的方法期望用于

捕获类似艾滋病病毒等更复杂的病毒。此纳米陷阱使用的是超小分子,该分子能够在病毒进入细胞致病前即与病毒结合,使病毒丧失致病的能力。

通俗地讲,人体细胞表面装备着



含硅铝酸成分的“锁”,只准许持“钥匙”者进入。不幸的是,病毒竟然有硅铝酸受体“钥匙”。Tomalia教授的方法是把能够与病毒结合的硅铝酸位点覆盖在陷阱细胞(glycodendrimers)表面,当病毒结合到陷阱细胞表面,就无法再感染人体细胞了。

陷阱细胞由外壳、内腔和核三部分组成,内腔可充填药物分子,将来有可能装上化疗药物,直接送到肿瘤上。陷阱细胞能够繁殖,生成不同的后代,个子较大的后代可能携带更多的药物。目前,研究者希望发展针对各种致病病毒的特殊陷阱细胞和用于医疗的陷阱细胞库。

识别血液异常的生物芯片

美国圣地亚国家实验室的发现实现了纳米爱好者的预言。正如所预

想的那样,纳米技术可以在血流中进行巡航探测,即时地发现诸如病毒和细菌类型的外来入侵者,并予以歼灭,从而消除传染性疾病。

该实验室的研究人员 Micheal Wisz 做了一个锥形装置,发挥芯片

实验室的功能,它可以沿血流流动并跟踪病变的细胞。血液细胞被导入一个发射激光的腔体表面,从而改变激光的形成。癌细胞会产生一种明亮的闪光,而健康细胞只发射一种标准波长的光,以此来鉴别癌变。

分子马达

分子马达是由生物大分子构成,利用化学能进行机械做功的纳米系统。天然的分子马达,如:驱动蛋白、RNA聚合酶,肌球蛋白等,在生物体内参与了胞质运输、DNA复制、细胞分裂、肌肉收缩等一系列重要的生命活动。分子马达包括线性推进和旋转式两大类。

美国康纳尔大学的科学家利用ATP酶作为分子马达,研制出了一种可进入人体细胞的纳米机电设备——

“纳米直升机”。该设备共包括3个组件:两个金属推进器和一个附属于与金属推进器相连的金属杆的生物分子组件。其中的生物分子组件将人体的生物“燃料”——ATP转化为机械能量,使得金属推进器的运转速率达到每秒8圈。这种技术仍处于研制初期,它的控制和如何应用仍是未知数,将来有可能完成在人体细胞内发放药物等医疗任务。

硅虫晶体管

美国和北爱尔兰的研究者偶然发现了一种活的半导体,它能够嗅出生物战所用的毒气。这一发现竟来自科学家为消除计算机芯片生产线上的某些特殊细菌的屡屡失败。

为消除这些微生物,研究者试用了从紫外线到强氧化剂,但是,细菌仍可幸存。纽约州立大学的生物学家 Robert Baier 解释了此现象:在清洗半导体芯片时,超纯水能够溶解一些半导体材料,如氧化锗,而这些半导体材料会围绕细菌结晶,使细菌在晶体的“家”中存活得极好,而不会受到损伤。

微生物用半导体材料建立了一个“活”的单元,此现象给科学家提供了广阔的想象空间。亚利桑纳大学的物理学家 O'Hanlon 和 Baier 认为,外面包上硬壳的细菌可以用于制造生物晶体管。在普通三极管中,由源极到漏极的电流受门极电压的控制,而这种细菌半导体晶体恰好可以用作生物晶体管的门极。当在呼吸和光合作用等产生电子转移的生物过程中,光照或者器官的水汽能诱导细菌产生电子,犹如打开了这个生物晶体管,这种精巧的灵敏装置能够探测到生物战毒气。■