

输液中的物理知识

刘瑞晨



物理知识、物理方法在医学中具有广泛的应用,物理理论、方法的发展促进医学诊断、治疗技术不断提高。下面就以简单的输液为例,看一看物理知识在医学中的应用。

一、压强原理的应用

封闭瓶式输液装置(图1) 输

液时,首先将药液瓶倒挂在输液架上,然后将进气针插入瓶塞,与药液连通,瓶中的部分药液流入进气管,但流入的药液并不多,进气管中的液面远远低于瓶中的液面,药液不会从进气管流出。原因主要是:瓶中的药液流入进气管后,其液面下降,使药液瓶上部气体的体积增大。根据理想气体状态方程,一定质量的气体,在相同温度下,体积增大时,压强就会减小,形成负压(小于1个大气压的压强)。当瓶中的气

体压强与药液的压强之和等于外界的大气压时,进气管中的液面处于平衡状态,瓶中的药液不会再流入进气管,使进气管的液面与药瓶的液面形成高度差。药液不会从进气管流出。

输液过程中,药液均匀的从瓶中流出,当瓶中气体体积增大,气压减小时,进气管中的药液在外界大气压的作用下流回瓶中,随之,外界气体进入瓶中进行补充,以维持瓶中气压恒定。正是由于进气管的调节作用,使药液能够保持稳定流动。

输液瓶的位置为什么要高于人体呢?由于血液具有粘滞性,整个循环过程中,从大动脉→小动脉→毛细血管→静脉,血压是逐渐降低的,因此静脉血压最低,略高于1个大气压,甚至等于1个大气压。输液时,药瓶的位置高于人体,使得药液的压强高于静脉血压,药液顺利进入静脉血管;若药瓶的位置低

于人体时,药液的压强低于静脉血压,会发生血液倒流现象。

封闭软袋式输液装

置 为了避免空气对药液造成污染,目前医院多采用塑料袋式软包装输液装置,由于塑料袋可以变形,袋内气压不再减小,也就不再使用进气管了。

二、连续性原理的应用

由于药液保持稳定流动,所以输液过程中药液的流量是恒定的,即管的横截面积与药液流速的乘积是一个恒量, $S_1v_1 = S_2v_2$,由此式可以得出流速与横截面积成反比,因此在输液过程中可以看到针尖处药液流速很快,而瓶中的液面却下降很慢,以至于难以察觉。

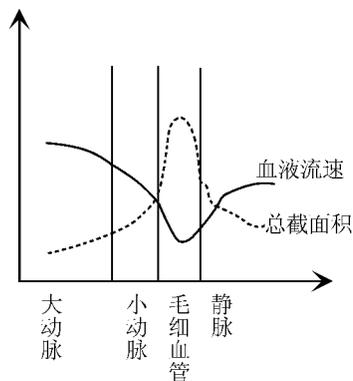


图2

选择静脉输液的物理原因 由于人体内血液的流动是连续的,可以定性的用连续性原理来解释血液的流速。如图2,从动脉到毛细血管,血管总截面积逐渐增大,毛细血管总截面积最大,到静脉总截面积减小,因此静脉的流速比较大。选择静脉输液,药液可以及时随血液流走,输液速度可以较快。另外,静脉血压最小,有利于药液顺利流入血管,同时也利于针眼的愈合。

计算输液速度和输液时间 设每分钟滴 n 滴,

形形色色的传感器不单单用于军事国防、工业自动化、航空航天、海洋地质勘探等重要的科学与工程领域,同时也存在于医疗卫生、环境保护、安全防范、日常生活的方方面面。传感器已成为现代信息

技术的先锋而与人们的生活日益密切,现将常见的传感器与物理规律的应用对照关系列于表2。

(安徽科技学院青年基金资助项目 YZ20069001, 蚌埠市安徽科技学院工学院电子信息教研室 233100)

每滴 m 毫升, 输血量 V 毫升, 则可以计算输液时间为 $T = V/mn$ (分钟); 若规定在 T 分钟内输完, 则每分钟的滴数 $n = V/Tm$ 。

三、气体栓塞的防止

在输液用的针头扎进静脉之前, 要先排气, 这是为什么呢? 如图 3, 如果血管中进了气泡, 气体与血液的接触面形成弯月面, 弯曲液面会产生附加压强, $p_s = 2\alpha/R$ (α 为血液粘度系数, R 为弯曲液面的半径), 气泡刚进入时, 两液面半径相同, 附加压强相互抵消, 不会阻止血液由 A 向 B 流动。在 A、D 两端压强差的作用下, 血液继续流动, 当气泡由 B 点移动到 C 点, 弯曲液面由于血管两端压强差的作用发生改变, $R_3 > R_4$, 使得附加压强 $p_3 < p_4$, 产生的附加压强差与血管两端的压强差相反; 进入血管中的气泡越多, 附加压强差就越大, 当附加压强差与管两端的压强差相等时, 血液停止流动。这种现象称为气体栓塞现象。排气是为了防止气体栓塞的发生。一旦管中进了气泡, 要注意及时排除。

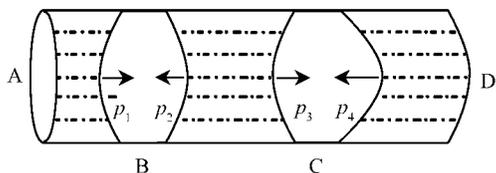


图 3

四、纳米技术的应用

输液时如果药液中含有微粒过多, 会对人体产生危害。我国《药典》规定, 每毫升药液中颗粒直径大于 10 微米(1 微米= 1000 纳米)的不溶性微粒不得超过 10 个。而成人毛细血管直径为 6~ 8 微米, 婴儿毛细血管直径为 3 微米, 药液中的较大微粒可直接造成毛细血管栓塞, 引起局部供血不足、组织缺氧, 导致水肿和炎症, 较小的微粒可能被巨噬细胞蚕食, 致使巨噬细胞增大, 形成肉芽肿。随着纳米技术的出现, 输液的安全性得到了很大提高。

纳米微粒技术 目前利用“纳米药物制剂”新工艺, 可将水溶性不高或难溶药物加工成 1~ 1000nm 的纳米或亚纳米颗粒。例如: 静脉注射用的 N-berrzoyl staurosporin 纳米混悬液, 注射液中微粒大小约为 25nm, 没有超过 200nm 的粒子。纳米级药物微粒小于人体毛细血管的直径, 不会造成血管栓塞, 同时利于人体对药物的吸收, 提高药物的生物利用度。

纳米过滤技术 要使输液对人体更安全, 制药

过程中药液过滤器要能够虑掉 3~ 8 微米以上的微粒。随着纳米技术的不断发展, 目前最少可滤除直径在 0.22 μm 以上的微粒, 常用的有 3 μm 以上、5 μm 以上、7 μm 以上、10 μm 以上。因此药液过滤器的研究一直成为现代输液领域中的热点课题。例如: 双鹤药业在配药过程中, 药液先后要经过钛合金滤棒、1.2 微米滤膜、0.45 微米滤膜等多次过滤, 还采用了 0.22 微米的过滤器进行终端过滤, 使输液的微粒标准大大优于国家药典的标准。

(北京护士学校 101149)

科苑快讯

两台天文望远镜

纳入寻找地外文明网络

寻找地外文明 (search for

extraterrestrial intelligence, SETI) 的工作将在今后几个月内步入正轨, 这是因为两台精细装置即将投入运转——它们一个用于看, 一个用于听。

一个由哈佛大学物理学家保罗·霍洛维茨 (Paul Horowitz) 领导的研究小组将扫描地外文明发来的光信号。地外文明的寻找大多局限于无线电波段; 但是理论家却猜测, 地外文明可能会发出一些激光信号, 从几千光年以外的地方都能看到。

这是第一个用可见光寻找地外文明的计划, 他们将扫描整个天空, 也许至少能让安装在马萨诸塞州哈佛橡树岭天文台 (Oak Ridge Observatory) 的 180 厘米口径望远镜看到一些蛛丝马迹。这台 5 万美元的仪器是由美国行星协会 (Planetary Society) 捐赠的, 这个民间组织的成员都是热情的太空科学爱好者, 他们将不放过即使只有 1 纳秒的瞬间闪光。目前还没有任何可知的自然过程能发出如此短暂的闪光。这样的全天观测需要在 200 个能见度良好的夜晚进行, 预计要用几年时间才能完成。

在微软集团保罗·艾伦 (Paul Allen) 和内森·麦尔沃德 (Nathan Myhrvold) 的资助, 以及伯克利的协作支持下, 寻找地外文明研究所正在建造的由 350 个 6 米口径射电天线组成的阵列也将投入使用。这些天线将监听地球附近数百万计星球上智能生物的信号。计划领导者希望今年 7 月能有 42 个天线投入运行。首次观测将扫描银河系中心的一条狭窄的带状区域。

(高凌云编译自 *Nature*, 2006 年 4 月 13 日号)