

精子的形成与精液

一、精子的形成

从青春期开始，生精细胞不断发育形成精子，睾丸每天可产生上亿个精子。睾丸内支持细胞之间通过“紧密连接”结合在一起，形成血睾屏障，使生精小管形成两种腔室，即基底室和近腔室。在基底室仅有精原细胞，它们进行有丝分裂，一部分作为精原干细胞，继续形成新的精原细胞，以维持自身数量的稳定；另一部分体积增大形成初级精母细胞，向近管腔的近腔室移动，进入减数分裂过程。初级精母细胞经 DNA 复制后（ $4nDNA$ ），迅速进入第一次成熟分裂（是减数分裂）形成 2 个体积较小的次级精母细胞，染色体数目减少一半。这样每个次级精母细胞中只含有一套染色体，即 23 条染色体，其中只有一条 X 性染色体或 Y 性染色体，两个次级精母细胞的核型分别为 23, X 和 23, Y（ $2nDNA$ ）。每条染色体由着丝粒相连的 2 条染色单体组成。次级精母细胞移近管腔，体积较小，核圆形。它经历一个短暂的分裂间期后便进行第二次成熟分裂（无 DNA 复制，为有丝分裂）。结果每个次级精母细胞形成两个精子细胞，其染色体数目仍是初级精母细胞的一半，染色体核型为 23, X 或 23, Y（ $1nDNA$ ）。精子细胞分布在管腔内侧，经过变态形成精子（图 1-8）。其主要过程如下：细胞核移向细胞的一侧，浓缩变长，形成精子的头；精子细胞的高尔基复合体形成顶体（acrosome），覆盖在细胞核的前半；中心体移到顶体相对侧的核的另一端，发出轴丝形成鞭毛中心；线粒体集中到鞭毛轴丝近端，围绕鞭毛形成线粒体鞘；多余的细胞质脱落，精子细胞最终形成精子（图 1-9）。

这样，每个初级精母细胞经过两次成熟分裂，最后形成四个精子。由原来的二倍体形成单倍体。一半的精子中含有 X 性染色体，另一半的精子中含有 Y 染色体。

从精原细胞发育到精子，人类约需 63 天左右。一个精原细胞增殖分化产生的各级生精细胞，胞质并未完全分开，细胞间始终有细胞质桥相连，形成一个同步发育的细胞群。在生精小管的不同节段，精子的发生是不同步的，故生精小管可以一批接一批地持续不断地产生精子。精子离开生精小管时是不活动或活动力很弱，亦无受精能力，只有通过附睾才能获得生理上的成熟。精子排出后，在女性生殖道内可存活 1~3 天时间，但其受精能力仅维持约 24 h 左右。

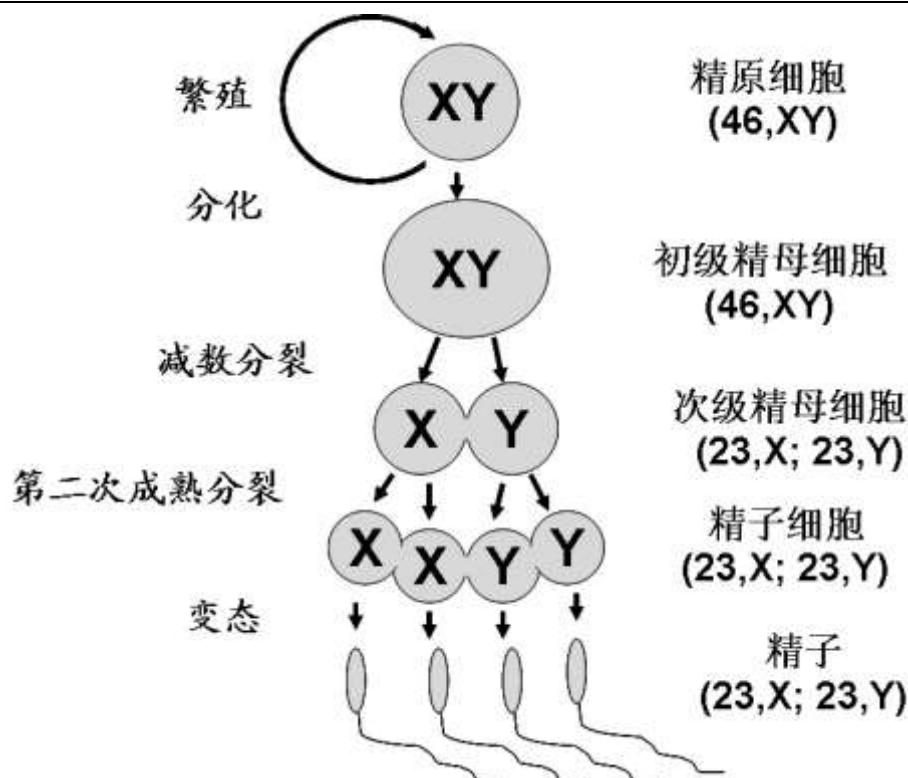


图 1-8 精子形成模式图

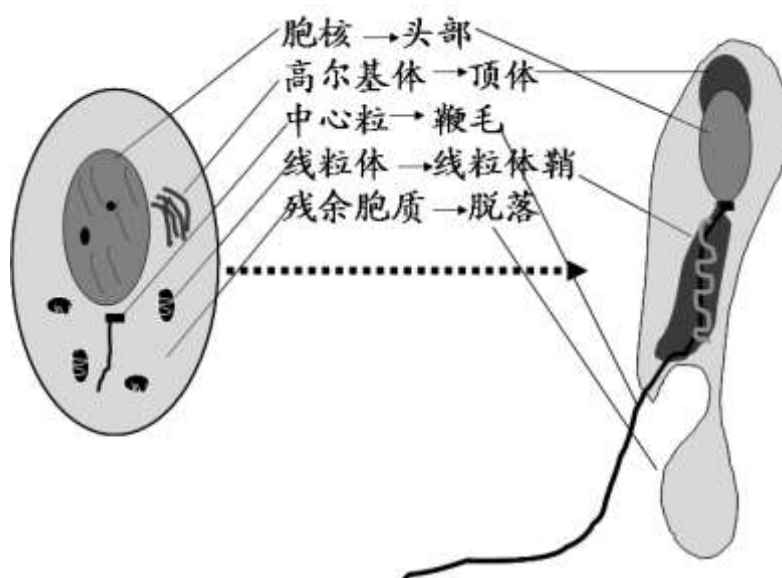


图 1-9 精子细胞变态过程

二、精子的结构

精子 (spermatozoa) 是一个形态特殊的细胞，形似蝌蚪，长约 $60\ \mu\text{m}$ ，可粗略分为头、尾两部。头呈梨形，主要是一个染色质高度浓缩的细胞核，细胞核的前 $2/3$ 有顶体覆盖。顶体内有多种水解酶和大量的果糖，在受精时，精子释放顶体酶，分解卵子外周的放射冠和透明带，以便和卵子结合。尾是精子的运动装置，可分为颈段、中段、主段和末段四部分。颈段是中心体所在部位，由此发出鞭

毛的轴丝；中段外有螺旋状排列的线粒体鞘，是鞭毛活动的供能部分；主段为精子尾的主要部分，轴丝外围有纤维鞘；末段仅有轴丝结构（图 1-10）。

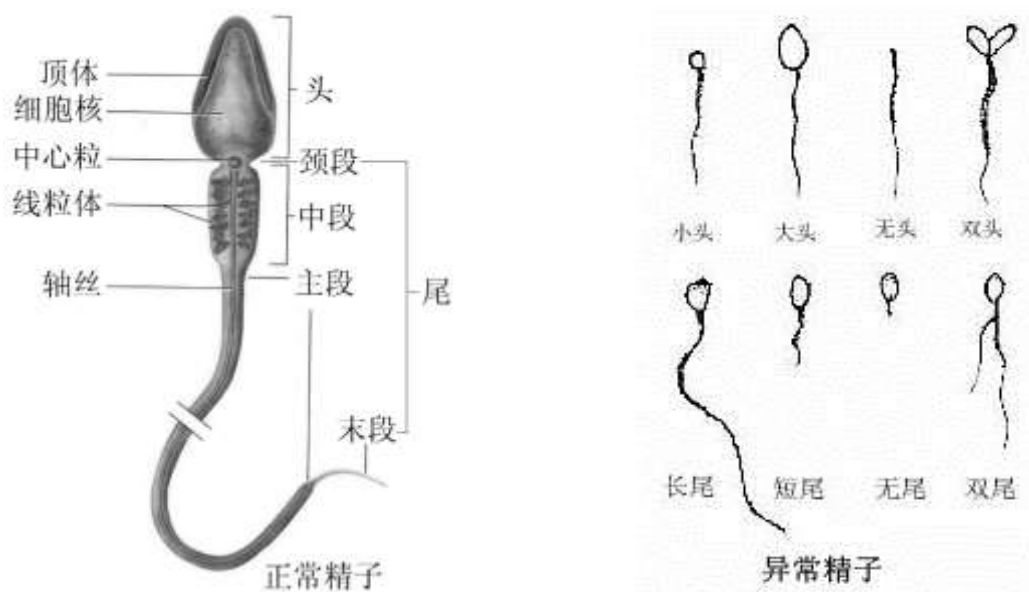


图 1-10 精子的形态

三、精液

精液是各附属腺及生殖管道的分泌物和精子混合形成的。正常精液呈灰白色或淡黄色蛋精样，略带碱性，PH 为 7.2~8.4。精子占总量的不到 10%，其余均为精浆。刚排出的精液有种特殊的腥味，具有高度的黏稠性。精液射出后很快凝固成冻胶状，使精液不易流出女性阴道外，并有暂时保护精子免受酸性阴道液的破坏。在前列腺分泌的液化酶的作用下，精液可以在 15~30 min 内液化。在凝胶状的精液中，精子无法充分显示其运动能力，而在液化的精液中，精子的活动则十分活跃。

正常成年男性一次射精量一般为 2~6 ml，少于 0.5 ml 者为精液过少。每毫升精液中含约 0.5~4 亿个精子。过于频繁的射精可减少精液量或精子含量。若每毫升精液中精子数量少于 2000 万个，则不容易受精，若少于 400 万个，常导致男性不育症。

四、影响精液质量的主要因素

精液质量会受到诸多因素影响。睾丸损伤、变性、发育不良、营养不良等会造成生精能力降低，导致精子数目减少、活力下降、畸形率增加；精液中果糖含量下降或酸碱度改变，会影响精子的活力和存活力；过频射精或烟酒过度也会导致精子含量下降。

近年来，不良环境的影响已经成为导致精液质量下降的首要因素，也越来越引起人们的关注。主要有以下几个方面。

化学污染物 德国一份新闻公报说，过去几十年间，全球男性精子数量的减少可能与一种叫做邻苯二甲酸酯的化学物质有关。邻苯二甲酸酯是一类能起到软化作用的化学品。它被普遍应用于玩具、

食品包装、乙烯地板、壁纸、清洁剂、润滑油、指甲油、头发喷雾剂、香皂和洗发液等数百种产品中，其中在指甲油中含量最高。邻苯二甲酸酯会通过塑料容器包装的食品和水进入人体，也会通过呼吸系统和皮肤进入体内。研究表明，邻苯二甲酸酯可干扰内分泌，使男性精子数量减少、运动能力低下、形态异常，严重的还会导致睾丸癌，是造成男性生殖问题的“罪魁祸首”。此外，居室装修造成的污染也越来越引起人们的重视。甲醛是一种挥发性的有机物，各类装饰材料都不同程度含有。它对细胞内的遗传物质有很强的损伤作用。苯（常含于油漆、涂料、粘胶剂）也是装修中的重要污染源。注意不要购买含苯的涂料或粘胶剂。房子装修后，最好打开门窗过一个夏季，再搬进为宜。

汽车尾气 尾气中含有大量有害物质，如二氧化硫、二氧化碳等。人体长时间接触这些物质，会发生积累性的损害，不但影响生殖健康，还可能增加肿瘤等疾病的发生率。最严重的是，汽车尾气中含有的二恶英是极强的环境内分泌干扰物质，可以使男性的睾丸形态发生改变、精子数量减少、生精能力降低。

烟酒 吸烟一直以来都是影响身体健康的大敌，对精液的影响同样明显。烟草中含有许多有害化学物质，比如尼古丁和多环芳香烃类化合物。很早就有国外研究表明，吸烟者与非吸烟者相比，精液质量的各主要指标都显著降低，精子的畸形率升高，精液中白细胞数量增加。烟草中产生的尼古丁和多环芳香烃类化合物会引起睾丸萎缩和精子形态改变。酒精对人体肝脏和男性睾丸都有直接的影响。研究发现，慢性酒精中毒的患者会出现睾丸萎缩，导致精液质量下降。因此，男性一定要避免经常性的过度饮酒。

温度 男性睾丸制造精子的最佳温度在 36℃ 左右，如果达到或者超过这个温度，精母细胞的生成就会受到抑制，同时，已经产生的精子的活力下降。高温对睾丸会产生损害，但是究竟多高的温度和在这种温度下暴露的时间多长，才会对睾丸产生影响，目前在学术界仍有争论。动物实验中，将雄性动物置于 38.5℃ 下 55 分钟后，其生育能力就会下降。在现实生活中，男性应尽量避免在高温环境中停留过长时间，如洗桑拿浴和用热水泡澡等。

药物 抗癌、抗高血压、镇静剂和麻醉剂等会损害男性性腺功能，造成精子数量和质量下降，或通过影响性腺的内分泌功能，导致性功能障碍。药物对男性生育能力的影响受到药物的种类、剂量、疗程，患者的年龄等因素影响。一般使用药物的剂量越大、疗程越长，患者的年龄越小。对生育功能的损害越严重，恢复生育功能所需要的时间也越长。绝大多数的化疗药物（如环磷酰胺）有导致男性不育的副作用，该药可破坏睾丸的生精细胞，使睾丸生精功能下降，如果在青春期或青春期末期用药可致睾丸萎缩。抗高血压药物（如甲基多巴、呱乙啶）的主要副作用是降低患者性欲，可导致射精困难，甚至不射精。使用镇静剂（如巴比妥类药物）后出现性欲下降、阳痿等。麻醉剂（如鸦片或海洛因等）可明显抑制性功能，抑制精子的生成，还可出现射精延迟或不射精。

雌激素 雌激素会对男性生殖系统产生明显影响，包括影响雄激素的水平，引发睾丸组织结构变化，引起睾丸癌，降低精液中的精子数量，造成男性乳房发育，导致内分泌紊乱等。男性短期服用含

有雌激素的药物并不会对生殖系统造成明显影响，但长期接触生活中含有雌激素的物品，则会对生殖健康造成较大危害。目前，社会上性保健品泛滥，有些含有性激素或类似成分，可能会影响睾丸的正常生精功能，未婚未育者在选择时应格外小心。另外，部分男性护肤时随意使用女性化妆品。这些专门为女性研制的化妆品中，有些含有一定的雌激素，长期使用会对男性生殖健康产生损害，造成性腺功能低下。

辐射与噪音 辐射对人体的健康已确定有明确的影响。大剂量的辐射可引起睾丸组织结构的变化，增加精子的畸形率，降低精子数量、精子密度等重要指标。但是，小剂量的辐射是否会引起不育，目前还没有确切的研究成果。我们日常使用的电子设备，如手机、电脑等是否会引起不育，医学界存在很大的争议。因此，男性平时应尽量减少与辐射源的接触，但也不必过度紧张。另外，随着现代化的发展，城市噪音对健康的影响更加突出。近年来，一些专家提出了“环境激素”理论，指出环境中存在着能够像激素一样影响人体内分泌功能的化学物质，噪音就是其中一种。它会使人体内分泌紊乱，导致精液和精子异常，长时间的噪音污染可以引起男性不育。对女性而言，则会导致流产和胎儿畸形。

总之，在生精细胞分裂旺盛时期，睾丸对多种理化因素，如射线、微波、高温、药物、毒素、性激素等很敏感。如果这些条件发生改变，都可能影响到精子的正常形成、精子的密度和精子的活力。常见的异常精子有大头、双头和双尾等，这类异常形态的精子如超过 20% 或活跃运动的精子少于 70% 者，则可能出现不孕（图 1-10）。