

第一章

男性生殖生理

一、男性生殖生理的特点

男性生殖生理的特点是指睾丸的生精细胞从精原细胞发育到成熟的精子，为一个连续的分化发育过程，即呈同步发育、同步成熟和同步释放现象。一个性成熟的男子每天都有数千万生精细胞在发育、精子在成熟和释放。而性成熟的女子则不同，每月只有 1 枚偶尔 2 枚或多枚成熟卵子释放，估计女子一生中只有 400 ~ 500 个卵泡发育成熟，其余的大量卵泡发育到一定程度即逐渐萎缩退化。男子的精子发育需 74 天左右，每天都有数万个精子成熟，男子一生中成熟的精子数量之多无法计数。女子在绝经期后，就不具有生殖能力。而男子在 70 ~ 80 岁，仍有精子生成，具有生育能力，曾有八旬老翁使女子怀孕的事例。

睾丸是男性生殖系统的主要器官，具有生成精子和分泌雄激素二种重要生殖生理功能。种族的延续和男性性征及性功能的维持都依赖睾丸的功能。睾丸的形态结构和生理功能表现出明显的年龄性变化。新生儿的睾丸与其体重相比体积相对较大，至青春前期睾丸受垂体 - 性腺轴的影响，体积增长较慢，一般睾丸长径小于 2 厘米，处于性幼稚未成熟阶段。青春开始，睾丸逐渐发育增大，长径大于 2.5 厘米。17 ~ 18 岁性成熟期，睾丸迅速发育，曲细精管的生长使睾丸体积增大，长径大于 3.5 厘米。20 岁后睾丸

增长到最大值，长径大于 4 厘米。50 岁后睾丸受生殖内分泌的影响，逐渐萎缩变小。睾丸体积的大小有明显的个体与种族的差异，部分人和某些人种，在很高的年龄其睾丸很少萎缩，具有良好的性功能及生殖能力。睾丸具有温度的自我调节能力，利用阴囊的收缩和舒张功能，使睾丸的温度低于体温 3℃ 以上，这种温度差给精子的发生提供了重要条件。睾丸一般每 13 分钟左右自主收缩舒张一次，其有助于精子向附睾方向排放。

在男性生殖生理中附睾具有重要的功能，为精子的成熟、贮存、运送提供了适宜的内环境 而且还提供了精子使卵子受精所需的许多因子。当睾丸产生的精子经过附睾头部时才能观察到精子运动，附睾液供给精子营养，直接调控着精子的成熟及其受精能力，当精子经过附睾体部方获受精能力。附睾尾部是成熟精子的贮存场所，精子在附睾内运行 12 天左右的时间。

二、男性生育的基本条件

男性生育必须具备的基本条件是：

(1) 正常完备的下丘脑 - 垂体 - 睾丸性腺轴、反馈通路和平衡协调地释放促性腺激素和皮质激素是促使睾丸精子发生的必备条件。

(2) 发育正常的生殖系统结构和功能，正常的精

子发生成熟的条件，精液输送管道和健康的附属性腺。

(3) 正常的性交能力，包括阴茎能正常勃起插入阴道和前向性射精。

(4) 高质量的精子能与卵子结合受精。

上述基本条件的任何一项异常，均可导致男性生育力低下或不育。随着现代辅助生殖技术的发展，上述基本条件某一项异常时，也不至于丧失生育力。如对无精子症患者，可行附睾或睾丸穿刺抽吸精子，或睾丸开放活检找精子，只要能够找到具有活力的附睾或睾丸精子，均可行卵胞浆内单精子注射，体外培养，胚胎移植。对逆行性射精者，可收集其性交后尿液，离心分离出精子，处理后行人工授精。

三、精子的发生

精子的外形似小蝌蚪，全长 60 微米左右，分头、尾两个部分。睾丸的生精细胞发育成蝌蚪形的精子这一过程由 3 个阶段组成 精原细胞的分裂增殖、精母细胞的成熟分裂和精子细胞的变态。原始生精细胞即精原细胞位于曲细精管生精上皮的基层，受激素和生长因子等影响 经过 6~7 次有丝分裂增殖，分裂很慢，周期很长，最后分化为初级精母细胞。初级精母细胞位于生精上皮的中间层，经过第 12 次成熟分裂 形成 2 个次级精母细胞。每个细胞的染色体由双

倍体减至单倍体。分裂前期历时很长，需要经历 22 天之久。次级精母细胞进行第二次成熟分裂，形成 2 个球形精子细胞，历时很短。精子细胞靠近管腔，此时不再分裂而经历一个形态结构的变态过程，形成蝌蚪状的精子。人的精子发生需要 74 天左右，生精细胞从精原细胞发育到成熟的精子是一个连续的分化发育过程。精子生成过程为：精原细胞→初级精原细胞→次级精母细胞→精子细胞→精子。每个精原细胞最终形成 2 条 X 性染色体精子和 2 条 Y 性染色体精子。成年男子 2 枚睾丸总重量平均为 30 克左右，每克睾丸组织每 24 小时能产生 1 000 万条左右精子，双侧睾丸每日总共约产生 2 亿~3 亿条精子。

四、影响精子发生的因素

影响精子发生的理化因素很多，其中温度对精子的发生影响明显。大家都知道人体阴囊内的温度要比腹腔内的温度低 3℃ 左右，这一温度环境有利于精子的发生，而长期穿着紧身裤、经常洗热水浴、桑拿浴、患隐睾、高温环境下工作的炼钢炉前工、电焊工、烤面包工、坑道工等均可引起睾丸局部温度升高，使生精细胞退化萎缩，精母细胞及精子细胞内出现空泡，圆型精子细胞不能发育成蝌蚪形的精子。此外，放射线、微波、电磁波、营养不良、维生素 A 及维生素 E 的缺乏、酗酒、粗制棉籽油及某些药物、杀虫剂、除

草剂等均可抑制生精过程。

五、精子的成熟及获能

睾丸内新生成的精子尚不成熟，几乎无运动能力，受精能力亦十分低下，需要在附睾内停留一段时间，并经过细胞膜、核、顶体与代谢一系列成熟变化，才能获得运动能力和受精能力。精子的成熟是在附睾内，并与其内环境如唾液酸、肉毒碱、酸性糖蛋白、钠离子、钾离子及无机磷酸盐浓度密切相关。睾丸内精子无运动能力，它何以能进入附睾？一般认为依靠3个方面的作用：①由于附睾头部吸收大量水分，含有精子的睾丸网液在压力梯度的作用下流入附睾；②睾丸输出小管纤毛上皮的纤毛运动将无活动的精子推向下方向，进入附睾；③受雄激素调控及神经支配的附睾管壁的自律性收缩。一般说来，精子在附睾头部尚未完全成熟，在附睾体部或尾部近侧完全成熟。人类精子在附睾内成熟需14天左右的时间。成熟后的精子具有前向运动能力和受精能力。

附睾尾部是精子贮存的场所，其内环境有助于使精子处于安静、低耗能状态。精子的获能在射精时和进入女性生殖道后。射精时精子被附属性腺分泌液稀释，获得自由运动的空间，同时抑制精子活动的内环境浓度被附属性腺液稀释；精子进入女性生殖道后，由附睾和精囊分泌的附着于精子表面的去能因子

的作用被解除，此时精子具备受精能力，这一过程是成熟精子的获能过程。

总之，人类的精子在睾丸内生成并获得形态上的成熟，在附睾内转运获得功能上的成熟，具有前向运动能力和受精能力，在女性生殖道内短暂停留方能获得完全的受精能力。

六、精子的运行、给养及寿命

精子的运行可分为在男性生殖道中运行和在女性生殖道中运行。前者是被动性的，不耗费精子自身能量，运行时间长；后者是主动性的，需要耗费精子自身能量，运行时间短。当性交射精后，精子被动地射入子宫颈周围及阴道后穹窿，精子混合于阴道和宫颈黏液中，随着其尾部的鞭毛摆动、阴道壁肌肉收缩及宫颈黏液柱的来回活动，精子进入一个理想的环境即子宫腔。精子在女性生殖道中运行分 3 期：①快速的短程运行。射精后精液积聚在阴道后穹窿，精子获能后穿入宫颈黏液的微胶粒，有些精子则快速通过宫颈管，此期约需 2~10 分钟。在性交时，阴道内负压、子宫肌收缩增加可促进运行。精子在贮存区内集结及运行。宫颈黏液中的微胶粒将运动的精子引向宫颈隐窝，大量的精子集结在宫颈隐窝皱襞中，形成一个精子贮存区。精子在贮存区内集结，一是避免遭白细胞的吞噬，引起无谓的“牺牲”；二是为运行到一个

理想的环境，为进入受精地点而作准备。缓慢释放及运行。相当数量的精子集结在贮存区内，在连续较长时间内能不断地释放出精子，进入子宫腔和输卵管腔去竞争卵子。性交时阴道、宫颈黏液的稠薄及物理、化学和免疫因素，对精子生存及运行入子宫和输卵管都有重要影响。如在排卵期，射出的精子在水样宫颈黏液里游动迅速，而在非排卵期，精子在黏稠的宫颈黏液里游动受阻，运行很慢。

有活力并能快速直线运动的精子才有竞争力。精子的运行是依靠其尾部的摆动，这种摆动是由精子尾部许多形态精确的鞭毛结构来完成精子的主动运行。人精子的平均运行速度约为 50 ~ 60 微米 / 秒 到达受精地点的距离约 18 ~ 20 厘米。随着精子在女性生殖道内的上行，精子的数量渐趋减少。性交时射入阴道内的精子以亿计数，而进入子宫腔的数量为百万左右，进入输卵管内的精子仅有几千，而能在输卵管内接触到卵子的精子仅有几百或几十条，最后能进入卵细胞内仅为 1 条精子 偶尔 2 条精子 从这可以看出精子跋涉征途上的“千辛万苦”。

精子的营养来源于精浆中众多的生化物质，包括蛋白质、蛋白酶、有机成分和无机离子等。精浆中含有 35 ~ 55 毫克 / 毫升蛋白质，可分为血清蛋白与非血清蛋白两类。血清蛋白可保持精浆的水盐平衡，以维持适当的渗透压，来维持和稳定精子的最适宜微环境。精浆里的蛋白酶参与糖代谢、精液的液化、消除

去能因子的活性和增强精子在宫颈黏液中的穿透力。精浆中含有几十种非蛋白有机物质，主要有果糖、柠檬酸、前列腺素、肌醇、精胺和磷酸胆碱等。精浆中含有多种无机离子，主要有钠、氯及钾、钙、镁、锌、铜、铁等，此外还有数种必需微量元素，参与组成稳定精子的微环境，对保证精子的功能、代谢、运动和受精能力等起重要作用。

成熟精子在男性生殖道里寿命较长，而在女性生殖道内寿命短，可能是前者不耗能，而后者需要耗能的缘故。习惯上说的精子寿命，主要指精子在女性生殖道内存活时间。活动精子在女性生殖道内平均生存时间为：阴道 2.5 小时，宫颈 48 小时，子宫 24 小时，输卵管 48 小时。一旦精液射入阴道，精子寿命的倒计时即开始。阴道、子宫、输卵管的内环境与精子存活时间有一定关系。精子在子宫腔内仅能保持受精能力 48 小时。性交后 60 ~ 80 小时，输卵管中还能找到活动精子，但已丧失受精能力。在女性生殖道内，具有受精能力的精子寿命为 48 小时。

七、精子的优选及竞争

自然界中广泛存在优胜劣汰的机制，人类的精子在被射入阴道后，即参与激烈的竞争。女性的子宫颈、子宫腔、子宫角和输卵管结构及其分泌的黏液，对精子在女性生殖道内的运行设立一道道障碍，其目的

是阻止劣质精子的通过。只有活动能力强、运动速度快的健康精子，才能通过这一道道障碍，到达输卵管受精之地，等待卵子的到来。经历“千辛万苦”旅途的优秀精子，还需经残酷竞争，最终仅有一个精子能与卵子结合，获得竞争胜利的精子与卵子结合受精后，开始了新的生命篇章，而其余的优秀精子则被淘汰，面对的将是死亡。人类物种的优胜劣汰起始于精子，竞争极其残酷，从而保证了人类不断进化发展。

八、精浆对精子的生理作用

精浆对精子的生理作用，就像水及水中食物对蝌蚪的作用。精子从精浆中摄取营养、激发活力，并在精浆中运动。精液是人体在射精后由生殖泌尿道所排出体外的液体，是由精子和精浆所组成。在无精子患者的精液中仅有精浆组成。在精液中，生殖细胞即精子仅占很小的比例，而大部分都是精浆。精浆是男性附属性腺分泌物的混合液，主要来源于精囊腺与前列腺，其中 60% 来自精囊腺，30% 来自前列腺，其余 10% 是由附睾、输精管壶腹部、尿道球腺与尿道腺体所分泌。精浆中含有众多的生化物质，包括蛋白质、蛋白酶、有机成分和无机离子等，精浆中蛋白质可分血清蛋白和非血清蛋白，含量为 35 ~ 55 毫克 / 毫升。血清蛋白可保持精浆的水盐平衡，从而维持适当的渗透压，来维持和稳定精子的最适宜的微环境。非血清

蛋白在精浆中有 9 种，其中大多数属于酶类。精浆中有各种酶，其中有一种特殊的蛋白水解酶，在射精后能将蛋白质分解为肽、氨基酸及游离氨基酸，亦参与精液的凝固、胶凝或液化等。精浆中含有几十种非蛋白质的有机物质，如果糖、山梨醇及结合性糖类、柠檬酸、精胺、亚精胺、肌醇、甘油磷酸胆碱、前列腺素及游离氨基酸等。精浆中非蛋白的有机物质也参与稳定精子适宜的微环境，对保证精子的功能、代谢、运动和受精能力等起重要作用。精浆中含有多种无机离子，主要有钠、氯、钾、钙、锌、镁、铜、铁等，其中钠、氯的含量最高，但比血浆浓度低，而镁、钙、钾则比血清高 4~5 倍，锌则高 100 多倍，铜却明显低于血清。这些无机离子对男性生殖能力具有重要生理作用。

总而言之，精浆中含众多的生化物质，这些成分参与尿道平滑肌收缩，有利于精子的排放；参与精液的液化，有利于精子运动，提供精子活动能量，影响精子的活动；水解女性子宫颈黏液，以利于精子进入子宫，维持精浆渗透压，以稳定精子适宜的微环境，含有制菌剂，能抑制精浆中细菌生长，同时能刺激阴道提高阴道自净能力；含有与受精有关的去能因子，对受精能发挥重要作用。自然界的蝌蚪离开了水，不能生存。精子离开了精浆，亦难以生存，受精能力明显受影响。

（彭弋峰）

第二章

男性不育症基本知识

一、概述

不育症是一个世界性的问题，据世界卫生组织（WHO）报告，在近 50 年里人类精子数量几乎下降了一半，在经济发达的国家，每 6 对夫妇中就有 1 对不育。在男性不育症患者中，无精子症和少精子症占有较高的比例，被认为是男性不育的一大难题。男性不育症的原因很多，要了解男性有无正常的生育力，须从几个环节考虑：①有无正常的生殖器官及其功能，即生殖腺、输精管、附属性腺、阴囊、阴茎、尿道是否正常；②有无正常的性功能；③有无影响男性生殖的内分泌、遗传、免疫、物理、化学、饮食生活环境等不良因素。所以，男性的生殖活动是众多环节在神经内分泌的调控下进行的，任何一个或多个环节的失调都可以导致男性不育。

二、定义

由男方的精子异常或男性生殖器官疾病引起的不育称为男性不育症。如果正常育龄夫妇生活在一起，性生活正常，未采取避孕措施，一般第 1 年 80% 的夫妇可以受孕和生育，第 2 年受孕者又可增加 10%，3 年以上仍未生育者，称为不育症。美国生育协会则认为，婚后 1 年未避孕而未怀孕者为不育症。

三、分类

男性不育症的分类有多种，目前尚无统一的标准，通常有如下一些分类的方法。

1. 按病因分类 分为生精功能障碍、生殖器官畸形病变、性功能障碍、精液异常性不育。

有些患者经过常规及一些特殊检查后，仍查不出病因，称为原因不明性不育症。

有些男性患者精液或血液中查出精子凝集抗体，称为免疫性不育症。

2. 按病史分类 育龄夫妇婚后从未怀孕过者称为原发性不育症，曾有过妊娠，近 2 年希望生育但未怀孕者称为继发性不育症。

3. 按性功能分类

(1) 少精子症 禁欲 1 周以上，精子密度 $< 20 \times 10^6 / \text{毫升}$ 。引起少精子症的原因很多，有精索静脉曲张、内分泌疾病、影响生精功能的理化因素及隐睾等。

(2) 无精子症 禁欲 1 周以上收集的精液，经离心沉淀后镜检看不到精子。一般经 3 次以上检查未发现精子，可确诊为无精子症。按无精子的原因又分为梗阻性无精子症和睾丸生精功能障碍的无精子症。

(3) 弱精子症及死精子症 精液排出后 1 小时内，若精子活动力低于 50%，死精子数超过 50% 均为异常。引起精子活动力下降及死精子的常见原因为

感染,它可改变精浆成分,损坏睾丸、附睾正常功能。

(4) 畸形精子症 在排出的精液里,畸形精子的百分率 $> 30\% \sim 50\%$ 称畸形精子症。

(5) 多精子症 精子数多于 $250 \times 10^6 / \text{毫升}$ 常伴幼稚畸形精子增多,受孕力低,即使受孕多发生流产或胎儿发育不良等。

(6) 性功能障碍引起不育 包括阳痿、早泄、不射精、逆行射精。

(7) 其他原因引起不育 包括先天性异常引起的不育、生殖器炎症引起的不育、免疫性不育。

4. 世界卫生组织 WHO 的分类

性交和(或)射精功能障碍②免疫学病因;原因不明;④单纯性精浆异常;⑤医源性病因;⑥全身性病因;⑦先天性异常;⑧后天获得性睾丸损伤;⑨精索静脉曲张;⑩男性附属性腺感染;⑪内分泌病因;⑫特发性的少精子症;⑬特发性的弱精子症;⑭特发性的畸形精子症;⑮梗阻性无精子症;⑯特发性的无精子症。

5. 中医分类

(1) 中医病因辨证分类 ①肾气虚弱;②肝郁气滞;③湿热下注;④气血两虚。

(2) 辨病与辨证相结合分类 ①精亏(肾精不足)型;②精寒(肾阴衰微)型;③精热(温热火旺)型;精淤(精滞血淤)型;⑤阴虚(肾阴亏虚)型;⑥脾虚型;⑦肝郁型;⑧痰湿型。

四、发病率

近年来，据西方国家统计，不育夫妇占育龄夫妇的 15%，其中男性不育至少占 50%，1996 年我国的报告不育症已达 10% ~ 15%，江苏省达 16%，属于男性因素约占 40%。目前估计我国的不育症患者可能已达 2 000 万 ~ 3 000 万人，颇令人关注。

（范含平）