

环境与生殖

HUANJIING
YU SHENGZHI

王蓀兰 · 蒋学之 · 顾祖维



上海医科大学出版社

1
R339.2
WYL

环 境 与 生 殖

主 编

王簪兰 蒋学之 顾祖维

上海医科大学出版社

(沪)新登字207号

责任编辑 贺 琦

封面设计 朱振东

环 境 与 生 殖

主编 王穆兰 蒋学之 顾祖维

上海医科大学出版社出版、发行

上海市医学院路 138 号

邮政编码 200032

新华书店上海发行所经销

长鹰印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20.75 字数 505,000

1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—2000

ISBN 7-5627-0193-8/R · 181

定价: 31.30 元

内 容 提 要

环境有害因素对生殖功能的影响是关系到几代人乃至未来民族素质,甚至整个人类前途的重大问题。本书介绍生殖系统常见疾病,环境和社会因素对生殖功能的影响以及生殖危害与控制的策略和措施。供计划生育、妇幼保健、环境保护、劳动保护、食品卫生、工矿企业保健、卫生防疫工作者及医学院校师生和临床医师参考。

主 编 王箴兰 蒋学之 顾祖维

编 写 者 (按章节先后排序)

童凤明	卓晶如	吴卫平	章仁安	刘国振
曹 坚	李长恒	蔡文玮	王箴兰	张幼辰
蒋学之	周 仁	蔡世雄	王 莹	梁友信
杨红光	陆其明	胡景虎	龚梓初	陈自强
金锡鹏	任道风	顾祖维	沈福民	张学书
徐国刚	逢 兵	曾晓非	李灵宏	杨建明
周树森	保毓书			

学术秘书 张学书 曾晓非

前 言

环境有害因素对生殖功能影响的研究,是关系到几代人乃至未来民族素质,甚至整个人类前途的重大问题,对贯彻落实我国控制人口数量、提高人口素质的基本国策有重要意义。实际上,人口的素质和数量的控制也是当今世界各国政府和人民十分关注的问题。

人们生活的自然环境,是指在地球上由空气、土壤、水、日光等几种因素构成的空间,是生物生存和活动的空间和条件。人体通过新陈代谢与环境不断地进行着物质交换。在人类漫长的进化过程中,人类逐渐适应环境,同时也改造着环境。天然形成的环境条件,主要是指地质环境条件,随城市人口密集、工业发展、能源的利用、生产和生活中废弃物大量投入环境,造成污染的环境。从更广义地理解,环境是指与人类生存有关的物理、化学、生物、行为、社会-经济因素,以及人类自身状况的总称。在人与环境的动态联系过程中,良好的环境对人类健康是有利的,但不良的地质环境和污染的环境对人类健康包括生殖功能有着潜在的危害。有利的环境因素要创造和利用,有害的环境因素要控制和消灭。

研究环境有害因素对生殖功能影响的目的,首先在于阐明某些环境因素是否可损害生殖功能。生殖损害是指生殖的全部过程中,任何一个环节受到影响而造成的生殖功能障碍或不良的生殖结局,诸如性功能障碍、月经异常、精子异常、不孕或生育力下降、早早孕丢失、自然流产、死胎死产、早产、性比的改变、出生缺陷、低出生体重、新生儿死亡、儿童期恶性肿瘤,以及与生殖功能有关的内分泌功能紊乱等。

由于优生、优育和环境保护已成为国内外社会各界普遍关注的问题,因此以研究环境因素对人类生殖影响为任务的生殖毒理学研究日益深入。然而,我国目前出版的有关生殖医学的书籍,多数仅涉及生殖系统或生殖功能和过程本身,极少论及环境因素对生殖的影响,更少提到如何识别、评价和控制这类影响。为此,我们约请了上海医科大学及校外的有关专家,编著了《环境与生殖》一书,以弥补上述不足,为国内开展环境对生殖影响的防治研究提供参考。

本书是一部医学专业书,分四篇,共 22 章。第一篇介绍生殖系统解剖和生理学及有关生殖的基础知识。第二篇介绍生殖系统常见疾病、原因及治疗,包括生殖系统器质性疾病和肿瘤,性功能障碍,异常妊娠,不育和性传播疾病。第三篇涉及环境因素,包括物理、化学、生物和社会因素对生殖系统的影响,其中还分列职业因素、营养、生活习惯、社会心理因素和药物等章节,遗传与优生也专设一章。第四篇介绍生殖危害与控制,重点讨论了本学术领域中的研究方法,化学物生殖毒性危险度评定及生殖危害控制的策略和措施。编写过程中,作者都力求收集国内外最新的研究成果,反映当今环境与生殖研究课题中存在的主要问题以及如何寻求解决的途径。同时也注意了内容的通俗性、科学性和实用性。本书可供从事工矿企业保健和卫生防疫工作的各级医务人员,毒理学、药理学科学工作者,医学院校师生,职业病临床医师,环境保护、劳动保护和食品监督及管理人员以及女工保护工作者学习,是一本必备的实用参考书。

在编写过程中,承蒙上海医科大学中山医院泌尿科熊汝成教授、妇产科医院卓晶如教授及流行病学教研室刘佩莉教授分别审阅了男性不育、性功能障碍、异常妊娠及生物因素等章节,本书学术秘书张学书博士、曾晓非博士做了大量工作,上海医科大学出版社给予了热情的支持,在此一并致以衷心的感谢。

限于水平和经验,错误和不当之处,恳请读者批评指正。

王蓁兰 蒋学之 顾祖缙

第一篇 生殖系统形态学和生理学..... 1

第一章 男性生殖系统	1
第一节 睾丸	1
第二节 排精管道	6
第三节 附属腺和精液	7
第四节 阴茎	8
第二章 女性生殖系统	9
第一节 卵巢	9
第二节 输卵管	13
第三节 子宫	13
第四节 阴道	17

第二篇 生殖系统常见疾病及治疗.....19

第三章 生殖系统器质性疾病	19
第一节 女性生殖系统炎症	19
第二节 子宫内膜异位症	24
第三节 功能失调性子宫出血病	26
第四节 女性生殖道肿瘤	29
第四章 性功能障碍	33
第一节 男子性功能障碍	33
第二节 女子性功能障碍	39
第五章 异位妊娠	43
第一节 输卵管妊娠	43
第二节 宫外、宫内复合妊娠	46
第三节 腹腔妊娠	46
第四节 其他罕见的异位妊娠	47
第六章 不孕不育	49
第一节 女性不育	49

第二节 男性不育	52
----------------	----

第七章 性传播疾病

第一节 性传播疾病的流行病学	62
第二节 几种常见的性传播疾病	64
第三节 性传播疾病的防治	71

第三篇 环境因素对生殖系统的影响.....73

第八章 社会心理因素..... 73

第一节 社会心理因素与生殖系统疾患	73
第二节 社会心理因素对男性生殖系统的影响	74
第三节 社会心理因素对女性生殖系统的影响	75
第四节 社会心理因素与妊娠和分娩	77

第九章 生活习惯..... 81

第一节 吸烟	81
第二节 饮酒	86
第三节 其他	89

第十章 营养与食品

第一节 蛋白质和热量	92
第二节 碳水化合物和脂肪	93
第三节 无机盐和微量元素	94
第四节 维生素	98
第五节 食品污染物	101

第十一章 职业因素.....104

第一节 职业危害因素对生殖及子代的影响	104
第二节 职业危害因素对生殖系统影响的研究状况	105
第三节 妇女的特殊职业卫生问题	108

第四节 女职工劳动保护与生殖健康促进.....	111
第十二章 化学因素.....	114
第一节 金属.....	114
第二节 二硫化碳.....	128
第三节 苯系有机溶剂.....	138
第四节 农药.....	143
第五节 苯的氨基和硝基化合物.....	155
第六节 高分子化合物.....	160
第十三章 物理因素.....	168
第一节 辐射.....	168
第二节 噪声和振动.....	177
第十四章 生物因素.....	182
第一节 弓形体病.....	182
第二节 风疹病毒.....	184
第三节 巨细胞病毒.....	187
第四节 单纯疱疹病毒.....	189
第五节 水痘-带状疱疹病毒.....	191
第六节 肝炎病毒.....	191
第七节 梅毒螺旋体.....	193
第八节 其他.....	194
第十五章 药物.....	196
第一节 药物对性功能的影响.....	196
第二节 男用避孕药对生殖功能的影响.....	199
第三节 女用避孕药对生殖功能的影响.....	203
第四节 性激素避孕药与女性生殖系统肿瘤.....	204
第五节 药物的致畸作用.....	207
第十六章 遗传与优生.....	219
第一节 减少有害基因频率的优生措施——预防性优生措施.....	220
第二节 演进性优生学.....	227
第三节 优生措施的有效性及伦理问题.....	228

第四篇 生殖危害评价与控制	231
----------------------------	------------

第十七章 化学物生殖毒性危险度评定方法.....	231
---------------------------------	------------

第一节 实验研究.....	231
第二节 人群研究.....	237
第三节 其他.....	241

第十八章 化学物致癌、致突变、致畸研究.....	244
---------------------------------	------------

第一节 致癌、致突变、致畸的基本概念.....	244
第二节 环境与生殖系统肿瘤.....	248
第三节 经胎盘的致癌作用.....	250
第四节 亲代接触环境有害因素与子代肿瘤的发病关系.....	252
第五节 致突变、致癌、致畸危害的评价.....	254
第六节 化学物经胎盘转运的研究方法.....	257

第十九章 离体研究.....	259
-----------------------	------------

第一节 大鼠睾丸支持细胞和间质细胞的研究.....	259
第二节 体外受精及其在化学诱变物监测中的应用.....	260
第三节 人精子染色体的研究.....	263

第二十章 动物实验.....	268
-----------------------	------------

第一节 动物实验应遵循的原则.....	268
第二节 实验方法.....	268
第三节 常用动物试验方法.....	270

第二十一章 人群研究.....	277
------------------------	------------

第一节 男性生殖力研究.....	277
第二节 女性生殖力研究.....	283
第三节 生殖结局研究.....	287

第二十二章 人类生殖危害的控制	293
------------------------------	------------

第一节	控制人类生殖危害的策略·····	293
第二节	环境质量的控制·····	296
第三节	职业卫生对策·····	299
第四节	生殖危害的监测·····	301

第五节	围婚期保健措施·····	306
第六节	孕期保健措施·····	307

附录	常用生殖系统检测指标·····	311
----	-----------------	-----

第一篇 生殖系统形态学和生理学

第一章 男性生殖系统

男性生殖系统包括睾丸、排精管道、附属腺及外生殖器。睾丸一对，是男性的生殖腺，有产生精子和分泌男性激素的功能。排精管道左右各一，包含附睾、输精管、射精管和一部分尿道。附属腺为一对精囊腺、前列腺和一对尿道球腺，其分泌物和精子构成精液。外生殖器为阴茎及阴囊。

第一节 睾丸

睾丸位于阴囊内，成人睾丸呈椭圆形，长约3~4厘米、宽约2~3厘米、厚约1~2厘米。睾丸表面有被膜包裹，被膜由鞘膜、白膜、血管膜三部分组成。睾丸的前缘和内、外两侧面均覆有鞘膜脏层，背侧与附睾紧密相连。鞘膜下方是一层较厚的致密结缔组织构成的白膜，含有大量的胶原纤维和成纤维细胞，人类白膜内有平滑肌分布。白膜的深面是一层富含

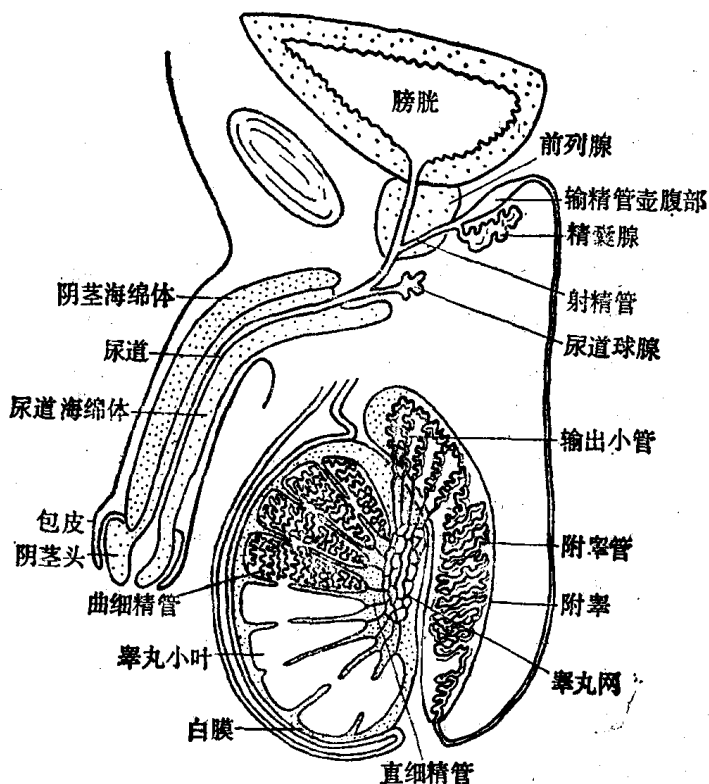


图 1-1 男性生殖系统模式图

血管的疏松结缔组织,称血管膜。白膜在睾丸后缘增厚,即为睾丸纵隔。纵隔的结缔组织伸入睾丸实质,将睾丸分隔成250个锥形小叶,每个小叶中含有1~4条襻状的小管,称曲细精管(seminiferous tubule),精子在此发生。在曲细精管之间有疏松结缔组织分布,为睾丸间质。曲细精管弯曲成襻状,两端在小叶尖汇成短而直的直细精管(tubuli recti),直细精管进入睾丸纵隔互相吻合,形成睾丸网(rete testis)(见图1-1)。

睾丸的血供主要来自睾丸动脉,从睾丸后缘进入睾丸并分支,由纵隔进入小叶间隔,在睾丸小叶内形成毛细血管网,围绕在曲细精管周围,汇集形成睾丸静脉,与睾丸动脉伴行于精索中,睾丸静脉形成丛状。

一、曲细精管

成人曲细精管每条长约30~80厘米,管粗150~250微米。曲细精管由生精上皮(sper-

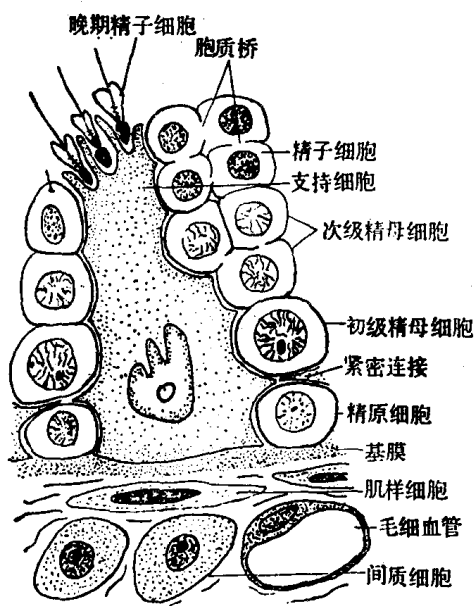


图1-2 曲细精管管壁模式图

曲细精管上皮内可见发育不同阶段的生精细胞,自管壁基部至腔面的分布顺序依次为精原细胞、初级精母细胞(primary spermatocyte)、次级精母细胞(secondary spermatocyte)、精子细胞(spermatid)和精子,精子形成后即释放入管腔。精子的发生可分为三个阶段。

1. 精原细胞增殖阶段 精子的发生起始于精原细胞,它位于曲细精管基膜上,细胞较小、呈圆形。细胞核圆形,细胞器少,分化较低。精原细胞可分为A型精原细胞和B型精原细胞。A型精原细胞是生精细胞的干细胞,经有丝分裂增殖,部分细胞保留干细胞的功能,部分A型细胞分化为B型精原细胞,其细胞核比A型精原细胞大,核内染色质呈较大的块状,且多沿核膜分布。B型精原细胞经数次分裂,分化为初级精母细胞。

2. 精母细胞成熟分裂 成熟分裂又称减数分裂。初级精母细胞形成后,迅速进入第一次成熟分裂,细胞体积增大,细胞核进行DNA复制。初级精母细胞具有染色体46条(44+XY),DNA含量为4N,细胞停留在分裂前期时间较长,约22天,故在切片中容易见到。细胞位于精原细胞的浅面,即生精上皮的中间带,细胞体积较大,直径约18微米。它经第一次成熟分裂形成两个次级精母细胞。次级精母细胞圆形,体积较小,直径约12微米,细胞渐移向

matogenic epithelium)、基膜及界膜(又称固有层)构成。生精上皮是一种特殊的上皮,由支持细胞(sertoli cell)及发育不同阶段的生精细胞组成。上皮外周为一层较厚的基膜。界膜为纤维结缔组织,内层含有梭形的肌样细胞(myoid cell),其核长而不规则,胞质中含有肌动蛋白或类肌动蛋白样物质构成的细丝,细胞有收缩功能;外层含成纤维细胞,细胞对界膜组织有修复作用。界膜中的肥大细胞释放组织胺和5-羟色胺,可刺激肌样细胞收缩,使曲细精管内的精子向附睾方向输送(见图1-2)。

() 精子的发生

从精原细胞(spermatogonium)到形成精子的过程称为精子发生(spermatogenesis)。自青春期开始,睾丸在脑垂体促性腺激素作用下,生精细胞分化增殖形成精子(spermatozoon)。

管腔,染色体数 23 条(22 + X 或 22 + Y), DNA 含量为 2 N。次级精母细胞不进行 DNA 复制,迅速完成第二次成熟分裂,每个次级精母细胞分裂形成两个精子细胞。每个精子细胞含 23 条染色体, DNA 含量为 1 N。一个二倍体的初级精母细胞, DNA 复制一次, 经过两次成熟分裂形成 4 个单倍体精子细胞,其 DNA 含量及染色体数均减少一半。

3. 精子形成 精子细胞不再进行分裂。位近管腔,细胞小,直径约 8 微米。细胞核圆形,染色质致密,胞质少。精子细胞经过形态变化,从圆形转变为蝌蚪状的精子过程称精子形成(spermiogenesis)。其变化主要过程归纳如下:

(1) 顶体(acrosome)形成,顶体由高尔基复合体形成,最初在高尔基复合体内出现几个糖蛋白的颗粒,随后融合成一个大的囊泡称顶体泡,内含顶体颗粒。顶体泡与核膜相贴并逐渐增大,形成双层膜帽覆盖于核的前 2/3 即为顶体。顶体含有多种水解酶,如透明质酸酶、酸性磷酸酶、顶体蛋白酶等。在受精时,精子释放顶体的酶分解卵周的放射冠细胞和透明带等结构,进入卵周间隙与卵结合。

(2) 精子细胞核由圆形逐渐伸长变扁,正面观为卵圆形。核染色质高度浓缩为均质状致密块。

(3) 与此同时,两个中心粒移向细胞核的尾侧,靠近核的为近侧中心粒;另一个为远侧中心粒,向远端伸出轴丝,构成精子尾部。

(4) 精子细胞的胞质向尾部汇集,并脱落由支持细胞吞噬。在细胞核和顶体的表面为薄层的胞质和细胞膜。同时,部分线粒体聚集于轴丝的近侧段,构成螺旋状线粒体鞘(见图 1-3)。

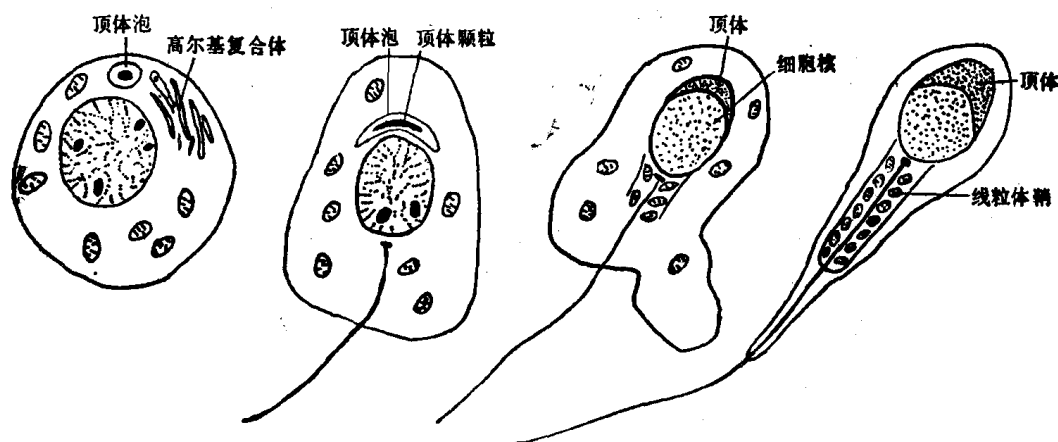


图 1-3 精子形成模式图

精子形似蝌蚪,分为头、尾两部分。头为扁的卵圆形,头内主要是一个致密的核,核的前 2/3 覆顶体。尾部可分为颈段、中间段、主段和末段,构成尾部的主要结构是微管组成的轴丝。颈段很短,是中心粒所在处。中间段轴丝外包绕线粒体鞘,线粒体为尾部运动提供能量。主段长,轴丝外为纤维鞘。末段短,仅由轴丝构成(见图 1-4)。

从精原细胞发育为精子,其间经过多次细胞分裂,每次分裂胞质未完全分隔,留有胞质桥相连,相互传递信息,形成同步发育的细胞群,称为克隆现象。曲细精管中出现发育不同阶段的细胞群,并按一定的顺序先后出现,形成不同的细胞组合图象。人的生精上皮有 6 种细胞组合图象。人精子发生,从精原细胞发育为精子约需 64~72 天。在生精细胞增殖发育时

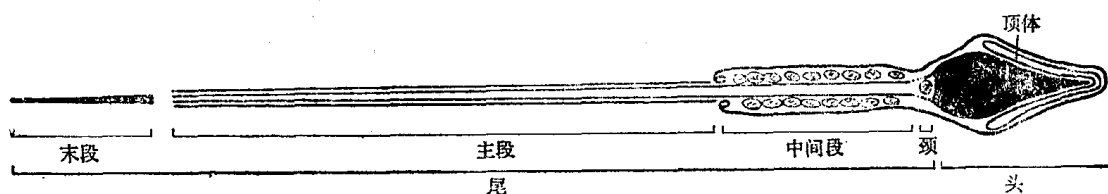


图 1-4 精子的结构

期易受各种物理和化学因素的影响,如温度、微波、射线、性激素、营养不良、维生素 A 及 E 缺乏、酗酒、以及某些药物或化学物质(铅、汞等)均可影响生精过程,使精液中精子数量减少,畸形精子增多。精子形态异常,包括头部过大或过小、尖头、不规则形、双头、双尾,或局部结构缺陷的精子,均为畸形。

生精过程有明显的年龄性变化,自出生至幼儿时期,睾丸曲细精管上皮仅有精原细胞及支持细胞,睾丸间质细胞少且小。青春期起,脑垂体促性腺激素分泌增多,睾丸间质细胞增多且大,曲细精管生精过程活跃。至 60 岁,生精活动明显下降,精液中死精子增多,但健康者至 80 岁仍可产生一些精子并有生育能力。

(二) 支持细胞

支持细胞为不规则的高柱状细胞,细胞底部位于基膜上,顶部达管腔。相邻支持细胞之间嵌着 5~8 层发育不同时期的生精细胞,生精细胞与支持细胞间有桥粒及缝隙连接(gap junction),桥粒能加强细胞间的连接,缝隙连接有助于细胞间进行物质交换。支持细胞核呈椭圆形或不规则形,位于细胞基部,核仁明显。胞质内线粒体多,滑面内质网及粗面内质网丰富,分布于细胞基部;溶酶体多,呈多种形态。微丝、微管与支持细胞的运动有关,可促使各类生精细胞向腔面移动。胞质中的脂滴外周常见滑面内质网呈同心圆排列,参与类固醇激素的分泌。在人支持细胞胞质中还有一种结晶体的内含物,其意义尚不明确。

在相邻支持细胞间有连接结构,缝隙连接有助于传递离子及化学信息,可能与曲细精管上皮节段性同步发育有关。支持细胞近基底部,相邻细胞间形成环形带状的紧密连接(tight junction),位于精原细胞上方。紧密连接将生精上皮分隔为两部分,紧密连接上方至管腔为连腔小室,内有初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞;紧密连接与基膜间为基部小室,内有 A、B 型精原细胞及早期的初级精母细胞。这种连接结构能阻止大分子物质通过,使浅部的生精细胞在较为严密的微环境中发育。当初级精母细胞形成向管腔方向移动时,上方的紧密连接逐步开放,细胞下方又重新形成紧密连接。

支持细胞的功能主要有四个方面:① 支持、保护和营养作用:生精上皮中无血管,生精细胞的营养及代谢物质的转运依赖于支持细胞;② 血睾屏障(blood testis barrier),在曲细精管内外存在着可进行物质交换的通透性屏障,称为血睾屏障。它防止血液中某些大分子物质干扰精子发生,同时也防止精子抗原物质逸出曲细精管,产生自体免疫;此外还可阻止雄激素与雄激素结合蛋白(androgen-binding protein, ABP)结合物外流,保持曲细精管内具有高浓度雄激素,促进精子发生。屏障由支持细胞的紧密连接、曲细精管基膜及界膜组成;③ 吞噬作用:精子细胞形成精子过程中,其脱落的胞质,即残余体被支持细胞吞噬经溶酶体分解;④ 分泌功能:支持细胞分泌一些液体以利精子的输送。在垂体分泌的卵泡刺激素(follicle-stimulating hormone, FSH)作用下,可合成和分泌 ABP,它可与雄激素结合,

提高曲细精管雄激素的浓度,促进精子发生。此外,支持细胞可合成少量雌激素,还可分泌一种抑素(inhibin),是肽类物质,可抑制垂体 FSH 的分泌。

二、睾丸间质

曲细精管间的疏松结缔组织,称睾丸间质。间质中含有丰富的血管和淋巴管。间质内除一般结缔组织细胞外还有一种内分泌细胞,称间质细胞(interstitial cell or leydig cell),细胞成群分布。细胞大,直径约 20 微米,圆形或多边形,细胞核圆形,胞质嗜酸性。电镜下见胞质中含有丰富的滑面内质网,高尔基复合体发达,管状嵴线粒体多,有脂滴等,具有分泌类固醇激素细胞特点。人睾丸间质细胞的胞质含有一种结晶,称 Reinke 结晶,其形状大小不定。间质细胞能合成及分泌雄激素,这是一类含 19 个碳原子的类固醇激素,主要是睾酮。雄激素具有重要的内分泌调节功能,促进精子发生,在曲细精管中雄激素水平较高。脑垂体分泌间质细胞刺激素(interstitial cell-stimulating hormone, ICSH),又称黄体生成素(luteinizing hormone, LH)刺激睾丸间质细胞产生雄激素,FSH 促进支持细胞产生 ABP,两者协同调节精子的发生。男性第二性征、性功能、附属生殖器官和腺体的功能也和雄激素的作用相关。在胚胎早期,男性生殖管道、附属腺和外生殖器的发育分化均依赖于雄激素,若雄激素分泌不足或靶细胞缺少雄激素受体,均可导致生殖管道、附属腺和外生殖器官的畸形。妊娠时期,胎儿睾丸受胎盘绒毛膜促性腺激素(human chorionic gonadotropin, hCG)作用,间质细胞增生、发育并分泌雄激素,促使男性生殖器官分化。分泌状况持续至妊娠 4 个半月,随后间质细胞大多退变,雄激素合成下降。这种状况延续至青春期时,脑垂体分泌 ICSH 增多,间质细胞增多,功能又活跃。

三、睾丸功能的内分泌调节

激素对精子的发生起着重要的影响。精子发生依赖于脑垂体前叶分泌的 FSH 和 ICSH 的作用。ICSH 促进间质细胞分泌睾酮,生精过程需在高浓度的睾酮影响下完成,FSH 可促进精原细胞分裂增殖及早期生精细胞的发育,同时可促使支持细胞合成 ABP,在支持细胞膜上有 FSH 受体,当 FSH 与其受体结合,刺激该细胞膜上的腺苷酸环化酶,使环磷酸腺苷(cAMP)增多,从而促进雄激素结合蛋白合成,这种蛋白与雄激素结合,分泌于曲细精管腔中。睾酮对生精细胞完成减数分裂有重要意义。

下丘脑、垂体和睾丸之间相互作用的调节,称下丘脑-垂体-睾丸轴。下丘脑分泌的促性腺激素释放激素(gonadotropin-releasing hormone, GnRH)可促进垂体 FSH 及 ICSH 的分泌。当血中 FSH 与 ICSH 浓度过高时,则产生负反馈于下丘脑,抑制 GnRH 分泌。垂体分泌 ICSH 使睾丸间质细胞合成睾酮,在血中睾酮浓度升高时,也产生负反馈作用于下丘脑和垂体,抑制 ICSH 的分泌。睾酮可抑制垂体对 GnRH 的反应。但睾酮对 FSH 反馈作用甚微。目前认为支持细胞分泌一种非甾体物质抑制素,可以专一性地抑制 FSH 分泌,但这方面的机理尚不清楚。

四、直细精管和睾丸网

直细精管和睾丸网是输送精子的管道。曲细精管接近睾丸纵隔时,管壁的生精细胞减少,管径变小,最终仅为支持细胞,移行至直细精管。直细精管由单层立方上皮构成,管径细且短,另一端与睾丸网相接。睾丸网位于睾丸纵隔,是互相交织成网的管道,上皮为单层立方上皮,腔大。睾丸网分泌睾丸网液汇同曲细精管支持细胞分泌液,将精子送入附睾,液体中含有多种离子、葡萄糖和雄激素等物质,为精子提供良好的生存环境。

第二节 排 精 管 道

排精管道包括附睾、输精管和尿道,其作用是将精子从睾丸送至体外。

一、附睾

位于睾丸的后外侧,由输出小管(ductuli efferente)和附睾管(ductus epididymides)组成。输出小管与附睾管的起始段构成附睾的头部,附睾管的其余部分构成附睾的体部和尾部。

输出小管是连接睾丸网和附睾管间 10~15 条弯曲小管,是附睾头部主要组成部分。管腔上皮由成群的无纤毛低柱状细胞和高柱状纤毛细胞相间排列,使管腔面呈波浪状。纤毛向附睾管方向摆动以运送精子。低柱状细胞游离面有微绒毛,能吸收管腔中的睾丸液。上皮基膜外有薄层平滑肌环绕,收缩时使睾丸液自睾丸网向附睾管流动。

附睾管是一条高度盘曲的管道,连于输出小管与输精管之间,组成附睾体部及尾部,长约 4~6 米,管径自附睾头至尾逐渐扩大。上皮为假复层柱状,由圆形的基细胞和高柱状主细胞构成。基细胞数量少且小,呈圆或锥形,位于基膜上,细胞器少。主细胞的高度自附睾头向尾部递减,细胞游离面有成簇的粗长微绒毛(或称静纤毛)。电镜观察其胞质中含有许多溶酶体和吞饮小泡,有时可见吞噬的精子碎片。主细胞具有吞噬和吸收的功能。有的主细胞含有丰富的粗面内质网和高尔基复合体,具有分泌细胞的结构。现已证实主细胞能分泌唾液酸、糖蛋白、甘油磷酸胆碱、肉毒碱等物质,这些物质可能与精子的运动与成熟有关。附睾管不仅是精子贮存、运送的场所,又是精子进一步成熟的部位,附睾内的精子在形态、组织化学、生理、生物化学和代谢方面均发生显著变化,如顶体内容物浓缩、精子脱去多余的胞质块及精子表面电荷变化等,均与附睾的内环境有关。从附睾头部取出的精子不能使卵受精,附睾尾部的精子才有主动运动和受精的能力。精子在附睾中运行时间约 12~21 天。附睾内精子的存活、形态和受精能力均受雄激素的调节。附睾维持其功能的完整性,需要雄激素的阈值比其他附属性腺高,雄激素是从附睾周围血循环和睾丸液中获得。来自输出小管的睾丸液含有睾酮,它们以游离睾酮或与睾丸的 ABP 结合运送至附睾,大部分 ABP 在附睾头部管腔内分解,释放的睾酮被附睾上皮细胞摄入。

二、输精管和射精管

输精管长 35~45 厘米,起于附睾尾,沿睾丸后缘上行,穿过腹股沟外环,经腹股沟管进入盆腔,跨越输尿管末端的内侧到膀胱底,输精管的末段膨大为壶腹,在前列腺基部与精囊腺导管汇合,形成射精管。后者穿行前列腺并在精阜水平开口于前列腺尿道底。输精管在阴囊和腹股沟管内与伴行的睾丸动脉、围绕动脉的静脉丛、神经及提睾肌等被结缔组织包裹,构成精索。输精管是腔小壁厚的肌性管道,由粘膜、肌层和外膜构成。粘膜由上皮及固有层组成,形成许多皱襞突入管腔。粘膜腔面被覆假复层柱状上皮,柱状细胞顶部有静纤毛,固有层为富含弹性纤维的结缔组织。肌层厚,分三层,内、外层为沿管道长轴纵行排列的平滑肌层,中层最厚,为环行排列的平滑肌层。外膜为疏松结缔组织。输精管可进行自动节律性收缩,其收缩的强度和频率自起始端向尿道方向增强,收缩活动受交感神经末梢释放的去甲肾上腺素调控。在射精时,肌层强力收缩,将精子快速排出。

射精管为两条,穿行于前列腺内,长约 1 厘米,彼此向中线靠近,管径变小,开口于前列

腺尿道底。射精管粘膜上皮为假复层柱状,肌层和外膜与前列腺间质相连。

第三节 附属腺和精液

男性生殖器官附属腺包括精囊腺、前列腺、尿道球腺,这些腺体的分泌物构成精液中的精浆。

一、精囊腺

位于膀胱后,左右各一,为高度弯曲的腺囊。精囊腺的壁从内向外依次分为粘膜层、肌层和外膜层。粘膜向腔面形成许多高的皱襞,皱襞分支彼此融合,使腺腔形成大小不一且彼此通连的间隙,成蜂窝状,增加了腺体分泌的表面积。粘膜上皮为假复层柱状上皮。柱状细胞顶部胞质中有丰富的分泌颗粒、脂滴等。基细胞位于柱状细胞之间。上皮的高矮及其分泌功能受睾酮的控制与调节。精囊腺的分泌物为淡黄色弱碱性液体,为精液的重要组成成分,内含丰富的果糖、维生素C、前列腺素和精液凝固酶等。果糖为精子运动提供能量。

二、前列腺

前列腺位于膀胱下方,呈栗形,环绕尿道的起始段。前列腺被膜由纤维性结缔组织和平滑肌构成,被膜组织伸入腺内构成间质。腺实质由30~50个复管泡状腺组成,汇成15~30条导管开口于前列腺尿道精阜两侧。腺泡上皮有单层立方、单层柱状及假复层柱状等类型,其形态、功能变化和雄激素水平相关。腺腔大,呈不规则形,腺细胞含有丰富的粗面内质网,细胞顶部有许多分泌颗粒。腺腔内有浓缩的分泌物,形成圆形板层凝固体,有时钙化形成前列腺石,它们随年龄增长而增多。

腺组织以尿道为中心,由内向外可分为三个环形部分:①粘膜腺:位于尿道周,分布于尿道粘膜内,腺体小;②粘膜下腺:位于尿道粘膜下层;③主腺:位于外周,是前列腺的主要构成部分。前列腺的分泌物为稀薄的乳白色液体,呈弱碱性(pH为7.2),可降低尿道酸性以保护精子活力。前列腺炎时,其分泌物可变为碱性。人前列腺液中含有淀粉酶、蛋白水解酶和纤维蛋白溶酶,有液化精液的作用,此外还含浓度较高的柠檬酸、锌和酸性磷酸酶。前列腺癌变时,其分泌物中酸性磷酸酶含量增多,而锌含量下降。

年龄在40岁以上,前列腺的粘膜腺和粘膜下腺可呈结节状增大,从而压迫尿道,造成排尿困难。主腺是老人前列腺癌多发部位。

三、尿道球腺

尿道球腺是一对黄褐色豌豆大的复管泡腺,位于阴茎尿道球背侧,腺导管开口于尿道膜部两侧。腺体外有结缔组织构成的被膜,腺组织被结缔组织分成小叶。腺泡上皮形态随功能而变化,为单层扁平、立方或柱状。胞质中含分泌颗粒。腺体分泌粘液、透明而粘稠,含有丰富的唾液酸、半乳糖、ATP酶等物质,于射精前排出以润滑尿道。也是精液的组成成分。

四、精液

精液(semen)由精子和精浆组成。精子由睾丸产生,精浆为生殖管道及附属腺的分泌物组成。精液中精子的数量、活力、畸形率、死精子比例及精浆浓度、化学成分和pH等,为检测生育力的指标。精液呈乳白色,弱碱性(pH约7.2~7.8),正常成年男性每次射精量约3~5毫升,每毫升含精子约1~2亿。若每毫升精液精子量低于200万,畸形精子高于40%,则不易受精。新排出的精液与空气接触即为凝胶状,于10~20分钟后又自动液化。精子在