

现代 男科实验室诊断

XIANDAI NANKE
SHIYANSHI
ZHENDUAN

主编 陆金春 黄宇烽 张红烨



第二军医大学出版社

Second Military Medical University Press

现代男科实验室诊断

主 编 陆金春 黄宇烽 张红烨

第二军医大学出版社

内 容 简 介

本书力求以“全、新、实用”为目的,对男科实验室诊断项目进行了系统的介绍,囊括了此领域最新的研究成果及个人经验,可作为男科实验室的工具书,指导男科实验室的具体操作。同时,本书以男科实验室诊断的标准化和质量控制为理念,强调了每个检测项目的准确性和可比性,并对男科实验室可能涉及到的一些特殊检测项目和相关科研技术,以及男科实验室的基本要求和生物安全等也进行了详细介绍。本书主要适合于男科实验室、生殖中心、检验科等从事实验室工作的专业技术人员阅读,同时,也可作为泌尿男科、生殖医学专业的医生、研究生等的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代男科实验室诊断/陆金春,黄宇烽,张红烨主
编. —上海:第二军医大学出版社,2009.9
ISBN 978-7-81060-965-4

I. 现… II. ①陆…②黄…③张… III. 男性生殖
器疾病-实验室诊断 IV. R697.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 166164 号

出 版 人:石进英

现代男科实验室诊断

主编 陆金春 黄宇烽 张红烨

第二军医大学出版社出版发行

(上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433)

全国各地新华书店经销

江苏南通印刷总厂有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:350 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81060-965-4/R·776

定价:36.00 元

编委会名单

主 编 陆金春 黄宇烽 张红烨
副主编 王书奎 吕年青 夏永祥 商学军
编 者 (按姓氏笔画为序)

戈一峰	南京军区南京总医院
王书奎	南京医科大学附属第一医院
史轶超	南京军区南京总医院
吕年青	江苏省计划生育科学技术研究所
陆金春	南京军区南京总医院
张瑞生	南京医科大学附属第一医院
张红烨	南京医科大学附属第一医院
周玉春	南京军区南京总医院
胡毓安	南京军区南京总医院
姚 兵	南京军区南京总医院
皇甫月明	武警江苏总队南京医院
徐建平	南京金陵男科医院
夏永祥	南京医科大学附属第一医院
夏欣一	南京军区南京总医院
崔英霞	南京军区南京总医院
商学军	南京军区南京总医院
黄宇烽	南京军区南京总医院
潘连军	南京医科大学附属南京妇幼保健院

前 言

随着男科学领域的快速发展,相关的国际交流也越来越广泛和深入,人们对男科实验室诊断标准化的共识日益增强,从而促进了本书的编写,目的在于进一步规范男科实验室检测方法,提高精液分析等相关分析的水平,使不同实验室的分析结果具有可比性,从而满足研究人员和临床医生的需要,并减少重复检查给患者带来的经济负担。

本书对男科实验室诊断项目进行了系统的介绍,主要包括男性不育症、性功能障碍(主要是勃起功能障碍)、前列腺疾病、性传播疾病、遗传性疾病等的实验室诊断。男性不育症的实验室诊断为本书的重点,内容包括:①精液常规分析,包括精液量、pH值、液化时间、精液黏稠度、精子密度、精子活力、存活率及精子形态学分析等;②精浆生化指标的检测,包括精浆 α 葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶、果糖、精浆锌和卡尼汀(肉碱)水平的检测等;③精液白细胞和生精细胞的检测;④抗精子抗体的检测;⑤精液培养及精子功能的检测等。值得一提的是,本书增加了几个很有特色且可能是读者感兴趣的章节:如男科实验室诊断的质量控制,男科实验室人员与临床医生的沟通,以及如何正确看待男科实验室的检验报告等。同时,对男科实验室可能涉及到的一些特殊检测项目和相关科研技术,以及男科实验室的基本要求和生物安全等也进行了介绍。

本书的编写突出“全、新、实用”的特点。“全”就是对目前男科实验室诊断的各个方面都有涉及,且对每一诊断项目的具体方法及其评价都有详尽叙述;“新”就是囊括了此领域最新的研究进展以及个人经验;“实用”是指本书可作为男科实验室的工具书,直接指导男科实验室的具体操作。因此,本书主要适用于男科实验室、生殖中心、检验科等从事实验室工作的专业技术人员阅读,同时,也可作为泌尿男科、生殖医学专业的研究生、临床医生等的重要参考书。

由于编者水平有限以及编写时间仓促,书中难免有些不足之处,敬请读者批评指正,以便再版时修订。

编 者
2009年7月

目 录

第 1 章 男性生殖系统的解剖与生理	(1)
第 1 节 男性生殖系统的解剖	(1)
第 2 节 男性生殖系统的生理	(7)
第 2 章 我国男科实验室精液分析状况	(17)
第 3 章 精液标本的采集和理学检验	(25)
第 4 章 精液的显微镜检查	(29)
第 1 节 精子密度分析	(29)
第 2 节 精子活动率分析	(34)
第 3 节 精子存活率分析	(35)
第 4 节 精子形态学分析	(36)
第 5 节 精子顶体分析	(42)
第 6 节 精液生精细胞检查	(45)
第 7 节 精液白细胞检查	(52)
第 8 节 精子凝集与非精子细胞成分	(55)
第 5 章 精浆生化指标的分析	(57)
第 1 节 精浆 α 葡萄糖苷酶的检测	(57)
第 2 节 精浆果糖的检测	(59)
第 3 节 精浆酸性磷酸酶和 γ -GT 的检测	(60)
第 4 节 精浆锌的检测	(64)
第 5 节 精浆卡尼汀的检测	(65)
第 6 节 精浆柠檬酸的检测	(68)
第 7 节 精浆弹性蛋白酶的检测	(69)
第 8 节 精浆尿酸的检测	(69)
第 6 章 自身抗体的检测	(71)
第 1 节 抗精子抗体的测定	(71)
第 2 节 其他自身抗体的测定	(72)
第 7 章 精子功能试验	(76)
第 1 节 精子膜功能测定	(76)
第 2 节 精子穿卵试验	(77)
第 3 节 精子-宫颈黏液相互作用试验	(80)

第 8 章 计算机辅助精液分析系统	(84)
第 9 章 前列腺功能指标分析	(87)
第 1 节 前列腺按摩液的检测	(87)
第 2 节 前列腺特异性抗原的检测	(88)
第 10 章 生殖内分泌激素的检测	(89)
第 11 章 遗传学检测	(93)
第 1 节 染色体核型分析	(93)
第 2 节 特异性基因的检测	(94)
第 3 节 受精前与种植前遗传学诊断	(95)
第 12 章 性传播疾病的检测	(97)
第 1 节 淋病的检测	(97)
第 2 节 支原体感染的检测	(97)
第 3 节 衣原体感染的检测	(98)
第 4 节 人类免疫缺陷病毒抗体的检测	(100)
第 5 节 梅毒的检测	(101)
第 6 节 人乳头状瘤病毒感染的检测	(103)
第 7 节 单纯疱疹病毒感染的检测	(105)
第 13 章 男科实验室的特殊检测项目	(107)
第 1 节 精液中细胞凋亡分析	(107)
第 2 节 精浆肿瘤标志物的检测	(110)
第 3 节 脂质过氧化和抗氧化系统的检测	(113)
第 4 节 精子核功能测定	(115)
第 5 节 精子线粒体功能测定	(118)
第 6 节 精浆免疫抑制物质测定	(119)
第 14 章 男科实验室质量控制	(122)
第 1 节 质量管理体系的建立	(122)
第 2 节 检测项目的方法学评价指标	(123)
第 3 节 质量控制方法	(126)
第 4 节 精子质量参数的质量控制	(135)
第 5 节 精浆生化指标检测的质量控制	(137)
第 6 节 免疫学检测的质量控制	(138)
第 7 节 其他检测指标的质量控制	(139)

第 15 章 男科实验室常用科研技术	(141)
第 1 节 流式细胞分析技术	(141)
第 2 节 荧光免疫分析技术	(143)
第 3 节 酶免疫分析技术	(146)
第 4 节 放射免疫分析技术	(148)
第 5 节 免疫组织化学技术	(149)
第 6 节 Western 印迹技术	(154)
第 7 节 聚合酶链反应技术	(158)
第 8 节 核酸分子杂交技术	(161)
第 9 节 基因芯片技术	(162)
第 10 节 电泳技术	(165)
第 11 节 蛋白质芯片技术	(167)
第 12 节 生物质谱技术	(170)
第 13 节 基因变异分析技术	(172)
第 14 节 基因表达的差异显示技术	(173)
第 15 节 基因重组及蛋白表达技术	(175)
第 16 节 电子显微镜技术	(179)
第 16 章 如何正确看待男科实验室的检验报告	(182)
第 17 章 男科实验室人员与临床医生的沟通	(185)
第 18 章 男科实验室基本要求和安全防护	(188)
参考文献	(199)
附录 男科实验室检测指标正常参考值	(214)

第 1 章 男性生殖系统的解剖与生理

男性生殖系统是男性产生精子、维持男性性征的功能结构系统。作为男科实验室工作人员,了解男性生殖系统的基本解剖结构与生理活动很有必要,可以加深对男科实验室各项检测指标的临床意义的理解,从而更好地服务于临床并做好给患者的解释工作。

第 1 节 男性生殖系统的解剖

男性生殖系统由内、外生殖器两部分组成(图 1-1)。内生殖器包括睾丸、输精管道和附属腺。睾丸又称为生殖腺,是产生精子和分泌雄性激素的部位;输精管道是将精子排出体外的一条迂回曲折的管道,包括睾丸生精小管汇合成的睾丸网、睾丸输出小管、附睾、输精管、射精管和尿道;附属腺包括前列腺、精囊腺和尿道球腺,它们的分泌物是构成精液的主要组分。外生殖器包括阴茎和阴囊。

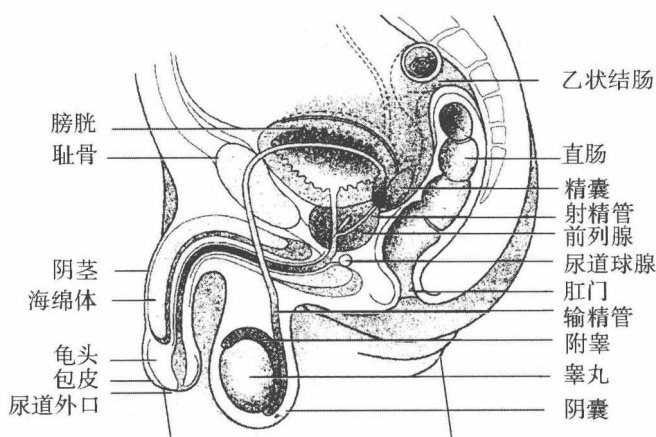


图 1-1 男性生殖系统的组成及毗邻

1 睾丸

睾丸为微扁的椭圆体,左右各一,是一对实质性器官(图 1-2)。睾丸表面光滑,前缘游离,后侧与附睾相连,由精索将其悬于阴囊内,左侧睾丸较右侧略低。成年人睾丸长 4~5 cm,宽约 2.5 cm,前后径约 3 cm,重 10.5~14.0 g。临床体检常以睾丸容积作为衡量男性生殖功能的一项参考指标。一般认为成年男性睾丸容积小于 12 ml,提示睾丸功能不良。

睾丸表面覆盖睾丸被膜,其由外向内依次为鞘膜、白膜和血管膜。鞘膜有脏层和壁层之分。鞘膜脏层又称睾丸外膜,几乎覆盖着整个睾丸,在睾丸后缘处,脏层反折紧贴于阴囊的内表面,形成阴囊最内层即鞘膜壁层,鞘膜脏、壁层之间存在鞘膜腔,正常时腔内有少量浆液,有利于保持鞘膜腔的润泽及睾丸在阴囊内的自由滑动,病理情况下,鞘膜腔内液体增多

即形成睾丸鞘膜积液;鞘膜脏层之下为一坚实致密的纤维膜即白膜,其对睾丸实质具有保护功能,在睾丸后缘白膜特别增厚,形成睾丸纵隔,并由此分出许多纤维组织隔膜深入睾丸实质,将睾丸分成 200~300 个长锥形的睾丸小叶。每个小叶内有 1~4 条弯曲细长的生精小管(以往参考书中亦称为曲细精管、曲精小管,现统一称为生精小管)。生精小管的上皮细胞是产生精子的基地。它由多层生精细胞和支持细胞所组成,生精小管在接近睾丸纵隔时汇成一条短而直的直细精管(又称直精小管或精直小管),各小叶的直细精管再向上侧汇合进入睾丸纵隔,形成睾丸网,睾丸网再发出 10~15 条睾丸输出小管,穿过白膜进入附睾头;睾丸被膜的最内层为血管膜,是一层富含血管的疏松结缔组织。血管膜向睾丸内部延伸,则与睾丸小叶内生精小管间的睾丸间质相延续,其间的血管来自睾丸动脉及伴行的静脉分支,与睾丸实质的代谢循环和调节睾丸内温度密切相关。

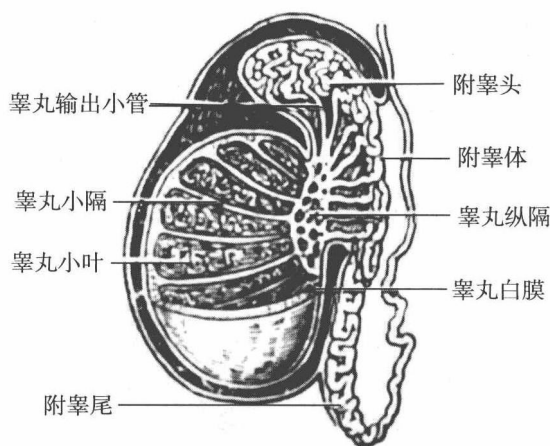


图 1-2 睾丸与附睾结构

生精小管是男性生殖细胞分裂增生和分化发育的部位。成年男性的生精小管直径 150~250 μm ,壁厚 60~80 μm ,每条小管拉直后长 30~70 cm,一侧睾丸的生精小管总长度可达 250 m。生精小管管壁由生精上皮和界膜组成,中间为不规则的生精小管腔(图1-3)。界膜是一种特殊的复合结构。紧贴生精上皮的是基底膜,其富含糖蛋白,有很强的抗原性,由肌样细胞分泌,向外依次为内无细胞层(含胶原纤维、糖蛋白及透明质酸等)、内细胞层(由数层不连续的肌样细胞组成,其具有收缩、生成纤维蛋白和屏障功能)、外无细胞层(与内无细胞层一样,亦含胶原纤维、糖蛋白及透明质酸等)和外细胞层(含成纤维细胞和纤维,外与间质成分相接触)。界膜不仅是血-睾屏障的重要组分,而且对睾丸精子的排放具有重要作用。

生精小管之间的疏松结缔组织称为间质,除含有血管、淋巴管、神经,以及成纤维细胞、巨噬细胞、肥大细胞外,还含有一种合成和分泌雄激素的特殊细胞,即 Leydig 细胞,又称睾丸间质细胞。睾丸内的血液供应主要来自起源于腹主动脉的睾丸动脉和起源于腹壁下动脉的提睾肌动脉,静脉回流形成蔓状丛,经腹股沟管于内环处形成精索静脉,左侧者呈直角入肾静脉,右侧者于肾静脉下方斜行入下腔静脉;睾丸的淋巴十分丰富,经腹股沟管引流至腰淋巴结;分布于睾丸的神经为睾丸丛,由交感神经和副交感神经组成。

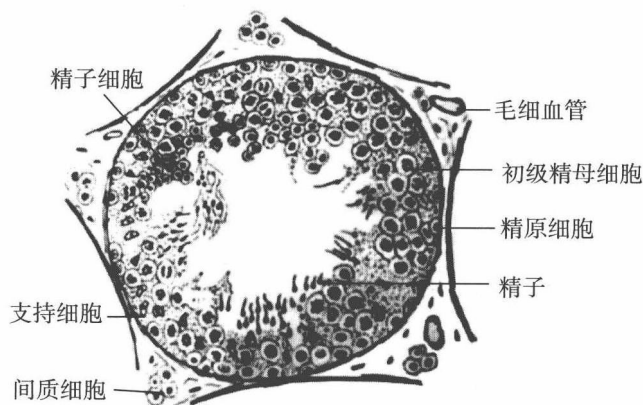


图 1-3 生精小管横切面模式图

生精上皮由生精细胞和支持细胞组成。支持细胞又称 Sertoli 细胞,光镜下支持细胞轮廓不清,胞核较大,9~12 μm ,核呈三角形或不规则形,染色质稀疏,着色浅,细胞核内有 1~2 个非常明显的核仁及附着于外面的核仁外周体,胞质着色较浅,除含一般细胞器外,还含有脂滴、糖原颗粒、黑素颗粒、类晶体、空泡等。支持细胞基部紧贴基膜,顶端伸至腔面,侧面和腔面有许多不规则凹陷,内镶嵌各级生精细胞,其外形随嵌入的生精细胞变化而变化。生精细胞由管周至管腔有 5~8 层,依次为精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。

2 附睾

附睾附着于睾丸的上缘及后缘,为一对长而扁圆形的器官,表面有鞘膜和白膜覆盖(图 1-2)。附睾分为头、体、尾 3 部分。头部膨大,位于睾丸上极,由 10~15 条输出小管蟠曲而成。输出小管的上皮由单层高柱状纤毛细胞与低柱状无纤毛细胞相间排列而成,故管腔的腔面起伏不平。高柱状细胞的纤毛摆动及管周平滑肌的收缩作用,可形成睾丸网至附睾管内的液体流,将精子输送到附睾管;附睾管是一长而弯曲的管道,长约 6 m,构成了附睾体和附睾尾。体部位于睾丸后部,尾部位于睾丸下极。附睾管的管壁主要由高柱状细胞(又称主细胞)和基底细胞构成,尚可见少量晕轮细胞和狭细胞。柱状细胞游离面有细长的微绒毛,又称静纤毛;基底细胞体积小,贴近基膜,管周有薄层平滑肌。附睾管腔面整齐,腔内充满分泌物和精子。在弯曲的附睾管之间有纤毛组织和蜂窝组织。附睾尾向上弯曲延伸为输精管。

附睾不仅是精子运行的管道,而且是精子贮存和成熟的场所。精子通常在附睾内停留 5~25 d,通过附睾分泌物的压力、附睾的收缩以及精子本身的活动力,精子被向前运送到输精管。附睾的血液供应、神经和淋巴的来源与睾丸相同。

3 输精管道

输精管道包括输精管、射精管和尿道。输精管长约 50 cm,起始于附睾尾,沿睾丸后缘上行,经阴囊根部皮下进入腹股沟管,至内环处绕过腹壁下动脉,呈攀状于腹膜外沿盆壁向外、

向下行,然后折向内跨越输尿管下缘,于输尿管与膀胱之间向正中走行,其末端膨大扩张形成输精管壶腹,最后与精囊腺管相汇合。输精管行程长而复杂,按其解剖部位可分为睾丸部、精索部、腹股沟部和盆部。睾丸部是起始段,在平附睾头的高度处进入精索;精索部走行于精索内,稍显迂曲,向上出阴囊,至腹股沟皮下环。此段位置表浅,可以用手摸到,为坚实的圆索状物,是进行输精管结扎的部位;腹股沟部为腹股沟管浅环至深环间的一段;盆部的一段最长,约15 cm,为沿盆壁行走至与精囊腺汇合的一段。输精管壶腹、精囊腺和直肠之间有膀胱直肠筋膜相隔。

射精管是输精管壶腹末端与精囊腺排泄管汇合后形成,很短,约2 cm长,管壁很薄,位于前列腺底的后方,斜穿前列腺实质,开口于尿道前列腺部前列腺小囊的两侧。射精管黏膜为柱状上皮,外为菲薄的肌层,内层为内纵行肌,外层为外环形肌,肌层外为纤维层,其肌纤维受肾上腺素能神经支配,性高潮时激发肌纤维做同步的节律性强烈收缩,促使精液喷出。

输精管的精索部有一特殊结构称为精索,其由输精管和伴行的动脉、静脉、神经和淋巴管等被一结缔组织包裹形成,为一柔软的圆索状物,活动度大,易触摸到。精索是在胚胎时期,睾丸由腹腔下降至阴囊过程中形成的。精索中的动脉有睾丸动脉、输精管动脉及提睾肌动脉;静脉为蔓状丛;神经有股生殖神经生殖支和睾丸丛;精索内有提睾肌。精索对生殖功能的维持具有重大意义,它可为睾丸、附睾、输精管提供血液循环、淋巴回流和神经支配,保护睾丸免受损害,保证睾丸具有34℃左右的低温生精环境。

4 附属性腺

男性附属性腺主要包括前列腺、精囊腺和尿道球腺,现分别介绍其解剖结构特点。

4.1 前列腺

前列腺是男性附属性腺中最大的一个实质性器官,外形似栗子,上端稍宽大,称底部,与膀胱相连接,尖向下,抵尿生殖膈上筋膜,背面与直肠邻近,前面有膀胱颈与之相接,尿道穿行而过,后部有左、右射精管贯穿其中。前列腺质坚实,色淡红稍带灰白。成年男性前列腺纵径约3 cm,横径约4 cm,前后径约2 cm,重约20 g。前列腺由腺体及肌肉纤维组织组成,腺体约占70%,由柱状上皮组成,肌肉组织约占30%,为前列腺的支架组织。

依据前列腺包绕尿道的结构关系,可将前列腺分为前、中、后、左、右5叶。前叶仅为尿道与侧叶间的狭小区,此叶多退化,腺泡少,临床无重要意义;中叶位于尿道后面及两侧射精管和后叶之间;后叶位于两射精管的后面,直肠指诊摸到的即为此叶;左、右侧叶位于尿道两侧,范围较大。其中中叶和左、右两侧叶的临床意义较大,老年人容易发生肥大,压迫尿道后易发生排尿困难或尿潴留。实际上,各叶之间并无明显界限,也有人将前列腺分为中央带、边周带和过渡带。在两个射精管与尿道内口至精阜周围之间的前列腺组织称为中央带,在中央带周围的腺体称为边周带,两带之间有明显的界限。中央带腺管分支复杂,细而密,上皮细胞密集;边周带腺管分支粗而简单,上皮细胞较稀疏。中央带好发前列腺增生,边周带好发前列腺癌。在精阜近端的尿道周围有一部分组织,称为过渡带,约占前列腺的5%,这部分组织可能是前列腺增生的发源地。前列腺在尿道的前面为肌肉纤维组织,在精阜近端,平滑肌加强,称为前列腺前括约肌,可能具有防止逆行射精的作用。

前列腺的结构与年龄有密切关系。10岁以前,前列腺很小,无真正的腺管,仅有胚芽;10岁左右,腺管在胚芽的基础上,上皮细胞开始增生,形成腺管;至青春期迅速发育成腺泡,同时纤维肌肉支架组织也增多;30岁左右时,腺泡内的上皮组织向腺泡内折叠,使腺泡变得复杂;从45~50岁开始,折叠于腺泡内的上皮组织开始消失,前列腺开始退化,但位于过渡带及尿道周围的腺体开始增生,边周带被压迫而萎缩。

4.2 精囊腺

精囊腺左右各一,位于膀胱和直肠之间,前列腺上方,输精管壶腹的外侧。精囊腺长4~5 cm,宽约2 cm,容积约4 ml。新生儿腺小如短棒,表面光滑,结节也不明显;青春期迅速增大,呈囊状;老年人随性功能衰退而缩小,囊壁变薄。正常状态下,腔内充满淡黄色胶性液体,是精液的主要成分之一,对精子的存活起重要作用。

精囊腺为一高度迂曲的囊性结构,由黏膜、肌层和外膜组成。黏膜包括假复层柱状上皮和富含弹性纤维的固有层,黏膜向腔内突起形成高大的皱襞,皱襞又彼此融合,将囊腔分隔成许多彼此通连的小腔,大大增加了黏膜的分泌表面积;肌层薄,分内环、外纵两层平滑肌;外膜为疏松结缔组织,盖有腹膜间皮。

4.3 尿道球腺

尿道球腺左右各一,为一对豌豆大小的球形腺体,位于尿生殖膈上下筋膜之间的会阴深囊内,膜部尿道的两侧,属复管泡状腺。腺的间质中有平滑肌和骨骼肌纤维,腺上皮为单层立方或柱状,腺泡分泌黏液于射精前经细长排泄管排入尿道球部,起润滑尿道的作用,分泌物本身亦是精液的一部分。

5 阴茎

阴茎为男性的性器官,未勃起时呈圆柱状,长4~7 cm,勃起时呈三棱形圆柱状,长度可增加1倍以上。阴茎分为根部、体部及头部。根部固定,位于会阴部;头部膨大呈圆锥形;头部与体部的交接部较细,为颈部,通常称为冠状沟。

阴茎由3个海绵体组成,均为勃起组织。背部有2个海绵体于会阴部向左右两侧分开,通过阴茎脚固定在两侧耻骨支上;1个尿道海绵体位于2个阴茎海绵体在腹侧形成的沟内,末端膨大,形成阴茎头,后端与尿生殖膈相连,尿道贯穿于海绵体内。勃起组织是具有大量不规则血窦为特征的海绵状组织,血窦彼此通连,血窦之间是富含平滑肌纤维的结缔组织小梁。一般情况下,流入血窦的血液很少,血窦呈裂隙状,海绵体柔软。当大量血液流入血窦时,血窦充血而膨大,白膜下的静脉受压,血液回流受阻,海绵体变硬,阴茎勃起。

每个海绵体之外有一层较为坚韧的纤维膜包围,称为白膜;海绵体之间的白膜融合成隔膜。白膜结构坚韧,具有限制海绵体及其内的血窦过分扩张的作用。白膜之外为阴茎筋膜,又称Buck筋膜,其包裹背深静脉、背动脉和背神经;Buck筋膜之外为阴茎浅筋膜,与阴囊的肉膜相连,阴茎的背浅静脉在此层之下(图1-4)。

阴茎由2个韧带支撑:阴茎系韧带和阴茎悬韧带。阴茎系韧带由腹白线向下延续而成,于耻骨联合下方,在阴茎部分为左右两叶,将阴茎包围,在阴茎腹侧两叶又融合在一起,向下延续称为阴囊的隔膜;阴茎悬韧带在阴茎系韧带的深面,呈三角形,附着于耻骨联合前上方,可使阴茎在勃起时维持正常姿势,切断该韧带将导致阴茎勃起时成角减小。

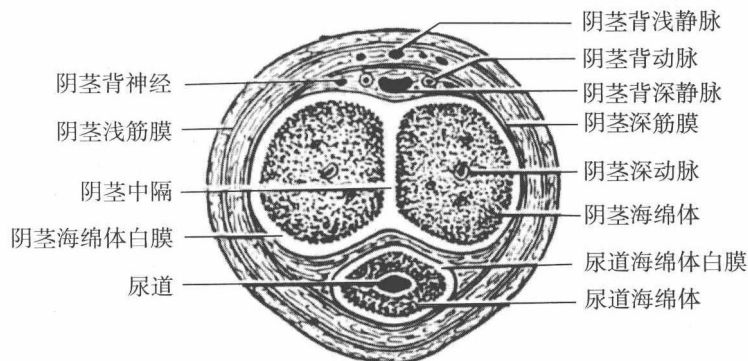


图 1-4 阴茎横切面模式图

阴茎皮肤薄而柔软，与下腹壁皮肤相延续，延展到阴茎头时在冠状沟处折叠附着形成包皮，包皮在尿道口的下方形成皱襞，与阴茎头部相连，称为系带。阴茎皮肤可在勃起组织表面自由滑动。

阴茎是一个血液循环十分丰富的器官。血液供应主要来自阴茎深动脉、球部动脉和尿道动脉。阴部深动脉入阴茎海绵体，为海绵体动脉；球部动脉供应球海绵体肌和尿道海绵体近侧端血液；尿道动脉供应尿道的血液。阴茎静脉回流主要有 3 条，即海绵体静脉、阴茎背深静脉和阴茎背浅静脉。海绵体静脉引流海绵体血流，并经旋静脉与阴茎背深静脉相吻合；阴茎背深静脉引流阴茎头及海绵体血流至前列腺静脉丛；阴茎背浅静脉引流包皮和阴茎皮肤的血液入外阴静脉。阴茎的神经主要是阴茎背神经和海绵体神经，阴茎背神经分布于阴茎皮肤、包皮及阴茎头，主要传递阴茎头和阴茎皮肤的感觉；海绵体神经由阴茎脚进入双侧阴茎海绵体和尿道海绵体，并在勃起组织中形成一个精细的神经网络，有交感神经和副交感神经，从而调控阴茎勃起。

6 阴囊

阴囊位于阴茎及耻骨联合的下方，由外向内依次为皮肤、肉膜、精索外筋膜、提睾肌、精索内筋膜及鞘膜。皮肤薄而柔软，颜色深暗，富含汗腺；阴茎浅筋膜（Colles 筋膜）延续至阴囊时，称为肉膜，它是阴囊的皮下组织，内含平滑肌纤维，平滑肌在寒冷时收缩，使阴囊皮肤形成许多皱褶而变厚，温暖时松弛，阴囊皮肤舒张而变薄，从而调节阴囊内的温度，以适应精子的正常发育。肉膜在正中线上向深部发出突起，形成阴囊中隔，将阴囊分为左右 2 个囊腔，同侧睾丸、附睾及下段精索位于相应的囊腔内；精索外筋膜极其菲薄，由腹外斜肌腱膜向下延续而成；提睾肌是一层薄弱的横纹肌，由腹内斜肌向下延续而成；精索内筋膜是一层十分薄弱的纤维膜，由腹横肌延续而成，如果止于腹股沟内环，则该筋膜缺如；鞘膜将睾丸包裹，分为壁层和脏层，两者之间有许多浆液，起润滑作用。胚胎时期，腹膜随着睾丸下降呈囊状，称为鞘状突，出生前该囊腔于内环至睾丸之间闭锁，睾丸仍呈囊状，形成鞘膜。若鞘状突未闭锁，即形成交通性鞘膜积液或先天性腹股沟疝。

阴囊血供极其丰富而阴囊又十分松弛，因此手术时止血必须彻底，否则可产生阴囊巨大血肿。阴囊前部的血供由股动脉的分支外阴动脉供给，后部由阴囊内动脉分支供给，精索外动脉及精索内动脉分支亦向阴囊供血，静脉回流至同名静脉及阴茎背静脉。阴囊淋巴引流

至腹股沟浅、深淋巴结。阴囊的神经支配,前壁为髂腹股沟神经及腹生殖神经分支,后壁为阴部神经分支。

第2节 男性生殖系统的生理

男性生殖系统的生理主要包括睾丸的生理、附睾的生理及附属性腺的生理。睾丸是精子的发源地,附睾具有贮存和促进精子成熟和排放的功能,而附属性腺的分泌物是组成精液的主要成分,对精子获能和维持精子正常活动能力具有重要作用。生殖生理活动是在神经系统与内分泌腺的控制调节下,有规律地顺序而协调地进行的,如果有意识地阻碍或干扰任何一个生理环节,即可影响正常的生育能力而达到控制生育的目的。

1 睾丸的生理

青春期的睾丸主要有两大生理功能:精子的发生和雄性激素的合成,前者在生精小管中完成,后者由间质中的 Leydig 细胞合成和分泌。生精小管中的生精上皮是精子发生的基地,生精上皮由生殖细胞和支持细胞组成,生殖细胞包括精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。生精小管壁和支持细胞间的复合连接是血-睾屏障的主要结构,对保证精子的正常发育十分重要。

1.1 睾丸的发育历程

睾丸的生理功能随年龄不同而演变和盛衰。睾丸的发育历程一般分为胎儿期、青春前期、青春期和老年期。

胎儿期:第6周的胎儿有原始性腺,但没有两性的差异;第7周时,原始性腺开始分化,皮质层萎缩代之以结缔组织,而髓质层显著发育;第8周时开始出现间质细胞,并有合成睾酮的功能,同时中肾管(即 Wolff 管)开始发育成男性副性器官——附睾、输精管、精囊等,而向女性发育的 Müller 管开始退化。胎儿的原始性腺是分化为睾丸还是卵巢,主要决定于原始生殖细胞和生殖腺嵴细胞膜上有无组织相容性 Y 抗原(即 H-Y 抗原),产生 H-Y 抗原的基因位于 Y 染色体的短臂上。如果个体具有 Y 染色体,其原始性腺分化为睾丸,其间的间质细胞分泌的雄激素促使中肾管发育,而支持细胞分泌抗中肾旁管激素,抑制 Müller 管发育,使其退化。

青春前期:睾丸在8岁以前基本上无变化,其后生精小管管径逐渐增大,至10岁时,这种变化更为明显,青春前期的生精小管中已可见支持细胞和生殖细胞。

青春期:青春期的性成熟经历3个阶段。第1阶段在9~12岁,可分为3期:第一期,睾丸内分叶明显,但生精小管仍然很细,腔内有少量未分化细胞,管壁组织未分化,间质组织内只有嗜酸性物质;第二期,间质组织明显出血,出现第2代间质细胞,胞质内富含脂质和抗坏血酸;第三期,生精小管进一步发育,管径增大,腔内可见精原细胞、精母细胞和少量支持细胞,生精小管壁分化,可见基底膜和固有层。第2阶段在12~15岁,生精小管管径显著增大,腔内有精子细胞,偶见精子,支持细胞进一步发育,间质内成熟间质细胞显著增多。第3阶段在15~17岁,睾丸的结构基本上与成人相同。

老年期:一般来说,老年人的生精小管管腔扩大,有的管腔呈玻璃样硬化变性,间质细胞也有变性,胞质内有较多的色素沉着,对促性腺激素不敏感,雄激素合成锐减,间质组织内

胶原纤维增加。但因人而异,个别 90 岁的老年人的睾丸组织形态学仍与青年人一样。

1.2 各级生精细胞

生精细胞包括精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。精原细胞经过一系列分化、发育,发展为精子,在此过程中形成的各级生精细胞其胞质未完全分开,细胞之间有胞质桥相连。

精原细胞:是睾丸内最幼稚的一类生精细胞,位于生精小管上皮的基层,与基膜直接接触。细胞胞体较小,呈圆形或椭圆形,直径约 $12\ \mu\text{m}$,胞核为圆形或卵圆形,胞质染色较淡,胞质内除核糖体外,细胞器不发达。精原细胞可分为 A 型和 B 型 2 类。A 型精原细胞是生精细胞中的干细胞,根据细胞核染色的深浅,又将 A 型分为 Ad 型(暗 A 型)和 Ap 型(亮 A 型)。Ad 型细胞核为深染的圆形,核内染色质颗粒细小,核中常有淡染的大核泡,有 1~2 个核仁。胞质内富含糖原颗粒,糖原染色(PAS)阳性。Ad 型精原细胞相当于储备干细胞,通常处于休眠状态,仅当各种有害因素如药物、放射线等将其他类型精原细胞破坏耗尽时,才进入有丝分裂以补充精原细胞的数量,待恢复到原来的数量时,分裂即行终止,又回到休眠状态。Ap 型细胞核呈卵圆形,核内染色质颗粒粗大,有 1~3 个核仁。胞质内糖原颗粒极少,PAS 染色阴性。Ap 型精原细胞相当于更新干细胞,具有更新和分化能力,可逐步增殖分化,参与精子发生的全过程。Ap 型精原细胞进一步分化为 B 型精原细胞。B 型精原细胞呈球形,体积较大,核圆形,核周有块状染色质,着色浅,核中央有 1~2 个小而不规则的核仁,胞质内无糖原颗粒。B 型精原细胞经 3~5 次有丝分裂后发育为初级精母细胞。

初级精母细胞:由 B 型精原细胞分裂产生,位于精原细胞的近腔侧。初级精母细胞体积较精原细胞大,细胞器逐渐增多,细线前期不易与精原细胞区别。初级精母细胞向管腔移动并离开基底膜,同时细胞质不断增多,体积增大,胞质丰富,直径可达 $15\sim 24\ \mu\text{m}$,核仁明显。初级精母细胞经过短暂间期后,转入细胞分裂期(第一次减数分裂)。首先,DNA 进行复制,由 $2n$ 变成 $4n$,减数分裂开始时,核内染色体呈细长的丝状,称为细线期;继之同源染色体互相配对,称为偶线期;接着染色体变粗,同源染色体紧密排列,每个染色体出现明显的纵裂,称为粗线期;随后,紧密成对的同源染色体开始分开,只在 2 个交换点上暂时保留并存,此现象称为染色体交叉,其意义是一对同源染色体中相邻 2 个染色单体进行部分基因交叉互换,此期称为双线期;最后进入终变期,同源染色体进一步分开,完成遗传物质的交换。前期完成后进入减数分裂中期、后期和末期,从而完成了减数分裂,产生 2 个较小的次级精母细胞。次级精母细胞的染色体数目只有初级精母细胞的一半,成为单倍体。由于第一次成熟分裂的分化前期较长,所以在生精小管的切面可见到处于不同阶段的初级精母细胞。

次级精母细胞:由初级精母细胞增殖分化而来,位于初级精母细胞近腔侧。胞体较小,圆形,直径约 $12\ \mu\text{m}$,核染色质呈网状,光镜下难以观察到核仁。有单核与双核 2 种类型,双核形的细胞与蜻蜓的头眼相似。次级精母细胞经历短暂的分裂间期(无 DNA 复制)即进行第二次减数分裂,其与一般的有丝分裂相同,每条染色体的 2 条染色单体分离,移向细胞两极形成 2 个均等的精子细胞,而染色体数目保持不变。次级精母细胞形成很快,故在生精小管的切面中极少见到。

精子细胞:由次级精母细胞发育而来,靠近生精小管的管腔。精子细胞较次级精母细胞小,直径约 $8\ \mu\text{m}$,核大,着色较深,染色质致密,核旁有高尔基复合体,胞质内含有颗粒状

的线粒体。精子细胞的核型为 23,X 或 23,Y。精子细胞没有分裂能力,其经过复杂的变态过程由圆形的细胞逐渐分化转变为蝌蚪形的精子,此过程称为精子形成。精子形成的主要变化为:①细胞核染色质极度浓缩,核变长并移向细胞的一侧,构成精子的头部;②高尔基复合体形成顶体泡,逐渐增大,凹陷为双层帽状覆盖在核的头端,成为顶体;③中心粒迁移到细胞核的尾侧,发出轴丝,随着轴丝逐渐增长,精子细胞变长形成尾部(或称鞭毛);④线粒体从细胞周边汇聚于轴丝近段周围,盘绕成螺旋形的线粒体鞘;⑤在细胞核、顶体和轴丝的表面仅覆有细胞膜和薄层细胞质,多余的细胞质逐渐汇集于尾侧,形成残余胞质,最后脱落。

精子:形似蝌蚪,长约 60 μm ,分头和尾 2 部分。头部正面观呈卵圆形,侧面观呈梨形,尾部是精子的运动装置,可分为颈段、中段、主段和末端 4 部分,颈段短,其内主要是中心粒,由中心粒分出 9+2 排列的微管,构成鞭毛中心的轴丝;在中段,轴丝外侧有 9 根纵行的外周致密纤维,外侧再包有一圈线粒体鞘,为鞭毛摆动提供能量,使精子得以快速向前运动;主段最长,轴丝外周无线粒体鞘,代之以纤维鞘;末段短,仅有轴丝。精子头内有一个染色质高度浓缩的细胞核,核的前 2/3 有顶体覆盖,顶体内含有多种水解酶,如顶体蛋白酶、透明质酸酶、酸性磷酸酶等,在受精时,精子释放顶体酶,分解卵子外周的放射冠与透明带,从而进入卵子内与卵子受精。

1.3 支持细胞

支持细胞又称 Sertoli 细胞,分布于生精小管的各级生精细胞之间。人的生精小管每个横断面有 8~11 个支持细胞,其外形不规则,基部紧贴基膜,顶端伸至腔面,侧面和腔面有许多不规则凹陷,内镶嵌各级生精细胞。支持细胞的胞核较大,9~12 μm ,核呈三角形或不规则形,染色质呈细网状,有 1~2 个明显的核仁,胞质丰富,有时可见较多空泡。支持细胞内含有多种细胞器:富含滑面内质网和粗面内质网,这是支持细胞合成和分泌类固醇激素和蛋白质分泌物的主要形态学依据;有发达的高尔基复合体,多位于细胞的基底部,为 4~6 层平行排列的池及与之相关的小囊;富含线粒体,形如细管样或盘样嵴,位于核上部胞质中的线粒体与细胞长轴平行,而近基底的则随机分布;还含有溶酶体、脂滴、糖原、微丝和微管等。另外,相邻支持细胞在侧面近基部细胞膜处形成紧密连接,它是构成血-睾屏障的主要结构。紧密连接将生精上皮分为基底小室和近腔小室 2 部分,前者位于基膜和紧密连接之间,内有 A、B 型精原细胞、细线前期或细线期初级精母细胞;后者位于紧密连接上方,与生精小管腔相通,内有初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。

成年男性睾丸的支持细胞是不分裂的,其数量增加只在出生前和出生后早期进行,这个发育阶段决定了成年男性支持细胞拥有量。支持细胞依赖促滤泡生成素(FSH)、黄体生成素(LH)和睾酮发挥生理效应,并在一定程度上决定了睾丸的生殖能力。支持细胞除了参与血-睾屏障外,还有如下功能:①为生精细胞的分化发育提供适宜的微环境,保护和营养生精细胞,因为生精上皮中没有血管,其营养物质由支持细胞从外周结缔组织血液中转运而来;②支持细胞中微丝、微管的收缩,可促使生精上皮中生精细胞位置的移动和精子的释放;③支持细胞中有多种形态的溶酶体,可以吞噬、消化生精过程中产生的残余小体和发育中退化的生精细胞以及死亡的精子;④支持细胞具有内分泌功能,可分泌雄激素结合蛋白(ABP)、抑制素及雌激素等,参与胚胎期的性分化,保证男性生殖器官的正常发育。ABP 为含少量唾液酸的糖蛋白,是雄激素的载体,其与双氢睾酮(DHT)和睾酮有较高的亲和力,而与其他类固醇激素的亲和力较低。生精细胞的发育和成熟需要较高浓度的雄激素,ABP 作