

第六章

呼 吸 系 统

呼吸系统(respiratory system)由呼吸道和肺组成。呼吸道包括鼻、咽、喉、气管和各级支气管,临床上通常把鼻、咽、喉称上呼吸道,把气管和各级支气管称下呼吸道。肺由肺实质即支气管树和肺泡以及肺间质即血管、淋巴管、淋巴结、神经和结缔组织组成,是进行气体交换的器官(图6-1)。

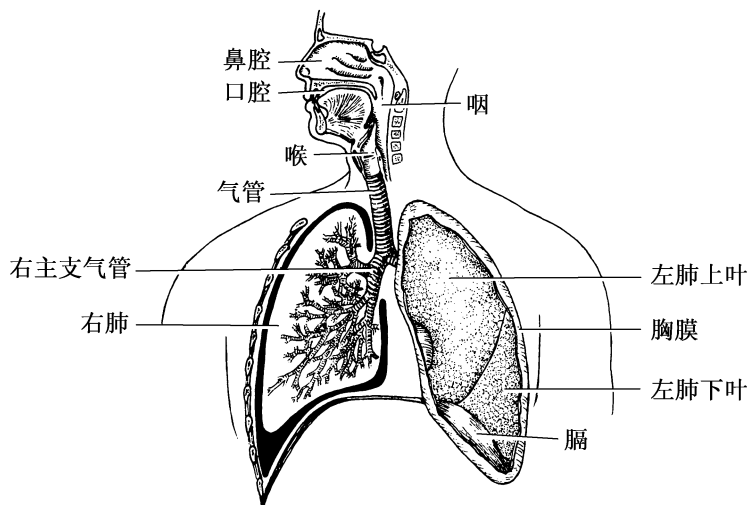


图 6-1 呼吸系统概观

呼吸系统的主要功能是从外界吸入氧,呼出体内新陈代谢过程中产生的二氧化碳。此外,鼻又是嗅觉器官,喉还有发音功能。

第一节 呼吸道

一、鼻

鼻(nose)是呼吸道的起始部,也是嗅觉器官。鼻分外鼻、鼻腔和鼻旁窦三部分。

(一) 外鼻

外鼻(external nose)由骨和软骨作支架,外覆皮肤,分为骨部和软骨部。软骨部皮肤富

含皮脂腺和汗腺,是痤疮、酒渣鼻和疖肿的好发部位。外鼻上端狭窄的部分称**鼻根**,鼻根向下延伸为**鼻背**,外鼻下端向前方突出的部分称**鼻尖**,其下方两侧有一对鼻孔。鼻尖两侧膨大的部分称**鼻翼**,呼吸困难的患者可见鼻翼扇动。从鼻翼向下至口角的浅沟称**鼻唇沟**,面瘫患者瘫痪侧鼻唇沟变浅或消失。

(二) 鼻腔

鼻腔(nasal cavity)由骨和软骨围成,内面衬以黏膜和皮肤。鼻腔被鼻中隔分为左、右两腔,向前经鼻孔通外界,向后经鼻后孔通鼻咽(图 6-2)。

1. **鼻前庭** 为鼻腔的前下部,内面衬以皮肤,生有鼻毛,有滤过和净化空气功能。

2. **固有鼻腔** 为鼻腔的主要部分,由骨性鼻腔内衬黏膜构成。外侧壁上有上、中、下三个鼻甲,各鼻甲的下方分别为上、中、下三个鼻道。在上鼻甲的后上方与鼻腔顶壁间有一凹陷称**蝶筛隐窝**。上鼻道和中鼻道内有鼻旁窦的开口,下鼻道前端有鼻泪管的开口。

固有鼻腔的黏膜按其生理功能的不同,分为**嗅区**和**呼吸区**两部分。嗅区指覆盖上鼻甲及鼻中隔上部的黏膜,内含嗅细胞,能感受气味的刺激。其余部分的鼻黏膜为呼吸区,内含丰富的毛细血管和鼻腺,能温暖、湿润吸入的空气。鼻中隔前下部的黏膜较薄,此区毛细血管特别丰富,称**Little 区**,是鼻出血常见部位。

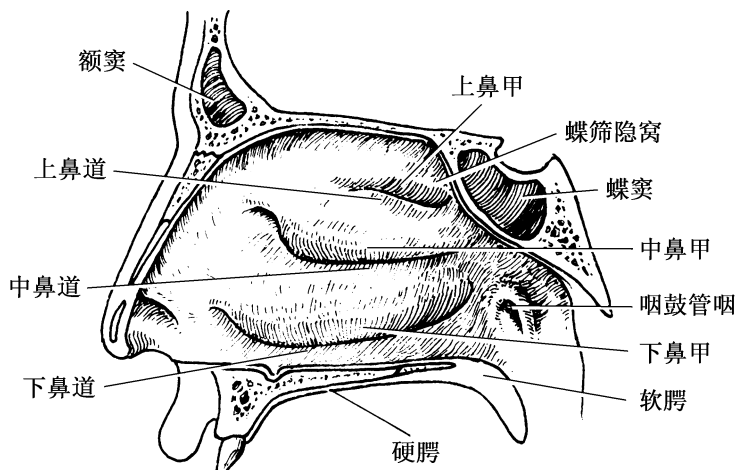


图 6-2 鼻腔外侧壁

(三) 鼻旁窦

鼻旁窦(paranasal sinuses)又称**副鼻窦**,由骨性鼻旁窦内衬黏膜构成,包括上颌窦、额窦、筛窦和蝶窦各一对。额窦、上颌窦和筛窦前群、中群开口于中鼻道;筛窦后群开口于上鼻道;蝶窦开口于蝶窦隐窝(图 6-3)。

由于鼻旁窦的黏膜与固有鼻腔的黏膜相延续,因此鼻腔的炎症常可蔓延至鼻旁窦。上颌窦是鼻旁窦中最大的一对,窦的开口位置高于窦底,炎症时,脓液不易流出,故上颌窦的慢性炎症较多见,宜采用体位引流。鼻旁窦可调节吸入空气的温度和湿度并对发音起共鸣作用(图 6-4)。

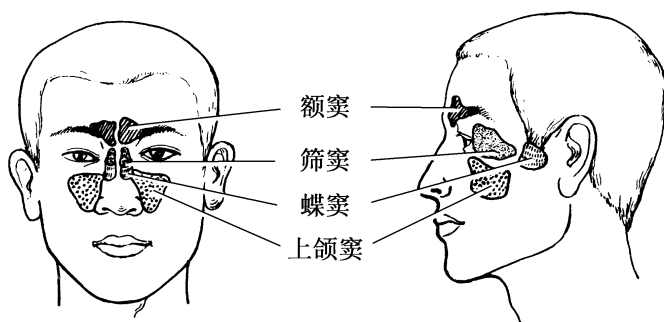


图 6-3 鼻旁窦在面部的投影

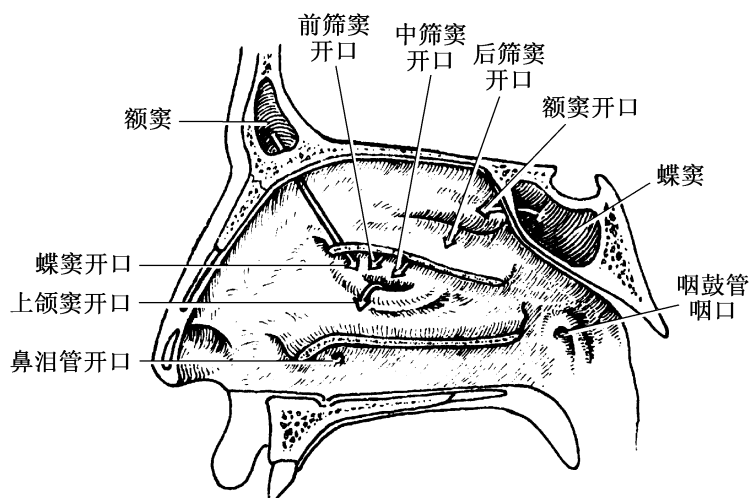


图 6-4 鼻旁窦开口

二、咽

参见消化系统。

三、喉

(一) 喉的位置

喉位于颈前部正中,咽喉部的前方,相当于第5~6颈椎的高度。喉上通咽,下续气管,可随吞咽或发音而上、下移动。喉的两侧与颈部大血管、神经和甲状腺相邻。女性喉的位置略高于男性,小儿的喉比成人高。

(二) 喉的结构

喉既是呼吸道,又是发音的器官,由数块喉软骨借关节和韧带连成支架,周围附有喉肌,内面衬以喉黏膜构成(图6-5)。

1. 喉软骨及其连结 喉软骨有甲状软骨、环状软骨、会厌软骨和杓状软骨。

甲状软骨最大,位于舌骨的下方,构成喉的前外侧壁。甲状软骨的前上部向前突出称喉

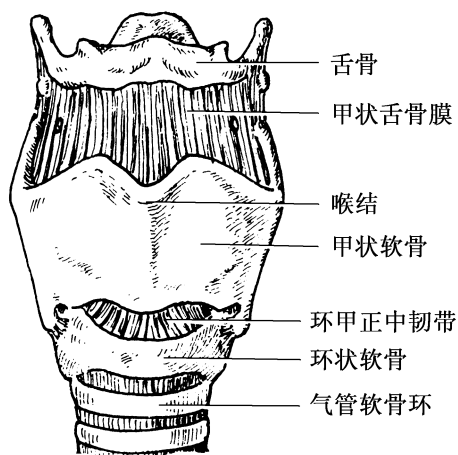


图 6-5 喉软骨及其连结(前面)

结,成年男性特别明显。甲状软骨上缘借甲状舌骨膜与舌骨相连,其下缘两侧与环状软骨构成环甲关节(图 6-6)。

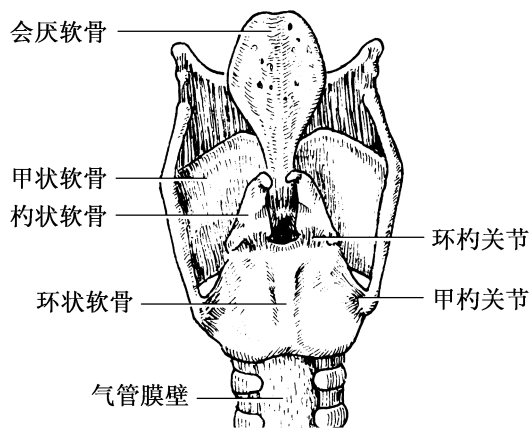


图 6-6 喉软骨及其连结(后面)

环状软骨在甲状软骨下方,是呼吸道唯一完整的软骨环。环状软骨前窄后宽,后方平对第 6 颈椎,是颈部重要的体表标志。

会厌软骨形似树叶,其上端宽而游离,下端缩细附于甲状软骨内面。会厌软骨连同表面覆盖的黏膜构成会厌,吞咽时,会厌可盖住喉口,以防止食物误入喉腔。

杓状软骨左、右各一,分为一尖一底两突三面,呈三棱锥体形,其尖向上,底朝下,位于环状软骨后部的上方,与环状软骨构成环杓关节。每侧杓状软骨与甲状软骨间都有一条声韧带相连。声韧带是发音的重要结构。

2. 喉腔及喉黏膜 喉的内腔称喉腔(laryngeal cavity),喉腔的入口称喉口。喉腔壁的内面衬有黏膜,与咽、气管的黏膜相延续,喉腔中部的两侧壁上有上、下两对呈前后方向的黏膜皱襞,上方的一对称前庭襞,两侧前庭襞之间的裂隙称前庭裂;下方的一对称声襞,由喉黏膜覆盖声韧带构成,两侧声襞之间的裂隙称声门裂(图 6-7)。声门裂是喉腔最狭窄的部位。

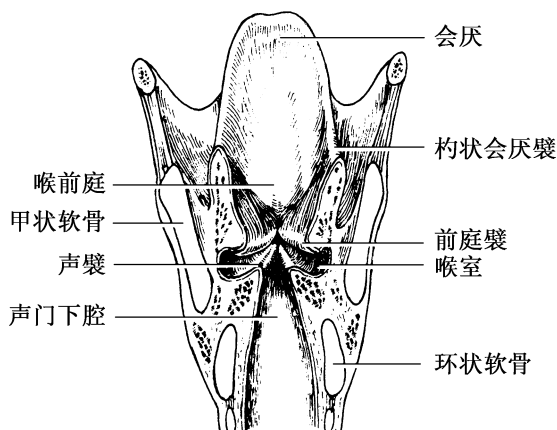


图 6-7 喉腔(冠状面)

喉腔借两对皱襞分为三部分：喉前庭、喉中间腔和声门下腔。声门下腔的黏膜下组织比较疏松，炎症时易引起水肿，幼儿因喉腔较狭小，水肿时易引起阻塞而造成呼吸困难（图 6-8）。

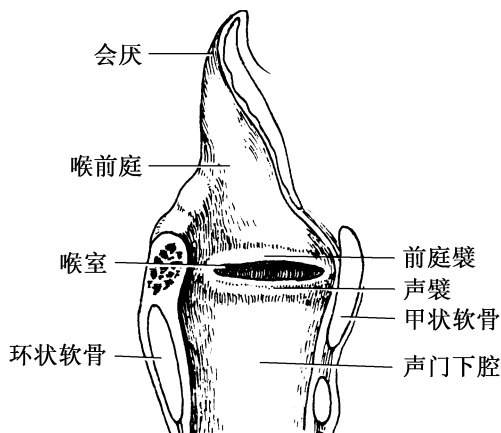


图 6-8 喉腔(矢状面)

3. 喉肌 为数块细小的骨骼肌，附着于喉软骨。喉肌的舒缩使环甲关节和环杓关节产生运动，引起声襞的紧张或松弛、声门裂开大或缩小，从而调节音调的高低和声音的强弱。

第二节 气管和主支气管

气管和主支气管是连接于喉与肺之间的通气管道。

一、气管和主支气管的形态和位置

气管(trachea)和主支气管是后壁平坦的圆形管道。气管上接环状软骨，沿食管前面降入胸腔，在胸骨角平面分为左、右主支气管，其分叉处称气管杈，在气管杈偏左侧内面有一向上凸的半月状嵴，称气管隆嵴，是支气管镜检查的定位标志。气管的颈部位置表浅，在颈部

正中可以摸到。临床上作气管切开术时,常在第3~4或第4~5气管软骨处进行。左主支气管较细长,走行方向接近水平位;右主支气管略粗短,走行方向较垂直。因此,误入气管的异物,常易坠入右主支气管内。

左、右主支气管在肺门附近分支进入肺内,入肺后再反复分支呈树状称支气管树。

二、气管和主支气管的结构

气管和主支气管的管壁由黏膜、黏膜下层和外膜构成(图6-9)。

1. 黏膜 由上皮和固有层构成。上皮为假复层纤毛柱状上皮,由纤毛细胞(ciliated cell)、杯状细胞(goblet cell)、基细胞(basal cell)、刷细胞(brush cell)和弥散神经内分泌细胞(diffuse neuroendocrine cell)组成。杯状细胞和气管腺分泌的黏液,附在上皮表面,可黏附空气中的尘埃及微生物,经纤毛的不断摆动而向咽部移动,可将黏液及黏附物排出。固有层由结缔组织构成,含有弹性纤维、小血管和淋巴组织。

2. 黏膜下层 为疏松结缔组织,与固有层没有明显界限,含有气管腺(tracheal gland)、血管、淋巴管和神经。

3. 外膜 由“C”形透明软骨和结缔组织构成。软骨的缺口处为膜性部,有平滑肌束、弹性纤维和较多的气管腺。

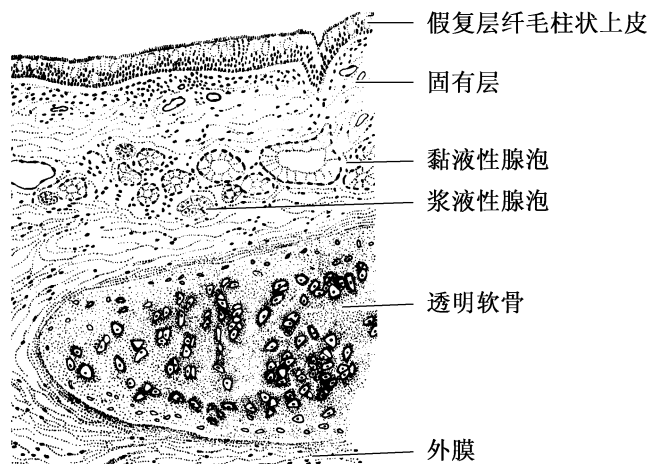


图6-9 气管的微细结构(横切面)

第三节 肺

一、肺的位置与形态

肺(lungs)位于胸腔内,左、右两肺分居膈的上方和纵隔两侧。幼儿的肺呈淡红色,成人的肺由于吸入空气中的灰尘,逐渐沉积而形成深灰色。

肺质软而轻,呈海绵状富有弹性,内含空气,比重小于1,故入水下沉;而未经呼吸的肺,肺内不含空气,质实而重,比重大于1,入水则沉,法医常用此特点来判断新生儿是否宫内死亡。

肺形似圆锥形,有一尖、一底、二面和三缘。

肺尖呈钝圆形,经胸廓上口突至颈根部,高出锁骨内侧面 1/3 上方 2~3cm。肺底位于膈上面,向上凹,故又称膈面。肋面隆凸,邻接肋和肋间肌。内侧面邻贴纵隔,亦称纵隔面,此面中部凹陷处称肺门,是主支气管、肺动脉、肺静脉、淋巴管和神经等进出之处。进出肺门的结构被结缔组织包绕,构成肺根。肺的前缘薄锐,左肺前缘下部有左肺心切迹,切迹下方的舌状突起,称左肺小舌。肺的后缘圆钝,肺的下缘亦较薄锐。

左肺稍狭长,被斜裂分为上、下两叶(图 6-10);右肺略宽短,被斜裂和水平裂分为上、中、下三叶(图 6-11)。

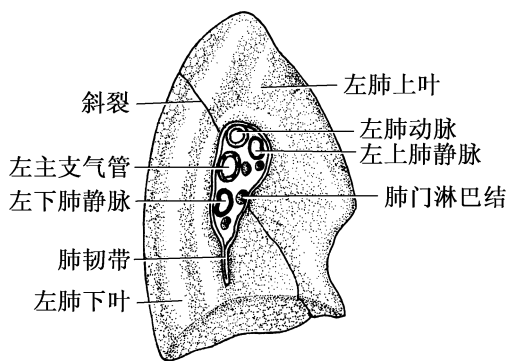


图 6-10 左肺(内侧面)

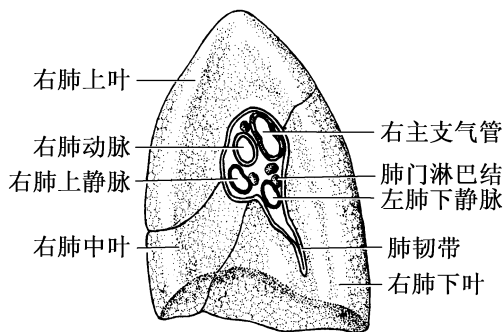


图 6-11 右肺(内侧面)

二、肺段支气管与支气管肺段

(一) 肺段支气管

主支气管进入肺门后,左主支气管分上、下两支,右主支气管分上、中、下三支,进入相应的肺叶,构成肺叶支气管。肺叶支气管再分支即为肺段支气管。

(二) 支气管肺段

每一肺段支气管的分支及其所连的肺组织构成一个支气管肺段,简称肺段。肺段呈锥体形,尖向肺门,底朝肺的表面。每侧肺分为 10 个肺段。相邻肺段之间有薄层结缔组织相隔。每个肺段均可视为具有一定独立性的单位,故临床上可据此进行病变的诊断定位或作肺段切除术。

三、肺的微细结构

肺的表面有一层浆膜,即胸膜脏层。肺组织分实质和间质两部分。肺实质由支气管树(bronchial tree)和肺泡构成。肺间质为肺内的结缔组织、血管、淋巴管和神经等。

根据功能不同,肺实质又可分为导气部和呼吸部(图 6-12)。

(一) 导气部

支气管由肺门入肺后,分支为叶支气管、段支气管、小支气管、细支气管(bronchiole)(直径约 1mm)以及终末细支气管 terminal bronchiole(直径约 0.5mm),只有输送气体的功能,

不进行气体交换,为肺的**导气部**。每一细支气管连同它的各级分支和所属的肺泡构成一个**肺小叶**(pulmonary lobule)。

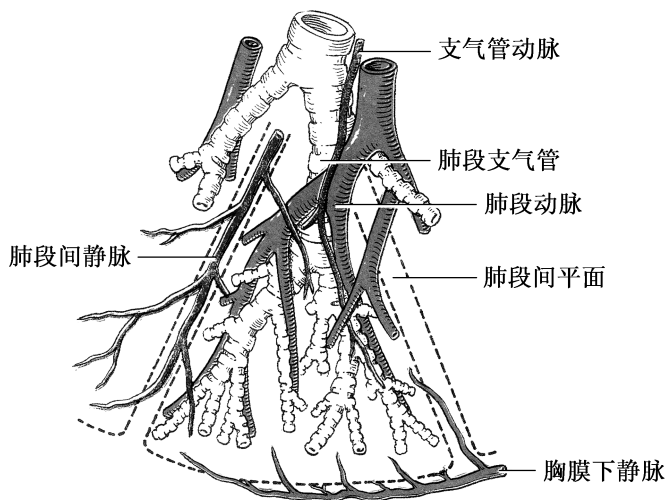


图 6-12 肺内结构(模式图)

导气部各级分支随着管腔逐渐变细,管壁逐渐变薄,上皮由假复层纤毛柱状上皮移行为单层纤毛柱状上皮,杯状细胞、腺体和软骨逐渐减少,而平滑肌相对增多。到终末细支气管,管壁的上皮已是单层纤毛柱状上皮,杯状细胞、腺体和软骨均消失,有一层完整的环行平滑肌。平滑肌的舒缩可改变气道的管径,以调节肺泡内的通气量。某些病理情况下,其平滑肌发生痉挛,管腔变窄,导致呼吸困难,称**支气管哮喘**。

(二) 呼吸部

呼吸部是肺进行气体交换的部分,包括**呼吸性细支气管**、**肺泡管**、**肺泡囊**和**肺泡**等。

1. **呼吸性细支气管**(respiratory bronchiole) 是终末细支气管的分支,上皮为单层立方上皮,周围有少量结缔组织和平滑肌。管壁上有少量肺泡的开口,故管壁不完整。

2. **肺泡管**(alveolar duct) 是呼吸性细支气管的分支,与大量肺泡相连,故管壁自身结构很少,仅在相邻肺泡开口处保留少许。

3. **肺泡囊**(alveolar sac) 肺泡管分支为肺泡囊,是许多肺泡共同开口的囊腔。相邻肺泡开口间无平滑肌束,仅有少量结缔组织。

4. **肺泡**(pulmonary alveoli) 为多面形有开口的囊泡,开口于肺泡囊、肺泡管和呼吸性细支气管的管腔。每侧肺约有 3 亿~4 亿个肺泡,是进行气体交换的场所。肺泡壁极薄,由单层肺泡上皮和基膜构成。

(1) **肺泡上皮** 为单层上皮,细胞有两种类型: **I 型肺泡细胞**(type I alveolar cell),呈扁平形,是肺泡上皮的主要细胞,构成气体交换的广大面积; **II 型肺泡细胞**(type II alveolar cell),呈圆形或立方形,嵌在 I 型肺泡细胞之间,能分泌**表面活性物质**(磷脂类),具有降低肺泡表面张力、稳定肺泡直径的作用(图 6-13)。

(2) **肺泡隔**(alveolar septum) 是相邻肺泡之间的薄层结缔组织,内含丰富的毛细血管网、较多的弹性纤维和肺泡巨噬细胞,属肺的间质。其弹性纤维使肺泡具有良好的

弹性。肺泡巨噬细胞有吞噬病原体和异物的能力,若吞噬了灰尘则称尘细胞(dust cell)(图6-14)。

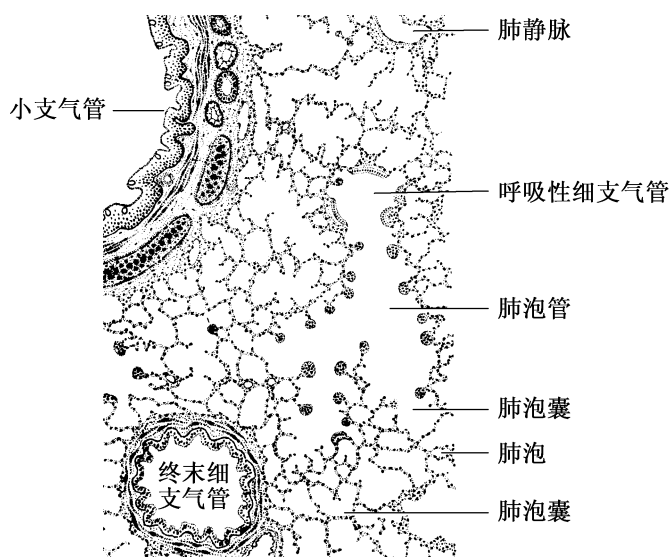


图6-13 肺的微细结构

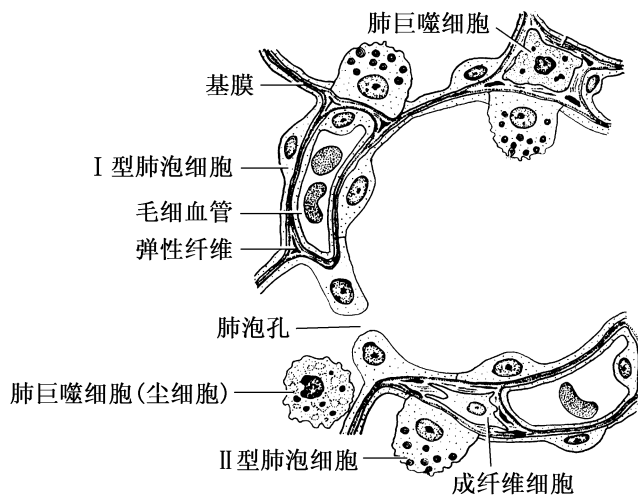


图6-14 肺泡上皮和肺泡隔

(3) 气-血屏障(blood-air barrier) 肺泡内气体与肺泡隔毛细血管内的血液进行气体交换所通过的结构称气-血屏障。由肺泡表面液体层、I型肺泡细胞与基膜、薄层结缔组织、毛细血管基膜与连续内皮构成。

四、肺的体表投影

肺尖的体表投影：锁骨内侧1/3部的上方2~3cm处。

肺下界的体表投影：锁骨中线处与第6肋相交；腋中线处与第8肋相交；肩胛线处与第10肋相交；近后正中线处于第11胸椎棘突平面。

五、肺的血管

肺有两套血管,一套是完成气体交换功能的肺动脉和肺静脉,另一套是营养肺和各级支气管的支气管动脉和支气管静脉。

第四节 胸 膜

一、胸腔、胸膜与胸膜腔的概念

胸腔(thoracic cavity)由胸廓与膈围成,上界为胸廓上口与颈部通连;下界借膈与腹腔分离。胸腔内可分三部,即左、右两侧为胸膜腔和肺,中间为纵隔。

胸膜(pleura)是一层薄而光滑的浆膜,分为互相移行的脏胸膜与壁胸膜两部分。脏胸膜紧贴肺表面;壁胸膜贴附于胸壁内面、膈上面和纵隔表面(图6-15)。

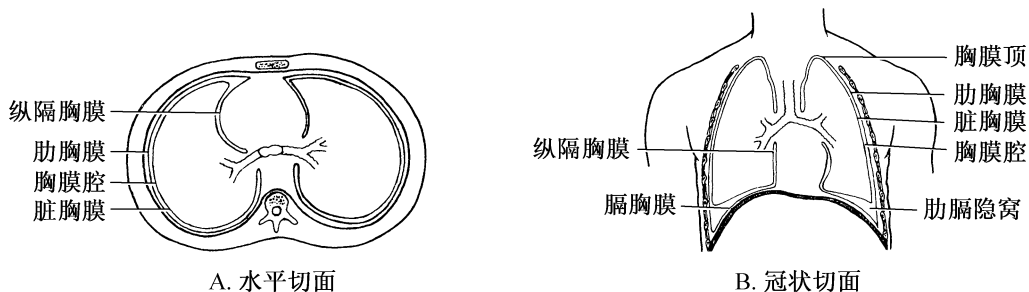


图6-15 胸膜和胸膜腔(示意图)

胸膜腔(pleural cavity)是由脏胸膜与壁胸膜在肺根处相互移行所形成的封闭腔隙,左右各一,互不相通,腔内呈负压,仅有少量浆液,可减少呼吸时两层胸膜间的摩擦。由于胸膜腔内的负压吸附作用,使脏胸膜和壁胸膜相互贴附在一起,为潜在性的腔隙。

二、胸膜的分部及胸膜隐窝

脏胸膜紧贴肺表面,与肺紧密结合而不能分离,并伸入肺叶间裂内。壁胸膜因贴附部位不同可分为4部分:①膈胸膜紧贴于膈的上面,不易剥离。②肋胸膜贴附于肋骨与肋间肌内面,两肋之间有胸内筋膜存在,故较易剥离。③纵隔胸膜贴附于纵隔的两侧面,纵隔胸膜的中间包绕肺根移行于脏胸膜,并在肺根下方前后两层重叠,连于纵隔外侧面与肺内侧面之间,称肺韧带。肺韧带对肺有固定作用,也是肺手术的标志。④胸膜顶突出胸廓上口,伸向颈根部,覆盖于肺尖上方,高出锁骨内侧面1/3上方2~3cm。针灸或作臂丛神经麻醉时,应注意胸膜顶的位置,因穿破管层造成气胸。

壁胸膜相互移行转折处的胸膜腔,在深吸气时肺缘也不能伸入此空间,胸膜腔的这部分称胸膜隐窝(pleural recesses)。其中最大最重要的胸膜隐窝是在肋胸膜和膈胸膜相互转折处,称肋膈隐窝。肋膈隐窝是胸膜腔的最低部位,胸膜腔积液首先积聚于此,同时也是易发生粘连的部位,其深度一般可达两个肋及其间隙,深吸气时,肺下缘也不能伸入此隐窝。

三、胸膜下界的体表投影

胸膜下界的体表投影：胸膜下界是肋胸膜与膈胸膜的返折处，较肺下缘约低两个肋。在锁骨中线处与第8肋相交；腋中线处与第10肋相交；肩胛线处与第11肋相交；近后正中线处位于第12胸椎棘突平面(图6-16,17)。

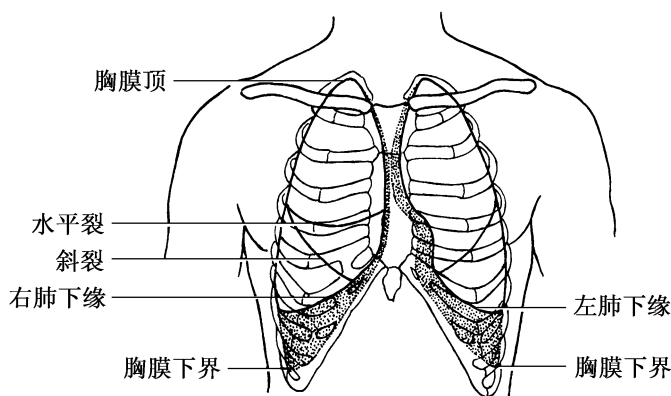


图6-16 肺及胸膜的体表投影(前面)

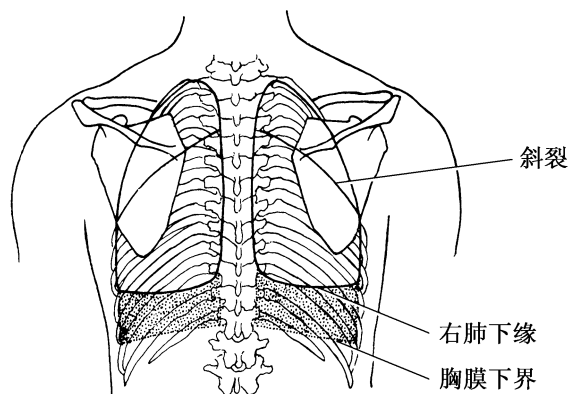


图6-17 肺及胸膜的体表投影(后面)

第五节 纵 隔

纵隔(mediastinum)是左、右纵隔胸膜之间所有器官和组织的总称。纵隔的前界为胸骨,后界为脊柱胸段,两侧界为纵隔胸膜,上界是胸廓上口,下界为膈。

纵隔通常以胸骨角平面(平对第4胸椎椎体下缘)将纵隔分为上纵隔和下纵隔。下纵隔再以心包为界,分为前纵隔、中纵隔和后纵隔(图6-18)。

上纵隔 主要内容为胸腺,内有头臂静脉、上腔静脉、膈神经、迷走神经、喉返神经、主动脉及其三条大分支,包括食管、气管、胸导管和淋巴结。

前纵隔 位于胸骨与心包之间,内有胸腺下部、部分纵隔前淋巴结及疏松结缔组织。

中纵隔 位于前、后纵隔之间,内有心包、心和大血管、膈神经、奇静脉弓、心包膈血管及淋巴结。

后纵隔 位于心包与脊柱之间,内有主支气管、食管、胸主动脉、胸导管、奇静脉、半奇静脉、迷走神经、胸交感干和淋巴结。

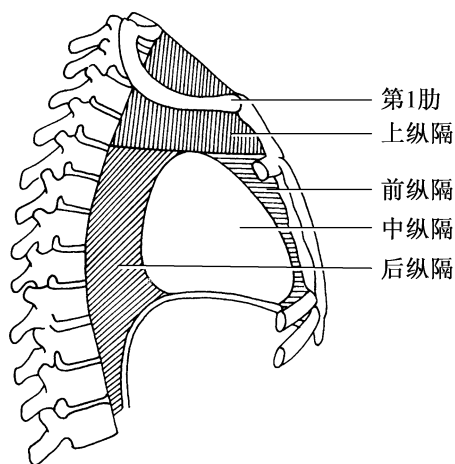


图 6-18 纵隔的分部

第七章

泌尿系统

泌尿系统(urinary system)由肾、输尿管、膀胱和尿道组成(图7-1)。肾是形成尿的器官。人体在新陈代谢过程中产生的代谢物质(如尿素、尿酸等)及多余的水分和无机盐等,经肾过滤形成尿。输尿管是输送尿到膀胱的肌性管道。膀胱是贮尿的器官,当贮存到一定量时,经尿道排出体外。泌尿系统的主要功能就是通过尿液的生成和排泄,维持机体新陈代谢的正常进行和内环境的相对稳定。

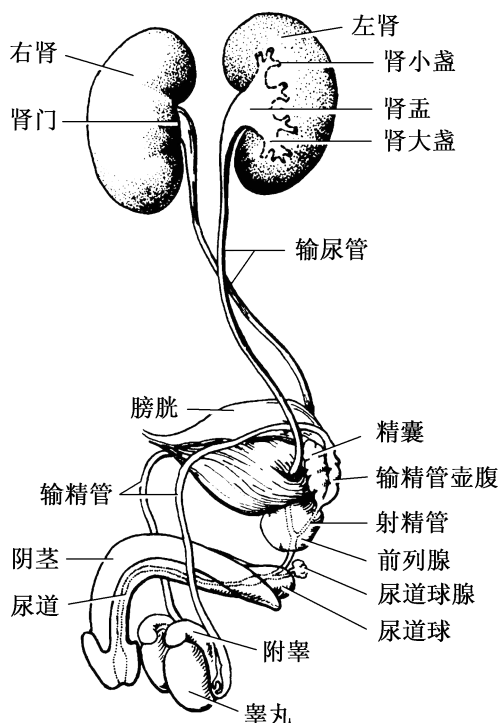


图7-1 泌尿系全貌(男性)

第一节 肾

一、肾的形态

肾(kidney)左、右各一,似蚕豆形,呈红褐色,分为上、下两端,前、后两面,内、外侧两缘。

肾的内侧缘中部凹陷,称肾门(renal hilum),是肾盂、肾动脉、肾静脉、淋巴管和神经等结构进出肾的部位。出入肾门的结构被结缔组织包裹在一起称肾蒂。肾窦是肾门向内凹陷,容纳肾血管、淋巴管、神经、肾盏、肾盂及脂肪组织等结构的部位。

二、肾的位置

两肾位于脊柱的两旁,腹后间隙内,属腹膜外位器官。左肾上端约平第11胸椎体的下缘,下端达第2腰椎体下份;右肾因受肝的影响而略比左肾低半个椎体(图7-2)。肾门约平对第1腰椎体平面。在腰背部,肾门的体表投影在竖脊肌外侧缘与第12肋所形成的夹角内,临床上称肾区。肾有疾病时,该处可有叩击痛(图7-3)。

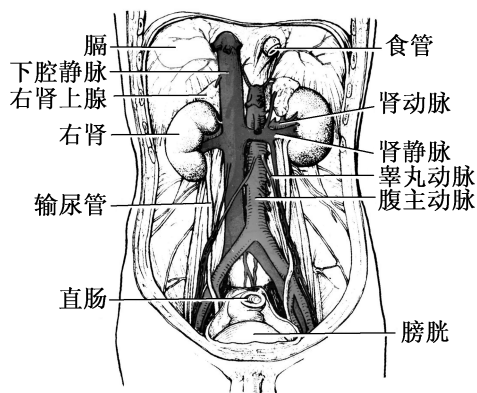


图 7-2 肾与输尿管

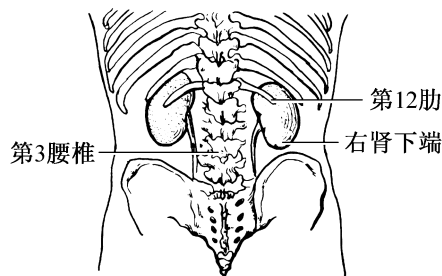


图 7-3 肾与肋骨和椎骨的位置关系

三、肾的被膜

肾的表面由内向外依次包有三层被膜,分别为纤维囊、脂肪囊和肾筋膜(图7-4)。纤维囊(fibrous capsule)为一层致密结缔组织薄膜,包裹于肾实质的表面,容易剥离。脂肪囊(adipose capsule)是在纤维囊外围的脂肪组织,对肾有保护作用。临床上所作肾囊封闭术,就是将药液注入肾脂肪囊内。肾筋膜(renal fascia)分前、后两层覆盖在肾脂肪囊的外面,在肾的外侧和下方互相融合。在其内侧,肾筋膜前层与对侧的前层互相连

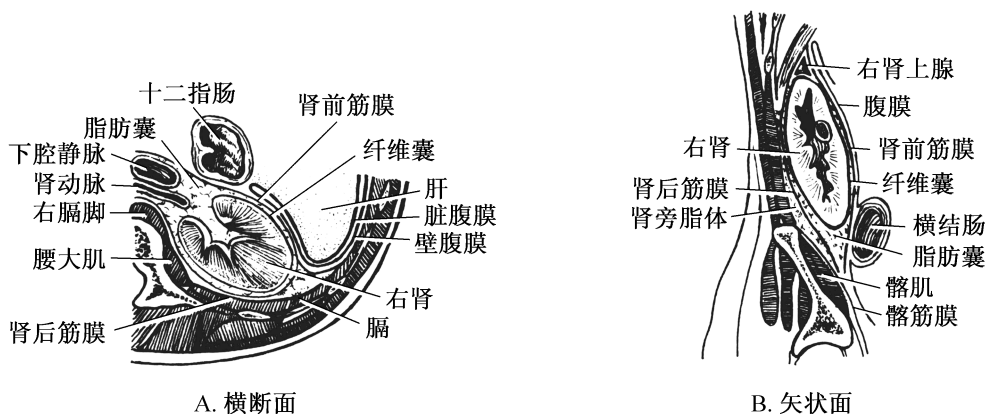


图 7-4 肾的被膜

续。在肾的下方,其前、后两层筋膜分离。肾筋膜发出许多结缔组织小束,穿过深面的脂肪囊连于纤维囊,对肾起固定作用。由多种因素维持肾的正常位置,如肾筋膜、脂肪囊、肾血管、腹膜、肾的邻近器官的承托以及腹内压等。当肾的这些因素不健全时,可造成肾下垂。

四、肾的结构

1. 肾的剖面结构 冠状面上,肾实质分为肾皮质(renal cortex)和肾髓质(renal medulla)两部分(图7-5)。肾皮质位于表层及肾锥体之间,血管丰富,新鲜标本呈暗红色。伸入肾锥体之间的皮质部分称肾柱。肾髓质由15~20个肾锥体组成,位于肾皮质的深部,色较淡。肾锥体的底朝肾皮质,尖朝肾窦,突入肾盏形成肾乳头,其顶端有许多乳头管的开口。肾乳头被漏斗状的肾小盏包绕,一般2~3个肾小盏合成一个肾大盏,2~3个肾大盏汇合形成漏斗状的肾盂。出肾门后的肾盂逐渐变细,移行为输尿管。

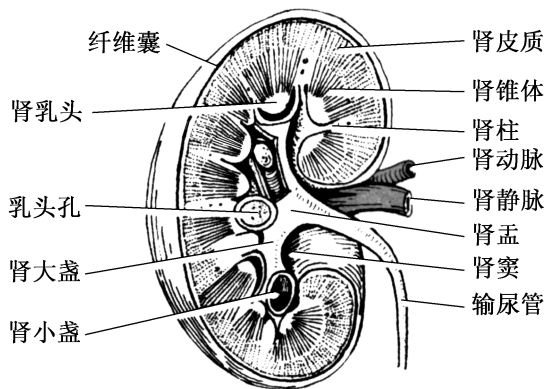


图7-5 肾的内部结构(右肾冠状切面)

2. 肾的微细结构 肾实质主要由大量泌尿小管(uriniferous tubule)构成。其间有血管、神经和少量结缔组织等,为肾的间质。泌尿小管由肾小管和集合小管组成。肾小管起始部膨大内陷成双层的肾小囊,与血管球共同构成肾小体(图7-6)。

(1) 肾单位(nephron) 是尿液形成的结构和功能单位,每个肾约有100万个肾单位,每个肾单位分肾小体和肾小管两部分。

1) 肾小体(renal corpuscle): 肾小体呈球形,位于肾皮质内,由血管球和肾小囊组成。

血管球(glomerulus)是包在肾小囊内的一团蟠曲的毛细血管,其一端连有两条小动脉:粗短的入球微动脉和细长的出球微动脉。血管球的毛细血管为有孔型。毛细血管之间为球内系膜,由球内系膜细胞和基质构成。球内系膜细胞能合成基质,还具有吞噬能力,参与基膜更新及清除基膜上的沉积物,以维持基膜的通透性。

肾小囊(renal capsule)是肾小管起始部膨大凹陷而成的双层囊。外层由单层扁平上皮构成,内层由紧贴血管球毛细血管外的足细胞(podocyte)构成。两层之间的腔隙称肾小囊腔。足细胞从胞体上伸出几个较大的初级突起,初级突起又分出许多指状的次级突起。相邻足细胞的次级突起相互交叉嵌合,其间的窄隙称裂孔(slit pore),孔上覆盖一层极薄的裂孔膜(slit membrane)。血管球毛细血管的有孔内皮、基膜和裂孔膜构成滤过屏障(filtration barrier)。当血液流经血管球时,血浆中除蛋白质等大分子物质外,其他成分均可经滤过屏

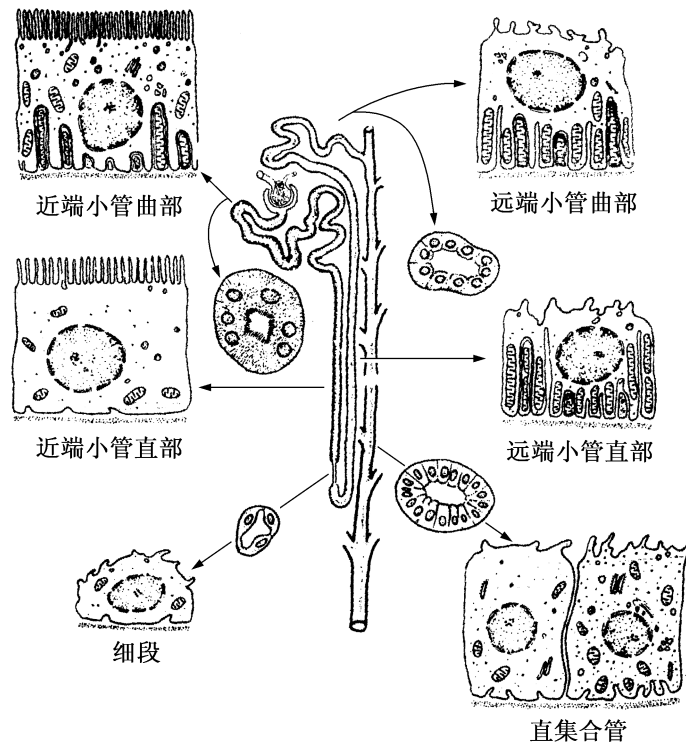


图 7-6 肾的微细结构

障滤入肾小囊腔成为原尿。若滤过屏障受损,则大分子蛋白质,甚至血细胞亦可漏出,出现蛋白尿或血尿(图 7-7)。

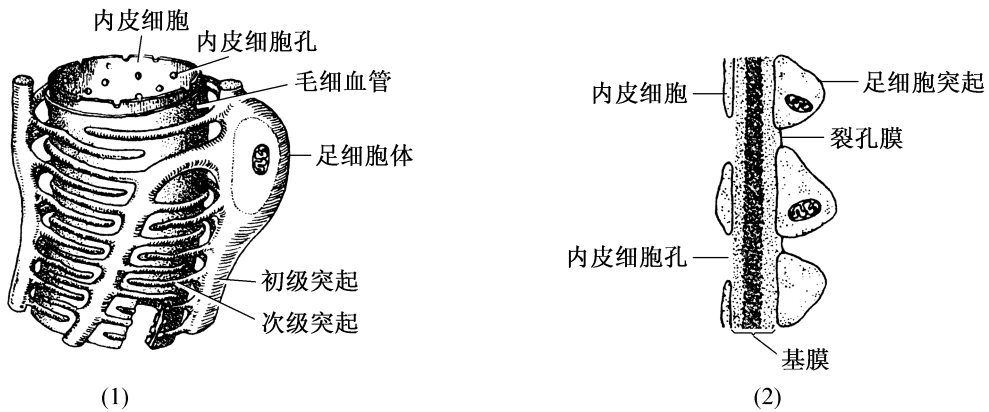


图 7-7 肾的滤过屏障

2) 肾小管(renal tubule): 肾小管是一条由单层上皮围成的、细长而弯曲的小管,与肾小囊相延续,终于集合小管。肾小管依次可分为近端小管(proximal tubule)、细段(thin segment)和远端小管(distal tubule)。近端小管和远端小管又都分为曲部和直部。近端小管的起始段是曲部,蟠曲在肾小体的附近。近端小管直部、细段和远端小管直部构成“U”形

的髓襻(medullary loop),又称肾单位襻(nephron loop)。远端小管曲部也蟠曲在肾小体的附近,接集合小管(collecting tubule)。近端小管的上皮细胞呈锥体形或立方形,细胞界限不清。细胞的游离面有刷状缘,电镜下为密集排列的微绒毛,它极大地增加了细胞的表面积,有利于重吸收;细段上皮为单层扁平上皮,管壁甚薄,有利于水和离子通透;远端小管的上皮细胞呈立方形,细胞界限清楚,其游离面无刷状缘,基部纵纹较明显。远端小管直部能主动向间质转运 Na^+ ,形成间质内的高渗,有利于水的重吸收;远端小管曲部是离子交换的重要部位,能吸收 H_2O 、 Na^+ ,排出 K^+ 、 H^+ 、 NH_3 等。

(2) 集合小管 与远端小管曲部相接,管径由细逐渐变粗,最后汇集成乳头管,开口于肾小盏。管壁上皮由单层立方逐渐增高为单层柱状,至乳头管为单层高柱状上皮。集合小管也具有重吸收 H_2O 、 Na^+ 和排出 K^+ 的功能。

成人两侧肾的肾小体在一昼夜内滤出的原尿约180L。原尿流过肾小管和集合小管,经它们的重吸收和分泌作用,最后形成的终尿仅为原尿的1%,每天排出1~2L。

(3) 球旁复合体(juxtaglomerular complex) 包括球旁细胞、致密斑和球外系膜细胞。

1) 球旁细胞(juxtaglomerular cell): 在近肾小体处,入球微动脉管壁的平滑肌细胞转变为上皮样细胞,称球旁细胞。细胞较大呈立方形,核大而圆,胞质弱嗜碱性,可分泌颗粒,能分泌肾素(renin)。

2) 致密斑(macula densa): 远端小管靠近肾小体一侧的上皮细胞由立方形变为高柱状,排列紧密形成一个椭圆形的结构,称致密斑。致密斑是钠离子感受器,并能影响球旁细胞分泌肾素。

3) 球外系膜细胞(extraglomerular mesangial cell): 位于入球微动脉、出球微动脉和致密斑之间的三角形区域内,于球旁细胞和球内系膜细胞之间有缝隙连接,可起到传递“信息”的作用。

五、肾的血管与血液循环特点

肾动脉发自腹主动脉,经肾门入肾,一般分为上极支、下极支、前上支、前下支和后支等5个分支。每个分支所供应的一个区域称为一个肾段。行于肾髓质与肾皮质交界处的分支称弓状动脉,它分出小叶间动脉,再由小叶间动脉发出许多入球微动脉进入肾小囊,形成肾小球(血管球)。微动脉穿出肾小球,形成出球微动脉离开肾小体后,再度形成毛细血管网,分布于肾皮质的肾小管周围,然后汇集成小叶间静脉。肾髓质内的小动脉为弓状动脉和直小动脉。静脉与动脉伴行并同名,小叶间静脉和直小静脉中的血液都汇入弓状静脉,然后汇入肾静脉。

肾的血管配布有以下特点:① 肾动脉粗而短,直接发自腹主动脉,血压高,血流量大,每分钟全身循环血量约有20%流经肾,有利于生成尿液,排出代谢产物;② 入球微动脉粗短,出球微动脉细长,因而肾小球(血管球)内血压高,有利于肾小体的滤过作用;③ 在肾实质内,动脉形成两次毛细血管,第一次是入球微动脉形成肾小球,有利于原尿形成;第二次是出球微动脉在肾小管周围形成球后毛细血管,有利于肾小管对原尿的重吸收。