

◆耳鼻咽喉科全书◆

耳科学

(上册)

ERKEXUE

上海科学技术出版社

耳 鼻 咽 喉 科 全 书

耳 科 学

上 册

主 编 何永照 姜泗长

上 海 科 学 技 术 出 版 社

耳鼻咽喉科全书

耳 科 学

上 册

主编 何永照 姜泗长

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 37.75 插页 4 字数 911,000

1983 年 12 月第 1 版 1983 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—11,000

统一书号: 14119·1593 定价: (科五)4.75 元

《耳鼻咽喉科全书》

总 编 李宝实

副总编 萧轼之

主 编 吴学愚 何永照 姜泗长 徐荫祥 彭勇炎

《耳鼻咽喉科全书》编写组(以姓氏笔划为序)

毛承樾 上海第二医学院附属新华医院

王鹏万 上海第一医学院附属眼耳鼻喉科医院

孙鸿泉 山东医学院

何永照 上海第二医学院附属第三人民医院

张庆松 北京首都医院

吴学愚 上海第一医学院附属眼耳鼻喉科医院

李宝实 第二军医大学

李继孝 上海市第一人民医院

邹宜昌 第二军医大学

周君琪 上海市虹口区中心医院

胡雨田 第二军医大学第二附属医院

姜泗长 中国人民解放军总医院

钱士良 第二军医大学第二附属医院

徐荫祥 北京市耳鼻喉科研究所

黄嘉裳 上海市静安区中心医院

彭勇炎 湖南医学院附属第一医院

董民声 河南医学院附属第一医院

程锦元 上海第二医学院附属瑞金医院

蔡钺侯 浙江医科大学附属第二医院

萧轼之 第二军医大学第一附属医院

魏能润 武汉医学院附属第一医院

前 言

《耳科学》分为上、下两册。这本上册是《耳鼻咽喉科全书》的第四分册。其内容除重点为耳科学的基础理论和各种检查法外,还包括外耳、中耳疾病及耳源性颅内、外并发症等的论述。由于它是一本耳科学专著,上述内容的深度、广度均为一般书籍所不及,因而是适用于各级耳鼻咽喉科工作者的参考书。

近年来,耳科学的发展比较迅速,不论国内外,均有日新月异之势。由于种种原因,本书从陆续完成初稿到交稿付印,几经寒暑。虽然,我们在审修定稿时,也曾作了一些努力,力求能够较多的介绍新的理论、技术、方法和成就,但限于我们的理论水平和实践经验,仍赶不上迅速发展的形势,待到本书出版与读者见面时,其内容必将与当时的发展水平有更大的距离,尚希读者批评指正。

耳科学的名词术语较多,又不断有新名词术语出现,其中很多尚无统一译名。除已有习惯的译名者外,其他名词术语书中力求一致,对不尽适当的译名,则均附有外文,以便读者参考。

与其他几个分册相同,本书也是集体智慧和劳动的产物。为本书撰稿的有全国各地 36 个单位的 40 余位作者,部分章节系由两篇,甚至更多篇原稿综合而成。为了避免不必要的重复,在审修定稿时我们作了一些删节,尚祈有关作者鉴谅。为了同一目的,本书第七篇第三章《内耳损伤和后天性畸形》将分别在《耳科学》下册第十五篇《感音神经聋》的有关章节中叙述,本书仅列出章名。

根据读者的建议,本书于各章文末,列出主要参考文献。

本书编写过程中承蒙有关单位的领导以及全国耳鼻咽喉科工作者的关怀与支持,汪馥堂医师、鲍琪华同志为整理插图,誊抄书稿付出了辛勤劳动,谨致以衷心感谢。

《耳鼻咽喉科全书》编写组

一九八二年二月

目 录

第一篇 耳比较解剖学、胚胎学、解剖学及生理学

第一章 耳比较解剖学	1	第五节 内耳的神经和血管	79
第一节 无脊椎动物	1	第四章 听觉生理	87
第二节 脊椎动物	4	第一节 声的物理学基础与听觉一般特性	88
第二章 耳胚胎学	16	第二节 耳的生理	96
第一节 概论	16	第三节 听觉中枢生理	128
第二节 内耳的发育	18	第五章 前庭生理	138
第三节 中耳的发育	33	第一节 前庭生理概念	138
第四节 外耳的发育	38	第二节 前庭感受器的生理功能	140
第三章 耳解剖学	40	第三节 前庭中枢联系及其反射作用	145
第一节 颞骨解剖	40	第四节 刺激前庭的反应	151
第二节 外耳解剖	45	第五节 前庭习服和前庭锻炼	155
第三节 中耳解剖	50	第六节 超重和失重下的前庭生理	157
第四节 内耳解剖	69		

第二篇 症状学和检查学

第一章 耳的症状学	160	第一节 耳科门诊检查的常用设备及其使用	168
第一节 耳痛	160	第二节 一般检查法	170
第二节 耳漏	161	第三章 耳科疾病的X线诊断	178
第三节 耳聋	162	第一节 检查方法	178
第四节 耳鸣	163	第二节 耳部解剖的正常X线表现	185
第五节 眩晕	164	第三节 先天发育畸形	191
第六节 面瘫	166	第四节 外伤	192
第七节 耳后肿胀	167	第五节 炎症	194
第八节 其他	167	第六节 肿瘤	202
第二章 耳部检查法	168		

第三篇 听 力 检 查

第一章 一般听力测验	214	第一节 纯音听力计测验	221
第一节 语声测验	214	第二节 自描听力计测验	234
第二节 表声测验	215	第三章 阈上听力测验	239
第三节 音叉测验	215	第一节 重振测验	239
第二章 听阈测验	221	第二节 听觉疲劳和病理性适应测验	247

第四章 儿童、诈聋(伪聋)和精神性聋的听力测验249	电位的分类	270
第一节 儿童听力测验	第二节 耳蜗电图描记法	272
第二节 诈聋(伪聋)和精神性聋听力测验	第三节 脑干诱发电位测听法	277
第五章 声阻抗测听法255	第四节 皮层诱发电位测听法	285
第一节 声阻抗测听法的原理	第五节 声动反射	288
第二节 声阻抗测听法的临床应用	第七章 语言测听	291
第六章 电反应测听法270	第一节 语言测听法的设备	291
第一节 电反应测听的基本原理和听觉诱发	第二节 语言测听测试项目与操作方法	292
	第三节 语言测听的临床应用	293

第四篇 前庭功能检查法

第一章 自发性前庭体征检查法302	第二章 诱发性前庭功能检查法311
第一节 眩晕	第一节 半规管功能检查法
第二节 植物神经反应	第二节 眼震电图学
第三节 前庭性平衡障碍	第三节 位觉砂器官功能检查法
第四节 自发性眼球震颤	第三章 前庭功能检查法小结350

第五篇 耳的治疗学和卫生学

第一章 耳的治疗学352	第二章 耳的卫生学364
第一节 局部用药	第一节 外耳的卫生
第二节 常用治疗方法	第二节 中耳的卫生
第三节 物理治疗	第三节 内耳的卫生

第六篇 耳先天性畸形

第一章 概论369	第三章 先天性中耳畸形379
第一节 耳先天性畸形的原因	第一节 蜗窗和前庭窗畸形
第二节 耳先天性畸形与胚胎发育障碍	第二节 听骨链畸形
第三节 耳先天性畸形的分度	第三节 中耳其他结构的先天性畸形
第四节 耳先天性畸形的一般处理原则	第四章 先天性内耳畸形385
第二章 先天性外耳畸形373	第一节 内耳遗传性畸形
第一节 耳郭畸形	第二节 染色体变异
第二节 先天性外耳道闭锁症伴中耳畸形	第三节 外因所致的内耳畸形
第三节 先天性耳前瘻管	

第七篇 耳部损伤和后天性畸形

第一章 外耳损伤和后天性畸形390	第一节 全耳郭断离和耳郭缺损
--------------------------------	----------------------

第二节	部分耳郭损伤和后天性畸形	397
第三节	外耳道损伤和后天性狭窄、闭锁	399
第四节	颞骨损伤	400
第二章	中耳损伤和后天性畸形	402

第三章	内耳损伤和后天性畸形(参阅下册第十五篇爆震性和噪声性聋)	407
-----	------------------------------	-----

第八篇 耳部非特异性炎性疾病

第一章	外耳炎	408
第一节	概论	408
第二节	外耳湿疹	409
第三节	外耳丹毒	412
第四节	耳郭浆液性软骨膜炎	413
第五节	耳郭化脓性软骨膜炎	414
第六节	外耳道疖肿	417
第七节	弥漫性外耳道炎	419
第八节	坏死性(恶性)外耳道炎	421
第九节	鼓膜炎	422
第十节	外耳道单纯疱疹	424
第十一节	耳带状疱疹	424
第二章	非化脓性中耳炎	427
第一节	分泌性中耳炎	427
第二节	气压创伤性中耳炎	434

第三章	化脓性中耳炎	440
第一节	急性化脓性中耳炎	440
第二节	慢性化脓性中耳炎	446
第四章	儿童化脓性中耳炎	457
第一节	儿童中耳炎的发病特点	457
第二节	儿童急性化脓性中耳炎	459
第三节	其他类型的急性化脓性中耳炎及其复发问题	463
第四节	儿童慢性化脓性中耳炎	464
第五章	中耳炎后遗症	468
第一节	粘连性中耳炎	468
第二节	鼓室硬化症	471
第六章	内耳炎(参阅第九篇第二章第五节迷路炎)	475

第九篇 耳源性并发症

第一章	总论	476
第一节	定义	476
第二节	发病的解剖基础	477
第三节	发病的原因与防治	484
第二章	颞骨并发症	489
第一节	乳突炎	489
第二节	小儿乳突炎	500
第三节	岩部炎	501
第四节	面瘫(见耳科学下册第十三篇)	507
第五节	迷路炎	507
第三章	颅外并发症	511

第一节	耳部骨膜下脓肿和瘻管	511
第二节	颈部脓肿	513
第三节	头颞部脓肿与骨炎	515
第四节	全身和远隔部位的病变	516
第四章	颅内并发症	519
第一节	硬脑膜外、下的脓肿	519
第二节	乙状窦和其他颅内血栓性静脉炎	523
第三节	耳源性脑膜炎	530
第四节	耳源性脑脓肿	538
第五节	耳源性脑积水	547
第六节	脑脊液耳漏	550

第十篇 耳部特种感染及慢性肉芽肿

第一章	耳部结核	559
第一节	外耳结核	559
第二节	中耳结核	559

第二章	耳部梅毒	563
第三章	耳部霉菌病	565
第一节	荚状菌病	565

第二节 念珠菌病	567	第五节 放线菌病	568
第三节 芽生菌病	567	第四章 中耳胆固醇肉芽肿	570
第四节 毛霉菌病	568	第五章 网状内皮细胞增生症	572

第十一篇 耳部其他疾病

第一章 耵聍栓塞	575	第四章 外耳道胆脂瘤	579
第二章 外耳道异物	576	第五章 咽鼓管异常开放症	580
第三章 外耳道外生骨疣	577	第六章 特发性血鼓室	584

第一篇

耳比较解剖学、胚胎学、解剖学及生理学

第一章 耳比较解剖学

在动物进化过程中,有机结构在形态上的分化,始终是和机能的分工相联系的。由此,有机结构渐趋复杂化,也就是器官逐步由简单变为复杂。在从低等动物到高等动物的发展中,耳部的结构也同样逐步从简单变为复杂,以适应生活环境变化的需要。

第一节 无脊椎动物

最原始的原生动物是单细胞动物,无神经系统,也无听觉和平衡器官。只有纤毛虫才有纤维系统联系纤毛,有感觉传递功能,草履虫便是依靠纤毛的活动来维持身体平衡的。

多细胞动物中,最原始的多孔动物,无严密的组织分化,整个身体由内外两层细胞构成,无神经系统和平衡器官。此种海绵动物是依靠原生质来传递刺激,因此反应迟钝。

腔肠动物为二胚层动物,已产生低级的神经细胞和感觉器官,但无神经中枢,神经细胞的传递,一般无固定的方向,称为散漫神经系统。神经细胞和其突起互相连络成网状。平衡器官的产生始于腔肠动物,即约在9亿年前才出现第一个平衡囊的构造。水螅纲中的水母,在口的周围有1~2个环状神经链,沿钟罩的边缘有8个平衡囊(statocyst)的构造。硬水母目的平衡器长在触手的基部,来源于外胚层。钵水母纲有比水螅水母类更为特殊化的神经系统与感觉器官。如海月水母的感觉器官有8个感觉球,感觉球本身是一中空棒状物,其游离端堆积着许多多角形的内胚层细胞,每一细胞内含有一个由硫酸钙和少量磷酸钙形成的平衡石,这些平衡石与感觉棒(即感觉器本身)外缘的外胚层细胞共同形成一个司理平衡机能的平衡囊(图1-1-1)。

栉水母动物在构造上和腔肠动物相似,但比腔肠动物高级,已具有集中的感觉器官。栉水母的感觉器(图1-1-2)位于反口面,其主要作用是维持身体平衡。感觉器的一部分就是由外胚层细胞形成的平衡囊,支持此平衡囊的4条“s”形纤毛弹条以及连接弹条与8条栉板间的纤毛槽。4条弹条支撑着一个钙质的平衡石,平衡石之上有一纤毛组成的盖钟罩住,这些均由反口面中央的一部分具有长纤毛的外胚层细胞分化而成,构成平衡囊。当栉水母身体被水浪冲击而倾斜时,支持平衡囊的4条弹条就受到不同的压力,经纤毛槽传递到栉板,引起栉板的运动,以此来调节身体运动方向,以恢复和保持身体的平衡。

扁形动物是真正的三胚层动物,身体扁平,两侧对称,有前后、左右和背腹之分,并具有复杂的肌肉系统,增加了动物移位的速度。它有神经系统和较完善的感觉器官,集中在身体前端。涡虫纲的三角真涡虫前端两侧有耳状体,但不是听器 and 平衡器,耳状体上有许多感觉细胞能感受特殊的化学刺激。在涡虫纲的无肠目动物中,普遍存在平衡器(图1-1-3),系一

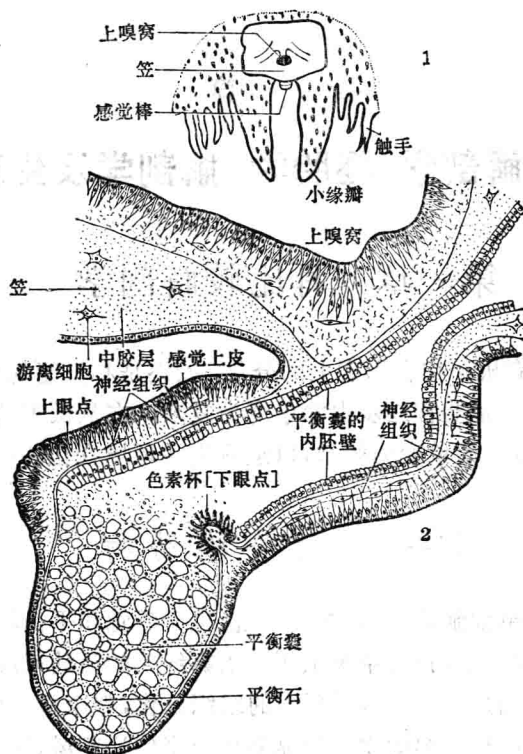


图 1-1-1 海月水母的平衡囊

1. 背面观 2. 纵切面

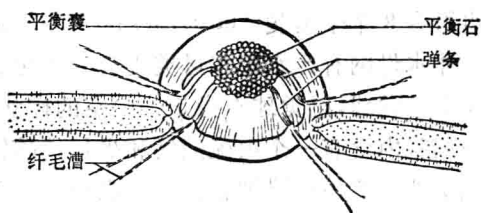


图 1-1-2 栉水母的平衡囊

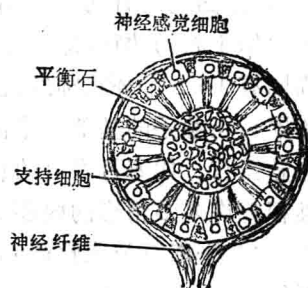


图 1-1-3 涡虫的平衡囊

含钙质平衡石的囊状结构。吸虫纲与绦虫纲动物营寄生生活,感觉器官退化。

线形动物和棘头动物仅有接受化学刺激的头感器和尾感器,平衡器不发达。环节动物的神经系分节排列,有反射弧形成,而平衡器却退化。

软体动物在脑下面有一对司平衡的平衡囊。其腹足纲的代表动物圆田螺的感觉器官很发达,平衡器位于足神经节的后部内侧,内有几个小圆球,叫耳沙,并有神经与脑神经节连接,有保持身体平衡的作用(图 1-1-4)。瓣鳃纲的代表动物河蚌,感觉器官不发达,在足神经节后方仍有一对司平衡的平衡囊。头足纲的代表动物乌贼,神经系统高度发达,已有脑。平衡器较其他软体动物发达,位于躯干腹面足神经节与侧脏神经节之间,完全藏在头软骨内。其前端有感觉上皮形成的平衡板(macula statica),自脑神经节发出的听神经即分布于此。平衡器系皮肤陷入并与外界失去联系而成,其内还藏有一个大而扁平的耳石,其腔还

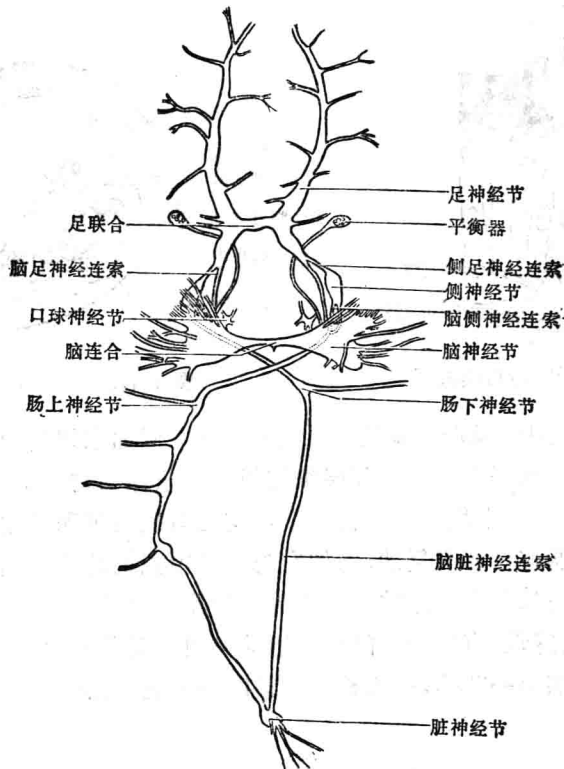


图 1-1-4 圆田螺的平衡器

有一纤毛小管延续陷入头软骨内,末端为盲管,系胚胎发育中平衡器与外界相通的遗迹。

节肢动物已分头、胸和腹三部,感觉器主要在头部,有平衡、听、视、嗅、味和触觉等器官,已相当复杂。有鳃亚门甲壳纲的代表动物螯虾 (*Cambaroides*, 俗称螯蛄) 有一对有柄的复眼,一对平衡器及分布全身司触觉的刚毛。平衡囊在第一对触角的基部,囊壁为基丁质,有几丛刚毛分布,每一刚毛基部都有神经末梢与脑相连,在刚毛丛中有砂粒,具有平衡作用。有螯肢亚门蛛形纲的动物有震动感觉,昆虫震动蛛网而产生感觉,从而可追捕食物。有气管亚门的原气管纲,如栉蚕,神经系统原始,无明显的神经节,退化到扁形动物的水平,感觉器官也只是一对单眼及触觉与化学感受器。有气管亚门昆虫纲的神经系统有高度集中现象,有交感神经系统,并有听觉器官生在触角基部,或生在前足的胫节或腹部第一节等处。螽斯足的听器可感受 45,000 赫声波。此种感受器和普通体毛相似 (图 1-1-5),外面具有毛状突起,内部有一个毛原细胞,所不同处在于还有一个感觉细胞,此感觉细胞穿入毛原细胞,其一端和毛的基部接触而另一端穿过基膜成为感觉神经纤维。

昆虫纲是无脊椎动物中仅有听器的动物,其代表动物东亚飞蝗,腹部第一节两侧各有一鼓膜。鼓膜内侧有一群听觉小器,称茂勒氏 (Müller) 器。紧贴鼓膜内侧还有气管膨大而成的气囊,其作用相当于共鸣器。声波引起鼓膜振动,传至听觉小器,经听觉小器末端感觉纤维及其集合成的听神经,通入后胸神经节而感受听觉。稻蝗的听觉器官 (图 1-1-6) 更为发达。

苔藓动物的神经系统和感觉器官均退化。腕足动物门无铰纲如海豆芽,神经系统不发达,其感觉器官仅在胃的背侧有一对平衡囊。

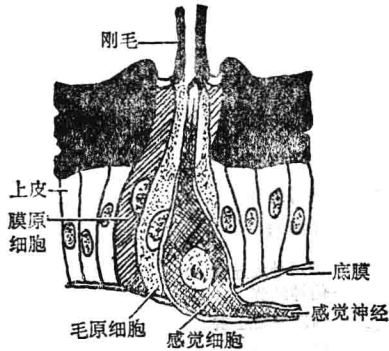


图 1-1-5 昆虫听觉器官模式图

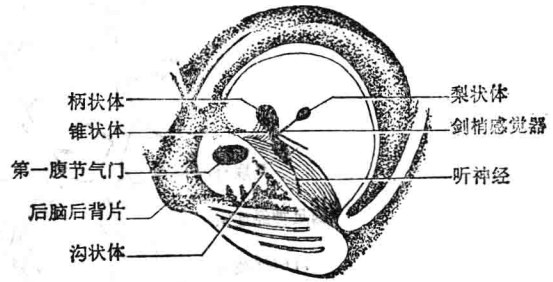


图 1-1-6 稻蝗左侧听器外观

总之,在无脊椎动物中,从腔肠动物开始有平衡器,例如水螅纲动物有发源于外胚层的平衡囊。至栉水母动物,其平衡囊由外胚层细胞组成。软体动物的平衡器已较复杂,已有神经与脑相连接。以上动物的平衡囊或平衡器中,均已有硫酸钙和磷酸钙形成的平衡石或耳沙。至节肢动物,平衡器官已相当复杂,例如有鳃亚门甲壳纲的螯虾,有基丁质构成的囊壁,几丛刚毛中有砂粒,刚毛基部有感觉神经末梢等。听器在节肢动物中才开始出现,有螯肢亚门蛛形纲动物只有震动感觉,有气管亚门昆虫纲动物便有听器发生,有的在触角基部,有的在前足胫节,有的在腹部第一节等,如飞蝗已有鼓膜与听觉小器(茂勒氏器)。

第二节 脊椎动物

脊索动物的神经系统和感觉器官的进化,是一个重要的发展。原索动物门的隐索纲和尾索纲等动物,尚无感觉器官;头索纲动物如文昌鱼,开始有感光作用和嗅觉器官,但尚无听器。脊椎动物门的动物已有耳形成,一般位于头部两侧,随动物种类发生的高低,有内耳、中耳和外耳之分,其中以内耳发生最早。在形态学上,外耳最大,内耳最小。内耳的半规管系统及椭圆囊和球囊,发生在所有脊椎动物中。中耳包括小柱或听骨,仅发生在四肢动物,耳郭仅发生在哺乳纲动物。下面主要介绍脊椎动物门的各纲主要代表动物。

一、圆口纲

这种动物已发生内耳,有1~2个半规管。盲鳗目动物的内耳仅有一个垂直半规管,两端均成壶腹嵴,椭圆囊和球囊不能区分,有一小内淋巴管,其背侧端有一扩大的窦。七鳃鳗无硬骨,其颅软骨背侧后方两侧各有一听软骨囊,其中为听囊;适在延脑两侧,有由两个椭圆囊和前后两个半规管组成的膜迷路。每一半规管有一壶腹,内有壶腹嵴;腹侧有一小囊,为球囊的雏形,并有一内淋巴囊(图1-1-7)。还有较原始的侧线器(lateral line organ),位于体表,系外胚层内陷形成,在头部呈许多小孔,能感受周围水波震动,觉察水流速度、方向或声音。石吸鳗目与七鳃鳗相似,内耳具有二个半规管。

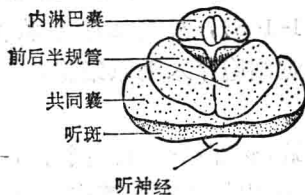


图 1-1-7 七鳃鳗的内耳

二、鱼纲

有软骨鱼和硬骨鱼二大类,仅具有内耳,内耳有三个半规管。

1. 软骨鱼的代表动物为星鲨,在头部和躯干两侧,各有一条侧线器,其分化发育良好,

系皮内呈管状的结构。每条侧线有一皮下纵管,内有感觉细胞;每隔一短距离分出小管并开口与外界相通,有感触振动、水流、掌管身体方向的功能。此外,鲨鱼的颅软骨连着成对的感觉器,主要有听软骨囊和嗅软骨囊。听囊(听器)较圆口纲发达,内耳膜迷路有三个半规管、前庭与内淋巴管(图1-1-8)。椭圆囊有两个,前椭圆囊与前和外两半规管的两端连接,后椭圆囊与后半规管的两端相连,两个椭圆囊又和球囊接连,球囊腹侧突起为耳壶,而其内淋巴管在背面开口通向外界。鲨鱼的内淋巴管与高等动物的内淋巴管并非同源,系头部两侧的外胚层增厚形成的听基斑,再向内陷入形成一管道,称内陷管(invagination duct),内淋巴管从其基部长出并通到脑的周围间隙。内陷管在较高等的动物中已封闭。由于适应水中生活,鲨鱼的听觉不发达,其听器主要是平衡器。

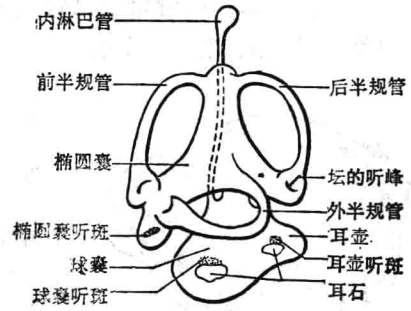


图 1-1-8 鱼类的内耳

2. 硬骨鱼的代表动物为鲤鱼。其最前的4个脊椎骨相互融合,两旁长出4对骨片。末对的骨片最大,称韦氏器(Weber's organ)(图1-1-9),联系鳔与内耳之间。韦氏器与鳔的动作可影响内耳和脑脊液,帮助上浮下沉和维持平衡之用,并可把体表感受的声波和鳔内气体感受的声波传入内耳。硬骨鱼的听器也只有内耳(图1-1-10),具有三个半规管,埋于头骨的骨性耳囊中,内淋巴管已退化与外界不通。三半规管各有一膨大的壶腹,前后两半规管有一共管。椭圆囊、球囊和耳壶内均有耳石,球囊内的最大,称扁平耳石(sagitta),椭圆囊内的称小耳石(lapillus),耳壶内的称星状耳石(asteriscus)。椭圆囊斑及其上面的耳石呈水平位,球囊斑与耳壶斑及它们的耳石呈垂直位。有人认为,球囊斑能接受低频震动的刺激,为听觉的开始。有许多鱼类的椭圆囊壁上有一感觉斑,称疏忽斑(macula neglecta),此斑与耳壶斑可能是鱼的声感受器。膜迷路包在骨迷路内,即骨性耳囊内,两者间有极小的空隙,充以外淋巴液并与脑脊液相通,膜迷路悬浮于外淋巴液中。听神经末梢止于各膨大的壶腹和耳壶中,

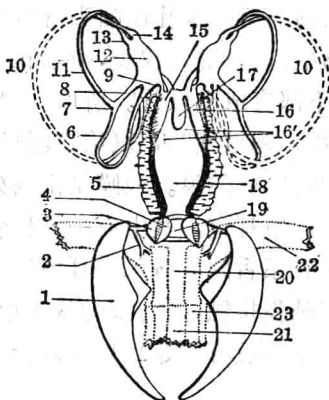


图 1-1-9 鲤鱼的韦氏器

1~4. 三足骨、间插骨、舟骨、弓骨 5. 外枕骨 6、7. 后半规管(9. 后坛) 8. 共管 10. 外半规管(14. 外坛) 11. 前半规管(13. 前坛) 12. 椭圆囊 15、16. 球囊(16' 独突腔) 17. 内淋巴管 18. 膨腔 19、20、21—至四椎体 22. 横突 23. 髓弧

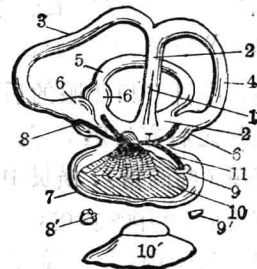


图 1-1-10 硬骨鱼的内耳

1. 内淋巴管 2、2'. 椭圆囊及上突 3、4、5. 前、后、外半规管 6. 壶腹 7. 球囊 8. 耳石及神经 9. 耳壶及神经 9'. 耳壶及耳石 10. 耳石(8'~10' 示耳石大小比例) 11. 听神经末梢 8'. 小耳石 9'. 星状耳石 10'. 扁平耳石

主要是司平衡。三块耳石上都有轮纹(图 1-1-11), 能指示鱼的年龄。此外, 还有侧线器, 它在有些鱼类中还很发达, 可感觉极轻微的水流震动等刺激。

听软骨囊部在硬骨鱼中已骨化为耳骨, 一般有上、前、后、翼、蝶五对耳骨(图 1-1-12); 在鲫鱼中只有上、前、后三对。

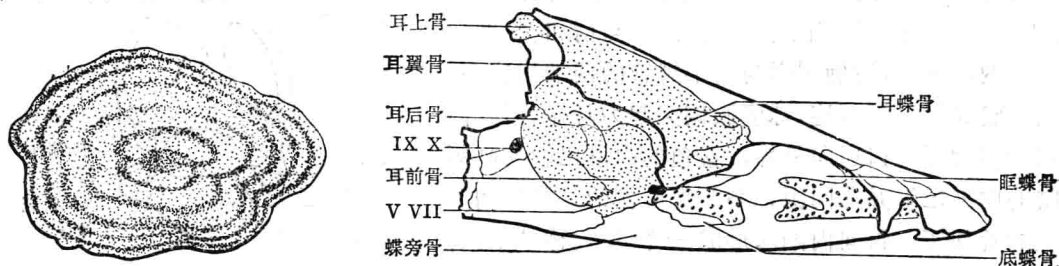


图 1-1-11 耳石的轮纹

图 1-1-12 硬骨鱼的耳囊骨

鱼类耳石在囊斑的毛细胞的纤毛丛顶部。硬骨鱼的耳石较大, 多由碳酸钙组成, 密度为 2.7, 大于周围组织。软骨鱼的耳石为含钙分子的胶状物质, 密度也超过周围组织。声音在水中经过鱼的身体传至内耳, 震动毛细胞和其他组织。耳石因密度大而有惯性作用, 在震动中产生位移相延迟, 且阻力较大因而其位移的幅度亦较周围组织小, 因此, 在毛细胞和纤毛顶部之间产生相对运动, 对细胞产生刺激, 故可感受声音。然而这种结构主要还是平衡器(图 1-1-13)。

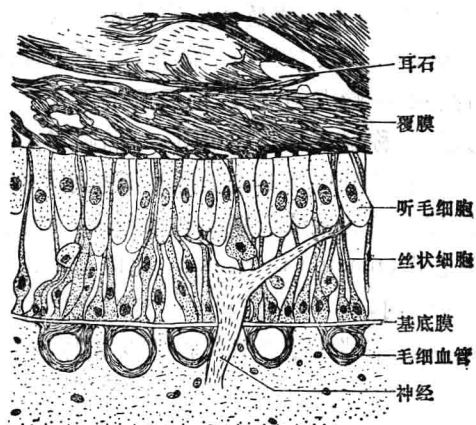


图 1-1-13 鱼的听器有耳石形成

(仿 Wever, 1971)

三、两栖纲

至两栖纲动物, 听器的发展, 除内耳外, 又有了中耳。中耳内有听骨, 适应传导空气中的声波。中耳系鱼纲动物的喷水孔演变而来。鱼纲板鳃类动物的第一鳃孔通咽头, 称喷水孔。在两栖纲动物中, 以青蛙为代表, 喷水孔的上部变成中耳室, 下部变成咽鼓管。所以, 中耳是胚胎时期颌弓(第一鳃弓)和舌弓(第二鳃弓)之间第一鳃裂的遗迹。中耳开口于眼的后方表面上, 外盖一层薄膜, 称鼓膜。鼓膜是由内外两胚层细胞形成。鼓膜之后方为躯干部。鼓膜的内侧为漏斗状的中耳室, 其中有一耳柱骨从鼓膜中央连至前庭窗(椭圆窗), 横贯中耳(图 1-1-14)。耳柱骨系舌颌软骨入中耳室所形成, 分外柱骨和固有镫骨(stapes proper)两个部分。外柱骨与鼓膜接触, 固有镫骨位于前庭窗上, 使外界声波借此传入内耳。咽鼓管通入咽部并开口于口角的后方(图 1-1-15), 能维持鼓膜内外压力平衡, 此为鱼类所无。

蛙的内耳, 有三个半规管及前庭, 与鱼类相同, 但听觉远较水栖动物进步。前庭分背侧的椭圆囊和腹侧的球囊, 球囊上有一类似鱼类的耳壶突起, 称耳蜗, 但尚未旋转, 是高等动物耳蜗的雏形。

大多数现代两栖类有一小块软骨, 称盖骨(operculum), 是听囊的一部分, 位于耳柱骨的后方, 占据前庭窗的一部, 与耳柱骨融合在一起, 并可活动。此盖骨与鱼的鳃盖骨无关, 在其

他脊椎动物也无同类的小盖骨。盖骨上有盖骨肌一直连到肩胛骨,因此地面的振动可从前肢通过肩胛骨、盖骨肌和盖骨传到内耳外淋巴,从而使这些动物听到声音。

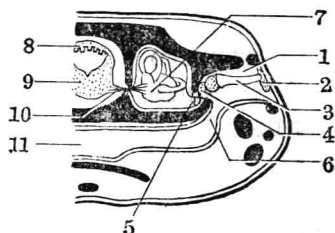


图 1-1-14 蛙的中耳(黑色为硬骨)

- 1.中耳腔 2.鼓膜 3.耳柱骨 4.固有镫骨
5.前庭窗 6.咽鼓管 7.膜迷路及半规管
8.脉络丛 9.延脑 10.听神经 11.咽头

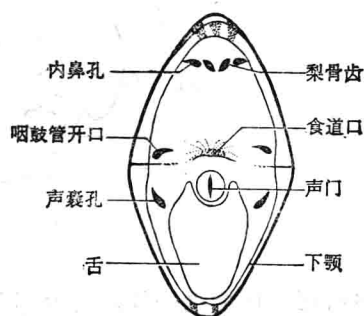


图 1-1-15 蛙的咽鼓管咽部开口

有人认为第一个真正的听神经末梢发生于两栖类,它们分布在椭圆囊壁上的疏忽斑和耳蜗(耳壶)中的耳壶斑分出的基底乳头(papilla basilaris)。在青蛙中,球囊壁上除球囊斑外,还有一个小的两栖乳头(papilla amphibiorum),位于与椭圆囊连接处的附近。两栖纲有尾类常具有这两种类型的囊斑和乳头。两栖乳头也可能是听觉装置,但还不能认为是听器的先驱。

两栖类的无足目(Apoda)听觉退化,无鼓膜,镫骨仍和方骨相连。有尾目(Urodela)缺中耳室,在水中或湿地中生活。无尾目(Anura)有中耳和鼓膜,有咽鼓管通咽部,一般在咽两侧分别开口,有的两侧咽鼓管联合开口于咽背中央,与鸟类和有些爬虫一样。

青蛙的耳蜗有毛细胞和覆膜,即所谓基底乳头或听乳头。但毛细胞不长在基底膜上,而是长在靠近基底膜的螺旋板骨缘表面。因此,毛细胞不能随基膜振动而活动。当声波经耳柱骨底板使淋巴液波动,覆膜亦随之摆动。覆膜与所有的毛细胞的纤毛联系,覆膜摆动时带动毛细胞上的纤毛,从而产生刺激内传。这与一般情况,即淋巴液振动基底膜带动毛细胞以及覆膜限制纤毛活动的情况不同。这里是毛细胞固定而覆膜致纤毛活动,因而称为倒转覆膜方式(图 1-1-16)。

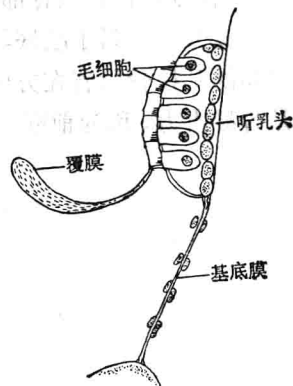


图 1-1-16 青蛙的听乳头
(仿Wever, 1971)

两栖纲的内淋巴管已变成盲管,成为内淋巴窦。青蛙的内淋巴囊扩展到脑的上面和下面,并穿过枕骨大孔,覆盖整个脊髓背部。椭圆囊亦较大,与半规管连接,椭圆囊有囊斑。球囊分上下两部,上部小而下部大,有明显的感觉斑(图 1-1-17)。

两栖类动物的听器虽然发生明显进步,远远超过鱼类,但其内耳的主要功能仍是平衡。

四、爬行纲

爬行动物是低等陆栖脊椎动物,仅在胚胎期有鳃裂,颅骨已全部骨化。两栖动物幼时为水栖,用鳃呼吸,成长后有具五趾的四肢时为陆栖,以肺呼吸。爬行动物耳软骨囊部分骨化而成前耳骨、后耳骨及上耳骨三对骨片,其中只有前耳骨独立存在,上耳骨与上枕骨连合,后耳骨与后枕骨相接并长出一突起。

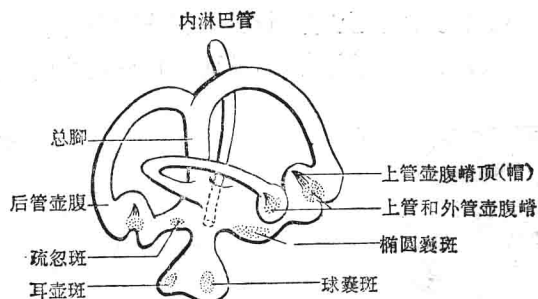


图 1-1-17 膜迷路的感觉斑

(仿 Billard, 1964)

爬行纲听器与两栖纲一样，有内耳和中耳。鼓膜在头部左右两侧的皮肤表面或稍凹陷处。蜥蜴(*Lacertilia*)和蛇蜥(*Ophisaurus gracilis*)有明显的鼓膜，而避役目(*Chamaeleontes*)的蜥蜴(*Amphisbaena alba*)和鳄蜥则无鼓膜和中耳室。爬行纲的鼓膜和头的表面常在同一平面，而某些蜥蜴的鼓膜位于耳凹的基底部。耳凹为头表面的轻度压迹，常有皮肤皱襞将其部分覆盖，例如鳄的耳凹有一可动的皮肤皱襞覆盖，以保护深部的鼓膜。中耳室内亦只有一块听骨，即耳柱骨。蛇类和少数蜥蜴无中耳室，但仍有耳柱骨埋于肌肉与纤维组织内。我们已知听骨来源于鳃弓，鱼纲板鳃类有七对鳃弓，第一对为颌弓，发生腭方软骨和美凯(Meckel)氏软骨，第二对为舌骨弓。两栖纲仍保存原始的腭方软骨，美凯氏软骨后端骨化为关节骨，舌骨弓的舌颌软骨部失去原来悬颌的机能，进入中耳成耳柱骨。爬虫纲的腭方软骨后部骨化成方骨，附于颅底与关节骨相连。耳柱骨与两栖纲中的相同。无鼓膜和中耳室的爬行动物的耳柱骨附着在方骨上，声波震动经下颌和关节骨、方骨及耳柱骨传至外淋巴，纯粹是骨导听力，称为前庭-方骨型声传导。这种动物趴在地上可有灵敏的听觉，抬起头来便

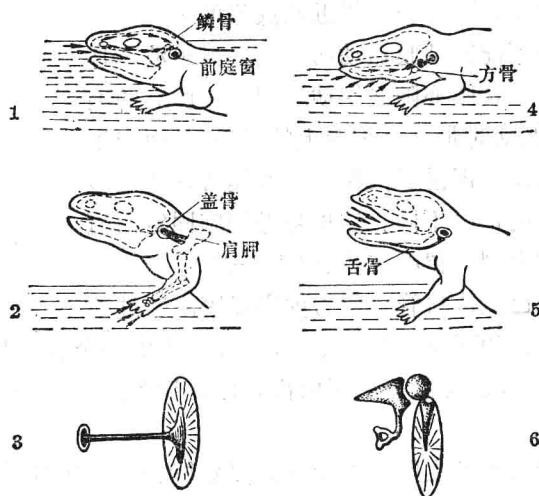


图 1-1-18 脊椎动物声传导的类型

(仿Taylor, 1969)

1. 两栖类前庭-盖骨型声传导(经头骨) 2. 两栖类前庭-盖骨型声传导(经前肢肩胛骨) 3. 前庭鼓室型声传导(低级) 4. 前庭-方骨型声传导 5. 前庭舌骨型声传导 6. 前庭-鼓室型声传导(高级)