

眩晕 临床诊疗

XUAN YUN
LINCHUANG
ZHENLIAO

周文华 著

吉林科学技术出版社

眩晕 临床诊疗

XUAN YUN
LINCHUANG
ZHENLIAO

周文华 著

图书在版编目(CIP)数据

眩晕临床诊疗 / 周文华著. — 长春: 吉林科学技术出版社, 2018.4

ISBN 978-7-5578-3871-3

I. ①眩… II. ①周… III. ①眩晕—诊疗 IV.
①R764.34

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第075515号

眩晕临床诊疗

出版人 李 梁
责任编辑 孟 波 孙 默
装帧设计 陈 磊
开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 269千字
印 张 14
印 数 1-3000册
版 次 2019年5月第1版
印 次 2019年5月第1次印刷

出 版 吉林出版集团
吉林科学技术出版社
发 行 吉林科学技术出版社
地 址 长春市人民大街4646号
邮 编 130021

发行部电话/传真 0431-85635177 85651759 85651628
85677817 85600611 85670016

储运部电话 0431-84612872

编辑部电话 0431-85635186

网 址 www.jlstp.net

印 刷 三河市天润建兴印务有限公司

书 号 ISBN 978-7-5578-3871-3

定 价 78.00元

如有印装质量问题 可寄出版社调换

版权所有 翻印必究 举报电话: 0431-85659498

前 言

随着人口老龄化和生活节奏的加快,工作紧张、竞争压力增大,环境中高速、震动、电磁、辐射波、化学物质等刺激因素增多,使眩晕症有增多趋势,且近几年来眩晕症的研究与诊治方法又有所进展。为适应这一现状,作者结合自身多年的临床工作经验撰写了《眩晕临床诊疗》一书。

本书从无听力障碍的周围性眩晕、合并听力障碍的周围性眩晕、前庭中枢性眩晕、中枢性眩晕、精神源性眩晕、儿童眩晕等多个部分着重介绍了眩晕疾病的诊断及治疗技术。本书内容丰富,语言简明扼要,实用性强,能反映当前眩晕医学的最新进展,可供进修医师和实习医师参考。

本书编写过程中,参阅了大量相关专业文献书籍。但由于作者编写经验不足,加之时间仓促,疏漏或不足之处恐在所难免,希望诸位同道不吝批评指正,以期再版时予以改进、提高,使之逐步完善。

目 录

第一章 眩晕概述	(1)
第二章 前庭系统的生理功能	(6)
第三章 眩晕床边常规检查	(24)
第一节 生命体征检查	(24)
第二节 眼部检查	(26)
第三节 头动检查	(35)
第四节 听力检查	(42)
第五节 步态检查	(43)
第六节 位置性检查	(46)
第四章 无听力障碍的周围性眩晕	(52)
第五章 合并听力障碍的周围性眩晕	(66)
第六章 前庭中枢性眩晕	(81)
第一节 前庭型偏头痛性眩晕	(81)
第二节 颈性眩晕	(90)
第三节 外伤性眩晕	(104)
第四节 药物性眩晕	(127)
第七章 中枢性眩晕	(145)
第一节 血管性眩晕	(145)
第二节 颅内肿瘤与眩晕	(149)
第三节 炎症及脱髓鞘性疾病所致眩晕	(153)
第四节 中枢性眩晕的治疗	(156)

第八章 精神源性眩晕和头晕	(158)
第一节 持续性姿势-知觉性头晕综合征	(160)
第二节 慢性主观性头晕	(162)
第三节 惊恐发作	(166)
第四节 精神源性眩晕和头晕的诊断流程	(167)
第五节 精神源性眩晕和头晕的治疗	(171)
第九章 儿童眩晕	(174)
第十章 眩晕的外科治疗	(181)
第十一章 前庭康复治疗	(198)
第一节 前庭康复的基础和机制	(198)
第二节 前庭康复分类和适用范围	(205)
第三节 前庭康复诊断和方案选择	(207)
第四节 前庭康复效果评估和注意事项	(212)
参考文献	(216)

第一章 眩晕概述

眩晕确切的发病率目前尚缺少较为一致的流行病学结论。德国在 5000 名居民中随机调查的患病率为 7.8%，发病率高达 4.9%；西班牙瓦伦西亚地区 10000 名居民随机调查的发病率 1.78%；意大利伦巴第地区急诊就医患者中头晕占 3.5%；我国江苏省在 6000 人的随机调查中，眩晕的患病率为 4.1%。全美目前虽无眩晕的准确流行病学资料，但针对头晕显示，在全美范围内，急诊就医的患者中有 2.5%~3.3% 为头晕患者，即每年有近 8000000 名患者。最近更有报道头晕的患病率高达 35.4%，从某种程度上反映出头晕的发病率可能比原先了解的更高。女性比男性更容易患眩晕；随着年龄增长，眩晕的患病率呈增长趋势。

眩晕指的是自身或环境的旋转、摆动感，是一种运动幻觉，往往是前庭系统病变的结果。头晕指的是自身不稳感，既可以是前庭病变的恢复期或后遗症期的结果，也可以是深感觉或视觉系统病变的结果。头昏指的是头脑不清晰感，通常是皮质功能障碍的结果。眩晕和头晕的发病机制各异，有时两者是同一疾病在不同时期的两种表现。

一、眩晕的病因分类

无论眩晕还是头晕，仅仅都是一种症状，其病因众多。根据疾病发生的部位，眩晕或头晕往往分为耳源性（周围性前庭病变）、中枢性（各种位于脑干、小脑和颅颈交界区的病变）、心理疾病相关性（主要是广场恐怖、焦虑和抑郁）、运动病（晕车、晕船、晕机和登高性眩晕）、全身性疾病相关性（血液病、内分泌疾病、心脏疾病、低血压、电解质紊乱和眼部疾病等）和原因不明性。耳源性眩晕占 30%~50%，其中良性位置性眩晕（BPPV）发病率居首病种首位，其次为梅尼埃病和前庭神经炎；中枢性眩晕占 2%~30%；心理疾病相关性头晕占 15%~50%；全身性疾病相关性头晕为 5%~30%；在现有的医疗技术水平下，至少有 15%~25% 的眩晕，原因不明。

二、眩晕的主要辅助检查技术

1. 眼震电图(ENG) 是诊断前庭病变的最重要的辅助检查,眼震视图(VNG)的应用使得眼震的观察更加清晰和容易。检查包括扫视、平衡跟踪、凝视、位置试验和冷热试验等步骤,通过定量分析,判断前庭的功能;其中冷热试验是检查半规管功能的主要手段。冷热试验中的刺激程度大致与旋转试验中的 $0.002\sim 0.004\text{Hz}$ 相当。

2. 转椅试验 是对眼震电图技术的重要补充,并佐证 ENG 结果的正确性。对双侧前庭功能低下者效果更好。转椅试验常用的刺激相当于 $0.01\sim 1.28\text{Hz}$ 。

3. 前庭自动旋转试验(VAT) 与 ENG 和转椅试验不同,VAT 主要根据高频旋转($1\sim 5\text{Hz}$)刺激原理,检测前庭-眼反射功能。

4. 听力检查 常用的有纯音听阈检查、声阻抗测试、耳蜗电图和听性脑干反应。

5. 内听道薄层 CT 或 MRI 内耳水成像 从解剖上了解前庭和耳蜗的形态结构。

6. 前庭诱发肌源性电位(VEMPs) 主要用于前庭下神经、前庭侧核、前庭丘脑束及同侧胸锁乳突肌运动神经元通路病变的检查,目前在评价前庭下神经(相对于 ENG 主要用于评价前庭上神经)有一定价值。要求病人密切配合,目前主要在一定规模或有经验的眩晕科研单位使用。

7. 其他 神经及内耳影像学、血液和脑脊液的常规、生化和免疫学检查对诊断眩晕病因有重要的价值。

三、眩晕的一般治疗

病因治疗至关重要,但遗憾的是,目前近 33% 甚至更多的眩晕难以明确其病因。对症治疗的目的是为了减轻眩晕发作期的眩晕感受、镇吐、控制心悸等。目前临床上常用的前庭抑制药主要分为抗组胺药(异丙嗪、苯海拉明、美克洛嗪)、抗胆碱能(东莨菪碱)和苯二氮草类,上述药物既可能控制眩晕症状又可以镇吐。镇吐药有苯酰胺衍生物(甲氧氯普胺)、吩噻嗪类(氯丙嗪)等,有时可与前庭抑制药合用控制某些严重眩晕症状。前庭抑制药主要通过抑制神经递质而发挥作用,但如果应用时间过长,就会抑制中枢代偿机制的建立,所以当患者的急性期症状控制后就

应停用;不能用于前庭功能永久性损害的患者,非前庭性头晕一般也不用前庭抑制药。对于药物难以控制的持续性重症眩晕患者,需考虑内耳手术治疗。

前庭康复训练主要针对因前庭功能低下或前庭功能丧失而出现平衡障碍的患者,这些平衡障碍往往持续了较长时间,常规药物治疗无效。常用的训练包括适应、替代、习服、Cawthorne-Cooksey 训练等,其目的是通过训练,重视视觉、本体觉和前庭的传入信息整合功能,改善患者平衡功能、减少振动幻觉。

四、眩晕的外科治疗

当眩晕由周围迷路或前庭神经引起时,起初患者症状较为强烈,随后症状慢慢消失。如果病变为自限性或病情稳定(如急性病毒性迷路炎),一般不会发生症状波动或进行性前庭功能障碍。在多数病例中,前庭中枢通过适应从外周传入的感觉信号变化,起到代偿作用,从而缓解眩晕症状。然而某些不良因素可能阻碍这种代偿或导致晚期的失代偿。与此类似,在一些疾病,如前庭神经鞘瘤中,前庭功能代偿尽可能使前庭功能丧失的症状变得最轻,而导致隐匿的进行性前庭功能下降。然而如果病情变化不稳定或者呈快速进展,就不可能进行中枢代偿,只能通过药物或手术治疗。梅尼埃病就是这类疾病中的典型代表,耳功能波动在正常迷路功能和导致严重前庭蜗神经功能障碍之间。通过消除根本的病因或毁损患侧耳的前庭功能,稳定功能波动的内耳,这种前庭手术多数都会取得成功;然而,如果患者的迷路病变稳定但不能进行中枢性前庭功能代偿,那么前庭手术基本不会取得成功。

某些去除单侧前庭功能的手术,对于治疗任何一种外周性前庭疾病都是有效的,如迷路切除术和前庭神经切断术。医生必须明确迷路功能波动或恶化的原因,并准确鉴定出哪侧为患侧。如症状加重是由于中枢代偿较差或外周前庭功能受损后的晚期代偿所致,前庭功能毁损手术可能不会有效。

1. 前庭神经切断术 当患侧耳仍然保留有效听力,手术治疗应要考虑选择性切断前庭神经,保留骨迷路的结构和听觉纤维。早在 20 世纪 30 年代,Dany 和 McKenzid 就各自报道了通过枕下开颅选择性切断第Ⅷ对脑神经的一组病例。Dandy 的枕下前庭神经选择性切断的长期随访显示,眩晕的完全缓解率为 90%,这种手术现在仍然被广泛应用。在 20 世纪 70 年代,Fisch 和 Glasscock 推广了颅中窝入路内听道内前庭神经切断术。目前常用的手术入路为经乙状窦后-内听道入路、经迷路后入路及联合迷路后-乙状窦后入路前庭神经切断术。

以经枕下外侧入路为例,距耳后行直切口,切开软组织达枕骨鳞部。钻孔后成

形骨窗,向上显露横窦下缘,向外显露乙状窦后缘,为此,乳突可切除些。瓣状切开硬脑膜,切开蛛网膜,看到听神经和面神经进入内耳孔。寻找听神经中前庭神经和蜗神经之间的裂面,辨识这一解剖标志需用手术显微镜高倍率下观察,有以下几点有助于分辨两者间的裂面:①前庭神经略呈灰色,蜗神经则偏白色;②前庭神经较细,蜗神经较粗;③裂面之间常有微血管;④裂面常常在听神经前面更易看出,并在裂面内可看到中间神经。如在小脑脑桥三角区看清此裂面,即应用显微刀将前庭神经纤维切断,保留蜗神经纤维。如在小脑脑桥三角区无法看清裂面,即将内耳道后壁上的硬脑膜切开,应用高速微型钻磨除内耳道后壁。在内耳道内前庭神经与蜗神经之间的裂面比较恒定、容易辨出,即可准确地切断前庭纤维。

主要并发症有感音性聋,主要是由于蜗神经损伤时;脑脊液漏及颅内感染发生率较低;面瘫多为暂时性,由于过分牵拉所致;低颅压综合征由术中脑脊液丢失较多引起,经输液可好转。

2. 迷路切除术 任何原因引起的持续性或复发性单耳迷路功能障碍并伴有严重的感音性聋,可考虑行迷路切除术治疗。患者必须认可经过评估患侧耳的听力已经无效,因为迷路切除术会使残存的听力完全丧失。

经乳突入路迷路切除术能够完全显露和切除全部半规管椭圆囊和球囊,从而最有效地缓解眩晕症状。经卵圆窗迷路切除术虽然很少能够完全切除前庭神经上皮,但是由于能从外耳道进入内耳,该手术仍受到一些人的青睐。经颞叶入路的手术技术性要求很高,需要熟练掌握颞骨特别是前庭迷路的解剖。

迷路切除术的缺点是同侧听力丧失和术后一段时间的眩晕,眩晕最终可以被前庭功能所代偿。迷路切除术的并发症包括由于神经上皮不完全性破坏所引起的持续眩晕症状、脑脊液漏及面神经损伤。

3. 外淋巴瘘修补术 如果患者确诊为外淋巴瘘且对非手术治疗效果不佳,可考虑行鼓室探查术。探查术应尽量在局部麻醉下进行。翻起鼓膜耳道皮瓣后,从骨性外耳道的后上壁切除骨质直到完全暴露卵圆窗。尽量切除黏膜皱褶及圆窗龛中吸出蓄积的液体以观察是否存在渗漏,虽然一般这种现象是由于局部麻醉和组织液渗出所引起。单独出现这种现象不能确诊外淋巴瘘,医生应该检查在骨迷路中是否存在异常裂隙,特别是在卵圆窗的前方和圆窗的下方。任何怀疑有病变的位置或者明显缺损的地方,应该使用周围黏膜修补,并用结缔组织填补以保证修补可靠。

4. 良性阵发性位置性眩晕的手术治疗 Gacek 提倡单神经切除术治疗 BPPV,其手术方式为选择性切断前庭下神经中支配后半规管的分支。从内听道后方至后

半规管壶腹部之间的单孔处切断神经分支。然而,这种手术对术者的技术要求较高,但已逐渐被操作更简单的后半规管阻塞术所取代。

Parnes 引入了外科阻塞后半规管治疗 BPPV 的概念。乳突全切除后,水平半规管和颅后窝硬膜之间可见后半规管的顶部。可使用金刚石磨钻磨除后半规管骨性部分,直到通过残留的薄层骨质可看到一条暗线为止。用精细的手术器械切除剩余骨质并打开半规管腔,注意避免损伤膜半规管或抽吸外淋巴液。通过在迷路切开处放置一小块条状可吸收材料,轻轻移开外淋巴。通常可以看到膜半规管管腔,其中一块朝向壶腹部,另一块朝向半规管总脚。将乳突切开时收集的湿骨粉填入腔内以修补迷路切开部分。在半规管顶部上置入骨蜡或大块的鼓膜以巩固上述修补。

在半规管阻塞术后,患者可能出现轻至中度的站立不稳,但通常在 24~48h 就能适应并出院。骨迷路开放后存在反应性迷路炎及感音性聋的风险。

总之,一定的外科手术方法仅能用于特定的疾病。其中一些手术被广泛认可为合理有效的,如行后半规管阻塞术治疗顽固性 BPPV。其他特异性手术,如治疗梅尼埃病的内淋巴囊手术、外淋巴瘘修补术及听神经微血管减压术都存在很大争议。治疗的成功依靠正确的诊断和有效术式的选用。

第二章 前庭系统的生理功能

一、前庭系统生理学研究历史回顾

1824 年 Flourens 用鸽子试验,发现半规管破坏后引起平衡障碍,任一半规管损害,可引起同一平面的眼震及头摆动,外半规管损害引起水平眼震;前、后半规管损害引起垂直及旋转型眼震,现称之为 Flourens 定律,遗憾的是他的重要发现被遗忘半个世纪,直到 1874 年前后 Breuer、Mach 及 Brown 三位学者在 Flourens 研究基础上,提出前庭功能的流体动力学说,认为三个半规管壶腹是旋转运动的感受器,椭圆囊斑及球囊斑维持静息状态头位。1892 年 Ewald 在鸽子外半规管做小孔,用小管插入孔内并固定,小管另端连接一泵,加压时引起头和眼球向对侧移动,减压时出现相反反应,结论是加压或减压引起内淋巴流动,刺激壶腹嵴产生眼震,外半规管内淋巴流向椭圆囊侧的刺激远较背离椭圆囊侧强;前和后半规管则与之相反,现称之为 Ewald 定律。Breuer(1874)指出直线加速度与头位改变可刺激耳石器。Kreidl(1893)用铁砂置换虾的耳石获得成功,用磁铁刺激该动物,成功引起平衡障碍。Magnus(1923)提出耳石器与紧张性迷路反射、翻正反射有关。Flock(1964),Lindeman(1969)通过形态学研究,发现椭圆囊斑中央有 U 形、球囊斑上有 L 形微纹,双侧毛细胞呈向着或背离微纹排列,因而能感受任何头部位移刺激,产生相应的姿势反射。20 世纪初,Alexander 将前庭感受器称“内淋巴器”。声波刺激使外淋巴流动产生听觉,故耳蜗为“外淋巴器”。1903~1913 年 Barany 通过临床和实验,开展了前庭功能冷热和旋转试验、直流电和瘘管试验,加深了人们对前庭功能的理解,对冷热试验诱发的眼震,提出内淋巴液因“热胀冷缩”而流动的学说,并于 1915 年获诺贝尔奖。与视、听不同,前庭终器不接受外界直接刺激,只感受机体在空间的位置、重力加速度及角加速度刺激,属内在感受器,每时每刻都在有意无意地调整机体平,是无意识的感受器,人们并未察觉它的存在,只有前庭功

能障碍时才发现它的重要, Wittmaack 称之为第六感官, 近 40 年来对前庭系统的基础研究及功能检查有了长足的进步, 眼震电图、姿势图、前庭诱发肌源性电位 (VEMP) 先后问世, 逐渐丰富了前庭功能的内涵, 揭示了前庭系疾病发病机制, 为临床治疗提供理论根据。

二、人体怎样维持平衡

日常生活中人体依靠前庭、视觉及本体觉组成的“平衡三联”维持平衡, 其中前庭系统是专司平衡的器官, 视觉和本体觉除协助维持平衡外, 另有自己的主要功能。前庭系统又称静-动系统, 既感知自己在空间的位置, 又随时反射性调整姿势, 达到新的平衡。人体经常受两种外力的影响, 一是地心吸力, 一是加速运动。加速度又分直线加速度和角加速度两种, 直线加速度包括直线运动、振动和离心力, 地心吸力也是一种向下的直线加速度。运动中, 它们都是破坏人体平衡的外力, 须通过人体平衡器加以察觉, 并反射性调整体位始能维持平衡。当车辆启动时人体后倾, 前庭感知后, 产生眼球、颈肌、四肢吸躯干肌反射来调整姿势维持平衡, 在这种姿势反射及翻正反射中, 前庭系的作用比视觉重要。在运动中保持清晰视觉有赖于前庭终器的调节, 如示指在眼前以幅度 20° 、频率 4Hz 的速度摆动, 即感示指模糊, 反之若示指不动, 头以同等速频摆动, 示指仍有清晰形象, 这就是前庭眼反射的调节作用。当氨基糖苷类抗生素中毒时, 前庭功能受损, 走动景物不清而感眩晕, 停止走动眩晕则减轻, 称视觉识别障碍性眩晕 (Dandy 综合征)。归纳人体平衡整合机制, 前庭神经核是前庭反射的枢纽 (图 2-1), 接受前庭终器、视觉、本体觉 (含浅表感觉) 来的冲动, 反射到大脑感知, 同时接受小脑、锥体外系和网状结构的调整, 出现眼动、姿势调节等平衡反射。平衡三联中一项发生障碍, 其他两项代偿仍能维持平衡, 两个系统障碍就难以维持平衡, 如前庭功能受损后, 在黑暗中 (前庭加视觉二项障碍)、在水中前庭和本体觉二项障碍就很难维持平衡。前庭系的整体功能是复杂的, 滑冰、舞蹈、飞行等职业, 需要对前庭功能深入了解。哪些前庭反应属生理性, 哪些属病理性, 各种反射生理生化基础尚不清楚, 只有分别认识前庭系统各部的生理功能、反射产生的机制, 才能了解前庭系的整体功能。

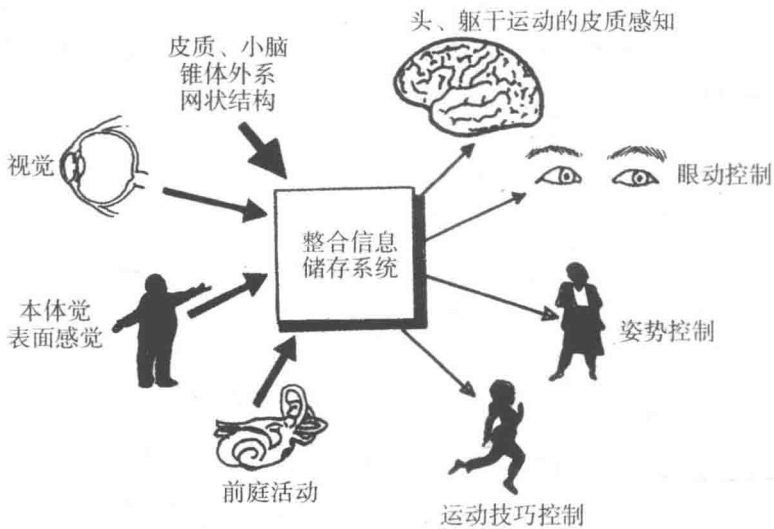


图 2-1 平衡感觉整合模型

三、半规管的生理功能

人体三个半规管在解剖上按三维空间排列,所围成的平面略呈互相垂直,可感受空间任何方向的角加速度刺激。每个半规管绕垂直于其中轴旋转时,加速度使内淋巴液流动,对壶腹嵴产生刺激,嵴顶是弹性膜,由黏多糖及胶原蛋白构成,其功能与耳蜗覆膜一样,毛细胞之纤毛伸入其中嵌顿在胶质内,嵴顶的比重与内淋巴液相等,合称壶腹顶-内淋巴系统,该系统相当阻尼扭摆系统。

嵴顶飘浮在内淋巴液内,随内淋巴液流动力位移,嵴顶跨越壶腹形成一瓣膜将两侧隔开,膜半规管及壶腹嵴较前庭膜及囊斑壁厚,不致因内淋巴液流动而变形,保证内淋巴液流动的机械力作用于壶腹嵴,形成嵴顶两俱 4 的压力差,作用于壶腹嵴基底力大于嵴顶。当一对半规管平面与身体旋转轴之夹角为 90° 时,内淋巴液流速最强;小于或大于 90° 时相应减弱, 0° 或 180° 时则将静止不动。作用于内淋巴液的加速度力受嵴顶弹力、内淋巴液的黏稠度、液体和嵴顶质量所产生惯性三种力的阻挠,嵴顶的位移度与头转动速度成正比,与嵴顶弹性成反比。当半规管随角加速度旋转时,由于惯性作用,内淋巴液起初落后于旋转速度处于逆旋转方向流动;停止旋转时因惯性作用,内淋巴仍以较大速度顺原旋转方向流动,故旋转中与旋转后对

壶腹嵴的刺激正好相反。双侧外半规管在同一平面,角加速度与其平行引起双侧外半规管综合反应,加速度方向与一侧前半规管对侧后半规管平行引起此两对半规管综合反应;人类日常生活多在平面上活动,主要刺激外半规管,临床前庭功能检查主要是外半规管,旋转刺激阈值明室为 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}/s$,暗室为 $0.1^{\circ}\sim 0.2^{\circ}/s$,刺激壶腹嵴毛细胞所引起的反应有眩晕、眼震、倾倒、颈及肢体张力改变和自主神经系统反应,反应的强弱不仅与刺激强度有关,而且与嵴顶倾倒的方向有关。据 Ewald (1892) 观察,角加速度刺激量不变,由于嵴顶倾倒的方向不同,引起不同强度的反应,以眼震持续时间为例,弱反应只是强反应的 $1/2\sim 2/3$;当内淋巴向壶腹侧流动,外半规管是强刺激而前、后半规管为弱刺激;内淋巴背离外半规管壶腹流动时,刺激的强度与上述相反。近代解剖和生理研究证明,Ewald 的发现是正确的,用刺激的强弱解释反应程度不恰当,因刺激的量相等,只是因嵴顶偏倒的方向不同而引起的前庭兴奋或抑制反应。Lincleman 在阐述前庭器极化时指出,外侧半规管壶腹嵴动纤毛在椭圆囊侧,垂直半规管壶腹嵴的动纤毛与外半规管相反在半规管侧,据电生理实验观察,壶腹嵴上能记录到静息电位及放电频率,在角加速度作用下嵴顶倾倒牵引毛细胞向动纤毛侧倾倒,则放电率增加,呈去极化即兴奋状态;背离动纤毛向静纤毛侧倾倒则放电率减少,呈超极化即抑制状态(图 2-2)。半规管感受器的兴奋或抑制能影响全身肌肉,最强烈而直接反射的是眼外肌和颈肌。头部很轻微的偏斜也会引起凝视方向的变化,为保持清晰的视觉,必须有精确的前庭眼反射,半规管是负责这种反射的感受器,头部受角加速度刺激时出现前庭眼反射,产生向旋转侧眼震,以补偿外力产生的角度偏斜,亦有学者认为这是耳石器的功能或两者共同作用的结果。地球恒速旋转对半规管无刺激,即半规管不感受恒速的刺激,其是否感受直线加速度尚无定论,多数学者持否定态度,Jongkess 发现角加速度刺激壶腹嵴的反应潜伏期为 $30\sim 40s$,直线加速度刺激耳石膜的反应潜伏期仅 0.1° ,两者差 300 倍,因壶腹嵴与耳石膜的比重不同,故无论从生理或物理角度分析,壶腹嵴不能感受两种不同形式的加速度刺激。

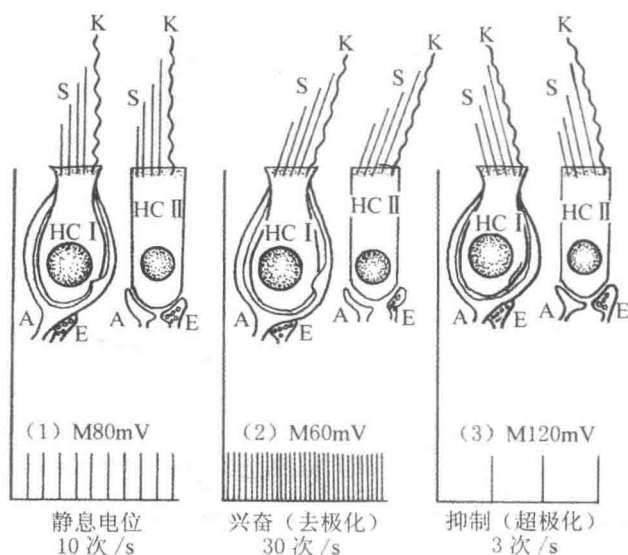


图 2-2 壶腹脊毛细胞纤毛的倾倒与放电的关系

四、耳石器官的生理

耳石器官包括椭圆囊斑与球囊斑,是维持机体平衡的器官,除感受重力加速度与直线加速度外,球囊还可能感受次声及 800Hz 以下低音的功能。囊斑感觉毛细细胞纤毛之上有一层胶状物质,与壶腹嵴顶相似,其上黏附无数耳石,称耳石膜。囊斑毛细细胞的兴奋过程与壶腹嵴相似,毛细细胞纤毛向动纤毛侧弯曲时呈兴奋状态,向静纤毛倒弯曲时呈抑制状态。两个囊斑位置互相垂直,与头部三个解剖平面对应,故能感受三维空间的直线加速度及地心吸力,球囊前 2/3 对振动敏感,后 1/3 功能与椭圆囊相似,囊斑的纤维静止时即有自发放电,正常时两侧囊斑放电频率很接近。

(一)重力对毛细细胞的影响

耳石重力是囊斑感觉毛细胞的主要刺激,耳石器的兴奋机制有偏位、压迫和牵引三种学说,各种力作用于毛细胞的方式有以下几种:

1. 静止时耳石受重力作用加压予毛细胞产生刺激, 这种持续而恒定的刺激, 经神经冲动传至全身随意肌, 反射性维持肌张力, 保持人体静息平衡。人体倒立时, 即从正常位倒转 180° , 椭圆囊斑耳石膜牵引毛细胞产生剧烈刺激。

2.头向一侧倾倒,耳石重力不在纤毛长轴上,使纤毛向一侧倾斜,纤毛偏斜的程度与倾斜角度有关,在直角范围内倾斜角度越大,对囊斑的刺激越大。

3.直线加速度运动时,由于惯性作用耳石膜移动较内淋巴液慢,结果两者朝相反方向移动,直线加速度越大,耳石膜偏位越大,囊斑受刺激越强,囊斑每个毛细胞犹如一个微型换能器,将机械能转变为电能。从力的方向而论,朝向动纤毛侧,使毛细胞去极化放电率增加,达兴奋状态;反之放电率减少,呈抑制状态。

日常生活中当重力突然增强,如电梯突然上升时,椭圆囊斑毛细胞的压力增大,反射性引起屈肌兴奋,躯体呈屈曲状态;电梯下降时躯体呈伸展状态(图 2-3)。

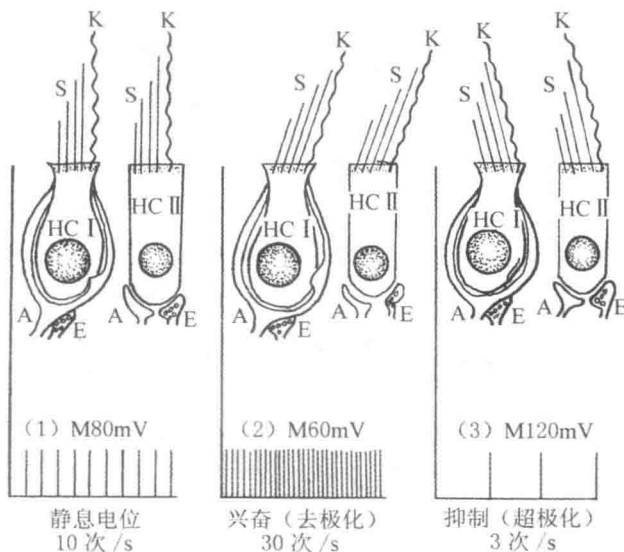


图 2-3 重力作用引起体位调节及眼球的反射性运动,箭头长短示重力作用的大小

(二)耳石感受空间各方向刺激及随意肌的控制

球囊斑呈卵圆形,前面弯起略扭曲,与同侧前半规管围成的面平行,动纤毛均背离微纹排列;椭圆囊斑呈长圆形,前 1/3 较宽并向上延伸,略与外半规管平行,动纤毛均向着微纹,两个囊斑夹角 $70^{\circ} \sim 110^{\circ}$,大致组成互相垂直的平面(图 2-4),箭头示动纤毛排列的方向,椭圆囊斑向着微纹、球囊背离微纹以便感受空间各方向的重力加速度,球囊斑主要感受额状面上的静平衡和直线加速度,影响四肢内收和外展肌,两侧囊斑在球囊内侧壁,当头前倾后仰时,两侧球囊斑所受刺激相同,如头左右倾斜,两侧球囊斑所受刺激相反,当头向右肩倾斜 105° 时,右球囊斑毛细胞受牵引力最大,左侧则受到压力最大;当头向左肩倾斜 105° 时,两侧球囊斑感受的刺激