

语前聋患者人工耳蜗植入的研究进展

李忠莹 郭斌*

青海大学附属医院 青海西宁 810000

摘要：耳聋是影响人类生活水平的重要问题之一，有可能会导导致终生残疾。至今，人工耳蜗植入已经成为了帮助重度和全聋患者恢复听觉及言语康复的一个有效的方法。目前，人工耳蜗植入 (cochlear implant, CI) 作为治疗重度或极重度听力损失患者的最有效的方法在全世界范围内已被广泛应用。但是不管是进口还是国产的人工耳蜗产品价格都比较昂贵，这笔费用并非所有家庭能够负担，加上很多家庭尤其是落后地区人们对于听觉康复观念的认识不足等原因，仍有不少重度或极重度语前聋患者得不到及时有效的治疗，众多患者听障问题无法解决。这篇文章通过概述人工耳蜗植入的发展简史和现状，分析人工耳蜗植入术的适应症、手术的并发症、术后康复效果的评价以及植入术后听力、言语等方面康复效果的影响因素，为更多的耳聋患者提供参考和帮助。

关键词：语前聋；人工耳蜗植入；研究进展；听力言语康复效果；影响因素

耳聋是影响人类生活水平的重要问题之一，有可能会导导致终生残疾。这个问题对于耳聋患者在平常生活中的交流和社会融入造成非常严重的困扰，不但影响其生活水平而且也增添了个人、家庭和社会的经济负担。虽然随着助听器的不断改进，可以帮助部分耳聋患者借助助听器恢复听觉，但是，根据 House 估计，仅仅在美国就有总共 30 余万耳聋患者不能够通过助听器恢复听觉。对于不能通过助听器减轻听力损失的患者，人工耳蜗可能提供一个恢复听力的机会。自从本世纪 50 年代末 ~60 年代初以来，国际上开始临床上探索用电刺激听神经或者耳蜗的方法，来帮助重度耳聋或极重度耳聋患者恢复听觉。人工耳蜗是成功地实现了对耳朵的电刺激来产生声音的感觉。是一种将声音转换成能够刺激听力的电流装置。^[1]至今，人工耳蜗植入已经成为了帮助重度和全聋患者恢复听觉及言语康复的一个有效的方法。作为治疗重度和极重度聋的有效手段在全世界范围内都已经被广泛应用。人工耳蜗可以改善言语和声音感知，促进口头语言和听觉技能的发展以及教育发展，还可以抑制某些患者的耳鸣。人工耳蜗治疗不仅补偿听力损失，而且对听力受损个体的健康完整性、社会参与和提高生活质量至关重要。但是这些人工耳蜗植入的好处都是建立在良好的康复体系上的。不论是语前聋患者还是语后聋患者在植入人工耳蜗后并进行规范的术后康复训练都能有比较明显的治疗效果，但是在从听到声音到能够完全听懂和理解开放性言语的发展过程在个体之间

还是存在比较大的差异。这篇文章通过概述人工耳蜗植入的发展简史和现状，分析人工耳蜗植入术的适应症、手术的并发症、术后康复效果的评价以及植入术后听力、言语等方面康复效果的影响因素，为更多的耳聋患者提供参考和帮助。

1 人工耳蜗的原理

人工耳蜗是一种通过手术植入耳蜗并将声音转换为电信号的装置。这个信号通过电极传导到耳蜗的螺旋神经节细胞。声波由音频处理器中的麦克风拾取，转换成电信号，并通过发射器线圈传输到位于皮肤下方的接收器。然后电信号通过电极载体上的电极以特定频率的方式刺激听觉神经纤维。^[2]

2 人工耳蜗植入的发展简史

1800 年，意大利物理学家伏特亚历山德罗·伏特 (Alessandro Volta) 成功地用电流刺激了自己的内耳，发现电刺激正常耳可以产生听觉。1957 年，法国人 Djourno 和 Charles Eyries，第一位是医学物理学教授，第二位是巴黎的耳科医生，首次将电极植入一全聋病人的耳蜗内，使该病人感知环境声获得音感。人工耳蜗技术真正的到飞速发展是在 20 世纪 60 年代以后，1961 年 House 为一个语后聋患者做了耳蜗电极植入术，该患者可以感知到声音并且没有任何不适。1968 年，美国豪斯 (House) 耳科研究中心创始人 William F. House 发明了第一个单导人工耳蜗。3M/House 器械于 1972 年首次植入，并持续使用至 1985 年。与此同

时, 来自墨尔本的耳鼻喉科教授格雷姆·克拉克 (Graeme Clark) 在 1967 年组建了一个团队, 对动物深度耳聋的病理生理学和植入材料的耐受性进行基础研究。1984 年, 他的努力实现了由 Cochlear 公司推出的第一个多通道人工耳蜗系统。在欧洲, 奥地利耳鼻喉科教授库尔特·布里安 (Kurt Burian) 于 1975 年启动了他自己的单通道设备研发。他的工作继续由他的学生 Hochmair 夫妇完成。他们的工作 1982 年达到高潮, 推出了 MED-EL 植入物。目前, 全世界耳蜗植入体系统有四家耳蜗植入体制造商: Cochlear (澳大利亚), MED-EL Corporation (奥地利), Advanced Bionics (美国, Sonova 的一个部门) 和 Neurelec (法国, William Demant 的一个部门)。只有前三种是 FDA 批准在美国使用的。Neurelec 在欧洲、亚洲、非洲、南美洲和加拿大使用。最近, 第五家制造商, 中国的 Nurotron, 已经在世界一些地区上市。在罗马尼亚, 可供选择的型号来自 Cobriar Limited、MedEL Corporation 和 Advanced Bionics。目前在我们国家比较常用的人工耳蜗主要是来源于以下 4 个制造商, 包括: 澳大利亚 Cochlear 公司, 奥地利 MED-EL 公司, 美国 Advanced Bionics 公司这四个公司的进口耳蜗以及浙江诺尔康公司的国产耳蜗。截至 2012 年, 全球估计有 32.4 万例患者植入了人工耳蜗。而在我国大概只有 1 万多例耳聋患者进行人工耳蜗植入。但是, 这一数字仅代表了从植入中获益的一小部分个体。中国于 1980 年进行了第一例单通道人工耳蜗植入术, 自 1995 年进行了第一例多通道人工耳蜗植入术以来, 中国人工耳蜗植入术取得了很大进展。^[3]

3 人工耳蜗植入适应症的选择

根据 2013 年中华耳鼻咽喉头颈外科杂志委员会及中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学制定的《人工耳蜗植入工作指南》^[4] 中制定的语前聋患者的选择标准: ①植入的最佳年龄一般在 12 个月-6 岁。人工耳蜗植入的年龄越小其术后的康复效果可能会越好。②双耳重度或极重度感音神经性聋。经过一系列的听力学评估, 佩戴助听器 3-6 个月没有效果或者效果并不理想时应该行人工耳蜗植入; 对于极重度听力损失患者可以考虑直接行人工耳蜗植入。③无手术禁忌症。④患者有改善听力的强烈愿望, 父母和 (或) 植入者对人工耳蜗植入的结果有充分的了解和适宜的期望值。⑤植入术后有条件进行听力和语言康复训练。听力学入选标准: 主观测听: 行为测听裸耳平均阈值 >80dBHL; 助听听阈 2kHz 以上

频率 >50dBHL; 助听后言语识别率得分 <70%。^{[5][6]}

需要注意的是, 不是所有的耳聋患者都可以进行人工耳蜗植入手术, 在考虑进行手术时, 不但要注意适应症的选择, 还要排除手术禁忌。人工耳蜗植入的手术禁忌症包括: ①绝对禁忌症: Micheal 畸形、耳蜗闭锁和听神经缺失、急性或慢性中耳炎、乳突炎未根治者; ②相对禁忌症: 患有严重基础疾病和身体状况不良、频繁发作不能控制的癫痫、严重精神及心理疾病、术后无法进行康复训练。分泌性中耳炎和胶耳并不是人工耳蜗植入手术的禁忌症。在明确适应症及排除手术禁忌证后方可行人工耳蜗植入术。^[7]

4 人工耳蜗植入术的手术并发症

人工耳蜗是第一个可代替感官的人工装置。如果患者的听觉终器, 即耳蜗不能提供有效的输出, 人工耳蜗可绕过感受细胞直接提供听神经的电刺激。虽然人工耳蜗植入术作为治疗重度或极重度听力损失患者的最有效的方法。但是并不是百分之百的安全, 在手术过程的任何步骤中, 损伤毗邻的解剖结构都会导致严重的并发症, 不仅如此, 移植物本身也可以成为并发症的来源。

(1) 继发于耳蜗移植的神经损伤: 面神经损伤导致面瘫等、鼓索神经损伤导致味觉障碍等并发症。

(2) 人工耳蜗植入术的感染性并发症: 人工耳蜗植入术后感染比较罕见, 发病率为 1.7%-3.3%, 但处理起来是相当的困难。其中伤口感染是很常见的, 但是最严重的并发症是脑膜炎。^[8] 此外较常见的并发症还有中耳和乳突疾病。如: 急性中耳炎等。

(3) 人工耳蜗植入装置相关并发症: 设备故障、设备挤压、面神经刺激、磁体相关并发症 (磁体移位或脱位及外部磁体难以固定)。^[9]

(4) 其他并发症和人工耳蜗植入术的挑战: 常见的有鼓膜穿孔、外耳道损伤、眩晕、耳鸣、皮瓣坏死等, 此外还有面神经异常、畸形耳的耳蜗入路、脑脊液漏和井喷、前庭功能障碍等。^[10]

脑膜炎、面神经麻痹、电极错位或压缩、器械挤压、异物反应 (FBR) 和胆脂瘤等并发症是一组可能需要特殊治疗方案、翻修手术或器械移植的主要并发症。血肿、鼓膜缺损、磁铁 / 受体刺激器移位以及中耳和乳突感染等并发症被定义为轻微的并发症, 可以保守治疗或通过轻微的外科手术治疗。^[11]

人工耳蜗植入设备虽然比起助听器能够更好的使听力障碍患者与他人交流，更好的融入社会，但是，植入装置并非没有风险或并发症。作为外科医生需要详细了解手术的并发症，以便用最简单、最新、最有效的方法进行处理和治疗。对于病人来说，也需要了解人工耳蜗植入的手术并发症及发生的概率，以免术后达不到心理预期而出现问题。

5 人工植入术后康复效果的评估

人工耳蜗的植入只是让感知声音、重建听力的基础，对于耳聋患者，手术植入人工耳蜗非常重要，术后的听阈重建、听觉言语的康复训练也同样非常重要。尤其对于语前聋的患者来说听觉障碍是在语言获得之前就已经存在，这种听觉的受损大多数可能是先天的异常或是在婴幼儿时期就有的。对于语前聋患者来说，是没有任何的语言基础的，如果进行听觉康复（人工耳蜗植入）需要后期进行言语训练才能慢慢学会如何表达和沟通。人工耳蜗植入后经过一些列综合的听觉和言语康复可以明显提高听力受损患者的生活水平和社会参与度。术后康复效果的评估包括：重建听阈测试、听觉能力评估、听觉能力分级标准；言语能力评估、言语可懂度分级标准；《希-内学习能力测验》。

（1）重建听阈测试：用国产听力测仪器在隔音室内进行声场环境下测试所有患者人工耳蜗植入术后听阈，隔音室内环境噪声 <30dB(A)，扬声器入射角为 45°，听力计离测试耳的距离为 1 米，声信号为啁音，测试频率范围为 500 ~ 4000Hz。如果测试者对侧耳佩戴助听器，关闭对侧佩戴的助听器。测试完毕后分别得出患者在 500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz 的听阈，计算出 4 个频率的平均听阈。对于年龄较小和因各种原因不能配合的患者，对听力进行测试则要采用行为测试或者游戏测听的方法。

（2）听觉能力评估：使用《听障儿童听觉言语评估词表》和标准评估程序对被试者进行评估包括 10 个单项，每个单项得分为 10 分，10 个项目的满分是 100 分。完成整个测试后 10 个项目的总分超过 90 分被认为是优秀。评估方法：评估者与评估者并排坐一起，离人工耳蜗植入耳的距离是 50 厘米，通过听声音复述内容或听话识图的方式来评估听觉言语识别能力。^[12]

（3）言语能力评估：主要评估的是耳聋患者对于言语的应用能力和沟通能力，言语能力评估采用了中国聋儿康复系统中常用的听障儿童语言能力评估标准和方法。内容包

括：语音清晰度、语法能力、理解能力、表达能力和交往能力。评分标准是将 5 个分项分为 4 个级别，每个级别与相应的语言年龄相一致。每个子评估的结果都是一个语言年龄。用语言年龄各子项的平均值作为总体语言年龄，代表人工耳蜗植入儿童的言语语言能力。^[13]

（4）听觉行为分级标准（CAP）^[14] 评分共有 8 级，每个级别分别记作 0-7 分；言语可懂度分级标准（SIR）：用于评估患者的言语感知效果的指标，一般用正确理解的百分率表示。SIR 评分共有 5 级，每个级别分别记作 1-5 分。等级越高，说明其言语感知能力越高。

（5）学习能力评估：采用《希-内学习能力测验中国聋人常模修订版》及其配套的工具进行测试。测试内容包括串珠、颜色识别和记忆、辨认图画、看图联想、折纸、短期记忆、摆方木、完成图画。测试结束后，将测试记录的原始分数通过常模转化成智力年龄，然后计算出平均智龄（中位数智龄），再通过常模计算实际年龄和中位数智龄之间的差值（DIQ）。本测试结果 DIQ 是通过聋人常模得出的，只能用于聋儿之间的比较，如果与正常听力儿童进行比较，只能以正常听力儿童常模所得出的分数进行比较。^{[15] [16]}

6 影响人工耳蜗植入术后康复效果的因素

人工耳蜗植入术后进行康复训练是非常重要的，尤其对于语前聋患者来说，是在出生时后出生后不久就发生了重度或极重度耳聋，使得患儿无法接收外界的声音信号，导致无法学习和形成语言，所以术后的康复是必须进行的。当然，术后进行长期康复训练的过程中，会有很多因素影响康复效果。

（1）植入年龄：患有严重先天性听力障碍的儿童在较小的年龄接受人工耳蜗植入可能会有更好的言语和语言习得结果。可能是因为听觉皮层在出生时具有最大的神经可塑性，随着时间的推移，这种可塑性会降低。学习和语言发展的关键时期是在生命的前 3-5 年。早期的人工耳蜗植入，最好是在 12 个月前，与术后听力和口语生成成功率最高有关。一项针对澳大利亚 350 名儿童的前瞻性研究报道，在 24 个月大时接受人工耳蜗植入的 5 岁儿童的平均全球语言得分比 6 个月大时接受人工耳蜗植入的儿童低 1.4 个标准差。一项针对 209 名先天性听力损失儿童的多中心研究报告称，在 12 个月前植入人工耳蜗的儿童在入学时（5 至 7 岁）的接受性语言技能和认知结果在统计学上显著优于在 12 至 60 个

月间植入人工耳蜗的儿童。^[17]

(2) 家庭参与：专注于亲子互动的干预措施可以改善植入人工耳蜗儿童的语言康复结果。一项对澳大利亚 42 名植入人工耳蜗的儿童进行的回顾性队列研究发现，在早期干预计划中进行密集的家庭参与单字接受性词汇的标准化测量得分较高相关。一项对 27 项植入人工耳蜗儿童研究的分析显示，父母语言输入的影响，包括他们让孩子接触的所有语言类型，占儿童语言结果差异的三分之一。人工耳蜗术后高质量的亲子语言互动对成功的语言习得至关重要。较高的家庭社会经济地位和较高的父母教育水平与语言成绩的提高有关。^[18]

(3) 残疾：在植入人工耳蜗的儿童中，额外的残疾与较差的语言表现有关。在听力损失的 3 岁儿童中，额外的残疾占语言结果差异的 15% 至 21%。非语言认知能力是接受人工耳蜗的残疾儿童接受和表达语言结果的统计显著预测因子，并且与所有语言和言语测量呈正相关。获得早期人工耳蜗手术和多学科护理团队的作用对于确保这一人群的良好预后非常重要。人工耳蜗植入可使儿童学习口语或手语。早期植入手术和家庭参与护理与儿童的良好结果相关，而其他残疾的存在可能会延迟语言发育。在人工耳蜗植入前学习手语可能有助于避免语言丧失。^{[19][20]}

7 结语与展望

国内外目前对于人工耳蜗植入的适应症在不断的更新，国内对人工耳蜗术后的言语康复评估仍然处于一个发展阶段，而且听觉言语康复评估比较单一且缺乏精确度，国内尚缺乏统一的评价标准。对于语前聋患者人工耳蜗植入术后的听觉和言语康复的必要影响因素尚未有明确的定论。这些都需要进一步的研究和探讨。

参考文献：

[1]DENDYS K, BIENIASZ J, BIGOS P, et al. Cochlear implants - An Overview. Are CIs world's most successful sensory prostheses? [J]. Journal of Education, Health and Sport, 2023.

[2]BANERJEE A. Cochlear Implants: From Principles to Practice [J]. The Journal of laryngology and otology, 2020, (9): 134.

[3] 赵晓云, 胡健, 徐百成. 人工耳蜗植入相关进展 [J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18(06): 1113-8.

[4] 人工耳蜗植入工作指南 (2013) [J]. 中国听力语言康复

科学杂志, 2014, 12(04): 263-9.

[5]SZYFTER W, KARLIK M, SEKULA A, et al. Current indications for cochlear implantation in adults and children [J]. Otolaryngol Pol, 2019, 73(3): 1-5.

[6]MANRIQUE M, RAMOS Á, DE PAULA VERNETTA C, et al. Guideline on Cochlear Implants [J]. Acta Otorrinolaringologica (English Edition), 2019, 70(1): 47-54.

[7]EGILMEZ O K, KALCIOGLU M T. Cochlear implant: indications, contraindications and complications [J]. 2015.

[8]SHRAVAN G, ALEX F, MICHELE T, et al. Meningitis Risk in Patients with Inner Ear Malformations after Cochlear Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. Otology and neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology, 2023, (7): 44.

[9]JINKA S, WASE S, JEYAKUMAR A. Complications of Cochlear Implants: A MAUDE Study [J]. The Journal of laryngology and otology, 2023: 1-18.

[10] 黄桂亮, 孙昌志, 陈彦球, et al. 人工耳蜗植入术后并发症分析 [J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18(05): 913-7.

[11]BASIR H, KAZEMI T, AKBAR B. Surgical Complications of Cochlear Implantation [J]. 2019.

[12] 原皞, 张华, 梁巍, et al. 听障婴幼儿听觉干预后短期听觉语言能力评估 [J]. 中华耳科学杂志, 2015, 13(04): 598-603.

[13] 刘建菊, 张芳, 孙喜斌. 听障儿童言语识别能力评估标准的修订 [J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2014, 12(05): 357-61.

[14]ARCHBOLD, E M, LUTMAN, et al. Categories of auditory performance: inter-user reliability [J]. British journal of audiology, 1998.

[15]BASHAR A. Impact of Cochlear Implant on Auditory and Speech Perception and Language Development in Prelingual Deaf Children [J]. Journal of ENT Care and Otolaryngology Research, 2020.

[16] 杨晓娟, 曲成毅, 孙喜斌, et al. 希 - 内学习能力测验中国 3-7 岁儿童常模修订 [J]. 中国临床心理学杂志, 2011, 19(02): 195-7.

[17]SPITZER E R, WALTZMAN S B. Cochlear implants: the effects of age on outcomes [J]. Expert review of medical devices, 2023, (7/12): 20.

[18] 李晓静, 夏余芝, 郁梦梦, et al. 家庭环境对语前聋儿童人工耳蜗植入后言语能力影响研究 [J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2024, 22(01): 79-81+98.

[19] 陈薪羽, 崔忠涛, 蔡勋功, et al. 儿童及青少年人工耳蜗植入术后疗效影响因素分析 [J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2023, 21(05): 489-91.

[20]CAMPBELL E, BERVINCHAK D, CEH K, et al. The

Impact of Parental Reading Behaviors on Early Literacy in Children with Cochlear Implants Methods [J]. 2021.

作者简介:

李忠莹 (1997—), 女, 汉族, 甘肃白银人, 本科学历, 现就读于青海大学附属医院, 耳鼻咽喉科全日制研究生, 研究方向为耳科学。

基金项目:

青海大学附属医院中青年科研基金重点项目 (项目编号: ASRF-2022-ZD-01)。