

骨种植体结合赝复体耳廓修复

颞浅筋膜损伤耳畸形的临床效果评估

Clinical Outcomes of Osseointegrated Prosthetic Auricular Reconstruction in Patients With a Compromised Ipsilateral Temporoparietal Fascial Flap

作者: Zuo, Kevin J. MD; Wilkes, Gordon H. MD, FRCSC

作者信息:

Faculty of Medicine and Dentistry, University of Alberta
Institute for Reconstructive Sciences in Medicine, Misericordia Hospital,
Covenant Health Group
Division of Plastic and Reconstructive Surgery, University of Alberta,
Edmonton, Canada.

Address correspondence and reprint requests to Gordon H. Wilkes, MD, FRCSC,
Division of Plastic and Reconstructive Surgery, Faculty of Medicine and
Dentistry, University of Alberta, #174 Meadowlark Health Centre, 156 St and
87 Avenue, Edmonton AB T5R 5W9, Canada;

E-mail: Gordon.Wilkes@albertahealthservices.ca

摘要

严重耳畸形伴颞浅动脉受损的患者因其颞浅筋膜(temporoparietal fascial flap, TPFF)十分菲薄,很难接受自体耳再造手术。骨种植体结合赝复体耳廓再造术(Osseointegrated prosthetic auricular reconstruction, OPAR)是游离颞浅筋膜瓣显微手术以及自体重建术外的又一选择,目前临床效果研究数据有限。

本文回顾了 1989-2013 年间,耳缺损或严重畸形同时伴有颞浅筋膜受损并接受骨种植体结合赝复体耳廓再造的患者进行了评估。

研究利用问卷形式,根据 Likert 5 点量表对患者满意度进行了评估。32 位患者(8 位女性,24 位男性)进行了骨结合修复体耳廓再造,平均年龄 43 岁(年龄范围 10-70 岁)。颞浅筋膜瓣受损的原因包括严重外伤(13 位)、恶性肿瘤切除(9 位)、烧伤(4 位)、皮瓣获取损伤(4 位)、动静脉畸形(1 位)以及感染(1 位)。其中有两位患者还伴有颅面缺损,包括软组织缺损(87.5%)、失聪(46.9%)及骨畸形(31.3%)。

种植总成功率为 88.6%,平均术后随访时间 7.6 年。义耳平均每天使用时间 12.2 小时,平均每周使用时间 6.6 天(每周 80.5 小时)。据了解,5 位种植失败的患者曾接受头、颈部放射治疗。

76.2%的患者表示自信心和自尊心都“增强”或“更强”了,所有患者均明确表示会再次接受治疗。骨结合修复体耳廓再造对于本研究中的患者群体而言是一种可靠的选择,满意度较高。接受过放射治疗的患者种植失败率可能更高。

正文

当局部组织存在瘢痕或皮肤缺损情况时，颞浅筋膜瓣就成了自体耳再造软组织覆盖的基础。颞浅筋膜瓣柔韧轻薄含有丰富的血管，因此，皮肤移植之前需进行耳廓肋软骨构架三维覆盖。

严重耳畸形患者往往伴有组织缺损情况，尤其是因外伤、肿瘤切除、血管畸形以及手术而导致颞顶血供应阻断的患者，其修复难度更高。他们无法进行自体种植耳再造，一方面健康皮肤缺失，另一方面颞浅筋膜瓣太过脆弱无法支持种植体。

对侧颞浅筋膜瓣显微血管游离组织转移是一种可选方法，根据过往报道其成功率为 87.5%，但在健康年轻患者中应用经验有限。此外，平均手术时间超过 11 小时，存在结果不可预测且造成供体部位缺损等问题。使用网膜皮瓣(omental flaps)、颈部双叶皮瓣(bilobed cervical flaps)、臂外侧游离皮瓣筋膜(lateral arm fascial free flaps)、游离前臂筋膜(free radial forearm fascial)以及预制复合前臂筋膜皮瓣也都存在同样的问题。针对上述皮瓣需要高超的显微手术技术，且必须加强术后皮瓣监测。即便如此，也不一定能确保结果的一致性。对于合并症患者而言，无法适应上述方法，他们需要的是一种手术、麻醉以及伤口愈合并发症较低的耳重建方法。

骨种植体结合赝复体耳廓再造就是一种不错的替代法。其假体在功能、生物相容性、固定性以及美观方面对于无法接受正常自体耳再造的患者而言均有一定优势。同时，骨种植体结合赝复体耳廓再造时间短、并发症风险低，甚至可以在局部麻醉下开展。总之，患者满意度很高。本研究的目的在于评估采用骨种植体结合赝复体耳廓再造颞浅筋膜损伤耳畸形的临床效果。

方法

我们针对颞浅筋膜瓣受损而无法接受自体耳再造的患者进行了回顾性研究，研究对象均由同一位医生在 1989-2013 年间实施骨种植体结合赝复体耳廓再造的患者。

患者筛选标准: 选择因手术导致血管损伤或之前颞浅筋膜瓣获取造成颞浅动脉缺失的患者。在不确定的情况下，使用多普勒超声评估。

患者数据收集包括: 耳再造适应症、吸烟史、放射治疗史、术后 1、3、6、12、18、24、36 个月以及第 5 年和第 10 年的义耳状态。对于适合接受耳再造却依然选择骨种植体结合赝复体耳廓再造治疗的患者排除。

骨种植体结合赝复体耳廓再造治疗包括两个阶段:
第一阶段: 直接在骨内放置 2 个或更多钛种植体
第二阶段: 种植体放置 3-6 个月，用于连接承载接合点
理想情况下，两个阶段可一次完成。

患者可以将定制化的异质义耳从接合点自由佩戴或摘除。

研究利用问卷形式（20 个问题），根据 Likert 5 点量表对患者满意度进行评估。问题集中在义耳使用的技术、患者社会心理以及整体满意度方面。问卷在最近一次随访时请患者回答，或通过邮件形式发送。

统计分析软件采用 Small Stata 12.1。本次研究经 Alberta 大学伦理研究委员会批准。

结果

在 1989-2013 年间，32 位颞浅筋膜瓣受损患者（8 位女性，24 位男性）在研究者所在的机构接受了骨种植体结合膈复体耳廓再造治疗（表 1）。20 个种植体用于左耳，12 个种植体用于右耳。患者平均年龄 43 岁（年龄范围 10-70 岁；图 1），包括三位 10、16、17 岁的患者。

表1. 患者数据

患者 ID	重建适应症			患者特征			治疗周期		随访
	年龄/性别	身体缺陷	病因	放射治疗史	吸烟	颞浅动脉	年	持续时间	佩戴情况 (h/d, d/w)
1	41 F	Loss R ear	Major trauma (MVA)	No	No	Absent	1.2	256	17, 7
2	28 M	Loss L ear	Burn (electrical)	No	No	Absent	0.6	253	12, 7
3	20 F	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	Yes	Absent	0.7	149	10, 7
4	48 F	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	No	No info	1.4	222	18, 7
5	67 M	Loss L ear	Neoplastic (SCC)	Yes	Yes (quit)	Absent	1.3	180	14, 7
6	41 M	R microtia with failed autogenous reconstruction	Previous TPFH harvest	No	No	Absent	1	48	12, 7
7	33 F	Loss L ear	AV malformation	No	No	Present	1.4	169	8, 7
8	27 M	Loss L ear	Burn (electrical)	No	No	Absent	1.4	158	10, 7
9	24 M	Loss L ear	Major trauma (workplace)	No	Yes (quit)	Present	1.7	94	16, 7
10	70 M	Loss R ear	Neoplastic (BCC)	Yes	Yes	No info	1.6	114	4 hours/week
11	45 M	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	No	Absent	0.9	84	14, 7
12	21 F	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	Yes	Absent	2	70	24, 7
13	26 M	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	Yes	Absent	1.4	143	n/a
14	69 M	Loss L ear	Neoplastic (SCC)	Yes	Yes (quit)	No info	2.1	118	16, 7
15	50 M	Loss L ear	Neoplastic (BCC)	Yes	No	Absent	1.3	88	n/a
16	10 F	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	No	Absent	3.1	18	6, 7
17	20 M	L microtia with failed autogenous reconstruction	Previous TPFH harvest	No	No	Absent	2.2	84	8, 7
18	19 M	Loss L ear	Major trauma (MVA)	No	No	Absent	0.8	91	14, 7
19	47 M	Loss R ear	Neoplastic (BCC)	No	Yes	Absent	1.4	96	10, 7
20	41 M	Loss R ear	Neoplastic (BCC)	No	Yes	No info	2.5	38	8, 5
21	10 F	Loss R ear	Major trauma (dog bite)	No	No	Absent	1.3	72	8, 7
22	63 M	L ear deformity	Major trauma (workplace)	No	Yes (quit)	Absent	1.7	71	12, 7
23	44 M	L microtia with failed autogenous reconstruction	Prior TPFH harvest	No	No	Absent	0.9	60	16, 7
24	58 M	Loss L ear	Burn (electrical)	No	No	Absent	2.2	66	10, 5
25	54 M	L ear deformity	Burn (thermal)	No	Yes	Present	4.1	43	8, 7
26	61 F	Loss L ear	Infection (necrotizing fasciitis)	No	Yes (quit)	No info	2.7	48	15, 1
27	45 M	R microtia with failed autogenous reconstruction	Prior TPFH harvest	No	Yes	Absent	4.5	12	12, 7
28	56 M	Loss R ear	Neoplastic (BCC)	Yes	Yes	Absent	4.2	40	15, 7
29	53 M	Loss R ear	Neoplastic (B cell lymphoma)	No	Yes	Absent	3.4	35	3, 7
30	50 M	Loss R ear	Major trauma (MVA)	No	Yes (quit)	Absent	3.4	30	12, 6
31	16 M	Loss R ear	Major trauma (MVA)	No	Yes (quit)	Absent	2.3	18	13, 7
32	79 M	Loss R ear	Neoplastic (SCC)	No	No	Absent	0.8	3	-

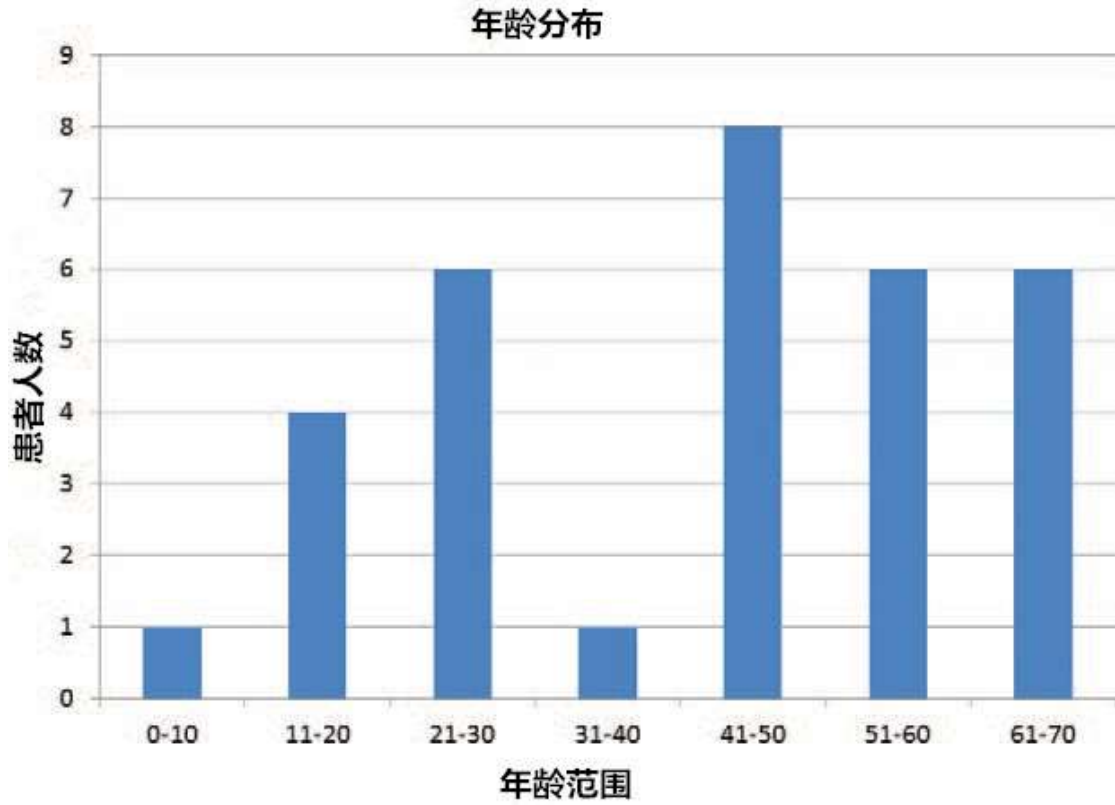


图 1. 患者的年龄分布

一颞浅筋膜瓣受损病因（图 2）：

13 例严重外伤（10 例摩托车事故、2 例工伤、1 例狗咬）

9 例恶性肿瘤切除（5 例基底细胞癌、3 例鳞状细胞癌、1 例 B 细胞淋巴瘤）

4 例烧伤

4 例皮瓣获取用于自体再造失败

1 例动静脉畸形

1 例大面积感染

颞顶筋膜皮瓣受损病因

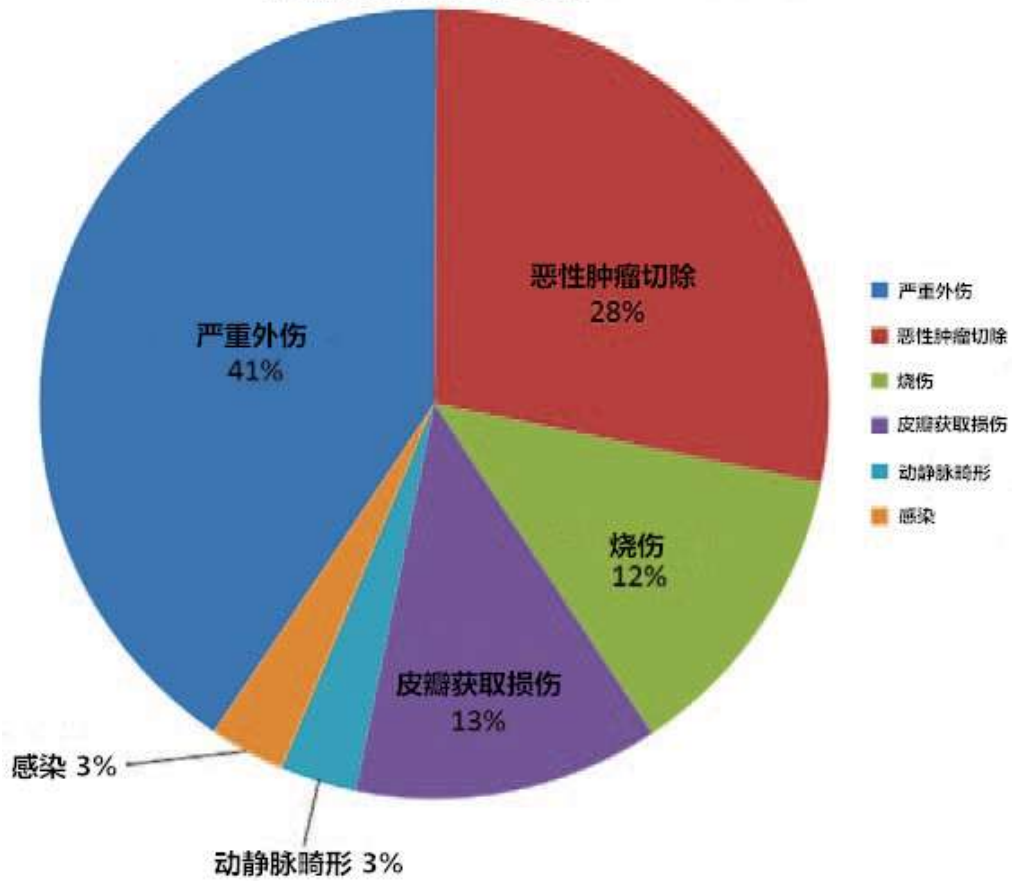


图 2. 颞浅筋膜瓣受损病因

仅 3 位患者有明显侧颞浅动脉，但因之前手术获取皮瓣、烧伤瘢痕、动静脉畸形造成颞浅筋膜瓣不可利用。2 例患者伴有颅面缺损（图 3）。5 位患者曾接受过头颈部放射治疗癌症。全部研究对象中，17 位吸烟，其中 7 位在治疗开始前戒烟；1 位有严重酗酒史和社会心理问题；唯一记录到的手术问题是 1 位患者种植骨结合体时进入到乳突气房，但患者后续并未出现问题。



图 3. 颅面缺损情况

平均术后随访时间 7.6 年（3 个月-21.3 年），义耳平均每天佩戴时间 12.2 小时，平均每周使用时间 6.6 天（每周 80.5 小时）。32 位患者中，29 位每天佩戴义耳。1 位患者因工作环境不洁需戴安全帽，故很少佩戴义耳；1 位患者一周仅佩戴一次，原因不明；1 位患者因鳞状细胞癌复发治疗故停止佩戴义耳。

32 位患者共放置了 88 个钛种植体。78 个种植体（88.6%）在最近的随访中成功骨结合。美容效果普遍较好（图 4-7）。5 位男性患者（平均年龄 62.4 岁）中 10 个种植失败。种植失败前平均持续时间 90.1 个月（7.5 年），失败原因在于头颈部放射治疗造成放射性骨坏死（2 位患者）以及慢性炎症导致组织收缩及骨外露（3 位患者，功能限制、社会心理因素、不良个人卫生三方面因素造成；表 2）。23 个曾接受放射治疗的组织中的骨结合修复体，10 个种植失败，失败率 43%；65 个未接受放射治疗的组织中的骨结合修复体，无失败情况。多变量逻辑回归分析显示种植失败和曾接受头颈部放射治疗之间的关系具有统计学意义，和性别、吸烟史及年龄无关。



图 4. 28 岁男子经电击烧伤后，严重颅面瘢痕和无耳畸形，接受骨结合再造耳廓修复



图 5. 67 岁男子因鳞状细胞癌，经历了左侧颞骨切除治疗。患者在骨种植体结合赝复体耳廓再造前接受过放射治疗，后因放射性骨坏死，故耳再造失败



图 6. 33 岁女子因左耳动静脉畸形而接受了全耳切除术，并接受骨结合耳廓再造修复



图 7. 10 岁女孩被狗咬后造成右耳严重外伤，随后接受骨结合耳廓再造修复，该治疗不影响日后接受自体耳再造

表2 失败案例

ID	年龄/性别	放射治疗史	吸烟	安置位置	持续月数	原因	能否佩戴义耳
5	67 M	Yes	Yes (quit)	9:00	180	放射性骨坏死	Yes
10	70 M	Yes	Yes	12:00	96	卫生状况不良、独居的老人引发慢性炎症	Yes
14	69 M	Yes	Yes (quit)	9:00	118	未知	Yes
				10:00	118	骨量缺失、结痂、组织收缩以及骨暴露造成慢性炎症。骨结合后早期患者中风以及卫生问题	
				12:00	32	未知	
15	50 M	Yes	No	8:00	81	放射性骨坏死	No
				9:00	74		
				10:00	88		
				11:00	74		
28	56 M	Yes	Yes	9:00	40	慢性炎症。严重吸烟者/酗酒者	No

患者满意度调查问卷通过邮件发送给 29 位患者，其中三位在研究期间去世。21 位（应答率 72.4%）回复了邮件（表 3）。回复中，76.2%（16 位）的患者称自信心和自尊心都“增强”或“更强”了；85.7%（18 位患者）称自我形象“提升”或“更好”了。最重要的是，所有患者均明确表示会再次接受治疗。

表3 患者满意度调查问卷

问题	较好或更好 (N = 21)		无改变或更差 (N = 21)	
	患者数量	百分比 (%)	患者数量	百分比 (%)
1 义耳的固定程度如何？	11	52	10	48
2 你觉得义耳外观如何？	15	71	6	29
3 如果佩戴义耳改变了你在公众面前的自我感觉，你如何评价这种改变？	16	76	5	24
4 佩戴义耳的便利程度？	10	48	11	52
5 摘除义耳的便利程度？	10	48	11	52
6 对义耳侧进行个人卫生处理的便利程度？	8	38	13	62
7 和过去相比，你认为佩戴义耳对于增加日常活动是否有帮助？	12	57	9	43
8 佩戴义耳后，你是否认为你的身体活动增加了？	6	29	15	71
9 佩戴义耳后，你是否认为更有精力处理琐事？	3	14	18	86
10 佩戴义耳后，你是否认为更有精力进行娱乐活动？	5	24	16	76
11 同过去相比，你是否感到佩戴义耳后社交生活改善了？	12	57	9	43
12 佩戴义耳是否让你感觉更加被家人和朋友接受了？	10	48	11	52
13 佩戴义耳是否让你有信心外出参与更多社交活动？	7	33	14	67
14 佩戴义耳是否让你在工作/社交环境下感觉更舒服？	16	76	5	24
15 佩戴义耳对自尊心影响如何？	16	76	5	24
16 佩戴义耳后，你如何看待自己的外观？	18	86	3	14
17 佩戴义耳后，你对未来是否有了更好的展望？	13	62	8	38
18 佩戴义耳后，你的情绪变化如何？	13	62	8	38
19 你每天佩戴义耳多少小时？	15 (>8 hours)	71	6 (<8 hours)	29
20 你会再次接受治疗吗？	21 (Yes)	100	0 (No)	0

讨论

颞浅筋膜瓣受损后很难进行自体耳再造手术，对于无法接受显微手术治疗的患者而言更是不利。对于能够进行手术且有供源的情况下，使用游离皮瓣是一种很好的选择。对于有严重缺陷的患者而言，若希望选择更加微创的治疗，那么佩戴义耳是进行颅面修复的可选方案。上文已经对其良好的长期效果进行了介绍，除了患者社会心理健康方面的影响外，已发布的报道介绍了接受骨结合修复体耳廓再造的患者每天佩带义耳超过 10 个小时，并且已经将其视为自己的一部分。

义耳的临床效果往往根据种植成功情况、修复成功(prosthesis success)以及患者满意度来

评估(表 4)。本次研究患者种植成功率 89%，虽然较曾经报道过的 96%-98%的成功率有些距离，但考虑到我们的研究对象均有局部组织缺损、合并症且部分接受过化疗，所以这个成功率依然是非常难得的。骨结合修复体耳廓再造的美容效果总体不错，优于同类群体接受自体耳再造的效果。另外，该方案不会对本已瘢痕累累的组织带来二次伤害，若患者日后能够接受耳再造手术，也不会影响手术的进行。骨结合修复的问题包括：钉道卫生、义耳佩戴和摘除、活动时佩戴不稳定、无法随皮肤自然颜色而变化同时需定期维护调试。

表4. 骨结合修复体耳廓再造成功效果评估

效果评估	界定	结果
移植成功	钛移植体实现稳定骨结合，无缺失缺损，不论覆盖的皮肤是否回缩	78/88(89%)移植体成功骨结合
修复成功	按照要求成功佩戴义耳，移植独立不受影响，例如，单个移植失败后，暴露的移植体还能继续佩戴假体	30/32(94%)能顺利佩戴义耳
患者满意度	对于外观、义耳佩戴、社会心理因素包括自尊心、自我意象及自信心等主观满意	见表3

吸烟史、高龄以及女性性别因素都与皮肤反应有关联，而化疗则确定会对骨血管供应、软组织完整性、伤口愈合造成损害，并增加感染率、种植失败率，造成放射性骨坏死。外伤造成的骨质量较差或早前的手术治疗均可能导致骨结合失败。本次研究中，10个种植失败就发生在5位曾接受头颈部放射治疗的患者身上。其中，2人无法佩戴义耳，其余3位患者发生了骨外露情况。而无放射治疗史的研究对象中没有出现种植失败情况。

头颈部放射治疗史并非癌症患者骨种植体结合修复体行颌面修复的禁忌症，如何在术前优化这些患者是目前的一个争论点。假体存活率最高的口外放射应用部位在颞骨处，此处皮质密且骨血供应足，从而确保骨修复体接合点足以支持功能性负荷。在我们的机构中，有放射治疗史或不明骨状态的患者都需要进行术前CT、3D仿真模拟种植体术前规划研究、手术前后高压氧治疗。放射治疗后停滞6-18个月，确保软组织和骨质足够稳定后再考虑进行骨种植体手术。

Granstrom等学者2003年对颞骨骨种植体结合修复体耳廓修复治疗进行了系统回顾，发现种植体成功率在放射治疗史患者中比较高，最长达术后5年，5年后开始开始常见失

败。他指出种植失败率能够通过术前高压氧治疗而降低。在本次研究对象中, 尽管术前使用了高压氧治疗, 5 位放射治疗史患者仍然种植失败了。一些混合因素, 包括软组织和骨量缺损合并症、放射类型以及放射残留剂量都有待明确。目前, 在试验研究和口腔种植患者研究中, 高压氧治疗对于骨结合修复体存活率的有利影响仍然不确定。

骨种植体结合赈复体耳廓再造治疗后平均持续时间为 7.5 年, 定期随访是实现长期效果的关键。我们目前的随访分别在术后 1、3、6、12、18、24 和 36 个月, 以及第 5 年和第 10 年进行。根据我们的研究发现, 放射治疗史患者有必要每年进行随访。

患者满意度问卷显示骨种植体结合赈复体耳廓再造治疗患者普遍满意(表 3), 所有患者都愿意再次接受治疗。患者的评价包括: “……现在我已经佩戴义耳多年, 如果没有了它, 我的形象将不再‘正常’”; “佩戴义耳给了我信心, 使我不论看上去还是自我感觉都回归‘正常’了”; “我的耳朵看上去非常自然, 没有疼痛感或不适感, 在社交过程中, 没有人发觉这是义耳”; 值得一提的是, 研究对象中的 3 个儿童的骨种植体结合赈复体耳廓修复没有任何问题。就像一副合适的眼镜一样, 一对安全舒适的义耳已经成为孩子自我形象中的一部分, 除了晚间或需要清洁时摘除, 其余时间他们几乎忘记自己佩戴着义耳。骨结合义耳和粘性义耳不同, 后者会刺激皮肤并引起异物感, 所以儿童也更喜欢骨结合义耳。此外, 除了确保义耳结实耐用外, 其耳垂部分还被设计为可穿孔结构, 以便满足那些希望佩戴耳饰的孩子。这一设计尤其受到年轻女孩的喜悦, 也成为了她们佩戴义耳的动力。

颞深筋膜被用来覆盖自体耳, 但相对于颞浅筋膜瓣而言, 不够结实, 不利于伤口愈合, 而延迟愈合会导致软骨吸收, 增加瘢痕和感染风险, 美容效果也不好。在我们的研究对象中, 很少利用颞深筋膜, 因为它们往往已经同颞浅筋膜瓣一起受到了损伤。在一些先天案例中, 如果在最初颞浅筋膜瓣获取时, 颞深筋膜得以保留, 那么可能可以用于附加筋膜覆盖。

总之, 对于颞浅筋膜瓣受损而不适合自体修复的患者, 骨种植体结合赈复体耳廓再造是一种很好的选择, 美容效果也优于自体修复。植入和修复成功率以及患者满意度高。长期随访很关键, 尤其对于有放射治疗史的患者, 因为良好的护理和未来假体重制都是患者日受生活中的重要环节。

参考文献:

REFERENCES

1. Brent B, Byrd HS. Secondary ear reconstruction with cartilage grafts covered by axial, random, and free flaps of temporoparietal fascia. *Plast Reconstr Surg* 1983; 72:141 – 152.
2. Brent B, Upton J, Acland RD, et al. Experience with the temporoparietal fascial free flap. *Plast Reconstr Surg* 1985; 76:177 – 188.
3. Park C, Suk Roh T. Total ear reconstruction in the devascularized temporoparietal region: I. Use of the contralateral temporoparietal fascial free flap. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108:1145 – 1153.
4. Park C, Roh TS, Chi HS. Total ear reconstruction in the devascularized temporoparietal region: II. Use of the omental free flap. *Plast Reconstr Surg* 2003; 111:1391 – 1397. discussion 98-9.
5. Mutaf M, Isk D, Atik B, et al. Versatility of the bilobed cervical skin flap for total ear reconstruction in the unfavorable temporoauriculomastoid region. *Plast Reconstr Surg* 2006; 118:652 – 662.

6. Yousif NJ, Warren R, Matloub HS, et al. The lateral arm fascial free flap: its anatomy and use in reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1990; 86:1138 – 1145.discussion 46-7.
7. Bhandari PS. Total ear reconstruction in postburn deformity. *Clin Plast Surg* 2002; 29:213 – 220.vi.
8. Finical SJ, Johnson CH. Reconstruction after extirpation of the auricle. *J Reconstr Microsurg* 2001; 17:325 – 329.
9. Zhou G, Teng L, Chang HM, et al. Free prepared composite forearm flap transfer for ear reconstruction: three case reports. *Microsurgery* 1994; 15:660 – 662.
10. Akin S. Burned ear reconstruction using a prefabricated free radial forearm flap. *J Reconstr Microsurg* 2001; 17:233 – 236.
11. Korus LJ, Wong JN, Wilkes GH. Long-term follow-up of osseointegrated auricular reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2011; 127:630 – 636.
12. Westin T, Tjellstrom A, Hammerlid E, et al. Long-term study of quality and safety of osseointegration for the retention of auricular prostheses. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 121:133 – 143.
13. Younis I, Gault D, Sabbagh W, et al. Patient satisfaction and aesthetic outcomes after ear reconstruction with a Branemark-type, bone-anchored, ear prosthesis: a 16 year review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010; 63:1650 – 1655.
14. Si Y, Fan SC, Sun W, et al. Osseointegration technique in patients with acquired auricular deformities and failed previous reconstruction: a retrospective study of long-term follow-up and Chinese experience. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2012; 74:129 – 135.
15. Hamming KK, Lund TW, Lander TA, et al. Complications and satisfaction with pediatric osseointegrated external ear prostheses. *Laryngoscope* 2009; 119:1270 – 1273.
16. Tjellstrom A. Osseointegrated implants for replacement of absent or defective ears. *Clin Plast Surg* 1990; 17:355 – 366.
17. Tolman DE, Taylor PF. Bone-anchored craniofacial prosthesis study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11:159 – 168.
18. Wright RF, Zemnick C, Wazen JJ, et al. Osseointegrated implants and auricular defects: a case series study. *J Prosthodont* 2008; 17:468 – 475.
19. Han K, Son D. Osseointegrated alloplastic ear reconstruction with the implant-carrying plate system in children. *Plast Reconstr Surg* 2002; 109:496 – 503.discussion 04-5.
20. Thorne CH, Brecht LE, Bradley JP, et al. Auricular reconstruction: indications for autogenous and prosthetic techniques. *Plast Reconstr Surg* 2001; 107:1241 – 1252.
21. Granstrom G. Osseointegration in irradiated cancer patients: an analysis with respect to implant failures. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63:579 – 585.
22. Tolman DE, Taylor PF. Bone-anchored craniofacial prosthesis study: irradiated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11:612 – 619.
23. Ihde S, Kopp S, Gundlach K, et al. Effects of radiation therapy on craniofacial and dental implants: a review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 107:56 – 65.
24. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, et al. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998; 106:721 – 764.
25. Jacobsson M, Tjellstrom A, Fine L, et al. An evaluation of auricular prosthesis using

- osseointegrated implants. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1992; 17:482 – 486.
26. Selcuk CT, Sahin U, Celebioglu S, et al. Complex craniofacial reconstruction with prostheses as an alternative method to autogenous reconstruction. *J Craniofac Surg* 2011; 22:2090 – 2093.
27. Zeitoun H, De R, Thompson SD, et al. Osseointegrated implants in the management of childhood ear abnormalities: with particular emphasis on complications. *J Laryngol Otol* 2002; 116:87 – 91.
28. Giot JP, Labbe D, Soubeyrand E, et al. Prosthetic reconstruction of the auricle: indications, techniques, and results. *Semin Plast Surg* 2011; 25:265 – 272.
29. Abu-Serriah MM, McGowan DA, Moos KF, et al. Extra-oral craniofacial endosseous implants and radiotherapy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003; 32:585 – 592.
30. Granström G. Radiotherapy, osseointegration and hyperbaric oxygen therapy. *Periodontol* 2000 2003; 33:145 – 162.
31. Roumanas ED, Freymiller EG, Chang TL, et al. Implant-retained prostheses for facial defects: an up to 14-year follow-up report on the survival rates of implants at UCLA. *Int J Prosthodont* 2002; 15:325 – 332.
32. Nishimura RD, Roumanas E, Sugai T, et al. Auricular prostheses and osseointegrated implants: UCLA experience. *J Prosthet Dent* 1995; 73:553 – 558.
33. Hatfield RB, Frias VV, Wazen JJ, et al. A radiation-shielding device for craniofacial implant placement. *J Prosthet Dent* 2001; 86:348 – 351.
34. Donoff RB. Treatment of the irradiated patient with dental implants: the case against hyperbaric oxygen treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64:819 – 822.
35. Nyberg J, Hertzman S, Svensson B, et al. Osseointegration of implants in irradiated bone with and without hyperbaric oxygen treatment: an experimental study in rat Tibiae. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28:739 – 746.
36. Dudziak ME, Saadeh PB, Mehrara BJ, et al. The effects of ionizing radiation on osteoblast-like cells in vitro. *Plast Reconstr Surg* 2000; 106:1049 – 1061.
37. Granstrom G, Tjellstrom A, Branemark PI. Osseointegrated implants in irradiated bone: a case-controlled study using adjunctive hyperbaric oxygen therapy. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57:493 – 499.
38. Chambrone L, Mandia J Jr, Shibli JA, et al. Dental implants installed in irradiated jaws: a systematic review. *J Dent Res* 2013; 92:119S – 130S.
39. Esposito M, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: hyperbaric oxygen therapy for irradiated patients who require dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 9:CD003603.