

3D打印技术辅助自体肋软骨移植在中重度杯状耳畸形手术修复中的应用

何刚, 税磊, 夏凡

(遂宁市中心医院耳鼻咽喉科 四川 遂宁 629000)

[摘要]目的: 探究三维(Three dimensiona, 3D)打印技术辅助自体肋软骨移植术对中重度杯状耳畸形的作用。方法: 选取2019年12月-2021年12月遂宁市中心医院收治的72例行自体肋软骨移植术的中重度杯状耳患者, 根据耳模制作方法分为标准耳模组($n=36$, 二维标准耳模术)和3D建模组($n=36$, 3D打印技术)。比较两组再造耳廓形态、心理状态、并发症、美学效果及模型应用效果差异。结果: 3D组术后6个月再造耳廓轮廓、对称性、颅耳角和亚解剖结构还原度评分均高于标准组, 两组再造耳廓大小和位置评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。两组术后焦虑、抑郁、偏执、恐惧及自卑评分均较术前降低, 且3D建模组低于标准耳模组($P<0.05$)。3D组并发症发生率低于标准组, 差异无统计学意义($P>0.05$)。3D组美学效果及模型应用效果评分显著高于标准组, 两组稳定性评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。结论: 3D打印辅助自体肋软骨移植术治疗中重度杯状耳可帮助耳精细结构重建, 改善患者心理状态, 减少并发症发生, 提高美学效果满意度, 对于更好地实施耳廓再造术意义重大。

[关键词] 3D打印技术; 自体肋软骨移植; 耳廓再造; 中重度杯状耳畸形

[中图分类号] R764.71 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455(2025)03-0074-05

Effect of 3D-printing Technology Assisted with Autologous Costal Cartilage Transplantation in Repair of Moderate to Severe Cup Ear Deformity

HE Gang, SHUI Lei, XIA Fan

(Department of Otolaryngology, Suining Central Hospital, Suining 629000, Sichuan, China)

Abstract: **Objective** To explore the impact of autologous costal cartilage transplantation assisted with three dimensiona (3D) printing technology on repair of moderate to severe cup ear deformity. **Methods** A total of 72 patients with moderate to severe cup ear deformity who underwent autologous costal cartilage transplantation in Suining Central Hospital from December 2019 to December 2021 were collected. On the basis of ear mold making, patients were divided into standard ear molding group ($n=36$, two-dimensional standard ear molding) and 3D ear molding group ($n=36$, preoperative 3D printing technology). Morphology of reconstructed ear, psychological state, complications, aesthetic satisfaction and application effect of model were compared between the two groups. **Results** Score of contour, symmetry, cranio-auricular angle and reduction of sub-anatomical structure of reconstructed auricle in 3D group were higher than those in standard group at 6 months after operation, there was no remarkable difference in score of size and position between the two groups ($P>0.05$). The scores of anxiety, depression, paranoia, fear and inferiority in both groups were lower after surgery than before surgery, and the 3D modeling group was lower than the standard eardrum group ($P<0.05$). Incidence of complications in 3D group was lower than that in standard group, but there was no noteworthy difference between the two groups ($P>0.05$). Aesthetic effect and model application effect score of 3D group was signally higher than that of standard group ($P<0.05$), there was no conspicuous difference in stability satisfaction between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** 3D printing assist with autologous costal cartilage transplantation in treatment of moderate to severe cup ear deformity help to reconstruct fine anatomical structure of ear, improve the psychological state, reduce occurrence of complications and improve satisfaction of aesthetic effect. It has important promotion significance for better implementation of auricle reconstruction.

Key words: 3D printing technology; autologous costal cartilage transplantation; auricle reconstruction; moderate to severe cup ear malformation

杯状耳是一种常见的先天性耳廓畸形, 主要特征为耳轮和耳舟向前下方卷曲, 其临床表现多样, 轻度畸形到重度畸形之间的耳廓形态差异大^[1]。在重度杯状耳畸形中存在较多组织缺失, 因其耳廓畸形严重, 需进行自体肋软骨移植等方法修复组织缺损, 还可采用部分耳廓再造法进行畸形矫正^[2-4]。自体肋软骨因具有强度适中、组织相容性良好及排异反应少等优点, 成为用于耳廓再造的首选支架材料^[5-6]。耳廓具有精细的三维立体结构, 致使肋软骨的雕刻及耳支架的定位成为整形外科手术中的难点^[7-8]。随着计算机图形处理技术的日渐成熟, 3D打印技术的临床应用增加, 报道显示, 其在骨科、口腔科及心血管外科等均有理想的应用前景^[9-12], 但其中重度杯状耳畸形的自体肋软骨移植手术中的作用研究甚少。基于此, 本研究旨在探讨3D打印技术辅助自体肋软骨移植手术在中重度杯状耳畸形中的治疗作用, 现报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料: 收集2019年12月-2021年12月笔者医院收治的72例行自体肋软骨移植手术的中重度杯状耳畸形患者, 根据术前不同的耳模制作方法分为标准耳模组($n=36$)和3D建模组($n=36$), 其中, 标准耳模组行二维标准耳模术辅助自体肋软骨移植手术, 3D建模组行3D打印技术辅助自体肋软骨移植手术。入组患者根据Tanzer^[3]提出的耳廓畸形分型标准进行分型。两组一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$), 具有可比性, 见表1。本研究获得医院伦理委员会的批准(审批号: 1925-03), 且患者对本次研究知情同意。

1.2 纳入和排除标准

1.2.1 纳入标准: ①均确诊为单侧中重度杯状耳畸形且临床资料完整, 对侧耳廓正常; ②Ⅱ~Ⅲ度耳廓畸形; ③胸围 >60 cm; ④患者同意使用自体肋软骨作为耳廓再造支架, 具有知情同意权; ⑤手术顺利, 接受术后随访。

1.2.2 排除标准: ①明显听力异常; ②双侧耳廓畸形, 不能耐受手术; ③伴随凝血功能障碍; ④有精神类疾病或明显认知障碍; ⑤无法配合完成术后护理; ⑥临床资料缺失。

1.3 手术方法

1.3.1 术前准备: 对两组患者进行术前检查, 评估其手术耐受性、肋骨生长发育情况、软骨是否满足雕刻需求。

1.3.2 耳支架的雕刻: 选取对侧肋软骨用于雕刻耳支架, 术前使用CT机(德国西门子股份公司)平扫胸部重建肋软

骨的三维数字模型, 方式与重建耳廓形态的方法一致, 采用Mimics和3-matic软件及3D打印机设计出肋软骨的印模三维图像, 并制作硅胶肋软骨, 依据患者的实际情况选取最适宜用于雕刻的肋软骨的截取部位及数量。

1.3.3 模型的制作

1.3.3.1 标准耳模组: 根据亚洲人正常耳廓平均大小和皮肤厚度确定耳支架的大小, 据此描绘出相对标准的耳模图, 确定耳各部分的平均大小, 制成不同的耳模, 使用A4纸打印耳模。

1.3.3.2 3D建模组: 使用64排螺旋CT机(德国西门子股份公司)对患者头部进行连续断层扫描, 将数据导入计算机重建双侧颞区三维数字模型, 调整至三维可视模式, 通过图像分割得到耳廓的三维解剖结构, 进而生成耳廓软骨二维轮廓。以健侧耳耳廓为模板, 通过镜像技术生成患侧耳的耳廓再造模型, 将健侧、患侧耳模型导入计算机设计出耳廓模型印模的三维图像。将一期手术重建的耳廓模型截取并置于镜像耳廓模型之上, 通过布尔加减运算, 得到3D耳模印模部分。将3D耳模印模导入A8S3D打印机(深圳市极光尔沃科技股份有限公司)中打印、硅胶复模, 打印层厚0.1 mm, 精度0.2 mm, 喷头流速约为24 cc h^{-1} , 喷头温度为200℃, 热床温度为60℃, 打印原料为聚乳酸, 打印完成后需采用氯仿溶液浸泡消毒处理。注意事项: 打印过程需要专业技术人员操作; 耳模制作完成后必须消毒, 避免手术感染; 消毒浸泡时间需严格控制。

1.3.4 自体肋软骨移植手术: 术前与患者及其家属进行有效沟通, 简要介绍手术过程、术后效果及手术方法。手术操作主要包括: ①取患耳上1/3处切口, 切开皮肤及软骨松解组织, 根据3D模型大小分离组织形成腔隙。沿对侧胸部皮肤做梭形切口, 显露第7~9肋软骨, 根据3D模型定位再造耳廓的亚解剖结构, 雕刻、拼接形成软骨支架, 分层关闭创口。将雕刻好的耳支架置入耳皮下腔隙, 与对侧耳位置对称, 缝合皮肤。②将一期耳软骨立起形成颅耳角, 与健侧耳对称, 后缘及耳轮由筋膜皮瓣覆盖, 移植中厚皮瓣于乳突区创面。标准耳模组手术操作基本同3D建模组, 但其耳模选择仅根据健耳图像, 只在解剖标志引导下及标准耳模指导下进行肋软骨的切取、雕刻。

1.3.5 术后护理: ①根据患者各阶段手术的具体情况, 告知患者防护皮肤破溃; ②适当给予镇痛类药物; ③给予止血、消肿药物; ④保持引流管通畅, 及时抽吸、更换; ⑤

表1 两组患者一般资料比较

[n (%), $\bar{x} \pm s$]

组别	性别		平均年龄/岁	耳廓畸形分型		畸形侧	
	男	女		Ⅱ度	Ⅲ度	左侧	右侧
标准耳模组($n=36$)	23 (63.89)	13 (36.11)	10.12 \pm 2.39	15 (41.67)	21 (58.33)	19 (52.78)	17 (47.22)
3D建模组($n=36$)	25 (69.44)	11 (30.56)	10.16 \pm 2.27	17 (47.22)	19 (52.78)	20 (55.56)	16 (44.44)
χ^2/t 值	0.250		0.073	0.225		0.056	
P 值	0.617		0.942	0.635		0.813	

指导患者术后饮食、体位护理；⑥给予出院指导，说明可能出现的并发症，若出现意外情况及时就医。

1.4 观察指标

1.4.1 再造耳廓整体形态评价：术后6个月，在耳模模型使用未知的状态下，由3名整形外科医生参照健侧耳廓，评价再造耳廓整体形态，包括三维轮廓、对称、大小、位置、颅耳角及亚解剖结构，评估为非常相似（9分）、相似（6分）、不相似（3分）、完全不相似（0分），评分越高，耳廓整体形态越佳。

1.4.2 患者心理状态评价：采用症状自评量表^[13]于术前、术后6个月评估心理状态，包括焦虑、抑郁、偏执、恐惧及自卑等指标，使用5级评分法，评分越高，心理健康水平越低。

1.4.3 并发症：记录术后并发症发生情况。

1.4.4 美学效果满意度：采用自制再造耳廓满意度调查问卷于术后6个月对患者及家属进行美学效果满意度调查，包括三维轮廓、对称、大小、位置、颅耳角、功能及稳定性，评估为非常满意（9分）、满意（6分）、不满意（3分）、非常不满意（0分），评分越高，美学效果满意度越高。

1.4.5 模型应用效果：采用自制模型应用效果调查问卷对参与手术的医生进行调查，包括手术设计、术前沟通、肋软骨切取、软骨支架雕刻等，评估为非常有帮助（9分）、有帮助（6分）、基本没帮助（3分）、根本没帮助（0分），评分越高，模型应用效果越好。

1.5 统计学分析：使用SPSS 25.0进行统计分析，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，采用 t 检验；以 $[n(\%)]$ 描述计数资料，

采用 χ^2 检验； $P < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组再造耳廓整体形态比较：3D建模组术后再造耳廓的三维轮廓、对称性、颅耳角及亚解剖结构还原度评分均高于标准耳模组（ $P < 0.05$ ），而两组再造耳廓大小和位置评分的比较差异无明显统计学意义（ $P > 0.05$ ）。见表2。

2.2 两组手术前后负性心理状态比较：两组术后6个月的焦虑、抑郁、偏执、恐惧及自卑心理状态评分均较术前显著降低，且3D建模组降于标准耳模组（ $P < 0.05$ ）。见表3。

2.3 两组并发症发生情况比较：两组并发症发生类型包括皮瓣血运障碍、感染、耳支架外露、支架塌陷及切口裂开，3D建模组并发症总发生率（5.56%，2/36）低于标准耳模组（13.89%，5/36），但差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。见表4。

2.4 两组美学效果满意度比较：3D建模组再造耳廓的三维轮廓、对称性、颅耳角和功能效果满意度评分均高于标准耳模组（ $P < 0.05$ ），而两组再造耳廓大小、位置和稳定性满意度评分的比较差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。见表5。

2.5 两组模型应用效果比较：医生对3D建模组模型各方面应用效果评分显著高于标准耳模组（ $P < 0.05$ ）。见表6，3D建模组的典型病例见图1。

3 讨论

杯状耳是一种常见的耳廓畸形^[1]。导致杯状耳畸形的原因是多方面的，主要是先天性因素如母亲妊娠期间接触

表2 两组再造耳廓的整体形态评分比较 $(\bar{x} \pm s, \text{分})$

组别	三维轮廓	对称性	大小	位置	颅耳角	亚解剖结构还原度
标准耳模组 ($n=36$)	6.72±1.15	6.32±1.08	7.41±0.63	7.43±1.02	6.63±1.19	7.46±1.32
3D建模组 ($n=36$)	7.57±0.93	7.25±0.74	7.59±0.57	7.73±1.16	8.07±1.44	8.21±1.27
t 值	3.448	4.262	1.271	1.165	4.625	2.457
P 值	0.001	<0.001	0.208	0.248	<0.001	0.017

表3 两组手术前后负性心理状态评分比较 $(\bar{x} \pm s, \text{分})$

组别	焦虑		抑郁		偏执		恐惧		自卑	
	术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月
标准耳模组 ($n=36$)	1.53±0.37	0.94±0.26 ^a	1.57±0.45	1.02±0.33 ^a	1.54±0.32	0.93±0.25 ^a	1.42±0.35	0.92±0.22 ^a	1.62±0.41	1.07±0.30 ^a
3D建模组 ($n=36$)	1.55±0.39	0.81±0.23 ^a	1.59±0.43	0.87±0.24 ^a	1.56±0.35	0.77±0.21 ^a	1.39±0.31	0.78±0.19 ^a	1.61±0.42	0.91±0.27 ^a
t 值	0.223	2.247	0.193	2.206	0.253	2.940	0.385	2.889	0.102	2.378
P 值	0.824	0.028	0.848	0.031	0.801	0.004	0.701	0.005	0.918	0.020

注：^a表示与同组手术前比较， $P < 0.05$ 。

表4 两组并发症发生情况比较 $[n(\%)]$

组别	皮瓣血运障碍	感染	耳支架外露	支架塌陷	切口裂开	总并发症
标准耳模组 ($n=36$)	2 (5.56)	0 (0.00)	1 (2.78)	1 (2.78)	1 (2.78)	5 (13.89)
3D建模组 ($n=36$)	1 (2.78)	1 (2.78)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (5.56)
χ^2 值	0.348	1.014	1.014	1.014	1.014	1.424
P 值	0.555	0.314	0.314	0.314	0.314	0.233

表5 两组美学效果满意度评分比较

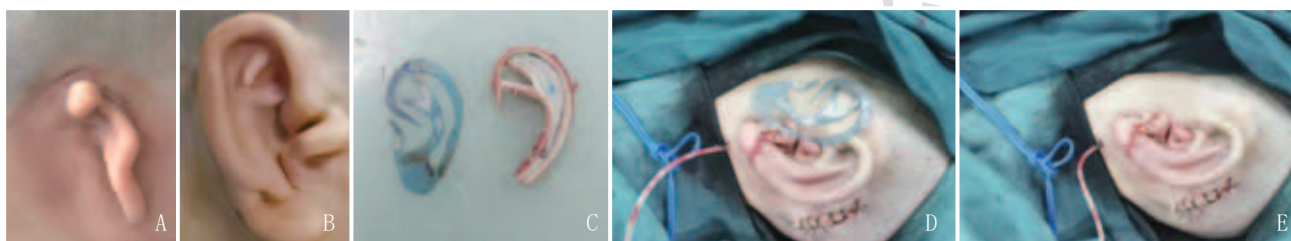
($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	三维轮廓	对称性	大小	位置	颅耳角	功能	稳定性
标准耳模组 ($n=36$)	5.37 \pm 1.33	5.71 \pm 1.38	6.26 \pm 1.63	6.85 \pm 1.34	5.34 \pm 1.43	7.23 \pm 1.39	7.61 \pm 1.30
3D建模组 ($n=36$)	7.63 \pm 1.72	7.42 \pm 1.62	6.93 \pm 1.59	7.41 \pm 1.46	7.37 \pm 1.54	8.07 \pm 1.62	7.82 \pm 1.29
t 值	6.237	4.821	1.765	1.695	5.796	2.361	0.688
P 值	<0.001	<0.001	0.082	0.094	<0.001	0.021	0.494

表6 两组模型应用效果评分比较

($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	手术设计	术前沟通	肋软骨切取	软骨支架雕刻练习	软骨支架制作
标准耳模组 ($n=36$)	4.93 \pm 1.06	3.83 \pm 0.87	3.66 \pm 0.92	3.72 \pm 0.84	6.37 \pm 1.24
3D建模组 ($n=36$)	6.32 \pm 1.43	4.75 \pm 1.24	5.05 \pm 1.49	5.06 \pm 1.11	7.81 \pm 1.57
t 值	4.685	3.644	4.763	5.776	4.319
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001



注: A. 术前; B. 术后3个月; C. 比照术前耳廓模型雕刻成形自体耳廓软骨; D. 自体耳廓软骨的植入; E. 自体耳廓软骨的植入成形

图1 小耳畸形合并杯状耳典型病例治疗前后

有害物质、服用药物或病毒感染等^[14]。杯状耳畸形常具有一定的遗传性,伴随外耳道、中耳结构异常,严重者对容貌产生影响,加重患者及其家属的经济及心理压力^[15-16]。杯状耳畸形程度不同,治疗方法也不同,依据畸形情况,对轻、中度杯状耳畸形可进行局部整形,而对于重度畸形,因其组织缺损严重,需要进行自体肋软骨移植手术才能起效^[2, 17-18]。耳廓再造一直是一个富有挑战性的问题,外耳廓是人体表面器官中最复杂、精密的结构,重建出一个结构精细、轮廓清晰且外形相似的耳廓难度很大^[19]。研究表明,中重度杯状耳畸形手术方法的选择需要考虑双耳的对称性,因为耳廓大小、位置的对称比细微结构的显现更具有实际意义^[20]。但是,耳廓形态虽大致相似,却拥有复杂的个性化形态,包括三角窝深度及颅耳角大小等^[21-22]。因此,耳廓再造不仅仅要注重耳廓的相似和对称,还要在很大程度上呈现细节^[23]。

在本研究中,使用术前3D打印技术辅助自体肋软骨移植手术修复中重度杯状耳畸形,结果显示,与标准耳模相比,应用术前3D打印可有效地帮助耳精细解剖结构的重建,提升耳廓整体形态,提高美学效果满意度。分析其相关原因显示,标准耳模是耳支架雕刻最常使用的模版之一,制作简单,不能显示耳廓的三维轮廓、精细结构等,使得耳廓再造医生只能依靠经验及记忆进行耳支架的雕刻、组装,且耳支架的制作不够精确,对患者的改善效果有限^[24-25]。另外,标准耳模组肋软骨切取主要采用影像

学手段评估,容易产生视觉偏差,可能导致手术切口长、对胸壁损伤大等,使得术后瘢痕明显,影响患者的病情恢复,加剧患者的负性心理^[26]。3D打印技术是在数字三维基础上将数字模型转化为三维结构,在打印精细、复杂的人体器官空间结构中具有优势^[19, 27]。在耳廓再造术中,利用3D打印技术制备的3D外耳模型具有以下优势:使用3D扫描仪采集耳廓数据时不接触患者,健侧耳处于自然状态,数据精度高;医生在术前可以以此模型比对肋软骨三维影像,判断各结构的空间关系,使整形医生对于雕刻耳支架具有更充分的准备,术中无需依赖主观记忆,更为客观地进行耳支架的精细化雕刻,缩短手术时间。另外,在二期手术时可以依赖该模型进行耳颅角的调整,避免医生通过目测和主观感受设计患侧耳的颅角高度导致双耳不对称,更加保证了再造耳廓的外形逼真及双侧对称^[20, 28]。综上所述,使用基于CT图像的3D打印技术能够更加精确的呈现耳廓形态,通过术前3D打印技术将耳廓细微结构完整、真实地呈现出来,提高医生对精细解剖结构的充分把握,对目标肋软骨需求的准确评估,对手术操作具有直接的指导作用^[29-31]。研究显示,3D打印技术已广泛应用于耳廓再造手术中,比如,将3D打印技术应用于Nagata法颅耳沟成形术中,可辅助单侧小耳畸形患者术前模拟手术,实现个性化耳再造术,提升手术精确度^[32];在3D打印技术辅助下使用自体肋软骨移植术对小耳畸形患者进行耳廓再造,术后患侧耳与健侧耳匹配,形态逼真^[28]。与其他研究相比,本研

究首创性地探索了在中重度杯状耳畸形的自体肋软骨移植手术中使用术前3D打印技术的优势,为临床耳廓再造术的实施提供理论参考。但是,肋软骨移植治疗不适用于所有II型和III型杯状耳。根据医者经验,对于大多数中度及少部分重度杯状耳患者,他们往往倾向于局部手术调整,对于不愿接受软骨移植或部分耳廓再造的患者,诊疗方案的拟定需要充分了解患者心态、预期及承受能力后。方案拟定需考虑以下几个方面:首先,确定局部手术调整可获得基本接近正常耳廓的形态,若不可获得预想结果,则应选择部分耳廓再造或软骨移植结合皮瓣转移。治疗方案应当精心设计,利用患者自身条件实施效益最大化。

虽然近年来越来越多的研究认识到了3D技术的优势,但是目前,3D打印技术的临床应用仍然存在局限,打印成本、精度及制作过程繁琐仍然是制约技术应用的重要因素。对于打印成本的控制,可以优化打印装备设置,在获得更优打印质量的同时节约成本;另外,通过减少支撑结构的填充率可节省材料及打印成本。

综上所述,使用术前3D打印技术辅助自体肋软骨移植手术治疗中重度杯状耳畸形可有效地帮助耳精细解剖结构的重建,提升再造耳廓整体形态,改善患者负面心理状态,减少术后并发症发生,提高美学效果满意度。3D打印技术辅助耳廓再造术在临床应用上实现了巨大突破,随着打印技术及器官打印技术的发展,在未来有望实现精细的自体修复,解决自体移植的局限性。

[参考文献]

- [1]刘新刚,薄琳,刘玉红,等.耳后带蒂舌形皮瓣联合自体肋软骨外耳轮支架修复杯状耳畸形[J].中华耳科学杂志,2021,19(4):693-695.
- [2]魏思明,郝冬月,董立维.对耳轮塑形技术用于轻度及中度杯状耳畸形矫正[J].组织工程与重建外科,2023,19(2):157-160.
- [3]Tanzer R C. The constricted (cup and lop) ear[J]. Plast Reconstr Surg, 1975,54(4):406-415.
- [4]Park C, Park J Y. Classification and algorithmic management of constricted ears: a 22-year experience[J]. Plast Reconstr Surg, 137(5):1523-1538.
- [5]李晶晶,胡金天,王冰清,等.利用自体肋软骨二期修复部分耳廓缺损[J].中华耳科学杂志,2020,18(3):498-501.
- [6]杨燕隆,林琳,蒋海越.自体肋软骨耳再造的供区并发症[J].中华整形外科杂志,2021,37(8):E38.
- [7]姜魏云,马蕾.3D耳模在自体肋软骨移植耳廓再造术中的应用效果探讨[J].中国美容医学,2022,31(11):70-74.
- [8]Palacios J F, Hazkour N, Robinson E, et al. Primary ear reconstruction using cadaveric costal cartilage[J]. Ann Plast Surg, 2023,90(6S Suppl 5):S547-S551.
- [9]张新,许玉林,李雨果,等.经腹直肌外侧入路联合3D打印技术治疗老年复杂髌臼骨折的临床疗效评价[J].骨科,2023,14(3):238-244.
- [10]单验博,何鑫,温宁.3D打印技术在口腔临床中的应用[J].武警医学,2022,33(9):817-820.
- [11]毛予,翟蒙恩,刘洋等.3D打印技术在指导经导管二尖瓣介入手术中的应用与展望[J].中国介入心脏病学杂志,2023,31(4):298-303.
- [12]李劲松,李群星.3D打印技术在颌骨精确功能性重建的应用[J].口腔疾病防治,2023,31(6):381-388.
- [13]汪向东.心理卫生评定量表手册(增订版)[M].北京:中国心理卫生杂志社,1993:31-35.
- [14]郭英,傅窃窃,谢友舟,等.先天性杯状耳畸形的分型与治疗[J].中国眼耳鼻喉科杂志,2019,19(2):82-85.
- [15]郭英,李辰龙,傅窃窃,等.耳后舌形瓣转移联合深筋膜悬吊技术矫正重度杯状耳的临床研究[J].中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2021,56(4):323-328.
- [16]高建中,石沙沙,李喜春.杯状耳临床与遗传学探讨[J].临床耳鼻咽喉科杂志,2000,14(1):12-13,49.
- [17]Sun P, Lu M, Luan F, et al. A 2-stage surgical method to treat cup-shaped ears: the outer helix reconstruction method[J]. J Craniofac Surg, 2022,33(8):2609-2612.
- [18]郭凤凤.耳甲腔型小耳畸形序列治疗的临床分析及早期手术对耳廓软骨发育影响的实验研究[D].北京:北京协和医学院,2020.
- [19]赵尚华.3D打印技术在小耳患者个体化耳廓再造中的应用[D].开封:河南大学,2020.
- [20]李腾海,杨田野,彭维海.3D打印耳廓模型在耳廓再造软骨支架雕刻成形中的应用[J].吉林大学学报(医学版),2023,49(3):770-776.
- [21]李春莲,王凡,刘林奇,等.改良Nagata法耳再造术在烧伤后部分耳廓缺损修复中的应用[J].中国美容医学,2022,31(7):81-83.
- [22]徐洲,汪涛,王珮华,等.自体耳甲腔软骨游离移植修复耳廓部分缺损[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2021,35(5):420-424.
- [23]李凡,曾黎,刘朝东.自体肋软骨联合膨体材料在耳廓再造中的应用及术后外露的修补方法[J].中国美容医学,2021,30(6):56-59.
- [24]韩军宁,于慧柠,王晶,等.个性化定制耳甲腔矫形器与标准耳甲腔塞治疗耳甲腔畸形[J].听力学及言语疾病杂志,2021,29(6):676-678.
- [25]赵连前.3D打印技术在Nagata法耳廓再造术中的临床应用效果研究[D].大连:大连医科大学,2017.
- [26]刘仰生,荣阳.肋骨肋软骨骨折的X线与CT诊断及漏诊原因对比分析研究[J].中国医药指南,2020,18(7):64-65.
- [27]曲国海.3D打印技术在复杂跟骨骨折手术治疗中的初步应用分析[J].中西医结合心血管病电子杂志,2020,8(23):10-11.
- [28]许天人,李志斌,谢百慧,等.3D打印技术在个性化一期耳廓再造术中的应用[J].中国美容医学,2023,32(1):3-7.
- [29]胡永波,劳永锵,史瑞超,等.计算机辅助设计联合3D打印技术在评估DDH髋关节匹配中的应用[J].中国数字医学,2020,15(2):80-82.
- [30]徐晨阳,李祎,刘晓雯,等.3D打印技术在耳鼻咽喉科的应用进展[J].中华耳科学杂志,2022,20(4):645-648.
- [31]王希骥,张永远,杨瑞泽,等.3D打印及导航技术辅助腰椎皮质骨轨迹螺钉置入的准确性及疗效分析[J].中国组织工程研究,2019,23(12):1864-1869.
- [32]曹烈旭.3D打印技术辅助Nagata法全耳再造术颅耳沟成形的临床研究[D].南昌:南昌大学,2023.

[收稿日期]2023-08-07

本文引用格式:何刚,税磊,夏凡.3D打印技术辅助自体肋软骨移植在中重度杯状耳畸形手术修复中的应用[J].中国美容医学,2025,34(3):74-78.