

Cardiol,2013,108(6):1-10.

[12] Zalewski J, Claus P, Bogaert J, et al. Cyclosporine a reduces microvascular obstruction and preserves left ventricular function deterioration following myocardial ischemia and reperfusion[J]. Basic Res Cardiol,2015,110(2): 1-17.

[13] Diaz RJ, Fernandes K, Lytvyn Y, et al. Enhanced cell-volume regulation in cyclosporin A cardioprotection[J]. Cardiovasc Res,2013,98(3):411-419.

[14] Wu N, Li WN, Shu WQ, et al. Blocking the mitochondrial permeability transition pore with cyclosporine A can restore cardioprotection of ischemic postconditioning in hypercholesterolemic rat heart[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci,2015,19(3):446-454.

[15] Youcef G, Belaidi E, Waeckel L, et al. Tissue kallikrein is required for the cardioprotective effect of cyclosporin A in myocardial ischemia in the mouse[J]. Biochem Pharmacol,2015,94(1):22-29.

[16] Kleinbongard P, Heusch G. Extracellular signalling molecules in the ischaemic/reperfused heart-druggable and translatable for cardioprotection [J]. Br J Pharmacol, 2015,172(8):2010-2025.

[17] Saxena A, Russo I, Frangogiannis NG. Inflammation as a therapeutic target in myocardial infarction: learning from past failures to meet future challenges[J]. Transl Res,

2016,167(1):152-166.

[18] Piot C, Croisille P, Staat P, et al. Effect of cyclosporine on reperfusion injury in acute myocardial infarction[J]. N Engl J Med,2008,359(5):473-481.

[19] Cung TT, Morel O, Cayla G, et al. Cyclosporine before PCI in patients with acute myocardial infarction[J]. N Engl J Med,2015,373(11):1021-1031.

[20] Ghaffari S, Kazemi B, Toluey M, et al. The effect of pre-thrombolytic cyclosporine A injection on clinical outcome of acute anterior ST-elevation myocardial infarction[J]. Cardiovasc Ther,2013,31(4):e34-39.

[21] Hausenloy DJ, Yellon DM. Targeting myocardial reperfusion Injury; the search continues[J]. N Engl J Med,2015, 373(11):1073-1075.

[22] Ikeda G, Matoba T, Nakano Y, et al. Nanoparticle-Mediated targeting of cyclosporine a enhances cardioprotection against ischemia-reperfusion injury through inhibition of mitochondrial permeability transition pore opening[J]. Sci Rep,2016(6):20467.

[23] Fancelli D, Abate A, Amici R, et al. Cinnamic anilides as new mitochondrial permeability transition pore inhibitors endowed with ischemia-reperfusion injury protective effect in vivo[J]. J Med Chem,2014,57(12):5333-5347.

(收稿日期:2016-11-11 修回日期:2017-01-16)

• 综 述 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.14.044

超声内镜在胰腺癌治疗中的研究进展*

邓 佩,王兰兰,刘 岩,徐 杨,马翠云 综述,闵 敏[△]审校
(解放军三〇七医院消化内科,北京 100071)

[关键词] 胰腺肿瘤;内窥镜检查;超声内镜;综述
[中图分类号] R578 [文献标识码] A [文章编号] 1671-8348(2017)14-1996-04

胰腺癌是全世界癌症最常见的死亡原因之一,是一种病情凶险、治愈率低、预后极差的消化道恶性肿瘤。在 2008 年,全世界有 277 000 例新发胰腺癌患者,约占所有癌症的 2.5%^[1]。手术切除是胰腺癌治疗的主要方案,但在确诊后可行手术切除的患者较少,即使行手术切除的患者,近 2/3 患者在术后 2 年内也会出现局部复发^[2]。对于进展期的胰腺癌患者,化疗或放疗是主要的治疗方案,虽然这些治疗可以改善患者的生存率,提高生存质量,但由于胰腺癌具有纤维组织增生和血供少的特点,故造成放、化疗效果欠佳^[3-4]。因此,需要一个新的、更有效的治疗方案。随着超声内镜(endoscopic ultrasonography, EUS)技术的发展及线阵超声扫描探头的应用,EUS 引导下介入等技术越来越广泛应用于临床。EUS 对消化道恶性肿瘤的诊断、分期、治疗效果评价提供了有效的帮助。本文主要对 EUS 在胰腺癌治疗中的应用进行阐述。

1 EUS 介入在胰腺癌止痛中的应用

1.1 EUS 引导下腹腔神经节阻滞术 胰腺癌疼痛治疗目前仍是一个难点。患者常常需要大剂量的止痛药止痛,药物的成瘾性、不良反应及止痛效果差等使患者难以耐受。故 EUS 引导下腹腔神经丛神经松解术(EUS-CPN)如果在临床上充分利用,可减少止痛剂量。腹腔神经丛神经松解术(celiac plexus neurolysis,CPN)是指通过手术、经皮或内镜方法完成永久的化学消融腹腔神经丛或腹腔神经节,达到止痛目的的一项技术。Si-Jie 等^[5]通过回顾性分析 EUS-CPN 在不可切除的胰腺癌患者中有效性及安全性,得出 EUS-CPN 是一种安全有效的缓解胰腺癌的方法。EUS-CPN 是在 EUS 的基础上增加了多普勒扫描,可以减少对周围血管和神经的损伤,因此,它具有穿刺距离近,定位更准确,损伤和并发症大大减少的特点。相比经皮穿刺 CPN,理论上更为安全。其常见不良反应为腹泻、暂

* 基金项目:北京市首都临床特色应用项目(Z151100004015213)。 作者简介:邓佩(1983—),主治医师,硕士,主要从事胰腺癌诊治方面研究。 [△] 通信作者,E-mail:minmin823@sina.com。

时性低血压,腹泻多为自限性,一般在 48 h 内缓解;暂时性低血压可通过补液加以纠正,同时腹膜后出血、脓肿形成的并发症也被报道^[6]。

CPN 是采用乙醇或苯酚等化学药物注入腹腔神经丛,永久性消融其内神经元,从而缓解疼痛。临床上,多数直接使用无水乙醇,因无水乙醇可引起组织凝固,神经纤维脱髓鞘,破坏神经节及纤维,中断痛觉通路,实现止痛效果。Vranken 等^[7]对 2 例接受腹腔神经节无水乙醇注射的胰腺癌患者尸体标本进行病理检查,发现神经被膜部分凝固性坏死,少量神经纤维透明样变性,大多数神经元完好无损。通过该研究,作者认为 CPN 注射化学性神经毁损剂,并不能使神经元永久性坏死,故不能达到彻底消除疼痛的效果,而仅是暂时性的缓解疼痛。

然而,Ascunce 等^[8]对 64 例胰腺癌患者进行回顾性分析,将比较腹腔神经节内直接注射患者 40 例与腹腔干双侧注射患者 24 例。4 周后,在腹腔神经节内直接注射的 26 例(65%)有疼痛缓解,而进行腹腔干双侧注射的只有 6 例(25%)有效。结果显示腹腔神经节内直接注射无水乙醇疼痛缓解效果最好。与此同时,Facciorusso 等^[9]对 123 例胰腺癌患者进行研究,结果发现使用腹腔神经丛神经松解结合乙醇消融术在疼痛缓解及总体生存期上,其优于单纯的 CPN。

1.2 EUS 引导下腹腔神经节辐射技术 随着 EUS 技术的不断发展,目前 EUS 也被应用腹腔神经节近距离放射疗法、¹²⁵I 粒子植入等治疗缓解胰腺癌疼痛。与 CPN 相比,因¹²⁵I 的半衰期长,故¹²⁵I 粒子植入后,虽起效时间慢,但镇痛时间长^[10]。Wang 等^[11]将¹²⁵I 粒子通过 EUS 引导下植入腹腔神经节内进行动物实验,他们将 20 头家猪分成 3 组,A 组空粒子种植对照;B 组及 C 组分别选择放射活度为 0.4 mCi 和 0.8 mCi 的¹²⁵I 粒子种植。结果显示:空粒子对照组、放射活度为 0.4 mCi 和 0.8 mCi 的¹²⁵I 实验组的动物均未出现严重的并发症及周围器官的损伤。术后 60 d,0.4 mCi 组神经节的凋亡指数小于 0.8 mCi 组,而空白对照组没有发现细胞凋亡。结果表明 EUS 引导下¹²⁵I 粒子腹腔神经节是安全有效的,且可诱导神经元凋亡。这可作为缓解胰腺癌疼痛的另一种新疗法,但需要进一步的随机临床比照试验明确其安全性和长期有效性。

2 EUS 引导下胰腺癌的局部治疗作用

2.1 EUS 引导下近距离放射疗法 近距离放射治疗(brachytherapy)是将放射性核素直接种植到肿瘤内,通过放射性核素持续发射低能量 γ 射线或 X 射线,达到杀伤肿瘤细胞的目的,而正常组织不损伤或轻微损伤。它已被广泛应用于包括胰腺癌等各种恶性肿瘤。近距离放射疗的放射性粒子包括¹²⁵I、铱-192(¹⁹²Ir)和钯-103(¹⁰³Pd)。在胰腺癌治疗中使用最多的是¹²⁵I。

目前,¹²⁵I 粒子植入术在国外已用于多种恶性肿瘤的治疗,并取得了较好的临床疗效^[12]。Sun 等^[13]首次在动物实验研究中发现 EUS 引导下放射性粒子植入是安全和有效的。同时他们也通过 EUS 对 15 例不能手术切除的胰腺癌患者进行¹²⁵I 粒子种植,结果发现¹²⁵I 粒子能够适度抑制肿瘤生长,其中 33% 的患者疼痛缓解,中位生存期为 10.6 个月^[14]。金震东等^[15]对 10 例手术无法切除的胰腺癌患者在 EUS 引导下进行定向植入¹²⁵I 粒子,研究发现 9 例疼痛患者 3 d 内疼痛缓解。术后 1 个月随访,4 例疼痛部分缓解,3 例疼痛轻度缓解,7 例患者肿瘤无明显进展。同时该研究小组进一步研究,发现

EUS 引导下¹²⁵I 粒子内照射治疗晚期胰腺癌可使粒子照射区域内病灶明显萎缩。¹²⁵I 粒子在 EUS 引导下植入晚期胰腺癌患者腹腔神经节,能有效减低晚期胰腺癌患者的疼痛评分,减少麻醉药物的使用量^[16]。Jin 等^[17]在 EUS 引导下近距离放疗联合化疗治疗 22 例不能手术切除的胰腺癌患者,结果显示,超过 80% 的患者疼痛分数显著改善,平均生存期 9 个月,无明显并发症发生。Wang 等^[18]也证实了¹²⁵I 粒子植入对于不可切除的胰腺癌治疗仍有效。

放射性粒子通过射线灭活胰腺后方神经,减少了肿瘤对周围组织、胰管的压迫和胰腺包膜的刺激,从而达到止痛效果^[19]。术中植入可以在直视下操作,在确保了粒子分布均匀性的同时,可减少周围组织的损伤^[20]。由此可见,对于不能根治性切除的胰腺癌患者,除了放、化疗等治疗手段之外,EUS 引导下近距离放射治疗的应用为此类患者提供了新的方法。

2.2 EUS 引导下瘤内注射抗肿瘤药物 EUS 引导下注射抗肿瘤药物对胰腺癌患者来说又是另一个福音。瘤内注射抗肿瘤药物包括免疫制剂(同种异体混合淋巴细胞培养、细胞因子植入)、抗肿瘤病毒载体(如 ONYX-015、TNFerade)、细胞毒性药物等。目前,在 EUS 引导下注射细胞毒性药物治疗胰腺癌还处于研究阶段。Chang 等^[21]在 I 期临床试验中,在 EUS 引导下将细胞因子准确注入胰腺肿瘤内进行局部免疫治疗,结果显示 3 例患者无明显变化,3 例患者肿瘤缩小,中位生存时间 13.2 个月,未见明显严重并发症,仅出现低热、呕吐、胆红素升高等轻微不良反应。此研究提示应用 EUS 引导下注射治疗技术进行免疫治疗是安全、有效、可行的。然而,目前还缺乏随机对照试验证实其实用性。

美国 Anderson 癌症中心的 Hecht 等^[22]应用 Onyx-015 病毒载体对胰腺癌进行临床 I、II 期基因治疗试验,21 例晚期胰腺癌患者通过 EUS 引导下经胃壁进行肿瘤内注射 Onyx-015,治疗后 4 周同时给予吉西他滨静脉化疗。结果表明 EUS 引导下经胃壁行细针注射治疗是安全可行的,且患者能较好地耐受该治疗方法,但没有证据表明单独使用 Onyx-015 治疗胰腺癌有效。

Sun 等^[23]在 EUS 引导下将 5-FU 缓释剂注入狗胰腺组织中,结果发现种植部位胰腺纤维液化坏死,未发现明显并发症,作者认为 EUS 引导下局部注射化疗药物是安全可行的。尽管 EUS 引导下瘤内注射抗肿瘤药物的技术是安全的,但其药物缺乏有效的临床试验,对进展期胰腺癌局部抗肿瘤治疗有一定的应用前景。

2.3 EUS 引导下光动力疗法(EUS-PDT) 光动力疗法(photodynamic therapy,PDT)是指光敏剂通过静脉注射进入人体后,一定时间内在肿瘤组织中形成相对高浓度的积聚,此时用特定波长激光照射肿瘤组织,产生光化学反应,激发氧自由基,导致广泛的肿瘤细胞坏死,而对周围的正常组织损伤少^[24]。EUS-PDT 需要将石英光学纤维通过穿刺针导入肿瘤组织,从而进行激光照射。抗肿瘤作用的机制主要为对细胞直接毒性、血管损伤、诱导炎症、启动全身免疫反应等^[25]。

Chan 等^[26]在猪模型上进行 EUS 引导下光动力治疗试验,他们在静脉内注入卟吩姆钠后,用 19-G 的 EUS 穿刺针插入到胰腺、肝、脾、肾内,将直径较小的光纤通过穿刺针导入,然后进行激光照射肿瘤组织。结果显示:所照射的器官局部组织坏死,未出现明显并发症,作者认为该项技术是安全可行的。

Yusuf 等^[27]使用一个较低光敏性的光敏剂(维替泊芬)对 EUS-PDT 的有效性、安全性进行研究,观察局部胰腺组织坏死情况。结果显示坏死组织的直径与光照计量呈正相关,作者认为该技术在动物实验中是安全有效的。但目前仍需要大量的试验研究来证明该技术的安全性,以及确定光敏剂、光照计量、光波长的选择,并确定药物与光照时间的间隔。

2.4 EUS 引导下射频消融术(radiofrequency ablation, RFA)

RFA 是指在 EUS 引导下将带有射频发生器的穿刺针刺入肿瘤组织内,通过其产生的热量杀伤肿瘤细胞。RFA 将可能成为一种有效的替代以前经皮和在手术过程中行射频消融术的方法^[28-29]。目前,有研究者在胰腺肿瘤的患者中,近期进行了一项前瞻性多中心研究,得出 RFA 具有耐受性好、操作简单、安全性高的特点^[30-32]。

总之,EUS 介入治疗胰腺癌的作用已在实验研究和临床研究中证实。随着 EUS 技术不断地发展,EUS 引导下抗肿瘤治疗胰腺癌技术仍不断完善,目前许多方法仍为常规临床研究,而不是标准化的临床使用,因此,需要进一步的前瞻性和大型随机临床试验来评估这些技术的可行性和临床适用性。

参考文献

- [1] Ferlay J, Shin HR, Bray F, et al. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008 [J]. *Int J Cancer*, 2010, 127(12): 2893-2917.
- [2] Büchler MW, Werner J, Weitz J. R0 in pancreatic cancer surgery: surgery, pathology, biology, or definition matters [J]. *Ann Surg*, 2010, 251(6): 1011-1012.
- [3] Nakai Y, Chang KJ. Endoscopic ultrasound-guided antitumor agents [J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2012, 22(2): 315-324.
- [4] Ashida R, Chang KJ. Interventional EUS for the treatment of pancreatic cancer [J]. *J Hepatobiliary Pancreat Surg*, 2009, 16(5): 592-597.
- [5] Si-Jie H, Wei-Jia X, Yang D, et al. How to improve the efficacy of endoscopic ultrasound-guided celiac plexus neurolysis in pain management in patients with pancreatic cancer: analysis in a single center [J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2014, 24(1): 31-35.
- [6] Gunaratnam NT, Sarma AV, Norton ID, et al. A prospective study of EUS-guided celiac plexus neurolysis for pancreatic cancer pain [J]. *Gastrointest Endosc*, 2001, 54(3): 316-324.
- [7] Vranken JH, Zuurmond WW, Van Kemenade FJ, Dzoljic M. Neurohistopathologic findings after a neurolytic celiac plexus block with alcohol in patients with pancreatic cancer pain [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2002, 46(7): 827-830.
- [8] Ascunce G, Ribeiro A, Reis I, et al. EUS visualization and direct celiac ganglia neurolysis predicts better pain relief in patients with pancreatic malignancy (with video) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2011, 73(2): 267-274.
- [9] Facciorusso A, Di Maso M, Serviddio G, et al. Echoendoscopic ethanol ablation of tumor combined with celiac plexus neurolysis in patients with pancreatic adenocarcinoma [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2017, 32(2): 439-445.
- [10] Jin Z, Chang KJ. Endoscopic ultrasound-guided fiducial markers and brachytherapy [J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2012, 22(2): 325-333.
- [11] Wang K, Jin Z, Du Y, et al. Evaluation of endoscopic-ultrasound-guided celiac ganglion irradiation with iodine-125 seeds: a pilot study in a porcine model [J]. *Endoscopy*, 2009, 41(4): 346-351.
- [12] Kelleher FC. Hedgehog signaling and therapeutics in pancreatic cancer [J]. *Carcinogenesis*, 2011, 32(4): 445-451.
- [13] Sun S, Qingjie L, Qiyong G, et al. EUS-guided interstitial brachytherapy of the pancreas: a feasibility study [J]. *Gastrointest Endosc*, 2005, 62(5): 775-779.
- [14] Sun S, Xu H, Xin J, et al. Endoscopic ultrasound-guided interstitial brachytherapy of unresectable pancreatic cancer: results of a pilot trial [J]. *Endoscopy*, 2006, 38(4): 399-403.
- [15] 金震东, 李兆申, 刘岩, 等. 超声内镜引导下定向植入放射性¹²⁵I 粒子治疗胰腺癌的临床研究 [J]. *中华消化内镜杂志*, 2006, 23(1): 15-18.
- [16] 王凯旋, 金震东, 王东, 等. 内镜超声引导下¹²⁵I 粒子腹腔神经节植入术治疗晚期胰腺癌腹痛的初步研究 [J]. *中华消化内镜杂志*, 2012, 29(12): 665-668.
- [17] Jin Z, Du Y, Li Z, et al. Endoscopic ultrasonography-guided interstitial implantation of Iodine 125-seeds combined with chemotherapy in the treatment of unresectable pancreatic carcinoma: a prospective pilot study [J]. *Endoscopy*, 2008, 40(4): 314-320.
- [18] Wang KX, Jin ZD, Du YQ, et al. EUS-guided celiac ganglion irradiation with iodine-125 seeds for pain control in pancreatic carcinoma: a prospective pilot study [J]. *Gastrointest Endosc*, 2012, 76(5): 945-952.
- [19] Zhang Z, Wang J, Shen B, et al. The ABCC4 gene is a promising target for pancreatic cancer therapy [J]. *Gene*, 2012, 491(2): 194-199.
- [20] Vincent A, Herman J, Schuliek R, et al. Pancreatic cancer [J]. *Lancet*, 2011, 378(9791): 607-620.
- [21] Chang KJ, Nguyen PT, Thompson JA, et al. Phase I clinical trial of allogeneic mixed lymphocyte culture (cytoimplant) delivered by endoscopic ultrasound-guided fine-needle injection in patients with advanced pancreatic carcinoma [J]. *Cancer*, 2000, 88(6): 1325-1335.
- [22] Hecht JR, Bedford R, Abbruzzese JL, et al. A phase I/II trial of intratumoral endoscopic ultrasound injection of ONYX-015 with intravenous gemcitabine in unresectable pancreatic carcinoma [J]. *Clin Cancer Res*, 2003, 9(2): 555-561.
- [23] Sun S, Wang S, Ge N, et al. Endoscopic ultrasound-guided interstitial chemotherapy in the pancreas: results in a canine model [J]. *Endoscopy*, 2007, 39(6): 530-534.
- [24] Jermyn M, Scott C, Dehghani DH, et al. CT contrast predicts pancreatic cancer treatment response to verteporfin-based photodynamic therapy [J]. *Phys Med Biol*, 2014, 59

- (8);1911-1921.
- [25] Agostinis P, Berg K, Cengel KA, et al. Photodynamic therapy of cancer; an update[J]. CA Cancer J Clin, 2011, 61(4): 250-281.
- [26] Chan HH, Nishioka NS, Mino M, et al. EUS-guided photodynamic therapy of the pancreas; a pilot study[J]. Gastrointest Endosc, 2004, 59(1): 95-99.
- [27] Yusuf TE, Matthes K, Brugge WR. EUS-guided photodynamic therapy with verteporfin for ablation of normal pancreatic tissue; a pilot study in a porcine model (with video)[J]. Gastrointest Endosc, 2008, 67(6): 957-961.
- [28] Ahmed M, Brace CL, Lee J. Principles of and advances in percutaneous ablation[J]. Radiology, 2011, 258(2): 351-369.
- [29] Yoon WJ, Brugge WR. Endoscopic ultrasonography-guided
- 综 述 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.14.045
- tumor ablation[J]. Gastrointest Endosc Clin N Am, 2012, 22(2): 359-369.
- [30] Pai M, Habib N, Senturk H, et al. Endoscopic ultrasound guided radiofrequency ablation, for pancreatic cystic neoplasms and neuroendocrine tumors[J]. World J Gastrointest Surg, 2015, 7(4): 52-59.
- [31] Jin ZD, Wang L, Li Z. Endoscopic ultrasound-guided celiac ganglion radiofrequency ablation for pain control in pancreatic carcinoma[J]. Dig Endosc, 2015, 27(1): 163-164.
- [32] Rustagi T, Chhoda A. Endoscopic radiofrequency ablation of the pancreas[J]. Dig Dis Sci, 2017, 62(4): 843-850.
- (收稿日期:2016-12-11 修回日期:2017-02-16)

间接粘接技术在口腔正畸领域的应用与展望

岑颖综述,温秀杰[△]审校

(第三军医大学大坪医院野战外科研究所口腔科,重庆 400042)

【关键词】 间接粘接;精确定位;数字化

【中图分类号】 R783.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-8348(2017)14-1999-03

间接粘接技术最早应用于唇侧矫治,同一时期舌侧矫治技术的出现,更加凸显了间接粘接技术的优势,使得该技术在口腔正畸临床上得到迅速推广应用。然而,早期间接粘接技术由于受材料制约,价格昂贵,步骤繁琐,技工操作时间长,转移至口内后托槽周围残留的粘接剂去除困难,在正畸临床难以普及。随着粘接材料的发展和转移托盘技术的不断革新,间接粘接技术不断被改进和优化,简化了技工操作步骤,降低了技术难度^[1-2]。目前,全程式直丝弓矫治技术盛行,对托槽的精确性要求越来越高,间接粘接技术的优势更加突显。因为间接粘接技术不仅能显著缩短医生的椅旁时间、方便临床带教,而且能更好地实现托槽的精确定位。因此,本文就间接粘接技术的发展、技术特点及数字化发展前景等方面作一综述。

1 间接粘接技术的起源与发展

1.1 粘接材料的发展 上世纪 70 年代主要采用成分为甲基丙烯酸单体和树脂加强型玻璃离子的化学固化材料粘接托槽。然而,化学固化材料的固化时间短,托槽在体外工作模型上定位受到严格的时间限制,且转移至口内时多余的粘接剂来不及去除,限制了间接粘接技术的临床推广与普及。90 年代,光固化材料的出现弥补了化学固化材料的不足。光固化树脂具有托槽定位时不受时间限制、托槽漂移概率小、患者舒适度较高等优点。然而,光固化树脂要求转移托盘必须是透明材料,如果采用硅橡胶转移托盘仍需要光固化和化学固化材料的联合应用。近年来又出现了一种热固化材料,优点与光固化树脂相同,但 Sondhi^[3]报道热固化树脂需要被加热至 250~300 华氏度,至少 15~20 min 才能被完全固化,与光固化树脂相比,热

固化树脂的加热设备昂贵,固化时间长,且陶瓷托槽不能耐受此高温,因此该材料的临床应用也未普及。

1.2 转移托盘的发展 间接粘接技术多采用双层转移托盘,即具有一定弹性的内层托盘和具有一定刚性的外层托盘,内层托盘便于去除时减小阻力,外层托盘提供转移托盘在口内就位时足够的强度,确保托槽粘接位置的精确性。目前,临床上常用的主要是双层真空压膜材转移托盘(Double-VF)和双层硅橡胶转移托盘(Double-PVS)。Double-VF 指外层为 1.5 mm 厚的 Bioplast 真空压膜片,内层为 0.75 mm 厚的 Biocryl 真空压膜片;Double-PVS 指内层为软质硅橡胶轻体,包裹托槽凹倒及托槽翼,为去除托槽提供便利,外层为硬质硅橡胶重体确保托槽粘接准确性^[4-5]。Double-VF 具有精度高、去除容易等优点,且为透明托盘,可全程采用光固化材料;缺点是制作相对繁琐,而且需要专用的真空压膜设备,制作成本较高。Double-PVS 具有制作简单,不需要专门设备,转移精度高、可靠等优点,缺点是材料较硬,转移至口内后去除相对困难。Higgins^[6]将两种双层转移托盘技术进行融合,即内层采用硅橡胶,外层采用真空压膜材料,获得更可靠的粘接效果。

近年来,随着材料学的不断发展和 3D 打印技术的出现,有学者提出了单层转移托盘。Ciuffolo 等^[7]报道采用 3D 打印的 RPT(rapid prototyping trays)单层转移托盘来转移粘接托槽。与双层转移托盘技术相比, Ciuffolo 认为单层转移托盘不仅可节约技工操作时间,同时进一步提高了托槽粘接的准确性。面对各种转移托盘,正畸医生该如何选择。Castilla 等^[8]对比了 Double-PVS、内层高粘性的双层硅橡胶(PVS-putty)、