



数字化导板技术在靶向显微根尖手术中的应用一例

黄湘雅¹ 张辉² 韦曦¹

摘要

本病例报道一例数字化 3D 打印导板在靶向根尖手术中的临床应用。一位 28 岁女性患者左下第二前磨牙根管治疗过程中发生器械分离并超出根尖孔，随访观察发现根尖周病变持续存在，诊断为左下第二前磨牙根尖囊肿，CBCT 显示其根尖周低密度影距颈孔上缘 3mm，计划采用数字化导板技术进行靶向显微根尖手术精准操作以避免神经损伤。术前借助数字化扫描口内图像，与 CBCT 图像匹配后进行 3D 打印数字化手术导板设计，采用靶向显微根尖手术达到骨板-根尖-病变组织一体化切除效果，术后 18 个月复查根尖周病变骨质愈合，获得良好疗效。

关键词 靶向显微根尖手术；3D 打印技术；数字化导板；器械分离

1 引言

靶向显微根尖手术是采用锥形束 CT (Cone-beam computed tomographic, CBCT) 结合数字化口腔扫描和 3D 打印技术制作而成的 3D 打印导板 (3D-printed surgical guides, 3DSGs) 导航下，

使用环钻精准去骨、切除根尖及病变软组织的显微根尖手术，适用于邻近重要解剖结构的复杂病例^[1]。本文介绍一例左下第二前磨牙器械分离超出根尖孔的根尖囊肿病例，因病变接近颈孔易造成神经损伤等并发症，采用数字化导板技术进行靶向显微根尖手术，精准微创地完成手术避免了术后并发症，为

作者单位 ¹ 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院牙体牙髓病科 广东省口腔医学重点实验室 广州 510055;

² 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院种植科 510055

通信作者 韦曦

联系方式 020-83880049

电子邮箱 weixi@mail.sysu.edu.cn

通讯地址 广东省广州市陵园西路 56 号 广州 510055

基金项目 广东省财政高水平医院建设专项资金项目 (174-2018-XMZC-0001-03-0125/A-01、174-2018-XMZC-0001-03-0125/D-04)

国家自然科学基金项目 (81970974)

该技术的临床应用提供参考。

2 临床资料

2.1 一般资料

患者女性,28岁,主诉左下后牙咬物隐痛1年。患者2014年左下第二前磨牙因根尖周炎于我院行根管治疗,原病历显示左下第二磨牙根管治疗术中发生器械分离超出根尖,保留分离器械完成上段根管充填后树脂充填。近1年来觉咬物隐痛伴局部压痛,故就诊我科。否认外伤史,否认全身系统性疾病与药物过敏史等。

2.2 检查

35 殆面树脂充填物完整,叩痛(+),无松动,根尖区叩诊不适(+/-),无咬合高点,牙龈未见明显红肿或窦道,未探及明显牙周袋。36种植牙,35和36邻接面接触良好。根尖X线片显示2014年35曾行根管治疗,根尖段弯曲,根尖区器械分离约4mm,超出根尖孔1mm,根尖周透射影(图1A、B、C),2018年~2019年复查显示根尖周透射影范围增大(图1D、E)。锥形束CT显示:35根尖周低密度影,边界清楚,边缘硬化,范围约 $5.8 \times 4.4 \times 4.3\text{mm}$,远中邻近36种植体,下方距颞孔上缘约3mm(图2A、B、C)。



图1 35根尖囊肿根管治疗及复查根尖X线片。a. 根管治疗前; b. 根管器械分离诊断锉根尖片; c. 根管充填后即刻; d. 根管治疗后4年; e. 根管治疗后5年

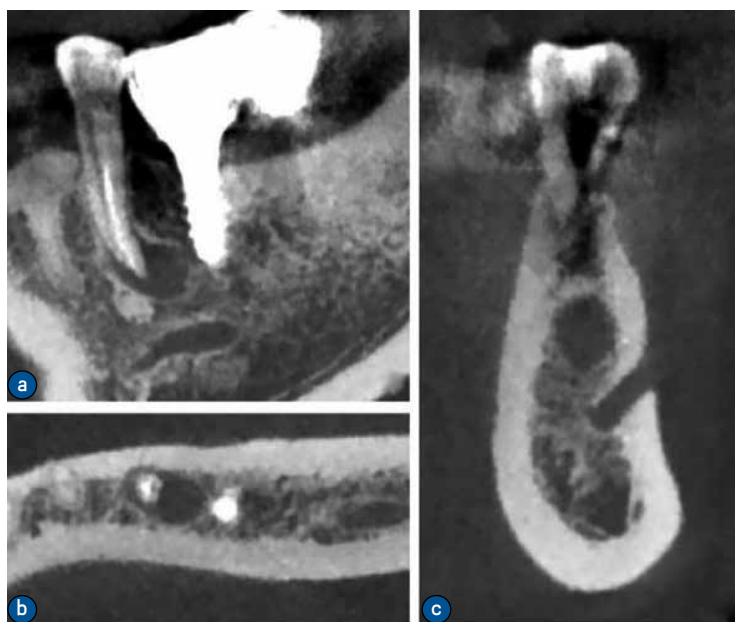


图2 35根尖囊肿术前CBCT影像。a. 矢状位; b. 横断位; c. 冠状位

2.3 诊断

35 根尖囊肿（根尖器械分离）

2.4 治疗

2.4.1 治疗方案: 方案一, 35 拔除后修复治疗; 方案二, 35 靶向显微根尖手术, 取出分离器械, 去除感染, 试保留牙齿。

2.4.2 治疗经过: 向患者交待病情、治疗计划及风险等, 患者知情, 选择显微根尖手术试保留牙齿, 签署显微根尖手术同意书。

数字化根尖手术导板设计及制作: 术前 CBCT 扫描确定显微手术导板的范围, 口内扫描牙和软组织, 融合 CBCT 和口扫数据后三维重建虚拟模型, 采用 3shape 软件 (3 Shape Software, Denmark) 设计环钻导板通路的深度、直径和角度, 获得去骨量及根尖切除量信息 (图 3)。3D 打印机 (3D Systems 5100, USA) 打印口扫模型和显微根尖手术导板 (图 4), 消毒柜紫外光消毒 10min, 术前碘伏浸泡 15min 再次消毒。

显微根尖手术经过: 常规消毒铺巾, 4% 阿替卡因肾上腺素注射液局部麻醉, 34、35、36 颊侧牙龈作龈沟内切口和近中垂直切口, 形成三角

瓣, 翻开黏骨膜瓣, 手术导板就位, 环钻去骨, 完整切除颊侧骨板、根尖组织和周围感染组织 (图 5)。口腔手术显微镜 (Zeiss PROergo, Zeiss, 德国) 下修整根尖, 亚甲基蓝染色观察根尖切除平面, 超声倒预备 3mm, iRootBP Plus (Innovative BioCeramix, 加拿大) 根尖倒充填 3mm (图 6), 检查骨腔无异物存留后轻轻搔刮骨壁, 使血液充盈, 黏骨膜瓣复位, 缝合。术后即刻根尖 X 线片显示: 35 根尖区无分离器械的阻射影像, 根尖倒充填良好 (图 8B)。术后一周拆线, 患者诉无神经麻木症状。术后标本 X 线片和 Micro CT 扫描显示根尖区器械分离超出根尖孔 1mm, 病理送检组织镜下见纤维囊壁, 囊壁内较多炎症细胞浸润, 符合根尖囊肿表现 (图 7)。

2.5 治疗结果、随访及转归

术后 3 月、8 月复查, 患者自述患牙无明显不适, 临床检查 35 牙体充填物完整, 叩 (-), 无松动, 根尖区扪诊无不适, 牙龈未见明显红肿或窦道, 未探及明显牙周袋, 根尖 X 线片显示 35 根尖区低密度影像范围逐步缩小, 骨质密度增高 (图 8C、D)。术后 1 年半随访, 患者自述患牙无明显不适, 根尖

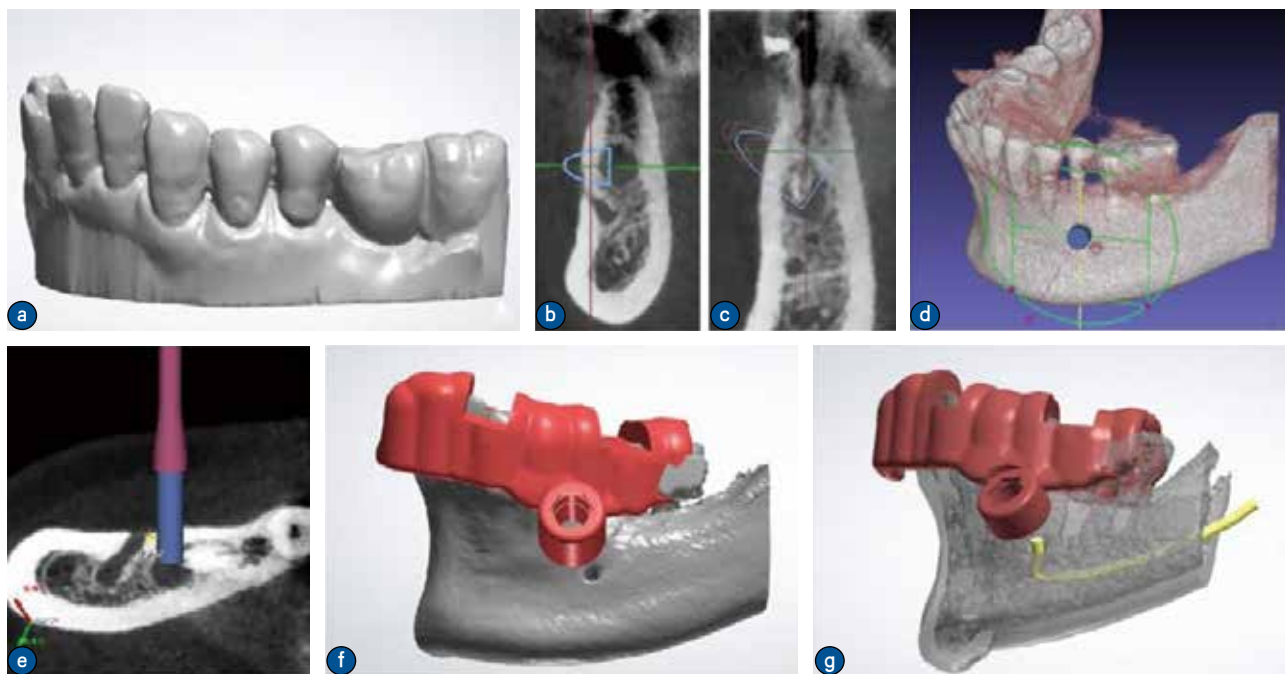


图 3 数字化显微根尖手术导板设计 A: 数字化口扫图; B: CBCT 冠状面设计 0° 根尖切除角度导致与颈孔重叠; C: CBCT 冠状面设计调整根尖切除角度平行于颈孔, 根切角度约 10° ; D: CBCT 三维重建图示环钻导板边缘距颈孔约 2mm; E: CBCT 轴面显示环钻导板颊侧入路距颈孔 2mm; F: 环钻导板就位三维重建图像显示环钻与颈孔距离 2mm; G: 环钻导板就位三维重建图像显示环钻与颈神经位置关系



图4 3D打印显微根尖手术数字化导板 A: 3D打印口扫模型和显微根尖手术导板; B: 导板就位

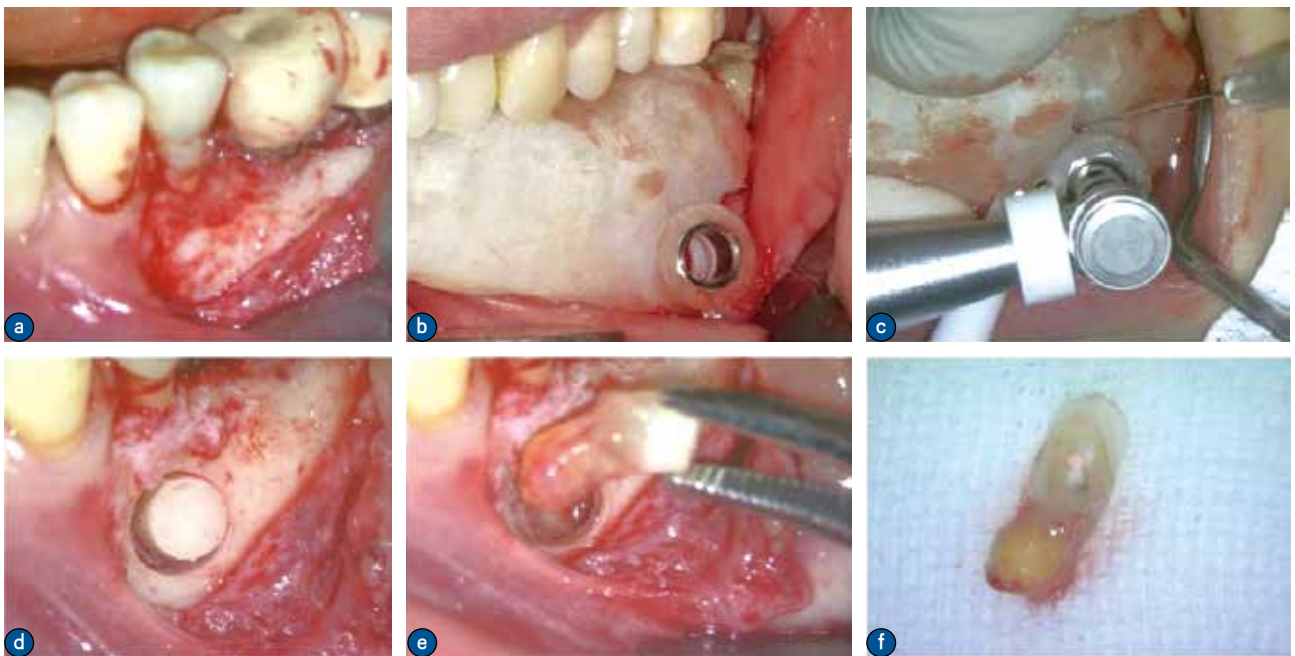


图5 35根尖囊肿显微根尖外科手术术中照片。a. 切开翻瓣; b. 手术导板就位; c. 环钻去骨; d. 去骨; e. 去骨及切除根尖; f. 切除后完整骨质、根尖及根尖组织

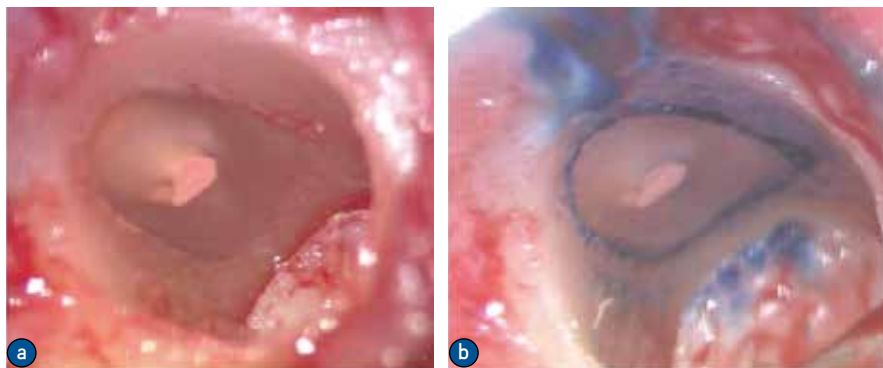




图6 35 显微根尖手术根尖区处理。a. 检查根面；b. 亚甲基蓝染色；c. 超声根尖倒预备；d. iRootBP Plus 根尖倒充填；e. 清理根面

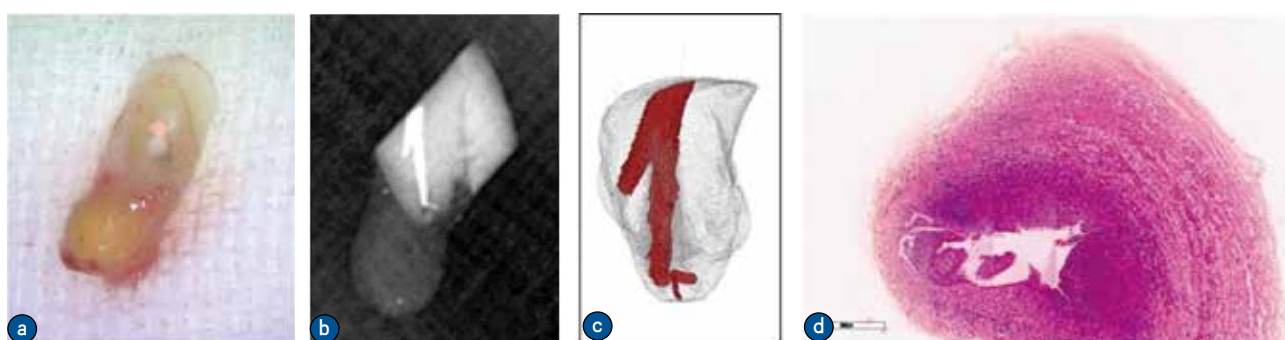


图7 35 显微根尖手术切除标本检查图片。a. 切除后完整骨质、根尖及根尖组织；b. 切除标本 X 线片；c. 切除标本 Mirco CT 扫描三维重建图片；d. 送检组织镜下见纤维囊壁，囊壁内较多炎症细胞浸润，符合根尖囊肿表现



图8 显微根尖外科手术不同时间根尖 X 线片。a. 术前；b. 术后即刻；c. 术后3个月；d. 术后8个月；e. 术后1年半

X 线片显示 35 根尖区低密度影像消退（图 8E），CBCT 矢状位示 35 根尖骨质愈合，冠状位示 35 颊侧骨皮质轻微凹陷。

3 讨论

数字化靶向导板显微根尖手术 (Targeted endodontic microsurgery, TEMS) 是 CBCT 结合计算机辅助设计和制造技术 (computer-aided

design and computer-aided manufacturing, CAD/CAM) 和 3D 打印技术制作而成的 3D 打印导板 (3D-printed surgical guides, 3DSGs) 导航下，使用环钻精准去骨、切除根尖及病变软组织的显微根尖手术，2018 年首次在牙体牙髓病学杂志 Journal of Endodontics 上报道^[1]，该技术将三维影像学技术和数字化 3D 打印技术应用用于显微根尖手术，是影像学、材料学和牙体牙髓病学多学科领

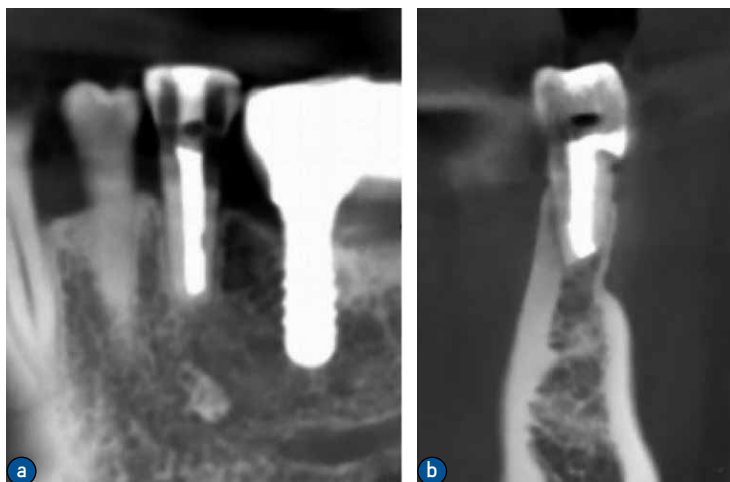


图9 显微根尖外科手术1年半复查CBCT图像。a.1年半复查CBCT矢状位图；b.1年半复查CBCT冠状位图

域的综合体现^[2,3]。

该技术适用于上颌第二磨牙腭根（腭侧入路）、上颌第一磨牙远颊根和腭根融合（颊侧入路）、以及下颌第二前磨牙根尖邻近颞孔或颞神经等解剖复杂的病例^[4,5]。本病例为下颌第二前磨牙器械分离并超出根尖孔所致的根尖囊肿病例，无法通过非手术再治疗取出分离器械，而CBCT显示根尖周炎症骨质吸收区下方距颞孔上缘约3mm，常规显微根尖手术去骨时易伤及颞孔和下牙槽神经，具有较大的治疗难度。采用数字化靶向导板技术后实现了精准微创的显微根尖手术操作，术后患者未出现神经麻木等并发症，复查1年半根尖骨质完全愈合，达到了良好的手术效果。

导板靶向技术可精准定位根尖，减少去骨量，达到骨板-根尖-病变组织一体化切除效果，有效降低医源性损伤的风险。Hawkins^[5]通过体外研究比较TEMS与常规显微根尖手术（EMS）的手术时间、根尖切除体积、根尖切除长度和角度，结果发现牙髓专科医生（board-certified endodontist）体外施行显微根尖手术时也存在损伤邻牙牙根、根

尖过度切除或切除不完全的情况，而TEMS能显著缩短手术时间，使操作更加精准和微创。Antal^[6]等对14个根尖周病损患牙进行TEMS，随访6个月，所有手术患牙均无临床症状或异常体征，未出现手术相关并发症。将术前术后CBCT资料匹配至同一坐标系中测量根尖切除角度精确性，结果显示根尖切除角度偏移 3.95° ，实际切除根尖长度与计划切除根尖长度之间的误差为0.19mm，去骨深度误差为0.37mm，证实TEMS的临床安全性和精确性。

基于计算机辅助设计和导板引导，TEMS避免了自由手操作可能导致的过度去骨或根尖切除不佳，去骨、根尖切除和根尖刮治可同步完成，因此具有微创、精准、高效的优点^[7]。环钻切除的皮质骨还可作为自体移植物，而切除的组织块保留了骨组织、根尖及软组织间的关系，有助于病因学分析。国内外已有多个数字化导板应用于显微根尖手术的病例报道^[8,9]，随着数字化大数据技术的发展，该技术将逐渐发挥其优势，为牙髓根尖周病的诊治带来新的诊疗模式，更加有效地促进舒适个性化的临床诊疗^[10-14]。

参考文献

- [1] Giacomino C M, Ray J J, Wealleans J A. Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach to Anatomically Challenging Scenarios Using 3-dimensional-printed Guides and Trepine Burs-A Report of 3 Cases. *J Endod*, 2018, 44(4):671-677.
- [2] Cotton TP, Geisler TM, Schindler WG, et al. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod*, 2007, 33(9):1121-32.
- [3] Venskutonis T, Plotino G, Juodzbalys G, Mickeviciene L. The importance of conebeam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod*, 2014, 40(12):1895-901.
- [4] Ray J J, Giacomino C M, Wealleans J A, et al. Targeted Endodontic Microsurgery: Digital Workflow Options. *J Endod*, 2007, 33(9):1121-32.

- Endod, 2020, 46(6):863-871.
- [5] Hawkins T K, Wealleans J A, Pratt A M, et al.Targeted endodontic microsurgery and endodontic microsurgery: a surgical simulation comparison.Int Endod J, 2020, 53(5):715-722.
- [6] Antal M, Nagy E, Braunitzer G, et al.Accuracy and clinical safety of guided root end resection with a trephine: a case series.Head Face Med, 2019, 15(1):30-38.
- [7] Shah P, Chong BS.D imaging,3D printing and 3D virtual planning in endodontics.Clin Oral Invest, 2018, 22(2):641-654.
- [8] Ahn SY, Kim NH, Kim S, et al.Computer-aided designcomputer-aided manufacturing-guided endodontic surgery: guided osteotomy and apex localization in a mandibular molar with a thick buccal bone plate.J Endod, 2018, 44(4):665-670.
- [9] Popowicz W, Palatyńska-Ulatowska A, Kohli MR.Targeted endodontic microsurgery: computed tomography-based guided stent approach with platelet-rich fibrin graft: a report of 2 cases.J Endod, 2019, 45(12):1535-1542.
- [10] Anderson J, Wealleans J, Ray J.Endodontic applications of 3D printing.Int Endod J, 2018, 51(9):1005-1018.
- [11] 凌均荣. 数字技术开辟牙体牙髓创新之路. 中华口腔医学杂志, 2016,51(4): 210-214.
- [12] 承清, 夏文薇. 三维打印导板在牙体牙髓专业领域中的研究和应用. 中华口腔医学杂志, 2019,54(1): 67-70.
- [13] 杜宇, 韦曦, 凌均荣. 动静态导航技术在牙髓根尖周病治疗中的应用及展望. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(1):23-30.
- [14] 黄湘雅, 蔡艳玲, 韦曦. 显微根尖手术的全周期管理. 口腔疾病防治, 2021, 29(10): 649-655.