

• 综述 •

种植钉支抗在口腔正畸领域的应用情况综述

陈梓柠 王浩 李倩雯 赵宁睿 王雪东

北京大学口腔医学院·口腔医院正畸科 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心
口腔数字化医疗技术和材料国家工程实验室 口腔数字医学北京市重点实验室 北京 100081

[摘要] 种植钉支抗在口腔正畸领域应用广泛，而不同国家的使用情况存在差别。本文总结了相关的调查研究方法，种植钉的使用情况、优势与适应证、并发症以及影响种植钉应用的因素，结果发现：目前种植钉的使用率为43.7%~93.3%，但现有不同调查之间的标准存在差异，难以得出进一步的结论；种植钉适用于内收前牙、压低后牙等多种情况，在加强支抗的同时有利于减少对患者依从性的依赖；常见并发症有松动脱落、软组织反应和牙根损伤等；医生的年龄、性别、教育背景、治疗费用以及患者对种植钉的接受程度等因素可能影响其使用。目前尚缺少我国在种植钉支抗应用情况的相关调查研究。

[关键词] 正畸支抗；种植钉；应用情况

[中图分类号] R783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2024034

开放科学（资源服务）
标识码（OSID）**Application of miniscrew implants in orthodontics: a literature review**

Chen Zining, Wang Hao, Li Qianwen, Zhao Ningrui, Wang Xuedong

Dept. of Orthodontics, Peking University School and Hospital of Stomatology & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & National Engineering Laboratory for Digital and Material Technology of Stomatology & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing 100081, China

Supported by: National Program for Multidisciplinary Cooperative Treatment on Major Diseases (PKUSSNMP-202013); Seed Selection Project of China Oral Health Foundation (A2021-021); National Natural Science Foundation of China (81671015)

Correspondence: Wang Xuedong, Email: wangxuedong@bjmu.edu.cn

[Abstract] Miniscrew implants are widely utilized in orthodontics, and their usage varies substantially among different countries. This review summarizes the methodology of related research as well as the advantages, indications, and complications of orthodontic miniscrew implants. Factors influencing the usage of orthodontic miniscrew implants are determined. The utilization rate of orthodontic miniscrew implants ranges from 43.7% to 93.3%. However, inconsistent criteria preclude us from reaching further conclusions. Orthodontic miniscrew implants are suitable for diverse conditions, such as anterior retraction and posterior intrusion, which contribute to the enhancement of anchorage and the reduction of dependence on patient compliance. Frequently occurring complications include failure of orthodontic miniscrew implants, soft tissue reactions, and root damage. Factors including orthodontists' age, gender, and educational background as well as the cost of treatment and the patients' acceptance of orthodontic miniscrew implants may have different effects on their usage. Nevertheless, similar research in China is lacking.

[Key words] orthodontic anchorage; miniscrew implant; application situation

[收稿日期] 2023-05-29; **[修回日期]** 2023-11-02

[基金项目] 国家重大疾病多学科合作诊疗能力建设项目 (PKUSSNMP-202013); 中国牙病防治基金会种子优选项目 (A2021-021); 国家自然科学基金面上项目 (81671015)

[作者简介] 陈梓柠, 学士, Email: chenzining@pku.edu.cn

[通信作者] 王雪东, 副教授, 博士, Email: wangxuedong@bjmu.edu.cn

正畸治疗的核心是牙齿在矫治力的作用下发生移动。根据牛顿第三定律, 矫治力势必会产生反作用力, 而正畸学中抵抗这种反作用力的结构或装置被称为支抗, 可以是牙列中的其他牙齿、

对颌牙齿、颌骨,也可以是额外的装置。传统的正畸加强支抗方法常使用头帽口外弓、颞兜等颌外支抗,因其影响面部美观和日常生活,仅能在夜间佩戴,同时会对牙齿施加间歇性重力,且对患者的依从性要求较高,在某些情况下可能达不到理想的治疗目标。

种植钉支抗因其创伤小、植入取出便捷等诸多优势成为正畸中较为理想的绝对支抗。种植钉支抗适用于内收前牙、压低后牙、间隙关闭等。临床研究^[1]显示,种植钉支抗在内收前牙时可有效防止磨牙近中移动。

种植钉的使用情况在不同国家之间存在一定差别,目前已有多篇相关研究发表,差异主要集中于种植钉的使用率、适应证、不使用的方面,同时医生的年龄、性别、教育背景与种植

钉的使用习惯也表现出不同程度的相关性^[2-5]。目前针对中国正畸医生的种植钉使用情况的系统性报道还非常少见,本文就种植钉在不同文献中使用情况的共同点与差异性进行总结。

1 相关研究的基本特征

本综述共纳入18篇有关种植钉支抗在口腔正畸领域应用情况的研究^[2,4,6-20],基本情况见表1。18篇文献发表时间为2008—2022年,通常以单个国家内正畸医生对种植钉的使用情况为研究目标;也有少数文献进行了全球范围的调查^[6-7],但由于语言差异、成本因素、缺乏全球性组织等原因,所取得的样本代表性较差,难以反映实际情况。

表 1 文献情况汇总

Tab 1 Summary of literature

作者	发表年份	调查范围	发放方式	应答率/%	种植钉使用率/%
Banks等 ^[2]	2010	英国	邮寄	66.31	0.20
Patil等 ^[3]	2012	印度	现场发放	85.71	66.67
Barthelemi等 ^[4]	2015	法国	线上	34.63	66.36
Buschang等 ^[6]	2008	全球	线上	5.96	79.70
Ashton ^[7]	2022	全球	线上	11.49	84.60
Meeran等 ^[8]	2012	印度	邮寄	80.52	43.70
Svensk等 ^[9]	2016	瑞典	线上	67.43	53.10
Keim等 ^[10]	2008	美国	邮寄	7.68	60.70
Keim等 ^[11]	2014	美国	线上	1.96	70.00
Keim等 ^[12]	2020	美国	线上	1.61	55.00
Hyde等 ^[13]	2010	美国	线上	79.66	91.49
Khan等 ^[14]	2016	南非	现场发放+线上	41.82	60.90
Alfaleh等 ^[15]	2021	沙特阿拉伯	线上	13.93	89.47
Acar等 ^[16]	2015	土耳其	线上	32.33	89.70
Van Sant ^[17]	2020	加拿大	线上	23.23	65.80
Janagarathinam等 ^[18]	2021	印度	线上	50.00	81.10
Golshah等 ^[19]	2021	伊朗	线上	72.16	89.90
Azeez ^[20]	2022	伊拉克	线上	22.25	93.30

综合18篇文献,现有研究大多采用调查法,其中以问卷调查为主,包括利用电子邮件发送问卷或链接,邮寄^[8]或现场发放纸质问卷^[3]等,发放的问卷数差异较大,从数十人到超过10 000人不等。另外,还有少数文献采用了访谈调查,如Tanne^[21]通过线上采访22位欧美国家正畸学者来获取种植钉使用的相关情况。还有部分研究在调查的基础上通过对比以获取更多信息,如Shirck等^[22]对培训中的住院医师和独立执业者对种植钉使用情况的异同进行了调查;期刊*Journal of Clinical*

Orthodontics (JCO) 则每隔6年开展一次针对美国正畸诊疗情况与趋势的调查(其中包括种植钉的使用情况),形成了纵向调查的形式。

问卷的应答率与发放方式之间没有表现出明显的联系,电子问卷的应答率有时并不比纸质问卷低,这可能与作者使用的策略有关,如第1次发送问卷后一段时间再次提醒作答。在所有涉及的文献中,应答率最高的也仅达到85.71%,意味着有相当一部分问卷未能收到回复,由此将引入无应答偏倚,因为未回复问卷的群体在各个

方面可能具有显著的异质性，从而削弱了相关结论的可信度。有一些方法可以检验无应答偏倚的程度，然而仅有少数文献对未应答群体进行了追踪^[9]。

2 种植钉支抗的使用情况

2.1 使用率

种植钉的使用率在不同文献中差别颇大，从43.70%^[8]到93.30%^[20]不等。Meeran等^[8]报告农村地区的种植钉使用率低于城市，但并未得到有统计学上差异的结果。Banks等^[2]进行的调查中，所有类型的种植钉支抗的使用率仅有0.2%，但其数据的统计方式与常规不同。该研究只将“总是”或“大部分”的选项纳入统计，如果一名受访者只是“有时”使用种植钉，那么这一结果并不会反映在最终的使用率中。由此可见，仅统计使用率只能粗略地反映种植钉的普及程度，为获取更多的信息，采用更细化的指标，如单个受访者的所有正畸病例中有多少比例使用种植钉是必要的；但问卷形式的局限性使被调查者只能依赖回忆作答而非具体的记录，因此难以得到很精确的结果。此外，不同调查之间统计指标的差异也会使结果间的比较失去参考价值。Patil等^[3]报告：有66%的正畸医生只在0%~25%的病例中使用了种植钉；Barthelemi等^[4]发现：有58.28%的正畸医生并不经常使用种植钉；JCO的调查^[12]显示：受访者过去1年中使用种植钉的患者中位数为5；Janagarathinam等^[18]报告：过去1年中使用1~20个种植钉的医生占比为72.8%。从这些研究可以看出，放置种植钉的数量与患者构成以及对适应证把握的严格程度等因素有关，但至少部分正畸医生并不完全依赖于以种植钉作为支抗。

目前不同国家和地区种植钉使用情况的异同难以得出有效结论。Tanne^[21]认为种植钉在美国和加拿大不如亚洲流行，Buschang等^[6]也持相似的观点，但其他文献中的数据并不完全支持这一论断，这种情况部分是由于不同调查的年代和统计标准存在差异。Ashton^[7]组织过一次全球性的调查，但其问卷是基于美国正畸医师协会进行分发，且仅有英语版本，因此应答者主要来自北美洲和南美洲，再考虑到较低的应答率（11.49%），其结论很难准确反映各国的真实情况。除全球的使用状况之外，单个国家内部种植钉使用情况的变化趋势

也难以明确，因为针对同一国家以相同标准定期进行的纵向调查仍然较少。印度学者发表的3篇文章^[3,8,18]显示：种植钉使用率分别为43.70%^[8]、66.67%^[3]和81.10%^[18]，虽有随着时间推移种植钉使用率提高的趋势，但考虑到问卷发放方式和调查群体的差别，这一结论的可信度仍然不高。JCO分别在2008^[10]、2014^[11]、2020年^[12]对美国正畸医生的诊疗习惯进行了大范围的调查，结果显示：种植钉的使用率从60.70%（2008年）上升到70.00%（2014年），在2020年又下降到55.00%；过去1年中使用种植钉患者的中位数也呈现出同样的变化趋势。这一趋势与其他在美国进行的调查并不一致，如Hyde等^[13]在2010年报告使用率为91.49%。JCO进行的调查应答率普遍很低（7.68%、1.96%、1.61%），可能是导致这种反差的原因之一。

2.2 应用时长

在不同文献中，正畸医生使用种植钉的时长表现出较高的一致性。文献调查的结果以1~5年居多，约占60%。虽然这些调查事实上是在不同国家和不同时间进行的，但考虑到新技术的扩散往往并不同步，这种情况也是可能发生的。这一结果或许反映了问卷设计上的一些缺陷，因为涉及到具体的使用时间的问题，如果没有深刻的印象，往往不易很清晰地回忆，在这种情况下，受访者可能倾向于选择中间选项。

2.3 适用人群

多数正畸医生认为：种植钉主要应用于成人，植入的最低年龄一般为12岁。但Van Sant^[17]报告：有13.1%的正畸医生认为12岁以下的儿童也可放置种植钉；Shirck等^[22]的调查中，约有50%的医生认为种植钉的使用并无明显的最低年龄限制，而应该以患者的牙列发育状况为准。值得注意的是，由于未成年人较活跃的骨代谢和改建以及较低的骨皮质密度，种植钉脱落的风险可能增加^[23-24]。

2.4 植入部位

从植入部位来看，医生们更多地将种植钉植入在上颌骨，排除治疗方案本身的影响，这一差异可能与以下因素有关：上颌骨血运较好，上颌的角化组织较多，种植钉种在下颌骨时更易受下颌功能运动干扰，下颌骨密度较高也使植入更为困难等^[25]。相关的临床研究^[26]也显示：植入在上颌骨的种植钉成功率高于下颌骨。上颌骨的颧牙槽嵴和腭部是两个较理想的部位，因为植入在这些位点的种植钉可以同时与两侧的皮质骨

结合,在获得较好稳定性的同时又降低了对皮质骨的应力^[23,27]。

2.5 植入和取出

种植钉并不完全由正畸医生自己植入和取出。如Barthelemi等^[4]报道法国仅有32%的正畸医生负责这一过程,但在伊朗却高达96.6%^[19],这种显著的差异可能与各国不同的医学教育与医疗制度有关。除此以外,最常负责植入和取出种植钉的是口腔外科医生,其次是牙周科医生。正畸医生不愿自己操作的原因如下:植入操作比较费时,担心损伤牙根,需要进行麻醉,患者植入后有时出现急性疼痛,缺乏相关训练等。Buschang等^[6]在2008年进行的调查显示:有91.6%的受访者没有接受过植入种植钉的相关训练,当然这种情况如今已得到改善。Hyde等^[13]的研究发现:正畸医生植入的种植钉似乎更易脱落,这或许能够支持缺乏训练的说法,但由于不存在统计学差异,且原文献样本量不足,其他研究者^[6]提出了相反的看法,这一结论有待进一步讨论。

2.6 植入的术前准备

在植入种植钉前医生常需要影像学检查来观察植入部位的情况,最常用的影像学检查方式是曲面体层片和根尖片。锥形束CT的使用率在不同调查中存在一定差异,但通常不作首选。在麻醉方式上,多选用局部浸润加表面麻醉复合的方式,或仅做表面麻醉,神经阻滞则使用较少。Ashton^[7]提出:如果仅进行表面麻醉,那么可依靠患者自身的感觉来判断种植钉是否有接触牙根或穿入上颌窦的风险;但采用浸润+表面麻醉的方式无疑止痛效果更好,且医生也能通过其他方式来避免损伤重要结构,如术前影像、手感等。

2.7 满意度

正畸医生对种植钉的满意度从64.9%到98.3%不等,整体来看还是处在较高的水平。Janagathinam等^[18]发现工作经验丰富的医生通常有较高的满意度,但Barthelemi等^[4]进行的调查中,有60%的医生认为种植钉的日常管理有时会相当棘手,同时有71.3%的患者感到轻度不便。这些研究表明种植钉仍有相当的改进空间。

3 优势与适应证

3.1 种植钉支抗的优势

从相关文献获得的结果来看,种植钉相对传

统方法的优势主要有以下3点。1)作为近似绝对支抗,使用种植钉能够使医生设定更高的治疗目标,并且往往最终也能收获更好的治疗效果。2)在很大程度上避免了以其他牙作为支抗时产生的不需要且难以预测的牙齿移动,也有利于正畸力的精确控制。3)对美观影响不大,也不需每日摘戴,降低了对患者依从性的依赖。

关于种植钉能否缩短治疗时间,从目前的研究^[3,6,9,17]尚不能得出统一的观点,这可能与不同的适应证有关。对于严重的骨性畸形,应用种植钉能否减少正畸正颌联合治疗的比例也存在争议,但目前有较多的医生对此持肯定态度^[10-12]。

3.2 适应证和禁忌证

种植钉较为常见的适应证有:在矢状向和垂直向上增强支抗控制,从而能够更好地近中/远中移动磨牙,伸长/压低牙齿,关闭间隙,以及内收前牙。对前牙严重拥挤的患者,有时需要远中移动磨牙以获得间隙,此时口内其他牙齿通常不足以作为支抗使用,需要头帽口外弓等口外支抗,常给患者的生活造成不便,而使用种植钉则可在矢状向上获得与头帽口外弓相似的强支抗。

种植钉也适用于因邻牙缺失所致倾斜牙的扶正和阻生齿的牵引。如马晓晴等^[28]报道:使用双种植钉配合悬臂梁牵引拔除邻近下牙槽神经管的下颌阻生智牙。其他相对少见的适应证有:针对腭中缝已基本骨性闭合又存在上颌骨与上牙弓狭窄的患者进行种植钉辅助的上颌快速扩弓,纠正殆平面倾斜,稳固牙周病患者的牙齿^[14],以及固定临时冠^[7]。

种植钉一般配合直丝弓矫治器等固定矫治器使用,但也有报道^[29,30]将种植钉与无托槽隐形矫治器联合以减少后牙支抗丢失,增强前牙转矩控制,从而缓解或消除无托槽隐形矫治器的“过山车效应”。

种植钉的主要禁忌证有:1)患者口腔卫生状况差^[17];2)患者过于年轻;3)患者存在糖尿病、骨代谢异常等可能影响愈合的全身系统性疾病或正在接受免疫抑制治疗^[23,31];4)全身健康情况不佳,可能难以耐受植入时的刺激;5)近期有双膦酸盐类药物用药史;6)患者有较严重的牙科恐惧,难以配合操作;7)患者依从性差;8)口腔内缺乏角化组织;9)血液系统疾病;10)大量吸烟^[32];11)患者对种植钉材料过敏;12)头颈部放射治疗史;13)骨量或骨密度不足,致使种植

钉无法获得足够的稳定性^[31]。

4 并发症

种植钉的并发症种类繁多，其中比较常见的类型和相应的影响因素列于表2中。

1) 松动脱落。种植钉并发症中，最常见的是松动脱落，其影响因素复杂^[33-34]，有患者因素（口腔卫生情况、吸烟、年龄），种植钉因素（长度、直径、自攻还是助攻），植入程序（植入部位的皮质骨厚度、软组织厚度和角化程度）等。总体来说，选择皮质骨厚度较大、软组织角化好且较薄的植入位点，使用允许范围内较长且直径较大的

种植钉可以增强其稳定性，但使用规格更大的种植钉也会增加损伤牙根的风险。Buschang等^[6]探讨了种植钉松动脱落的人为影响因素，结果显示：患者的疼痛和焦虑水平较低，医生经验丰富，操作程序精细（如测量插入扭矩，使用根尖片和锥形束CT代替曲面体层片）等因素与较低的松动脱落率表现出明显的相关性，而种植钉植入成功率较高的医生对其满意度往往更高，使用年限更长。虽然相关性并不能证明因果关系的存在，但改用更精细的操作程序可能有利于种植钉的稳定和降低患者的疼痛与焦虑水平，这样的结果也会提高医生对种植钉的满意程度，促使医生继续使用并不断积累经验，改进操作。

表 2 种植钉常见并发症与可能的影响因素

Tab 2 Common complications of orthodontic miniscrew implants and potential influencing factors

常见并发症	可能的影响因素
松动脱落	患者因素、种植钉因素、植入程序、操作因素 ^[6,33-34]
周围炎症和感染	角化黏膜量、植入时软组织受刺激的程度、患者口腔卫生情况、牙龈生物型 ^[25,35]
软组织反应	种植钉头部和其上附件有无缓冲、患者口腔卫生情况 ^[27]
对牙根的接触与损伤	植入位置、植入方向、操作因素 ^[36-38]
移位与折断	种植钉材质、应力集中、骨密度、操作因素 ^[37,39-40]
组织穿孔	植入位置、解剖因素 ^[27]
植入后急性疼痛	植入时有无翻瓣 ^[37]
对正畸过程中的牙齿移动产生干扰	植入位置 ^[41-42]

2) 种植钉周围炎症和感染。植入种植钉时周围软组织受到刺激可能引起感染与炎症，特别是在种植钉穿经对局部刺激抵抗力较弱的非角化牙槽黏膜或患者口腔卫生不佳时发生率更高^[25]。牙龈生物型也是影响因素之一，薄龈型患者发生种植体周围炎和种植钉松动脱落的概率均高于厚龈型；这主要是由于薄龈型患者角化龈宽度常不足，在部分情况下种植钉可能需穿过牙槽黏膜植入，不利于形成良好的颈部封闭^[35]。

3) 软组织反应。种植钉的金属头部和其上的附件如正畸弹簧等可能对口腔黏膜造成损伤，在其头部覆盖弹性材料有助于减少这种情况的发生。如果种植钉植入部位的软组织过度增生，使其头部被软组织所覆盖，这种情况与不良的口腔卫生情况有关，通常不会导致严重的后果，但可能在取出种植钉时造成不便，此时可以通过减少插入深度或使用颈部较长的种植钉来预防^[27]。

4) 对牙根的接触与损伤。种植钉接触牙根可能引起多种表现，如种植钉松动脱落、牙根吸收、牙冠变色、冷热敏感和牙髓失活等^[36]，位于根间

区的种植钉造成这种损伤的可能性更大^[37]。为降低损伤牙根的风险，除提升医生的植入经验之外，还可以在植入过程中使用基于影像学数据制作的导板（surgical guide），或斜对根尖方向植入种植钉^[38]。

5) 种植钉的移位与折断。以往常将种植钉视为一种绝对支抗，但近年来发现，治疗过程中加载负荷后的种植钉移位相当普遍，这种移位对治疗效果通常没有影响，不过应警惕其可能损伤重要的解剖结构^[39]。还有一种特殊的移位称为种植钉滑动（miniscrew slippage），常见于植入时由于各种原因（如种植钉与骨面夹角过小）种植钉未能充分钻入皮质骨，而是在骨膜下产生滑动，为避免这种情况，可采用翻瓣后直视植入种植钉的方法^[40]。种植钉的折断通常发生在植入和取出时。由于应力集中，颈部折断最为常见，这可能与种植钉材质、骨密度、植入过程中扭矩过大或方向改变等导致局部应力增加有关^[37]。

6) 组织穿孔。在上颌骨颊侧和腭部植入的种植钉尖端可穿入上颌窦和鼻底，较小的穿孔存在

自愈的可能,较大者可形成瘘管^[27]。解剖因素如上颌窦气化程度、窦壁骨质厚度等可能影响穿孔的发生率。

7) 植入后的急性疼痛。采用不翻瓣技术植入种植钉有助于缩短疼痛的持续时间^[37]。

8) 对正畸过程中的牙齿移动产生干扰。这一并发症主要与植入位置有关^[41-42]。

值得注意的是, JCO的3次纵向调查^[10-12]中,种植钉的松动脱落和炎症发生率均呈逐步上升趋势,这可能与正畸医生对相关并发症识别和处理水平提高所致,但同时也提示临床医生应当更加审慎地权衡种植钉可能的获益与并发症的风险。

5 可能影响种植钉支抗使用情况的因素

5.1 积极因素

相对于传统的矫治方法,种植钉优势显然会促进其被使用,能够提供支持证据的文献也会增强医生的信心^[3]。同时,医生的性别似乎是一个不可忽视的因素, Barthelemi等^[4]报道:男性医生使用种植钉支抗的频率更高,与此相应的是,在从未也不打算在将来使用种植钉支抗的群体中女性占比也较多。Markic等^[5]则发现:医生的教育背景与种植体支抗类型的选择和治疗方案的设计表现出一定程度的相关性。

医生的年龄(或执业时间)和对种植钉相关知识的了解程度也是影响因素之一。中生代的医生对种植钉的使用率较高,而年轻的医生和年老的医生使用率均较低,但二者的成因不同。年轻医生多认为自己对相关知识的掌握不充分,但未来会使用,而较年长的医生则常怀疑种植钉相对于传统方法是否具有确实的优势。与不使用者相比,使用种植钉者认为自己对其有更好的了解,且了解程度随使用时间延长而提高^[4]。也有调查^[2]显示:执业时间较长的医生更偏爱种植钉,可能是因为更丰富的职业经验使医生更能理解传统方法给患者带来不便、依从性差等问题,毕业后的继续教育与培训也有利于医生了解和使用新技术。Shirck等^[22]对比了处于住院医师培训阶段和独立执业的两个医生群体,发现独立执业者对种植钉有更高的使用率,植入的成功率稍高,患者最低年龄较低;处于住培阶段者则更多由自己进行植入。Al-faleh等^[15]也报告私立体系下的医生使用种植钉的频率更高。

医生常用的矫治器类型会影响种植钉支抗的使用。如常用舌侧矫治器者往往更重视种植钉^[4,17],这可能与使用舌侧矫治器的患者往往本身对美观有更高要求,因此不易接受传统的颌外与颌间支抗。

5.2 消极因素

可能对种植钉的使用产生负面影响的因素有以下几点。1) 对其支抗效果不满意。2) 担忧其并发症,认为风险大于获益。3) 没有遇到有合适适应证的患者。4) 经济因素:种植钉相对于传统方法可能费用更高,但这一点与当地的医疗保障水平和具体的适应证有关,如使用种植钉能够避免进行正颌手术,则减轻了患者的经济负担。Barthelemi等^[4]也提到:种植钉成本的降低能够促使不使用它的医生考虑在未来使用。5) 患者拒绝植入种植钉。Van Sant^[17]发现:与传统方法相比,使用种植钉时患者的疼痛和不适水平更高,医生也更感到焦虑。6) 医生对传统方法有主观上的偏好。7) 认为种植钉的植入和日常管理更耗时,降低了工作效率。8) 缺乏相关训练。

6 面临的挑战

种植钉虽然有着广泛的适应证,但必须警惕其潜在的过度使用倾向。在Patil等^[3]进行的调查中,有85%的医生认为即使在传统方法同样可行的情况下,自己仍然有倾向去使用种植钉。Al-faleh等^[15]则发现私立体系下的医生对种植钉支抗的使用频率更高。这种局面可能与医生对治疗效率的追求、经济因素的驱动、种植钉厂家的营销、种植钉可及性的提高等因素不无关系。种植钉的使用应该严格把握适应证,同时要有爱伤观念。

种植钉在不同患者间的重复使用也是一个值得重视的问题,Patil等^[3]报道:有20%的医生认为种植钉在灭菌后能够重复使用;而在Acar等^[16]的调查中这一比例是29.3%,其中约有33%的医生报告重复使用的种植钉出现了折断、松动、软组织反应等各种并发症。重复使用种植钉是否会增加其折断和失效的风险尚不完全明确,但多数研究^[43-46]表明:在扫描电子显微镜下,回收的种植钉的表面和尖端产生了变形与磨损,由此可导致插入性能降低,但其移除和断裂所需的扭矩没有明显变化。回收利用种植钉在技术层面上或许并非完全不可行,但这一行为无疑是有违医学伦

理的^[47]。

拥有诸多优势的种植钉已经深刻地影响了许多治疗方案的设计。Changsiripun等^[48]报道：种植钉的应用使当地正畸医生在对上颌前牙拥挤或前突的患者进行减数矫治时，更多考虑拔除易患龋的上颌第二前磨牙而非第一前磨牙。以往医生常被迫保留患龋的第二前磨牙以确保后牙作为支抗时不会产生过度的近中移动，而种植钉则解决了这一问题，使医生能够更多根据牙齿本身的情况来作决策。这种治疗范式的转变应当及时地体现在医学教育与培训中，以使患者能够从中获益。

7 对相关研究者的建议

国内目前尚缺少以我国正畸医生群体为调查对象的种植钉应用情况的研究，对于未来可能在此领域开展相关研究的学者，笔者有如下几点建议。

1) 保证受调查者群体的代表性。我国的正畸医生群体教育背景复杂，分散在全国各地，对种植钉的应用情况可能存在相当的异质性，如不能采取各种措施提高样本的代表性，则难以得到正确的结论。较理想的情况是能够依托全国性学术组织，在多地开展抽样调查。

2) 设法提高应答率。现有的调查研究大多存在应答率不高，获得数据较少的问题。考虑到实际情况，组织大规模的线下调查对许多研究者可能存在困难，如采用电子邮件发送问卷，在国内的覆盖率恐怕也不容乐观。借助微信等社交软件可能有效提高应答人数，但将给统计应答率和进行抽样调查带来困难。具体采用何种方式需要研究者进行权衡。

3) 注重我国国情的特殊性。我国的正畸医生有相当一部分在公立医院执业，且一般自己植入和取出种植钉，这与其他一些国家的情况存在不同之处；同时，城乡差异对种植钉应用情况的影响也是一个值得探讨的方面。

4) 调查标准的可比性。采用的调查标准应适当参考先前文献以提高不同研究间的可比性。

5) 多关注现有调查研究中较少涉及的问题，如种植钉的使用对治疗方案设计的影响等。

8 结论

本文主要讨论了不同国家和地区的正畸医生

对种植钉的使用情况及其影响因素，探讨了种植钉的优势、适应证、并发症，以及由其带来的新变化与挑战。但笔者发现：不同调查问卷设计与统计标准存在差异，这使得进行数据之间的比较非常困难，结论的可信度也会被削弱，而且缺少我国正畸医生对种植钉应用情况的调查研究。综合可见，如果想要研究不同国家和地区之间正畸医生对种植钉的看法及其使用情况的差异和发展趋势，那么组织全球性、多语言、定期进行的纵向调查是非常必要的。由于缺乏全球性的相关组织，这种调查在短期内可能难以成为现实，希望未来能够有更多高质量的调查研究发表。

利益冲突声明：作者声明本文无利益冲突。

9 参考文献

- [1] Antoszevska-Smith J, Sarul M, Lyczek J, et al. Effectiveness of orthodontic miniscrew implants in anchorage reinforcement during en-masse retraction: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(3): 440-455.
- [2] Banks P, Elton V, Jones Y, et al. The use of fixed appliances in the UK: a survey of specialist orthodontists[J]. *J Orthod*, 2010, 37(1): 43-55.
- [3] Patil A, Revankar AV. Evaluation of microimplant use in orthodontic practices in India: an opinion-based survey[J]. *J Indian Orthod Soc*, 2012, 46: 269-272.
- [4] Barthelemi S, Beauval H. Prevalence of the use of anchorage miniscrews among French orthodontists [J]. *Int Orthod*, 2015, 13(4): 436-461.
- [5] Markic G, Katsaros C, Pandis N, et al. Temporary anchorage device usage: a survey among Swiss orthodontists[J]. *Prog Orthod*, 2014, 15(1): 29.
- [6] Buschang PH, Carrillo R, Ozenbaugh B, et al. 2008 survey of AAO members on miniscrew usage[J]. *J Clin Orthod*, 2008, 42(9): 513-518.
- [7] Ashton K. Global Temporary Anchorage Device (TAD) usage: a survey of orthodontists[D]. Baltimore: University of Maryland, 2022.
- [8] Meeran NA, Venkatesh KG, Jaseema Parveen MF. Current trends in miniscrew utilization among Indian orthodontists[J]. *J Orthod Sci*, 2012, 1(2): 46-50.
- [9] Svensk D, Norevall LI. Swedish orthodontists'

- opinions and experiences regarding miniscrew implants[J]. *Swed Dent J*, 2016, 40(2): 165-171.
- [10] Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, et al. 2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends[J]. *J Clin Orthod*, 2008, 42(11): 625-640.
- [11] Keim RG, Gottlieb EL, Vogels DS 3rd, et al. 2014 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends[J]. *J Clin Orthod*, 2014, 48(10): 607-630.
- [12] Keim RG, Vogels Iii DS, Vogels PB. 2020 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures part 1: results and trends[J]. *J Clin Orthod*, 2020, 54(10): 581-610.
- [13] Hyde JD, King GJ, Greenlee GM, et al. Survey of orthodontists' attitudes and experiences regarding miniscrew implants[J]. *J Clin Orthod*, 2010, 44(8): 481-486.
- [14] Mothobela TF, Sethusa M, Khan M. The use of temporary skeletal anchorage devices amongst South African orthodontists[J]. *SADJ*, 2016, 71(10): 513-517.
- [15] Alfaleh L, Baidas L. Orthodontic treatment approaches among orthodontist in Saudi Arabia[J]. *Int J Med Dent*, 2021, 25(3): 299-311.
- [16] Acar YB, Hergel CA, Ateş M, et al. Mini-implant usage in orthodontic practice[J]. *Turk J Orthod*, 2015, 28(1): 1-6.
- [17] Van Sant LA. Survey of Canadian orthodontists regarding orthodontic miniscrew usage[D]. Ontario: The University of Western Ontario, 2020.
- [18] Janagarathinam VA, Veerasankar S, SHFKM, et al. Assessment of orthodontist's prospects and acquaintance regarding miniscrew implants[J]. *Jemds*, 2021, 10(17): 1197-1202.
- [19] Golshah A, Feiz Rahneem M, Bagheri Z, et al. Frequency of using miniscrew anchorage by the Iranian orthodontists[J]. *Open Access Maced J Med Sci*, 2021, 9: 98-102.
- [20] Azeez SM. Attitudes of Iraqi orthodontists towards tooth extractions and skeletal anchorage device (mini-implant)[J]. *Eurasian J Sci Eng*, 2022, 8(3): 54-66.
- [21] Tanne K. Current status of clinical orthodontics in European and American countries[J]. *APOS Trends Orthod*, 2020, 10: 204-223.
- [22] Shirck JM, Firestone AR, Beck FM, et al. Temporary anchorage device utilization: comparison of usage in orthodontic programs and private practice [J]. *Orthodontics*, 2011, 12(3): 222-231.
- [23] Chang HP, Tseng YC. Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2014, 30(3): 111-115.
- [24] 金海茹. 正畸微种植钉成功率及相关风险因素的系统评价[D]. 济南: 山东大学, 2020.
- Jin HR. Success rate of orthodontic microimplants and related risk factors: a systematic review[D]. Jinan: Shandong University, 2020.
- [25] Truong VM, Kim S, Kim J, et al. Revisiting the complications of orthodontic miniscrew[J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 8720412.
- [26] Crismani AG, Bertl MH, Celar AG, et al. Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 137(1): 108-113.
- [27] Giudice AL, Rustico L, Longo M, et al. Complications reported with the use of orthodontic miniscrews: a systematic review[J]. *Korean J Orthod*, 2021, 51(3): 199-216.
- [28] 马晓晴, 项飞, 秦飞, 等. 双种植钉牵引拔除高危下颌水平阻生智牙8例报道[J]. *上海口腔医学*, 2018, 27(4): 424-426.
- Ma XQ, Xiang F, Qin F, et al. Application of double miniscrews for extraction of horizontally impacted wisdom tooth with high risk of injury to inferior alveolar nerve[J]. *Shanghai J Stomatol*, 2018, 27(4): 424-426.
- [29] 范丽梅, 刘若曦, 徐宝华. 无托槽隐形矫治器联合微种植钉牵引内收上前牙的三维有限元研究[J]. *中日友好医院学报*, 2022, 36(3): 152-155, 162, 127.
- Fan LM, Liu RX, Xu BH. Three-dimensional finite element analysis of retracting maxillary anterior teeth with clear aligner combined with miniscrew [J]. *J China Jpn Friendsh Hosp*, 2022, 36(3): 152-155, 162, 127.
- [30] 马晓晴, 项飞, 樊明月, 等. 微种植钉辅助无托槽隐形矫治器控制“过山车”效应的疗效分析[J]. *上海口腔医学*, 2022, 31(2): 193-197.
- Ma XQ, Xiang F, Fan MY, et al. Clinical efficacy of

- the combination of miniscrew with clear aligner in controlling the roller coaster effect[J]. *Shanghai J Stomatol*, 2022, 31(2): 193-197.
- [31] Alkadhimi A, Al-Awadhi EA. Miniscrews for orthodontic anchorage: a review of available systems[J]. *J Orthod*, 2018, 45(2): 102-114.
- [32] Bayat E, Bauss O. Effect of smoking on the failure rates of orthodontic miniscrews[J]. *J Orofac Orthop*, 2010, 71(2): 117-124.
- [33] Maino BG, Weiland F, Attanasi A, et al. Root damage and repair after contact with miniscrews[J]. *J Clin Orthod*, 2007, 41(12): 762-766, 750.
- [34] Moon CH, Lee DG, Lee HS, et al. Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region[J]. *Angle Orthod*, 2008, 78(1): 101-106.
- [35] 李浩杰, 陈学鹏, 钟佳永. 不同牙周表型对微种植支抗钉稳定性的影响[J]. *口腔医学研究*, 2023, 39(2): 124-128.
- Li HJ, Chen XP, Zhong JY. Impact of different periodontal phenotypes on stability of mini-implants[J]. *J Oral Sci Res*, 2023, 39(2): 124-128.
- [36] Mohammed H, Wafaie K, Rizk MZ, et al. Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: a systematic review and meta-analysis[J]. *Prog Orthod*, 2018, 19(1): 36.
- [37] Kuroda S, Tanaka E. Risks and complications of miniscrew anchorage in clinical orthodontics[J]. *Jpn Dent Sci Rev*, 2014, 50(4): 79-85.
- [38] Papadopoulou MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2007, 103(5): e6-e15.
- [39] Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004, 126(1): 42-47.
- [40] Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007, 131(4 Suppl): S43-S51.
- [41] Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, et al. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region[J]. *Angle Orthod*, 2009, 79(1): 78-84.
- [42] Graham J, Cope J. Miniscrew troubleshooting[J]. *Orthod Products*, 2006, 4: 26-32.
- [43] Noorollahian S, Alavi S, Rafiei E. The effect of multiple processing and re-use on orthodontic miniscrew torque values[J]. *Dent Res J*, 2015, 12(3): 243-247.
- [44] Noorollahian S, Alavi S, Monirifard M. A processing method for orthodontic mini-screws reuse[J]. *Dent Res J*, 2012, 9(4): 447-451.
- [45] Hergel CA, Acar YB, Ates M, et al. *In-vitro* evaluation of the effects of insertion and sterilization procedures on the mechanical and surface characteristics of mini screws[J]. *Eur Oral Res*, 2019, 53(1): 25-31.
- [46] Yun SD, Choi SH, Cha JY, et al. Effects of recycling on the biomechanical characteristics of retrieved orthodontic miniscrews[J]. *Korean J Orthod*, 2017, 47(4): 238-247.
- [47] Uesugi S, Kokai S, Kanno Z, et al. Prognosis of primary and secondary insertions of orthodontic miniscrews: what we have learned from 500 implants[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 152(2): 224-231.
- [48] Changsiripun C, Phusantisampan P. Attitudes of orthodontists and laypersons towards tooth extractions and additional anchorage devices[J]. *Prog Orthod*, 2017, 18(1): 19.

(本文编辑 吴爱华)