



中国青少年 隐形矫治 专家共识2018

李小兵 金作林 主编

 四川大学出版社

编委会

主 编 李小兵 金作林

副主编 舒 广 谭理军 潘晓岗 谢贤聚
熊国平 李志华

编 委 (按音序排序)

曹 阳 丁 锐 黄 诗 言金钊
金作林 姜若萍 康 娜 李 煌
李小兵 李 宇 李志华 罗秋美
骆 英 麦理想 曲丹秦文
潘晓岗 舒 广 宋 扬 谭理军
谭家莉 吴拓江 谢贤聚 熊国平
禹兴国 易俭如 赵 玮 周 力
邹淑娟 张军梅 郑之俊

主 审 赵志河

前言

错★畸形的隐形矫治技术是近年来口腔正畸学的热点。隐形矫治活动透明牙套利用牙★数字化分析以及新型的口腔高分子材料，实现了对正畸错★畸形临床矫治的模拟及矫治牙套的预成，旨在美观化、程序化、标准化、精细化矫治错★畸形。在口腔医学临床诊治理论技术的发展中，隐形矫治技术成功地将临床治疗技术与人工智能（AI）计算、口腔医学诊治与临床医疗大数据分析结合了起来，可以说是正畸学百年发展以来最大的一个变革。

隐形矫治技术应用预成的、数字化的活动牙套矫治错★畸形，在提供更方便美观的临床治疗新方法的同时，也给正畸矫治医生提出了新的挑战，并引发了正畸专业医生的各种争论。如：人工智能（AI）的发展是否会替代正畸专业医生的诊治、活动的透明牙套能否达到良好的错★矫治效果及矫治效率、活动透明矫治器能否治疗复杂的错★病例、透明活动矫治器能否达到良好牙移动的三向控制及颌骨生长的矫形治疗、隐形矫治适合成人还是更适合青少年儿童错★患者、活动透明矫治器佩戴与口腔健康维护的关系如何等等。正畸临床医生怀着兴奋和忐忑的心情，观察着、思考着隐形矫治技术的每一步发展，并本着科学的态度，在遵循正畸理论原则的基础上，探索隐形矫治技术在正畸治疗中的技术创新及其带来的正畸理念的变革。

我是2010年在新加坡工作的时候，接触到隐形矫治技术，但直到回国后的2013年才开始在华西口腔医院儿童口腔与正畸系儿童早期矫治专科开展青少年隐形临床治疗的工作。当时隐形矫治的临床治疗主要集中在成年人简单病例及成年人复发病例的治疗上，青少年隐形矫治的病例在国内还很少。对于青少年隐形矫治，我的最初的想法是隐形矫治使用活动的牙套更易于患儿取代、矫治过程中更易进行牙面清洁，可能会降低常规固定多托槽矫治器由于粘接酸蚀、托槽菌斑聚集、牙面清洁程度下降、托槽致口腔菌斑组成变化等原因造成的正畸致釉质白垩斑的发生，可能更有利于正畸固定矫治患儿的口腔健康维护。并且从矫治机理上说，利用透明矫治器高分子材料变形产生的弹性模量进行错★矫治，如果成年人能达到矫治目的，青少年牙槽骨生长改建更快，没理由不能应用透明牙套进行矫治。基于对青少年正畸治疗口腔健康维护及青少年患者的需求，我们开始了青少年隐形矫治的临床及理论研究。首先从行为学及正畸致釉质白垩斑的研究开始，我们证实华西医儿早期矫治专科进行隐形矫治的患儿相对于常规固定多托槽矫治的患儿，对透明矫治器牙套的矫治临床的接受度更高。前瞻性的实验也证实，隐形矫治的活动牙套在矫治过程中的白垩斑发病率也低于常规固定多托槽矫治器。在青少年隐形矫治的临床治疗方面，我们从简单的错★畸形的矫治开始，排齐轻中度拥挤，逐步了解隐形矫治方案设计、矫治效能、复诊管理及疗效结果，开启了华西医儿早期矫治专科的青少年隐形矫治临床理论与技术的探索。2016—2017年在成都，华西医儿口腔与正畸系儿童早期矫治专科连续两年成功举办了“中国青少年隐形矫治论坛”，得到了全国正畸临床医生的热情的回响与积极的支持。从2016年到2018年，我和舒广、喻剑明、谭理军、李宇在成都举办了青少年隐形矫治全国性的学习班，更促使了自己对青少年隐形矫治的理论技术的思考与理解。我特别高兴的是通过“中国青少年隐形矫治论坛”及全国性“青少年隐形矫治”学习班的活动，有幸结识许多国内外有志于青少年隐形矫治技术探索及推广的正畸专家，并在各方大力支持下，于2017年成立了中华医学会儿科分会口腔医学组的“中国青少年隐形矫治”专家组。作为专家组的重要工作之一，我和谭理军起草了“中国青少年隐形矫治专家共识2017”，并在专家组成员的共同审核下，编撰成宣传册于2017年五月“中国青

少年隐形矫治论坛”上发布。“中国青少年隐形矫治专家共识”期望能汇集全国各位专家智慧，从隐形矫治诊断、治疗计划、生物学生物力学、方案审核、临床复诊管理以及疗效评价等各个方面阐述青少年隐形矫治的临床内核与外延，发现青少年隐形矫治的优势与限度，更深入的探索青少年隐形矫治理论技术，更好地发挥隐形矫治这一正畸临床新技术的优势，为我国错★矫治儿童的福祉服务。在2017年12月深圳举办的“中国青少年隐形矫治专家共识2017”的巡讲中，专家组讨论决定继续“中国青少年隐形矫治专家共识2018”的编写。在专家组的辛苦努力下，于2018年3月完成“中国青少年隐形矫治专家共识2018”初稿的撰写。相比2017年版，2018年版的内容就丰富很多，经专家组商议，决定将“中国青少年隐形矫治专家共识2018”文稿交由四川大学出版社出版。

青少年隐形矫治技术随着矫治器不断更新换代，出现了临床治疗的快速增长的趋势。我国的青少年隐形矫治患者一开始就是从10到11、12岁的患儿，起点较欧美要早。当前中国青少年隐形矫治在混合牙列后期的间隙管理（Leeway Space利用）、II类错★畸形的功能矫形、拥挤拔牙边缘病例的非拔牙矫治（推磨牙向后）、重度拥挤的拔牙矫治、骨性错★的掩饰性治疗、前牙深覆★覆盖的治疗、牙弓发育异常的早期矫治（扩弓）、青少年隐形矫治生物学及生物力学支抗设计等涉及青少年错★发生发展的各个领域都进行了积极有效的探索，展现了我国正畸专家的临床思考与专业水平。本专著的出版将是对我国青少年隐形矫治专家临床水平的集中展示。本专著的编写委员是中国的青少年隐形矫治专家，也邀请了来自中国台湾的罗秋美教授参与了编写。相信在我国青少年隐形矫治专家的不断努力下，我国的青少年隐形矫治水平一定会继续站在国际领先的潮头，这也是我国科技发展进步的在正畸领域的具体体现。

“中国青少年隐形矫治专家共识2018”由青少年隐形矫治理论与临床病例展示组成。临床理论部分遵循口腔正畸学的原则，探索正畸学理论在隐形矫治技术中的应用，强调青少年隐形矫治技术只是口腔正畸学矫治错★的一种方法，其矫治目标、矫治的生物学基础及生物力学原理不变，变化的只是矫治计划的预判及矫治过程的管理。青少年隐形矫治若要成功，更重要的需要临床矫治疗效真实客观的评价，为临床治疗方案选择提供更扎实的依据，这是现在及将来不短的时间内我国青少年隐形矫治需要解决的问题。

在“中国青少年隐形矫治专家共识2018”出版之际，我的心情是激动与不安的。本专著是我国第一本关于青少年隐形矫治理论与临床技术的专著，汇集了国内十几名专家的临床思考与总结。希望专著的出版能为广大的青少年隐形矫治临床医生提供理论与临床的参考。本专著用正畸专业思想、临床成功病案，证实青少年隐形矫治的临床可能性，让更多的医生看到青少年隐形矫治的前景，增强青少年隐形矫治医生的临床信心。不过由于其新，专著所提供的临床观点还处在总结的水平，所得的结论缺乏大量的临床、基础和流行病学研究，所以本专著的临床及理论的思考必然存在不全面和不完善的地方，也还有很多的不足。本专著的出版，抛砖引玉，也恳请全国的正畸专家提出意见批评，共同努力，推动青少年隐形矫治技术在我国的发展。

四川大学华西口腔医学院 李小兵

2018年5月

前 言

无托槽隐性矫治，作为一种新兴的矫治技术，因其美观、舒适等特点，正逐渐被越来越多的正畸医师和患者所认可和接受。为了更好地推广无托槽隐形矫治技术、提高我国的青少年隐形矫治水平，有这么一群人一直在努力探索，并且已经取得了可喜的成绩。

这群来自全国各大知名院校的正畸医生，组成了我国的青少年无托槽隐形矫治专家组。专家组去年在我国推出了第一本青少年无托槽隐形矫治白皮书，结合隐形矫治的特点，对青少年患者的矫治提出了指导性的意见，并且在此基础之上，组织了两场青少年隐形矫治论坛。我有幸参加了全部两场，并担任大会主席，我为专家组所取得可喜成绩感到骄傲。

在第一版白皮书的基础上，结合大家的临床经验，今年又推出了第二版，并且建立更加系统化的架构，涵盖了青少年无托槽隐形矫治技术的方方面面。诚然，作为新兴矫治技术，这本书的内容还存在一些有待完善的地方，有些理论基础还需要进一步研究探索，但是这本书一定程度上代表了我国青少年无托槽隐形矫治技术发展现状，可以为广大的口腔正畸临床工作者提供理论参考和实践指导。

最后，我希望在青少年无托槽隐形矫治专家组，以及广大中国口腔正畸人的努力之下，我国的隐形矫治水平必将取得辉煌的成绩，并在国际正畸舞台上绽放更加灿烂的光彩。

四川大学华西口腔医学院 赵志河

2018 年 5 月

目 录

【青少年隐形矫治Ⅰ：基础篇】

- 一、青少年隐形矫治的概念；
- 二、青少年隐形矫治的医患沟通
- 三、颌面颌生长发育与青少年隐形矫治
- 四、青少年隐形矫治的生物学及生物力学

【青少年隐形矫治Ⅱ：诊断与技术篇】

- 五、青少年隐形矫治的适应症
- 六、青少年隐形矫治的临床诊断、治疗计划
- 七、青少年隐形矫治的基本技术

【青少年隐形矫治Ⅲ：临床治疗篇】

- 八、青少年错合畸形的隐形矫治临床治疗
- 九、青少年隐形矫治的保持及疗效评价
- 十、青少年隐形矫治的技术发展方向

【青少年隐形矫治Ⅳ：技术推广篇】

- 一、青少年隐形矫治专业要求；
- 二、青少年隐形矫治设计思路及医师培训计划；
- 三、青少年隐形矫治专科医生市场要点

【透明矫治器介绍（以 Invisalign 隐适美系统为例）】

- 一、透明矫治器的工作原理（以 Invisalign 隐适美系统为例）
- 二、透明矫治器的材料要求（以 Invisalign 隐适美系统使用的 SmartTrack 为例）。
- 三、透明矫治器的软件要求。
- 四、青少年透明矫治器的特点

【青少年隐形矫治 I：基础篇】

一、青少年隐形矫治概述

（一）青少年隐形矫治的概念

青少年隐形正畸治疗青少年隐形矫治，指的是处于青少年生长发育期的错★患者阻断与综合隐形矫治（6~18岁）。

青少年（Teen）是从儿童到成人的整个身心发育阶段，颅面★发育从乳恒牙替换、恒牙萌出完成，到上下颌骨发育完成，年龄从6岁左右到18岁。青少年是一个比较宽的范围：①乳恒牙替换从6岁开始；②牙弓发育伴随不同阶段的恒牙成组萌出，不断发育（6~12岁）；③颅面结构随青春快速生长期（10~11岁）开始矢状向发育，到17~18岁的颅面三向生长发育基本结束。

青少年隐形矫治与成人隐形矫治的区别就在于青少年有生长的变化：牙列从混合牙列到恒牙列，颌骨及牙弓完成长宽高的发育，下颌完成差异性生长，颞发育，颞下颌关节位置确定，面部软组织发育完成，颌骨协调与功能稳定。这种变化决定了青少年隐形矫治不同于成人隐形矫治的特点：错合的变化与不确定性是面对青少年错合患者时，青少年隐形矫治医生需要掌握相关颅面颌相互协调代偿关系的知识，以及对青少年生长与错合关系的预判能力。

（李小兵）

（二）青少年隐形矫治技术的临床特点

1. 青少年隐形矫治与口腔健康维护

正畸治疗是在口腔中及上下牙列上置放矫治器（活动或固定矫治器）从而进行错合矫治。各类矫治器对青少年口腔健康的维护及口腔生理系统产生影响，改变口腔微生态及口腔卫生环境，出现由于正畸治疗产生的对口腔健康环境的影响。如固定矫治使患儿口腔，软垢增加，食物残渣残留；活动矫治器影响唾液分泌及自洁作用等。正畸治疗常见对口腔健康的影响包括牙釉质白斑增加、牙龈炎、牙龈增生、软垢及釉质光滑面龋等。国内对正畸综合治疗的前瞻性的研究表明：隐形矫治活动牙套更有利于儿童正畸患者的口腔健康维护。

（1）正畸治疗与儿童恒牙新增釉质白斑的预防。

1）华西儿童口腔科对青少年隐形矫治对光滑牙面新增釉质白斑的前瞻性研究发现，隐形矫治中患儿新增釉质白斑较固定矫治更少：青少年白垩斑检出率为43.33%，经隐适美矫治1个月及6个月时，分别有13.33%和23.33%的青少年患者被检出新发白垩斑；而接受传统固定矫治的青少年患者在矫治6个月及12个月时，新发白垩斑检出率分别为48.8%和75.8%。

2）进一步的生物学研究发现，虽然隐形矫治对青少年口腔微生物多样性有改变，但差异无统计学意义，表明隐形矫治能维持青少年口腔微生态环境（但仍不能排除矫治中的患龋风险）。而青少年患者固定正畸治疗，虽然固定矫治未改变唾液微生物种群的多样性，但牙菌斑中的微生物种群多样性减少，提示青少年固定矫治增加了青少年错★矫治的患龋风险。

(李小兵 黄诗言)

(2) 隐形矫治对牙周健康的影响。

与传统固定矫治不同，透明矫治器可摘取的特性，极大地降低了患者口腔清洁时的难度，因此学者认为其可提高正畸患者口腔清洁效率，进而更好保护患者的牙周健康。以成人为受试者的多项临床研究表明，相比于传统固定矫治器，使用透明矫治器的患者具有更加良好的牙周健康状况。华西赵志河教授的临床研究，同样发现使用透明矫治器的患者在菌斑指数、牙龈指数和探诊后出血等多项牙周健康指标上有更好的表现。

(李小兵 易俭如)

2. 隐形矫治技术的一般临床特点

(1) 隐形矫治与正畸疼痛。

疼痛是正畸治疗最常见的并发症之一，对患者的生活质量及治疗依从性都有明显的影响。无托槽透明矫治器对牙齿的加力方式及力值大小都与传统固定矫治器有一定的差异，因此其所造成的正畸疼痛是否与传统固定矫治有所差异也引起了正畸临床医师的兴趣。现有的临床试验表明，相比于固定矫治复诊，更换透明矫治器所造成的正畸疼痛更轻，舒适感更佳。

(2) 隐形矫治的治疗效率。

透明矫治器在方案设计过程中对牙齿的移动方式与步骤进行了精确的模拟和计算，受益于此，其矫治效率也得到了提高。现有的临床证据表明，相比于传统固定矫治，使用透明矫治器进行正畸治疗将减少复诊次数和椅旁时间，同时还可缩短治疗周期。但由于方案设计耗时较多，医生完成单个无托槽隐形矫治病例平均花费的时间高于传统固定矫治。

(李小兵 易俭如)

(3) 青少年隐形矫治行为学研究。

华西口腔儿童与正畸系儿童早期矫治专科在对 50 名青少年隐形矫治患者行为学的初步研究中发现，中国（成都）青少年对隐形矫治的接收度高于传统固定多托槽矫治技术（见表 1）。

表 1 中国（成都）青少年隐形矫治行为学研究结果

	隐形矫治	固定多托槽矫治	结果
口腔健康维护	55%容易保持口腔清洁	20%容易保持口腔清洁	隐形矫治患儿更易保持口腔卫生
美观性	72.2%满意	13.3%满意	患儿更满意隐形矫治的美观性
舒适性	94.4%满意	66.7%满意	患儿觉得隐形矫治更舒适
矫治结果	83.3%满意	93.3%满意	患儿对固定多托槽矫治结果更满意
社会接受度	5.4%被嘲笑	20%被嘲笑	青少年隐形矫治更易被患儿所处社会环境接受

注：华西儿童口腔与正畸系儿童早期矫治专科李小兵，2016。

(李小兵)

(4) 隐形矫治器牙套的临床特点。

- 1) 矫治器透明不易察觉，更美观，对患者社会活动影响小，更易被患者接受，依从性好。
- 2) 预成分步矫治器，控制牙移动及矫治施力，能更好地避免医生操作引起的治疗的差异，缩短疗程。
- 3) 有研究表明：隐形矫治精确计算每步牙移动，能降低过大矫治力，减轻正畸治疗的疼痛。
- 4) 隐形矫治能减少复诊次数及椅旁治疗时间。
- 5) 隐形矫治利用活动高分子材料与牙面附件进行矫治，患者无托槽脱落、弓丝黏膜划伤等正畸急诊情况，患者舒适度高。

(李小兵)

二、青少年隐形矫治的医患沟通

（一）青少年隐形矫治的医患沟通要点

（1）有清晰的治疗目标：充分了解患者及家长的想法，根据不同发育阶段选择可行的治疗目标。青少年隐形矫治多为多阶段矫治。

（2）临床错★治疗计划明确：根据患者错★机制，选择切实可行的治疗计划，如牙萌出诱导、牙弓形态矫治、功能矫形或综合矫治。

（3）充分利用隐形矫治数字化设计动画：隐形矫治数字化设计动画设计（如 invisalign 产品的 Clincheck 动画），能直观展示错合矫治过程，有利于医生与患者及家长充分沟通，使患者了解治疗的过程。

（4）预计治疗时间与费用：需要多阶段的治疗的青少年隐形矫治患者的治疗费用不会成倍增加。

（5）强调隐形矫治的治疗特点，调动患者治疗的主动性，提高患者的治疗依从性。隐形矫治是活动矫治，青少年患者的特点是临床配合度弱于成人，强调患儿配合直接影响治疗的效果。

（李小兵）

（二）青少年隐形矫治医患沟通技巧

（1）改变青少年错合矫治观念，从“我的小孩需要金属矫正器”逐步变为“我的小孩需要隐形矫治”。隐形矫治能让孩子看起来更好看，疼痛感觉也会减轻，也不会因为正在矫正而被其他孩子嘲笑。

（2）临床疗效：隐形矫治的临床疗效相对于一般矫正，拥有等效的结果。

（3）强调隐形矫治器是个性化定制矫正器，每个患儿的矫正器都是独一无二的。

（4）强调患者的经验：大多数青少年隐形矫治患儿发现可以很快速地将牙齿排列整齐。患儿矫治体验：隐形矫治能减少复诊次数和复诊时间，没有紧急突发复诊情况，饮食无须特殊禁忌，矫治舒适度高，容易刷牙及用牙线，日常生活影响小。

（罗秋美）

三、颌面颌生长发育与青少年隐形矫治

（一）青少年牙弓生长发育

咬合发育涉及儿童上下颌骨生长、上下牙弓/牙槽骨发育，上下牙萌出替换，面部软组织生长，以及颞下颌关节生长等。上下牙弓形态大小是否正常和协调对称是咬合发育中最关键因素。

儿童牙弓发育与颌面发育一样，按牙弓宽度、长度及高度的顺序依次完成。牙弓形态的生长主要是牙槽骨的生长（跟颌骨生长关系不大）。

1. 牙弓宽度的发育

（1）尖牙间宽度。

1）上颌：尖牙间宽度发育到恒牙列早期（12岁）基本完成，平均增加4~5mm。

2）下颌：尖牙间宽度发育到混合牙列期（尖牙萌出之前）基本完成（女8岁，男9岁），平均增加3mm。

（2）磨牙间宽度。

1）上颌：磨牙间宽度发育到恒牙列期（13岁）基本完成，上颌磨牙间宽度的增长量大于下颌。

2）下颌生长较上颌更早，但随恒牙列形成增加的量减少，磨牙间宽度发育到9岁基本完成，与尖牙间宽度相似。

3）磨牙间宽度：男性大于女性。

4) 磨牙后段宽度: 随第二磨牙萌出 (12 岁), 上下第一、第二磨牙间牙弓宽度仍有增加 (上颌增加 2mm 左右, 下颌 1mm 左右)。

(3) 双尖牙间宽度。

1) 从混合牙列到恒牙列, 双尖牙间宽度发育到 13 岁基本结束。

2) 从混合牙列到恒牙列, 双尖牙间宽度增加女性大于男性, 下颌大于上颌。

2. 牙弓长度的发育

牙弓长度指由中切牙间的标志点至牙弓左右对称的标志点连线的垂直距离, 也称为牙弓深度。

(1) 前段牙弓: 混合牙列乳恒牙替换时, 上下磨牙前移, 牙弓长度变短, 但恒牙列前牙唇侧萌出, 弥补一些牙弓长度的变短, 但总体牙弓长度减少。

(2) 后段牙弓: 牙弓生长在宽度发育结束后 (12 岁) 继续生长 2~3 年 (14~15 岁)。

(3) 恒牙列后期, 牙弓前段长度减少, 牙弓后段上颌结节及下颌磨牙后段长度增加。

3. 牙弓周长

由于替牙期磨牙前移、邻面磨耗、下前牙直立, 牙弓周长由混合牙列到恒牙列有变短的趋势。由于人种、性别、面部生长不同, 牙弓周长减少不同, 变化区间: 上颌 0.5~1.5mm。下颌 3~5mm。

4. 成都地区儿童牙弓生长发育研究

华西口腔儿童早期矫治专科的李小兵从 2056 例 5~13 岁儿童中得到牙弓发育正常的牙弓基础数据 193 例, 初步得出成都地区儿童牙弓形态大小及发育数据。

(1) 成都地区替牙期儿童错★畸形的发生率为 64.86%, 恒★初期错★畸形发生率为 72.75%。错★畸形发生的危险因素包括龋病、具有错★遗传史、口腔不良习惯及食物过于精细。

(2) 从替牙列早期到恒牙列初期, 尖牙与磨牙间宽度总增加量在上牙弓约 4~5mm, 下牙弓增加量略小于上牙弓 (2~3mm)。

(3) 上下颌牙弓形态与下颌基骨弓 (WALA 嵴) 形态之间存在较强相关性。

(4) 替牙列早期到恒牙期初期, 成都地区正常★儿童腭盖深度无明显差异, 平均约 14mm。

(李小兵)

(二) 青少年颅面生长发育及预测

1. 青少年颅面生长发育与矫形治疗

儿童颅面功能矫形治疗是正畸矫治中的重要组成部分, 虽然仍存在争议, 但临床治疗展示功能矫形能改善错★的疗效。

(1) 功能矫形能改善颅面形态异常: 功能矫形能矫正上下颌骨位置异常, 矫正异常面部口腔肌肉功能, 改善颅面相对关系异常, 协调面部形态。

(2) 功能矫形对骨性错★有一定的矫治效果: 功能矫形促进颌骨的正常生长发育, 部分抑制颅面异常生长, 降低骨性错★的严重程度。

(3) 功能矫形能矫治功能性错★: 功能矫形及早去除功能异常因素, 恢复正常颅面软硬组织生长, 阻断错★发展。

(4) 功能矫形能矫治由颅面结构异常造成的错★关系, 减轻错★畸形的严重程度。

(5) 功能矫治早期矫正错★畸形, 简化错★复杂程度, 减轻错★严重程度, 有利于患儿由颅面形态异常造成的心理健康的恢复。

(李小兵)

2. 青少年颞下颌关节生长发育与矫形治疗

(1) 青少年颞下颌关节的生长发育。

颞下颌关节是由颞骨关节窝及关节结节、髁突、关节盘、关节囊和囊内外韧带所构成。颞下颌关节的生长发育受到多种因素影响, 包括构成颞下颌关节的各个软硬组织的形态结构的因素、咬合功能

因素、口周肌肉功能环境因素等。其中，下颌骨髁突被认为是颅面部重要的生长区，其生长发育具有多样性、多向性和适应性的特点，是颞下颌关节生长改建的最活跃部分。

出生后，在多种因素影响下，关节窝、关节结节、髁突、关节盘、关节囊和囊内外韧带协调生长，形成正常的颞下颌关节（形态与功能）。影响颞下颌关节协调生长发育的因素很多，遗传、环境因素都能对颞下颌关节的生长发育产生影响。环境因素中，功能咬合因素是影响青少年颞下颌关节生长发育的重要因素。青少年患者进行错★畸形矫治时，全身正处于快速生长发育期，治疗时间较长，必须考虑颞下颌关节的生长发育对错★畸形矫治的影响，以及矫治过程可能对颞下颌关节造成的影响。青少年错★矫治应利用上下颌骨生长改建以改变上下颌骨关系异常造成的错★畸形，这必然造成颞下颌关节的相应的位置及结构改变。青少年错★矫治必须强调：错★的功能矫治不能忽视颞下颌关节的生长发育与适应限度。

（2）青少年错★矫治与颞下颌生长改建。

青少年颞下颌关节生长发育过程中，髁突的生长方向和生长量决定了下颌骨的生长方向和生长量。同时，颞下颌关节周围肌群的牵拉与功能也决定了颞下颌关节的位置。青少年颞下颌的生长发育过程中，神经肌肉反射逐步与咬合发育相适应，逐步形成颞下颌关节的位置与关系。当颞下颌关节形态功能发育结束后，改变颞下颌功能形态位置的矫治成为临床矫治的禁忌。

青少年错★的功能矫治器是通过改变下颌骨位置、刺激相关的咀嚼肌及口周肌功能，改变颞下颌位置，产生颞下颌关节周围神经肌肉的适应性调节，牵拉肌肉收缩产生的力传递到牙齿、颌骨、颞下颌关节，产生矫形治疗的矫形力，从而进一步促进颌系统软硬组织及功能咬合发生适应性改变，达到矫治错★畸形的目的。

当青少年隐形矫治采用隐适美 MA 矫治系统时，矫治设计思路就是利用下颌骨颌位变化后，颌系统发生适应性改变，从而达到矫治Ⅱ类错★畸形的目的。这类功能矫治中，髁突的适应性变化在青少年功能矫治中有着重要意义。因此，矫治前正畸医生应对患者髁突的形态及生长发育适应性改建能力进行充分的评估，明确髁突可能的生长方向和生长量潜力、髁突与关节窝的关系，以及矫治措施可能对颞下颌关节生长发育改建的影响，以便患者获得最佳的面部美观和颌系统功能的矫治效果。

青少年功能矫治必须避免由于功能矫形时机选择失误或矫治超过患者改建的限度出现颞下颌关节的功能、结构及器质性破坏。

（邹淑娟）

3. 青少年隐形矫治的生长发育预测与矫治计划

青少年处在青春快速生长期（11～15岁）的阶段，利用生长发育的潜力，顺势而为，可以诱导颌骨发育，这是纠正骨性错★畸形的有利阶段。正确判断生长发育阶段，预测可能的生长量，对于制订合理的矫治方案，较为准确地判断矫治结果都有重要意义。

预测生长发育的时候需要考虑的因素：

（1）遗传因素。

遗传因素对子代生长型具有指向性意义，不但面部形态、身高、牙列发育体现出与亲代类似的特征，在发育的时间节点上也类似于亲代，如替牙的时间、顺序、初潮时间等。

（2）环境因素。

在母体内，母亲的营养状况、必要蛋白质的摄入、叶酸摄入等因素决定胎儿的发育。出生后的全身激素水平以及口腔功能环境也直接影响发育的进程。全身激素中起重要作用的有脑垂体生长激素、甲状腺激素和性激素等。口腔功能环境因素包括口腔咀嚼、呼吸、语言等因素，直接影响颅颌面发育。另外，个体发育中，全身营养、卫生、文化、生活习惯、社会进步水平等也会间接影响颅颌面的发育。

（吴拓江）

（3）个体化差异。

青春生长发育高峰期存在着一定的个体化差异，女孩子多位于 11~13 岁之间，男孩子 12~15 岁之间，临床上多根据身高、体重、第二性征、颈椎的发育等情况来综合判断。

1) 青少年在青春生长发育期会出现“长个子”的情况，家长反映最近个子快速增长，表明进入青春快速生长期。

2) 女性以初潮作为生长发育高峰的判断，初潮后一年生长发育的速度会明显减慢，男性则以喉结、变声、身高的快速增长作为辅助判断。

3) 此外，颈椎的判断也是非常重要的，一般可以从头颅侧位片上进行。一般而言，青春生长发育高峰期的特征性表现是第二椎体下缘形成凹面，第 3、4 椎体形状上更似矩形。

(李煌)

(4) 颅面生长发育与矫形治疗的时机。

1) 鼻上颌复合体由来自颅底发育推动的被动生长和复合体本身的原发生长完成。7~15 岁，上颌 1/3 的前移是被动生长，其余生长量则可以由骨缝及表面增生改建完成。上颌牵引需在骨缝闭合前进行，越早越有效 (7 岁前)。

2) 上颌结节到第一磨牙远中的牙弓后段：13~14 岁，女性增加 1.5mm，以后每年增加 0.4mm，总共会增加 3.2mm；男性 13~15 岁增加 4mm，以后每年增加 0.4mm，一共会增加 5.3mm。利用牙弓后段的生长，第一磨牙前的轻中度拥挤可以考虑用牙弓后段的间隙解决。

3) 复合体的生长完成顺序是宽—长—高，一般在 18 岁左右基本完成发育。

4) 上颌骨的生长旋转很少，临床意义较小。由于个体生长型不同，下颌生长旋转的中心可以是髁突、下切牙切缘和下颌前磨牙区。旋转的方向一般与面高发育的生长一致。矫形治疗应该促进有利于面型协调的旋转，控制破坏协调的旋转。

5) 下颌骨的生长可以分为下颌支和下颌体的发育。下颌支在男性 16 岁之前，女性 14 岁之前，每年增加约 1.5mm (从下颌支前缘到下颌第一磨牙)。下颌体长度则每年增加 2~3mm (Go-Pog)，下颌支的高度在这个期间每年增加 1.5~2mm (男) 和 1.5mm (女)。

6) 髁突作为下颌骨发育的生长中心之一，向上后方向发育，推动下颌整体向前。6~15 岁，男性每年平均增长 2.5~3mm，女性每年平均增长 2~2.5mm。髁突生长并非匀速进行，与个体的生长型基本一致，通常在儿童期减速，青春高峰期加速，高峰期后快速减速。

7) 颈部发育：女性 16 岁、男性 20 岁左右完成发育。颈的发育能进一步改变患者侧貌，改善 II 类面型，恶化 III 类面型。

(吴拓江)

8) 青春期上下颌有差异性生长的特性，矢状向下颌生长较上颌快，下颌从稍后的位置发育为正常的位置，上下颌骨形成 I 类关系。颌骨的差异性生长，英文讲是“Cephalocaudal gradient of growth—There is an axis of increased growth extending from the head toward the feet”，也就是说从头到脚是梯度生长的，离头越远，其生长越晚，且生长速度更快。从颌面部发育来看，下颌骨的生长要晚于上颌骨，也要大于上颌骨，所以青春生长发育早期孩子的面型更呈现凸面型，随着下颌后期的差异性生长，面型将更为直立。

早期下颌后缩的患者可以利用下颌骨的差异性生长规律来促进下颌骨的生长改建，纠正 II 类的颌骨关系。对于轻中度骨性或功能性 II 类错★，矫治的策略有：①功能矫治器+隐形矫治器：利用功能矫治器促进下颌骨的生长，达到 I 类咬合关系，然后隐形矫治器排齐牙列；②MA 隐形功能矫治：pre-MA 阶段协调上下牙弓，MA 诱导下颌向前，最后调整咬合；③隐形矫治器+颌内 II 类牵引：排齐牙列，匹配上下牙弓，利用颌骨的差异性生长来纠正错★畸形。

(李煌)

四、青少年隐形矫治的生物学及生物力学

（一）青少年隐形矫治的生物学

正畸牙移动是一个复杂的牙周组织改建的生物学过程，牙齿接受正畸矫治力产生移动，同时牙周组织相应改建。通常牙齿与其周围的牙槽骨处于相互适应的稳定状态，故二者又合称为“牙—牙槽骨复合体”。

1. 骨开裂（开窗）

在正畸治疗过程中，若牙齿突破骨皮质，导致牙槽骨发生缺损，即发生牙槽骨开裂或开窗。牙槽骨自牙槽嵴顶向根方延伸的垂直性缺损叫骨开裂；若缺损未及牙槽嵴顶，叫作骨开窗。

2. 骨开裂（开窗）的病因及危害

骨开裂（开窗）会造成牙龈退缩、牙槽骨吸收、牙松动、根管治疗失败、种植体脱落、正畸后复发等一系列后果。薄龈生物型等解剖因素、不当操作等医源性因素，以及外伤等其他因素均可导致骨开裂（开窗）的发生。

（3）骨开裂（开窗）与正畸治疗

强调正畸治疗前检查诊断时不能忽视牙—牙槽骨状况，重点检查骨开裂（开窗）的高发人群和高发部位。影像学检查重点在三维方向上作诊断（如 CBCT），制订合理的治疗方案，确保正畸牙移动控制在牙槽突的解剖边界内，选择可控制的生物力学机制，避免超限牙移动，规范操作程序，规避牙槽骨开裂（开窗）的发生。

（李志华）

（二）隐形正畸矫治的材料性能

1. 光学性能

隐形矫治膜材料必须是透明的，透光率达到 80% 以上，否则无法达到隐形的效果。除此之外还应考虑材料对光的反射、吸收、折射、散射等性能对材料性能的影响。

2. 化学稳定性

由于口腔环境的特殊性，患者佩戴以后，正畸材料会始终处于口腔唾液之中，口腔环境中唾液成分有钙、磷、镁等离子以及蛋白质等有机物。随着患者食用一些食品后残留的酸、碱等成分也会对矫治材料产生环境的影响，这就要求矫治材料有较优异的化学稳定性。

3. 吸水性能

正畸膜材料应该具备尽量低的吸水性能，因为热塑性高分子材料吸水之后会在化学结构上引起一些反应，如水解酯化反应等，对其性能会有相应的影响，在水溶液之中不能变形，吸水溶胀变化尽量较小等，否则患者会明显感到不舒适，也会影响矫治效果。

4. 力学性能

隐形正畸矫治材料的矫治效果是通过热塑性高分子材料的力学性能实现的。

从短期力学性能来看，材料的拉伸强度产生了矫治材料的“移动牙齿”的动力。材料的模量代表材料的刚度，刚度产生矫治力。然而过大的刚度会使患者产生不适的感受，给佩戴与摘除带来麻烦。

从长期力学性能来看，矫治材料能够提供一个较长时间的矫治力，就要求材料在规定形变的范围内有应力松弛的性能。选择适度的应力松弛材料，医生可根据患者佩戴情况，制定相应的矫治周期。

5. 生物相容性

隐形正畸矫治的材料作为一套医学用材料，直接佩戴在人体口腔之中，必须对生物相容性进行评价，材料的安全性必须满足国际标准组织以及美国食品药品监督管理局等部门的卫生要求，并且材料分

解或降解产物不能对人体造成不良影响。

(李志华)

(三) 青少年隐形矫治的生物力学

1. 青少年隐形矫治的支抗分类

支抗指的是支持矫治力，抵抗矫治力的反作用力的单元。正畸支抗包括颌内支抗、颌间支抗、颌外支抗等。隐形矫治器主要以颌内支抗和颌间支抗为主，暂时无法使用颌外支抗。但随着隐形矫治技术的出现，正畸支抗的概念也随之出现了新的变革。除了上述支抗类型之外（在这里定义为。牙移动支抗），由于隐形矫正器的设计特点，出现与固定矫治不同的支抗类别，这里暂且称为矫正器支抗。

(1) 牙移动支抗

其固定正畸传统的支抗概念是一样的，那就是支持矫治力移动牙，抵抗矫治的反作用力的单元。

1) 确保牙套固位的支抗：支撑矫正器形变、提供矫正器固位的牙单位。

2) Staging 支抗：通过 Clincheck 设计，改变移动牙的数量和牙移动的类型，即 Staging 的设计和调整所提供的支抗。

3) 隐形交互支抗：隐形交互支抗中的“隐形”，指的是在方案设计动画中没有直观表达与表示的矫治力支抗。比如：推磨牙向后时需要前牙提供支抗，前牙后移时后牙需要承载反作用力。

4) 局部弹性支抗：对抗矫治器在优化附件上产生的矫治力的反作用力的支抗。也就是说，矫治器优化附件的加力面比受力面大，矫治过程中此区域的形变，承载了对优化附件受力面的加力。这也是隐形矫治器优化附件的空间需要比模板更大的原因之一。

5) 预备支抗：固定矫治进行必要的支抗预备，在隐形矫治中同样能实现。比如，在磨牙近中移动的时候，由于隐形矫治器较软，磨牙的冠根比较小，同时磨牙又是多根牙等因素，导致磨牙牙冠的近中倾斜非常容易出现。这时，我们可以在方案设计的时候，在治疗初期有意识地加入一定量的磨牙牙冠的远中倾斜，从而为防止磨牙的近中倾斜准备充足的支抗储备。

6) 辅助支抗：当隐形矫治不能单纯依靠矫正器产生的支抗时，添加额外的装置，如种植钉，进行支抗控制，叫辅助支抗。

(2) 矫治器支抗。

这是隐形矫治与传统矫治不一样的地方。隐形矫治器是高分子材料加工而成的，其矫治力的施加依赖于矫治器佩戴到位之后的形变。矫治器发生其弹性形变范围之内的形变之后，恢复原有形状的趋势就会在特定的位置产生矫治力量。这一力量施加在目标牙上，就会实现设计的牙移动。但是这一矫治力的反作用力会施加在隐形矫治器上，产生弹性形变，这就需要矫正器具有一定的强度，来对抗不利于矫正器形变的支抗，否则会导致矫治器无法按照设计施加正确的矫治力。

矫治器支抗是指确保矫治器只发生设计的弹性形变范围内的变形，对抗产生矫治力的形变的反作用力的矫治器的物理特性。主要表现为以下几个方面：

1) 矫治器本身的形变：隐形矫治设定每一步矫治器的矫治量。每一副矫治器的矫治量一方面要受到牙周组织生理学基础的限制，另一方面它也会受到隐形矫治器物理性能的限制。随着单步牙移动量的增大，矫治器发生的形变就会增大。增大的形变如果超过矫治器的弹性形变范围，矫治器就无法施加预先设计矫治力大小和方向的力量。

2) 附加装置导致的矫治器形变。

a. 附加装置如隐形矫治橡皮圈牵引可直接在矫治器上加力，产生的额外的形变势必会带来额外的矫治力，从而影响隐形矫治的效果。

b. 附加装置如颌间牵引也可以施加在牙上，导致被牵引牙超出设计的移动速率和轨迹，也能引起矫治器局部的额外形变，影响矫治效果。

c. 矫正器支抗：①设计合理牙的移动，避免矫正器无法提供足够的弹性支持，合理确保产生正确的矫治力；②同时避免超出矫治步骤的额外形变，合理牙移动支抗，使得矫治器产生的矫治力能够按计划实现矫治效果。

(3) 辅助支抗。

1) 种植钉支抗：种植钉支抗提供额外的颌内牙槽骨支抗，支持最大牙移动。

2) 颌间支抗：橡皮圈颌间牵引提供的支抗，支持临床需要的牙移动。

3) 咬胶：在隐形矫治中认真使用咬胶，有利于矫治器的充分固位，从而有效地产生计划内的矫治力。同时，咬胶可以通过提供矫治器支抗来间接提供牙移动支抗。

2. 青少年隐形矫治支抗设计的特点

对于青少年患者来讲，其与成人矫治患者的主要区别有以下几点：

(1) 青少年患者具有很大的生长潜力，我们在制订矫治方案和选择矫治方法的时候，要充分考虑到生长发育的因素。

(2) 乳牙和年轻恒牙的牙冠萌出高度不足，有时候无法为牙套固位提供足够的固位力。必要的时候，需要设计一定的固位附件来增加矫治器的固位，从而提供足够的支抗。

(3) 青少年，尤其是女性患者的骨密度不足，有时会影响种植支抗的固位。

(4) 为了最大限度地增加青少年患者的舒适性，减少痛苦，在方案设计中，应该充分考虑并且尽量减少辅助支抗的使用。

(谭理军)

3. 青少年隐形矫治中生理性支抗的应用

在青少年的生长发育期间，存在天然的抵抗矫治力的反作用力单元，这种在生长发育过程中存在的抵抗矫治力的反作用力单元就是生理性支抗。

(1) 青少年生理性支抗及维持。

据 Bjork 的金属种植钉研究，上颌磨牙在 6 年的观察期间，发生了平均 5.5 度的近中倾斜。而加拿大的 Burlington 生长发育中心的研究显示，在 12~14 岁期间，也就是青少年最常见的正畸时间，上颌磨牙平均近中倾斜了 2.8 ± 4.3 度，矢状向上的距离大约为 2mm。由于磨牙向前的生长或漂移导致的支抗丢失，许天民教授称为生理性支抗丢失。生理性支抗丢失主要发生在青少年期间，如果能将生理性支抗保护好，对于青少年的矫治成功将是一个很好的保障。

青少年生理性支抗属于颌内支抗，包括远中倾斜的上颌磨牙以及正常的 Spee 氏合曲线。

(2) 青少年隐形矫治如何利用生理性支抗

由于在青少年生长发育过程中磨牙的远中倾斜和正常的 Spee 氏合曲线为前牙内收时提供了天然的支抗储备，在青少年隐形矫治的终末位置设计中应该充分考虑磨牙的倾斜度，尽量保留上颌磨牙的远中倾斜角度以及正常的合曲线，为青少年的隐形矫治保驾护航。在固定矫治器上，除 PASS 矫治器外，牙列排齐阶段在镍钛丝的作用下就可能产生上颌磨牙前倾，从而导致生理性支抗的丢失。而隐形矫治没有弓丝，只要设计时保持上颌磨牙的远中倾斜以及 Spee 氏合曲线，就可以尽量避免生理性支抗丢失的现象。

(李志华)

【青少年隐形矫治Ⅱ：诊断与技术篇】

一、青少年隐形矫治的设计思路及适应证

（一）青少年隐形矫治的设计思路

1. 青少年颌骨形态不调的矫形治疗

青少年隐形矫治，特别是替牙期矫治，不能忽略生长发育的影响，首先判断患者是否有颌骨畸形。

如果有颌骨畸形，应首先考虑改善上下颌骨关系。青少年隐形矫治改善颌骨关系的治疗方法包括应用正畸种植钉的各类牵引、Ⅱ/Ⅲ类颌间牵引、功能前伸下颌（MA）矫形治疗等。

青少年骨性畸形的治疗选择，应根据患者骨型畸形的严重程度以及患者对颜貌美观的要求进行综合考虑。

青少年隐形矫治在一定程度上能改善患儿生长型。

对于有骨性牙弓狭窄的患者，应该先使用快速扩弓将上颌基骨弓扩大之后再行隐形矫治。青少年隐形矫治是否有骨性扩弓效应，目前尚未有定论。

2. 青少年牙性错★畸形的矫正

青少年隐形矫治与固定治疗的差别是其治疗的预判，以及对矫治中牙移动控制的预设。隐形矫治方案设计软件（Clincheck）能体现医师对青少年正畸矫治理论的综合思考及理解。青少年隐形矫治强调制订个性化矫治方案。

3. 青少年替牙列期隐形矫治的特殊考虑

（1）对于替牙期患者，如果第三磨牙缺失、第三磨牙已经提前拔除，或者诊断明确的第一磨牙前移的患者可以采用推磨牙向远中的方法获得或者重新获得间隙，不建议采用邻面片切的方法提供间隙排齐牙列。

（2）青少年隐形矫治拔牙应慎重：早期间隙管理，牙弓协调、磨牙后退、Leeway Space 应用可减轻拥挤的严重程度。面部生长、颌生长尚未完成，拔牙使面部更平。

（3）青少年错★矫治是早期错★矫治，矫治设计要全面考虑颅颌结构、口腔功能以及生长。错★矫治包括了上下颌骨之间的大小与位置异常，上下颌骨与颅骨间的位置异常，上下牙弓形态大小与位置异常，上下牙的关系异常，面部软组织功能与结构异常，颞下颌关系位置与结构异常，口腔功能形态异常等。青少年隐形矫治医生选择合适的矫治技术，预防错★发生，阻断错★发展，降低错★的复杂程度，减轻错★畸形未来矫治的难度。利用青少年生长发育潜力，达到错★畸形矫治的目的。

（李小兵）

（二）青少年隐形矫治的适应证

1. 替牙期错★矫治的适应证

- （1）牙列间隙管理，早期利用 Leeway Space 排齐轻中度牙列不齐。
- （2）协调上下牙弓形态和大小，功能矫正上下颌骨关系异常；
- （3）早期矫治上下牙弓宽度异常。
- （4）早期治疗牙萌出不正。
- （5）早期矫治弯根牙、阻生牙。
- （6）复位近中移动的第一磨牙。
- （7）利用牙弓长度生长潜力，在第三磨牙缺失或者拔除之后，远移第一磨牙，解决轻中度拥挤和前突问题。
- （8）功能性前伸下颌，矫治轻中度骨性Ⅱ类下颌后缩畸形。
- （9）功能矫治轻中度骨性Ⅲ类错★，改善面型。
- （10）利用辅助支抗，早期矫正异常颌面生长型。

2. 恒牙列初期错★矫治的适应证

- （1）牙性错★畸形：轻中度拥挤非拔牙及严重拥挤的拔牙矫治。
- （2）阻生牙、扭转牙、弯根牙的矫治。
- （3）上下牙弓形态不调，功能矫治上下颌骨关系异常。
- （4）上下牙弓宽度异常：扩弓矫治。
- （5）上下牙弓长度异常：推磨牙向后。
- （6）上下牙槽骨高度异常：辅助支抗打开咬合，改善面部生长型。
- （7）功能矫治轻中度骨性下颌后缩Ⅱ类畸形。
- （8）利用辅助支抗，矫治轻中度骨性Ⅲ类错★畸形。
- （9）牙代偿治疗轻度骨性Ⅱ、Ⅲ类畸形。
- （10）骨性Ⅱ、Ⅲ类错★畸形的拔牙掩饰治疗。

（李小兵）

二、青少年隐形矫治的临床诊断、治疗计划

（一）青少年牙弓形态与大小发育异常的诊断与治疗

1. 青少年正常牙弓及牙弓发育异常的分类

（1）Andrew 理想★的六要素

Andrew 理想★的六要素：咬合、牙弓、颌骨、颞下颌关节、面部软组织、颞。理想的牙弓是口颌面协调六要素中的首位要素。

正确地诊断与分析牙弓的形态与大小，对于正处在生长发育阶段的正畸患者尤为重要。它有效地在临床实现正确诊断，制订错★预防与阻断矫治计划，并且对于正畸综合治疗结束后的咬合分析也十分重要。

正常（理想）的牙弓形态与大小应符合以下条件：

- 1）上下牙列咬合线为类悬垂形的圆滑曲线，牙排列位置正常，近远中及颊舌向角度正常，形态上下协调，左右对称。
 - 2）上下牙弓长、宽、高正常，与面部软硬组织关系协调。
- （2）青少年牙弓发育异常的分类。