

[ویراست هفتم] [۲۰۲۶]

جلد ۱

ارتودنسی معاصر

پروفیت

مترجمین

دکتر سجاد چراغیان دهکردی . استادیار دانشگاه علوم پزشکی کاشان
دکتر سروش امینی تهرانی . دستیار تخصصی ارتودنسی . دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
دکتر سانیا عزیزی . دستیار تخصصی ارتودنسی . دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
دکتر پریسا بامدی . دستیار تخصصی ارتودنسی . دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
دکتر نرگس دامن پاک . دستیار تخصصی ارتودنسی . دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

ترجمه و ویرایش فارسی ویرایش هفتم **ارتودنسی معاصر** اثر ویلیام پروفیت و همکاران با هدف فراهم آوردن منبعی دقیق، روزآمد و مبتنی بر شواهد برای جامعه علمی و بالینی ارتودنسی در ایران انجام شده است. این کتاب، که سال‌ها به‌عنوان یکی از جامع‌ترین و معتبرترین مراجع در حوزه ارتودنسی شناخته می‌شود، با تکیه بر جدیدترین یافته‌های پژوهشی و اصول بالینی، چارچوبی نظام‌مند برای آموزش و تصمیم‌گیری درمانی ارائه می‌دهد. در این نسخه فارسی، تلاش شده است ضمن حفظ کامل امانت علمی و یکپارچگی مفهومی متن اصلی، دقت اصطلاح‌شناسی، ساختار زبانی و خوانایی متن با نیازهای آموزشی و پژوهشی مخاطبان فارسی‌زبان سازگار شود.

اهمیت ترجمه این اثر از آن جهت است که انتقال دقیق رویکردهای نوین تشخیصی و درمانی، تنها از طریق دسترسی به منابع بین‌المللی معتبر امکان‌پذیر است. ارائه نسخه‌ای علمی و وفادار به متن اصلی می‌تواند سهم مهمی در کاهش فاصله میان ادبیات تخصصی جهانی و فضای آموزشی کشور داشته باشد و زمینه ارتقای کیفیت آموزش، بهبود درک مفهومی دانشجویان و تقویت استانداردهای حرفه‌ای در حوزه ارتودنسی را فراهم سازد. امید است این ترجمه گامی در جهت پیشبرد دانش و پشتیبانی از نسل آینده متخصصان این رشته باشد.

در پایان، وظیفه خود می‌دانم از پدران و مادران عزیزمان که با حمایت، فداکاری و تشویق‌های سازنده خود مسیر رشد علمی ما را هموار ساختند، صمیمانه قدردانی کنم. همچنین سپاس و احترام عمیق خود را تقدیم اساتید گرانقدر بخش ارتودنسی دانشکده دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌نمایم؛ بزرگوارانی که با دانش گسترده، دقت نظر و راهنمایی‌های ارزشمندشان نقش بنیادینی در شکل‌گیری نگاه حرفه‌ای و ارتقای توان علمی ما داشته‌اند. همراهی و رهنمودهای ایشان بی‌تردید در ارتقای کیفیت این ترجمه نقشی اساسی داشته است.

بخش 1: مشکل ارتودنتیک

فصل 1. مال اکلوژن و دفرمیتی دنتوفاسیال در جامعه معاصر	9
اهداف در حال تغییر درمان ارتودنسی	9
مشکلات معمول ارتودنسی: اپیدمیولوژی مال اکلوژن	12
چرا مال اکلوژن این قدر شایع است؟	15
چه کسانی به درمان نیاز دارند؟	17
تولید و ارزیابی داده‌ها	19
تقاضا برای درمان	26

فصل 2. مفاهیم رشد و تکامل

رشد: الگو، تنوع‌پذیری و زمان	33
روش‌هایی برای مطالعه رشد فیزیکی	39
طبیعت رشد اسکلتی	46
محل‌ها و انواع رشد در کمپلکس کرانیوفاسیال	49
تئوری‌های کنترل رشد	53
تکامل شناختی، اجتماعی، احساسی و رفتاری در دندانپزشکی	62
یادگیری و تکامل رفتار	65
مدیریت رفتاری در درمان ارتودنسی	69

فصل 3. مراحل ابتدایی تکامل

تکامل در اواخر دوره جنینی و تولد	77
دوران نوزادی و اوایل کودکی: سال‌های دنتیشن شیری	78
اواخر دوران کودکی: سال‌های دندان‌های مختلط	83

فصل 4. مراحل انتهایی تکامل

بلوغ: سال‌های اولیه دندان‌های دائمی	103
الگوهای رشد در کمپلکس دنتوفاسیال	107
تأثیر متقابل بین چرخش فک و رویش دندان‌ها	113
تغییرات ناشی از بلوغ و افزایش سن	114

فصل 5. اتیولوژی مشکلات ارتودنسی

علل ویژه مال اکلوژن	127
تأثیرات ژنتیک	128
تأثیرات محیطی	142
تأثیرات محیطی	146
اتیولوژی در دیدگاه معاصر	158

بخش 2: تشخیص و طرح درمان

فصل 6. تشخیص در ارتودنسی: روش مبتنی بر مشکلات	163
پرسش‌نامه و مصاحبه	164
ارزیابی بالینی	171
مدارک تشخیصی	200
روش‌های آنالیز تمپلیت	220
طبقه‌بندی در ارتودنسی	232
تکمیل لیست مشکلات بیمار	243

فصل 7. طرح درمان ارتودنسی: از فهرست مشکلات تا طرح‌ریزی

مشخص	249
مفاهیم و اهداف طرح‌ریزی درمان	249
مسائل اصلی در طرح‌ریزی درمان	250
احتمالات درمانی	250
طرح درمان جامع ارتودنسی	270
طرح‌ریزی درمان در موارد خاص	288
درمان آپنه‌ی انسدادی خواب در کودکان	290
درمان آپنه‌ی انسدادی خواب در بزرگسالان	291
نقایص شایع دنتوفاسیال و کرانیوفشال	293

بخش 3: بیومکانیک، مکانیک و دستگاه‌های معاصر ارتودنسی

فصل 8. اصول مکانیکی برای کنترل نیروهای ارتودنسی	307
پاسخ پرپوندشیم و استخوان به فانتکشن نرمال	207
پاسخ استخوان و لیگامان پرپوندتال به نیروی پایدار	309
انکوریدج و کنترل آن	324
اثرات زیانبار نیروی ارتودنسی	327

فصل 9. اصول مکانیکی برای کنترل نیروهای ارتودنسی

مواد الاستیک و تولید نیروی ارتودنتیک	337
فاکتورهای طراحی اپلاینس‌های ارتودنسی	350
جنبه‌های مکانیکی کنترل انکوریدج	355
بیومکانیک پیشرفته: کاربردهای بالینی	363

فصل 10. دستگاه‌های نوین ارتودنسی

دستگاه‌های متحرک	375
دستگاه‌های ثابت	383

فصل 1

مال اکلوژن و دفورمیتی دنتوفاسیال در جامعه معاصر

مترجم: دکتر نرگس دامن پاک

عناوین فصل

اهداف در حال تغییر درمان ارتودنسی 9

تکامل ارتودنسی 9

اهداف درمانی جدید: پارادایم بافت نرم 11

مشکلات معمول ارتودنسی: اپیدمیولوژی مال اکلوژن 12

چرا مال اکلوژن این قدر شایع است؟ 15

چه کسانی به درمان نیاز دارند؟ 17

مشکلات روانی - اجتماعی 17

فانکشن دهان 18

ارتباط با صدمات و بیماری‌های دندانی 18

تولید و ارزیابی داده‌ها 19

انتخاب مبتنی برشواهد 19

متاآنالیز، مرور نظام‌مند و دستورالعمل‌های عملکرد بالینی: بهترین

شواهد 19

مطالعات گذشته نگر: وابسته به گروه شاهد 20

هوش مصنوعی (AI) در ارتودنسی 21

تقاضا برای درمان 26

تخمین اپیدمیولوژیک از نیاز به درمان 26

چه کسانی به دنبال درمان ارتودنسی هستند؟ 27

منابع 30

اهداف در حال تغییر درمان ارتودنسی

تکامل ارتودنسی

کراودینگ، بی‌نظمی و بیرون زدگی دندان‌ها از دوران باستان برای بعضی افراد به صورت مشکل مطرح بوده است، و تلاش جهت تصحیح این اختلال به 1000 سال قبل از میلاد بر می‌گردد. اولین وسایل ارتودنتیک (که به طور شگفت‌آوری خوب طراحی شده بودند) در بقایای یافت شده از یونان و آتروسکان دیده شده است.¹ با پیشرفت دندانپزشکی در قرن‌های هجدهم و نوزدهم، تعدادی از وسایل جهت تنظیم و مرتب کردن دندان‌ها توسط نویسندگان مختلف مطرح شده و ظاهراً توسط دندانپزشکان آن دوران استفاده شده است.

پس از 1850، اولین کتاب‌های مرجعی که به‌طور سیستماتیک ارتودنسی را توصیف می‌کردند، منتشر شدند، قابل توجه‌ترین این کتاب‌ها،

کتاب Oral Deformities نوشته Norman Kingsley بود.² Kingsley، که تأثیر شگرفی بر دندانپزشکی آمریکا در اواخر نیمه دوم قرن نوزدهم داشت، جزء اولین کسانی بود که از نیروهای خارج دهانی جهت تصحیح دندان‌های بیرون زده استفاده کرد. او همچنین در درمان شکاف کام و مشکلات وابسته به آن پیشگام بود. Kingsley هم چنین درباره اهمیت فرم هنری صورت نوشت و اهمیت زیبایی شناسی چهره را مورد توجه قرار داد.

علی‌رغم تلاش‌های Kingsley و هم دوره‌های او، تأکید در ارتودنسی به مرتب کردن دندان‌ها و تصحیح نسبت‌های صورتی محدود شد. توجه اندکی به روابط بین فکی شده بود و از آنجا که خارج کردن دندان‌ها راه حل رایجی برای بسیاری از مشکلات دندانی بود، این کار برای اصلاح کراودینگ و یا بی‌نظمی هم معمول شد. در دورانی که داشتن یک سیستم دندانی سالم و کامل نادر بود، جزئیات روابط اکلوژال اهمیت نداشت.

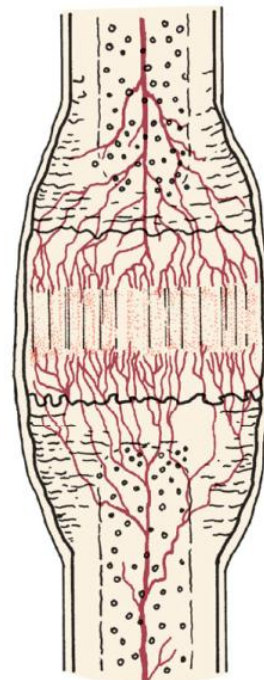
به منظور ساختن پروتز مناسب، ارتقاء دانش اکلوژن ضروری می‌نمود که در اواخر سده 1800 صورت گرفت. بعد از بهبود فلسفه اکلوژن در مورد دندان‌های مصنوعی، طبیعی بود که این دانش به سیستم دندان‌های طبیعی هم گسترش یابد. Edward Angle (تصویر 1-1)، که تأثیر وی در حدود سال‌های 1890 محسوس بود، نقش مهمی در توسعه دانش اکلوژن در مورد دندان‌های طبیعی داشت. علاقه اصلی Angle به دانش پروتز بود و وی در دهه 1880 در دپارتمان پروتز دانشکده‌های دندانپزشکی پنسیلوانیا و مینه‌سوتا تدریس می‌کرد. علاقه وافر او به اکلوژن دندانی و درمان مورد نیاز برای دستیابی به اکلوژن نرمال منجر به تحول ارتودنسی به سمت یک حرفه تخصصی گردید. وی در نهایت به عنوان «پدر ارتودنسی نوین» شناخته شد.

طبقه‌بندی Angle در مورد مال اکلوژن در سال 1890 گام مهمی در توسعه دانش ارتودنسی بود، زیرا نه تنها انواع اصلی مال اکلوژن را تعیین کرد، بلکه همچنین اولین تعریف واضح و ساده از اکلوژن نرمال در سیستم دندانی طبیعی را هم ارائه داد. Angle مولرهای اول فک بالا را به عنوان کلید اکلوژن فرض می‌کرد. طبق نظر وی رابطه مولرهای بالا و پایین باید به گونه‌ای باشد که کاسپ مزو باکال مولر بالا در شیار باکال مولر پایین قرار گیرد. اگر دندان‌ها روی منحنی ملایم خط اکلوژن قرار گیرند (تصویر 1-2) و رابطه مولری اشاره شده وجود داشته باشد (تصویر 1-3)، اکلوژن نرمال حاصل می‌شود. این مطلب که تجربه 100 ساله صحت آن را ثابت می‌کند، به جز در مواقعی که در اندازه دندان‌ها اشکال وجود دارد، به خوبی و به سادگی اکلوژن نرمال را توصیف می‌کند.



تصویر 2-42: نماهای مایل (A) و نیمرخ (B) دختری که در آن عفونت شدید سلول‌های هوایی ماستوئید، TMJ را درگیر کرده و منجر به انکیلوز مندیبل شده است. محدودیت رشد مندیبل که از این وضعیت ناشی شده کاملاً آشکار می‌باشد.

به‌طور خلاصه، به نظر می‌رسد که رشد کرانیوم تقریباً به‌طور کامل، در پاسخ به رشد مغز رخ می‌دهد (جدول 1-2). رشد قاعده جمجمه، به‌طور اولیه ناشی از رشد اندوکندرال و جایگزینی استخوان در سین‌کندروزیس‌هاست که پتانسیل رشدی مستقل دارند، اما ممکن است این روند توسط رشد مغز تحت تأثیر قرار گیرد. رشد ماگزایلا و ساختارهای وابسته به آن از ترکیب رشد در سوچورها و مادلینگ سطوح استخوان حاصل می‌شود. همانطور که صورت رشد می‌کند، ماگزایلا به سمت پایین و جلو حرکت می‌کند و استخوان جدید سوچورها را پر می‌کند. اینکه رشد غضروف سپتوم بینی تا چه حد منجر به جابه‌جایی ماگزایلا می‌شود، نامعلوم باقی مانده است. اما هم بافت‌های نرم احاطه‌کننده و هم این غضروف احتمالاً در جابه‌جایی ماگزایلا به سمت جلو، مشارکت می‌کنند. مندیبل توسط پرولیفراسیون اندوکندرال در کندیل و تشکیل و تحلیل سطحی استخوان رشد می‌کند. واضح است که مندیبل توسط رشد عضلات و سایر بافت‌های نرم مجاور در فضا جابه‌جا می‌شود و اضافه شدن استخوان جدید در کندیل در پاسخ به تغییرات بافت نرم رخ می‌دهد.



تکامل شناختی، اجتماعی، احساسی و رفتاری در دندانپزشکی

رشد فیزیکی را می‌توان نتیجه تقابل بین تکثیر سلولی که به‌طور ژنتیکی کنترل می‌شود و تأثیرات محیطی که برنامه ژنتیکی را تغییر می‌دهد، دانست. به‌طور مشابه رفتار می‌تواند ناشی از تقابل بین الگوهای رفتاری ذاتی و غریزی و رفتارهای آموخته شده پس از تولد باشد. به نظر می‌رسد در حیوانات، اکثریت رفتارها غریزی هستند، اگرچه حیوانات کمتر تکامل یافته نیز قادر به کسب درجه‌ای از رفتار آموخته شده هستند. از طرف دیگر در انسان‌ها، فرض بر این است که اکثریت رفتارها از نوع آموخته شده می‌باشد.

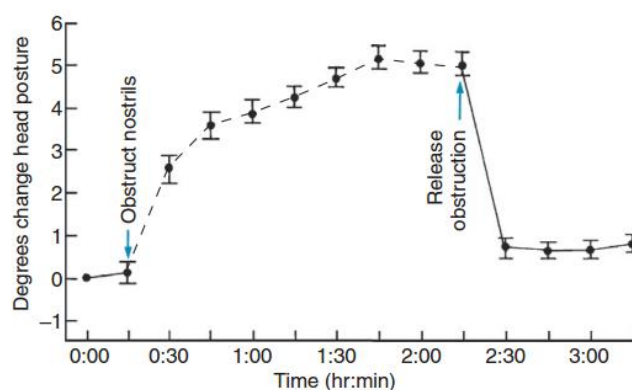
تصویر 2-43: نمایش شماتیک distraction osteogenesis در یک استخوان دراز. تصویر نشان‌دهنده موقعیتی است که استخوان از میان کورتکس برش داده شده، ترمیم اولیه به مدت 3-5 روز (latency period)، و سپس، دیسترکشن به مدت چند روز انجام شده است. در مرکز، یک ناحیه میانی (interzone) رادیولوسنت فیبروزه با نوارهای کلاژنی که به صورت طولی جهت‌دهی شده‌اند، در ناحیه‌ای که طولی شدن استخوان رخ می‌دهد وجود دارد. فیبروبلاست‌های در حال تکثیر و سلول‌های مزانشیمی تمایز نیافته، در این ناحیه دیده می‌شوند. استئوبلاست‌ها در لبه ناحیه میانی قابل رؤیت‌اند. در هر دو طرف ناحیه میانی، ذخیره خونی زیادی در ناحیه مینرالیزه وجود دارد و در زیر آن یک ناحیه ریمادلینگ واقع شده است. این ترتیب قرارگیری، یعنی تشکیل ماتریکس کلاژنی کشیده شده، مینرالیزاسیون و سپس ریمادلینگ، ویژگی معمول distraction osteogenesis به شمار می‌رود.

جریان هوای بینی و دهان نیاز داریم. این امر اجازه می‌دهد که درصد تنفس دهانی یا بینی (nasal/oral ratio) برای بیمار در طی مدت زمانی که بتواند به طور مداوم مانیتورینگ را تحمل کند، محاسبه گردد. اصولاً باید تنفس دهانی معنی‌دار در قالب درصد معینی از تنفس دهانی در درصد معینی از زمان تعریف شود، ولی با وجود سال‌ها تلاش، چنین تعریفی بیان نشده است.

بهترین داده‌های تجربی در مورد ارتباط بین مال اکلوژن و تنفس دهانی از مطالعات nasal/oral ratio در کودکان نرمال در برابر کودکان long face به دست آمده است.⁵¹ این ارتباط به اندازه‌ای که به طور تئوریک پیش‌بینی می‌شود، واضح نیست، ارائه داده‌ها به صورتی که در تصویر 5-42 بیان شده مفید است و نشان می‌دهد که در شرایط آزمایشگاهی هم کودکان نرمال و هم کودکان long face احتمالاً به طور غالب از طریق بینی تنفس می‌کنند. تعداد کمی از کودکان long face کمتر از 40 درصد تنفس از بینی داشتند، در حالی که هیچ کدام از کودکان نرمال، چنین درصد پایینی از تنفس از طریق بینی را نداشتند. در مورد بیماران بالغ long face یافته‌ها مشابه هستند؛ تعداد افراد با انسداد بینی در مقایسه با جمعیت نرمال افزایش داشتند، اما اکثریت آنها mouth breather به معنای اینکه عمدتاً از دهان تنفس کنند، نبودند.



تصویر 5-41 سوپرایمپوزیشن سفالومتری نشان دهنده تأثیر انسداد کامل بینی است که توسط یک عمل فلپ فارنژیال ایجاد می‌شود (در موارد درمان تکلم در شکاف کام) و بینی در جهت خلفی سیل می‌گردد. از سن 12 سالگی (سیاه) تا 16 سالگی (قرمز) که بیمار به طور قابل توجهی رشد می‌کند، مندیبل به سمت پایین و عقب می‌چرخد.



تصویر 5-40 داده‌های یک مطالعه در دانشجویان دندانپزشکی نشان می‌دهد، هنگامی که سوراخ‌های بینی کاملاً مسدود شده باشند، تغییر فوری در posture سر اتفاق می‌افتد. با عقب رفتن سر در حدود 5 درجه، جدایی فکین افزایش می‌یابد. زمانی که انسداد برطرف می‌شود، posture سر به موقعیت اصلی‌اش بازمی‌گردد.

انسداد کامل بینی در انسان‌ها کاملاً نادر است. در مورد رشد صورتی در کودکانی که دچار انسداد طولانی مدت کامل بینی هستند تنها چند مورد وجود دارد که مدارک کاملی دارند، اما به نظر می‌رسد که تحت این شرایط، الگوی رشدی به طریقی که پیش‌بینی می‌شد، تغییر می‌کند (تصویر 5-41). از آنجایی که انسداد کامل بینی در انسان‌ها کاملاً نادر است، پرسش کلینیکی مهم این است که آیا انسداد نسبی بینی به نوعی که گاهی برای مدت کوتاهی در هر فردی رخ می‌دهد و یا به طور مزمن در برخی کودکان دیده می‌شود، می‌تواند منجر به مال اکلوژن شود؟ یا به طور دقیق‌تر انسداد نسبی پیش از اینکه از نظر کلینیکی قابل توجه باشد، تا چه حد باید به انسداد کامل نزدیک باشد؟

پاسخ دادن به این پرسش مشکل است، چرا که دانستن اینکه الگوی تنفس واقعاً در هر زمانی در انسان‌ها چگونه است، مشکل می‌باشد. بینندگان تمایل دارند جدایی لب‌ها از هم در حالت استراحت را با تنفس دهانی یکسان پندارند (تصویر 5-39)، اما این قضیه واقعاً درست نیست. کاملاً امکان‌پذیر است که فردی با بینی تنفس کند، در حالی که لب‌هایش از هم جدا باشد. برای انجام آن فقط لازم است که با قرار دادن زبان در مقابل کام، دهان را سیل کند. از آنجا که مقداری جدایی لب‌ها از هم در حالت استراحت (lip incompetence) در کودکان نرمال است، بسیاری از کودکانی که تصور می‌شود از دهان تنفس می‌کنند، در واقع اینگونه نیستند.

آزمایشات ساده کلینیکی در مورد تنفس دهانی، می‌تواند گمراه‌کننده باشد. مخاط پر عروق بینی متحمل دوره‌هایی از پرخونی و انقباض می‌شود. سیکل‌ها به طور متناوب بین دو سوراخ بینی عوض می‌شوند. زمانی که یکی از سوراخ‌ها باز است، سوراخ دیگر معمولاً تا حدی دچار انسداد است. به این دلیل، آزمایشات کلینیکی برای تعیین اینکه آیا بیمار می‌تواند آزادانه از هر دو سوراخ بینی تنفس کند، تقریباً همیشه نشان می‌دهد که حداقل یکی از سوراخ‌ها به طور نسبی مسدود است. یک سوراخ بینی که به طور نسبی انسداد دارد، نباید به صورت مشکلی در تنفس نرمال از بینی تفسیر گردد.

تنها راه قابل اطمینان برای تعیین میزان تنفس دهانی، این است که تعیین کنیم چه مقدار از کل جریان هوا از راه بینی و چه مقدار از راه دهان عبور می‌کند، که برای این کار به ابزار تخصصی برای اندازه‌گیری همزمان



تصویر 8-14 یک دندان انکیلوز، تنها در صورتی می‌تواند حرکت کند که استخوان وابسته به آن هم حرکت کند. دیسترکشن استئوژنزیس امکان این کار را فراهم می‌کند. (A) سن 21 سالگی. اینسیزور سانترال ماگزینا که پس از یک سانحه در 8 سالگی انکیلوز شده است (لترال در همان زمان از دست رفت). (B) آماده کردن قطعه استخوان برای حرکت. (C) بستن زخم. قبل از فعال کردن آرچ وایر جهت جابجایی سگمنت، به یک دوره ترمیم اولیه که معمولاً 5 تا 7 روز طول می‌کشد نیاز داریم. (D) 3 هفته بعد دندان نزدیک به موقعیت نهایی خود قرار دارد. (E) با جایگزینی لترال از دست رفته توسط پروتز، درمان کامل شده است.

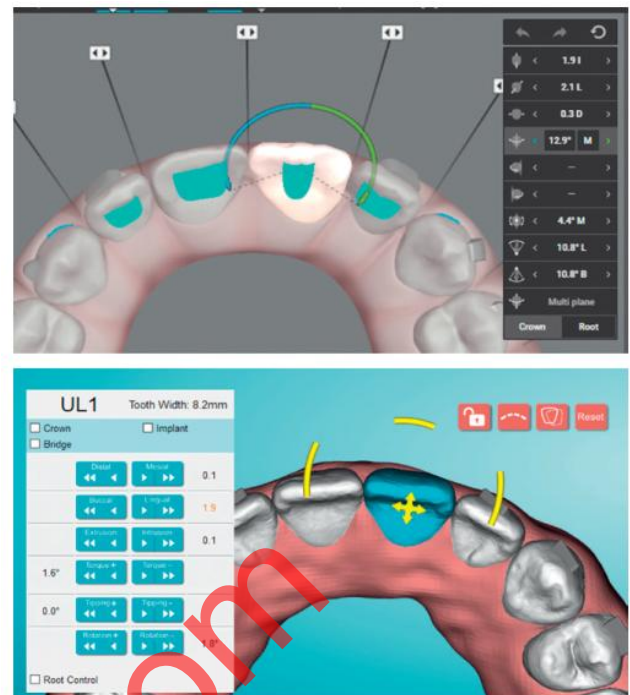
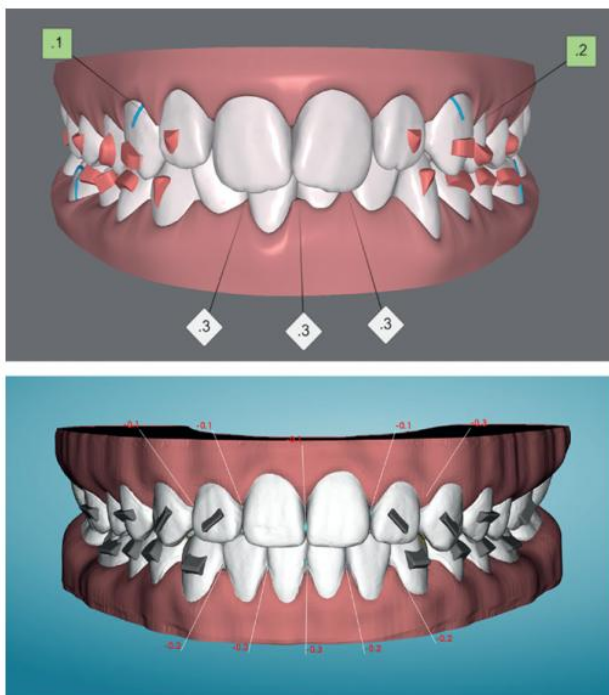
ویبره کردن

سیستم‌های ویبره، بر خلاف تلاش‌هایی که 40 سال قبل برای ایجاد جریان‌های پیزوالکتریک صورت می‌گرفت و قبلاً مورد بحث قرار گرفت، بر مبنای وارد کردن ویبراسیون با فرکانس بالا به دندان‌ها و به مدت حدود 20 دقیقه در روز است. منطق آن این است که این کار تمایز و بلوغ سلول را تحریک می‌کند و لذا ریمادلینگ استخوانی که برای حرکت دندانی مورد نیاز است سریع‌تر رخ می‌دهد.

یک مطالعه اخیر که توسط Cochrane collaboration منتشر شده است و بطور خاص شواهد مربوط به تسریع حرکت دندانی با استفاده از روش‌های

سایر راهکارهای فیزیکی برای حرکت سریع‌تر دندانی

سه روش دیگر برای تسریع حرکت دندانی در ابتدای قرن 21 پیشنهاد شده است: ویبره کردن دندان، استفاده از نور روی زائده آلژولار و کاربرد اولتراسونیک درمانی بر روی دندان و استخوان مجاور - ویبره کردن ممکن است روشی برای آسیب به استخوان باشد یا نباشد، ولی نور نفوذکننده و اولتراسوند درمانی آسیب‌زا نیستند (حداقل تا جایی که امروزه ما می‌دانیم)، اما مکانیسمی که با آن کار می‌کنند هنوز ناشناخته است. هرچند این حقیقت در مورد عدم آسیب رساندن ویبره کردن وجود ندارد.



تصویر 10-15 همان دو سیستم نرم‌افزاری برنامه‌ریزی مجازی که در تصویر 10-14 نشان داده شده است، اما این بار نمای روبرو از هر دو قوس را نشان می‌دهد. تصویر بالایی یک تصویر ClinCheck از شروع درمان است که میزان interproximal reduction دندان‌ها، نمایش بصری انتجمت‌های برنامه‌ریزی شده و برش‌های برنامه‌ریزی شده برای هوک‌های الاستیک را نشان می‌دهد. تصویر پایینی نرم‌افزار uDesign است که پایان مورد انتظار درمان را با IPR برنامه‌ریزی شده و انتجمت‌های برنامه‌ریزی شده نشان می‌دهد. اکثر سیستم‌های الاینر، تجسم و ابزارهای مشابهی را ارائه می‌دهند.

تصویر 10-14 تصاویر گرفته شده از دو سیستم نمونه، کنترل‌های نرم‌افزاری موجود برای پزشکان را برای انجام setup دیجیتال نشان می‌دهند. تصویر بالا نرم‌افزار ClinCheck Pro ارائه شده توسط Invisalign و تصویر پایین uDesign ارائه شده توسط uLab Systems است. هر دو تصویر، حرکت انجام شده به دندان‌ها را نشان می‌دهند. حرکت چپ ماگزیلا را نشان می‌دهند. هر کدام یک محیط مجازی برای حرکت دادن و رها کردن دندان‌ها به موقعیت دلخواه خود، یک نمای عینی از حرکت انجام شده در هر سه بعد انتقالی و هر سه بعد چرخشی و ابزارهایی برای ایجاد و نظارت بر هرگونه interproximal reduction که در حال برنامه‌ریزی است را ارائه می‌دهند.

- پین و تیوب. E-arch تنها قادر بود که دندان‌ها را به وضعیت جدید، tip کند و نمی‌توانست موقعیت دقیق هر دندان را تعیین کند. برای غلبه بر این مشکل، Angle شروع به قرار دادن بند بر روی بقیه دندان‌ها نمود و روی هر دندان یک تیوب عمودی قرار داد که درون آن، یک پین لحیم شده از یک وایر کوچک‌تر قرار می‌گرفت. با این دستگاه، جابجایی دندان توسط تغییر محل هر پین در هر جلسه انجام می‌شد. هنرمندی خارق‌العاده‌ای در ساخت و تنظیم این پین و تیوب بکار رفته بود و اگرچه از نظر تئوری قادر به جابجایی دقیق دندان بود، اما از نظر کلینیکی، غیر کاربردی بود. گفته می‌شود تنها Angle و یکی از شاگردانش به کاربرد این دستگاه تسلط داشتند. به دلیل سنگین بودن آرچ وایر اصلی، خاصیت فنری دستگاه کم بود و تنظیمات جزئی و زیادی لازم بود.

- **Ribbon arch.** در دستگاه بعدی Angle، تیوب روی دندان تغییر یافت و یک اسلات عمودی چهارگوش (rectangular) در پشت تیوب طراحی شد. یک آرچ وایر 20×10 ribbon arch از جنس طلا در اسلات عمودی قرار می‌گرفت و توسط پین نگه داشته می‌شد (تصویر 10-17). Ribbon arch با یک موفقیت اولیه مواجه شد. اولاً به دلیل اینکه آرچ وایر بر خلاف دستگاه‌های قبلی، به اندازه کافی کوچک بود که فنریت خوبی داشته باشد و بنابراین در مرتب کردن دندان‌ها کاملاً مؤثر بود. هرچند ribbon arch می‌تواند هنگام قرار دادن در اسلات پیچانده (twisted) شود، ضعف عمده دستگاه این بود که بر روی موقعیت ریشه

تکامل دستگاه‌های ثابت امروزی

پیشرفت Angle به سوی دستگاه edgewise

جایگاه ادوارد انگل به عنوان پدر ارتودنسی مدرن نه تنها به دلیل نقش او در ایجاد نظام طبقه‌بندی و تشخیص، بلکه به دلیل خلاقیت او در ایجاد دستگاه‌های نوین ارتودنسی هم هست. به جز چند مورد استثناء، دستگاه‌های ثابتی که در ارتودنسی معاصر استفاده می‌شوند، براساس طرح‌های انگل در اوایل قرن بیستم می‌باشند. انگل چهار سیستم اصلی اپالینس را طراحی نمود:

- **E-Arch.** در اواخر سده 1800، دستگاه‌های ارتودنسی رایج متکی بر یک چهارچوب سخت بودند که دندان‌ها به آن بسته می‌شدند و این سبب expand شدن قوس به فرمی می‌شد که دستگاه دیکته می‌کرد. اولین اپالینس Angle، یعنی E-arch، نوع پیشرفته این طرح پایه بود (تصویر 10-16). بند تنها بر روی دندان‌های مولر قرار می‌گرفت و یک آرچ وایر ضخیم لببالی در اطراف قوس قرار داده می‌شد. انتهای وایر رزوه (threaded) می‌شد و یک مهره کوچک بر روی قسمت رزوه شده (threaded) قرار می‌گرفت و بنابراین به آرچ وایر اجازه می‌داد تا جلو آمده و به این ترتیب محیط قوس افزایش یابد. هر دندان به سادگی به این آرچ expansion بسته می‌شد. این دستگاه شاید به دلیل سادگی آن و علیرغم این واقعیت که این دستگاه تنها نیروی سنگین منقطع وارد می‌کند، تا اواخر دهه 1980 در کاتالوگ‌های تعدادی از لابراتورهای ارتودنسی دیده می‌شد.



تصویر 47-10 توالی مراحل جاگذاری یک پیچ استخوانی آلوتولار. (A) علامت‌گذاری محل پیچ که باید در صورت امکان در لثه باشد نه مخاط اما باید به اندازه کافی ارتفاع داشته باشد تا با تغییرات عمودی موقعیت دندان تطابق یابد. به خم‌های آرچ وایر که برای جداسازی ریشه‌ها در محل قراردادی پیچ استفاده شده‌اند، توجه کنید. (B) اگر قرار است در استخوان، سوراخ دریل شود یا پیچ از مخاط وارد شود، استفاده از tissue punch ضروری است اما اگر پیچ از لثه قرار داده شود، استفاده از tissue punch ممکن است لازم نباشد. (C) دریل کردن یک سوراخ pilot از استخوان کورتیکال (این امر تنها در صورتی که استخوان کورتیکال نسبتاً ضخیم باشد، لازم خواهد بود). (D) جاگذاری پیچ که با استفاده از driver مخصوص که با شکل سرپیچ منطبق است در محل پیچانده می‌شود. (E) پیچ در محل، آماده برای استفاده.

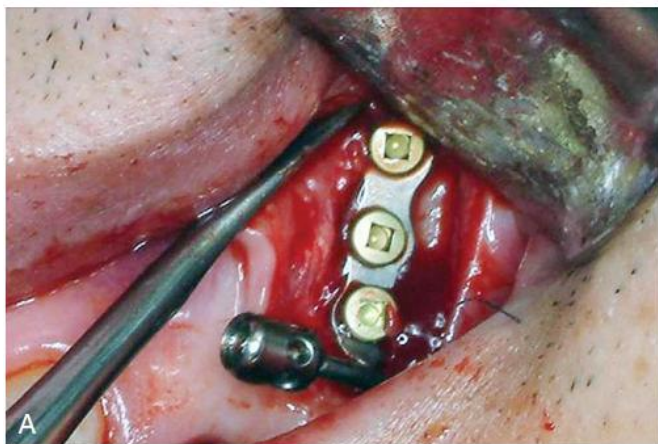
برای جابجایی چندین دندان مندیبل، پیچ‌های استخوانی یا مینی‌پلیت‌هایی که اغلب در استخوان باکال شلف، زیر دندان‌های مولر قرار می‌گیرد (تصویر 51-10) مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چند سطح قدامی راموس هم می‌تواند به عنوان محل آلترناتیو مطرح باشد. مینی‌پلیت‌های طراحی شده برای این ناحیه دارای notch هستند. بنابراین بردار عمودی نیرو را می‌توان تغییر داد.

همانند پیچ‌ها، ویژگی‌های کلیدی در این مورد نیز عبارت است از ثبات و سهولت کاربرد. عوامل تعیین‌کننده اصلی در ثبات مینی‌پلیت‌ها عبارتند از:

- تعداد پیچ‌هایی که پلیت به آن‌ها متصل شده است که در حقیقت توسط ضخامت و تراکم استخوان در آن ناحیه تعیین می‌شود. میزان موفقیت چهار طرح متفاوت پلیت که توسط یک جراحی جاگذاری شده‌اند در تصویر 52-10 نشان داده شده است. به نظر می‌رسد سه پیچ ثبات بیشتری نسبت به دو پیچ ایجاد می‌کند ولی هیچ مزیت اضافی با چهار پیچ بدست نمی‌آید. برای کام دو پیچ متصل شده به هم معمولاً کافی است.

مینی‌پلیت (miniplate)

مینی‌پلیت‌ها دو جزء اصلی دارند: صفحه اصلی که به استخوان متصل می‌شود و جهت تطابق با سطح فرم داده شده و رابطی (connector) که مخاط دهان را سوراخ می‌کند و به دهان راه می‌یابد. به طور ایده‌آل، محل ورود اتچمنت به دهان باید در حد فاصل لثه چسبیده و مخاط آلوتول باشد اما محل رابط متغیر مهمی نیست. رابط طوری طراحی شده است که فنرهای سوپرالاستیک NiTi (یا الاستومریک‌ها که کمتر مطلوب هستند) به عنوان انکوریج مستقیم و یا وایرها به عنوان انکوریج غیر مستقیم می‌توانند به آن متصل شوند. رایج‌ترین مکان قراردادی مینی‌پلیت به عنوان انکوریج برای جابجایی عمودی یا ساجیتال دندان‌های ماگزایلا قاعده قوس زایگوما می‌باشد (اما پیچ‌های متصل شده به هم در کام اغلب برای این هدف استفاده می‌شود). همچنین می‌توان از انکوریج این نواحی در ترکیب با انکوریج ناحیه قدام مندیبل (تصویر 50-10) برای تغییر رشد بیماران CL III استفاده کرد (در فصل 13 توضیح داده شده است).



تصویر 10-48 (A) یک مینی‌پلیت که در قاعده قوس زایگوما قرار گرفته، نیاز به فلپ برای اکسپوز کردن استخوان دارد و باید فرم داده شود تا با سطح استخوان تطابق نزدیکی پیدا کند. پلیت در این محل در بالای ریشه دندان‌ها قرار دارد و دارای یک موقعیت ایده‌آل به عنوان انکوریج جهت حرکت مزید استالی دندان‌های ماگزینا می‌باشد. **(B)** مینی‌پلیت در مندیبل که به عنوان اتچمنت برای الاستیک Class III بکار رفته است. توجه کنید که قطعه‌ای از وایر، در یک سمت، نقطه اتصال را طوری جابجا کرده است که الاستیک به لثه تجاوز نکند. قابلیت جابجا کردن نقطه اتصال مزیت اصلی استفاده از مینی‌پلیت در مقایسه با پیچ منفرد می‌باشد.

• سن بیمار. همان‌طور که **جدول 10-4** نشان می‌دهد، failure مینی‌پلیت در بیس زایگوما و قوس مندیبل هم در کارولینای شمالی و هم در بلژیک در بیماران جوان که هنوز وارد مرحله بلوغ نشده‌اند، زیاد است، که این مسئله با نتایج مشاهده شده در مورد مینی‌پلیت‌های ماگزینا و مندیبل که با الاستیک‌های Class III استفاده می‌شوند مرتبط می‌باشد (**فصل 13** را ببینید). تا قبل از حدود 11 سالگی (البته سن تکاملی نه سن تقویمی) بلوغ استخوانی هنوز به حدی که برای ریتشن خوب اسکروها لازم باشد، نرسیده است. استخوان متراکم‌تر مندیبل و کام در سنین نسبتاً پایین‌تر در دسترس است اما سن همچنان یک محدودیت به شمار می‌رود. از آن‌جا که برای قرار دادن مینی‌پلیت برگرداندن فلپ و سپس بخیه زدن بافت نرم در محل برش لازم است، پروسه جراحی اینها مشخصاً دشوارتر از پیچ‌ها می‌باشد. مهم است که مینی‌پلیت‌ها برای تطابق نزدیک با استخوان قاعده زایگوما فرم داده شوند. همچنین فرم دادن پلیت برای حفظ تماس استخوانی در نقطه ورود به حفره دهان جهت جلوگیری از بوجود آمدن گشتاورهای



تصویر 10-48 (A) یک پیچ استخوانی آلوتولار که برای انکوریج مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد معمولاً به عنوان نقطه اتصال برای فنر سوپراالاستیک NiTi استفاده می‌شود. نظیر این حالت که از اسکرو برای رترکت کردن اینسایزورهای جلو آمده ماگزینا استفاده شده است. **(B)** اگر از یک اتچمنت rigid به همراه پیچ برای جلوگیری از حرکت دندان‌های انکوریج استفاده شود، می‌توان از آن‌ها به خوبی برای تأمین انکوریج غیر مستقیم بهره برد. همان‌گونه در این بیمار، دندان‌های خلفی توسط یک فنر متصل شده به کانین، به سمت جلو جابجا می‌شوند.



تصویر 10-49 همان‌طور که در این تصویر نشان داده شده، پیچ‌ها در کام معمولاً به صورت جفت قرار داده شده و توسط یک پلیت یا وایر سنگین به هم متصل می‌شوند. از مزایای استفاده از یک اسکرو در هر طرف جلوگیری از چرخش آنهاست اما پیچ تنها می‌تواند بچرخد، در نتیجه شانس loose شدن پیچ و از دست رفتن آن بالا می‌رود.