

سرشناسه	: تای، ساندرا Tai, Sandra
عنوان و نام پدیدآور	: تکنیک‌های ارتودنسی شفاف / مولف ساندرا تای ؛ مترجم مریم صاکی.
مشخصات نشر	: تهران : شایان نمودار، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	: ۳۱۵ ص.: مصور؛ ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۴۸۳-۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Clear aligner technique, 2018.
موضوع	: ارتودنسی -- وسایل تنظیم کننده متحرک
موضوع	: Orthodontic appliances, Removable
موضوع	: ارتودنسی اصلاح کننده
موضوع	: Orthodontics, Corrective
موضوع	: گیره‌های ارتودنسی
موضوع	: Orthodontic Retainers
شناسه افزوده	: صاکی، مریم، ۱۳۶۸ - ، مترجم
رده بندی کنگره	: RK۵۲۱
رده بندی دیویی	: ۶۱۷/۶۴۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۹۱۰۶۹۵

نام کتاب: تکنیک‌های ارتودنسی شفاف

مترجم: دکتر مریم صاکی

ناشر: انتشارات شایان نمودار

مدیر تولید: مهندس علی خزعلی

حروفچینی و صفحه‌آرایی: انتشارات شایان نمودار

طرح جلد: آتلیه طراحی شایان نمودار

شمارگان: ۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: پاییز ۱۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۴۸۳-۰

قیمت: ۹,۱۰۰,۰۰۰ ریال



انتشارات شایان نمودار

دفتر مرکزی: تهران / میدان فاطمی / خیابان چهلستون / خیابان دوم / پلاک ۵۰ / بلوک B / طبقه همکف / تلفن: ۸۸۹۸۸۸۶۸



وب سایت: shayannemoodar.com



اینستاگرام: Shayannemoodar

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است. هیچ بخشی از این کتاب، بدون اجازه مکتوب ناشر، قابل تکثیر یا تولید مجدد به هیچ شکلی، از جمله چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی، فیلم و صدا نیست.

این اثر تحت پوشش قانون حمایت از مولفان و مصنفان ایران قرار دارد.)

از زمانی که رشته تخصصی ارتودنسی را به پایان رساندم، همواره در پی یادگیری روش‌های نوین ارتودنسی که در دانشگاه به تفصیل به آن‌ها پرداخته نمی‌شد بودم. همان‌طور که می‌دانید روش‌های نوین ارتودنسی از تنوع زیادی برخوردار هستند که با توجه به شرایط اقتصادی جامعه و نیازمند بودن این روش‌ها به فناوری‌های پیشرفته غربی، امکان استفاده از اکثر این روش‌ها برای بیماران به دلیل هزینه‌های بالا و عدم دسترسی به ارتباط با خارج از کشور امکان‌پذیر نیست. در این بین روش ارتودنسی شفاف یا نامرئی به همت عده‌ای از دلسوزان و علاقه‌مندان به درمان‌های پیش‌رفته دیجیتال ارتودنسی تا حدود زیادی بومی‌سازی شده و هزینه‌های آن کاهش یافت. در شرایط کنونی نبود یک کتاب مرجع تخصصی به زبان فارسی در خصوص درمان‌های ارتودنسی شفاف به‌عنوان مانعی بر سر راه استفاده همگانی از این روش محسوب می‌شد. با جست‌وجوهای این‌جانب سرانجام فایل کتاب مرجع تکنیک‌های ارتودنسی شفاف به نوشته **دکتر ساندرا تای¹** در سال 2018 به‌عنوان جدیدترین منبع در این موضوع خریداری گردید و برگردان فارسی آن صورت گرفت. این کتاب حاوی آخرین و جدیدترین روش‌ها در درمان بیماران با ارتودنسی شفاف است و امید است که بتواند به‌عنوان یک مرجع جای خود را در میان ارتودنتیست‌ها و دندانپزشکان علاقه‌مند به استفاده از درمان‌های پیشرفته پیدا کند.

در پایان از همسر عزیزم که مشوق و همراه اصلی من در ترجمه این کتاب بود تشکر می‌کنم. از جناب آقای دکتر **آرش حکمت و مهندس امیررضا سلمان‌زاده** که زمینه‌ی آشنایی بنده با انواع بومی‌سازی شده این تکنیک در ایران را فراهم نمودند، کمال تشکر را دارم. از انتشارات فرنام در آماده‌سازی کتاب جهت نشر تقدیر و تشکر دارم.

دکتر مریم صاکی

متخصص ارتودنسی

عضو هیئت‌علمی درمانی دانشگاه علوم پزشکی شیراز

راه‌های ارتباطی:

شماره تماس: 09164473482

اینستاگرام: @drmaryamsaki

فهرست

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار مؤلف
ز	مقدمه مؤلف
ح	سپاسگزاری مؤلف
1	1. تاریخچه مختصری از دستگاه‌های ارتودنسی
7	2. مقایسه‌ی دستگاه‌های edgewise و الاینرهای شفاف
17	3. انتخاب بیمار برای درمان الاینر شفاف
23	4. طراحی با استفاده از نرم‌افزار clincheck
55	5. روند کار دیجیتال و کنترل کردن درمان
63	6. رفع مشکلات، فینیشینگ و ریتشن
83	7. اصلاح کروودینگ
101	8. درمان دیپ بایت
119	9. درمان اپن بایت قدامی
139	10. درمان کلاس II
187	11. درمان مال اکلوزن کلاس III
209	12. درمان با کشیدن یکی از ثنایای مندیبل
231	13. درمان با کشیدن پرمولر
261	14. طراحی ارتوگناتیک
289	15. درمان بین رشته‌ای

پیشگفتار مؤلف

این کتاب مرجعی ضروری برای دندانپزشکان یا متخصصین ارتودنسی است که از *الاینرهای شفاف* در درمان استفاده می‌کنند. از آنجایی که دستگاه *invisalign* روزبه‌روز قادر به انجام حرکات پیچیده‌ی دندانی است و به دلیل ماندگاری در رشته ارتودنسی و غلبه آن در دو دهه گذشته، بر آن تاکید شده است.

این کتاب با مروری بر دستگاه‌های ثابت در برابر *الاینرهای شفاف* آغاز می‌شود و پیدایش *الاینرهای شفاف* را طی یک پیشرفت طبیعی رو به جلو در درک ما از چگونگی انجام درمان ارتودنسی ایده‌آل به تفصیل توضیح می‌دهد. کتاب با فصولی ادامه پیدا می‌کند که حرکات دندانی متنوع قابل انجام با *الاینرهای شفاف* توضیح و بین دستگاه‌های ثابت و *الاینرهای شفاف* در این زمینه مقایسه‌هایی انجام می‌دهد. کتاب با توضیح جامعی از چگونگی استفاده از نرم‌افزار *invisalign (clincheck)* و اجرای درمان بعد از یک تشخیص و طرح درمان صحیح ادامه پیدا می‌کند. در این بخش، توجه ویژه‌ای به درک چگونگی حرکات دندانی ایده‌آل و نوع حرکاتی که در مقایسه با حرکات قابل پیش‌بینی‌تر، به‌صورت دشوارتری انجام می‌گردد، وجود دارد.

کتاب به رفع مشکلات، فینیشینگ و ریتنشن و همچنین تمام انواع متنوع حرکات دندانی قابل اجرا با *الاینرهای شفاف* می‌پردازد. پیشنهادهای متعدد عملی شامل *overcorrection* در برابر *overtreatment* داده می‌شود. فصلی مفصل در رابطه با طرح درمان جراحی ارتوگناتیک برای روش سنتی ابتدا-درمان ارتودنسی در مقایسه با روش ابتدا-جراحی وجود دارد. فصل آخر شامل مباحثه عالی در خصوص درمان‌های بین‌رشته‌ای است که ملاحظات ترمیمی و فانکشن اکلوزالی را در مفاهیم زیبایی ادغام می‌کند.

این کتاب نثر روان و واضحی دارد. دکتر **سائندرا تای** بدون شک یک ارتودنتیست بسیار با استعداد، یک استاد باتجربه در تمام زمینه‌ها و یک نویسنده عالی است. تمامی مطالب مورد استفاده در این کتاب با بهترین کیفیت فتوگرافی است و آخرین و کارآمدترین روش‌های درمان با *الاینرهای شفاف* را نشان می‌دهد. من قویاً پیشنهاد می‌کنم که این کتاب قسمتی از کتابخانه مرجع شما باشد.

رابرت ال. بوید

استاد بخش ارتودنسی دانشکده **Arthur A. Dugony** دانشگاه **pacific**

مقدمه مؤلف

الاینرهای شفاف آینده ارتودنسی است اما به دلیل پیشرفت‌های نوظهور در رشته ارتودنسی دیجیتال، حتی قبل از ارائه امکان دارد به تاریخ سپرده شود. چالش اصلی، نوشتن کتابی است که با تکنولوژی رو به تکامل، پیشرفت کند و همچنان منبعی خوب برای تمام کسانی است که در حال آموختن اصول پایه‌ای ارتودنسی و تکنیک الاینر شفاف هستند. این کتاب دقیقاً همین کار را انجام می‌دهد و درمان با الاینرهای شفاف را از نگرش تشخیص و طرح درمان توضیح می‌دهد. کتاب، اصول ارتودنسی همچون بیومکانیک‌ها، انکوریج و اکلوزن که در طی زمان به اثبات رسیده‌اند مورد بحث قرار داده و توضیح می‌دهد که چگونه می‌توان آن‌ها را در درمان بیماران با الاینرهای شفاف به کار برد. این اصول حتی با تکامل تکنولوژی و تغییر دستگاه قابل استفاده است.

این کتاب در نظر دارد تا مرجعی در تکنیک الاینر شفاف باشد.

ارتودنتیست‌ها، رزیدنت‌های ارتودنسی، دندانپزشکان و دانشجویان دندانپزشکی این کتاب را به‌عنوان یک منبع باارزش در زمینه یادگیری خواهند یافت که چگونگی عملکرد الاینرهای شفاف به‌عنوان یک دستگاه ارتودنسی را توضیح می‌دهد زیرا این کتاب اصول پایه‌ای را در تکنیک الاینر شفاف مطرح می‌سازد. بخش فهرست منابع در پایان هر فصل، آخرین مقالات در زمینه پژوهش در رابطه با الاینرهای شفاف را مطرح می‌کند.

این کتاب به‌گونه‌ای طراحی شده است که به‌عنوان یک کتاب کلینیکی و کاربردی نیز مورد استفاده قرار گیرد. هنگامی که کلینیسین درمان یک مورد خاص را با الاینرهای شفاف طرح‌ریزی می‌کند، امید بر این است که به فصل مرتبط با اکلوزن موردنظر مراجعه نموده و بر اساس اطلاعات موجود بتواند:

1- به تشخیص مناسب برسد.

2- یک طرح درمان مناسب را به‌درستی برنامه‌ریزی کند.

3- حرکات دندانی دیجیتالی را طراحی کرده تا اهداف درمانی را برآورده سازد و

4- بتواند درمان را از نظر کلینیک اجرا نموده، مشکلات را برطرف و تکنیک‌هایی را اعمال کند تا درمان به نحوی عالی و استاندارد به اتمام برسد.

مادامی که در حال آموختن استفاده از قدرت دنیای دیجیتال هستیم تا برای حرکت دندان‌ها و طراحی اکلوزن‌ها به درجه‌ای از دقت که تاکنون به آن باور نداشتیم، برسیم نایستی فراموش کنیم که در هسته رشته تخصصی ارتودنسی ما تغییر لبخندها و تغییر زندگی‌ها وجود دارد. آینده روشن است.

سیاسگزاری مؤلف

"سیاسگزاری اعجاب‌انگیز است. موجب می‌شود چیزی که در دیگران عالی است متعلق به ما هم شود" **ولتر**

مایلم هستم تشکر عمیق خود را به تمام کسانی که سهمی در به حقیقت بخشیدن این کتاب داشتند نشان دهم. به دوستی که اولین بار پیشنهاد داد که یک پوشه از دست‌نوشته‌های سخنرانی‌های من می‌تواند به صورت یک کتاب رفرنس دربیاید؛ به خواهرم Anne که مطمئن است من به نوشتن ادامه می‌دهم؛ به Catherine که مرا برای استفاده از انتشارات quintessence برای چاپ این کتاب تشویق کرد؛ به دوستی که برای من یک خودکار مخصوص گرفت تا کتابم را به نشانه ایمان امضا کنم؛ و به دیگرانی که مرا تشویق کردند، به من ایمان داشتند و به روش‌های مختلف مرا مورد حمایت قرار دادند.

همچنین مایلم از دکتر Charlene Tai Loh برای همکاری ارزشمندشان در جمع‌آوری قسمت فهرست منابع تشکر کنم؛ از دکتر Brandon Huang تشکر می‌کنم که در مدت زمانی که مشغول نوشتن کتاب بودم وظایف من را به خوبی انجام داد. همچنین از تیم فوق‌العاده مطب خود سپاسگزارم که مهارت عالی در تهیه فتوگرافی‌ها و مراقبت از بیماران دارند؛ به‌ویژه Stephanie Sarino که هر موقع از روز یا شب فتوگرافی و رادیوگرافی‌ها را برای من ارسال می‌کرد.

در نهایت بایستی از تمام پزشکان در سراسر جهان که در سخنرانی‌های من شرکت کردند و پرسیدند که اطلاعات ارائه‌شده در سخنرانی در کتاب موجود است قدردانی کنم. از شما بابت تشویق‌هایتان و همراهی در جابجا کردن مرزهای خلاقیت صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

فصل ۱

تاریخچه مختصری از دستگاه‌های ارتودنسی

در این فصل

– دستگاه‌های ثابت

– الاینرهای شفاف

– جهت‌گیری ارتودنسی در آینده



شکل 1-1. (a,b) حفاری‌های دوره‌ی اتروسکن که بندهای فلزی و سیم لیگاچورهای طلایی اسپلینت‌کننده‌ی دندان‌ها را نشان می‌دهد.



شکل 1-3. طرح بین و تیوب دستگاه "Ribbon arch"



شکل 1-2. Fauchard's bandeau

دستگاه‌های ثابت

طبقه‌بندی ساده برای مال اکلون ابداع کرد که امروزه همچنان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اوایل دهه‌ی 1900، دستگاه‌های ثابت به‌عنوان ribbon arch شناخته می‌شد که از بندهایی از جنس طلا ساخته شده بود و براکت‌ها به بندها لحیم (solder) شده بود (شکل 1-3) از سیم لیگاچور و بین برای نگه‌داشتن سیم درون براکت‌ها استفاده می‌شد. فلزات گران‌قیمت مانند طلا و آلیاژ نقره-نیکل که نرم و چکش‌خوار بودند مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در سال‌های دهه‌ی 1950 و 1960، بندهایی که پیش از این بسیار گران بودند، این بار از جنسی از فلز استیل زنگ نزن ساخته شدند (شکل 1-4). تا قبل از ابداع باندینگ مستقیم، دستگاه‌هایی که در آن‌ها بند در تمام قوس دندانی قرار می‌گرفت، به‌عنوان درمان معمول محسوب می‌شد. باندینگ مستقیم به ارتودنتیست‌ها اجازه داد که براکت را مستقیماً روی مینای دندان بچسبانند. در آن زمان دستگاه Edgewise ثابت با عنوان دستگاه «صفر-درجه» شناخته می‌شد. ارتودنتیست بایستی خم‌های first-order (in-and-out), second-

قدیمی‌ترین رشته تخصصی در دندانپزشکی، ارتودنسی است که تاریخچه آن بیش از 2000 سال قبل بازمی‌گردد. در حدود 300-500 سال قبل از میلاد، سقراط و ارسطو هر یک در مورد روش‌های مرتب کردن دندان‌ها و رفع سایر مشکلات دندانی، نگرشی متفاوت داشتند. در حفاری‌های تمدن اتروسکن (Etruscan)، مندیبل‌هایی کشف شدند که در آن‌ها دندان‌ها باسیم لیگاچور و بند به هم اسپلینت شده بودند (شکل 1-1). در سال 1728، Pierre Faudard، پدر دندانپزشکی نوین، کتابی را با عنوان دندانپزشک جراح منتشر ساخت. در فصلی از این کتاب با محتوای ارتودنسی، او یک قطعه‌ی فلزی از جنس فلزات گران‌قیمت (precious metal) که به شکل نعل اسب بود را برای گستر (expand) قوس دندانی پیشنهاد داد که با نام fauchard's bandeau معروف شد (شکل 1-2). این قطعه فلزی با استفاده از سیم لیگاچور به دندان‌ها وصل می‌شد و منجر به گسترش قوس دندانی و مرتبط شدن دندان‌ها می‌شد. در سال 1901، ادوارد انگل (Edward Angle) اولین دانشکده ارتودنسی را در St Louis میسوری پایه‌گذاری کرد. انگل یک

archwire در order (tip), third- order (torque)

ایجاد می‌کرد تا اکلوزن تصحیح می‌شد.



شکل 5-1 دستگاه straight wire Andrews با براکت‌هایی که مستقیماً به دندان‌ها باند شدند.



شکل 4-1. دستگاه استیل زنگ زن تمام بند



شکل 7-1. براکت‌های سرامیکی



شکل 6-1. دستگاه استیل زنگ زن تمام بند

و از منظر زیبایی به عنوان جایگزینی برای بیمارانی که نمی‌خواستند براکت‌های آن‌ها دیده شود، مطرح شد. سیستم براکت لینگوال در گذر زمان به گونه‌ای پیشرفت کرد که تصویربرداری دیجیتالی کامپیوتری توانست در ساخت آرچ وایرها (archwire) و بیس براکت‌ها با ساخت اختصاصی (custom- fabricated) یاری‌رسان باشد. (شکل 6-1). همچنان که کاوش برای دستگاه‌های ارتودنسی زیباتر ادامه داشت، براکت‌هایی از جنس سرامیک و یاقوت کیود (sapphire) در ابتدای دهه 1980 در دسترس قرار گرفت (شکل 7-1). در همین زمان، آرچ وایرهای جدید با خصوصیات حرارتی و الاستیک همانند (Titanium Nitinol) و heat-activated NiTi، نیاز به ایجاد لوپ‌های پیچیده و خم را در آرچ وایر، حذف کرد. امروزه تنوع زیادی از براکت‌های دوقلو (twin bracket) های استاندارد در نسخه‌های متفاوت (همانند براکت های self-

در سال 1970، دکتر Lawrence Andrews پیشنهاد داد که tip, in-and-out torque و درون خود دستگاه (در بیس (base) براکت یا در شیار (slot) براکت) تعبیه شود. این امر موجب شد نیاز به ایجاد خم (bend) در archwire حذف شود. این سیستم به‌عنوان دستگاه "Straight- wire" شناخته و به‌عنوان استاندارد دستگاه‌های ثابت امروزی استفاده می‌شود (شکل 5-1). امروزه نسخه (prescription) های براکتی متعددی با درجات متفاوتی از tip و torque موجود است. یک کلینیسین بسته به فلسفه‌ی ارتودنسی خود و مکانیک‌های درمانی که برای حرکت دندان‌ها استفاده می‌کند، ممکن است یک نوع نسخه براکتی را به سایرین ترجیح دهد. در سال 1975، دو ارتودنتیست که یکی از آن‌ها آمریکایی و دیگری ژاپنی بودند، به‌طور مستقل یک سیستم براکتی و سیمی اختراع کردند که در سطح لینگوال دندان‌ها قرار می‌گرفت و به‌عنوان سیم کشی لینگوال (Lingual braces) شناخته شد

اتفاق افتاده است. برخلاف تغییر تکاملی، تغییر چرخشی، یک تغییر تبدیلی است. تغییر چرخشی، عمیق، برجسته و تحول‌آفرین است. تغییر چرخشی، تفکر سنتی را به چالش می‌کشد و یک تغییر رادیکال پارادایم در زمینه‌ی ذهنی ما است. تکنولوژی الاینر شفاف یک تغییر چرخشی و تبدیلی در ارتودنسی است که تفکر سنتی در چگونگی حرکت دندان‌ها توسط ارتودنتیست‌ها را به چالش می‌کشد. اما ابداع تکنولوژی الاینرهای شفاف به این معنی نیست که سابقه 150 سال اصول ارتودنسی دیگر فاقد اعتبار است. اصول و مفاهیم بیولوژی استخوان، بیومکانیک، انکورج و اکلوزن که در طول زمان مورد آزمایش قرار گرفته است همچنان کاربرد دارد. با این وجود، در قرن 21 که قرن تکنولوژی دیجیتال است، کلینیسین بایستی استفاده از اصول ارتودنسی در شاخه‌ی تکنولوژی الاینر شفاف را بیاموزد.

الاینرهای شفاف از زمانی که در سال 1999 وارد بازار شدند همواره در حال تکامل بودند. در دوران آغازین الاینرهای شفاف، اکثر کلینیسین‌ها بر این باور بودند که الاینر شفاف یک دستگاه ارتودنسی است که برای درمان بیماران کلاس یک با کروودینگ خفیف مناسب است که عمدتاً با *interproximal reduction (IPR)* درمان می‌شوند. امروزه الاینرهای شفاف شرکت *Align Technology* از یک *tripolymer plastic* جدید ساخته می‌شوند و از انجمن‌های *optimized* بهره می‌برند (شکل 8-1). دندان‌ها بر اساس الگوریتم‌های پیچیده‌ی کامپیوتری که در برنامه‌ی نرم‌افزار ساخته می‌شوند، حرکت می‌کنند. سیستم‌های متعددی از الاینرهای شفاف در سراسر دنیا در حال ساخت و تکامل هستند و الاینرهای شفاف به‌طور قطع آینده‌ی ارتودنسی را شکل خواهند داد.

باید بدانیم که درمان الاینر شفاف یک تکنیک است و نه یک محصول. یک تفکر نادرست این است که الاینرهای شفاف را یک دستگاه ارتودنسی همراه با ضعف (*compromise*) بدانیم که تنها می‌تواند حرکت مختصری در دندان‌ها ایجاد کند. در صورتی که امروزه سیستم الاینر شفاف یک دستگاه ارتودنسی جامع است که می‌تواند طیف وسیعی از مال اکلوزن‌ها را درمان کند. فصول باقیمانده کتاب، اصول تکنیک الاینر شفاف را مورد بحث قرار می‌دهد و کلینیسین را راهنمایی می‌کند که یاد بگیرد چگونه اصول ارتودنسی را در تکنیک الاینر شفاف مورد استفاده قرار دهد.

ligating یا *non- self ligating*) و ساخته شده از جنس فلز، پلاستیک، سرامیک و *sapphire* موجود است. هنگامی که تکامل دستگاه‌های ارتودنسی در طول 100 سال گذشته را بررسی می‌کنیم، یک تغییر مشخص به سمت دستگاه‌های ارتودنسی زیباتر و بهداشتی‌تر که سطح کمتری از دندان‌ها را، می‌سازند، قابل مشاهده است. دستگاه‌هایی که قادر هستند به‌طور دقیقی دندان‌ها را به سمت اکلوزن نهایی با استفاده از نیروهای سازگار بیولوژیکی حرکت دهند.



شکل 8-1. الاینرهای شفاف

الاینرهای شفاف

تاریخچه‌ی الاینرهای شفاف احتمالاً به سال 1945 بازمی‌گردد، زمانی که دکتر *H. Dkesling* برای اولین بار یک دستگاه حرکت دهنده‌ی دندان به صورت *vaccum formed* و شفاف برای انجام حرکت‌های دندان‌ها را پیشنهاد داد. ساختن این دستگاه شامل فرآیندی پرکار و وقتگیر بود که بایستی دندان‌ها با دست درون موم جابجا می‌شد و یک نگه‌دارنده‌ی شفاف *vaccum farmed* برای هر حرکت دندان‌ها، طی چندین مرحله تا زمانی که دندان‌ها مرتب شوند، ساخته می‌شد. این تکنیک توانایی انجام حرکات مختصر دندان‌ها را داشت اما میزان کاری که برای انجام نیاز بود مانع از استفاده از آن به صورت گسترده به‌ویژه برای مال اکلوزن‌های پیچیده‌تر شد.

بعد از گذشت نیم قرن، دو فارغ التحصیل دانشگاه *Stanford* در سال 1997 از گرافیک تصویربرداری سه بعدی کامپیوتری در رشته ارتودنسی استفاده کردند و اولین سیستم الاینرهای شفاف به‌طور گسترده در جهان تولید شد. این تکنولوژی جدید، دنیای دندانپزشکی و ارتودنسی در قرن 21 را متحول کرد. تفاوت مشخصی بین تغییر تکاملی (*evolutionary*) و تغییر چرخشی (*revolutionary*) وجود دارد. تغییر تکاملی شامل تغییرات تدریجی است که در طول زمان رخ می‌دهد. پیدایش دستگاه‌های ثابت، نشان‌دهنده‌ی تنوع و پیشرفت‌های تدریجی است که در طول 100 سال گذشته در سیستم برکت و سیم

فهرست منابع :

- Ali SA, Miethke HR. Invisalign, an innovative invisible orthodontic appliance to correct malocclusions: Advantages and limitations. *Dent Update* 2012;39:254–256,258–260.
- Align Technology, Inc. <http://www.aligntech.com/>. Accessed 5 February 2018.
- Andrews LF. The straight-wire appliance. *Br J Orthod* 1979;6:125–143.
- Asbell MB. A brief history of orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:206–213.
- Chato A. A view from behind: A history of lingual orthodontics. *J Orthod* 2013;40(suppl 1):S2–S7.
- Ghafari JG. Centennial inventory: The changing face of orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148:732–739.
- Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Threedimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod* 2005;32:282–293.
- Kesling HD. The philosophy of the tooth positioning appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1945;31:297–304.
- Malik OH, McMullin A, Waring DT. Invisible orthodontics part I: Invisalign. *Dent Update* 2013;40:203–204,207–210,213–215.
- McLaughlin RP, Bennett JC. Evolution of treatment mechanics and contemporary appliance design in orthodontics: A 40-year perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:654–662.
- Phan X, Ling PH. Clinical limitations of Invisalign. *J Can Dent Assoc* 2007;73:263–266.
- Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:728–736[erratum 2014;146:411].
- Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 1: Antiquity to the mid-19th century. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:255–259.
- Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 2: Entering the modern era. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:510–515.
- Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 5: The American Board of Orthodontics, Albert Ketcham, and early 20th-century appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:535–540.
- Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 16: Late 20th-century fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:827–830.
- Wiechmann D, Rummel V, Thalheim A, Simon JS, Wiechmann L. Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003 124:593–59

هنگامی که به تکامل ارتودنسی در آینده نگاه می‌اندازیم درمی‌یابیم که دستگاه ارتودنسی ایده‌آل دستگامی با ساخت اختصاصی (custom-made) است و با مورفولوژی و آناتومی دندان هر فرد سازگار می‌باشد. دستگاه بایستی به نحوی ساخته شود که هر دندان را دقیقاً با نیرویی که لازم است (بسته به مورفولوژی دندان و مساحت سطح ریشه) به‌درستی حرکت دهد. دستگاه ایده‌آل ارتودنسی بیومکانیک شخصی شده (customized) دارد و می‌توان میزان (rate) حرکت دندان را با توجه به فیزیولوژی استخوان هر فرد تنظیم کرد. نتیجه‌ی نهایی اکلوزن را می‌توان با توجه به فرم قوس دندانی هر فرد، زیبایی لبخند و ساپورت بافت نرم لب، تنظیم کرد. Tip, Torque, in-and-outs و تماس‌های اکلوزالی می‌تواند برای هر فرد به‌طور منحصربه‌فرد طراحی شود. این دستگاه ایده‌آل ارتودنسی بایستی زیبا، بهداشتی و راحت باشد و بتواند تصحیح مال اکلوزن را در کوتاه‌ترین بازه‌ی زمانی ممکن انجام دهد. در حقیقت، تکامل آینده‌ی ارتودنسی با ورود این‌رهای شفاف در حال شکل‌گیری است. زیرا این‌رهای شفاف از تکنولوژی دیجیتال برای تشخیص، طرح درمان و طراحی نتیجه‌ی اکلوزنی نهایی استفاده می‌کنند. اختصاصی کردن بیومکانیک با مرحله بندی (staging) حرکات دندانی در یک توالی خاص در نرم‌افزار تا حدی امکان‌پذیر است. میزان (Rate) حرکت دندانی نیز بسته به فیزیولوژی استخوان هر فرد با تغییر تعداد روزهایی که بعد از آن این‌ر تعویض می‌شود (بسته به پاسخ فرد به حرکت دندان)، ممکن است قابل تنظیم باشد. اکلوزن نهایی که در نرم‌افزار تعبیه می‌شود می‌تواند با توجه به قوس دندانی هر فرد و ترجیحاتی که برای زیبایی لبخند وجود دارد، تنظیم شود. بنابراین اگر در آینده بودیم، از اینجا به بعد به کدام نقطه پیش می‌رفتیم؟ به‌عنوان ارتودنسیست، برای گام برداشتن به بیرون از منطقه امن (comfort zone) آشنایی با براکت‌ها و سیم‌ها و استفاده از یک تکنیک جدید ارتودنسی نیازمند شجاعت است. به چالش کشیدن تفکر سنتی ما در ارتودنسی به بصیرت نیاز دارد. فکر کردن به روش‌های جدید حرکت دندان‌ها به خلاقیت و ابداع نیاز دارد. در نهایت، تولید مطالعات علمی با طراحی خوب در زمینه‌ی این‌رهای شفاف به تلاش و زمان نیاز دارد تا ما بتوانیم از نظر بالینی درمان ارتودنسی صحیح را مبتنی بر شواهد تجربه کنیم. پیشرفت در آینده به ادامه دادن ابداع و خلاقیت برای تغییر آینده‌ی تخصص ما، نهفته است.

فصل ۲

مقایسه‌ی دستگاه‌های *Edgewise* و الاینرهای شفاف

در این فصل

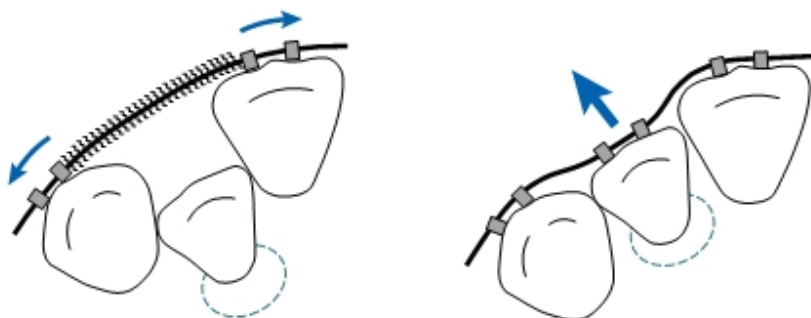
– نیرو، *Engagement* و انکوریج

– اکستروژن، اینتروژن، *Torque* و *Inclination* ریشه

– مکانیک‌های درمان

جدول 1-2. الگوهای نیرو، engagement و انکوريج در دستگاه‌های ثابت در مقایسه با الاینرهای شفاف

الاینرهای شفاف	دستگاه‌های ثابت	
اعمال "push" روی دندان‌ها	اعمال "pull" روی دندان‌ها	نیرو
پلاستیک دورتادور دندان‌ها: هرچه مقدار پلاستیک پوشاننده دندان‌ها بیشتر، engagement بهتر	سیم درون براکت: هرچه سیم سنگین‌تر، engagement بهتر	Engagement
سگمان‌های انکوريج می‌توانند از قبل تعیین شوند.	انکوريج متقابل: قانون سوم نیوتن	انکوريج



شکل 1-2. وقتی سیم به حالت اولیه خود باز می‌گردد، دندان با رویش لینگویالی را به درون قوس می‌کشد.

می‌کشند (pull). درحالی‌که الاینرهای شفاف دندان‌ها را هل می‌دهند (push).

شکل 1-2 زمانی را نشان می‌دهد که سیم درون براکت دندانی که رویش لینگویالی پیدا کرده engage می‌شود، الاستیسیته سیم منجر به بازگشت سیم به موقعیت و فرم قوس اولیه خود می‌شود. هنگامی که سیم به شکل اولیه خود باز می‌گردد، نیروی کششی (pull force) به دندان با رویش لینگویالی وارد می‌کند و آن را در قوس قرار می‌دهد.

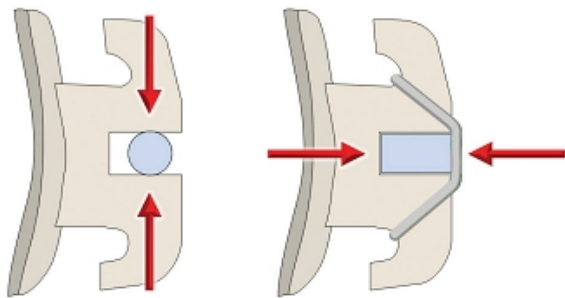
برخلاف دستگاه‌های ثابت، الاینرهای شفاف دندان‌ها را با اعمال نیروی هل دهنده و فشاری (push force) حرکت می‌دهند. وقتی یک الاینر روی دندانها جایگذاری می‌شود، تفاوت‌های جزئی بین موقعیت دندانها داخل دهان و موقعیت آن‌ها در الاینر وجود دارد. الاینر روی دندان‌ها دفرم می‌شود و الاستیسیته‌ی ماده‌ی الاینر دندانها را به موقعیت صحیح هل می‌دهد. اتچمنتهای optimized یک سطح صاف و فعال ایجاد می‌کنند تا الاینر نیروی فشاری بر این سطوح ایجاد کند و بتواند بر حرکات دندانی همانند اکستروژن یا چرخش تأثیر بگذارد. (شکل 2-2)

الاینر شفاف یک تکنیک ارتودنسی است. بنابراین اصول ارتودنسی همانند اعمال نیرو، انکوريج و بیومکانیک، بایستی در تکنیک الاینر شفاف به‌کاربرده شوند. الاینرهای شفاف نسبت به دستگاه‌های ثابت، دندان‌ها را به‌طور متفاوتی حرکت می‌دهند. بنابراین یادگیری شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین الاینرهای شفاف و دستگاه‌های ثابت هنگام تصمیم‌گیری کلینیسیین درباره‌ی این که یک بیمار با دستگاه ثابت یا الاینر شفاف درمان شود، ضروری است. الاینرهای شفاف برای درمان بعضی مال اکلوزن‌ها کارآیی بیشتری نسبت به دستگاه‌های ثابت دارند و کنترل عمودی بیشتر و مدیریت بهتری برای ملاحظات انکوريجی دارد. دانستن نقاط ضعف و قوت الاینرهای شفاف، به‌عنوان یک دستگاه ارتودنسی، به کلینیسیین کمک می‌کند تا بهترین دستگاه ارتودنسی را برای درمان یک مال اکلوزن خاص انتخاب کند.

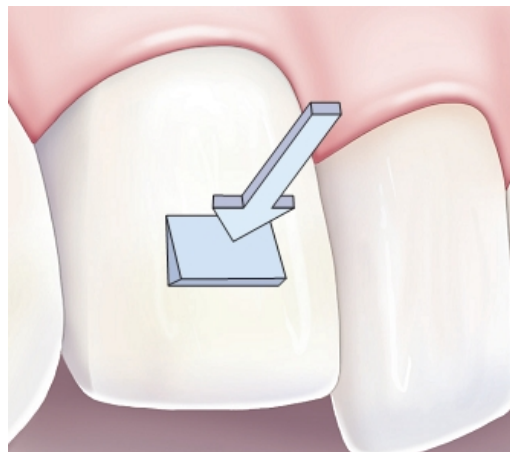
نیرو، Engagement و انکوريج:

نیرو

یک تفاوت اساسی بین شیوه‌ای که سیستم براکت و سیم دندان‌ها را حرکت می‌دهد با روشی که الاینر شفاف این کار را انجام می‌دهد، این است که دستگاه‌های ثابت دندان‌ها را



شکل 2-3. سیم‌های ابتدایی انعطاف پذیر با سطح مقطع گرد در دندان‌ها گیر (engage) می‌شوند تا آن‌ها را به موقعیت دلخواه حرکت دهند. یک سیم با سطح مقطع مستطیلی و full size درون اسلات براکت engage می‌شود تا torque و tip تعبیه شده در اسلات براکت از نظر کلینیکی بیان شود.



شکل 2-2. الاینرهای شفاف روی سطح صاف اتچمنت‌ها اعمال فشار می‌کنند تا دندان‌ها حرکت کنند.

Engagement

ضروری است که سطح دیستال دیستالی‌ترین دندان موجود در قوس ثبت شود تا الاینر به طور کامل آن دندان را جهت دیستاله کردن در بر گیرد.

انکوریز (Anchorage)

در دستگاه‌های ثابت Edgewise، شایع‌ترین مدل انکوریزجی، نوع دو طرفه (Reciprocal) است که بر اساس قانون سوم نیوتن عمل می‌کند: هر عملی را عکس العملی است هم اندازه و در خلاف جهت (شکل 5-2).

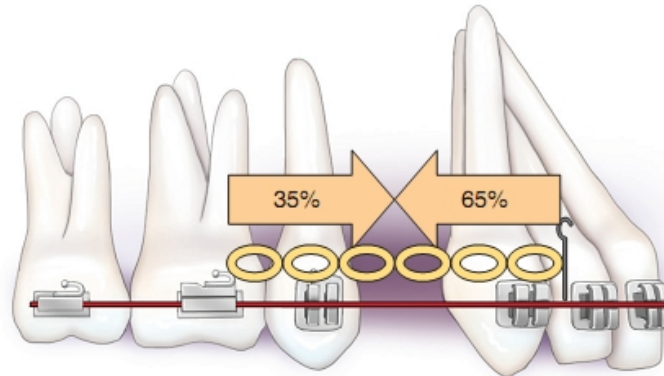
در این انکوریزجی، تعدادی از دندان‌ها به عنوان واحد انکوریزجی برای حرکت تعداد دیگری از دندان‌ها، عمل می‌کنند. به عنوان مثال در ناحیه‌ای که دندان پر مولر اول کشیده شده و فضا قرار است بسته شود، دندان‌های خلفی به عنوان واحد انکوریزجی برای دندان‌های قدامی عمل می‌کنند و دندان‌های قدامی به عنوان واحد انکوریزجی برای دندان‌های خلفی محسوب می‌شوند. چون مساحت سطح ریشه‌ی سگمان خلفی بزرگتر از سگمان قدامی است، سگمان قدامی نسبت به اندازه‌ای که سگمان خلفی به جلو می‌آید، بیشتر به عقب می‌رود. حرکت رو به جلوی سگمان خلفی در ارتودنسی بعنوان از دست رفتن انکوریزجی (anchorage loss) شناخته می‌شود. از دست رفتن انکوریزجی معمولاً در طرح درمان‌هایی که شامل کشیدن دندان است به منظور اطمینان از حصول رابطه‌ی cuspal-fossa در اکلوژن نهایی توسط کلینیسیست مدنظر قرار می‌گیرد.

در درمان الاینر شفاف، سگمان‌های انکوریزجی را می‌توان از قبل تعیین کرد و در مراحل مختلف درمان تغییر داد. از این نظر الاینرهای شفاف کنترل بسیار خوبی را روی انکوریزجی به

دستگاه‌های ثابت با استفاده از سیمی که درون اسلات براکت پیوند (ligate) می‌شود، دندان‌ها را درگیر می‌کند. هرچه سیم ضخیم تر و محکم (rigid) تر باشد، engagement بهتری اتفاق می‌افتد. توالی سیم‌ها با round archwires و انعطاف پذیر با محدوده کاری (working range) بالا و الاستیسیته زیاد آغاز می‌گردد و رفته‌رفته به سمت Archwire های rigid و مستطیلی (rectangular) از جنس استیل زنگ نزن سوق پیدا می‌کند. در Archwire که اندازه‌ی آن حدود اسلات براکت است، tip، Torque و In-and- outs که درون اسلات براکت یا بیس براکت تعبیه شده به طور کامل تری اعمال می‌شود. در الاینرهای شفاف، ماده‌ی الاینر دور تا دور دندان‌ها را می‌پوشاند و به این طریق دندان‌ها engage می‌شوند. هرچه ماده الاینر بیش‌تری دور تا دور دندان را احاطه کند، engagement بیش‌تر می‌شود. در دندان‌هایی که طول تاج کلینیکی بلندتر و سطح بیش‌تری دارند، engagement بهتری اتفاق می‌افتد و بنابراین حرکت دندان بیش‌تر اعمال می‌شود (شکل 4a-2). برعکس، در دندان‌های با طول تاج کلینیکی کوتاه و سطح کمتر، engagement کمتری رخ می‌دهد و حرکت دندان کمتر اعمال می‌شود (شکل 4b-2). یک راه برای افزایش engagement الاینر روی دندان‌هایی با مورفولوژی کوچک، گذاشتن اتچمنت روی آن دندان است. این کار، مساحت سطح دندان را بیش‌تر می‌کند و Engagement (به عنوان مثال لترال peg-shaped) الاینر روی دندان‌ها را افزایش می‌دهد و کمک می‌کند که حرکت دندان از نظر بالینی اتفاق بیفتد. همچنین در مواردی که دسیتالیزه کردن دندان به صورت ترتیبی (Sequential) در طرح درمان قرار می‌گیرد،



شکل 4-2. تاج‌های کلینیکی بلند engagement بهتری برای الاینرهای شفاف فراهم می‌کند (a) اما تاج‌های کلینیکی کوتاه engagement کمتری ایجاد می‌کند.



شکل 5-2. مفهوم انکورج متقابل در دستگاه‌های ثابت در موارد بستن فضای دندان کشیده شده

جدول 2-2 دستگاه‌های ثابت و الاینرهای شفاف را از نظر اکستروژن، اینتروژن، inclination ریشه، Torque مقایسه می‌کنند.

اکستروژن

در دستگاه‌های ثابت، اکستروژن تک دندان نسبتاً آسان انجام می‌پذیرد. اما به دلیل این که تمامی دندان‌های موجود در قوس به وسیله‌ی سیم با هم در ارتباط هستند، حرکات متقابل (reciprocal) دندان‌های مجاور رخ خواهد داد. به عنوان مثال در مواردی که کانین high buccal نیاز به اکستروژن دارد، دندان‌های سنترال ولترال و پر مولر اول مجاور این دندان دچار اینتروژن خواهند شد (شکل 8-2). یک cant موقت در پلن اکلوزال بیمار ایجاد خواهد شد. در نهایت، هر چه درمان بیش‌تر به سمت آرچ وایرهای محکم‌تر پیش رود، پلن اکلوزال level خواهد شد. در مواردی که حرکات دندانی متقابل، مطلوب ما نیستند، یک آرچ وایر محکم برای پایدار (stable) کردن پلن اکلوزال استفاده می‌شود و یک overlay انعطاف پذیر برای اکستروژن کردن دندان high buccal استفاده می‌شود.

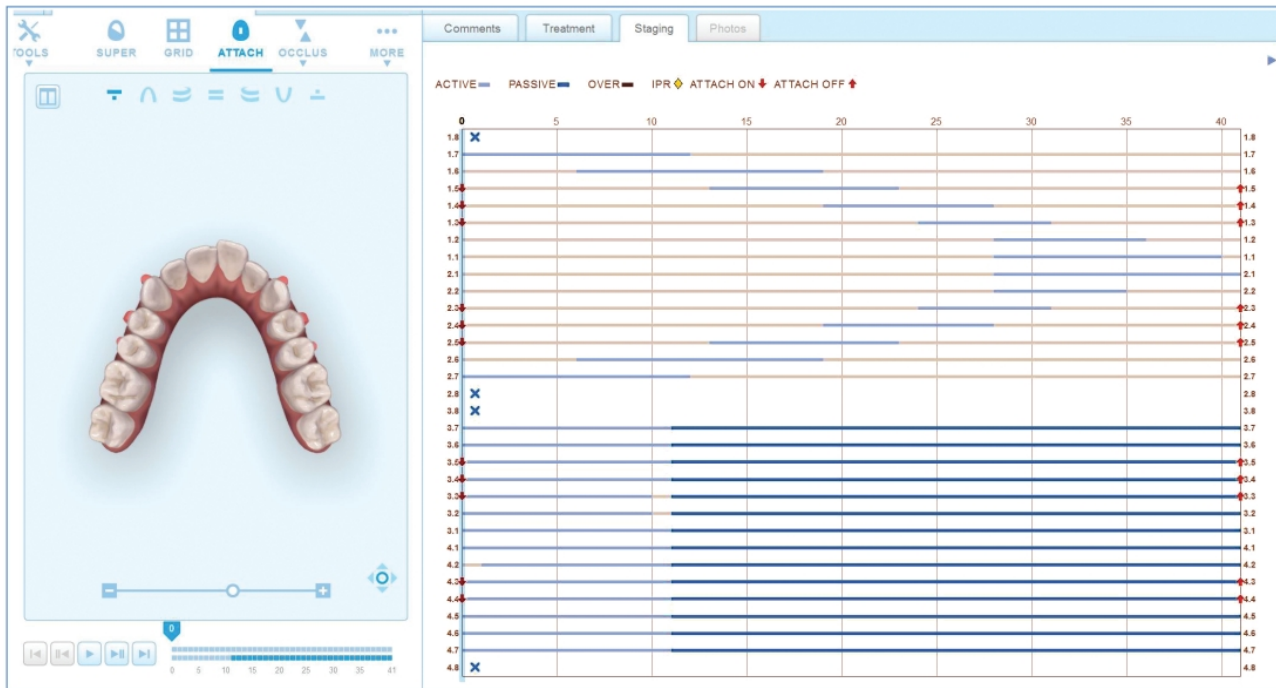
اکستروژن تک دندان بسته به میزان اکستروژن مورد نیاز نسبتاً حرکت دشواری در الاینرهای شفاف محسوب می‌شود. بعضی مواقع درمان‌های کمکی مانند قراردادن باتن و الاستیک ممکن است برای اکستروژن تک دندان لازم باشد. اما اکستروژن گروهی از دندان‌ها (به عنوان مثال اکستروژن ثنایای ماگزایلا

ارتودنטיست خواهند داد چون در مراحل مختلف درمان دندان‌های واحد انکورج می‌توانند بدون حرکت نگه داشته شوند. به عنوان مثال در مرحله بندی درمانی که شامل دیستاله کردن ترتیبی قوس ماگزایلا می‌شود، در مراحل اولیه تنها دندان‌های مولر دوم دیستاله می‌شوند و بقیه دندان‌های موجود در قوس، از مولر اول سمت چپ تا مولر اول سمت راست، حرکت نمی‌کنند و به عنوان سگمان انکورج عمل می‌کنند تا دندان مولر دوم برای اصلاح بُعد قدامی - خلفی به سمت دیستال رانده شود (شکل 6-2).

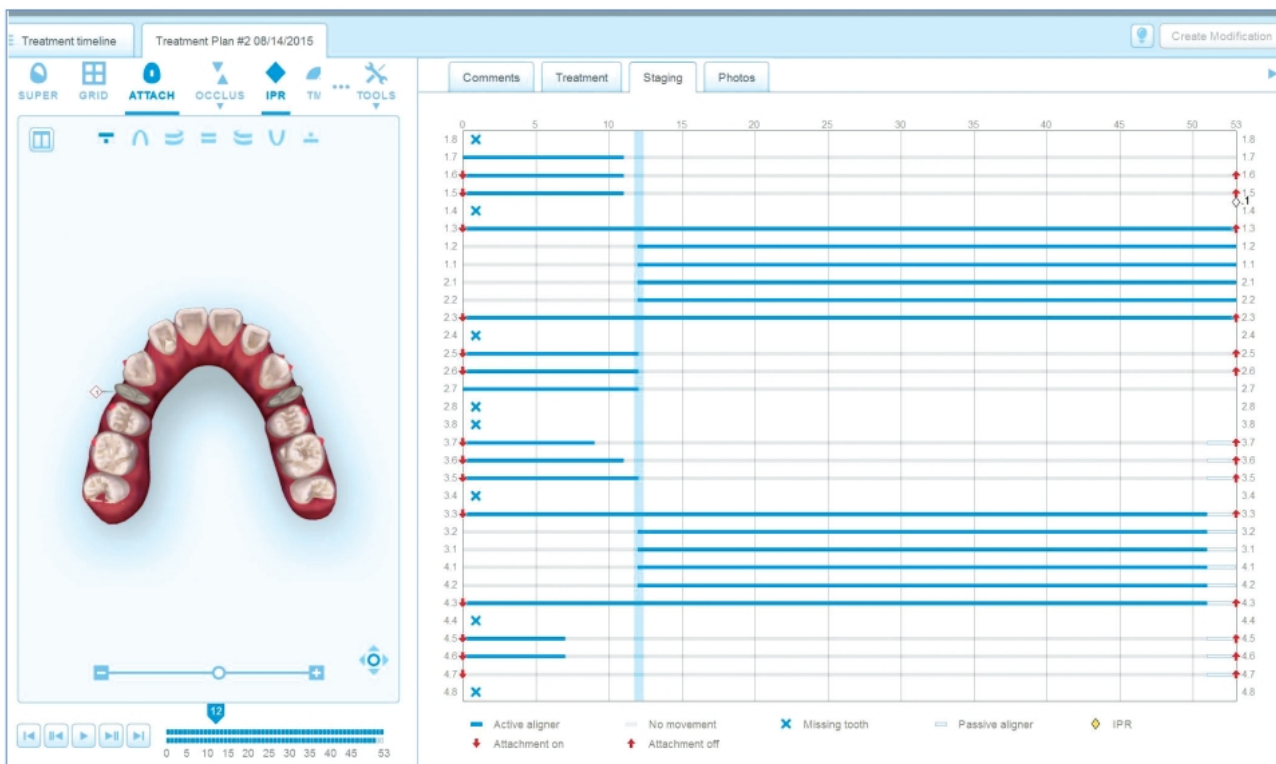
در پروتکل G6 کشیدن پر مولر اول (Align Technology) به منظور ایجاد انکورج ماگزیمم، تنها دندان‌های کانین و دندان‌های خلفی در مراحل ابتدایی درمان حرکت می‌کنند. ثنایا حرکت نمی‌کنند و به عنوان سگمان انکورج قدامی برای دیستالیزه کردن دندان کانین به ناحیه‌ی دندان کشیده شده و بستن فضا، عمل می‌کنند. در مرحله‌ی مشخصی از درمان، توقف حرکت پرمولر دوم و مولرها را خواهیم داشت و این دندان‌ها به عنوان سگمان انکورج خلفی عمل خواهند کرد. در همین زمان کانین‌ها و ثنایا برای بستن فضای باقیمانده به عقب کشیده می‌شوند (شکل 7-2). الگوی انکورج به طور مفصل در فصل 13 مورد بحث قرار خواهد گرفت.

اکستروژن، اینتروژن، inclination ریشه، Torque

برای بستن این بایت قدامی می‌تواند به خوبی با الاینرهای شفاف انجام شود (شکل 9-2).



شکل 6-2. الگوی مرحله بندی برای دیستاله کردن ترتیبی مولرهای ماگزایلا. از مرحله 1 تا 12 تنها مولرهای دوم ماگزایلا حرکت می‌کنند. سایر دندان‌های ماگزایلا از مولر اول تا مولر اول به عنوان واحد انکورجیج عمل می‌کنند.

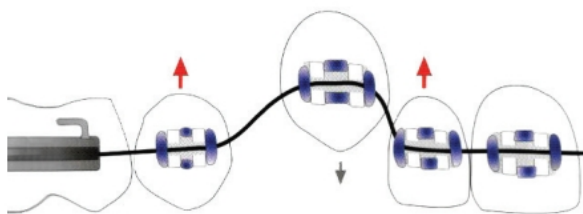


شکل 7-2. الگوی مرحله بندی پروتکل G6 که شامل بستن فضای پرمولر اول کشیده شده است. در مراحل ابتدایی درمان، اینسیزورها حرکت نمی‌کنند و به عنوان واحد انکورجیج عمل می‌کنند تا کائین را به سمت دیستال به درون فضای دندان کشیده شده برانند. بعد از مرحله 14، دندان‌های خلفی دیگر حرکت نخواهند کرد و به عنوان واحد انکورجیج برای رترکشن ادامه دارد کائین و اینسیزورها به منظور بستن فضا عمل می‌کنند.

جدول 2-2. قابلیت‌های دستگاه‌های ثابت در مقایسه با الاینرهای شفاف از نظر اکستروژن، اینتروژن،

تورک (torque) و inclination ریشه

دستگاه‌های ثابت	الاینرهای شفاف	
اکستروژن	تک دندان	سگمان قدامی
اینتروژن	فقط اینتروژن نسبی	کل سگمان‌ها یا اینتروژن انتخابی
تورک	تورک لبیال یا لینگوآل ریشه	تورک لینگوآل ریشه با کمک power ridge
Inclination ریشه	کنترل inclination ریشه با کمک جایگذاری براکت‌ها و خم‌های سیم	کنترل inclination ریشه با اتچمنت‌های optimized و خم‌های gable مجازی



شکل 2-8. با دستگاه‌های ثابت، نیروی اکستروسیو روی دندان کائین، نیروهای اینتروسیو روی دندان‌های مجاور ایجاد می‌کند.



شکل 2-9. اکستروژن ثنایای ماگزینا با اتچمنت‌های optimized اکستروسیو چند دندان برای بستن این بایت قدامی.

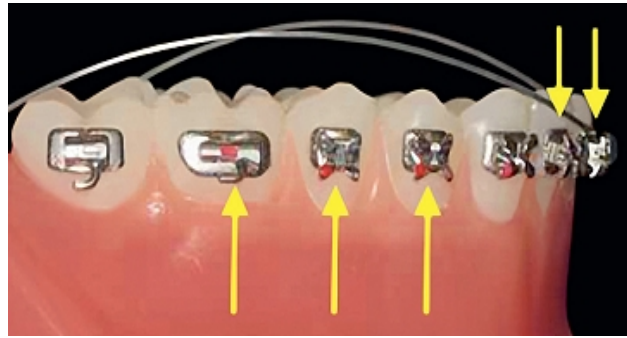
های لثه ای level گردد. بنابراین الاینرهای شفاف کنترل عمودی بسیار خوبی به ما می‌دهد. در شکل 2-11، اینتروژن قدامی به نحوی برنامه‌ریزی شد که کرواسپی در مندیبل level شود و دیپ بایت اصلاح گردد. در شکل 2-12 اینتروژن خلفی به صورتی طراحی شده است که clearance اکلوزال ایجاد کند و رویش بیش از حد دندان‌های خلفی اصلاح شود.

Torque

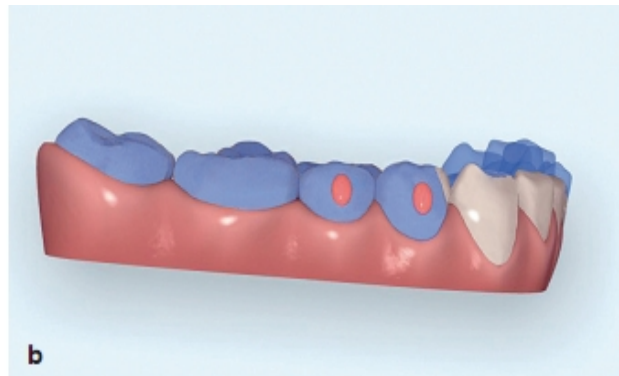
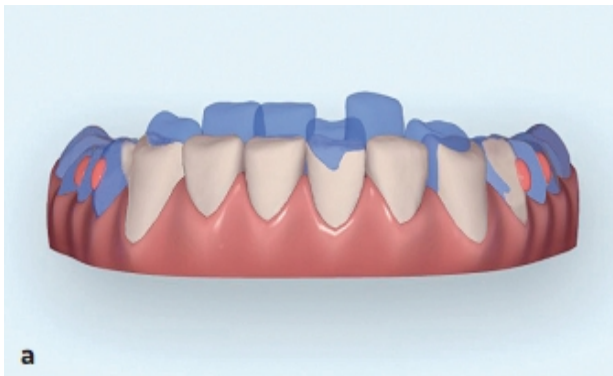
در دستگاه‌های ثابت edgewise Torque در اسلات براکت تعبیه شده است. میزان Torque که بیان می‌شود به سایز آرچ وایر و میزان torque که در براکت تعبیه شده است، بستگی دارد، torque‌های متنوعی برای سیستم‌های متفاوت براکتی در نظر گرفته شده است. بعضی از کلینیسین‌ها بسته به مال اکلون اولیه نسخه‌های Torque متفاوتی برای بیماران مختلف استفاده می‌کنند.

اینتروژن

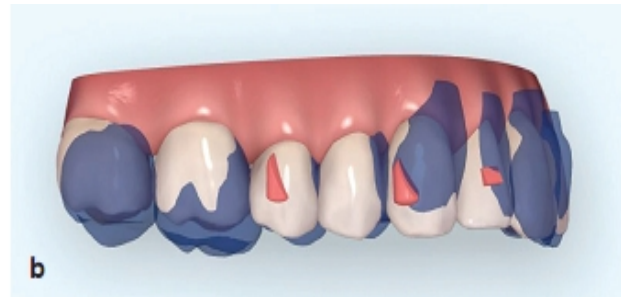
در دستگاه‌های ثابت edgewise، قوس‌های دندانی را از طریق اینتروژن نسبی به وسیله‌ی کرو معکوس (Reverse curve) در آرچ وایرها، level می‌کند (شکل 10-2). هنگامی که دندان‌های قدامی اینتروژد می‌شود، همزمان مقداری اکستروژن در دندان‌های خلفی رخ می‌دهد. به طور جایگزین می‌توان از آرچ وایر بیس اینتروژد کننده ی قطعه ای (Segmental intrusive base arch) با کنترل مناسب انکوریج خلفی به وسیله‌ی lingual arch، transpalatal arch (TPA) یا High-pull headgear در قوس ماگزینا استفاده کرد تا اکستروژن متقابل و نامطلوب سگمان خلفی کنترل شود. در درمان الاینر شفاف، کل سگمان دندان‌ها می‌تواند بطور مطلوبی اینتروژد شود. همچنین اینتروژن انتخابی تک دندان هم می‌تواند برنامه‌ریزی شود به نحوی که cant اکلوزال یا مارجین



شکل 10-2. اینتروژن نسبی با کرو اسپیی معکوس در سیم



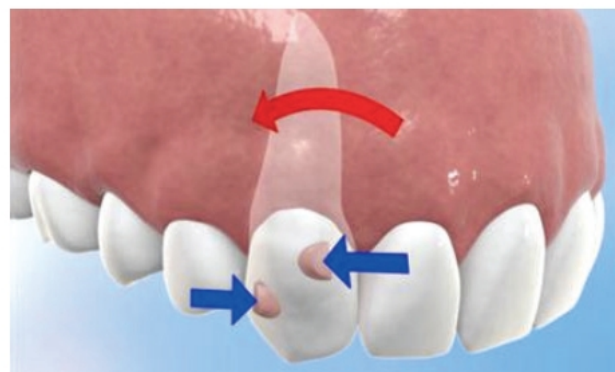
شکل 11-2. (a و b) سوپرایمپوزیشن در برنامه ی نرم افزار اینتروژن قدامی برای level کردن کرو اسپیی را نشان می دهد.



شکل 12-2. (a و b) سوپرایمپوزیشن در برنامه ی نرم افزار اینتروژن خلفی برای ایجاد clearance اکلوژال را نشان می دهد.



شکل 13-2. ویژگی power ridge برای تورک ثنایا روی اینسیزورهای ماگزایلا و مندیبل



شکل 14-2. انچمنت‌های optimized کنترل ریشه برای کنترل inclination ریشه

براکت وجود دارد، زاویه آزادی (Angle of freedom) برای سیم موجود درون براکت ایجاد می‌گردد که به آن play گفته

Torque اضافه با اضافه کردن خم Torqueing به آرچ وایر تأمین می‌شود. اما وقتی که تفاوت سایز بین سیم و اسلات

inclination انسیزورها

در درمان با دستگاه ثابت، ثنایا هنگام مرتب شدن تمایل به پروکلاین شدن دارند، در صورتی که با الاینرهای شفاف، کنترل دقیق inclination انسیزورها می‌تواند صورت پذیرد. همچنین در فرم clinceck prescription یک گزینه وجود دارد که می‌توان انتخاب کرد تا پروکلاین شدن اتفاق نیفتد. موقعیت لبیولینگوال قبل و بعد از درمان ثنایای ماگزبلا و مندیبل می‌تواند با استفاده از ابزار سوپرایمپوزیشن نرم افزار کنترل شود تا از عدم تغییر inclination و موقعیت لبیولینگوال انسیزورها اطمینان حاصل شود.

کنترل عمودی:

در درمان با دستگاه ثابت، اوربایت و اورجت حین مرتب شدن کاهش می‌یابد و ثنایا پروکلاین می‌شوند. این مسئله در مواردی که مال اکلوزن اولیه شامل دیپ بایت است و اورجت زیادی وجود دارد، مطلوب است. اما در مواردی که مال اکلوزن اولیه اوربایت و اورجت حداقل دارد، نامطلوب است. الاینرهای شفاف، کنترل عمودی عالی در مواردی که اوربایت و اورجت حداقل است به ما می‌دهند. پوشاندگی سطح اکلوزال الاینرها روی دندان‌ها و توانایی برنامه ریزی برای مکانیک‌های اینتروسیو در طرح درمان، اجازه ی level و مرتب شدن با کنترل مطلوب بعد عمودی را به ما می‌دهند.

تصحیح میدلاین:

در دستگاه‌های ثابت، معمولاً از کراس الاستیک‌های قدامی داخل دهانی برای تصحیح میدلاین استفاده می‌شود. این مسئله به همکاری بیمار بستگی دارد. استفاده از الاستیک‌ها برای بیمار بسیار چالش برانگیز خواهد بود و زمانی که میدلاین تصحیح نمی‌شود برای کلینیسین دلسرد کننده است.

تصحیح میدلاین با الاینرهای شفاف قابل پیش بینی تر است چون interproximal reduction (IPR) معمولاً در طرح درمان برای تصحیح میدلاین دندان‌های گنجانده می‌شود. اگر میدلاین‌ها در طرح درمان نرم افزار در اکلوزن نهایی تصحیح شد، بسیار محتمل است که در عمل و از نظر تکنیکی هم میدلاین‌ها تصحیح شوند.

می‌شود. این play بین سیم و براکت دلیل بیان torque، کمتر از torque تعبیه شده در سیستم دستگاه ثابت است. الاینرهای شفاف برای ایجاد torque لینگوال ریشه از Power ridge استفاده می‌کنند (شکل 13-2). Torque ثنایا در اکلوزن نهایی بسته به مال اکلوزن اولیه، اکلوزن مطلوب نهایی و ساپورت بافت نرم لب می‌تواند از قبل تعیین شود. زمانی که torque زیادی نیاز نیست، الاینرهای شفاف برای کنترل torque ثنایا بسیار کارآمد هستند. torque بیش از حد در بعضی مواقع نامطلوب است: در مواردی که پروتروژن خفیف ثنایا وجود دارد که بدون کشیدن قابل درمان است، در مواقعی که torque ثنایای ماگزبلا در موارد کشیدن اینسیزور پایین مورد نیاز است و در مواردی که زاویه ی ثنایای پایین و پلن مندیبل بایستی دقیق کنترل شود. همانند دستگاه‌های ثابت، play بین الاینر و دندان‌ها وجود دارد و torque ثنایا از دست خواهد رفت و torque که بیان می‌شود کمتر از torque تعبیه شده خواهد بود. بنابراین در مواردی که کشیدن دندان مورد نیاز است و مقداری از torque ثنایا از دست می‌رود، torque اضافه بایستی در اکلوزن نهایی در نرم افزار تعبیه شود. کنترل زاویه interincisal در فصل 6، مورد بحث قرار می‌گیرد. کنترل Torque ثنایا در مواردی که کشیدن دندان مورد نیاز است در فصل 13 مطرح می‌شود.

inclination ریشه

در دستگاه‌های ثابت edgewise، tip درون اسلات براکت تعبیه می‌شود. اگر به tip بیش‌تری برای اصلاح inclination ریشه نیاز باشد، خم‌های root - tip در آرچ وایر قرار داده می‌شود. در این موارد هم، مقداری play بین اسلات براکت و آرچ وایر وجود دارد و مانع از بیان کامل tip تعبیه شده درون اسلات براکت می‌گردد. در درمان الاینر شفاف، اتچمنت‌های optimized کنترل ریشه برای کنترل inclination ریشه در نظر گرفته شده‌اند. (شکل 14-2) اتچمنت‌های بلند مستطیلی و عمودی هم برای کنترل inclination ریشه مطرح شده‌اند. در موارد کشیدن تک اینسیزور و کشیدن پرمولر و بستن فضای دندانهای کشیده شده، خم‌های gable مجازی برای اطمینان از کنترل inclination ریشه، می‌توانند درخواست داده شوند.

مکانیک‌های درمان:

جدول 2-3 دستگاه‌های ثابت و الاینرهای شفاف را از نظر inclination انسیزور، کنترل عمودی، تصحیح میدلاین و دسبکرپانسی سائز دندان مقایسه می‌کند.

جدول 2-3. قابلیت های دستگاه های ثابت در مقایسه با الاینرهای شفاف از نظر inclination اینسیزور،

کنترل عمودی، تصحیح میدلاین و دیسکریپانسی سائز دندان

دستگاه های ثابت	الاینرهای شفاف	
Inclination ریشه	حین مرتب شدن اینسیزورها تمایل به پروکلاین شدن دارند	کنترل عالی روی inclination ثنایا
کنترل عمودی	با مرتب شدن و پروکلاین شدن ثنایا، اوربایت و اورجت کاهش می یابد.	کنترل عمودی عالی در بیماران با اورجت و اوربایت حداقل
تصحیح میدلاین	وابسته به استفاده از الاستیکها	قابل پیش بینی
دیسکریپانسی سائز دندان	نیاز به محاسبه و تنظیم برای اواسط درمان تا انتهای درمان دارد	با استفاده از نرم افزار clincheck به دقت قابل محاسبه است

دیسکرپانسی سائز دندان:

تصمیم گیری در واقع انتخاب بین یک دستگاه زیبا و یک دستگاه نا زیبا نیست. همچنین انتخاب بین دو نوع ماده پلاستیکی و فلزی نیست. انتخاب بین دو مکانیسم متفاوت برای حرکت دادن دندان‌ها است.

ارتودنטיست‌ها معمولاً به نحوی آموزش داده شدند که واکنش دهنده هستند. به این صورت که تنظیم دستگاه انجام می‌شود و بعد بر اساس پاسخ بیمار به درمان و حرکت دندان، یک تصمیم درمانی در جلسه ی بعد گرفته می‌شود و آرچ وایر تنظیم مجدد می‌گردد. هر تصمیم درمانی، بسته به پاسخ درمان به تنظیم دستگاه ارتودنسی که قبلاً انجام شده، به صورت واکنشی انجام می‌پذیرد.

تکنیک الاینر شفاف نیاز به یک پروتکل منظم و از قبل تعیین شده دارد. قبل از این که هر دندانی حرکت کند، تصحیح مال اکلوزن از طریق یک سری حرکات دندانی که با استفاده از نرم افزار برنامه‌ریزی شده و اکلوزن نهایی که در انتهای درمان در نظر گرفته شده، به تصویر کشیده می‌شود. بنابراین نیاز به تغییر پارادایم در پروسه تفکر و تغییر از ارتودنטיست واکنشی به سمت ارتودنטיست پیش گستر (proactive) وجود دارد.

فهرست منابع:

- Abbate GM, Caria MP, Montanari P, et al. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances. *J Orofac Orthop* 2015;76:240–250.
- Archambault A, Lacoursiere R, Badawi H, Major PW, Carey J, Flores-Mir C. Torque expression in stainless steel orthodontic brackets. A systematic review. *Angle Orthod* 2010;80:201–210.
- Baccetti T, Franchi L, Camporesi M, Defraia E. Orthodontic

نتیجه گیری:

تفاوت‌هایی در مکانیسم حرکت دندان با دستگاه ثابت edgewise و الاینر شفاف وجود دارد که در این فصل به آن پرداخته شد. این فصل به کلینسین در مورد چگونگی استفاده از اصول ارتودنسی در تکنیک الاینر شفاف ایده می‌دهد. در زمان تصمیم گیری برای این که چه دستگاه ارتودنسی مناسب ترین گزینه برای اصلاح مال اکلوزن است، بایستی توجه شد که

- derotation, and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:728–736 [erratum 2014;146:411].
- Soncini M, Pietrabissa R. Quantitative approach for the prediction of tooth movement during orthodontic treatment. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2002;5:361–368.
- forces released by low-friction versus conventional systems during alignment of apically or buccally malposed teeth. *Eur J Orthod* 2011;33:50–54.
- Baldwin DK, King G, Ramsay DS, Huang G, Bollen AM. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 3: Premolar extraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:837–845.
- Buschang PH, Shaw SG, Ross M, Crosby D, Campbell PM. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthod* 2014; 84:391–396.
- Cai Y, He B, Yang X, Yao J. Optimization of configuration of attachment in tooth translation with transparent tooth correction by appropriate moment-to-force ratios: Biomechanical analysis. *Biomed Mater Eng* 2015; 26(suppl 1):S507–S517.
- Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:292–298.
- Gomez JP, Peña FM, Martínez V, Giraldo DC, Cardona CI. Initial force systems during bodily tooth movement with plastic aligners and composite attachments: A three-dimensional finite element analysis. *Angle Orthod* 2015;85:454–460.
- Isaacson RJ, Lindauer SJ, Davidovitch M. On tooth movement. *Angle Orthod* 1993;63:305–309.
- Kassas W, Al-Jewair T, Preston CB, Tabbaa S. Assessment of Invisalign treatment outcomes using the ABO Model Grading System. *J World Fed Orthod* 2013;2:e61–e64.
- Kusy RP, Whitley JQ. Resistance to sliding of orthodontic appliances in the dry and wet states: Influence of archwire alloy, interbracket distance, and bracket engagement. *J Biomed Mater Res* 2000;52:797–811.
- Levrini L, Mangano A, Montanari P, Margherini S, Caprioglio A, Abbate GM. Periodontal health status in patients treated with the Invisalign® system and fixed orthodontic appliances: A 3 months clinical and microbiological evaluation. *Eur J Dent* 2015;9:404–410.
- Li W, Wang S, Zhang Y. The effectiveness of the Invisalign appliance in extraction cases using the ABO model grading system: A multicenter randomized controlled trial. *Int J Clin Exp Med* 2015;8:8276–8282.
- Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:276–277.
- Shalish M, Cooper-Kazaz R, Ivgi I, et al. Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: A comparison between labial, lingual, and Invisalign. *Eur J Orthod* 2012;314:724–730.
- Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar

فصل ۳

انتخاب بیمار برای درمان الاینر شفاف

در این فصل

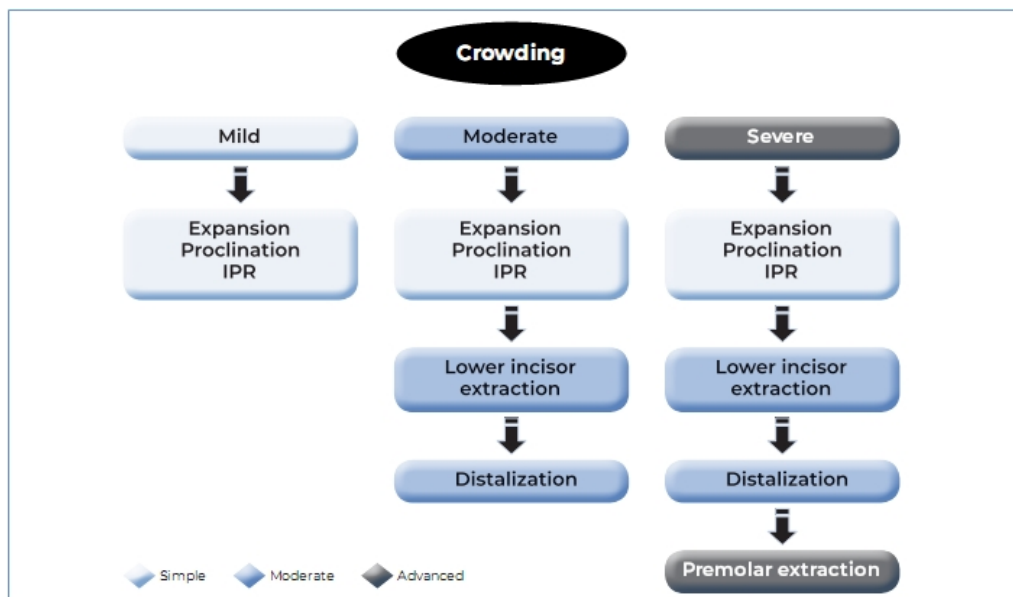
– دیسکروپانسی های طول قوس

– دیسکروپانسی های عمودی

– دیسکروپانسی های عرضی

– دیسکروپانسی های قدامی – خلفی

– اندیکاسیون های درمان الاینر شفاف



شکل 1-3. تکنیک های مختلف رفع کرو دینگ و درجه ی دشواری آن ها

برای رفع نامنظمی متوسط ممکن است نیاز باشد یک انسیزور مندبیل کشیده شود و یا دیستاله کردن علاوه بر گسترش قوس، پروکلاین کردن دندان یا IPR لازم باشد. برای نامنظمی شدید ممکن است کشیدن پرمولر علاوه بر موارد بالا لازم باشد (شکل 1-3).

این گزینه های درمانی از ساده تا پیچیده بسته به میزان دشواری مورد، مطرح می شود. همان طور که شکل 1-3 نشان می دهد، تصحیح نامنظمی خفیف می تواند ساده باشد اما همچنان که شدت نامنظمی بیش تر می شود، درجه سختی درمان بیمار هم بیش تر خواهد شد. درمان با کشیدن پرمولر، یک بیمار پیش رفته برای درمان با الاینرهای شفاف محسوب می شود. جهت اطلاعات بیش تر در مورد اصلاح کرو دینگ به فصل 7 مراجعه کنید.

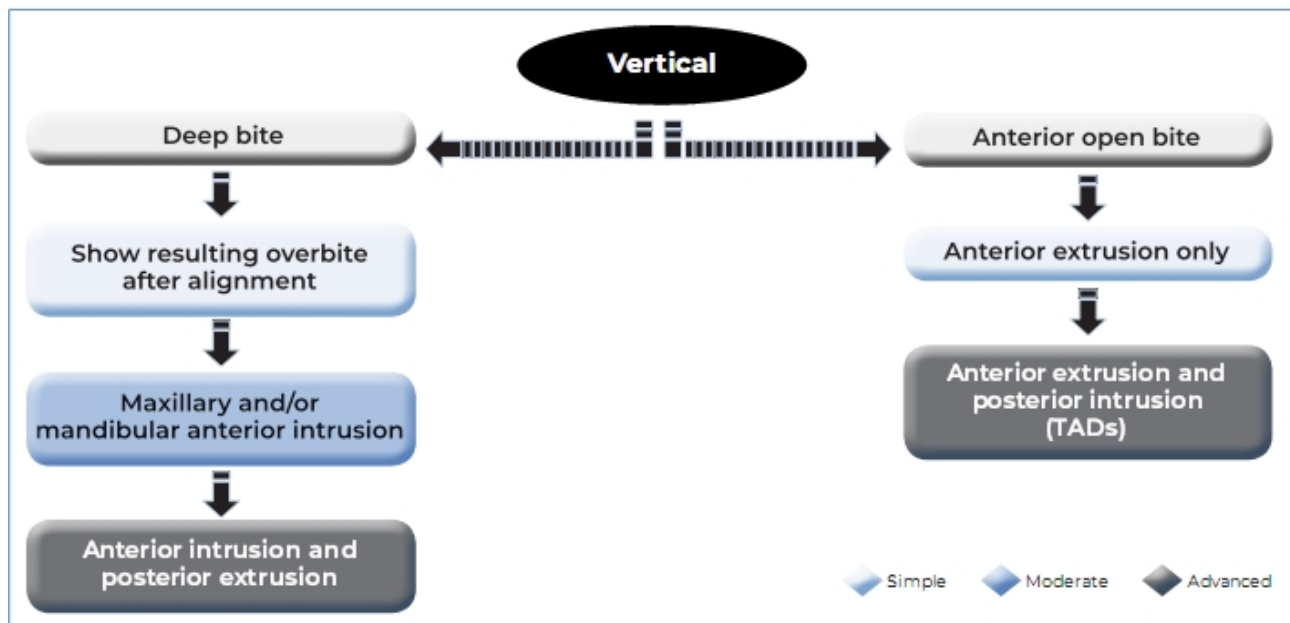
دیسکروپانسی های عمودی

درمان اکلوزن های دیپ بایت، 3 گزینه برای اصلاح در نرم افزار تعبیه شده است. زمانی که ثنایای ماگزایلا و مندبیل خیلی upright یا رتروکلاین هستند، گزینه ی *show resulting overbite after alignment* در فرم *prescription* نرم افزار را می توان انتخاب کرد. هنگامی که دندان ها برای مرتب شدن، پروکلاین می شوند، اینترروژن نسبی اتفاق می افتد و همپوشانی دندان ها کاهش می یابد و منجر به تصحیح دیپ بایت می شود. دیپ بایت همچنین می تواند با اینترروژن انسیزورهای ماگزایلا و مندبیل درمان شود.

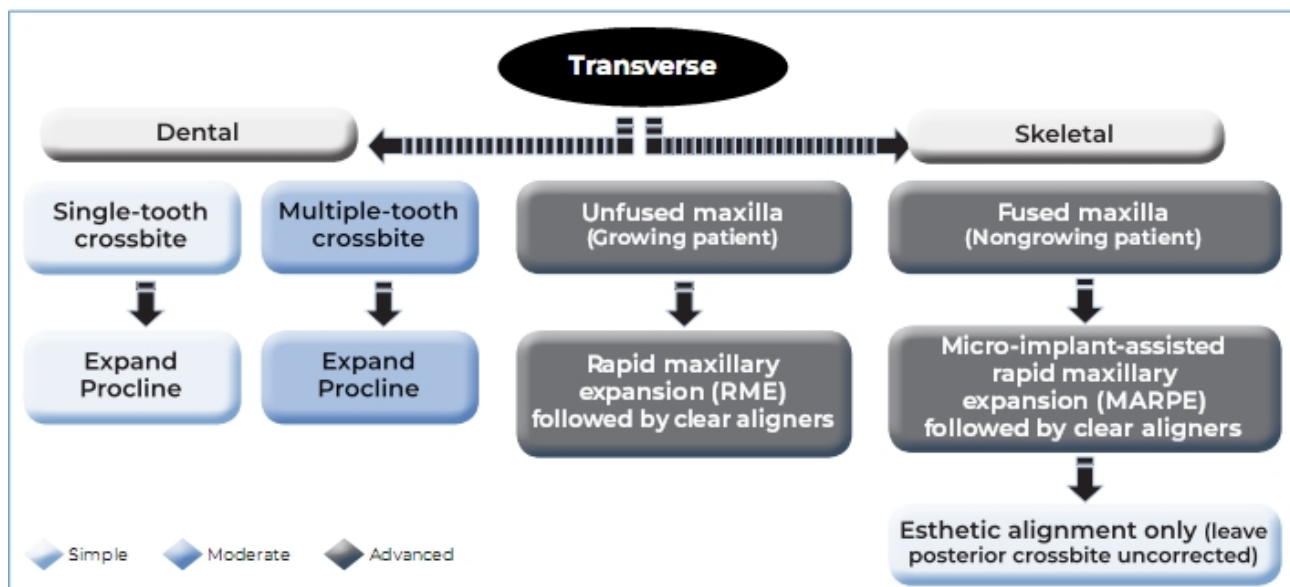
انتخاب بیمار یکی از فاکتورهای مهم برای درمان موفق با الاینرهای شفاف است. برای دستیابی به نتایج خوب، پزشک بایستی بیمار را انتخاب کند و از تجربه استفاده از الاینرهای شفاف، استفاده کند. مشابه سایر دستگاه ها و تکنیک های ارتودنسی، کلینیسین باید دامنه مال اکلوزن هایی را که با الاینرهای شفاف درمان می کند، رفته رفته با افزایش تجربه و مهارت خود در این تکنیک، گسترش دهد. پزشکانی که تجربه ی کمتری در استفاده از الاینرهای شفاف دارند بایستی با انتخاب موارد ساده درمان خود را آغاز کنند و به تدریج با انتخاب مواردی که سختی متوسط دارند، تجربه پیدا کنند. بعد از این که تعداد زیادی بیمار را به طور موفق درمان کردند، می توانند درمان مواردی که سختی زیاد دارند را آغاز کنند. برای ارزیابی دشواری، بهتر است که به طور سیستماتیک، لیست مشکلات بیمار در ابعاد مختلف، دیسکروپانسی های طول قوس، دیسکروپانسی های عمودی، دیسکروپانسی های عرضی و دیسکروپانسی های قدامی خلفی تهیه شود.

دیسکروپانسی های طول قوس

دیسکروپانسی های طول قوس منجر به یک کرو دینگ (نامنظمی) یا افتادن فضا بین دندان ها می شوند. نامنظمی خفیف را می تواند با استفاده از راه های بدون کشیدن مانند گسترش قوس (expansion)، پروکلاین کردن دندان ها یا *interproximal reduction (IPR)* تصحیح کرد. در فرم *clincheck prescription*، کلینیسین بایستی مشخص کند که کدامیک از این روش های رفع کرو دینگ در اولویت قرار دارد.



شکل 2-3. تکنیک هایی برای درمان دیسکروپانسی های عمودی و درجه دشواری آنها



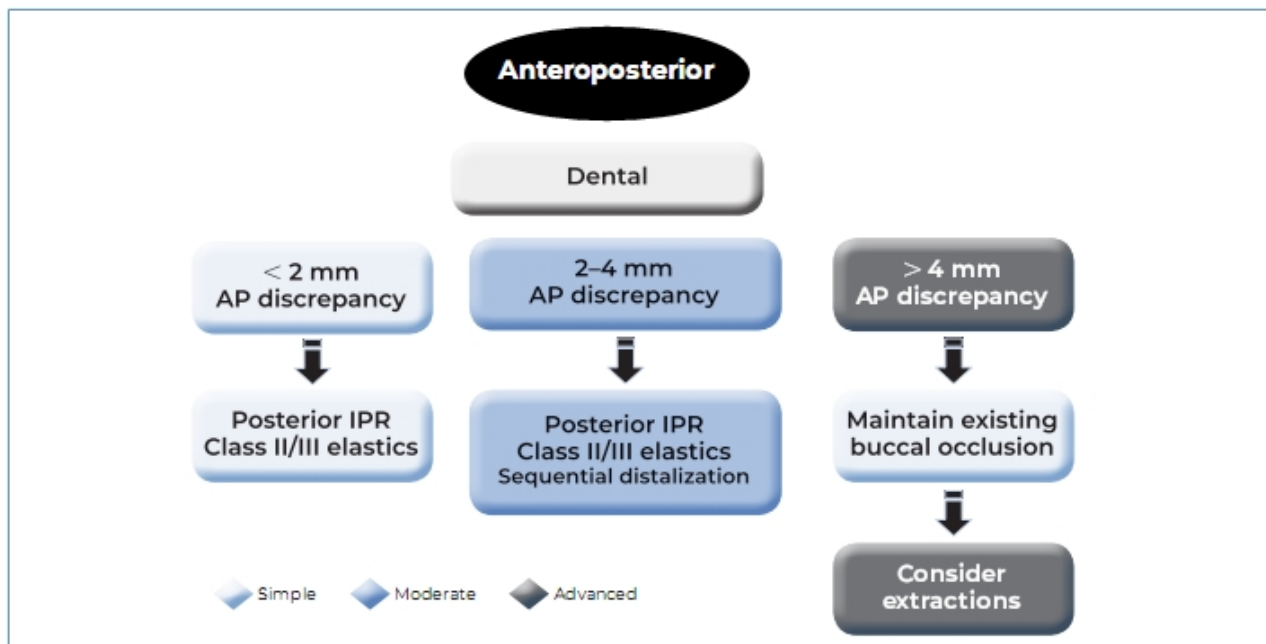
شکل 3-3. تکنیک هایی برای درمان دیسکروپانسی های عرضی و درجه دشواری آنها

ترتیب درمان دیپ بایت و اپن بایت قدامی را مورد بحث قرار می دهد.

دیسکروپانسی عرضی

دیسکروپانسی عرضی می تواند منشأ اسکلتی یا دندانی داشته باشد. وقتی تنها یک دندان در کراس بایت قرار دارد برای درمان با الاینرهای شفاف یک مورد ساده محسوب می شود و می توان آن را با گسترش خفیف قوس یا پروکلاین کردن تصحیح کرد. (شکل 3-3) الاینرها می توانند به عنوان بایت پلن عمل کنند و دندان ها را disocclude و تداخلات اکلوزالی را حذف کنند و از این طریق به اصلاح کراس بایت کمک کنند.

در نهایت ترکیبی از اینتروژن قدامی و اکستروژن خلفی می تواند در نظر گرفته شود. این موارد از نظر سختی می تواند طیفی از ساده تا پیشرفته را دربرگیرند (شکل 2-3). در مال اکلوزن های اپن بایت، اپن بایت قدامی می تواند با اکستروژن قدامی با یا بدون اینتروژن همزمان دندان های خلفی بسته شود. اینتروژن خلفی خفیف قابل پیش بینی خواهد بود اما اینتروژن خلفی بیش از 1mm ممکن است به انکوریج اضافه با Temporary Anchorage Device (TAD) در استخوان بازال نیاز داشته باشد. پیچیدگی مورد با شدت اپن بایت قدامی و دیسکروپانسی اسکلتی عمودی افزایش می یابد (شکل 2-3) فصل 8 و 9 به



شکل 4-3. تکنیک هایی برای درمان دیسکروپانسی های قدامی-خلفی با منشأ دندانی و درجه دشواری آنها

گرفته شود. درجه سختی درمان این موارد با افزایش میزان دیسکروپانسی قدامی-خلفی افزایش می یابد.

اسکلتی: زمانی که دیسکروپانسی قدامی-خلفی ناشی از دیسکروپانسی اسکلتی زمینه ای است، دیسکروپانسی اسکلتی در بیماران در حال رشد باید با درمان تحریک رشدی انجام شود (شکل 5-3) در الگوهای اسکلتی کلاس II، روش های تحریک رشدی مرسوم در ارتودنسی شامل دستگاه های فانکشنال، هدگیر یا دستگاه های فانکشنال ثابت می باشد.

وقتی که الگوی اسکلتی به کلاس I تصحیح شد، الاینرهای شفاف می توانند در مرحله ی دوم درمان برای مرتب کردن دندانها استفاده شوند. ابداعات جدید در تکنولوژی الاینر شفاف منجر به استفاده از الاینرهای شفاف به جای دستگاه های فانکشنال مرسوم در موارد رتروگناتیسیم مندیبل شده است. الاینرهای شفاف با جزء جلو برنده ی مندیبل (Mandibular adrancerent feature) هم اکنون برای اصلاح مال اکلوزن اسکلتی کلاس II در بیماران در حال رشد با رتروگناتیسیم مندیبل قابل استفاده است. بعد از این که الگوی اسکلتی تصحیح شد، الاینرهایی بدون جزء جلو برنده ی مندیبل استفاده می شوند تا درمان تکمیل گردد.

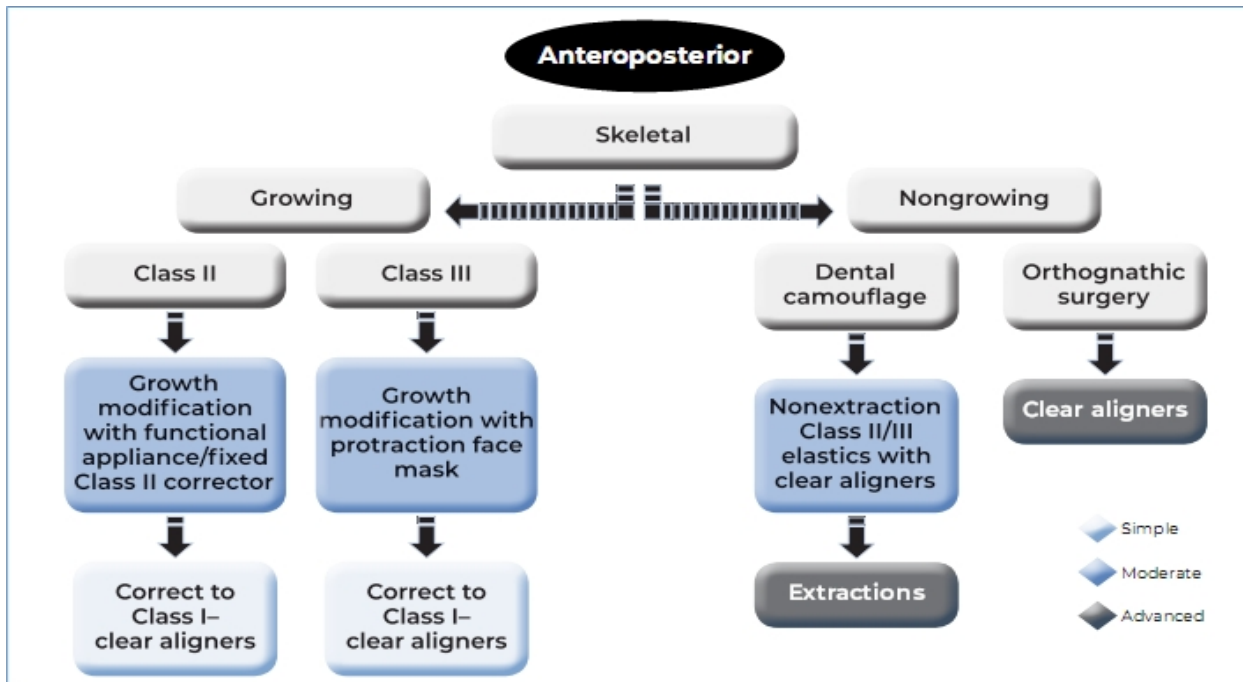
در الگوهای اسکلتی کلاس III با رتروژن ماگزایلا، تحریک رشدی بایستی همراه با RME و پروترکشن با دستگاه فیس ماسک انجام پذیرد.

اگر چند دندان در کراس بایت باشند این مسئله چالش برانگیزتر است (شکل 3-3). گسترش خلف قوس با الاینرها تا حدود 2 mm یا کمتر در هر کوادرانت قابل پیش بینی است. درمان کمکی با کراس الاستیک ها برای کمک به گسترش خلفی ممکن است نیاز شود. در کراس بایت با منشأ اسکلتی، بایستی rapid maxillary expansion (RME) برای اصلاح کراس بایت قبل از درمان با الاینر شفاف در نظر گرفته شود.

دیسکروپانسی قدامی - خلفی

دندانی: دیسکروپانسی قدامی - خلفی که در اکلوزن باکال نمود پیدا می کند می تواند با IPR، استفاده از الاستیک های داخل دهانی یا دیستاله کردن ترتیبی دندان های خلفی تصحیح شود. تصحیح قدامی-خلفی سمت باکال با حرکات دندانی برای الگوهای کلاس I اسکلتی یا زمانی که دیسکروپانسی اسکلتی خیلی خفیف وجود دارد و در عین حال دیسکروپانسی قدامی-خلفی با منشأ دندانی وجود دارد، کاربرد دارد.

اگر دیسکروپانسی 2 mm یا کمتر باشد (half cusp یا کمتر) می تواند با IPR و یا استفاده از الاستیک های داخلی دهانی تصحیح شود. اگر دیسکروپانسی 2-4 mm (half cusp تا full cusp) باشد، ترکیبی از IPR، استفاده از الاستیک و دیستاله کردن ترتیبی ممکن است لازم شود. اگر دیسکروپانسی 4 mm یا بیش تر باشد (full cusp)، بایستی اکلوزن سمت باکال به همین صورت باقی بماند یا کشیدن جهت اصلاح مال اکلوزن در نظر



شکل 5-3. تکنیک های درمان دیسکروپانسی های قدامی-خلفی با منشا اسکلتی و دشواری آن ها

BOX 3-1 Indications for clear aligner treatment

- Class I spacing with minor/moderate crowding and existing good buccal occlusion
- Half-cusp Class II with minor crowding
- Class III with minimal overbite/overjet nonextraction cases
- Deep bite
- Anterior open bite
- Lower incisor extraction
- Premolar extractions with minor crowding
- Orthognathic surgery

اندیکاسیون های درمان الاینرهای شفاف

با کس 1-3 گستره‌ی وسیعی از مال اکلوزن‌ها را که به‌طور قابل پیش‌بینی می‌توانند با الاینرهای شفاف درمان شوند، نشان می‌دهد. در مال اکلوزن‌های انتخابی، درمان با الاینرهای شفاف با کارایی بیشتر، به‌طور قابل پیش‌بینی‌تر و با کنترل عمودی بهتری نسبت به دستگاه‌های edgewise ثابت به انجام می‌رسد. همانند سایر دستگاه‌های ارتودنسی، درجه‌ی سختی به نسبت شدت مال اکلوزن افزایش می‌یابد. کلینیسین‌های بسیار باتجربه از الاینرهای شفاف برای درمان موارد پیچیده که در این جدول به آن‌ها اشاره نشده هم استفاده می‌کنند. درک صحیح از بیومکانیک تکنیک الاینر شفاف به همراه توانایی طرح درمان دیجیتال و پروتکل درمانی مناسب منجر به یک درمان موفق با الاینر شفاف خواهد شد.

بعد از این که الگوی اسکلتی تصحیح شد، از الاینرهای شفاف در مرحله‌ی دوم درمان برای مرتب کردن دندان‌ها استفاده می‌شود. در بیمارانی که رشد آن‌ها به اتمام رسیده است و دیسکروپانسی اسکلتی خفیف دارند، درمان استتاری (camouflage) با استفاده از الاستیک‌ها یا کشیدن پرمولر می‌تواند انجام شود. مواردی که شامل کشیدن دندان پر مولر می‌شود از نوع درمان‌های پیشرفته محسوب می‌شود و نیاز به کلینیسین باتجربه دارد. در بیماران بدون رشد با دیسکروپانسی شدید اسکلتی که در دامنه‌ی درمان استتاری قرار نمی‌گیرند، از جراحی ارتوگناتیک برای تصحیح مشکل اسکلتی زمینه‌ای استفاده می‌شود (شکل 5-3). فصل 10 و 11 به ترتیب به درمان مال اکلوزن‌های کلاس II و III اختصاص یافته است.

- meta-analysis [epub ahead of print 28 September 2017]. *Int J Oral Maxillofac Surg* doi:10.1016/j.ijom.2017.09.003.
- Ravera S, Castroflrio T, Garino F, Daher S, Cugliari G, Deregibus A. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: A multicenter retrospective study. *Prog Orthod* 2016;17:12.
- Rossini G, Parrini S, Castroflrio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod* 2015;85:881–889.
- Smyth RSD, Ryan FS. Early treatment of Class III malocclusion with facemask. *Evid Based Dent* 2017;18:107–108.
- Westwood PV, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:306–320.
- Baek MS, Choi YJ, Yu HS, Lee KJ, Kwak J, Park YC. Longterm stability of anterior open-bite treatment by intrusion of maxillary posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:396.e1–396.e9.
- Best AD, Shroff B, Carrico CK, Lindauer SJ. Treatment management between orthodontists and general practitioners performing clear aligner therapy. *Angle Orthod* 2017;87:432–439.
- Clark WJ. *Twin Block Functional Therapy: Applications in Dentofacial Orthopedics*, ed 3. New Delhi, India: Jaypee Brothers, 2015.
- de Almeida-Pedrin RR, Henriques JF, de Almeida RR, de Almeida MR, McNamara JA Jr. Effects of the pendulum appliance, cervical headgear, and 2 premolar extractions followed by fixed appliances in patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:833–842.
- Duncan LO, Piedade L, Lekic M, Cunha RS, Wiltshire WA. Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction. *Angle Orthod* 2016; 86:577–583.
- Hellak A, Schmidt N, Schauseil M, Stein S, Drechsler T, Korbmacher-Steiner HM. Influence of Invisalign treatment with interproximal enamel reduction (IER) on bone volume for adult crowding: A retrospective three-dimensional cone beam computed tomography study. *BMC Oral Health* 2016;16:83.
- Herzog C, Konstantonis D, Konstantoni N, Eliades T. Archwidth changes in extraction vs nonextraction treatments in matched Class I borderline malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:735–743.
- Houle JP, Piedade L, Todescan R Jr, Pinheiro FH. The predictability of transverse changes with Invisalign. *Angle Orthod* 2017;87:19–24.
- Janson G, Brambilla Ada C, Henriques JF, de Freitas MR, Neves LS. Class II treatment success rate in 2- and 4-premolar extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:472–479.
- Mills CM, McCulloch KJ. Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the twin block appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:24–33.
- Mills CM, McCulloch KJ. Treatment effects of the twin block appliance: A cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:15–24.
- Proffi WR, Sarver DM, Ackerman JL. Orthodontic diagnosis: The problem-oriented approach. In: Proffi WR, Fields H, Sarver DM (eds). *Contemporary Orthodontics*, ed 5. St Louis: Mosby, 2012:150–219.
- Raposo R, Peleteiro B, Paço M, Pinho T. Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in Class II malocclusion: A systematic review and

فصل ۴

طراحی با استفاده از نرم افزار *clincheck*

در این فصل

– پیدایش طراحی نرم افزار و اتچمنت ها

– اتچمنت ها

– مرور برنامه *clincheck*

– راهنمایی هایی جهت ارتباط با تکنسین

– مرحله بندی حرکات دندانی در نرم افزار *clincheck*

– قابل پیش بینی کردن حرکات دندانی دشوار از نظر کلینیکی

– ارائه بیمار

اتچمنت های معمولی (conventional) به عنوان دسته (Handle) عمل می کردند و منجر به افزایش engagement الاینر برای حرکت دندان یا کنترل inclination ریشه می شدند. در تکنولوژی کنونی الاینرهای شفاف، الگوریتم های پیچیده ی نرم افزار، توالی حرکات دندانی را برنامه ریزی می کنند که به آن مرحله بندی (staging) می گویند. این الگوریتم ها همچنین اکلوزن نهایی را با توجه به اهداف درمانی که به تفصیل در فرم prescription توسط کلینسین مشخص شده، تنظیم می کند.

اتچمنت ها تکامل قابل ملاحظه ای پیدا کردند. طراحی اتچمنت در حال حاضر به فاکتورهای مختلفی بستگی دارد از جمله نوع حرکت دندانی مورد نیاز، میزان نیروی بیولوژیکی جهت انجام این حرکت روی دندان های خاص (بسته به مورفولوژی و فرم ریشه)، و نیرویی که توسط الاستیسیته ماده ی الاینر شفاف برای حرکت دندانی اعمال می شود. این اتچمنت ها را به عنوان اتچمنت های optimized می شناسند. شکل optimized اتچمنت ها توسط الگوریتم کامپیوتری تعریف می شود و به صورت اتومات توسط نرم افزار در مواقعی که حرکت یک دندان از حد آستانه ی حرکات دندانی عبور می کند، قرار داده می شوند. در گذشته، کلینسین با استفاده از دستورات و اعمال نظرهای کتبی با تکنسین نرم افزار جهت طرح درمان و موقعیت مطلوب دندان ها، مکاتبه می کرد. در ورژن جدید نرم افزار clincheck Pro software، قسمت کنترل 3 بعدی (3D controls) به کلینسین اجازه می دهد که موقعیت تک تک دندان ها را تغییر دهد، اتچمنت های معمولی و precision cut را اضافه یا حذف کند و میزان IPR را تنظیم کند. کلینسین همچنین می تواند تماس های اکلوزالی را ارزیابی کند و تغییرات را در اکلوزن نهایی اعمال کند.

ابداعات آینده در طراحی نرم افزار به کلینسین این مکان را می دهد که بیماران پیچیده تر را با الاینرهای شفاف درمان کند. قدرت طرح درمان دیجیتال به همراه توانایی تعیین و طراحی اکلوزن نهایی، مسیر آینده برای رشته ی ارتودنسی است.

اتچمنت ها:

اصول engagement الاینر این است که ماده ی الاینر دور تا دور دندان ها را در بر می گیرد. اگر دندان کاملاً در قالبگیری معمولی یا دیجیتالی ثبت شده باشد، ماده ی الاینر می تواند اکلوزال، باکال، لینگوال، مزیال و دیستال دندان را ببوشاند و آن را در بر گیرد و منجر به حرکت دندان شود. یک اشتباه رایج این است که تصور کنیم اتچمنت ها به مانند براکت ها عمل می کنند

پیدایش طراحی نرم افزار و اتچمنت ها:

Clincheck نرم افزاری مختص شرکت Align Technology است که حرکات دندانی را در جهت اکلوزن نهایی، شبیه سازی می کند. این برنامه یک ابزار قدرتمند برای طرح درمان دیجیتال است که با استفاده از آن کلینسین می تواند ترتیب حرکات دندانی، موقعیت نهایی دندان ها و اکلوزن نهایی را مشخص کند.

در درمان با دستگاه های ثابت رایج تنظیم دستگاه در هر جلسه، برای حرکت دندانی به سمت هدف نهایی درمان، انجام می شود. هر تصمیم درمانی بر اساس پاسخ به حرکت دندان، که با تغییر دادن دستگاه در جلسه ی قبل به دست آمده، انجام می شود. مجموعه ای از تنظیمات در هر جلسه انجام می گردد تا اکلوزن نهایی حاصل شود.

الاینرهای شفاف این اجازه را به کلینسین می دهند که ترتیب حرکات دندانی را به سمت اکلوزن نهایی با استفاده از نرم افزار به صورت دیجیتال طرح ریزی و مشخص کند. این کار قبل از این که هرگونه حرکتی در دندان ها اتفاق بیفتد، انجام می شود. این مسئله نیاز به تغییر پارادایم فکری کلینسین دارد و بایستی کلینسین انتهای درمان را از ابتدا در ذهن خود بیاورد. با استفاده از طرح درمان دیجیتال می توان گزینه های مختلف درمانی را در نرم افزار پیاده کرد (مثلاً طرح درمان کشیدن در مقایسه با طرح درمان بدون کشیدن، باز نگه داشتن فضا در مقایسه با بستن فضا، طرح درمان جراحی در مقایسه با طرح درمان بدون جراحی). هر انتخاب درمانی از نظر طول دوره درمان، درجه ی سختی حرکات دندانی و نتیجه ی درمان به تصویر کشیده می شود. کلینسین و بیمار می توانند گزینه ای را انتخاب کنند که به بهترین نحو اهداف درمانی بیمار را برآورده کند. همچنین، توانایی نشان دادن نتیجه ی نهایی درمان در طرح درمان های ارتودنسی - ترمیمی که نیاز به هماهنگی های بین رشته ای دارد، بسیار با ارزش است.

در آغازین روزهای تکنولوژی الاینر شفاف در حدود 20 سال پیش، اکثر کلینسین ها تصویری که از الاینرهای شفاف داشتند این بود که آن ها تنها توانایی انجام حرکات ساده دندانی را که نیازمند interproximal reduction (IPR) هستند، دارند و می توانند کروودینگ را اصلاح و دندان ها را مرتب کنند. تنها اتچمنت های موجود، بیضوی شکل بودند و عمدتاً برای اهداف انکورجی استفاده می شدند. در نهایت تکنولوژی به سمتی پیش رفت که شامل اتچمنت های مستطیلی شد که می توانستند به صورت عمودی یا افقی قرار داده شوند. این

و الاینرها همانند سیم رفتار می‌کنند و بنابراین هر یک از دندان‌ها برای engagement و حرکت توسط الاینر نیاز به اتچمنت دارد.

جدول 1-4. اتچمنت‌های معمولی و optimized		
مثال	سایز و موقعیت پیش فرض	وضعیت
	اتچمنت‌های کنترل ریشه optimized: روی دندان لترال، یک اتچمنت باکال و حداکثر دو نقطه فشار در صورت لزوم	کنترل ریشه سانترال و لترال ماگزایلا
	اتچمنت‌های کنترل ریشه optimized: روی پرمولرها، دو اتچمنت باکال (اگر فضا اجازه دهد) یا یک اتچمنت و یک نقطه فشار	کنترل ریشه کانین ها و پرمولرها
	مجموعه ی مولتی پلن optimized: یک اتچمنت optimized روی باکال و یک نقطه فشار روی روی لینگوال (در صورت لزوم)	حرکت لترال ماگزایلا در چند پلن فضایی
	اتچمنت‌های optimized اکستروژن	چرخش کانین ها و پرمولرها
	اتچمنت‌های optimized چرخش	اکستروژن تک دندانی و چند دندانی
	اتچمنت‌های کنترل ریشه optimized روی کانین و اتچمنت‌های مستطیلی عمودی یک میلیمتری روی دو دندان دیستال	بستن فضای پرمولر کشیده شده
	اتچمنت‌های مستطیلی عمودی یک میلیمتری روی دو دندان مجاور ناحیه	بستن فضای انسیزور مندیبل کشیده شده
	اتچمنت‌های افقی یک میلیمتری با bevel اکلوزالی که در دوطرف، روی پرمولرهای اول قرار داده می شود (یک عدد در هر کوادرنانت)	اینترژن قدامی بدون چرخش پرمولر
	اتچمنت‌های افقی یک میلیمتری با bevel اکلوزالی: اتچمنت‌های optimized روی پرمولرهایی که نیاز به چرخش دارند؛ اگر هر دو پرمولر در حال چرخش هستند نیازی به اتچمنتی برای گیر (retention) نیست.	اینترژن قدامی با چرخش پرمولر

engagement اضافه ی الاینر با استفاده از اتچمنت‌ها است. مطالعات نشان می دهد که اتچمنت‌ها برای اینکه که بعضی از انواع حرکات دندانی به طور کامل اتفاق بیفتند مورد نیاز هستند. اتچمنت ها به دو دسته تقسیم بندی می‌شوند: (1) اتچمنت‌های معمولی (conventional) (2) اتچمنت‌های optimized. جدول 1-4 اندیکاسیون انواع اتچمنت‌های موجود را نشان می‌دهد.

دندان‌ها برای حرکت نیازی به اتچمنت ندارند. اما اتچمنت‌ها به دلایل متنوعی مورد نیاز هستند. انواع مشخصی از حرکات دندانی (مانند اینترژن) به انکورج در قسمت‌های مختلف قوس دندانی نیاز دارند. حرکات دندانی دیگر مانند translation برای نگهداری inclination ریشه نیاز به کنترل ریشه دارند. برای چرخش دندان‌ها با مورفولوژی تاج دایره‌ای (مانند پرمولرها) برای کمک به حرکات دندانی نیاز به

این کار به دو صورت انجام می‌شود: با درخواست کتبی به تکنسین نرم افزار یا با استفاده از گزینه‌ی “drag & drop” در قسمت کنترل‌های 3 بعدی. 3 دسته از اتچمنت‌های معمولی وجود دارد:

قسمت ژئژیوال دارای bevel است، استفاده می‌شود. برای اینترورژن بایستی از اتچمنت افقی استفاده شود که در سطح اکلوزال دارای bevel است.

اتچمنت‌های optimized

این اتچمنت‌ها زمانی که آستانه‌های مشخصی از حرکات دندانی توسط نرم افزار شناسایی می‌شوند به صورت خودکار قرار داده می‌شوند. این اتچمنت‌ها برای کنترل point of application، جهت نیرو و مقدار نیرو طراحی شدند که این مقادیر برای هر دندان منحصر به فرد است. تمام اتچمنت‌های optimized یک سطح فعال دارند که بسته به مورفولوژی منحصر به فرد هر دندان، متفاوت دارد. الاینر به نحوی طراحی می‌شود که زاویه حاده تری نسبت به سطح فعال اتچمنت داشته باشد تا باعث شود نیرو به سطح فعال وارد شود و دندان‌ها در جهت مطلوب حرکت کنند. بنابراین اندازه‌ی اتچمنت روی دندان نسبت به اندازه‌ی فضایی که برای آن روی الاینر تعبیه شده است متفاوت است. به همین دلیل، اگر در طول درمان نیاز بود که یک اتچمنت optimized مجدد جایگذاری شود باید از template اولیه اتچمنت استفاده شود یا از یک template جایگذاری مجدد اتچمنت استفاده شود. نبایستی از آخرین الاینر برای باند مجدد اتچمنت استفاده کرد. مادامی که تکنولوژی الاینر شفاف رو به تکامل است و ابداعات جدید در حال ظهور است، شکل اتچمنت‌ها در آینده ممکن است تغییر کند. اصل اولیه در اتچمنت‌ها، صرف نظر از شکل و اندازه این است که آن‌ها تامین engagement بکنند و یک point of application نیرو برای الاینر ایجاد کنند تا دندان‌ها را حرکت بدهد.

بررسی برنامه‌ریزی clincheck

برنامه ریزی نرم‌افزار clincheck زمانی ایجاد می‌شود که کلینسین رکودهای ارتودنسی را ارزیابی می‌کند، تشخیص مال اکلوزن را انجام می‌دهد و طرح درمان را مشخص می‌کند. طرح درمان برای هر بیمار با استفاده از تکمیل فرم prescription به تکنسین نرم‌افزار منتقل می‌شود. این فرم prescription حرکات دندانی و اهداف درمانی را برای هر بیمار شامل می‌شود. برنامه‌ی نرم‌افزار یک شبیه‌سازی از حرکات دندانی را به سمت

اتچمنت‌های معمولی (conventional) این

اتچمنت‌ها غیرفعال (passive) هستند که engagement الاینر به دندان را افزایش می‌دهند. این اتچمنت‌ها می‌توانند به صورت پیش فرض با استفاده از نرم افزار قراردادده شوند.

1) **اتچمنت‌های بیضوی:** این اتچمنت‌ها غیرفعال هستند و عمدتاً برای گیر (retention) یا انکورپج استفاده می‌شود. این اتچمنت‌ها، اتچمنت‌های اولیه روزگار آغازین الاینرهای شفاف هستند. آن‌ها همچنان گاهی اوقات مورد استفاده قرار می‌گیرند. به ویژه وقتی مساحت سطح دندانی کوچک باشد. به عنوان مثال سطح لبیال انسیزورهای لترال ماگزایلا یا سطح لینگوال مولرهای دوم مندیبل که شیب لینگوالی دارند.

2) **اتچمنت‌های مستطیلی:** این اتچمنت‌ها غیر فعال هستند و می‌توانند افقی یا عمودی قرار بگیرند.

اتچمنت‌های عمودی مستطیلی: این اتچمنت‌ها برای کنترل ریشه مناسب هستند و می‌توانند به جای اتچمنت‌های optimized کنترل ریشه استفاده شود که بیش‌تر در مواقعی این کار انجام می‌شود که نرم افزار به دلیل تعارضاتی که در برنامه‌ریزی نرم افزار وجود دارد، قادر به قراردادن اتچمنت‌های optimized کنترل ریشه نیست. به عنوان پیش فرض، برنامه نرم‌افزار برای کنترل ریشه روی ثنایای مندیبل، اتچمنت نمی‌گذارد. مگر در موارد کشیدن انسیزور مندیبل. اگر مقدار قابل توجهی tip ریشه برای اصلاح inclination ثنایای مندیبل نیاز باشد، از یک اتچمنت مستطیلی عمودی استفاده می‌شود.

اتچمنت‌های افقی مستطیلی: این اتچمنت‌ها هم ممکن است برای کنترل ریشه به ویژه در بعد باکولینگوال به منظور ایجاد torque باکال ریشه در مولرها استفاده شود. همچنین از آن‌ها می‌توان در مواردی که تاج کلینیکی دندان کوتاه است یا تداخلات اکلوزالی مانع گذاشتن اتچمنت‌های عمودی می‌شود، استفاده کرد.

3) **اتچمنت‌های Beveled:** هر دو نوع افقی و عمودی

اتچمنت‌ها می‌توانند دارای bevel باشند. نکته‌ی مهم که همیشه باید به یاد داشت این است که سطح دارای bevel، سطح فعال (active surface) است. bevel یک سطح مسطح برای الاینر فراهم می‌کند تا الاینر، نیروی هل دهنده (push) را بر آن سطح انجام دهد و بر حرکات دندانی اثر بگذارد. برای حرکات اکستروسیو مولرها از اتچمنت افقی که در