فصل ۲

اساس بیولوژیک حرکت دندان

بافتهای نگهدارنده

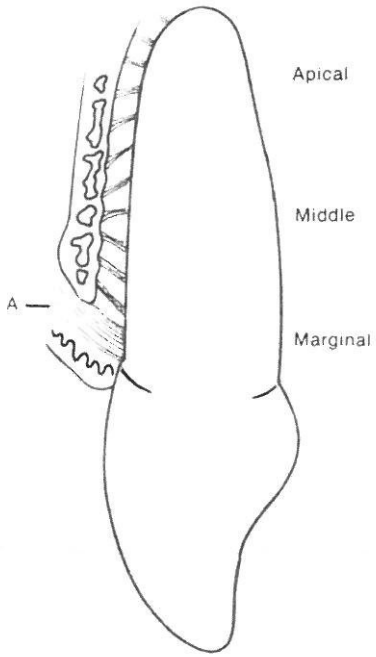
بافتهائی که در طی حرکات دندانی دچار تغییر می‌شوند در مراحل اولیه شامل لیگامانها، سلولها، فیبرهای محافظ، عروق خونی، اعصاب فضای پریودنتال و در مرحله ثانویه استخوان آلوئول می‌باشد.

فیبرهای پریودنتال

نظم و ترتیب فیبرهای پریودنتال کاملاً مشخص شده است. در انسان تعداد زیادی از فیبرهای اصلی بصورت مایل جهت مقابله با فشارهای مضغی قرار می‌گیرند (شکل ۱-۲). فیبرهای لثه‌ای آزاد در بافتهای بالای استخوان آلوئول به عنوان یک گروه مستقل به حساب می‌آیند. فیبرهای دندانی لثه‌ای، دندانی پریوستی، بین دندانی و استخوان آلوئول لثه‌ای و مدور به عنوان مجموعه supra alveolar به حساب می‌آیند. تغییرات تخریبی بعضی از این الیاف در شرایط خاص می‌تواند باعث حرکات دندانی نابجا گردد.

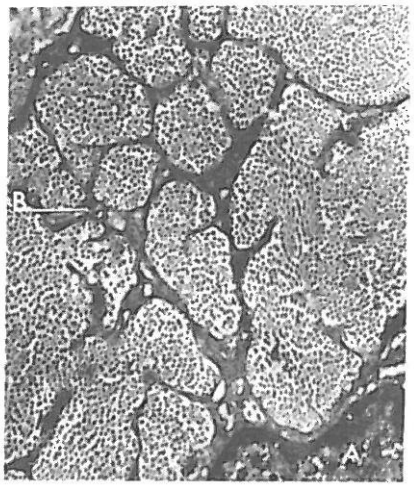
فیبریلهای بسیار نازک در سیتوپلاسم سلولی قرار می‌گیرند که به آنها تونوفیبریل می‌گویند. همچنین فیبرهای نازک بافت همبندی در فضای بین سلولی و مغز استخوان قرار دارند. ولی فیبرهایی که از کلاژن متراکم ساخته شده‌اند، اهمیت بیشتری دارند چون این فیبرها دندانها را نگهداری می‌کنند. الیاف یا دسته‌های الیاف فضای پریودنتال از مجموعه رشته‌های فشرده با طول مشخص درست شده‌اند. در طی ساخت کلاژن، سلولهای فیبرو بلاست، تروپوکلاژن ایجاد می‌کنند. این تروپوکلاژن به صورت یک مولکول بزرگ زنجیره‌ای پلی پپتیدی حاوی اسید آمینه می‌باشد. در شرایط عادی فاصله بین مبدا رشته‌های کلاژن ۶۴۰ تا ۷۰۰ انگسترم است و در شرایط دیگر بین ۲۱۰ تا ۲۵۰ انگسترم می‌باشد (شکل ۲-۲).

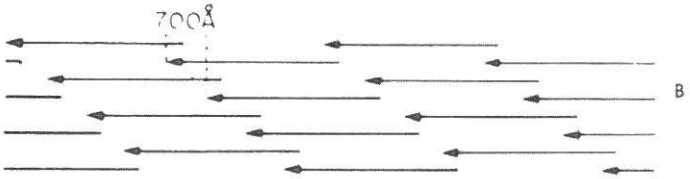
رشته‌های الیاف پریودنتال در ماده زمینه‌ای قرار می‌گیرند. این ماده زمینه‌ای بی‌شکل است وشامل پلی ساکارید بافت همبندی (گلیکوزیل آمینوگلیکان) نمک، آب و بعضی مواد دیگر می‌باشد. بافت همبندی مثل ماده زمینه‌ای در گونه‌های مختلف تفاوت دارد. سوخت و ساز ماده زمینه‌ای بیشتر از الیاف کلاژن می‌باشد ماده زمینه‌ای، بستری است که در آن، بافت همبندی، مولکولهای کلاژن محلول را، ترشح می‌نماید.این مولکولها با همدیگر جمع می‌شوند و به صورت رشته در می‌آیند.



شکل ۱-۲: در این شکل نحوه اتصال فیبرهای پریودنتال مشاهده می‌شود.

A





شکل ۲-۲: در شکل A مقطع عرضی فیبرهای پریودنتال توسط میکروسکوپ الکترونی مشاهده می‌شود. و در شکل B نحوه استقرار مولکولهای کلاژن در درون فیبریلها مشاهده می‌شود.

فشردگی الیاف پریودنتال باعث خارج شدن ماده زمینه‌ای می‌گردد، به طوریکه ماده زمینه‌ای حالت فیبروزه خود را حفظ می‌نماید. در شرایط فیزیولوژیکی نرمال، سوخت و ساز الیاف کلاژن در خوکچه ۴ برابر پوست و ۲ برابر لثه است. به نظر می‌رسد فعالیت زیاد و تحت فشار قرار گرفتن الیاف کلاژن فضای پریودنتال، بر اثر وجود دندانها باعث زیاد شدن فعالیت سوخت و ساز این ناحیه می‌گردد. سوخت وساز کلاژن در استخوان آلوئول نسبت به کلاژن سمنتوم، به علت وجود فشارهای بیشتر، بالاتر می‌باشد.

در طی حرکات دندانی در سمت کشش یک ناحیه پرولیفراسیون سلولی در فضای پریودنتال وسیع ایجاد می‌شود که به آن intermediate plexus می‌گویند. در این ناحیه تروپو کلاژن ساخته می‌شود که به الیاف کلاژن تبدیل می‌گردد. سپس الیاف کلاژن ازدیاد طول یافته که باعث تسهیل حرکات دندانی می‌شود.

فاکتور مهم در ساخت کلاژن وجود اسید اسکوربیک است. کمبود ویتامین C برروی فعالیت فیبروبلاست و مولکولهای کلاژن اثر دارد. در نتیجه تجویز ویتامین C در بیماران ارتودنسی توصیه می‌گردد.

استخوان آلوئول

در حرکات فیزیولوژیک و ارتودنتیک دندانها، در مورد تغییرات آناتومیکی استخوان آلوئول، اطلاعات کافی وجود ندارد. در مقاطع بافت شناسی استخوان آلوئول، در سمت لینگوال آپکس دندانها، تعداد فضاهای مغز استخوان بیشتر است. ولی دیواره‌های استخوان باکال ولینگوال در ناحیه مارجینال و وسط، حاوی تعداد کمتری فضای مغز استخوان آلوئول می‌باشند اولین تغییر در حین حرکت دندان در ناحیه مارجینال و وسط استخوان آلوئول دیده می‌شود. استخوان آلوئول عاری از هر گونه سلول در روی سطوح می‌باشد. ولی دیواره‌های استخوان دارای کانالهایی می‌باشد که این کانالها، از خصوصیات آناتومیکی، جوانان می‌باشد.

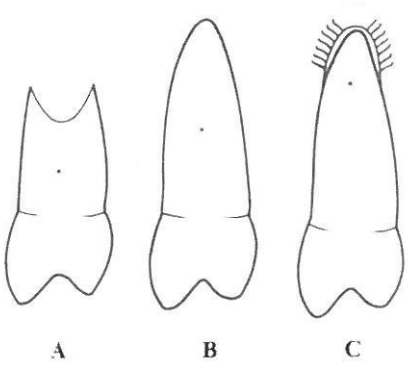
خصوصیات استخوان

فضاهای استخوانی در مقاطع عرضی دندانهای بالغین دیده می‌شود و دیواره‌های لینگوال ولبیال دندانهای این افراد کاملاً متراکم می‌باشد. این خصوصیت حرکت دندان در جهت مزیال و یا دیستال را، تسهیل می‌نماید در نتیجه حرکت در جهت مزیال و دیستال راحتتر از حرکت در جهت باکولینگوال می‌باشد. استخوان آلوئول در افراد جوان دارای فضاهای استخوانی بزرگ می‌باشد و کانالها و شکافهای وسیعی دارد. تراکم استخوانی به عنوان متغیرهای فردی به حساب می‌آید وبه عنوان شرایط پاتولوژیک نمی‌باشد. استخوان آلوئول متراکم بیشتر در ناحیه لبیال و لینگوال مشاهده می‌شود. در ناحیه لینگوال تراکم استخوان آلوئول، بیشتر در ناحیه مارجینال و وسط می‌باشد. وجود فضای زیاد مغز استخوان و کاهش دنسیتی استخوان و ضخامت کم lamina dura باعث تسهیل حرکت دندان می‌گردد.

استخوان آلوئول حیوانات متراکم‌تر از انسان می‌باشد، استخوان آلوئول در حیوانات و انسانها از سیستم haverse و osteon درست شده است. فضای مغز استخوان آلوئول جوانان نسبت به افراد بزرگسال و حیوانات وسیعتر بوده وکانالهای بزرگتری دارد. بنابراین توجه به تراکم استخوان در حیوانات و مقایسه آن با موارد کنترل که دارای تراکم استخوان کمتری می‌باشد باید با دقت انجام گیرد.

حرکت فیزیولژیک دندانها

حرکت فیزیولژیک دندانها شامل حرکت انتقالی، Tipping، extrusion، eruption و mesial migration می‌باشد. مرکز مقاومت در یک دندان تک ریشه‌ای در افراد بالغ بین $\frac{1}{3}$ اپیکالی و میانی قرار دارد شکل ۳C-۲ و در افراد جوان در ناحیه میانی ریشه واقع است شکل ۳B-۲ و زمانیکه آپکس دندان کامل نشده باشد، در $\frac{1}{3}$ مارجینال قرار دارد شکل ۳A-۲.



شکل ۳-۲: در این شکل محل مرکز مقاومت مشاهده می‌شود. A، دندان جوانی که آپکس آن کامل نشده است. B، دندان جوانی که آپکس آن کامل شده است. C، دندان بالغ.

ساخت استخوان جدید در طی سه مرحله صورت می‌گیرد. ۱- مرحله رسوب osteoid ۲- bundle bone ۳- مرحله lamelated bone

استئوبلاستها، ماده استئوئید تولید می‌کنند. استئوئید به صورت یک خط سفید مجزا از استخوان، دیده می‌شود. بر خلاف استخوان کلسیفیه شده، این ماده توسط استئوکلاستها برداشته نمی‌شود. استئوئید در اطراف الیاف کلاژن ضخیم ایجاد می‌شود. ماده استئوئید کلسیفیه نشده در رادیوگرافی دیده نمی‌شود ولی بعد از کلسیفیه شدن در رادیوگرافی مشاهده می‌شود.کلسیفیکاسیون لایه استئوئید از عمق به سطح انجام می‌شود. این لایه کلسیفیه به نام bundle bone نامیده می‌شود. استخوان bundle بازوفیلیک بوده و با رنگ آمیزی هماتوکسیلین ائوزین به صورت تیره دیده می‌شود. وقتی ضخامت و بلوغ الیاف کلاژن به حد مشخصی برسد، استخوان bundle تبدیل به استخوان lamelated می‌شود و در نهایت در پایان حرکات ارتودنسی لایه رادیواپک لامینادورا مشاهده می‌شود.

الیاف پریودنتال

دسته جات الیاف پریودنتال که در bundle bone قرار گیرند بر دو نوع می‌باشند یک نوع الیاف شارپی و نوع دیگر، الیاف undifferentiated می‌باشد که بصورت نامرتب ونازک هستند. البته بعضی از محققین این دو نوع را به نام الیاف شارپی می‌شناسند. الیاف شارپی که بین سمنتوم و استخوان آلوئول قرار می‌گیرد در نگهداری دندان حائز اهمیت است. با میکروسکوپ الکترونی، شباهت مرفولوژیک بین رشته‌های اکسی تالان و الاستیک به اثبات رسیده است. اگر چه الیاف شارپی در حین حرکات فیزیولوژیک دندانها به صورت آزاد relax دیده می‌شوند ولی در هنگام ساخت استخوان bundle در حین حرکات سریع دندانها، این الیاف دچار کشش می‌شوند.

حرکت فیزیولوژیک دندانها

عکس العمل بافتی در طی حرکت فیزیولوژیک دندانها، به عنوان فعالیت طبیعی بافتهای نگهدارنده به حساب می‌آید. stein و weinmann [1] در سال ۱۹۲۵ گزارش کردند که حرکت مولر به طرف مزیال کم و بیش با سایش پروگزیمالی دندان هماهنگ است. رویش وحرکت فیزیولوژیک دندانها در گونه‌های مختلف، متفاوت است. دندان مولر خوکچه بیشتر به سمت دیستال حرکت می‌کند ولی مولرهای انسان بخصوص در فک بالا به طرف مزیال جابجا می‌شود.

در مقایسه با رویش دندانها، حرکت دندانها کندتر است. نیروی رویش با نهفته شدن دندان از بین نمی‌رود یعنی پتانسیل رویش در دندان نهفته باقی می‌ماند.

سلولهای فضای پریودنتال

سلولهای بافت همبندی فضای پریودنتال شامل فیبروبلاست، استئوبلاست وسمنتوبلاست می‌باشد. Roberts و chase [۲] نشان دادند که استئوبلاست‌ها از سلول‌های precursor موضعی ایجاد می‌شوند.

سلولهای فیبروبلاست و استئوبلاست منشأ مشترکی دارند و در فضای پریودنتال ایجاد می‌شوند و در همانجا هم از بین می‌روند. هنوز مشخص نیست که سلولهایی که به طرف استخوان آلوئول و سمان مهاجرت می‌کنند منشاء عروقی دارند. باید توجه نمود که حرکات ارتودنسی و فیزیولوژیکی به مقدار زیادی تحت تأثیر شرایط استخوان آلوئول قرار می‌گیرد مثلاً اگر زنجیره‌ای از سلولهای استئوبلاست در مجاورت ماده استئوئید در ناحیه کشش قرار گیرد، استئوئید جدید بلافاصله بعد از کشش ایجاد می‌شود. اگر سطح استخوان بدون سلول و استئوئید باشد (aplastic) مدت زمانی لازم است که ماده استئوئید و استئوبلاست ایجاد گردد.

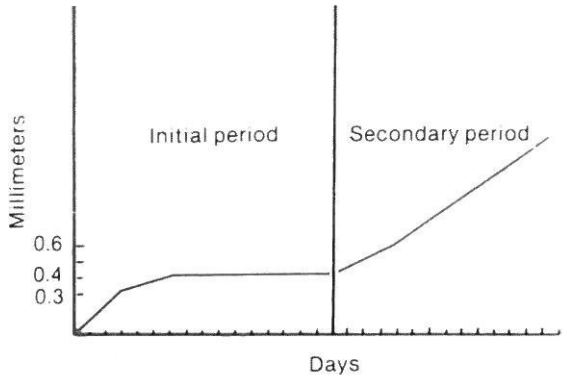
در هنگام تحلیل فیزیولوژیک در ناحیه کشش، ۴ الی ۵ روز زمان لازم است که تحلیل به استخوان سازی تبدیل شود. استئولیز، یک پروسه پاتولوژیک می‌باشد که در مرحله حرکت فعال دندانی دیده نمی‌شود. استئولیز در غیاب استئوکلاستها مشاهده می‌شود.

حرکت ارتودنسی دندانها

سرعت حرکت دندانها در درمان ارتودنسی بیش از حرکات فیزیولوژیک دندانها می‌باشد. بنابراین تغییرات بافتی و سلولی توسط نیروهای ارتودنسی واضح‌تر است. در حرکت فیزیولوژیک دندانها، ۴ تا ۵ روز زمان لازم است که ناحیه در حال تحلیل به ساخت تبدیل شود. این مدت در مورد حرکات ارتودنسی به ۸ تا ۱۰ روز زمان، احتیاج دارد. یعنی اگر در ارزیابی مجدد طرح درمان، لازم شود که دندان در خلاف جهتی که حرکت اولیه صورت گرفته است برگشت نماید، به ۸ تا ۱۰ روز زمان، برای ساخت استخوان در ناحیه تحلیل احتیاج است.

تحلیل استخوان

در صورتیکه سلولهای استئوکلاست در ناحیه فشار قرار گیرند، تحلیل مستقیم استخوان انجام می‌شود و اگر این اتفاق بیفتد، الیاف پریودنتال باید تا حدی فشرده شوند که از ایجاد بافت هیالینیزه ممانعت به عمل آید. تحلیل مستقیم دندان در خلال مرحله اول حرکت دندان اتفاق نمی‌افتد. به نظر می‌رسد تحلیل مستقیم با استفاده از نیروهای ملایم (light) ایجاد می‌شود. حرکت دندان را می‌توان به دو دوره تقسیم کرد یکی مرحله اول حرکت دندانی است که در این مرحله بافت هیالینیزاسیون تشکیل می‌شود. بافت هیالینیزاسیون بایستی از عقب واز فضای مغز استخوان برداشته شود وقتی که بافت هیالینیزه برداشته شد، مرحله دوم حرکت دندانی شروع می‌شود که توسط تحلیل مستقیم، دندان حرکت حرکت می‌کند (شکل ۴-۲).



شکل ٤-۲: در این شکل میزان حرکت دندان قبل وبعد از هیالینیزاسیون مشاهده می‌شود. حرکت دندان بعد از مرحله هیالینیزاسیون انجام می‌شود. حرکت دندان در مرحله دوم اتفاق می‌افتد.

ایجاد بافت هیالینیزه

در زمانهای گذشته از نیروهای شدید استفاده می‌شد. این نیروها باعث نکروز استخوان آلوئول و بافت هیالینیزه می‌شود. در بافت هیالینیزه سلولی دیده نمی‌شود. در مطالعات بر روی تعدادی از نواحی هیالینیزه که بر اثر نیروهای شدید و متوسط در نمونه‌های انسانی و حیوانی ایجاد گردید علائمی از نکروز در ناحیه سمنتوم دیده نشد و فقط تغییرات نامشخص در استخوان آلوئول ملاحظه گردید.

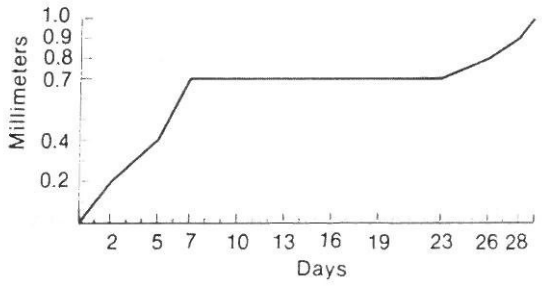
به علت اینکه تراکم و دنسیتی در استخوان آلوئول حیوانات زیاد است حذف بافت هیالینیزه ۶۰ تا ۷۰ روز طول می‌کشد. ولی حذف این بافت در انسانها به ۲ تا ۳ هفته زمان احتیاج دارد.وضعیت آناتومی استخوان، دنسیتی استخوان، میزان نیرو، نوع حرکت بر روی مقدار بافت هیالینیزه اثر می‌گذارد. اگر استخوان دارای کانالهای باز باشد و تراکم استخوان کم باشد، امکان تشکیل بافت هیالینیزه کم است و یا اگر بافت هیالینیزه تشکیل شود، وسعت آن کم می‌باشد. بعد از برداشته شدن بافت هیالینیزه دوره دوم حرکت دندانی انجام می‌شود که در این دوره تحلیل مستقیم استخوان انجام می‌شود. نیروهای ارتودنسی ملایم، بافت هیالینیزه ایجاد نمی‌کنند و یا اینکه ممکن است ناحیه کوچکی از بافت هیالینیزه به وجود آورند. در مجاورت بافت هیالینیزه تخریب سلولی، پارگی عروق خونی، التهاب مشاهده می‌شود، سپس به دنبال این پروسه، عروق و بافت همبندی جدید، در اطراف ناحیه هیالینیزه ایجاد می‌گردد. سلولهای اریتروسیت در داخل عروق گشاد شده، تجمع می‌یابند و سپس به تدریج ناپدید می‌شوند. لوکوسیتهای polymorphonucleated در PDL نواحی مجاور ناحیه هیالینیزه یافت نمی‌شود. اکثر محققین نواحی هیالینیزه را به عنوان ناحیه نکروزه می‌شناسند ولی این مطلب به مقدار نیرو بستگی دارد لذا بر اساس شدت نیرو، نواحی هیالینیزه متفاوتی دیده می‌شود. وقتی بافت هیالینیزه تشکیل شود بایستی این بافت حذف گردد تا حرکت دندان انجام شود، سپس بافتهای جدید جایگزین بافت هیالینیزه گردد تنها سلولهایی که در بازسازی ساخته نمی‌شوند، بقایای سلولهای اپی‌تلیالی مالاسه می‌باشند.

حذف و ساخت مجدد بافت هیالینیزه

در نواحی هیالینیزه، سیتوپلاسم سلولها از بین می‌روند و هسته‌ها کوچک می‌شوند این پدیده Autolytic به وسیله آنزیمهای مختلف ایجاد می‌شود. در همین زمان سلولهای بافت همبندی جدید در مجاورت ناحیه فشار جمع می‌شوند، بلافاصله بعد از شروع فشار سلولهای فیبروبلاست و با کمی تأخیر ماکروفاژها دیده می‌شوند. زنجیرهای کلاژن توسط اسید هیدرولاز شکسته می‌شوند. عناصر سلولی باقیمانده و رشته‌های کلاژن توسط ماکروفاژها برداشته می‌شوند. همچنین سلولهای فیبروبلاست در برداشته شدن عناصر سلولی و کلاژن به ماکروفاژها کمک می‌نمایند. محل بافت هیالینیزه در حرکت Tipping در ناحیه مارجینال ریشه و در حرکت انتقالی در ناحیه میانی ریشه و در حرکت Torque در آپکس ریشه قرار دارد. در حرکت tipping با نیروی زیاد دو ناحیه هیالینیزه ایجاد می‌شود که یکی در ناحیه مارجینال ریشه و دیگری در آپکس می‌باشد. اگر فرم خارجی استخوان مسطح (flat) باشد یک ناحیه هیالینیزه وسیع وجود دارد ولی اگر سطح خارجی استخوان دارای برآمدگی و spicle باشد ناحیه هیالینیزه در برآمدگیها ایجاد می‌شود که نسبتاً کوچک است.

واکنش اولیه بافتی

حذف استخوان مجاور بافت هیالینیزه که در دوره اول حرکت دندان مشاهده می‌شود از چند روز در انسان تا ۸۰ روز در حیوانات طول می‌کشد. بطور متوسط برای متوقف شدن حرکت اولیه دندان بر اثرفشردگی بیش از حد الیاف پریودنتال، به ۵ تا ۶ روز زمان احتیاج است. این مدت در زمانیکه نیروی ارتودنسی شدید باشد کوتاه‌تر است. منظور از حرکت اولیه دندان، حرکت در فضای پریودنتال می‌باشد زمان لازم برای از بین رفتن استخوان مجاور بافت هیالینیزه توسط پدیده undermining resorption در قسمت افقی شکل۵-۲ مشاهده می‌شود. در انسان برداشت ناحیه هیالینیزه ۲ تا ۳ هفته طول می‌کشد.



شکل۵-۲: قسمت افقی شکل، نشان دهنده زمان لازم برای حذف استخوان مجاور بافت هیالینیزه می‌باشد.

تغییرات بافت هیالینیزه به صورت زیر مشاهده می‌شود:

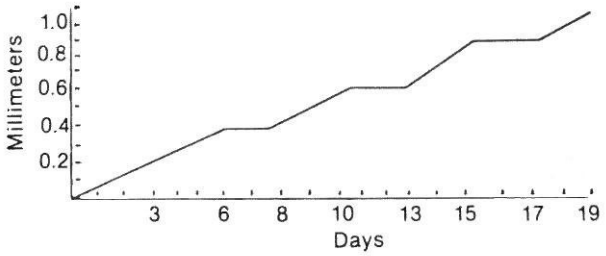
۱- در الیافت پریودنتال فشردگی ایجاد می‌شود که باعث کوچک شدن و ناپدید شدن سلول وهسته می‌گردد و سپس عروق خونی و رشته‌های کوچک پریودنتال ناپدید می‌شوند.

۲- بعد از ۲۰ تا ۳۰ ساعت، استئوکلاستها در فضای مغز استخوان ظاهر می‌شوند. سلولهای multinucleated به دسته‌جات الیاف پریودنتال حمله نمی‌کنند.

۳- افزایش تدریجی سلولهای جوان بافت همبندی در اطراف سلولهای استئوکلاست و نواحی که فشار بر اثر undermining resorption برداشته شده است، دیده می‌شود. تمام محققین معتقدند که سلولهای استئوکلاست مواد ارگانیک وغیر ارگانیک استخوان را حذف می‌کنند. بعد از اعمال نیروی ارتودنسی، استئوکلاستها فعالیت بیش از حد از خود نشان می‌دهند. از موقعیکه تخریب استخوان شروع می‌شود، این تحلیل حتی با برداشت نیرو، ۱۰ تا ۱۲ روز ادامه می‌یابد. فعالیت بیش از حد استئوکلاستها در مورد حرکت فیزیولوژیک دندانها مشاهده نمی‌شود.

اثر نیروی ارتودنسی روی حرکت اولیه دندانها

اگر نیرو فقط برای یکبار فعال گردد، حرکت دندان، همانند شکل ۵-۲ خواهد بود. ولی اگر نیرو به صورت هفته‌ای یک بار فعال شود، حرکت چرخشی انتقالی اضافی ایجاد می‌شود که در شکل ۶-۲ مشاهده می‌گردد. در چنین حالتی ناحیه هیالینیزاسیون اولیه در شکل قابل مشاهده نیست.



شکل ٦-۲: در این نمودار، حرکت دندان در اثر فعال کردن مداوم مشاهده می‌شود.

دوره دوم حرکت دندانها

در دوره دوم حرکت دندانها، فضای پریودنتال به طور قابل توجهی وسیع شده و سلولهای استئوکلاست، سطوح استخوان آلوئول در ناحیه فشار را، مورد حمله قرار می‌دهند. این حالت در صورتیکه نیروی ارتودنسی مقدار ثابتی باشد، اتفاق می‌افتد و تحلیل استخوان در این روند غالبا به صورت مستقیم می‌باشد.

ساخت استخوان

در نواحی استخوان تعداد سلولهای فیبروبلاست و استئوبلاست افزایش می‌یابد. افزایش این سلولها توسط تقسیمات میتوتیک انجام می‌شود. در انسان اولین پرولیفراسیون سلولی در نواحی کشش مارجینال بعد از ۳۰ تا ۴۰ ساعت مشاهده می‌شود. هسته سلولهای استئوبلاست تیره رنگ می‌باشد بعد از پرولیفراسیون سلولی ماده استئوئید در ناحیه کشش ترشح می‌شود،رسوب ماده استئوئید تا حدی به فرم و ضخامت دسته‌جات الیاف پریودنتال بستگی دارد. اگر الیاف ضخیم باشد استئوئید جدید در امتداد الیاف کشیده شده، رسوب می‌کند و باعث ایجاد استخوان lamelated می‌شود اما اگر ضخامت الیاف پریودنتال نازک باشد، رسوب استئوئید به صورت یکنواخت روی سطح استخوان قرار می‌گیرد. سن می‌تواند روی مقدار و نوع استخوان ایجاد شده، اثر نماید. کلسیفیکاسیون ماده استئوئید بلافاصله بعد از ترشح آن شروع می‌شود اگر چه لایه‌های سطحی به صورت غیرکلسیفیه باقی می‌مانند ودر رادیوگرافی دیده نمی‌شوند این لایه غیر کلسیفیه همراه با فضای ایجاد شده در حالیکه دندان از سطح استخوان دور می‌شود به صورت خط تاریک در رادیوگرافی مشاهده می‌شود. این فضا مانند فضایی است که در شرایط پاتولوژیک دیده می‌شود.

مکانیسم کنترل بیولوژیکی حرکت دندان

تحقیقات نشان داده است که در حین حرکت دنـدان remodeling اسـتخوان در فضـای پریودنـت انجـام می‌شـود. همزمان با این تغییرات عکس العملهایی در مغز استخوان و سطح آلوئول در زیر پریوست مشاهده می‌شود. فضاهای مغز استخوان در جوانان بیشتر حاوی بافت فیبروزه ودر بالغین بافت چربی است. در حین حرکت دندان، بافتهای چربـی بـه بافت فیبروزه تبدیل می‌شود. دو تئوری برای عکس‌العمل بافتی مورد توجه است یکی نظریه فشـار و کشـش اسـت. بـر اساس این نظریه عکس‌العمل بافتی توسط سلولها وعناصر مجاور فضای پریودنت ایجاد می‌شود و بـاعث حرکـت دنـدان می‌شود. نظریه دیگر، مکانیسم بیوالکتریکال می‌باشد که تغییرات ماتریکس کلاژن و بافتهای مینرالیزه بـر اثـر فشـار بـر روی استخوان آلوئول و فضای پریودنت ایجاد می‌شود. تحریکات خارجی سلول به صورت اندوکرین، پاراکرین و اتوکریـن می‌باشد. این تحریکات بر اساس فاصله‌ای که می‌تواند مؤثرباشد، تقسیم بندی می‌گردند. در اندوکریـن، تحریـک سـلول باعث ترشح هورمونهایی می‌شود که این مواد توسط جریان خون به محل مورد نظر انتقال می‌یابد. در پاراکرین تحریـک به صورت موضعی می‌باشد و عوامل تحریک در اطراف ناحیه مورد نظر، مؤثر می‌باشد. تحریک عصب به عصب یـا عصـب به عضله نمونه‌هایی از تحرک پاراکرین می‌باشد. در اتوکرین تحریک نسبت به موادی انجام می‌پذیرد که خود سلول آزاد می‌کند.

بعضی از هورمونها به گیرنده‌های سطح سلول می‌چسبند و بعضی دیگر به گیرنده‌های داخل سلولی می‌چسبند.

۱- استروئیدها، اسیدretinoic وتیروکسین به گیرنده‌های داخل سلولی می‌چسبند این مواد hydrophobe بوده و بـه گیرنده‌های سیتوزول یا هسته متصل می‌شوند و باعث تغییر در ژنوم سلولی می‌شوند.

۲- پپتیدها، هورمونهای پروتئینی، آمینو اسیدها، پروستاگلاندینـها، اپی‌نفریـن و تعـدادی از مولکولـهای واسـطه‌ای محلول در آب به گیرنده‌های سطح سلول می‌چسبند و باعث فعالیت پیغام آور اولیه و کاهش یا افزایش تحرکیات داخـل سـلولی کـه بـه عنـوان پیغـام آور ثانویـه می‌باشـد، مـی‌گـردد. پیغـام آور ثانویـه شـامل cAMP، cGMP، 1,2 diacylglycerol یون کلسیم inositol, 1,4,5 triphosphate می‌باشد. مقدار cAMP و cGMP بر اسـاس تحریکـاتی که از هورمون پاراتیروئید، کلسیتونین ویتامین D و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود، تغییر می‌کند. غلظت یـون کلسـیم که به عنوان پیغام آور ثانویه می‌باشد. در فعالیتهای داخل سلولی مؤثر است پروستاگلاندینها محلول در چربی بـوده کـه توسط تعداد زیادی از سلولهای پستانداران ساخته می‌شود. پروستاگلاندین باعث انقباض عضلات صاف، افزایش التـهاب و انقباض دیواره‌های رگ می‌شود و بر روی غلظت کلسیم داخل سلولی مؤثر است. پروستاگلاندینها روی غلظـتcAMP با اثر روی فعالیت آنزیم Adenylate cyclase تأثیر می‌گذارند. فسفولیپیدها توسـط آنزیـم فسـفولیپاز تبدیـل بـه اسـید آرشیدونیک می‌شوند. این اسید توسط اکسیداسیون از طریق آنزیم سیکلواکسی ژناز به پروستاگلاندین تبدیل می‌شـود. داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی آنزیم سیکلواکسی‌ژناز را، مهار می‌نمایند و داروهای اسـتروئیدی آنزیـم فسـفولیپاز را مهار می‌کنند در نتیجه پروستاگلاندینها ترشح نمی‌شوند. بنابراین تجویز داروهای ضدالتـهاب می‌توانـد بـر روی مـیزان حرکت ارتودنسی تأثیر گذارد.

به نظر می‌رسد که هیستامین، پرولاکتین، آنژیوتانسیون و اپی‌نفرین روی سنتز پروستاگلاندین‌ها مؤثر باشند.

حرکت دندانها بر اساس عکس‌العمل بافتی

بر اساس اعمال نیروی ارتودنسی، واکنشهایی در دیواره عروق خونی در ناحیه فشار دیده می‌شود. همچنین تغییراتی در مقدار جریان خون، مهاجرت لکوسیتها به خارج از عروق خونی در ناحیه کشش ملاحظه می‌شود و بـه عنـوان علائـم التهاب خفیف قلمداد می‌شود. اثر نیروی ارتودنسی روی جابجایی الیاف پریودنتال باعث تغییرات در دیواره سلولی شـده

و بر جریان یون کلسیم و یونهای دیگر اثر می‌گذارد. somjen [۳] و همکارانش نشان دادند که سنتز cAMP همزمان با کشش سلولی با وجود پروستاگلاندین انجام می‌شود.

در مطالعات نشان داده شده است که ماکروفاژها می‌توانند در بافتهای هیالینیزه نفوذ نمایند. ماکروفاژها توسط دو آنزیم arylsulfatase و aminopeptidase-M فعال می‌شوند این آنزیمها معرف میزان فعالیت ماکروفاژها می‌باشند. ماکروفاژها توانایی ساخت پروستاگلاندین را، دارند. ماکروفاژها شرایط مناسبی برای سلولهای استئوکلاست ایجاد می‌کنند. پروستاگلاندینها باعث افزایش فعالیت تخریبی استخوان می‌شوند.

به نظر می‌رسد که نیروهای ارتودنسی روی سیستم ایمنی و سیستم عصبی اثر دارند. و افزایش پیغام آور ثانویه نه فقط از اثر مستقیم نیروی ارتودنسی ایجاد می‌شود، بلکه بر اثر عوامل تحریک داخلی بوجود می‌آید. سلولهای التهابی مثل فیبروبلاستها، استئوبلاستها باعث ایجاد مولکولهای مؤثر مثل سیتوکین، اینترلوکین 1β,1α می‌شوند که با لکوسیتها مقابله کرده و پرولیفراسیون فیبروبلاستها را تسریع می‌کنند و باعث تخریب استخوان می‌شوند. اینترلوکین 1β,1α به عنوان tumor necrosis factor α(TNF – α) نامیده می‌شود. TNF – α باعث افزایش اینترلوکین ۱ توسط منوسیتها، افزایش پروستاگلاندین E_2، کلاژناز و استئوکلاستها می‌شود. لمفوسیتها باعث ایجاد گاما اینترفرون می‌شوند که مانع ترشح اینترلوکین۱و القاء تخریب استخوان می‌شود و به نظر می‌رسد که در ترمیم بافت مؤثر می‌باشد.

حرکت دندانها براساس تغییرات فرم استخوان (نظریه piezoelectric)

تغییر فرم سلولها و ماتریکس خارج سلولی باعث ایجاد تغییرات در پتانسیل الکتریکی سلولها و بافتها می‌شود. فشارهای مکانیکی باعث ساخت و تخریب استخوان می‌شود و بدون فشارهای مکانیکی و استرس، اسکلت دچار آتروفی می‌شود و عناصر مینرالیزه را از دست می‌دهد. فشارهای مکانیکی باعث تغییر فرم ساختمان کریستالین هیدروکسی آپاتایت و کلاژن شده و ایجاد بارالکتریکی می‌نماید. چنین بار الکتریکی حتی اگر فشار مکانیکی باقی بماند، سریعا از بین می‌رود ولی در صورتیکه این بار برداشته شود جریان معکوس الکتریکی ایجاد می‌شود که آن هم سریعا از بین می‌رود.

وقتی که استخوان خم می‌شود، در سطح مقعر بار منفی و در سطح محدب بار مثبت ایجاد می‌شود. جریان ایجاد شده به نام streaming potential نامیده می‌شود. مطالعات جدید نشان می‌دهد که کشش بافتی مثل تغییرات فرم استخوان می‌تواند تحریکات بیوالکتریکال ایجاد نماید. استفاده از جریان الکتریکی ضعیف برای ترمیم استخوانهای دراز موفقیت آمیز بوده همچنین استفاده از این جریان در حین درمانهای ارتودنسی برای تسریع حرکت دندانها توسط Davidovitch [٤] گزارش شده است. به نظر می‌رسد در این تحقیق به علت اینکه جریان الکتریکی مستقیما به فضای پریودنتال نمی‌رسد و از روی سطح مخاط عبور می‌کند، به طور قابل توجهی مؤثر نیست. در مقایسه با روشی که نویسنده و همکارانش بر روی تعدادی از بیماران در دانشگاه شهید بهشتی با استفاده از magnetic field [٦ و ٥] انجام دادند. قابلیت تحریک فضای پریودنتال در روش دوم امکان پذیر بوده است و حرکت دندان با سرعت قابل توجهی ملاحظه گردید. ایجاد خم در استخوان می‌تواند با نیروهای ارتودنسی در حد پایین ایجاد شود. ولی بعضی از محققین معتقدند که در حین عقب بردن دندانها، خمی در استخوان آلوئول ایجاد نمی‌شود.

حرکت مداوم در مقابل حرکت متناوب

تفاوت در عکس‌العمل بافتها به عوامل متعددی بستگی دارد یکی از ایـن عوامـل دوام نـیرو اسـت. تغیـیرات بـافتی می‌تواند بر اساس نوع دستگاه ثابت یا متحرک، متفاوت باشد. به طور کلی حرکت دندانها به دو نوع تقسیم می‌شود و هر کدام دارای یک زیر گروه می‌باشند.

۱- حرکت مداوم continuous

interupted type-a

۲- حرکت متناوب intermittent

functional type -b

حرکت مداوم دندانها

حرکت مداوم، حرکتی است که ساخت و تخریب استخوان به طور مداوم انجام می‌شود در این حرکت میزان نیرو تـا حدودی ثابت است.

حرکت منقطع (interupted)

این حرکت برای مدت کوتاهی (۳ تا ۴ هفته) ادامه می‌یابد. حرکت Torque مثالی از این نوع است. بـر اسـاس نـوع نیرو، تخریب می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم انجام گیرد. به علت افزایش تعداد سلولها، بافت استئوئید در مغز استخوان ناحیه فشار ترشح می‌شود. برای حرکت دندان کانین نهفته به قوس از این نوع حرکت استفاده می‌شود. چـون در این حرکت زمان استراحت برای دندان وجود دارد و حرکت ناگهانی بعد از برداشت استخوان در موارد undermining resorption دیده نمی‌شود. در نتیجه امکان قطع اعصاب و عروق دندان، در این حرکـت وجـود نـدارد. درمـان rotation دندانها با نیروی interupted به علت عدم ریلاپس دندانها مطلوبتر است.

حرکت متناوب (intermittent)

این حرکت توسط دستگاه متحرک ایجاد می‌شود و به صورت ایمپالسهای کوتـاه مـدت وبـا تعـداد مشـخص انجـام می‌شود. وقتی که بیمار از دستگاه خود استفاده ننماید وقفه‌ای در میزان نیرو ایجاد می‌شود. شواهد نشان می‌دهد میزان حرکت توسط نیروی intermittent ، بستگی به زمان استفاده ومقدار نیرو دارد. در این حرکت اگر مقدار نیرو به صـورت متناوب کم و زیاد شود در سمت فشار semihyalinization دیده می‌شود.

منظور از semihyalinization ایـن اسـت کـه تمـامی الیـاف در ناحیـه فشـار بـدون سـلول نمی‌شـوند و سـلولهای استئوکلاست به طور مستقیم در مجاورت استخوان آلوئول در ناحیـه هیـالینیزه دیـده می‌شـود. تخریـب اسـتخوان در semihyalinization کمتر صورت می‌گیرد ولی متوقف نمی‌شود.

حرکات متناوب توسط دستگاه فانکشنال

دستگاههای فانکشنال در حین عمل بلع و به هنگام روز فعال می‌شوند و در هنگـام اسـتفاده از دسـتگاه ایمپالسـها، حرکت متناوب ایجاد می‌کننـد. دسـتگاههای فانکشـنال می‌تواننـد تخریـب مسـتقیم در ناحیـه فشـار ایجـاد نمـایند و استئوکلاستها در ناحیه فشار بعد از ۳ تا ۴ روز دیده می‌شوند در این پروسه، تخریب استخوانی برای ۸ تا ۱۰ روز ادامـه

می‌یابد. این عکس‌العمل بافتی حتی در زمانی که دستگاه شبها استفاده می‌شود، ملاحظه می‌گردد. اگر میزان نیرو افزایش یابد، ممکن است ناحیه هیالینیزاسیون در سمت فشار مشاهده شود.

تغییرات مفصل گیجگاهی فکی

در حین درمان مال اکلوژن CIII وقتی فک پائین دو میلی متر جلو آورده شود سرکندیل از موقعیت خود جابجا می‌شود و ایجاد نیروی کششی می‌نماید که می‌تواند باعث ساخت استخوان در قسمت خلفی کندیل در گلنوئید فوسا شود و در قسمت قدام این ناحیه تخریب استخوان ایجاد می‌شود. ساخت استخوان در نواحی خلفی کندیل به همراه تحلیل استخوان در قسمت قدام همزمان صورت می‌گیرد. چون این تغییرات به همراه پدیده‌های رشد و نمو می‌باشد، بنابراین بیشتر تغییرات در مفصل گیجگاهی فکی بر اساس فعالیت عضلات ایجاد می‌شود. اگر فعالیت عضلات بعد از درمان دچار تغییر نگردد، در مفصل گیجگاهی تغییری ایجاد نمی‌شود. اگر فعالیت عضلانی بعد از درمان به حالت اولیه برگردد تغییرات ایجاد شده در مفصل گیجگاهی فکی پایدار نخواهد بود. درمان در حین رشد باعث ایجاد تغییرات بر روی مفصل گیجگاهی فکی می‌شود و پس از خاتمه رشد نمی‌توان بر روی مفصل گیجگاهی فکی، تغییراتی به وجود آورد.

درمانهای مایوفانکشنال

یکی از مهمترین عوامل درمان با دستگاه فانکشنال حذف عادات و فعالیت غیر طبیعی عضلات است در کاربرد دستگاه فانکشنال، عنوان درمانهای مایوفانکشنال مورد توجه می‌باشد. در این درمان، وضعیت انقباض عضلانی وتغییر موقعیت کندیل بر اساس تغییر فعالیت عضلات گزارش شده است.

هنوز مشخص نیست که موقعیت جدید کندیل به صورت دائم باقی می‌ماند یا دچار تغییرات ثانویه می‌شود. تغییرات در الگوی رشد کندیل و حرکت جبرانی دندانها با استفاده از نیروهای مداوم توسط دستگاههای فانکشنال ایجاد می‌شود که توسط McNamara گزارش شده است. فعالیت هایپرتونیک عضلات فوق لامی suprahyoid بلافاصله بعد از استفاده از دستگاه دیده می‌شود سپس قسمت قدامی عضلات تمپورال و قسمت فوقانی عضله رجلی خارجی lateral pterygoid حداکثر فعالیت خود را نشان می‌دهند. جابجایی مزیالی کندیل باعث تغییر در فعالیت سیستم عضلانی عصبی این ناحیه می‌گردد.

ارزیابی نیروهای ارتودنسی

عکس‌العمل بافتهای نگه‌دارنده نسبت به نیروهای مداوم یا متناوب بستگی به میزان و زمان نیرو و تراکم استخوان آلوئول، میزان هیالینیزاسیون، درد و فشارهای اکلوزالی دارد.

تراکم استخوان آلوئول

با استفاده از نیروی ملایم مداوم، مدت هیالینیزاسیون ۸ تا ۱۰ روز می‌باشد. وقتی تراکم استخوان زیاد باشد، طول دوره هیالینیزاسیون بیشتر می‌شود.

رابطه هیالینیزاسیون با نیرو

در حرکات دندانی توسط نیروی متناوب عضلانی، هیالینیزاسیون دیده نمی‌شود. همچنین نیروی متناوب که توسط دستگاه متحرک ارتودنسی ایجاد می‌شود باعث هیالینیزاسیون نمی‌شود یا به میزان کمی آن را ایجاد می‌کند. به طور کلی مدت هیالینیزاسیون بستگی به مقدار نیرو دارد. این دوره با استفاده از نیروی ملایم کاهش می‌یابد.

مقدار نیروهای ارتودنسی که توسط دستگاههای جدید اعمال می‌شود قابل اندازه‌گیری می‌باشد. کاربرد نیروی ملایم در مرحله اول باعث افزایش فعالیت سلولی و بافتی می‌گردد. مقدار نیرو بستگی به آناتومی دندان و نوع حرکت مورد نظر دارد. پیش بینی مقدار نیرو مشکل است ولی کاربرد نیروی ۵۰ تا ۷۰ گرم برای حرکت Tipping میزان ناحیه هیالینیزه را کاهش می‌دهد. در رابطه با نیرو دو مطلب وجود دارد یکی مقدار نیرویی است که برای شروع حرکت دندان لازم است، دیگری نیرویی است که باعث ادامه حرکت می‌شود.

درد بر اثر حرکت دندانها

کاربرد نیروی ملایم ارتودنسی باعث کاهش فشردگی در فضای پریودنتال می‌شود که منجر به درد و ناراحتی کمتر برای بیمار می‌گردد. نیروی کمتر باعث کاهش فشار برروی رشته‌های عصبی در منطقه هیالینیزه می‌شود. دوام نیرو به عنوان یک فاکتور مؤثر در ایجاد درد می‌باشد، هر چه مدت اعمال نیرو کمتر باشد درد کمتر است. این پدیده در هدگیر که به صورت دائم استفاده نمی‌شود قابل مشاهده است. درد بر اثر فشردگی فضای پریودنت ایجاد می‌شود و از علائم اولیه منطقه هیالینیزه، در فضای پریودنتال است. در بعضی افراد، افزایش فضای پریودنت وایجاد مجدد منطقه هیالینیزه، بدون علائم درد است.

فشارهای اکلوزالی

لقی دندان در حین درمان ارتودنسی به علت عریض شده فضای پریودنت بر اثر تخریب استخوان دیده می‌شود. لقی دندان در حین عمل جویدن مشخص‌تر است این عارضه با تشکیل استخوان جدید از بین می‌رود. اعمال نیروی اکلوزالی فانکشنال به موازات محور طولی دندان نه تنها باعث لقی دندان نمی‌شود بلکه در تثبیت موقعیت دندان کمک می‌کند. در مقابل، اعمال نیروی لترالی بر روی دندانی که دارای مختصری لقی است، باعث حرکت پرشی giggling و افزایش لقی دندان می‌شود. در حین حرکت دندان وقتی که فشار اکلوزالی فانکشنال وجود ندارد اگر حرکت دندان به صورت انتقالی باشد، دندان در موقعیت نهایی خود ثابت می‌ماند و ریلاپس مشاهده نمی‌شود. در مقابل، دندانی که تحت درمان چرخش قرار می‌گیرد دچار لقی می‌شود چون تمام رشته‌های پریودنتال کشیده می‌شوند به طور کلی در درمانهای ارتودنسی، لقی بر اثر اعمال نیروی ارتودنسی به وجود نمی‌آید، بلکه در اثر فشارهای زودرس اکلوزالی ایجاد می‌شود این وضعیت را می‌توان توسط grinding یا استفاده از bite plate حذف نمود.

حرکت چرخشی انتقالی

از آنجائیکه حرکت فیزیولوژیک دندانها بصورت چرخشی انتقالی است بنابراین ساده‌ترین حرکت می‌باشد. در این حرکت بافت هیالینیزه تقریبا زیر کرست آلوئول می‌باشد. هر چه طول ریشه بیشتر باشد. بافت هیالینیزه به سمت آپکس حرکت می‌کند. در حرکت چرخشی انتقالی طولانی‌مدت، حتی اگر نیرو بسیار ملایم باشد باعث تحلیل ریشه

می‌شود. حرکت چرخشی انتقالی با نیروی مداوم و ملایم باعث حرکت بیشتری در زمان معین نسبت به نیروهای دیگر می‌شود.

جابجایی سریع دندان در این نوع حرکت به علت عدم وجود مقاومت در اثر تعداد کم الیاف در ناحیه کشش می‌باشد. حرکت چرخشی انتقالی در جهت باکال یا لینگوال با ثبات نیست. حرکتهای لبیالی یا لینگوالی مجموعه‌ای از دندانها، بیشتر مستعد ریلاپس است. در حرکتهای لبیالی یا لینگوالی واکنش استخوان آلوئول مطلوب نیست. Expansion قوس دندانی می‌تواند باعث حرکت نامطلوب ریشه به طرف لینگوال گردد.

تحلیل استخوان به صورت جبرانی

تحلیل استخوان به صورت جبرانی بخصوص در بیمارانی بالغ در حین عقب بردن کانین به صورت تحلیل در ناحیه دیستال مشاهده می‌شود و در نهایت پس از پایان حرکت در ناحیه دیستال، یک شیار مشخص به علت عدم ساخت کامل استخوان دیده می‌شود. این چنین تغییراتی بخصوص در حین حرکت مولر دوم به سمت مولر اول که سالیان قبل خارج شده است، وجود دارد. حرکت دندان مولر دوم بلافاصله بعد از در آوردن مولر اول، این مشکل را حل می‌نماید.

ساخت استخوان به صورت جبرانی

در بیماران جوان در مقابل تحلیل استخوان، ساخت جبرانی استخوان دیده می‌شود شدت ساخت استخوان به صورت جبرانی بستگی به وجود سلولهای استئوبلاست در پریوست دارد. در پریوست افراد جوان، تشکیل سلولهای استئوبلاست سریع بوده و تشکیل استخوان جدید، همزمان با تحلیل مغز استخوان در مجاورت نواحی هیالینیزه مشاهده می‌شود. در ناحیه کشش، ساخت استخوان وجود دارد، با افزایش استخوان در ناحیه کشش، استخوان قدیمی در سطح مقابل کشش برداشته می‌شود. این فرایند به منظور حفظ آناتومی استخوان انجام می‌شود (شکل ۷-۲).

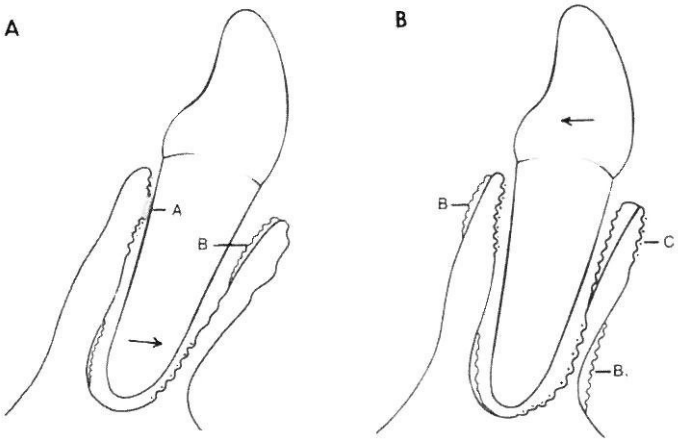
حرکت انتقالی

در این حرکت ریشه‌ها به صورت موازی در مقابل سطح استخوان آلوئول حرکت می‌نماید. در آزمایشگاه[۷] نشان داده شده است که این نوع حرکت در صورتی که نیرو از یک حد مشخصی تجاوز نکند، بسیار مطلوب است. برای ایجاد یک حرکت انتقالی، ابتدا دندان دچار مختصری حرکت چرخشی انتقالی در ناحیه تاج می‌گردد سپس بایستی حرکت ریشه انجام شود، بنابراین با حرکت تاج و سپس ریشه، دندان دچار حرکت انتقالی می‌گردد. میزان حرکت چرخشی انتقالی به قطر وایر و عرض براکت بستگی دارد. برای ایجاد حرکت انتقالی، نیروی اولیه ملایم بخصوص در ۵ تا ۶ هفته اول مناسب است. مقدار نیروی مطلوب بستگی به میزان کشش الیاف دارد. بعد از ۵ تا ۶ هفته، نیروی مورد نیاز برای ادامه حرکت انتقالی به میزان بیشتری لازم است. نیروی زیاد به علت ایجاد نواحی وسیع هیالینیزه باعث کاهش حرکت دندان می‌شود. برای حرکت دندانها به صورت انتقالی بخصوص در بیماران بالغ لازم است که نیروی مداوم بسیار ملایم به کار برده شود. حرکت چرخشی انتقالی در بالغین به علت تخریب جبرانی استخوان آلوئول توصیه نمی‌شود و بهتر است در این نوع بیماران حرکت انتقالی انجام شود.

شرایط تکیه‌گاه

برای حرکت انتقالی توجه به تکیه‌گاه لازم است. حرکت انتقالی به سمت دیستال در دندان کانین که دارای محور مزیالی است، باید به تدریج انجام شود. این حالت بخصوص در مورد دندانهای کانین با ریشه بلند صادق است. اگر تاج

مولر به سمت دیستال حرکت داده شود، به علت قرار دادن ریشه‌های دندان در مقابل استخوان باعث تقویت تکیه‌گاه می‌گردد.



شکل ۷-۲ : در این شکل حرکت انسیزور فک پایین به سمت لینگوال مشاهده می‌شود.

A- ناحیه هیالینیزه B- استخوان سازی در ناحیه کشش B1- تشکیل جبرانی استخوان در ناحیه اپیکال C- تحلیل جبرانی استخوان

حرکت چرخشی انتقالی در مقابل انتقالی

بطور کلی دندانی که حرکت چرخشی انتقالی می‌یابد extrude می‌شود. حتی در حرکت انتقالی هم، حرکت extrusion مشاهده می‌شود. مگر اینکه در وایر، خم جبرانی برای intrusion ایجاد شده باشد. وقتی تاج دندان مولر به سمت دیستال tip می‌شود، باعث افزایش تکیه‌گاه می‌گردد و دندان مولر extrude می‌شود. اگر یک دندان به عنوان تکیه‌گاه بکار رود، حرکت دیستالی تاج این دندان نمی‌تواند برای حفظ تکیه‌گاه کافی باشد. چون ممکن است این دندان upright شود و سپس به طرف مزیال حرکت نماید.

تأثیر فاکتور رشد

اگر دندان پریمولر دوم در حال رویش در تماس با دندان مولر اول باشد هر گونه حرکت مولر اول باعث حرکت پریمولر دوم می‌گردد. این عکس‌العمل به علت پرولیفراسیون سلولی می‌باشد. در بیمار بالغ تغییرات سلولی کاملا متفاوت است. در استفاده از C1II الاستیک در بیمار بالغ برای بستن فضا، حرکت مختصری در دندانهای خلفی ایجاد می‌شود چون بافتها در حال رشد نمی‌باشند. استفاده از نیروی مداوم و ملایم مثل coil spring برای ایجاد پرولیفراسیون سلولی و تشدید حرکت دندانها توصیه می‌شود حرکت این دندانها بعد از ۸ تا ۱۰ روز وقتی که بافتها به مرحله پرولیفراسیون رسیدند، انجام می‌شود. در بیمار بالغ برای حرکت دندانهای خلفی به سمت مزیال باید حرکت دندانها تک تک صورت گیرد. یعنی برای حرکت پریمولر دوم و مولر اول به سمت مزیال، باید در ابتدا پریمولر دوم به سمت مزیال آورده شود و بعد از کامل شدن حرکت مزیالی این دندان، مولر اول به سمت مزیال حرکت داده شود.

نیروی خارجی دهانی

نیروی خارجی دهانی به دو دسته تقسیم می‌شود یکی نیروی خارج دهانی شدید که به عنوان نیروی ارتوپدیک معروف است و برای کنترل رشد به کار می‌رود. دیگری نیروی خارج دهانی که برای انجام حرکات دندانی می‌باشد.

نیروی ارتوپدیک

نیروهای ارتوپدیک نه فقط روی موقعیت دندانها اثر می‌کنند بلکه روی جهت رشد نیز اثر می‌گذارند. مقدار نیروهای ارتوپدیک در مقایسه با نیروی لازم برای حرکت دندانها، بیشتر است. در هنگام استفاده از نیروی خارج دهانی به منظور درمانهای اصلاح رشد، دردی نباید وجود داشته باشد.

نیروی خارج دهانی برای حرکت دندانها

برای حرکت دندان از نیروهای ملایم استفاده می‌شود. چنین تغییرات بافتی در حین حرکت دندان مولر به دیستال توسط هدگیر قابل مشاهده است. در چنین حرکتی تماس مولر اول با مولر دوم باقی می‌ماند وهر دو همزمان به طرف دیستال حرکت می‌کنند. مقدار نیرویی که روی هر دندان اعمال می‌شود ۳۰۰ تا ۹۰۰ گرم می‌باشد. در درمانهای ارتودنسی تفاوتهایی در جابجایی دندانهای مولر وجود دارد. تعدادی از بیماران نسبت به نیروهای خارج دهانی، بسیار سریع و بعضی با تأخیر جواب می‌دهند. اگر چه نیروی ۳۰۰ گرم می‌تواند مولر اول را به دیستال ببرد، در بعضی موارد، نیروی زیادتری لازم است. موقعیت دندان در این رابطه می‌تواند نقش مهمی داشته باشد در صورتیکه تاج دندان مولر به سمت مزیال جابجا شده باشد. نیروی خارج دهانی که بطور مداوم اثر نماید می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای باعث تحلیل ریشه در ناحیه میانی و $\frac{1}{3}$ انتهایی ریشه بدون کاهش طول ریشه شود. در اکثر گزارشات، عدم کاهش طول ریشه در استفاده از نیروهای خارج دهانی مشاهده شده است.

حرکت دندان

بعضی محققین اثر هورمونها بر روی دندانها را مورد مطالعه قرار داده‌اند. فعالیت سلولی در بهار بیشتر از پائیز است. افزایش ساخت استخوان در بیمارانی که الگوی رشد افقی دارند بیشتر از بیماران دارای الگوی رشد عمودی می‌باشد. ساخت استخوان با حرکت دندانها توسط نیروی interupted بیشتر از نیروی مداوم است. حرکت دندانها توسط نیروی خارج دهانی از طریق خصوصیات ارثی بافتها تعیین می‌گردد. هورمونها روی حرکت دندان، تأثیر می‌گذارند.اثر نیروهای خارج دهانی روی موقعیت فک بالا مورد بحث است. اعمال نیروی خارج دهانی شدید می‌تواند روی رشد فک بالا اثر نماید. با اعمال نیروی خارج دهانی، رشد سوچورها متوقف نمی‌شود، بلکه جهت رشد عوض می‌شود. بنابراین بایستی به بافتهای مجاور صورت، توجه شود. در اثر expansion یا constriction فک بالا، شکاف میانی کام باز می‌شود و هیالینیزاسیون در سایر سوچورها مشاهده می‌شود. به طور کلی نیروهای ملایم بر روی دندان، باعث حرکت سریع دندان می‌شود و ناحیه و طول مدت هیالینیزاسیون کاهش می‌یابد.

جلو آوردن فک بالا توسط نیروی خارج دهانی

نیروی خارج دهانی می‌تواند باعث تسریع رشد فک بالا گردد. این روش می‌تواند برای بیماران C1III استفاده شود. این روش همگام با دستگاههای دیگر ارتودنسی در بیماران کلفت به کار می‌رود که شامل مراحل زیر است:

۱- تصحیح کراس بایت در ناحیه مولرها
۲- جلو آوردن فک بالا با استفاده از face mask یا reverse chin cup
۳- alignment دندانهای قدامی توسط دستگاه ثابت ارتودنسی

Torque

در هنگامیکه مرکز چرخش دندان در ناحیه براکت قرار گیرد و حرکت ریشه در جهت لبیولینگوال باشد، این حرکت Torque نامیده می‌شود. در این نوع حرکت از نظر تئوری بایستی تاج ثابت باشد ولیکن از لحاظ عملی حرکت مختصر تاج در جهت مخالف ریشه انجام می‌شود. در صورتی که تکیه‌گاه به خوبی محاسبه شده باشد، حرکت تاج قابل کنترل است. از آنجائیکه عرض فضای پریودنتال لیگامان در ناحیه $\frac{1}{3}$ میانی ریشه کمتر از $\frac{1}{3}$ انتهایی می‌باشد. بنابراین فشار در $\frac{1}{3}$ میانی ریشه بیشتر است. برای حرکت Torque دو تکنیک داریم، یکی سیستم edgewise و دیگری سیستم begg است.

حرکت چرخشی خالص

این حرکت در اثر دو نیروی مزدوج مخالف و مساوی که با یک فاصله از مرکز مقاومت دندان قرار داشته باشند، ایجاد می‌شود. برگشت الیاف پریودنتال به موقعیت اولیه در ریلاپس پس از درمان چرخش دندان، اهمیت بسزایی دارد. عوامل متعددی در تصحیح چرخش دندان وجود دارد. آناتومی، شکل، اندازه و موقعیت دندان در حرکت چرخشی مؤثر هستند. در حین حرکت چرخشی دو سطح فشار و دو سطح کشش وجود دارد. پاسخ بافتی در یک سطح فشار، ممکن است بصورت undermining resorption و هیالینیزاسیون و در سمت دیگر frontal resorption باشد. این امر می‌تواند به علت موقعیت دندان نسبت به دندانهای مجاور، نحوه دنسیتی استخوان، و بر اساس مقدار نیرو، ایجاد شود. سطوح ریشه تحلیل یافته در دوره retention به مدت ۶ تا ۸ هفته ترمیم می‌یابد. در مطالعات بر روی مدلهای حیوانی، دیده شده است که حتی تحلیل وسیع ریشه توسط سمنتوم سلولی در دوره retention ترمیم یافته است. ولیکن در سطح ریشه دندان انسانها، تمایل کمتری به ترمیم لاکونای تحلیل یافته شده، مشاهده می‌شود. فضای پریودنتال در حین حرکت چرخشی افزایش می‌یابد و استخوان ساخته شده در ناحیه کشش به صورت غیر کلسیفیه است و بلافاصله بعد از برداشت دستگاه ارتودنسی، به علت انقباض و جابجایی الیاف پریودنتال، در استخوان تغییراتی ملاحظه می‌گردد. وجود رشته‌های الاستیک واکسی تالان در ناحیه مارجین ریشه در افزایش انقباض در مجموعه الیاف supra alveolar شرکت می‌کند و منجر به ریلاپس چرخش می‌گردد. برای جلوگیری از ریلاپس چرخش، بایستی دندان، بیش از حد تصحیح گردد و جهت جلوگیری از فعالیت مجموعه supra alveolar باید ۲۳۲ روز دندان در retention باشد. روش دیگر برای جلوگیری از ریلاپس انجام fibrotomy در الیاف پریودنتال می‌باشد که توسط متخصص پریودنتال انجام می‌گیرد. تصحیح چرخش با نیروی interupted به علت دوره‌های استراحت در دندان و سپس تصحیح حرکت، دارای ریلاپس کمتری نسبت به اعمال نیروی مداوم می‌باشد.

حرکت extrusion

حرکت extrusion حرکتی است که باعث می‌شود دندان همراه با استخوان آلوئول از موقعیت قبلی خود به طرف اکلوزال حرکت نماید. اکستروژن دندانهای خلفی باعث افزایش رشد عمودی استخوان آلوئول و باز شدن بایت بیمار می‌گردد. اکستروژن دندانهای قدامی در هنگامی که شرایط بیمار اجازه بدهد باعث بسته شدن بایت می‌گردد. کشش

الیاف supra alveolar ، در این حرکت بیشتر از کشش الیاف میانی و انتهای ریشه می‌باشد. بعد از ۴ تا ۶ ماه الیاف اصلی پریودنتال کشیده شده، به حالت عادی در می‌آیند. اگر برای حرکت اکستروژن از نیروهای قوی استفاده شود، ممکن است که عروق و اعصاب ناحیه آپکس قطع گردد و به پالپ صدمه برسد. بنابراین بهتر است که حرکت اکستروژن با نیروی ملایم انجام شود. رویش دندانهایی که دارای dilaceration هستند، نسبت به دندانهای مجاور کمتر است. اعمال نیروی زیاد برای اکسترژن این دندانها گاهی اوقات باعث مقاومت دندان برای حرکت اکستروژن می‌گردد. لذا توصیه می‌شود که برای دندانهای dilacerated انتهای ریشه توسط جراحی برداشته شود و بعد از معالجه ریشه، حرکت ارتودنسی با استفاده از نیروی ملایم ادامه داده شود. حرکت اکستروژن در دندانهایی که دچار dilaceration هستند. ممکن است باعث خارج شدن آپکس ار آلوئول گردد.

حرکت intrusion

حرکت intrusion حرکتی است که باعث می‌شود دندان همراه با استخوان آلوئول از موقعیت قبلی خود، دورتر از سطح اکلوزال حرکت کند. extrusion دندانهای خلفی به همراه intrusion دندانهای قدامی برای باز کردن بایت در موارد بسیار زیادی، استفاده می‌شود. مطالعات سفالومتریک نشان می‌دهد که در بیشتر موارد، افزایش ارتفاع صورت به دنبال رشد به وجود می‌آید. باز شدن بایت در حین عمل intrusion دندانهای قدامی ممکن است به علت الگوی رشدی عمودی بیمار باشد. بنابراین intrusion مطلق دندانها به منظور باز شدن بایت بعد از پایان رشد امکان پذیر است. بنابراین عکس‌العمل بافتی در جوانان و بالغین متفاوت است. intrusion دندانها در بالغین همراه با تحلیل انتهای ریشه است. برای جلوگیری از تحلیل ریشه در هنگام intrusion باید از نیروی ملایم استفاده کرد. در حین intrusion دندانهای قدامی، دندانهای خلفی دچار extrusion می‌شوند. برای جلوگیری از extrusion این دندانها بایستی بیمار از posterior bite plate یا هدگیر پشت سری استفاده نماید. با نیروی ملایم به مقدار ۲۰ تا ۳۰ گرم برای دندانهای قدامی intrusion با سرعت بیشتری انجام می‌شود. حتی با این مقدار نیرو ممکن است ناحیه هیالینیزاسیون و تحلیل ریشه مشاهده شود. دنسیتی استخوان در افراد جوان کمتر است بنابراین حرکت intrusion راحت‌تر انجام می‌شود و بهتر است که از نیروی مداوم وملایم استفاده شود ولی در افراد بالغ دنسیتی استخوان زیاد می‌باشد، لذا استفاده از نیروی ملایم منقطع interupted ترجیح داده می‌شود. این نیرو باعث ایجاد فرصت کافی برای تغییرات سلولی و امکان تحلیل مستقیم استخوان بعد از دوره استراحت می‌شود. عکس‌العمل دندانها نسبت به intrusion متفاوت است واین تفاوت به علت میزان نیرو، دنسیتی استخوان، عرض فضای پریودنتال و آناتومی ریشه می‌باشد. بنابراین عکس‌العمل بافتها نسبت به intrusion دندانها متفاوت است. گاهی اوقات حرکت intrusion ممکن است با انواع دیگر حرکات اتفاق بیفتد. در حین intrusion ممکن است تغییراتی در ناحیه آپکس ایجاد گردد. حرکت intrusion باثبات است و میزان ریلاپس در این حرکت بسیار کم است. یکی از دلایل این امر، این است که الیاف لثه‌ای در این حرکت مختصری relax می‌شوند. در حرکت intrusion ، کشش در الیاف اصلی پریودنتال مشاهده می‌شود. آداپتاسیون الیاف اصلی بعد از ۲ تا ۳ ماه حاصل می‌شود. ریلاپس در حرکت intrusion در جوانان کمتر از بالغین است. اگر در بالغین ثبات اکلوژن وجود نداشته باشد، میزان ریلاپس بیشتر است. بنابراین بعد از تثبیت موقعیت صحیح کانین بالا نسبت به کانین پائین، میزان intrusion از ریلاپس کمتری برخوددار است. عدم استفاده از دستگاه ریتینر نیز، باعث ریلاپس می‌شود. استفاده از anterior bite plate باعث متوقف کردن رویش دندانهای قدامی بالا و intrude کردن دندانهای قدامی پائین و رویش دندانهای خلفی بالا و پائین می‌گردد.

تحلیل ریشه

بر اثر فشارهای اکلوزالی بیش از حد، نواحی کوچکی از سمنتوم دچار تحلیل می‌شود. این نواحی سریعا توسط سمنتوم ترمیم می‌گردد.از سوی دیگر تراکم و سختی سمنتوم و دنتین می‌تواند مانع تحلیل ریشه گردد.

اگر تراکم و سختی سمان و دنتین ریشه دندانهای شیری زیاد باشد باعث کاهش سرعت تحلیل ریشه این دندانها در حین رویش دندانهای دائم می‌گردد. در مرحله ugly duckling ، اگر دندان کانین بیش از اندازه در مجاورت ریشه لترال قرار گیرد، باعث تحلیل ریشه لترال می‌گردد. فشارهای اکلوزالی در خلاف جهت حرکت دندان، می‌تواند باعث تحلیل ریشه شود. عمل transplantation ممکن است باعث تحلیل ریشه و یا سبب انکیلوز دندان گردد. بیماریهای متابولیک مثل هیپوتیروئیدیسم می‌تواند باعث تشدید تحلیل ریشه در حین درمانهای ارتودنسی گردد. ممکن است علت تحلیل ریشه idiopathic باشد. متخصص ارتودنسی بایستی با آگاهی از وضعیت بیمار جهت جلوگیری از تحلیل بیشتر دندانها از نیروهای interupted ملایم استفاده نماید و در صورتی که حرکت دندانها لازم است، باید به منظور جلوگیری از دخالت نیروهای اکلوزالی، از bite plate استفاده نماید و در مقاطع زمانی مشخص برای آگاهی از وضعیت دندانها، رادیوگرافیهای مقتضی را، به عمل آورد. تحلیل ریشه بر اثر اختلالات فانکشنال، عوامل ژنتیکی و درمانهای ارتودنسی می‌تواند ایجاد گردد. در ارتودنسی مقدار نیرو در تحلیل ریشه در مقایسه با نوع نیرو، تأثیر کمتری دارد. اگر اصول مکانیکی مورد توجه قرار نگیرد اختلالاتی در سیستم فضای پریودنتال ایجاد می‌شود. تحلیل ریشه در درمانهای ارتودنسی بعد از هیالینیزاسیون در فضای پریودنتال ایجاد می‌شود و در نتیجه undermining resorption به وجود می‌آید. تحلیل ریشه همیشه در اطراف ناحیه بدون سلول، در مرز ناحیه هیالینیزه اتفاق می‌افتد، تحلیل ریشه بر خلاف استخوان غیرقابل پیش بینی است. اگر چه تحلیل ریشه به فاکتورهای مکانیکی بستگی دارد. مطالعات رادیوگرافی نشان می‌دهد که مقدار کمی تحلیل ریشه بر اثر حرکت انتقالی با سیستم بدون اصطکاک، ایجاد می‌شود. بر خلاف استخوان، سمنتوم در فعالیتهای متابولیک در رابطه با تنظیم کلسیم شرکت نمی‌کند ولی بعضی از تغییرات در سمنتوم مشابه استخوان است. مثلا در ناحیه فشار، سمنتوئید کاهش می‌یابد. اگر تحلیل ریشه به مقدار زیادی ایجاد شود باید درمان ارتودنسی متوقف شود. این امر نه تنها باعث می‌شود که از تحلیل بیشتر جلوگیری گردد بلکه، لاکونهای تحلیل رفته توسط بافتهای فیبروزه پر می‌شود که بعدا به سمنتوم ثانویه تبدیل می‌گردد. استفاده از نیروی intermittent باعث تحلیل ریشه کمتری می‌شود یا اصولا مانع ایجاد تحلیل ریشه می‌شود. لترال بالا بیشتر مستعد تحلیل ریشه می‌باشد. اگر از سیستم edgewise با وایر rectangular استفاده شود، تحلیل ریشه بیشتری مشاهده می‌گردد. استفاده از نیروی ملایم interupted مانع تحلیل ریشه می‌شود. حرکت انتقالی با استفاده از نیروی ملایم ممتد دارای تحلیل ریشه کمتری نسبت به حرکت چرخشی انتقالی می‌باشد.

در حرکت انتقالی، تحلیل ریشه در $\frac{1}{3}$ میانی و در انتهای ریشه دیده می‌شود. در حرکت چرخشی انتقالی طولانی مدت، حتی اگر نیرو ملایم باشد پتانسیل بیشتری برای تحلیل ریشه وجود دارد. اگر تحلیل ریشه کمی وجود دارد، فشارهای وارده روی بافت فیبروزه در ناحیه تحلیل باعث افزایش تحلیل می‌شود. اگر تحلیل ریشه مشاهده شد، بهتر است که درمانهای ارتودنسی متوقف گردد تا در ناحیه تحلیل، ترمیم حاصل گردد.

زمانی که دستگاه فعال است براساس شرایط خاصی می‌تواند باعث تحلیل ریشه شود و ممکن است در حین یک دوره فعال چند ماهه این تحلیل دیده شود. این تحلیل به علت اینکه الیاف پریودنتال اطراف انتهای ریشه به تدریج تحت فشار و کشش قرار می‌گیرد، ایجاد می‌شود. فشار ایجاد شده روی نواحی تحلیل یافته، باعث افزایش تحلیل می‌گردد. این نوع تحلیل بیشتر در موارد حرکت لترال به صورت انتقالی در فاصله طولانی دیده می‌شود. وقتی دندان در موقعیت فیزیولوژیک قرار می‌گیرد سمان سازی در ناحیه تحلیل‌یافته سریعتر مشاهده می‌شود. این تحلیل و بازسازی

سریع باعث می‌شود که عرض فضای پریودنتال، متفاوت گردد. ولیکن لیگامانهای پریودنتال تمایل دارند که عرض فضا را، به صورت فیزیولوژیک حفظ نمایند. برای حفظ فضای پریودنتال، نواحی spicule استخوانی تشکیل می‌شود، بنابراین ساخت سمنتوم و نواحی کوچک استخوانی باعث می‌شود که فانکشن و ثبات دندان حفظ گردد. این حالت بیشتر در ناحیه furcation مولر دیده می‌شود.

میزان تحلیل ریشه

میزان تحلیل در ناحیه مارجینال و ناحیه میانی تأثیری روی فعالیت و ثبات دندان ندارد. البته تحلیل در انتهای ریشه می‌تواند روی ثبات و فعالیت دندان تأثیر بگذارد. بنابراین از هر گونه تحلیلی که باعث کاهش طول ریشه شود، باید جلوگیری کرد. بهترین روش برای کنترل تحلیل، تجویز را دیوگرافی می‌باشد. بعضی از حرکات زیر می‌تواند باعث تحلیل ریشه شود.

۱- حرکت چرخشی انتقالی طولانی مدت، بخصوص در دندانهای قدامی استعداد بیشتری به تحلیل دارد.

۲- حرکت چرخشی انتقالی مولر به سمت دیستال باعث تحلیل بخصوص در ناحیه دیستال مولر می‌شود. بنابراین برای جلوگیری از تحلیل، استفاده از نیروی ملایم interupted در این دندان توصیه می‌شود.

۳- حرکت انتقالی طولانی مدت بخصوص در دندانهای لترال فک بالا باعث تحلیل می‌شود.برای جلوگیری از تحلیل باید از نیروی interupted یا نیروی مداوم با دوره‌های استراحت استفاده شود.

۴- حرکت intrusion باعث تحلیل می‌شود. برای جلوگیری از تحلیل، استفاده از نیروی ملایم در حدود ۲۵ گرم، با دوره‌های استراحت توصیه می‌شود.

۵- حرکت torque بخصوص در دندانهای قدامی افراد بالغ باعث تحلیل می‌شود.

تحلیل انتهای ریشه

محیط آناتومیکی دندان، فاکتور مهمی درتحلیل ریشه در خلال حرکات intrusion و tipping می‌باشد. اگر سمنتوئید و پره‌دنتین نسبتا ضخیم باشد تحلیل انتهای ریشه معمولا دیده نمی‌شود. اگر سطح ریشه خوب کلسیفیه شده باشد ولی لایه پره‌دنتین نازک باشد، حرکت Tipping باعث ایجاد تحلیل سطح خارجی ریشه همراه با علایمی از تحلیل داخلی کانال ریشه می‌شود. تحلیل ریشه ممکن است بعد از وجود یک دوره هیالینیزاسیون مشاهده شود. تحلیل داخلی کانال، بعد از وجود فشار روی بافت نرم ناحیه ورودی کانال در انتهای ریشه مشاهده می‌شود. علاوه بر شرایط آناتومیک، مدت نیرو وجهت حرکت به عنوان فاکتورهای مؤثر در تحلیل ریشه می‌باشند.

سن

بیماران بالغ استعداد بیشتری به تحلیل ریشه، نسبت به جوانان دارند. بافتهای نگهدارنده بیماران بالغ به علت شرایط آناتومیکی، عکس‌العمل متفاوتی نسبت به جوانان نشان می‌دهند. ساختمان پریودنتال افراد بالغ بخصوص دیواره استخوانی و لیبال دارای استخوان متراکم به همراه فضای مغز استخوان کوچک می‌باشد. بنابراین حرکت در مسیر مزیال و دیستال راحت‌تر از حرکت باکولینگوالی است. سمنتوم ضخیم همراه با الیاف محکم روی میزان حرکت دندان مؤثر است. وقتی دندان حرکت چرخشی انتقالی می‌یابد، اگر این حرکت ادامه یابد به صورت اهرم نوع دوم می‌باشد که باعث تحلیل ریشه می‌شود. سوخت و ساز بافتهای کلاژن در جوانان بیشتر از بالغین است. برای رسیدن به مرحله پرولیفراسیون سلولی در بالغین، به بیش از هشت روز زمان احتیاج است که به آن مرحله proliferation می‌گویند و

میزان نیرو باید بسیار کم در حد ۳۰ تا ۴۰ گرم باشد. حرکت Tipping باعث هیالینیزاسیون در ناحیه مارجینال و $\frac{1}{3}$ میانی سطح ریشه می‌شود که برای مدت دو هفته ادامه می‌یابد. استفاده از نیروی ملایم برای جلوگیری از تحلیل ریشه مهم است برای جلوگیری از تحلیل ریشه می‌بایست از وجود تماسهای زودرس اکلوزال جلوگیری نمود. حتی اگر دندان توسط نیروی ارتودنسی حرکت نکند، وجود فشارهای اکلوزالی باعث تحلیل ریشه می‌شود.

تحلیل ریشه در بالغین

با توجه به اینکه سمنتوم دندانهای بالغین ضخیم است. سمنتوم ضخیم باعث می‌شود که ریشه در مقابل تحلیل مقاوم باشد. دندانهای قدامی نسبت به کانین و پره‌مولر استعداد بیشتری به تحلیل دارند. حرکت intrusion بخصوص در بالغین باید با ملاحظات خاصی انجام شود. لامینادورا در دندانهای افراد بالغ متراکم‌تر و فضای پریودنت در این افراد کمتر است. بهترین نیرو برای intrusion حرکت interupted با نیروی ملایم است.

حرکت torque در بالغین

دیواره لبیالی و لینگوالی دندانهای قدامی باریک و متراکم است. حرکت torque ریشه دندانهای قدامی استعداد زیادی به تحلیل دارند. برای جلوگیری از تحلیل ریشه، استفاده از نیروهای ملایم همراه با وقفه در اعمال نیرو در حرکت torque، توصیه می‌شود. بنابراین وایرهای کم قطر برای torque در بالغین توصیه می‌شود. ولی باید در نظر داشت اگر نیروی ملایم برای مدت طولانی بکار رود باز هم می‌تواند باعث تحلیل ریشه شود. برای جلوگیری از تحلیل ریشه بهتر است از نیروی ملایم به صورت interupted استفاده شود. همیشه برای کنترل تحلیل ریشه، بایستی رادیوگرافی تجویز گردد.

تغییرات پالپ در خلال حرکت دندانها

مهمترین تغییرات در پالپ حین intrusion به صورت vocuolization لایه ادنتوبلاست می‌باشد. اگر ریشه دندان بطور کامل تشکیل شده باشد و نیروی ملایم interupted استفاده شود vocuolization کمتر مشاهده می‌شود. بطور کلی در هنگام حرکت دندان توسط درمانهای ثابت ارتودنسی، تغییراتی در پالپ ایجاد می‌شود ولیکن حرکت دندان با دستگاه متحرک بر روی پالپ اثری نمی‌گذارد.

Retention و Relapse

عکس العمل بافتهای نگهدارنده بعد از برداشت دستگاه ارتودنسی متفاوت است. retention قسمت مجزایی از درمان به حساب نمی‌آید و باید در طرح درمان منظور شود. تثبیت موقعیت دندانها پس از درمان بستگی به عواملی دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. تعادل عضلانی به همراه intercuspation مطلوب دندانها باعث ثبات درمان می‌گردد. وجود intercuspation دقیق بدون تعادل عضلانی نمی‌تواند در جلوگیری از ریلاپس مؤثر باشد. تعادل عضلانی به عنوان عالم اصلی می‌باشد. اصولا دندانها باید در موقعیت خود یعنی neutral zone قرار گیرند. بنابراین هنگامیکه ناحیه باکال یا لینگوال بیش از حد باشد (overcountored) باعث به هم خوردن تعادل عضلانی موجود می‌گردد و با توجه به شرایط بیمار برای رسیدن به حالت تعادل، دندان یا به سمت باکال یا لینگوال حرکت می‌نماید.

تعادل موجود بین زبان از یک طرف و عضلات خارج دهانی از سوی دیگر بسیار مهم است. موقعیت زبان پس از درمان ارتودنسی نبایستی دچار تغییر شده باشد. عدم تعادل عضلانی همراه با تغییرات الیاف پریودنتال در حرکات دندانی باعث ریلاپس می‌گردد. استفاده از دستگاه نگهدارنده ارتودنسی بلافاصله بعد از اتمام درمان فعال در جلوگیری از ریلاپس موثر است. بهتر است دستگاه نگهدارنده چند ساعت پس از خارج کردن دستگاه کامل ارتودنسی استفاده گردد. ولیکن باید یادآوری نمود که عدم تعادل عضلانی، عامل اصلی ریلاپس است.

نیروی مزیالی دندان مولر سوم در حال رویش، می‌تواند مشکل ساز باشد. این نیروی مزیالی می‌تواند یکی از عوامل ایجاد کننده late crowding در سن ۲۰ الی ۳۰ سالگی باشد ولی عامل اصلی این عارضه، رشد فک پایین می‌باشد. از آنجائیکه در بیمارانی که دندانهای مولر سوم را ندارند late crowding مشاهده می‌شود بنابراین رشد فک پایین باعث این عارضه می‌گردد. انقباضات و عکس‌العمل الیاف پریودنتال بستگی به وضعیت خاص بیمار و میزان حرکت دندان دارد. انقباض و جابجایی الیاف پریودنتال در تمام قسمتها یکسان نیست. تغییرات پریودنتال در دو محل بسیار مهم است. ۱- در ساختمان فیبروزه استخوان جدید ۲- در الیاف supra alveolar و الیاف transseptal

ریلاپس در دستگاه متحرک

در هنگام درمان با دستگاه متحرک معمولا ریلاپس بسیار کم است. البته بعد از expansion زیاد با دستگاه متحرک، برای بیماری که شرایط عضلات اجازه می‌دهد مقداری انقباض در شیار میانی کام، باعث ریلاپس می‌گردد و تغییرات موجود در بافت نرم باعث تغییرات در استخوان جدید می‌شود.

ریلاپس در دستگاه ثابت

ریلاپس بر اثر انقباض سریع در الیاف پریودنتال $\frac{1}{3}$ میانی و انتهای ریشه، بعد از حرکت سریع دندانها مشاهده می‌شود. چون الیاف شارپی در ساخت استخوان bundle شرکت می‌کند، در نتیجه وجود این سیستم فیبروزه، می‌تواند باعث ریلاپس شود. بنابراین برای جلوگیری از ریلاپس، دستگاه ریتینر لازم است. در دوره نگهداری با دستگاه ثابت غیر فعال، استخوان جدید در فضاهای باقیمانده بین bone spicules بوجود می‌آید. ساخته شدن استخوان متراکم می‌تواند، مانع ریلاپس دندانها گردد. اثرات Retention بخصوص در دندانهایی که reupright می‌شوند، بسیار حائز اهمیت است.

برای دندانهایی که upright می‌گردند کشش $\frac{1}{3}$ میانی و اپیکالی الیاف پریودنتال فاکتور بسیار مهمی در ریلاپس است و بایستی دندانها ۵ تا ۶ ماه در Retention باقی بمانند. برای دوره Retention می‌توان از دستگاه ثابت ارتودنسی به صورت غیرفعال استفاده نمود و در صورت نیاز از روشهای bonding به همراه وایر جهت تامین دوره Retention استفاده نمود.

REFERENCES

1- Stein G, Weinmann J: Die physiologische wanderung der Zahne, Z stomatol 23: 733, 1925.

2- Roberts WE, Chase DC: kinetics of cell proliferation and migration associated with orthodontically-induced osteogenesis, J Den Res 60: 174, 1981.

3- Somjen D, Binderman E et al: Bone remodeling induced by physical stress is prostaglandin E_2 mediated, Biochem Biophys Acta 627: 91, 1980.

4- Davidovitch Z, Finkelson MD et al: Electric currents, bone remodeling and orthodontic tooth movement, II:? increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current, Am J orthod 77: 33, 1980.

۵- شوکت‌بخش ر.، جمیلیان ع.، کمالی ز.، بررسی مقایسه‌ای روش مرسوم به تنهایی و توأم با تحریک بیوالکتریک بر میزان عقب بردن کانین در بیماران ارتودنتیک. طرح پژوهشی تحقیقاتی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. ۱۳۷۷

۶- شوکت‌بخش ر.، جمیلیان ع.، کمالی ز.، اثر آهن‌ربا روی حرکت دندانها در درمانهای ارتودنسی. مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۷۸ جلد ۱۷ (۲): ۹۴- ۹۹

7- Reitan K: continuous bodily tooth movement and its histological significance, Acta odontol Scand 7:115, 1947.