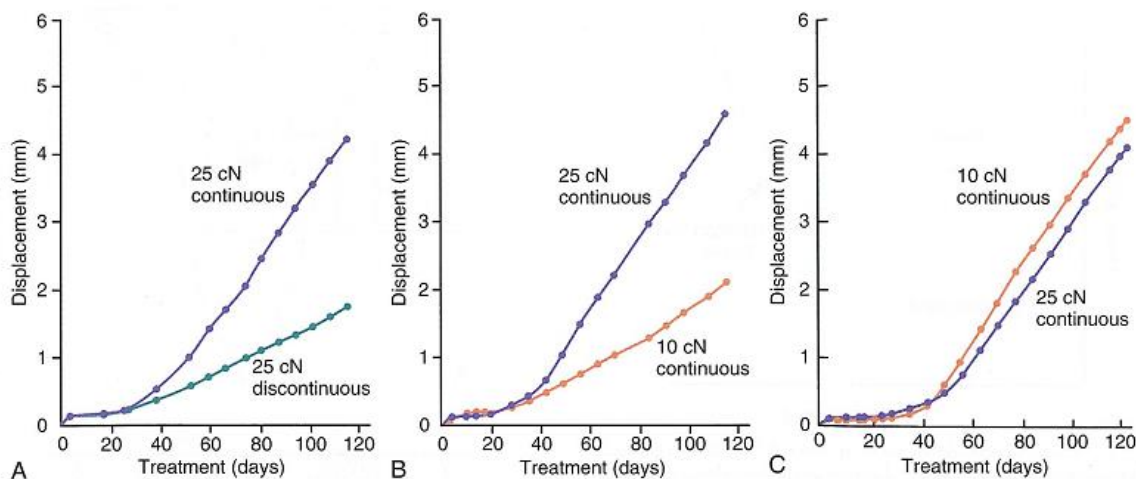


فاز خطی و شتاب

فاز سوم چرخه ی حرکت ارتودنتیک با displacement سریع دندان متمایز می گردد. حرکت دندان طی یک پاسخ دفاعی به تطابق PDL ساپورت کننده و تغییرات استخوان آلوئول آغاز می گردد. مطالعات مربوط به پاسخ استئوکلاست های تحلیل برنده ی استخوان متعاقب فعال سازی دستگاه ارتودنسی، نشان داده اند که زمانیکه فعال سازی مجدد دستگاه حین ظهور استئوکلاستهای مجدداً فعال شده، رخ دهد، یک گروه دوم از استئوکلاستها، بلافاصله فراخوانده می شوند. این اتفاق باعث بروز حرکت قابل ملاحظه ی دندان بدون هیچ خطر اضافی تحلیل ریشه می گردد.^{۱۰} بزرگی نیرو مستقیماً سرعت حرکت دندان را تحت تاثیر قرار می دهد. نیروهای بالا که از ۱۰۰ گرم نیروی معمول در درمان ارتودنسی برای retract کردن دندانهای کانین تجاوز کنند، می توانند یک فاز lag طولانی تا میزان ۲۱ روز قبل از حرکت دندان را ایجاد نمایند. نیروهای کمتر، بدون ایجاد فاز lag قادر به translation دندان، در سرعتهایی هستند که هم چنان از نظر بالینی قابل ملاحظه است.^{۱۱} میتوان تفاوت در سرعت حرکات دندانی را با پاسخ های بیولوژیک متفاوتی که در ادامه فصل مورد بحث قرار می گیرند توجیه نمود (تحلیل frontal در مقابل تحلیل undermining). با این حال، زمان اعمال نیرو هم به اندازه ی میزان نیرو از اهمیت برخوردار است. زمانبندی (رژیم) بارگذاری نیرو بیشتر از اندازه ی نیرو بر سرعت حرکت ارتودنتیک دندان اثر دارد.^{۱۲} از آنجا که نیروهای مداوم سبک، سیستم بیولوژی سلولی را در یک شرایط واکنشی پایدار نگه می دارند، در حرکت ارتودنتیک دندان بسیار سودمندتر هستند. کاربرد نیروهای متناوب (intermittent)، بالعکس باعث ایجاد شرایط بی ثباتی از فعالیت و رکود سلولی می گردد (تصویر ۳-۵، A). بعلاوه، مشخص شده است که نیروهای بسیار کم تنها تا یک حد آستانه ی بهینه مشخص، نسبت به نیروهای بالاتر میزان کمتری از حرکت دندان را ایجاد می کنند (تصویر ۳-۵، B). افزایش نیرو، و رای این حد بهینه منجر به افزایش قابل ملاحظه ای در حرکت دندان نمی شود. همان گونه که در مطالعه بر روی سگ های پا کوتاه نشان داده شد، این آستانه میتواند بین اشخاص مختلف، متفاوت باشد؛ برای مثال در این مطالعه در یک نمونه نیروی ۲۵ cN حرکت دندانی بیشتری نسبت به ۱۰ cN ایجاد نمود؛ درحالیکه در نمونه دیگر چنین اثری مشاهده نشد (تصویر ۳-۵، B و C).



تصویر ۳-۵ منحنی جابه جایی زمانی برای حرکت دندان پرمولر در یک سگ پاکوتاه نشان می دهد که (A) نیروهای سبک مداوم ۲۵ cN در حرکت دندان، موثرتر از نیروهای سبک منقطع هستند و (B) نیروهای مداوم ۲۵ cN در یک حیوان، حرکت بیشتری نسبت به نیروی ۱۰ cN ایجاد کرده است، در حالیکه این دو نیرو در حیوان دیگر، میزان مساوی از حرکت دندان را ایجاد کردند که نشان دهنده ی واریاسیون های فردی و اثر سکویی (plateau effect) در حیوان دوم است. (Reproduced with permission from van Leeuwen EJ, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *Eur J Oral Sci.* 1999;197:468-474.)

انکیلوز

در موارد نادری، صرف از نظر از میزان نیروی خارجی که به دندان اعمال میگردد، هیچ حرکت دندانی رخ نمی دهد. یک عامل احتمالی، پدیده ای به نام "انکیلوز" است که در آن الیاف PDL به طور مشهودی غایب بوده و بنابراین قادر به ایفای نقش واسط بین ساختار ریشه و استخوان آلوئول نیستند. نقطه ی تماس، محل یک fusion مستقیم لایه ی سمنتوم به استخوان کورتیکال ساکت دندان است. جدا از انکیلوز ایدیوپاتیکی، علت اصلی انکیلوز، ترومای خارجی موضعی است.^{۱۳} در مواردی که ترومای شدید دندانی (از جمله avulsion یا intrusion) وجود دارد، آسیبی که به غشای پریودنشیوم وارد می شود منجر به اتصال مستقیم استخوان آلوئول به دندان می گردد. عواقب این پدیده، شامل تحلیل پیش رونده ی ریشه و جایگزینی آن با استخوان (replacement resorption)، و توقف رشد زائده ی آلوئولار در بیماران در حال رشد است. افرادی که به طور مادرزادی فاقد دندانهای دائمی هستند به طور خاصی infraocclusion و overretention دندانهای شیری انکیلوز شده را نشان می دهند.^{۱۴} انکیلوز پارسیل زمانی رخ می دهد که تنها نواحی محدودی از سطح دندان ها به استخوان fuse شده باشد. اگر اعمال نیروی کافی بتواند به این نواحی موضعی اتصال دندان-استخوان غلبه کند، مابقی قسمت های دندان که دارای ساپورت PDL هستند، قادر به تداوم یک الگوی نرمال ریمادلینگ بافتی و حرکت دندان خواهند بود.

قوانین انکورج در ارتودنسی

بیومکانیک های ارتودنسی همواره به منظور حرکت دادن دندانها طراحی نمی شوند. هدف کلنسین، در برخی موارد، شامل نگه داشتن محل دندانهایی خاص درون قوس فکی، یا استفاده از گروهی از دندانهای شامل یک "واحد انکورج" به منظور پایه ای جهت هل دادن یا کشیدن سایر دندان ها است. چندین نوع انکورج در ارتودنسی مورد استفاده قرار می گیرند: (۱) دستگاههای انکورج خارج دهانی (مثلاً هدگیر) که در آنها از ساختارهای اسکلتی خارجی استفاده می شود، (۲) ایمپلنت های استئواینترگره شده ی داخل دهانی و دستگاه های انکورج موقتی (TADs) که به طور فیزیکی درون استخوان ثابت شده اند و بنابراین بسیار با ثبات هستند، و (۳) انکورج دندانی، که اساساً شامل آماده سازی و تثبیت دندانها به صورت واحدهایی برای استفاده هنگام هل دادن یا کشیدن مابقی دندانها است.

انکورج دندانی واژه ای است که به، به حداقل رساندن عामدانه ی مهاجرت دندانهایی خاص در درون ساختار استخوان آلوئولار ساپورت کننده ی آنها اطلاق می شود. بخش بعدی به تفصیل به انکورج دندانی می پردازد؛ چرا که این نوع انکورج بر پایه ی تطابق بیولوژیک با نیروهای ارتودنسی بنا شده است. می توان انکورج

دندانی را یا با افزایش تعداد دندانهای تثبیت شده در واحد انکورج، یا با زاویه دار کردن عامدانه دندانهای خاص به منظور مقاومت بهتر در مقابل حرکت و یا هر دو، افزایش داد. عموماً دندانهایی که سطح ریشه بیشتری دارند، نسبت به آنهایی که سطح ریشه کمتری دارند، تمایل کمتری به حرکت نشان می دهند. علت بروز این پدیده از آنجا است که توانایی مقاومت به حرکت، مستقیماً مرتبط با الیاف پریودنتال و ناحیه سطح استخوان درگیر در مقابل حرکت دندان، است. زمانیکه نیروها سبک بوده و بر روی نواحی سطحی وسیعی توزیع گردند، compression بر ساختارهای پریودنتال زیرین منجر به بسته شدن پارسیل عروق سیستم و ایجاد یک ایسکمی گذرا می گردد. اکسیژن رسانی به ناحیه هرچند محدود اما هم چنان ادامه یافته و میکروسیستم را قادر به تطابق ساخته و عروق خونی جدید را برای آغاز تحلیل frontal فرا می خواند. حرکت دندان با frontal resorption طی سه الی چهار روز رخ می دهد. با این وجود زمانیکه حین اعمال نیرو، هیالینیزاسیون استخوان در نواحی تحت compression پریودنتال رخ دهد، با تاخیر قابل توجه حرکت دندان مواجه می شویم که از طریق undermining resorption صورت میگیرد. در این حالت، مقاومت در مقابل حرکت دندان، ناشی از بسته شدن کامل عروقی در نواحی تحت فشار بوده، که منجر به نکروز موضعی استخوان و تحلیل undermining می گردد. در صورت وقوع این حالت، دندانها تنها بعد از ۱۲ تا ۱۵ روز از ریمادلینگ استخوانی آغاز به حرکت می نمایند. بنابراین آماده سازی انکورج، تحت تاثیر بزرگی نیروهای اعمال شده، سطح کلی ریشه دندانهایی که نیرو به آنها وارد می شود و angulation دندان است.

امروزه تعداد روز افزونی از بالغین به دنبال درمانهای ارتودنسی هستند، و در این افراد انکورج ملاحظه ای اساسی است. دستگاههای انکورج خارج دهانی عموماً جایگزین های قابل کاربردی در این افراد نیستند. بنابراین کلنسنین باید تمام منابع در دسترس خود را به حداکثر برساند؛ که می تواند از درگیر کردن و متصل کردن مولرهای دوم (و در صورت وجود مولرهای سوم) در واحد انکورج دندانی، تا استفاده از دستگاههای انکورج کامی هم چون دستگاه Nance acrylic button را در بر گیرد. هم چنین در حین درمان ارتودنسی موارد multidisciplinary، می توان و باید، ایمپلنت ها و سایر دستگاههای ترمیمی ثابت را به عنوان واحدهای انکورج وارد طرح درمان نمود. نهایتاً، معرفی TADs مزایای قابل توجهی را در حفظ انکورج در بالغین و هم چنین نوجوانان فراهم آورده و راههای بدیعی را در بیومکانیک ارتودنسی در موارد پیچیده باز نموده است.^{۱۵}