سیستم های نیروی ارتودنسی: اعمال قوانین مکانیک

با توجه به بحث قسمت گذشته مشخص است که حرکت ارتودنسی دندان از قوانین خاص مکانیک کلاسیک یا نیوتونی تبعیت می کند، که برای اعمال نوع خاصی از حرکت باید به درستی درک شوند. گام بعد از تسلط بر روی این قوانین، اعمال آنها است. به یاد داشته باشید که قوانین فیزیکی یا براکتهای روی دندانها، به خودی خود دندانها را حرکت نمی دهند. آنها باید در ترکیب با یک سری از سیم ها به منظور تولید نیروها و گشتاورهای لازم برای حرکت دندانها به کار روند. قرار دادن خم ها در نقاط استراتژیک یک سیم بین دو یا چند براکت، یک روش استفاده از این قوانین برای حرکت قابل پیش بینی دندانها است. این بخش اغلب در حین مرحله finishing درمان انجام می شود. روش دیگر، زاویه دار کردن براکت ها نسبت به یکدیگر است تا همین نیروها و گشتاورها ایجاد شوند. این اتفاقی است که در مراحل اولیه درمان روی می دهد؛ یعنی زمانیکه دندانها مرتب نیستند و یک سیم مستقیم درون براکتها قرار می گیرد تا آنها را مرتب کند. بیایید این دو موقعیت را به صورت جزئی بررسی کنیم:

در کل، خمهای روی سیم بین دو براکت یا attachment ، و سیم مستقیم بین براکت ها و attachment های نامرتب، برحسب نحوه ی درگیر شدن سیم درون براکت ها، قادر به ایجاد دو نوع سیستم نیرو هستند:

- سیستم نیروی یک کوپل
- سیستم نیروی دو کوپل

سیستم های نیروی یک-کوپل

وسایل ارتودنسی که قادر به تولید دقیقترین و مهیج ترین حرکات دندانی هستند، اغلب از دید بیومکانیک، ساده ترین دستگاهها نیزهستند. زمانی که یک کوپل در انتهای یک attachment و یک نیروی منفرد در انتهای attachment دیگر ایجاد شود، این سیستم نیرو بین دو attachment به وجود می آید. این سیستم، معمولاً شامل یک سیم خم شده است که در یک انتها وارد یک براکت یا تیوب شده و در انتهای دیگر به جای اینکه وارد براکت یا تیوب شود تنها به attachment گره زده می شود؛ به نحوی که، تنها یک نقطه تماس ایجاد شود. بنابرین، به این سیستم ، سیستم نیروی یک براکتی نیز گفته می شود (تصویر ۱۸-۴). این سیستم، بخاطر طراحی ساده ی نیروهای عمل و عکس العمل، قادر به تولید determinate force system است (یعنی تمام نیروها و گشتاورهای تولید شده در چنین سیستمی، قابل تشخیص، اندازه گیری و ارزیابی با دقت قابل توجهی هستند). تعدادی وضعیت بالینی وجود دارد که در آن از چنین سیستمی استفاده می کنیم. برخی از آنها در فصل ۸ توضیح داده شده اند.

یک فنر cantilever جز ضروری تمام دستگاههایی است که از سیستم نیروی یک-کوپل استفاده می کنند. تصویر ۱۸-۴ مکانیک های دخیل در زمان استفاده از فنر cantilever در اکستروژن دندان کانین را نشان می دهد. مکانیک نشان داده شده قابل تعمیم به تمام سیستم های نیرو یک کوپل است. دقت کنید که فنر تنها به براکت یا attachment گره زده شده و وارد slot براکت نشده است؛ بنابرین، تنها یک نقطه تماس بین سیم و attachment وجود داشته و نیروی منفردی ایجاد می کند که برخلاف تماس دو نقطه ای در

براکت دیگر، هیچ کاپلی ندارد. از آنجا که چنین سیستم شبه استاتیکی (نه سیم و نه attachment در هر لحظه آنی خاصی حرکت نمی کنند) یک سیستم rigid است، از قوانین تعادل تبعیت خواهد نمود. بنابرین، گشتاور درون تیوب (M_c) باید با گشتاور دیگری در جهت مخالف با اندازه برابر (M) خنثی شود. این گشتاور (M) توسط نیروهای برابر و مخالف (F_A و F_P) در attachment ها تولید می شود. این نیروها نیز از قوانین تعادل تبعیت می کنند. (نکته: نیروهای برابر و مخالفی که در دو attachment می بینید حاصل قانون سوم حرکت نیوتون نیستند.)

در سطح بالینی، پایدارترین روش، برای استخراج سیستم نیرویی که توسط هر دستگاه ارتودنسی تولید می شود، این است که سیم فعال شده را از attachment خود جدا کنیم و آن را به طور غیر فعال روی ناحیه attachment قرار دهیم. زاویه تشکیل شده بین سیم و براکت ها، جهت کاپل تولید شده در ناحیه ی engagement را در سمتی که بزرگترین زاویه بین سیم و براکت تشکیل شده، نشان می دهد.[۸-۱۰]

سیستم های نیرو دو-کوپل

زمانیکه یک سیم در slot براکت های دو براکت یا تیوب وارد شود، سیستم نیروی دو-کوپل برقرار می شود. همانگونه که از اسم آن پیدا است، این سیستم های نیرو شامل نیروها و کوپل هایی در هر دو attachment می شوند که در یک سیم مستقیم بین یک جفت براکت نامرتب و یا یک سیم دارای خم بین دو براکت مرتب ایجاد می گردد. بنابرین این سیستم، به نام سیستم نیروی دو-براکت نیز شناخته می شود. دینامیک این واحد دو براکتی، در فهم قوانین مکانیکی هدایت حرکت دندانها توسط مکانیک های sliding ، حائز اهمیت بنیادی است.

این سیستم در مقایسه یا سیستم نیروی قبلی (یعنی سیستم های نیروی یک-کوپل) شامل یک سیستم نیروی indeterminate است (یعنی برای تعیین "دقیق" تمام نیروها و گشتاورهای دخیل در هر دو attachment در هر زمان خاص، بیش از حد پیچیده است). وارد کردن سیم به درون یک attachment و استفاده از یک گیج نیرو برای اندازه گیری نیروی لازم برای deflect کردن سیم در براکت دیگر، لزوماً ارزیابی صحیحی از نیروی تولید شده توسط سیم به دست نمی دهد. در این سیستم، زمانیکه سیم بر روی slot دو براکت، یعنی جایی که قرار است به آن وارد شود، قرار می گیرد، زاویه ورودی سیم در هر slot براکت نشان دهنده ی آن است که کدام براکت زاویه ورود بیشتر و به تبع آن گشتاور بیشتری خواهد داشت. این امر از آنجا مهم است که صرف نظر از جهت گشتاور در براکت دوم، گشتاور بزرگتر جهت خالص نیروهای تعادلی وارد شده بر هر براکت را دیکته می کند.

همانگونه که قبلاً گفته شد، سیستم نیروی دو-براکت را می توان با دو روش متفاوت ایجاد کرد که به تفصیل در مقالات ارتودنسی توضیح داده شده اند [۱۱-۱۳]: (۱) سیم مستقیم قرار داده شده در براکت زاویه دار(روش superposition) و (۲) سیم زاویه دار (خم شده) در براکت های مرتب (روش subtraction)